Pengujian Performansi Jaringan 4G LTE Pada Internet *Provider* Di Wilayah Kecamatan XYZ Kabupaten Sumedang

INGGA MARIS CHOERONNISSA[1*], LITA LIDYAWATI[1]

[1]Jurusan Teknik Elektro Institut Teknologi Nasional Bandung
Email: inggamaris30@gmail.com

Received 05 09 2023 **|** *Revised* 12 09 2023 **|** *Accepted* 12 09 2023

ABSTRAK

Perkembangan teknologi telekomunikasi meningkatkan penetrasi internet sebesar 3,32%; khususnya di sektor pendidikan. Kualitas internet yang stabil menjadi faktor penting dalam menunjang aktivitas daring sehari-hari, di mana Quality of Service (QoS) dan standarisasi ETSI-TIPHON digunakan untuk menganalisis kualitas jaringan. Penelitian ini berfokus pada kualitas jaringan 4G LTE di wilayah Kecamatan XYZ*, Kabupaten Sumedang, yang memiliki kepadatan penduduk dan fasilitas pendidikan tinggi. Parameter QoS seperti throughput, jitter,delay/latency, dan packet loss dievaluasi berdasarkan standar TIPHON dan diujikan menggunakan software nPerf dan speedtest by Ookla untuk lima providerdi tujuh desa di wilayah* Kecamatan XYZ*. Hasil rekapitulasi keseluruhanmenunjukkan bahwa kualitas jaringan 4G LTE dalam kategori sangat baik dengan nilai average indeks di atas 3,8. Namun, provider Smartfren memerlukan optimalisasi lebih lanjut untuk memenuhi kebutuhan layanan dengan nilai averagesebesar 3,47 yang dikategorikan cukup baik. Dengan demikian, optimalisasi jaringan menjadi penting terutama di wilayah rural yang padat penduduk danmemiliki banyak lembaga pendidikan.*

***Kata kunci**: Telekomunikasi, 4G LTE, QoS, TIPHON, Provider*

ABSTRACT

The development of telecommunication technology increased internet penetration by 3.32%; especially in the education sector. Stable internet quality is an important factor in supporting daily online activities, where Quality of Service (QoS) and ETSI-TIPHON standardization are used to analyze network quality. This research focuses on the quality of 4G LTE network in Tanjungsari District, Sumedang Regency, which has high population density and educational facilities. QoS parameters such as throughput, jitter, delay/latency, and packet loss were evaluated based on TIPHON standards and tested using nPerf and speedtest by Ookla software for five providers in seven villages in the Tanjungsari sub-district area. The overall recapitulation results show that the 4G LTE network quality is in the best category with an average index value above 3.8. However, provider Smartfren requires further optimization to meet service needs with an average value of 3.47 which is categorized as good. Thus, network optimization is important, especially in rural areas that are densely populated and have many educational institutions.

***Keywords**: Telecommunication, 4G LTE, QoS, TIPHON, Provider*

1. PENDAHULUAN

Perkembangan telekomunikasi dalam komunikasi data seluler terus mengalami perkembangan dari generasi pertama (1G) pada tahun 1990 hingga generasi keempat (5G) di tahun 2021. Indonesia telah menerapkan teknologi 5G sejak 2021, menawarkan tingkat data tinggi dan daya komputasi untuk mewujudkan ekosistem *Internet of Things* (IoT) **(Ramadhani, Ferianti, & Najemi, 2020)**.

Teknologi telekomunikasi telah melahirkan generasi baru, yaitu teknologi 5G, dimana teknologi 4G LTE sebagai teknologi pendahulunya diharapkan dapat diakses secara merata di berbagai wilayah, termasuk daerah rural. 4G LTE menawarkan kecepatan transfer data 100 Mbps untuk *downlink* dan 50 Mbps bagi uplink, memungkinkan transfer data seluler dengan baik **(Yufiansa, Maria, & Yusnita, 2019)**.

Berdasarkan survei yang dilakukan oleh APJII (Asosiasi Penyelenggara Jasa Internet Indonesia), penetrasi internet Indonesia meningkat 3,32% dalam kurun waktu dari tahun 2021-2022, dengan penetrasi total 77,02%. Ini menunjukkan bahwa sebagian besar penduduk Indonesia menggunakan data seluler untuk mengakses internet. 89,03% dari populasi menggunakan *smartphone*, sementara 77,64% menggunakan data seluler dari penyedia layanan internet. Selain itu, 99,26% pengguna internet berasal dari sektor pendidikan **(APJII, 2022)**.

Dalam rangka menunjang aktivitas daring sehari-hari, kualitas internet yang stabil perlu untuk dipertahankan kestabilannya. *Quality of Service* (QoS) dan ETSI-TIPHON (*Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Network*) merupakan salah satu metode yang digunakan untuk menganalisis berbagai layanan internet dan menentukan kualitas dari suatu jaringan **(Kalee, Sambul, & Lumenta, 2022)**.

Dengan memperhatikan fakta dari survei APJII bahwa sebesar 99,26% pengguna data seluler di Indonesia merupakan dari sektor pendidikan, serta dengan memperhatikan kebutuhan para pelajar yang berada di wilayah rural akan konektivitas internet yang memadai, maka penelitian ini difokuskan pada wilayah rural. Kabupaten Sumedang, sebagai salah satu wilayah kabupaten yang membutuhkan infrastruktur telekomunikasi yang memadai, sesuai dengan keterangan dari Kepala Bidang Informatika, Dinas Komunikasi Informatika Persandian dan Statistik Kabupaten Sumedang bahwa terdapat 143 dusun yang tersebar di 20 kecamatan dari 26 kecamatan yang ada belum tersentuh oleh jaringan telekomunikasi **(Rizal, 2020)**.

Dengan demikian, penelitian bertujuan untuk mengetahui kualitas jaringan 4G LTE di wilayah Kecamatan XYZ, sebagai kecamatan yang memiliki fasilitas pendidikan formal terbanyak kedua di Kabupaten Sumedang dengan total 143 unit untuk semua jenis lembaga pendidikan. Penelitian ini dilakukan di 7 desa yang merupakan desa tersibuk di antara 12 desayang ada. 7 desa tersebut antara lain adalah Desa Gunungmanik, Margajaya, Cinanjung, Jatisari, Tanjungsari, Kutamandiri, serta Desa Gudang. Indikator kesibukan desa diukur dari jumlah fasilitas umum yang dimiliki, contohnya adalah terdapat sekitar 56 unit lembaga pendidikan yang banyak tersebar di 7 desa tersebut dan merupakan desa padat penduduk serta memiliki mobilitas masyarakat yang ramai di desa tersebut. Parameter yang digunakan pada penelitian ini adalah parameter *Quality of Service* (QoS) dan standarisasi TIPHON.

1.1. Teknologi 4G LTE

Teknologi 4G LTE (*Long Term Evolution*) merupakan pengembangan dari teknologi sebelumnya, yaitu 3G dan 3.5G yang mana LTE disebut sebagai generasi ke-4 (4G). Pada teknologi 3G kecepatan transfer data maksimum adalah 2 Mbps, pada teknologi 3.5G

kecepatan transfer data mencapai 14 Mbps pada sisi *downlink* dan 5,6 Mbps pada sisi uplink, pada teknologi LTE ini memiliki kemampuan dalam memberikan kecepatan dalam hal transfer data mencapai 100 7 Mbps pada sisi *downlink* dan 50 Mbps pada sisi *uplink* **(Shabrina & Broto, 2017).**

1.2. Quality of Service (QoS)

Quality of Service (QoS) adalah metode untuk mengukur mengenai seberapa baik kualitas dari suatu jaringan serta merupakan upaya untuk mendefinisikan karakteristik dan sifat dari satu layanan. QoS berfungsi untuk mengukur sekumpulan atribut kinerja yang telah ditentukan dan diasosiasikan dengan suatu layanan. QoS mengacu pada kemampuan jaringan untuk memberikan layanan yang lebih baik pada trafik jaringan tertentu melalui teknologi yang berbeda. QoS menawarkan kemungkinan untuk menentukan atribut dari layanan jaringan yang disediakan **(Rusli & Azizah, 2022)**.

Tabel 1. Indeks Parameter QoS

Index	Persentase	Kategori
3,8 – 4	95 – 100	Best
3 – 3,79	75 – 94,75	Good
2 – 2,99	50 – 74,75	Unfavorable
1 – 1,99	25 – 49,75	Ugly

(ETSI, 2006)

1.3. Parameter Kualitas Jaringan

Pada bagian ini menjelaskan parameter kualitas jaringan yang digunakan pada penelitian ini. Parameter ini adalah parameter QoS yang terdiri atas empat parameter, yaitu throughput, *jitter, delay/latency, dan packet loss*.

1.3.1. Parameter *Throughput*

Secara umum, *throughput* selalu terkait dengan *bandwidth*, karena *throughput* digambarkan sebagai *bandwidth* dalam kondisi yang sebenarnya tergantung pada trafik jaringan yang sedang terjadi. *Throughput* didefinisikan sebagai kapasitas atau kemampuan sebenarnya dari suatu jaringan untuk mengirimkan data, sedangkan *bandwidth* merupakan kapasitas maksimum dari suatu jaringan **(Rusli & Azizah, 2022)**.

Tabel 2. Indeks Parameter Throughput

Kategori	Throughput	indeks
Ugly	0 – 338 Kbps	1
Unfavorable	339 – 700 Kbps	2
Good	701 – 1200 Kbps	3
More	1,21 – 2,1 Mbps	4
Best	>2,1 Mbps	5

(ETSI, 2006)

1.3.2. Parameter *Jitter*

Jitter adalah variasi *delay* antar paket yang terjadi pada saat proses transmisi. Besar atau kecilnya nilai jitter sangat dipengaruhi oleh fluktuasi beban trafik dan banyaknya tabrakan antar paket (*congestion*) yang terjadi pada jaringan. Semakin besar beban trafik jaringan, semakin besar pula kemungkinan terjadi tabrakan yang dapat meningkatkan nilai *jitter*. Semakin tinggi nilai *jitter* dapat berdampak pada nilai QoS yang semakin rendah. Untuk mendapatkan nilai QoS yang baik, maka nilai *jitter* harus seminimum mungkin **(Rusli & Azizah, 2022)**.

Tabel 3. Indeks Parameter Jitter

Kategori	Jitter	indeks
Best	0 ms	4
Good	0 – 75 ms	3
Unfavorable	75 – 125 ms	2
Ugly	>225 ms	1

(ETSI, 2006)

1.3.3. Parameter *Delay/ Latency*

Delay adalah waktu tunda suatu paket yang diakibatkan oleh proses transmisi dari satu titik ke titik lain yang menjadi tujuannya **(Rusli & Azizah, 2022)**.

Tabel 4. Indeks Parameter Delay/Latency

Kategori	Delay/Latency	indeks
Best	<150 ms	4
Good	150 – 300 ms	3
Unfavorable	300 – 450 ms	2
Ugly	>450 ms	1

(ETSI, 2006)

1.3.4. Parameter *Packet Loss*

Packet loss didefinisikan sebagai kegagalan pengiriman paket data untuk mencapai tujuannya. Suatu paket mungkin tidak sampai ke tujuan dapat disebabkan oleh beberapa alasan, antara lain:

- Terjadinya *overload* trafik jaringan.
- Tabrakan (*congestion*) pada jaringan.
- Kesalahan (*error*) yang terjadi pada media fisik.
- Interferensi yang terjadi pada sisi penerima dapat disebabkan antara lain oleh *overflow* yang terjadi pada *buffer*.

Saat mengimplementasikan jaringan, nilai *packet* loss ini diharapkan memiliki nilai yang minimal. Secara umum, ada empat kategori jaringan yang terdegradasi berdasarkan nilai *packet loss* **(Rusli & Azizah, 2022)**, seperti yang terlihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 5. Indeks Parameter Packet Loss

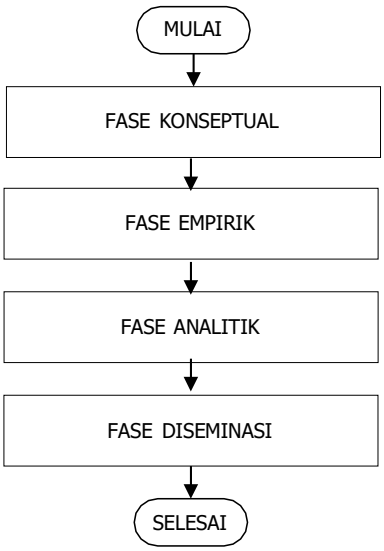
Kategori	Packet Loss	indeks
Best	0 – 2%	4
Good	3 – 14%	3
Unfavorable	15 – 24%	2
Ugly	>25%	1

(ETSI, 2006)

2. METODE PENELITIAN

2.1. Tahapan Pelaksanaan Penelitian

Dalam pelaksanaan penelitian ini, dibutuhkan tahapan pelaksanaan yang digambarkan pada gambar 1 berikut.



Gambar 1. Tahapan pelaksanaan Penelitian

Pada gambar 1 menunjukkan tahapan pelaksanaan penelitian dimulai dari fase konseptual dengan tujuan untuk mengidentifikasi masalah serta dilakukannya studi literatur mengenai pengujian 4G LTE dengan menggunakan parameter QoS. Kemudian dilanjutkan dengan fase empirik, fase analitik dan fase diseminasi seperti yang dijelaskan di bawah ini.

A. Fase Konseptual

Pada fase ini, terdapat kegiatan penting yang berperan sebagai fondasi suatu penelitian, di antaranya sebagai berikut:

a. Identifikasi masalah: memahami permasalahan yang ada atau yang sedang terjadi, mengidentifikasi tujuan penelitian dan menetapkan batasan penelitian agar ruang lingkup penelitian jelas.
b. Studi literatur: menelusuri teori dan pengembangan dari penelitian sebelumnya tentang masalah penelitian dari jurnal dan artikel online terkait yang dapat membantu memecahkan masalah penelitian.

B. Fase Empirik

Pada fase ini dilaksanakan kegiatan pengumpulan data, dilakukan dengan melakukan pengujian terhadap internet *provider* pada tempat dan waktu yang telah ditentukan. Tindakan yang dilakukan dalam fase empirik ini adalah:

a. Tempat pengambilan data dilakukan di desa sibuk di wilayah Kecamatan XYZ Kabupaten Sumedang. Indikator pemilihan desa sebagai lokasi pengujian adalah desa tersebut dan merupakan desa padat penduduk serta mobilitas masyarakat cenderung ramai dan indikator terpenting yaitu terdapat lembaga pendidikan formal terbanyak (SD/SMP/SMA/SMK dan perguruan tinggi).
b. Sampel data dengan 7 hari pengujian untuk mengukur parameter QoS, yaitu parameter *jitter, throughput, delay/latency*, dan *packet loss*, menggunakan aplikasi nPerf dan *Speedtest by Ookla* di desa yang telah ditentukan sebelumnya. Pengujian dilakukan pada jam sibuk yang dibagi menjadi tiga periode, yaitu:
    - Pagi : pukul 08.00 – 10.00 WIB
    - Siang : pukul 12.00 – 14.00 WIB
    - Sore : pukul 16.00 – 18.00 WIB

    Dimana pengujian dilakukan pada satu waktu tertentu dalam rentang waktu yang telah ditentukan di atas untuk masing – masing *provider*.

C. Fase Analitik

Pada tahap ini, data penelitian yang didapat dari hasil pengujian diolah dan dianalisis kemudian dilakukan evaluasi data untuk menarik kesimpulan dari penelitian yang dilakukan. Tindakan yang dilakukan dalam tahap analitik ini adalah sebagai berikut:

a. Menghitung nilai rata – rata dari parameter QoS yaitu, parameter *throughput, delay/latency, jitte*r dan *packet loss* yang diperoleh dari fase empirik.
b. Mengevaluasi nilai parameter yang telah diolah terhadap standarisasi TIPHON untuk mengetahui kualitas dari masing – masing internet *provider*.

D. Fase Diseminasi

Pada tahap diseminasi, dilakukan penulisan hasil penelitian yang disusun sedemikian rupa agar hasil penelitian yang dilakukan dapat dipahami dan dimengerti oleh pembaca.

2.2. Lokasi Penelitian

Tempat pengambilan data dilakukan di desa sibuk di wilayah Kecamatan XYZ Kabupaten Sumedang. Indikator pemilihan desa sebagai lokasi pengujian adalah desa tersebutmerupakan desa padat penduduk serta mobilitas masyarakat cenderung ramai, serta indikatorterpenting yaitu terdapat lembaga pendidikan formal terbanyak (SD/SMP/SMA/SMK dan perguruan tinggi) dibandingkan dengan desa lainnya.

Tabel 6. Lokasi dan Titik Pengujian

Lokasi	Jumlah Lembaga Pendidikan Formal					Jumlah Penduduk (Jiwa)	Titik Pengujian
Desa	SD	SMP	SMA	SMK	Perguruan Tinggi		
Gunungmanik	-	2	1	1	1	9190	Universitas Winaya Mukti, SMK PPN Tanjungsari
Margajaya	3	-	-	-	-	9641	Kantor Desa Margajaya
Cinanjung	3	1	-	1	-	10067	Kantor Desa Cinanjung
Jatisari	3	1	-	-	-	6816	Kantor Desa Jatisari, SMPN 2 Tanjungsari
Tanjungsari	5	1	-	1	-	9351	Kantor Desa Tanjungsari
Kutamandiri	3	1	-	1	-	9232	Kantor Desa Kutamandiri
Gudang	2	4	4	2	-	5599	Kantor Desa Gudang

Sumber: dapo.kemdikbud.go.id, sumedangtandang.com

2.2. Perangkat yang Digunakan

Pada penelitian kerja praktek ini diperlukannya perangkat pendukung untuk menunjang keberlangsungan dan keberhasilan penelitian ini, perangkat yang digunakan berupa perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Pada pelaksanaan penelitian ini menggunakan perangkat keras berupa telepon pintar (*smartphone*) sebanyak 3 buah unit. Adapun perangkat lunak yang digunakan sebagai alat pengujian adalah software nPerf dan *Speedtest by Ookla*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut ini merupakan hasil rekapitulasi parameter QoS, yaitu nilai rata – rata dari setiap hasil pengujian dan perhitungan indeks untuk setiap parameter QoS dalam 3 deret waktu di 7 desa sibuk di wilayah Kecamatan XYZ Kabupaten Sumedang.

Tabel 7. Indeks QoS 4G LTE di Desa Gunungmanik

Desa	Parameter	*Provider*				
		3-Tri	**Telkomsel**	**XL**	**Indosat**	**Smartfren**
Gunungmanik	Jitter	3,00	2,62	2,95	2,86	2,71
	Throughput	5,00	5,00	5,00	4,50	4,86
	Delay/Latency	4,00	3,14	4,00	4,00	3,90
	Packet Loss	3,24	4,00	4,00	4,00	3,86
	Average	**3,81**	**3,69**	**4,00**	**3,84**	**3,83**
	Persentase	**95,24%**	**92,25%**	**100%**	**95,98%**	**95,83%**
	Kategori	**Best**	**Good**	**Best**	**Best**	**Best**

Berdasarkan Tabel 7 di atas, secara keseluruhan setiap *provider* yang diujikan di Desa Gunungmanik memiliki kualitas yang dapat dikategorikan sebagai "best" untuk setiap *provider* dengan perolehan nilai indeks diatas 3,8. Namun, hanya *provider* Telkomsel saja yang dikategorikan "Good" dengan memiliki nilai indeks QoS sebesar 3,69 yang mana apabila dipersentasekan diperoleh nilai sebesar 92,25%.

Tabel 8. Indeks QoS 4G LTE di Desa Margajaya

Desa	Parameter	*Provider*				
		3-Tri	**Telkomsel**	**XL**	**Indosat**	**Smartfren**
Margajaya	Jitter	3,00	2,90	2,62	2,43	2,62
	Throughput	5,00	5,00	4,93	4,17	4,29
	Delay/Latency	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
	Packet Loss	3,57	4,00	4,00	3,95	3,76
	Average	**3,89**	**3,98**	**4,00**	**3,64**	**3,67**
	Persentase	**97,32%**	**99,40%**	**100%**	**90,92%**	**91,67%**
	Kategori	**Best**	**Best**	**Best**	**Good**	**Good**

Tabel 8 merupakan hasil rekapitulasi parameter QoS dalam 3 deret waktu di Desa Margajaya. Berdasarkan tabel tersebut, dapat dilihat bahwa dari 5 *provider* yang diujikan, dua diantara memiliki kategori "Good", yaitu *provider* Indosat dan Smartfren. Dengan perolehan nilai indeks sebesar 3,64 untuk Indosat dan 3,67 untuk Smartfren, serta apabila dipersentasekan memperoleh nilai sebesar 90,92% dan 91,67%.

Tabel 9. Indeks QoS 4G LTE di Desa Cinanjung

Desa	Parameter	*Provider*				
		3-Tri	**Telkomsel**	**XL**	**Indosat**	**Smartfren**
Cinanjung	Jitter	2,95	2,86	2,71	3,00	2,43
	Throughput	5,00	4,74	4,88	4,62	3,93
	Delay/Latency	4,00	3,86	4,00	4,00	3,76
	Packet Loss	4,00	4,00	4,00	3,95	3,62
	Average	**3,99**	**3,86**	**4,00**	**3,89**	**3,43**
	Persentase	**99,70%**	**96,58%**	**100%**	**97,32%**	**85,86%**
	Kategori	**Best**	**Best**	**Best**	**Best**	**Good**

Dari Tabel 9, dapat disimpulkan bahwa secara keseluruhan, kualitas jaringan di Desa Cinanjung memiliki kualitas yang dikategorikan "Best" dengan perolehan nilai indeks QoS diatas 3,8. Namun, hanya *provider* Smartfren yang memiliki nilai indeks paling rendah sebesar 3,43 yang apabila dipersentasekan sebesar 85,86% dalam kategori "Good".

Tabel 10. Indeks QoS 4G LTE di Desa Jatisari

Desa	Parameter	*Provider*				
		3-Tri	**Telkomsel**	**XL**	**Indosat**	**Smartfren**
Jatisari	Jitter	2,81	2,57	2,43	3,00	2,29
	Throughput	4,81	5,00	4,31	4,60	3,40
	Delay/Latency	4,00	3,81	3,95	4,00	3,80
	Packet Loss	4,00	4,00	4,00	4,00	3,95
	Average	**3,90**	**3,85**	**4,00**	**3,90**	**3,36**
	Persentase	**97,62%**	**96,13%**	**100%**	**97,47%**	**84,01%**
	Kategori	**Best**	**Best**	**Best**	**Best**	**Good**

Berdasarkan Tabel 10 di atas, secara keseluruhan setiap *provider* yang diujikan di Desa Jatisari memiliki kualitas yang dapat dikategorikan sebagai "best" untuk setiap *provider*. Namun, hanya *provider* Smartfren saja yang dikategorikan "Good" dengan memiliki nilai indeks QoS sebesar 3,36 yang mana apabila dipersentasekan diperoleh nilai sebesar 84,01%.

Tabel 11. Indeks QoS 4G LTE di Desa Tanjungsari

Desa	Parameter	*Provider*				
		3-Tri	**Telkomsel**	**XL**	**Indosat**	**Smartfren**
Tanjungsari	Jitter	2,95	2,81	2,48	3,00	2,90
	Throughput	4,60	5,00	4,52	4,64	4,57
	Delay/Latency	4,00	3,86	4,00	4,00	3,90
	Packet Loss	3,90	4,00	4,00	4,00	3,38
	Average	**3,86**	**3,92**	**4,00**	**3,91**	**3,69**
	Persentase	**96,58%**	**97,92%**	**100%**	**97,77%**	**92,26%**
	Kategori	**Best**	**Best**	**Best**	**Best**	**Good**

Tabel 11 di atas menunjukkan bahwa, secara keseluruhan setiap *provider* yang diujikan di Desa Tanjungsari memiliki kualitas yang dapat dikategorikan sebagai "best" untuk setiap *provider*. Namun, hanya *provider* Smartfren saja yang dikategorikan "Good" dengan memiliki nilai indeks QoS sebesar 3,69 yang mana apabila dipersentasekan diperoleh nilai sebesar 92,26%.

Tabel 12. Indeks QoS 4G LTE di Desa Kutamandiri

Desa	Parameter	*Provider*				
		3-Tri	**Telkomsel**	**XL**	**Indosat**	**Smartfren**
Kutamandiri	Jitter	2,71	2,76	2,43	2,86	2,62
	Throughput	4,48	5,00	4,33	4,31	2,43
	Delay/Latency	4,00	3,95	4,00	3,86	3,71
	Packet Loss	3,76	4,00	4,00	4,00	3,71
	Average	**3,74**	**3,93**	**4,00**	**3,76**	**3,12**
	Persentase	**93,45%**	**98,21%**	**100%**	**93,90%**	**77,98%**
	Kategori	**Good**	**Best**	**Best**	**Good**	**Good**

Tabel 8 merupakan hasil rekapitulasi parameter QoS dalam 3 deret waktu di Desa Kutamandiri. Berdasarkan tabel tersebut, dapat dilihat bahwa dari 5 *provider* yang diujikan, tiga diantara

memiliki kategori "Good", yaitu *provider* 3-Tri, Indosat dan Smartfren. Dengan perolehan nilai indeks sebesar 3,74 untuk 3-Tri; 3,76 untuk Indosat; dan 77,98 untuk Smartfren.

Tabel 12. Indeks QoS 4G LTE di Desa Gudang

Desa	Parameter	*Provider*				
		3-Tri	**Telkomsel**	**XL**	**Indosat**	**Smartfren**
Gudang	Jitter	3,62	2,71	2,71	2,71	2,10
	Throughput	5,00	5,00	5,00	4,67	3,36
	Delay/Latency	4,00	4,00	4,00	4,00	3,48
	Packet Loss	3,19	4,00	4,00	4,00	3,86
	Average	**3,95**	**3,93**	**4,00**	**3,85**	**3,20**
	Persentase	**98,81%**	**98,21%**	**100%**	**96,13%**	**79,91%**
	Kategori	**Best**	**Best**	**Best**	**Best**	**Good**

Dari Tabel 13, dapat disimpulkan bahwa secara keseluruhan, kualitas jaringan di Desa Cinanjung memiliki kualitas yang dikategorikan "Best" dengan perolehan nilai indeks QoS diatas 3,8. Namun, hanya *provider* Smartfren yang memiliki nilai indeks paling rendah sebesar 3,20 yang apabila dipersentasekan sebesar 79,91% dalam kategori "Good".

Tabel 13. Rata – Rata Indeks QoS 4G LTE untuk Setiap *Provider*

Provider	**Indeks**	**Persentase (%)**	**Kategori**
3-Tri	3,88	96,96	Best
telkomsel	3,88	96,96	Best
XL	4,00	100	Best
Indosat	3,83	95,64	Best
Smartfren	3,47	86,79	Good

Tabel 13 menunjukkan perolehan nilai rata – rata indeks untuk setiap *provider* yang diperoleh dari hasil rekapitulasi nilai indeks di setiap desa. Dimana secara keseluruhan, nilai rata – rata indeks untuk setiap *provider* memiliki kualitas jaringan yang dikategorikan "Best" dengan perolehan nilai rata – rata indeks diatas 3,8 dengan persentase sebesar diatas 95%. Namun, untuk *provider* Smartfren memiliki kualitas jaringan yang dikategorikan "Good" dengan perolehan nilai rata – rata indeks sebesar 3,47 dengan persentase sebesar 86,79%.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil rekapitulasi parameter QoS di berbagai desa di wilayah Kecamatan XYZ, Kabupaten Sumedang, dapat disimpulkan bahwa sebagian besar *provider* memberikan kualitas jaringan 4G LTE yang baik dengan nilai indeks QoS di atas 3,8 berdasarkan standarisasi TIPHON. Di Desa Gunungmanik, semua *provider* yang diujikan memiliki kualitas jaringan yang dikategorikan sangat baik atau "Best" dengan nilai indeks QoSdi atas 3,8. Telkomsel adalah satu-satunya yang dikategorikan "Good" atau cukup baik denganpersentase 92,25%.

Di Desa Margajaya, terdapat dua *provider*, yaitu Indosat dan Smartfren, yang memiliki kualitas "Good" dengan masing-masing persentase sebesar 90,92% dan 91,67%. Sementara *provider* lainnya dikategorikan "best" dengan perolehan nilai indeks diatas 3,8 dengan persentase di atas 95%. Bahkan *provider* XL memiliki kualitas jaringan 4G LTE yang dikategorikan sempurna dengan perolehan nilai indeks 4,00 dengan persentase kualitas jaringan sebesar 100%.

Di Desa Cinanjung, terdapat 4 dari 5 *provider* yang diujikan memiliki kualitas "Best" dengan persentase di atas 85%, yaitu *provider* 3-Tri, Telkomsel, XL, dan Indosat. Sementara, *provider* Smartfren merupakan *provider* yang memiliki kualitas jaringan 4G LTE dalam kategori "Good" atau cukup baik dengan persentase 85,86%. Kondisi ini pun terjadi di Desa Jatisari dan Desa Tanjungsari, dimana *provider* Smartfren memiliki kualitas jaringan 4G LTE dalam kategori "Good" atau cukup baik dengan masing-masing persentase sebesar 84,01% dan 92,26%.

Di Desa Kutamandiri, terdapat tiga *provider*, yaitu 3-Tri, Indosat, dan Smartfren, memiliki kualitas "good" dengan nilai indeks dalam rentang 3-3,79 dengan persentase antara 75-94,75%. *Provider* Indosat memiliki kualitas jaringan 4G LTE yang dikategorikan sempurna dengan perolehan nilai indeks 4,00 dengan persentase sebesar 100%, sementara *provider* Telkomsel dalam kategori "Best" atau sangat baik dengan nilai indeks 3,93 dan persentase sebesar 98,21%.

Di Desa Gudang, terdapat 4 dari 5 *provider* yang diujikan memiliki kualitas "Best" dengan persentase di atas 85%, yaitu *provider* 3-Tri, Telkomsel, XL, dan Indosat. Sedangkan, *provider* Smartfren merupakan yang memiliki kualitas jaringan 4G LTE terendah dengan persentase 79,91%.

Secara keseluruhan, nilai rata-rata indeks QoS untuk setiap *provider* menunjukkan bahwa kualitas jaringan 4G LTE dikategorikan "Best" dengan persentase di atas 95%, kecuali Smartfren yang dikategorikan "Good" dengan persentase 86,79%. Oleh karena itu, optimalisasi jaringan perlu untuk dilakukan dan menjadi perhatian bagi para penyedia layanan. Hal ini didukung dengan fakta bahwa wilayah tersebut merupakan padat penduduk dan memiliki mobilitas masyarakat yang sangat ramai, serta memiliki fasilitas pendidikan terbanyak kedua di Kabupaten Sumedang.

DAFTAR PUSTAKA

Ramadhani, U., Ferianti, W., & Najemi, H. (2020). Analisis Performansi Sistem Jaringan Femtocell 5G Berbasis Simulasi. ELECTRICIAN - Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elek 14(1), 1-6.

Yufiansa, O., Maria, P., & Yusnita, S. (2019). Peningkatan Performansi Jaringan 4G LTE berdasarkan Pengecekan Sinyal di Kecamatan Bukit Sundi Kabupaten Solok. Elektron Jurnal Ilmiah 11 (2), 49-55.

APJII. (2022, Desember 31). Hasil Survei: Asosiasi Penyelenggara Jasa Internet Indonesia. Retrieved from https://apjii.or.id/gudang-data/hasil-survei.

Kalee, M. F., Sambul, A. M., & Lumenta, A. S. (2022). Analisa Perbandingan Kualitas Jaringan Internet 4.5G LTE di Kota Manado. Jurnal Teknik Informatika.

Rizal, M. (2020, August 31). 143 Dusun di Sumedang Belum Punya Akses Internet. Retrieved from https://news.detik.com/.

Shabrina, U., & Broto, W. (2017). Studi Perkembangan Teknologi 4G - LTE dan Wimax di Indonesia. Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal) SNF2017 VI, 39-44.

Rusli, & Azizah, A. (2022). Analisis Quality of Service (QoS) pada Jaringan Telekomunikasi Data 4G LTE di Kelurahan Bambu Pemali Kota Merauke. MUSTEK ANIM HA 11(1), 1-6.

ETSI. (2006). Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Network (TIPHON); General aspects of Quality of Service (QoS) (Vol. 2.1.1).