

ANALISIS *QUALITY OF SERVICE* JARINGAN INTERNET 4G DENGAN PARAMETER *THROUGHPUT*, *DELAY* DAN *JITTER* PADA KECAMATAN SEULIMEUM KABUPATEN ACEH BESAR

Hurul Ainina¹, Ridwan²

^{1,2}FTK Universitas Islam Negeri Ar-Raniry
email: hurullainina@gmail.com

Abstract

This research test is to determine the nature of the cellular network in the Seulimeum District area of Aceh Besar, by conducting measurement research based on the network signals of Telkomsel, Tri, and XL Axiata provider s with Quality of Service (QoS) analysis by including estimation of throughput, delay, and jitter limits using the nPerf application. The research was conducted using a field survey approach methodology to determine areas with the capacity to serve as designated observation sites to monitor the speed, reliability, and integrity of internet connectivity. The results of this study show the overall quality of throughput generated in the Seulimeum Aceh Besar District area, which is an average of 67.90 Mbps, indicating that the quality of throughput is included in index 4 and a very good category according to TIPHON standards. The overall quality of the resulting delay in the Seulimeum Aceh Besar District area, which is an average of 110 ms, shows that the quality of delay is included in index 4 and a very good category according to TIPHON standards. And the quality produced by jitter as a whole in the Seulimeum Aceh Besar District area, namely with an average of 182 ms, shows that the quality of jitter is included in index 2 and the category is moderate according to TIPHON standards. When reviewed the overall analysis of Quality of Service on the three provider in the Seulimeum District area of Aceh Besar, including the index 3 and the satisfactory category according to TIPHON standards.

Keywords: *Quality of Service, Throughput, Delay, Jitter*

Abstrak

Pengujian penelitian ini adalah untuk mengetahui sifat jaringan seluler di wilayah Kecamatan Seulimeum Aceh Besar, dengan melakukan penelitian pengukuran berdasarkan sinyal jaringan *provider* Telkomsel, Tri, dan XL Axiata dengan analisis *Quality of Service* (QoS) dengan mencakup estimasi batas *throughput*, *delay*, dan *jitter* menggunakan aplikasi nPerf. Penelitian dilakukan dengan menggunakan metodologi pendekatan survei lapangan untuk menentukan area dengan kapasitas untuk berfungsi sebagai situs pengamatan yang ditunjuk untuk memantau kecepatan, keandalan, dan integritas konektivitas internet. Hasil penelitian ini menunjukkan kualitas yang dihasilkan *throughput* secara keseluruhan di wilayah Kecamatan Seulimeum Aceh Besar, yaitu dengan rata-rata 67.90 Mbps, menunjukkan bahwa kualitas *throughput* termasuk kedalam indeks 4 dan kategori sangat bagus menurut standar TIPHON. Kualitas yang dihasilkan *delay* secara keseluruhan di wilayah Kecamatan Seulimeum Aceh Besar, yaitu dengan rata-rata 110 ms, menunjukkan bahwa kualitas *delay* termasuk kedalam indeks 4 dan kategori sangat bagus menurut standar TIPHON. Dan kualitas yang dihasilkan *jitter* secara keseluruhan di wilayah Kecamatan Seulimeum

**ANALISIS *QUALITY OF SERVICE* JARINGAN INTERNET 4G DENGAN PARAMETER
THROUGHPUT, DELAY DAN *JITTER*
PADA KECAMATAN SEULIMEUM KABUPATEN ACEH BESAR**

Aceh Besar, yaitu dengan rata-rata 182 ms, menunjukkan bahwa kualitas *jitter* termasuk kedalam indeks 2 dan kategori sedang menurut standar TIPHON. Jika di tinjau analisis secara keseluruhan *Quality of Service* pada ketiga *provider* di wilayah Kecamatan Seulimeum Aceh Besar, termasuk kedalam indeks 3 dan kategori memuaskan menurut standar TIPHON.

Kata Kunci: *Quality of Service, Throughput, Delay, Jitter*

1. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi Internet berkembang pesat dari satu generasi ke generasi berikutnya, menunjukkan peningkatan yang berkelanjutan. Hal ini terutama terlihat di bidang layanan internet seluler. Penyedia layanan internet terlibat dalam persaingan sengit yang bertujuan untuk meningkatkan teknologi, dengan fokus pada inovasi terbaru dalam teknologi internet. Tren ini tercermin dalam perluasan basis pengguna teknologi internet pada perangkat seluler, seperti *smartphone*, di Indonesia, lebih lanjut digaribawahi dengan pengenalan teknologi baru yang meningkatkan kualitas jaringan telekomunikasi dalam hal kecepatan data [1].

Jaringan telekomunikasi nirkabel telah mengalami pertumbuhan yang signifikan, berkembang dari generasi pertama (1G) ke generasi keempat (4G) saat ini yang dikenal sebagai LTE (*Long Term Evolution*), yang sekarang beroperasi di Indonesia. LTE, teknologi yang distandarisasi oleh 3rd *Generation Partnership Project* (3GPP), bertujuan untuk meningkatkan efisiensi spektrum, memperluas kapasitas radio, mengurangi biaya operasional untuk penyedia, dan memberikan layanan broadband seluler terbaik. Berasal dari *Global System for Mobile* (GSM) dan *Universal Mobile Telecommunication System* (UMTS), LTE meningkatkan kecepatan transmisi data. Kemajuan teknologi 4G diperkirakan akan menguntungkan berbagai segmen masyarakat, tidak hanya mencakup penduduk perkotaan tetapi juga penduduk di daerah pedesaan[2].

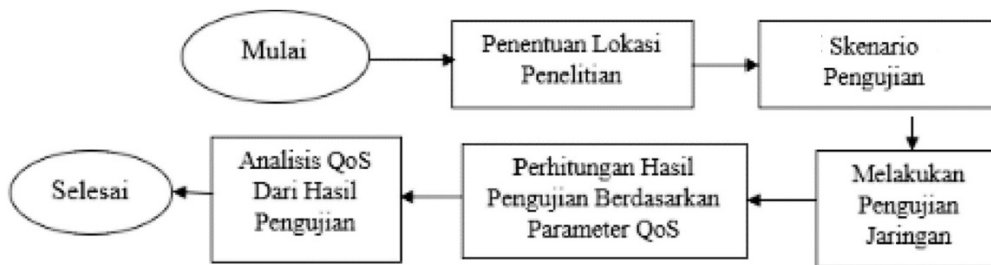
Meningkatnya permintaan manusia untuk pertukaran data dan informasi sejalan dengan kemajuan internet yang cepat, khususnya pemanfaatan Internet yang terletak di Seulimeum di Kabupaten Aceh Besar, Provinsi Aceh. Dalam perkembangannya, isu-isu yang timbul dari masyarakat Seulimeum di Kabupaten Aceh Besar di mana, banyak warga menyatakan ketidakpuasan dengan jaringan yang kurang optimal, kualitas layanan sering menurun, ditandai dengan kecepatan internet yang lamban, sinyal yang tidak stabil, dan gangguan yang sering terjadi, mungkin berasal dari menara pemancar atau infrastruktur telekomunikasi yang tidak memadai [3]. Menyelesaikan masalah ini memerlukan pendekatan holistik yang mencakup peningkatan infrastruktur, pemeliharaan rutin, investasi tambahan, dan pendidikan publik mengenai pemanfaatan efektif teknologi yang ada [4].

Meskipun banyak perusahaan menawarkan layanan data seluler seperti Telkomsel, Tri, dan XL Axiata, ada banyak keuntungan dan kerugian dalam ketiga entitas ini terkait stabilitas jaringan yang mereka sediakan. Untuk menilai kesesuaian jaringan yang digunakan berdasarkan kebutuhan masyarakat, menjadi penting untuk terlibat dalam kegiatan penelitian yang melibatkan pengujian ketiga penyedia layanan untuk

mengevaluasi kinerja jaringan dalam berbagai kondisi [5]. Maka dari alasan ini penulis menunjukkan minat yang besar dalam melakukan penelitian yang melibatkan perbandingan paket data seluler dengan menerapkan metodologi survei lapangan yang dinilai berdasarkan *Quality of Service* (QoS) dengan parameter *throughput*, *delay* dan *jitter* untuk menganalisis kinerja tiga layanan data seluler dan informasi data serta menggunakan *software* nPerf sebagai *drive test*.

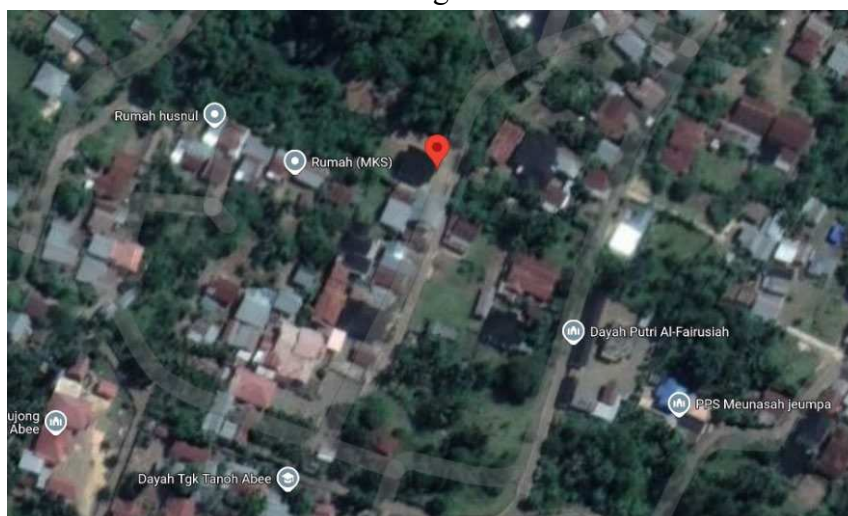
2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan menggunakan metodologi pendekatan survei lapangan untuk menentukan area dengan kapasitas untuk berfungsi sebagai situs pengamatan yang ditunjuk untuk memantau kecepatan, keandalan, dan integritas konektivitas internet. Selanjutnya, berikut tahapan peneliti gambarkan setiap fase penelitian secara berurutan yang akan dijalankan oleh para penulis, yaitu :



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Pendekatan yang digunakan untuk menilai kualitas layanan jaringan *provider* Telkomsel, Tri, dan XL Axiata dengan analisa *Quality of Service*, dengan parameter *throughput*, *delay*, dan *jitter* yang digunakan. Pengumpulan data dilakukan menggunakan aplikasi nPerf, dengan periode pengujian dijadwalkan pada pagi hari pukul 07.00 dan 10.00; pada siang hari pukul 12.00 dan 15.00; dan di malam hari pukul 20.00 dan 22.00. Titik penelitian berikut diamati melalui Google Earth:



Gambar 2. Titik Penelitian

Berikut kategori persentase nilai untuk mengukur QoS :

**ANALISIS *QUALITY OF SERVICE* JARINGAN INTERNET 4G DENGAN PARAMETER
THROUGHPUT, DELAY DAN JITTER
PADA KECAMATAN SEULIMEUM KABUPATEN ACEH BESAR**

Tabel 1. Kategori Persentase Nilai QoS

Kategori Penilaian	Persentase QoS (%)	Indeks
3,8-4	95-100	Sangat Memuaskan
3-3,79	74-94,75	Memuaskan
2-2,99	50-74,75	Kurang Memuaskan
1-1,99	25-49,75	Tidak Memuaskan

Sumber: TIPHON [6]

Persamaan perhitungan QoS :

$$QoS\ BTS = \frac{A+B+C+\dots}{n}$$

$$Presentase = \frac{QoS}{N} \times 100\%$$

Keterangan :

A,B,C = Indeks Parameter

n = Jumlah Parameter

N = Indeks

Berikut ini klasifikasi dalam standar TIPHON dalam evaluasi *throughput*:

Tabel 2. Kategori *Throughput*

Kategori	<i>Throughput</i> (Mbps)	Indeks
Sangat Bagus	>10	4
Bagus	5 s/d 10	3
Sedang	1 s/d 5	2
Buruk	0 s/d 1	1

Sumber: TIPHON

Berikut ini klasifikasi dalam standar TIPHON dalam evaluasi *delay*:

Tabel 3. Kategori *Delay*

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

Sumber: TIPHON

Berikut ini klasifikasi dalam standar TIPHON dalam evaluasi *jitter*:

Tabel 4. Kategori *Jitter*

Kategori	<i>Jitter</i> (millisecond)	Indeks
Sangat Bagus	0 ms	4
Bagus	1 ms s/d 75 ms	3
Sedang	76 ms s/d 125 ms	2
Buruk	126 s/d >225 ms	1

Sumber: TIPHON

3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Penelitian dilakukan untuk menilai kualitas layanan jaringan internet 4G di Seulimeum, Kabupaten Aceh Besar, dengan evaluasi yang dilakukan oleh penyedia layanan Telkomsel, Tri, dan XL Axiata. Berikut hasil penelitian:

Tabel 5. Kategori Telkomsel

No	Waktu	Jam	Throughput (Mbps)				Delay (ms)		Jitter (ms)	
			Download	Upload	Total	Indeks	Data	Indeks	Data	Indeks
1	Pagi	07.12	103.55	30.59	134.14	4	63	4	29	3
		10.07	87.61	27.53	115.14	4	39	4	12	3
2	Siang	12.11	93.48	29.73	123.21	4	107	4	19	3
		15.18	100.83	29.64	130.47	4	70	4	121	2
3	Malam	20.08	98.64	35.08	133.72	4	129	4	51	3
		22.06	157.49	37.81	195.30	4	38	4	19	3
Rata-rata					138.66	4	74	4	42	3

Berdasarkan Tabel 5 di atas didapatkan hasil pengukuran kategori *provider* Telkomsel yang diamati selama pengukuran pada pagi, siang dan malam hari yang dilakukan pada lokasi sesuai titik penelitian. Dari nilai beban trafik *throughput* paling tinggi pada waktu malam hari pukul 22.06 dengan nilai 195.30 Mbps, sedangkan beban trafik *throughput* paling rendah pada waktu pagi hari pada 10.07 dengan nilai 115.14 Mbps. Jika dilihat dari waktu pagi-malam nilai rata-rata trafik *throughput* sebesar 138.66 Mbps dengan kategori indeks 4 (sangat bagus) menurut standar TIPHON. Selanjutnya, dari nilai *delay* yang baik ada pada waktu malam hari pukul 22.06 dengan nilai 38 ms, sedangkan beban trafik *delay* yang kurang baik pada waktu malam hari pukul 20.08 dengan nilai 129 ms. Jika dilihat dari waktu pagi-malam nilai rata-rata trafik *delay* sebesar 74 ms dengan kategori indeks 4 (sangat bagus) menurut standar TIPHON. Terakhir dari nilai *jitter* yang stabil ada pada waktu pagi hari pukul 10.07 dengan nilai 12 ms, sedangkan beban trafik *jitter* yang buruk pada waktu siang hari pukul 15.18 dengan nilai 121 ms. Jika dilihat dari waktu pagi-malam nilai rata-rata trafik *jitter* sebesar 42 ms dengan kategori indeks 3 (bagus) menurut standar TIPHON.

Tabel 6. Kategori Tri

No	Waktu	Jam	Throughput (Mbps)				Delay (ms)		Jitter (ms)	
			Download	Upload	Total	Indeks	Data	Indeks	Data	Indeks
1	Pagi	07.06	24.96	6.28	31.24	4	68	4	130	1
		10.12	13.12	13.26	26.38	4	66	4	78	2
2	Siang	12.04	24.44	20.35	44.79	4	57	4	73	3
		15.09	8.66	19.61	28.27	4	63	4	190	1
3	Malam	20.11	28.88	20.71	49.59	4	59	4	59	3
		22.08	30.99	15.05	46.04	4	67	4	67	3
Rata-Rata					37.72	4	63	4	100	2

**ANALISIS *QUALITY OF SERVICE* JARINGAN INTERNET 4G DENGAN PARAMETER
THROUGHPUT, DELAY DAN *JITTER*
PADA KECAMATAN SEULIMEUM KABUPATEN ACEH BESAR**

Berdasarkan Tabel 6 di atas didapatkan hasil pengukuran kategori *provider* Tri yang diamati selama pengukuran pada pagi, siang dan malam hari yang di lakukan pada lokasi sesuai titik penelitian. Dari nilai beban trafik *throughput* paling tinggi pada waktu malam hari pukul 20.11 dengan nilai 49.59 Mbps, sedangkan beban trafik *throughput* paling rendah pada waktu pagi hari pada 10.12 dengan nilai 26.38 Mbps. Jika dilihat dari waktu pagi-malam nilai rata-rata trafik *throughput* sebesar 37.72 Mbps dengan kategori indeks 4 (sangat bagus) menurut standar TIPHON. Selanjutnya, dari nilai beban trafik *delay* yang baik ada pada waktu siang hari pukul 12.04 dengan nilai 57 ms, sedangkan beban trafik *delay* yang kurang baik pada waktu pagi hari pukul 07.06 dengan nilai 68 ms. Jika dilihat dari waktu pagi-malam nilai rata-rata trafik *delay* sebesar 63 ms dengan kategori indeks 4 (sangat bagus) menurut standar TIPHON. Terakhir dari nilai beban trafik *jitter* yang stabil ada pada waktu malam pukul 20.11 dengan nilai 59 ms, sedangkan beban trafik *jitter* yang buruk pada waktu siang hari pukul 15.09 dengan nilai 190 ms. Jika dilihat dari waktu pagi-malam nilai rata-rata trafik *jitter* sebesar 100 ms dengan kategori indeks 2 (sedang) menurut standar TIPHON.

Tabel 7. Kategori XL Axiata

No	Waktu	Jam	<i>Throughput</i> (Mbps)				<i>Delay</i> (ms)		<i>Jitter</i> (ms)	
			Download	Upload	Total	Indeks	Data	Indeks	Data	Indeks
1	Pagi	07.09	10.34	9.14	19.48	4	570	1	1058	1
		10.29	08.14	14.66	22.80	4	181	3	1120	1
2	Siang	12.29	09.35	18.63	27.98	4	73	4	20	3
		15.10	17.21	9.27	26.48	4	93	4	174	1
3	Malam	20.11	12.19	17.51	29.70	4	59	4	31	3
		22.16	20.65	16.76	37.41	4	182	3	32	3
Rata-Rata					27.31	4	193	3	406	2

Berdasarkan Tabel 7 di atas didapatkan hasil pengukuran kategori *provider* XL Axiata yang diamati selama pengukuran pada pagi, siang dan malam hari yang di lakukan pada lokasi sesuai titik penelitian. Dari nilai beban trafik *throughput* paling tinggi pada waktu malam hari pukul 22.16 dengan nilai 37.41 Mbps, sedangkan beban trafik *throughput* paling rendah pada waktu pagi hari pada 07.09 dengan nilai 19.48 Mbps. Jika dilihat dari waktu pagi-malam nilai rata-rata trafik *throughput* sebesar 27.31 Mbps dengan kategori indeks 4 (sangat bagus) menurut standar TIPHON. Selanjutnya, dari nilai beban trafik *delay* yang baik ada pada waktu malam hari pukul 20.11 dengan nilai 59 ms, sedangkan beban trafik *delay* yang kurang baik pada waktu pagi hari pukul 07.09 dengan nilai 570 ms. Jika dilihat dari waktu pagi-malam nilai rata-rata trafik *delay* sebesar 193 ms dengan kategori indeks 3 (bagus) menurut standar TIPHON. Terakhir dari nilai beban trafik *jitter* yang stabil ada pada waktu siang hari pukul 12.29 dengan nilai 20 ms, sedangkan beban trafik *jitter* yang buruk pada waktu pagi hari pukul 10.29 dengan nilai 1120 ms. Jika dilihat dari waktu pagi-malam nilai rata-rata trafik *jitter* sebesar 406 ms dengan kategori indeks 2 (sedang) menurut standar TIPHON.

Tabel 8. Hasil *Quality of Service* Seulimeum Kabupaten Aceh Besar

	Waktu	Jam	<i>Throughput</i> (Mbps)		<i>Delay</i> (ms)		<i>Jitter</i> (ms)		QoS	Indeks
			Total	Indeks	Data	Indeks	Data	Indeks		
Telkomsel	Pagi	07.12	134.14	4	63	4	29	3	3.67	Memuaskan
		10.07	115.14	4	39	4	12	3	3.67	Memuaskan
	Siang	12.11	123.21	4	107	4	19	3	3.67	Memuaskan
		15.18	130.47	4	70	4	121	2	3.33	Memuaskan
	Malam	20.08	133.72	4	129	4	51	3	3.67	Memuaskan
		22.06	195.30	4	38	4	19	3	3.67	Memuaskan
Tri	Pagi	07.06	31.24	4	68	4	130	1	3.00	Memuaskan
		10.12	26.38	4	66	4	78	2	3.33	Memuaskan
	Siang	12.04	44.79	4	57	4	73	3	3.67	Memuaskan
		15.09	28.27	4	63	4	190	1	3.00	Memuaskan
	Malam	20.11	49.59	4	59	4	59	3	3.67	Memuaskan
		22.08	46.04	4	67	4	67	3	3.67	Memuaskan
XL Axiata	Pagi	07.09	19.48	4	570	1	1058	1	2.00	Kurang Memuaskan
		10.29	22.80	4	181	3	1120	1	2.67	Kurang Memuaskan
	Siang	12.29	27.98	4	73	4	20	3	3.67	Memuaskan
		15.10	26.48	4	93	4	174	1	3.00	Memuaskan
	Malam	20.11	29.70	4	59	4	31	3	3.67	Memuaskan
		22.16	37.41	4	182	3	32	3	3.33	Memuaskan
Rata-Rata			67.90	4	110	4	182	2	3.35	Memuaskan

Dari Tabel 8 Hasil analisis *Quality of Service* dari ketiga *provider*, yaitu Telkomsel, Tri dan XL Axiata di wilayah Seulimeum, Kabupaten Aceh Besar yang didapatkan dari hasil *Quality of Service* dengan kategori indeks memuaskan. Telkomsel, sebagai penyedia *provider*, menunjukkan keunggulan kecepatan dibandingkan dengan Tri dan XL Axiata di wilayah Seulimeum, Kabupaten Aceh Besar. Berdasarkan analisis *Quality of Service*, nilai *throughput* mengacu pada jumlah data yang berhasil dikirim dari sumber ke tujuan dalam satuan waktu tertentu. Nilai *throughput* dipengaruhi oleh nilai *delay*, di mana semakin tinggi *delay*, semakin banyak paket yang tidak mencapai tujuan atau gagal dikirim ke *Mobile Station*. Kestabilan *delay* membutuhkan paket untuk mengirim data sampai dengan data diterima, maka kualitas suatu jaringan dan sinyal sangat terpengaruh oleh besarnya *delay*, salah satu penyebab *delay* tidak stabil salah satunya ramai pengguna *provider* terutama pada waktu pagi hari yang mengakibatkan antrian terjadi ketika terdapat banyak request permintaan pengiriman data. *Jitter* sangat berhubungan erat dengan *delay*, semakin kecil nilai *jitter* yang dihasilkan menunjukkan jaringan yang stabil, sedangkan nilai *jitter* tinggi menunjukkan jaringan tersebut tidak stabil dan menyebabkan gangguan atau lag. Selain itu, pengukuran dilakukan saat cuaca hujan, yang juga dapat menyebabkan penurunan kecepatan sinyal karena harus menembus awan tebal dan hujan, sehingga jaringan mengalami gangguan [8].

Penelitian ini serupa yang di lakukan Angga et al., yang dimana hasil jaringan Axis Universitas Nahdlatul Ulama, Kalimantan Barat dengan *drive test software*

**ANALISIS *QUALITY OF SERVICE* JARINGAN INTERNET 4G DENGAN PARAMETER
THROUGHPUT, DELAY DAN *JITTER*
PADA KECAMATAN SEULIMEUM KABUPATEN ACEH BESAR**

Wireshark untuk mendapatkan nilai parameter *throughput*, *jitter*, *delay* dan *packet loss*. Kuliatas jaringan internet *provider* Axis sangat bagus di dengan nilai *throughput* = 850,624 Mbps dengan nilai cukup bagus dengan indeks 2 kbps, *packet loss* = 0% dengan nilai sangat bagus dengan indeks 4 yaitu data yang hilang mendekati nol, *delay* 9,57 ms dengan nilai sangat bagus dengan indeks 4 dan *jitter* = 9,57 ms dengan indeks 3 bagus [7].

Penelitian yang dilakukan oleh Angga et al. dan analisis *Quality of Service* (QoS) dalam konteks *provider* di wilayah Seulimeum, Kabupaten Aceh Besar. Kedua penelitian ini sama-sama mengukur dan menganalisis kualitas jaringan berdasarkan parameter-parameter tersebut untuk menilai kinerja layanan dari berbagai penyedia jaringan. Dalam penelitian Angga et al., kualitas jaringan internet *provider* Axis diukur menggunakan *software* Wireshark, dengan hasil menunjukkan bahwa jaringan memiliki nilai *throughput* yang cukup baik, rendahnya *packet loss*, *delay* yang rendah, serta *jitter* yang stabil, yang mencerminkan kualitas jaringan yang bagus. Penelitian ini relevan dengan analisis QoS dari ketiga *provider* di Seulimeum, karena keduanya mengevaluasi kualitas jaringan berdasarkan parameter-parameter yang sama, yang pada gilirannya mempengaruhi pengalaman pengguna secara keseluruhan. Dengan demikian, penelitian Angga et al. memberikan referensi yang berguna dalam memahami bagaimana parameter seperti *throughput*, *delay*, *jitter*, dan *packet loss* dapat digunakan untuk mengevaluasi dan membandingkan kinerja jaringan di berbagai lokasi dan situasi, termasuk dalam kondisi cuaca yang berbeda atau beban pengguna yang tinggi.

KESIMPULAN

Dari hasil pengujian *Quality of Service* (QoS) menggunakan aplikasi nperf sebagai *driver test*, yang dinilai dengan parameter *throughput*, *delay* dan *jitter*, maka penilaian QoS menurut standarisasi TIPHON dapat disimpulkan didapat dengan hasil memuaskan. Telkomsel, sebagai penyedia *provider* menunjukkan keunggulan kecepatan dibandingkan dengan Tri dan XL Axiata di wilayah Seulimeum, Kabupaten Aceh Besar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Robianto, F. Imansyah, F. T. P. W, and J. Marpaung, "Analisis Kualitas Jaringan Indihome Dengan Aplikasi Wireshark Untuk Video Call dan Game Online," *Pap. Knowl. . Towar. a Media Hist. Doc.*, vol. 5, no. 2, pp. 40–51, 2021.
- [2] B. Hardiyanto, "Analisis *Quality of Service* (QoS) Jaringan 4G LTE Melalui Drive Test di BBPLK Bekasi Menggunakan Aplikasi Netmonitor Cell Signal Logging," *J. Eng. Edu*, vol. 6, no. 2, pp. 1–8, 2020.
- [3] I. A. Pujakesuma, I. Iskandar, Novriyanto, and Pizaini, "Analisis Kualitas Jaringan Internet 4G Menggunakan Metode *Quality of Service*," *Klik Kaji. Ilm. Inform. dan Komput.*, vol. 3, no. 6, pp. 798–805, 2023.
- [4] W. Y. Pusvita and Y. Huda, "Analisis Kualitas Layanan Jaringan Internet wifi.id Menggunakan Parameter QoS (*Quality Of Service*)," *Voteteknika (Vocational Tek. Elektron. dan Inform.*, vol. 7, no. 1, p. 54, 2019, doi: 10.24036/voteteknika.v7i1.103643.

- [5] H. Adi Saputra and G. Mahendra Saputra, “Analisis QOS Jaringan 4G Dengan Menggunakan Aplikasi Wireshark,” *Pros. Semin. Nas. Ilmu Komput. dan Teknol. Inf.*, vol. 5, no. 1, 2020.
- [6] E. B. Wagiu, A. Butar-butur, and J. I. Sihotang, “Analisis QoS (Quality of Service) Pada Jaringan Internet (Studi Kasus: Universitas Advent Indonesia),” *TeIKa*, vol. 9, no. 01, pp. 31–41, 2019, doi: 10.36342/teika.v9i01.789.
- [7] M. Angga, R. R. Yacoub, J. Marpaung, E. D. Marindani⁴, and F. Imansyah, “Analisis *Quality of Service* Jaringan Internet 4G *Provider* Axis Untuk Mendukung Pembelajaran Daring Di Kota Pontianak,” *J. Electr. Eng. Energy, Inf. Technol.*, vol. Vol 11, No, pp. 1–17, 2023.
- [8] Satria Turangga, Martanto, and Yudhistira Arie Wijaya, “Analisis Internet Menggunakan Paramater *Quality of Service* Pada Alfamart Tuparev 70,” *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.*, vol. 6, no. 1, pp. 392–398, 2022, doi: 10.36040/jati.v6i1.4693.