

## ANALISA QOS JARINGAN 4G LTE OPERATOR TELKOMSEL DAN XL DI PAINAN

Raihan Farras<sup>1</sup>, Afrizal Yuhane<sup>2</sup>, Muhammad Putra Pamungkas<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Politeknik Negeri Padang, Padang, Sumatera Barat, Indonesia

<sup>1</sup>[raihanfarras305@gmail.com](mailto:raihanfarras305@gmail.com)

### ABSTRACT

*This report analyzes the Quality of Service (QoS) of 4G LTE networks from Telkomsel and XL operators in Painan, West Sumatra. Along with the rapid advancement of telecommunications technology, improving service quality is a top priority. This research uses drive test method with TEMS Pocket application to measure latency, jitter, packet loss, and throughput parameters. The analysis results show that Telkomsel has a higher throughput, reaching 4362 Kbps, compared to XL's 4013 Kbps. Latency for both operators was measured to be poor, at 1554 ms for Telkomsel which was slightly better than XL with 1677 ms. Jitter also showed similar results, with Telkomsel at 1554 ms and XL at 1677 ms. In addition, packet loss on Telkomsel was recorded at 0.021% and on XL at 0.14%, both of which fall into the excellent category. These findings provide insights for operators to improve network quality and overcome existing problems. Thus, this research contributes to a deeper understanding of 4G network performance in the Painan area and serves as a reference for the development of telecommunications infrastructure in the Painan area, especially Indonesia..*

### Kata Kunci/ Keywords:

*QoS, Throughput, Latency, Jitter, Packet Loss*

### PENDAHULUAN

Pada saat ini kemajuan teknologi khususnya di telekomunikasi mengalami peningkatan yang begitu pesat, ini mengakibatkan perusahaan telekomunikasi dituntut untuk meningkatkan kualitas layanannya untuk tujuan memberikan layanan yang berkualitas. Dengan melihat kemajuan teknologi informasi pada sekarang ini dan kemajuan teknologi dalam bidang telekomunikasi sudah berkembang sangat pesat, salah satu metode menentukan kualitas sinyal 4G LTE. 4G adalah singkatan dari Fourth Generation dari standar teknologi informasi dan komunikasi. 4G dipercaya memberikan banyak fitur serta nilai tambah dibanding 3G. Selain mempunyai seluruh fasilitas 3G, transmisi data 4G dipercaya mempunyai standar kecepatan transmisi berkisar antara 100 Mbps–1 Gbps. Percakapan, internet, *chatting*, permainan, video, atau apa pun fitur yang ada di dalamnya dapat dinikmati lebih baik dari 3G. Kemampuan dari LTE terhadap teknologi adalah dalam hal transfer data kecepatannya hingga 100 Mbps untuk downlink, dan 50 Mbps untuk uplink. Peningkatan jumlah layanan komunikasi internet mendasari munculnya teknologi 4G LTE, karena memberikan kemudahan bagi pengguna internet untuk mengakses data secara *mobil*. Painan adalah sebuah nagari dan kota kecil yang menjadi ibu kota dari kabupaten Pesisir Selatan, Sumatera Barat, Indonesia. Kota ini masuk ke dalam wilayah Kecamatan IV Jurai yang dapat diakses melalui Jalan Raya Lintas Sumatera bagian Barat.

TEMS Pocket adalah perangkat genggam yang digunakan dalam analisis dan optimasi jaringan seluler. Perangkat ini merupakan bagian dari sistem TEMS (*Total Electronic Migration Systems*), yang awalnya dikembangkan oleh Ericsson dan kini dimiliki oleh Ascom. TEMS Pocket dirancang untuk melakukan pengujian sinyal pada berbagai jenis jaringan, termasuk GSM, CDMA, dan 3G, serta digunakan dalam metode pengujian seperti drive test dan walk test. Pada tahun 2021, Kominfo secara resmi membuat pengumuman untuk menonaktifkan sinyal 3G pada layanan operator seluler di Indonesia. Hal ini disebabkan oleh kecepatan jaringan 4G lebih baik dibandingkan dengan kecepatan jaringan 3G. Karena hal tersebut, kebutuhan akses internet yang lebih baik mendorong para pengguna operator seluler menggunakan jaringan yang memberikan layanan lebih cepat. Sejak Maret 2022, beberapa operator seluler seperti Telkomsel telah mulai mematikan layanan 3G dan beralih sepenuhnya ke 4G/LTE, yang menawarkan kecepatan internet yang jauh lebih tinggi, mencapai hingga 100 Mbps, dibandingkan dengan 3G. Perpindahan dari jaringan 3G ke 4G merupakan langkah penting dalam meningkatkan infrastruktur telekomunikasi di Indonesia. Dengan mengikuti langkah-langkah yang tepat untuk mengupgrade kartu SIM dan mengatur ponsel, pengguna dapat dengan mudah beralih ke jaringan yang lebih cepat dan efisien ini.

Dengan latar belakang tersebut penulis mengangkat judul tentang Analisa QOS jaringan 4G LTE operator Telkomsel dan XL di Painan yang mana bertujuan agar melihat kualitas jaringan dari operator yang dipilih, yaitu Telkomsel dan XL.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Teknologi LTE

*Long Term Evolution* adalah sebuah nama yang diberikan pada sebuah proyek dan *Third Generation Partnership Project* (3GPP) untuk memperbaiki standar *mobile phone* generasi ke-3 (3G) yaitu UMTS WCDMA. LTE ini merupakan pengembangan dari teknologi sebelumnya, yaitu UMTS (3G) dan HSPA (3.5G) yang mana LTE disebut sebagai generasi ke-4 (4G). Pada UMTS kecepatan transfer data maksimum adalah 2 Mbps, pada HSPA kecepatan transfer data mencapai 14 Mbps pada sisi *downlink* dan 5,6 Mbps pada sisi *uplink*, pada LTE ini kemampuan dalam memberikan kecepatan dalam hal transfer data dapat mencapai 300 Mbps pada sisi *downlink* dan 75 Mbps pada sisi *uplink*. Selain itu LTE ini mampu mendukung semua aplikasi yang ada baik voice, data, video, maupun IPTV.

### Arsitektur LTE

Arsitektur LTE dikenal dengan suatu istilah SAE (*System Architecture Evolution*) yang menggambarkan suatu evolusi arsitektur dibandingkan dengan teknologi sebelumnya. Arsitektur jaringan teknologi EPS (*Evolved Packet System*). Didalamnya terdapat tiga komponen penting yaitu UE (*User Equipment*), E-UTRAN (*Evolved UMTS Terrestrial Radio Access Network*), dan EPC (*Evolved Packet Core*).

### DriveTest

*Drive test* merupakan suatu proses pengukuran sistem komunikasi untuk mengumpulkan data atau informasi secara *real-time* di lapangan tentang kualitas sinyal BTS, dari arah pemancar / BTS ke *Mobile Station* (MS) atau sebaliknya dengan menggunakan *handphone* yang sudah memiliki fitur khusus untuk pengukuran ini. Proses *drive test* biasanya dilakukan secara bergerak (*mobile*) dengan menggunakan mobil. Atau bisa dikatakan bahwa *drive test* merupakan proses pengukuran kondisi suatu jaringan operator telekomunikasi sehingga bisa diketahui kualitas dari jaringan tersebut.

### Quality of Service

*Quality of Service* (QoS) merupakan metode pengukuran tentang seberapa baik jaringan dan merupakan suatu usaha untuk mendefinisikan karakteristik dan sifat dari suatu *service*. QoS digunakan untuk mengukur sekumpulan atribut kinerja yang telah dispesifikasikan dan diasosiasikan dengan suatu *service*. Pengujian QoS berfokus pada parameter yang memengaruhi kualitas jaringan yaitu *throughput*, *packet loss*, *delay*, dan *jitter*.

### Parameter DriveTest

*Latency*, merupakan parameter durasi yang dibutuhkan untuk pengiriman data mulai dari titik awal pengiriman hingga akhir tujuan dalam sebuah sistem komputer berdasarkan *Round-Trip Time* (RTT) dari jaringan LTE yang diterima oleh *user equipment*.

Tabel 1. Standar Nilai *Latency*

<i>Latency</i>		
Very good		0 ms
Good		0 – 75 ms
Fair		75 – 125 ms
Poor		125 – >225 ms

*Jitter*, merupakan variasi *Latency* atau keterlambatan antara saat sinyal ditransmisikan dan saat diterima. Mengacu pada penundaan kecil yang terputus-putus selama transfer data.

Tabel 2. Standar Nilai *Jitter*

<i>Jitter</i>		
Very good		0 ms
Good		0 – 75 ms
Fair		75 – 125 ms
Poor		125 – >225 ms

*Throughput* merupakan 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. *Throughput* merupakan jumlah bit yang berhasil dikirim dalam suatu jaringan.

Tabel 3. Standar Nilai *Throughput*

<i>Throughput</i>		
Excellent		$\geq 14000$
Very Good		$\geq 7000 - < 14000$
Good		$\geq 1000 - < 7000$
Fair		$\geq 512 - < 1000$
Poor		$< 512$

*Packet loss* adalah parameter yang menggambarkan suatu kondisi yang menunjukkan jumlah paket yang hilang karena *collision* dan *congestion* pada jaringan. Kegagalan paket tersebut disebabkan beberapa kemungkinan seperti *overload traffic*, *error* pada media fisik, kegagalan sisi penerima, dan *congestion* pada jalur.

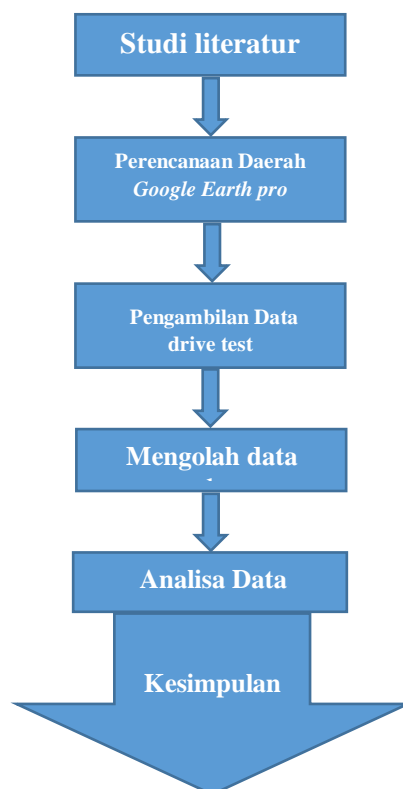
Tabel 4. Standar Nilai *Packet Loss*

<i>Packet Loss</i>		
Very good		0 – 2%
Good		3 – 14%
Fair		15 – 24%
Poor		$> 25\%$

### METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dan eksperimen dengan jenis studi kasus. Penelitian ini membahas mengenai analisa QoS jaringan 4G LTE provider Telkomsel dan Xl di Painan pada jalur yang telah ditentukan. Pada penelitian ini akan menganalisis nilai parameter QoS yang didapatkan dan kemudian dihubungkan dengan hasil *drive test* khususnya pada parameter *throughput* 4G LTE. Frekuensi yang digunakan pada penelitian ini adalah 1800 MHz (band 3).

### Diagram Alur Penelitian

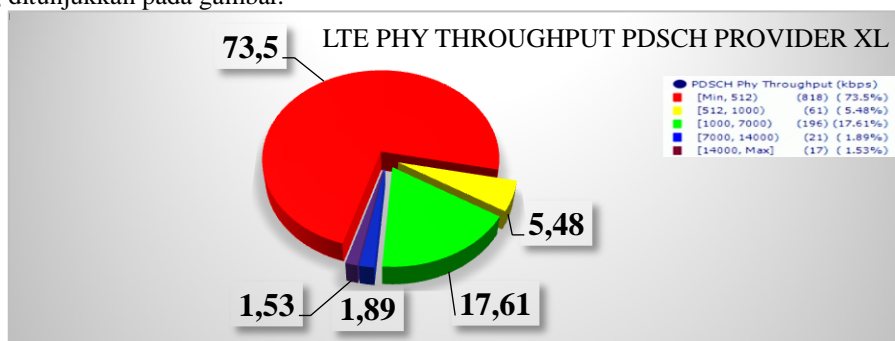


Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

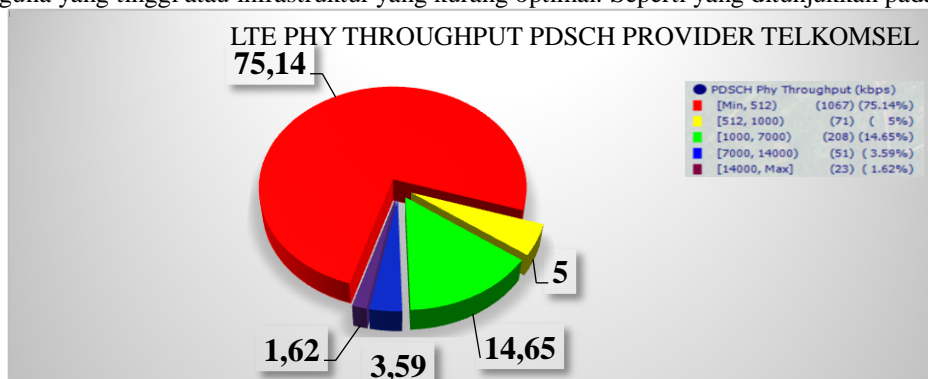
### Throughput

Pada hasil pengukuran provider XL, *throughput* di wilayah Painan menunjukkan distribusi kualitas jaringan berdasarkan warna yang merepresentasikan kategori *throughput* yang berbeda. Mayoritas jalur yang diuji (73,5%) memiliki *throughput* kurang dari 512 kbps (ditandai dengan warna merah), yang menunjukkan kualitas jaringan rendah dan kemungkinan mengalami kendala dalam penggunaan data yang intensif. Sebanyak 5,48% dari jalur memiliki *throughput* antara 512–1000 kbps (warna biru), sementara 17,61% dari jalur mencatat *throughput* antara 1000–7000 kbps (warna hijau), yang menunjukkan performa jaringan yang lebih baik. Hanya sebagian kecil dari jalur yang memiliki *throughput* lebih tinggi, yakni 1,89% di kisaran 7000–14000 kbps (warna kuning) dan 1,53% di atas 14000 kbps (warna ungu), yang menandakan area dengan kualitas jaringan yang optimal. Hasil ini mengindikasikan bahwa sebagian besar wilayah yang diuji masih mengalami keterbatasan kualitas jaringan, dan peningkatan infrastruktur telekomunikasi mungkin diperlukan untuk meningkatkan pengalaman pengguna dalam penggunaan layanan data. Seperti yang ditunjukkan pada gambar.



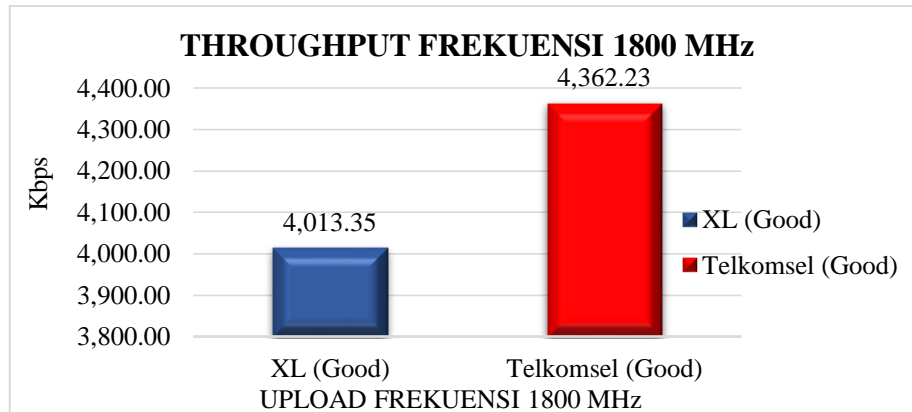
Gambar 2. Diagram *Throughput Upload* XL

Begitu juga untuk provider Telkomsel, hasil pengukuran *throughput* di wilayah Painan menunjukkan bahwa sebagian besar area uji (75,14%) memiliki *throughput* di bawah 512 kbps, yang ditunjukkan dengan warna merah, menandakan kualitas jaringan yang rendah. Sementara itu, 5% dari jalur memiliki *throughput* antara 512–1000 kbps, yang masih tergolong rendah, dan 14,65% berada dalam kisaran 1000–7000 kbps, yang menunjukkan performa jaringan yang lebih baik. Hanya sebagian kecil jalur yang mencatat *throughput* lebih tinggi, yakni 3,59% dalam rentang 7000–14000 kbps, serta 1,62% yang mencapai lebih dari 14000 kbps. Distribusi ini menunjukkan bahwa meskipun ada beberapa area dengan kualitas jaringan yang baik, sebagian besar wilayah masih mengalami keterbatasan kapasitas jaringan, yang dapat berdampak pada pengalaman pengguna dalam mengakses layanan data, terutama di daerah dengan kepadatan pengguna yang tinggi atau infrastruktur yang kurang optimal. Seperti yang ditunjukkan pada gambar.



Gambar 3. Diagram *Throughput Upload* Telkomsel

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari *throughput* kedua provider yang digunakan, akan dilakukan pengujian terhadap parameter QoS, yaitu *latency*, *jitter*, *packet loss*, dan *throughput*. Pengujian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh QoS terhadap *throughput* menggunakan jaringan 4G LTE dengan frekuensi 1800 MHz. Berikut adalah hasil pengujian parameter *throughput* provider XL dan Telkomsel yang diperoleh dari data yang dianalisis, sebagaimana ditampilkan pada gambar 4.

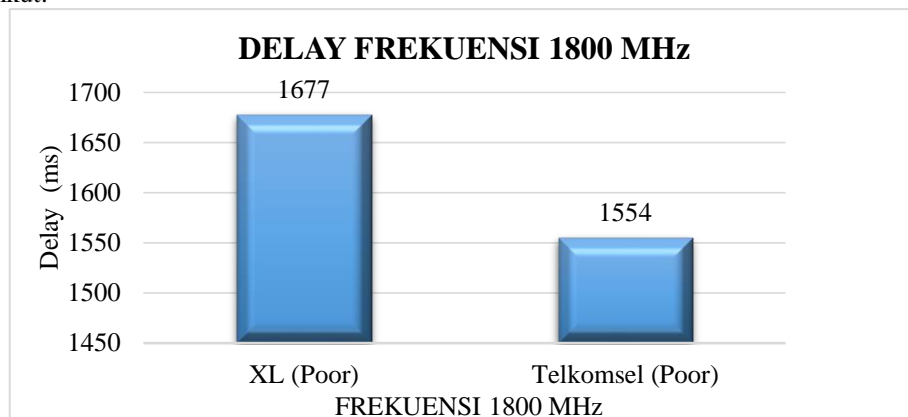


Gambar 4. Hasil Pengujian *Throughput* Telkomsel dan XL

Grafik *throughput* upload pada frekuensi 1800 MHz menunjukkan adanya perbedaan kinerja antara provider Telkomsel dan XL dalam hal kecepatan unggah data. Telkomsel mencatatkan *throughput* sebesar 4.362,23 kbps, sedangkan XL memiliki *throughput* sebesar 4.013,35 kbps. Dari perbandingan ini, Telkomsel unggul 348,88 kbps dibandingkan XL, yang berarti Telkomsel menawarkan kecepatan unggah yang lebih baik.

#### Latency(Delay)

Grafik yang menampilkan *delay* pada frekuensi 1800 MHz mengindikasikan bahwa baik Telkomsel maupun XL berada dalam kategori *Poor*, yang berarti waktu tunda dalam jaringan tergolong tinggi. XL memiliki *delay* sebesar 1677 ms, sedangkan Telkomsel menunjukkan nilai yang lebih rendah, yaitu 1554 ms. Dengan selisih 123 ms, Telkomsel menawarkan respons jaringan yang sedikit lebih baik dibandingkan XL. Tingginya nilai *delay* ini dapat berdampak buruk pada pengalaman pengguna, terutama dalam layanan yang membutuhkan respons cepat. Seperti dapat dilihat pada gambar berikut.

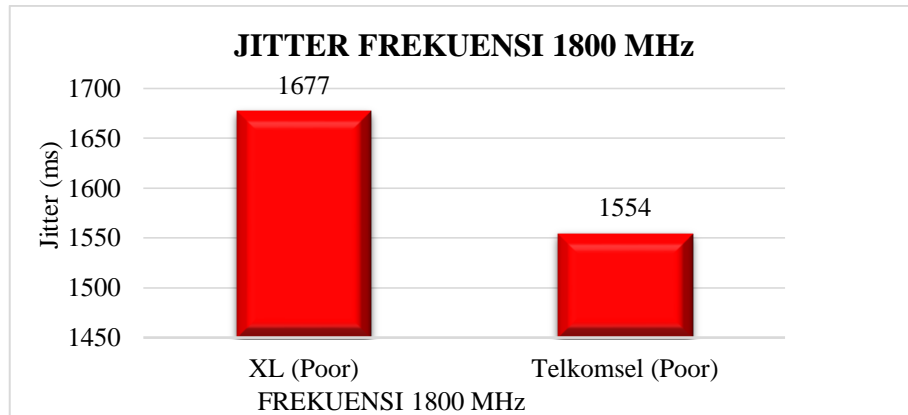


Gambar 5. Hasil Pengujian *Latency(Delay)* Telkomsel dan XL

#### Jitter

Grafik menunjukkan nilai *jitter* pada frekuensi 1800 MHz untuk dua provider, yaitu XL dan Telkomsel. *Jitter* adalah variasi dalam waktu pengiriman paket data, yang dapat menyebabkan gangguan dalam komunikasi *real-time* seperti panggilan suara dan *video streaming*. Dari grafik, XL memiliki nilai *jitter* sebesar 1677 ms, sementara Telkomsel mencatatkan nilai *jitter* yang lebih rendah, yaitu 1554 ms. Keduanya masuk dalam kategori *Poor*, yang berarti kualitas jaringan kurang stabil dan dapat menyebabkan gangguan seperti putus-putus dalam komunikasi suara atau *delay* pada *video streaming*. Dibandingkan dengan XL, Telkomsel menunjukkan performa yang lebih baik dalam aspek *jitter* dengan selisih 123 ms lebih rendah.

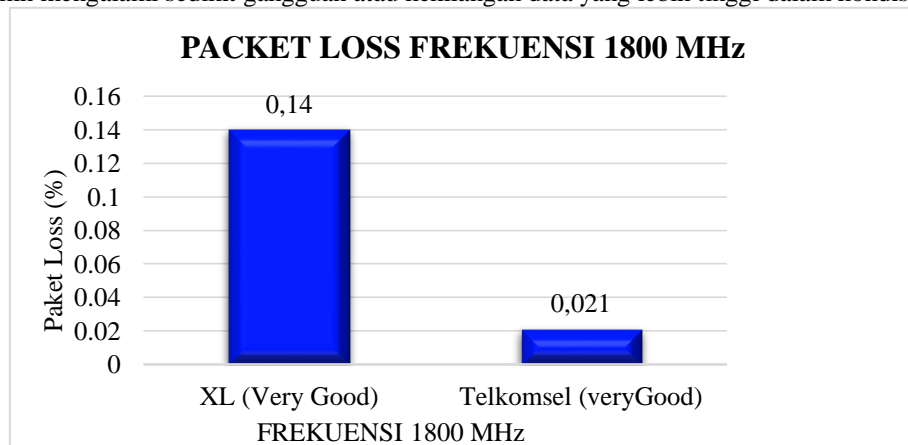




Gambar 6. Hasil Pengujian *Jitter* Telkomsel dan XL

### Packet Loss

Data *logfile* hasil *drive test* diolah dengan tujuan menampilkan jumlah paket yang dikirim dan diterima. Hal ini memungkinkan perhitungan nilai *packet loss* untuk mendapatkan hasil akurat. Pada hasil pengujian, XL menunjukkan performa jaringan yang cukup baik dengan tingkat *packet loss* sebesar 0,14%. Nilai ini menandakan bahwa hanya sedikit paket data yang hilang selama transmisi, sehingga kualitas koneksi XL stabil. Dengan *packet loss* yang rendah, XL mampu memberikan pengalaman yang lebih baik bagi pengguna yang membutuhkan jaringan stabil, seperti untuk *streaming*, *gaming online*, atau panggilan VoIP. Sementara itu, Telkomsel memiliki tingkat *packet loss* sebesar 0,021%, yang masih tergolong dalam kategori "Very Good" dan lebih baik dibandingkan XL. Nilai *packet loss* ini menunjukkan bahwa ada lebih banyak paket data yang hilang dalam transmisi dibandingkan XL, yang dapat berdampak pada performa jaringan dalam aktivitas yang memerlukan koneksi stabil dan latensi rendah. Secara keseluruhan, kedua operator masih tergolong memiliki jaringan yang sangat baik, tetapi XL lebih unggul dalam hal *packet loss* yang lebih rendah dibandingkan Telkomsel. Dengan demikian, XL cenderung lebih stabil dalam mentransmisikan data, sedangkan Telkomsel mungkin mengalami sedikit gangguan atau kehilangan data yang lebih tinggi dalam kondisi tertentu.



Gambar 7. Hasil Pengujian *Packet Loss* Telkomsel dan XL

### Perbandingan QoS Telkomsel dan XL

Tabel 5. Nilai QoS Telkomsel dan XL

Provider	<i>Throughput</i>	<i>Latency (Delay)</i>	<i>Jitter</i>	<i>Packet Loss</i>
Telkomsel	4362 Kbps	1554 ms	1554 ms	0,021%
XL	4013 Kbps	1677 ms	1677 ms	0,14%

Berdasarkan data perbandingan kinerja jaringan antara dua provider telekomunikasi, Telkomsel menunjukkan performa yang lebih unggul secara keseluruhan dibandingkan XL. Telkomsel mencatat *throughput* yang lebih tinggi sebesar 4362 Kbps, sementara XL hanya mencapai 4013 Kbps, memberikan selisih kecepatan transfer data sekitar 349

Kbps. Dari aspek latensi, Telkomsel juga memiliki keunggulan dengan delay yang lebih rendah yaitu 1554 ms dibandingkan XL yang mencapai 1677 ms, menunjukkan respons jaringan Telkomsel yang lebih cepat sekitar 123 ms.

Perbedaan yang paling signifikan terlihat pada aspek packet loss, di mana Telkomsel menunjukkan tingkat kehilangan paket yang sangat rendah hanya 0,021%, sedangkan XL mengalami packet loss sebesar 0,14% - hampir tujuh kali lipat lebih tinggi. Hal ini mengindikasikan bahwa jaringan Telkomsel memiliki stabilitas dan reliabilitas yang jauh lebih baik dalam menjaga integritas data yang dikirimkan. Secara keseluruhan, data ini menunjukkan bahwa Telkomsel menawarkan kualitas layanan jaringan yang superior dengan kecepatan lebih tinggi, latensi lebih rendah, dan tingkat kehilangan data yang minimal dibandingkan XL.

### KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian analisa QoS jaringan 4G LTE operator Telkomsel dan XL di Painan, berikut adalah tiga kesimpulan utama:

1. Telkomsel Unggul dalam Kecepatan dan Responsivitas Jaringan Telkomsel menunjukkan performa yang lebih baik dengan throughput 4362 Kbps dibandingkan XL yang hanya 4013 Kbps (selisih 349 Kbps). Dari segi latency, Telkomsel juga lebih responsif dengan delay 1554 ms dibandingkan XL 1677 ms, memberikan pengalaman browsing dan akses data yang lebih cepat bagi pengguna.
2. Stabilitas Jaringan Telkomsel Jauh Lebih Baik Perbedaan paling signifikan terletak pada packet loss, dimana Telkomsel hanya mengalami kehilangan paket 0,021% sementara XL mencapai 0,14% - hampir tujuh kali lipat lebih tinggi. Hal ini menunjukkan jaringan Telkomsel memiliki stabilitas dan reliabilitas yang superior dalam menjaga integritas transmisi data.
3. Kedua Operator Masih Menghadapi Tantangan Kualitas Jaringan Meskipun Telkomsel unggul, kedua operator masih menunjukkan nilai latency dan jitter yang tergolong "Poor" (>1500 ms), mengindikasikan masih perlunya peningkatan infrastruktur telekomunikasi di wilayah Painan. Mayoritas area pengujian (>70%) juga menunjukkan throughput di bawah 512 kbps, menandakan keterbatasan kapasitas jaringan yang dapat berdampak pada pengalaman pengguna.

### REFERENSI

- Analysis of Measuring Drive Test Result 4g LTE Network Telkomsel Operators Using Teme Pocket and Teme Discovery Software. (2024). *International Journal of Telecommunications, Electronics and Computer Science*, 1(1), 22- 28. <https://jotecs.org/index.php/jotecs/article/view/10>.
- Aurel, R., & Mubarak, A. (2024). Implementasi Program Nagari Bersekolah Di Kabupaten Pesisir Selatan (Studi Komparatif Nagari Painan dan Nagari Pancung Taba). *Jurnal Administrasi Pemerintahan Desa*, 5(2), doi:10.47134/villages.v5i2.146.
- A. Mikola and M. Sari, "Analisis Sistem Jaringan Berbasis QoS untuk Hot-Spot Di Institut Shanti Bhuana," *J. Inf. Technol.*, vol. 2, no. 1, pp. 31–35, 2022, doi: 10.46229/jifotech.v2i1.398.
- M. Agiwal, H. Kwon, S. Park and H. Jin, "A Survey on 4G-5G Dual Connectivity: Road to 5G Implementation," in *IEEE Access*, vol. 9, pp. 16193-16210, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3052462.
- Perdana Sari, Y. ., & Eka Tassia, S. . (2024). Analisa Perbandingan Kinerja Jaringan 4G LTE Pada Provider Telkomsel Dan Indosat Menggunakan Metode Drive Test. *LOGIC : Jurnal Ilmu Komputer Dan Pendidikan*, 2(2), 345–358. Retrieved from <https://journal.mediapublikasi.id/index.php/logic/article/view/3964>.
- Permadi, D. (2021). Kaji Penghapusan 3G, Kominfo Pertimbangan Dua Prinsip Penting. [https://www.kominfo.go.id/content/detail/39119/kaji-penghapusan-3g-kominfo-pertimbangan-dua-prinsip-penting/0/berita\\_satker](https://www.kominfo.go.id/content/detail/39119/kaji-penghapusan-3g-kominfo-pertimbangan-dua-prinsip-penting/0/berita_satker).
- Saputri , V. D., & Febriani , R. A. (2024). Study On The Effect Of Edge Computing On Latency In Iot Applications. *Jurnal Komputer Indonesia*, 3(1). <https://doi.org/10.37676/jki.v3i1.572>.
- Sari, I. P. (2022). Evaluasi Kualitas Jaringan Internet Pemerintah Daerah Kota Padang Panjang Menggunakan Metode Quality of Service. *Jurnal Sistim Informasi Dan Teknologi*, 4(1), 25–29. <https://doi.org/10.37034/jsisfotek.v4i1.116>.
- S. Chen, S. Sun, G. Xu, X. Su and Y. Cai, "Beam-Space Multiplexing: Practice, Theory, and Trends, From 4G TD-LTE, 5G, to 6G and Beyond," in *IEEE Wireless Communications*, vol. 27, no. 2, pp. 162-172, April 2020, doi:10.1109/MWC.001.1900307.
- Shodikin, M. (2021). Analisis Perancangan LTE Home Pada Jaringan 4G LTE Berbasis Open Radio Access Network. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 4(1), doi: 10.29303/jpmipi.v3i2.596.
- Shodikin, M. (2021). Analisis Perancangan LTE Home Pada Jaringan 4G LTE Berbasis Open Radio Access Network. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 4(1). <https://doi.org/10.29303/jpmipi.v4i1.596>.

- Yogitama, P. E., Ariyanto, E., & Nuha, H. H. (2022). Peningkatan Throughput pada LTE-wifi Menggunakan Balia Multipath-TCP pada Software Defined Wireless Network (SDWN). Retrieved from <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/17587>.
- Yuhanef, A., Yusnita, S., & Riandaisan, G. (2023). Analisis Kualitas Throughput Jaringan 4G LTE Indosat Untuk Site 01JKS504 Di Kebayoran Lama, Jakarta Barat. *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 4(1), 276- 282, doi:10.24036/jtein.v4i1.396.