

Kinerja Jaringan 4G LTE Operator Mobile di Ibukota Kalimantan Timur dimasa Pandemi Covid19

Mobile Operator 4G Network Performance in Capital of East Kalimantan during the Covid19 Pandemic

Edy Budiman¹⁾, Ummul Hairah²⁾

^{1,2}Program Studi Informatika Fakultas Teknik Universitas Mulawarman, Samarinda - Kalimantan Timur

^{1,2}Jl. Kuaro Kampus Gunung Kelua Unmul, Samarinda, 75119, Telp/Fax: (0541) 749343

edy.budiman@fkti.unmul.ac.id¹⁾, ummul.hairah@fkti.unmul.ac.id²⁾

Diterima : 02 Juli 2021 || Revisi : 19 Oktober 2021 || Disetujui: 30 Oktober 2021

Abstrak – Teknologi 4G LTE memungkinkan pengguna tidak lagi dibatasi oleh ruang dan menjadi solusi untuk menjamin kontinuitas koneksi dan kecepatan akses data. Persaingan para penyedia layanan dalam upaya meningkatkan jangkauan jaringannya di Indonesia. Meski terus membaik, dalam praktiknya, cakupan jaringan 4G LTE masih belum merata di berbagai kota di Kalimantan. Dibutuhkan kajian penggalan lebih jauh akan kinerja jaringan 4G-LTE untuk mengoptimalkan manfaat dan memuaskan pengguna jaringan. Penelitian ini mengukur *quality of service experience* (QoSE) daya sinyal yang diterima (RSRP/RSRQ) dan noise ratio (SNR) pada jaringan 4G-LTE yang diwakili oleh tiga *Internet-Service Providers* (ISPs) yang ada di Ibukota Provinsi Kalimantan Timur, Samarinda. Metode pengukuran kualitas sinyal jaringan menggunakan *walk-test*, mengingat secara geografis Kalimantan merupakan kawasan perbukitan dan hutan. Hasil pengukuran sinyal 4G LTE ke 3 operator jaringan seluler umumnya mengalami perubahan nilai RSRP, RSRQ dan SNR. Beberapa titik ukur mengalami penurunan kekuatan sinyal yang disebabkan adanya faktor *loss propagasi* seperti keberadaan pepohonan yang lebat dan tinggi, kerapatan jaringan dan cuaca menyebabkan perambatan seperti difraksi-hamburan dan pemantulan. Faktor lainnya adalah jarak BTS atau pemancar terhadap UE(penerima) menyebabkan lemahnya penerimaan sinyal dari perangkat pengguna.

Kata Kunci: 4G-LTE, RSRP, RSRQ, SNR, loss-propagasi.

Abstract – *The 4th-Generation Long Term Evolution or 4G-LTE technology as data access and high-level wireless connections is an offer for internet service providers (ISPs) and competition in an effort to expand the network area in mainland of Borneo. Although it continues to grow, however, in several urban areas in Kalimantan the cellular network is not evenly distributed. Further exploration studies are needed on the performance of the 4G-LTE network to optimize benefits and satisfy network users 4G LTE technology allows users to no longer be limited in space and become a solution to ensure connection continuity and data access speed. Service provider competition in an effort to increase its network coverage in Indonesia. Although it continues to improve, in practice. This study measures the quality of service experience (QoSE) the received signal power (RSRP/RSRQ) and noise ratio (SNR) on the 4G-LTE networks from three ISPs in the capital city of East Kalimantan Province. Measuring network signal quality using walk-test methods, Samarinda City Geographically It's a hilly and forested area. Measurement data analysis results of the 4G-LTE signals from the three ISPs have changed the RSRP, RSRQ and SNR values. Some measuring points experienced a decrease in signal strength due to propagation loss factors such as the presence of dense and tall trees or buildings creating propagation to occur: spreading or diffraction and reflection. Another factor is the distance of the BTS or transmitter to the UE (user equipment) causing a weak signal received.*

Keywords: 4G-LTE, RSRP, RSRQ, SNR, loss-propagation.

PENDAHULUAN

Beberapa dekade terakhir di Indonesia terjadi loncatan penggunaan jaringan seluler yang luar biasa masif. Hardik Khatri dalam laporannya di opensignal.com menjelaskan bahwa sepak-terjang operator seluler Indonesia dalam investasi dan transformasi teknologi informasi komunikasi bakal menjadi ekonomi digital terbesar di Asia Tenggara (www.opensignal.com, 2020b). Kontinuitas

koneksi (konektivitas) dan kecepatan akses data internet serta jaringan telekomunikasi yang meluas disegenap wilayah akan membentuk fondasi kuat dan kokoh bagi digital perekonomian negara (www.opensignal.com, 2020b). Performa penyedia layanan seluler sebagai pemain inti dalam perkembangan ekosistem digital terhadap pengalaman jaringan seluler pengguna (www.opensignal.com, 2020b).

Laporan terbaru opensignal.com selama masa *lockdown* akibat pandemi Covid-19 tahun 2020 (kuartal Juli dan Desember), karena periode ini termasuk pengenalan penilaian *lockdown* terkait pandemi COVID-19, periode ini juga menunjukkan sejauh mana pengalaman seluler pengguna Indonesia memengaruhi perubahan hasil di lokasi dan kebiasaan konsumsi data pengguna dan karena operator menawarkan paket data yang lebih murah atau gratis untuk memberikan dukungan bagi pelanggan mereka(www.opensignal.com, 2020a). Kebutuhan akan koneksi internet sangat penting di masa pandemi Covid-19, namun masih banyak masyarakat yang belum terkoneksi dengan 4G. Di sisi lain, penerapan awal di beberapa negara (Amerika Serikat, Asia timur dan Eropa) sudah menawarkan 5G awal secara komersial(www.telkomsel.com, 2021).

Teknologi telekomunikasi semakin berkembang dan menuntut jaminan ketersediaan, kontinuitas dan kualitas jaringan, tidak hanya terbatas pada stasioner (tetap), tetapi juga pada saat bergerak atau mobile. Teknologi 4G LTE memungkinkan pengguna tidak lagi dibatasi oleh ruang, yang menjadi solusi untuk menjamin kontinuitas koneksi dan kecepatan akses data(kominfo.go.id, 2016).

Hingga saat ini, penyedia layanan selalu bersaing dan berusaha untuk meningkatkan jangkauan jaringannya di Indonesia. Meski terus membaik, dalam praktiknya, cakupan jaringan 4G LTE masih belum merata di berbagai kota di Kalimantan. Selain itu, permasalahan lain yang menjadi keluhan pelanggan antara lain kekuatan sinyal yang tidak stabil, akses data yang sulit untuk terhubung dan kegagalan koneksi jaringan. Semua masalah tersebut menjadi keluhan konsumen. Performa kualitas layanan jaringan 4G-LTE di Kalimantan dibutuhkan kajian penggalan lebih jauh untuk mengoptimalkan manfaat dan memuaskan pengguna jaringan. Penelitian ini mengukur *quality of service experience* (QoSE) daya sinyal yang diterima (RSRP/RSRQ) dan *noise ratio* (SNR) pada jaringan 4G-LTE yang diwakili oleh tiga *Internet-Service Providers* (ISPs) yang ada di Ibukota Provinsi Kalimantan Timur, Samarinda. Metode pengukuran kualitas sinyal jaringan menggunakan *walk-test*, mengingat secara geografis Kalimantan merupakan kawasan perbukitan dan hutan.

Motivasi dan kontribusi penelitian ini bahwa Kepuasan kualitas layanan dari sudut pandang pengalaman pengguna (QoSE) terhadap performa

jaringan 4G-LTE (Ariansyah & Wahyuningsih, 2016) mempengaruhi performa keuangan operator penyedia layanan (Sugiharto & Alfi, 2019), (Perlman & Wechsler, 2019), dan berisiko menyebabkan loyalitas konsumen beralih produk operator lainnya(Sugiharto & Alfi, 2019). Selain itu bahwa Indonesia baru dalam penerapan teknologi 4G maka 5G tentu kelihatan jauh walau tak bisa ditepis bahwa dimasa mendatang teknologi 5G akan diterapkan Indonesia (KEMKOMINFO, 2018), (Admaja, 2015). Bertolak dari konsep inilah kajian penelitian ini diadakan guna mengeksplorasi keadaan jaringan pada salahsatu area di Ibukota Provinsi Kalimantan Timur, Samarinda yang sedikit-banyak memberi gambaran masukan sebagai pendukung roadmap 5G Indonesia dimasa mendatang(Admaja, 2015).

Menyikapi pengalaman penerapan teknologi jaringan telekomunikasi Indonesia yang diawali 1G, 2G, 3G, 4G-LTE hingga 4G senantiasa telat, karna itu menyongsong era 5G diharapkan dapat diterapkan. Selain itu, Indonesia sebagai salah satu kekuatan ekonomi digital terpenting di dunia untuk penggelaran 5G di Indonesia (Hutajulu et al., 2020), (Ekawibowo et al., 2018) dan program digital Indonesia 4.0 menuju pembangunan Ibukota baru di Kalimantan.

METODOLOGI PENELITIAN

Pengalaman Jaringan Seluler

Laporan kinerja pengalaman jaringan seluler di Indonesia di opensignal.com mengungkapkan bahwa operator telekomunikasi mengalami peningkatan pengguna, kepadatan lalu lintas jaringan selama pandemi Covid-19. Metrik pengalaman dievaluasi meliputi pengalaman unduh-unggah, suara video, pengalaman bermain game, jangkauan, dan ketersediaan 4G. Selanjutnya, pengalaman jaringan seluler untuk wilayah kota Samarinda dalam laporan (www.opensignal.com, 2020b) periode juli 2020 ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1 menunjukkan pengalaman jaringan di Kota samarinda dalam masa periode awal pandemi Covid-19(www.opensignal.com, 2020b), peringkat metrik pengalaman untuk aplikasi suara-video melalui streaming video dan layanan suara *over the top* (OTT) didasarkan pada rekomendasi ITU-T. Pengalaman unduh-unggah mewakili kecepatan harian normal pengguna yang diukur dalam Mbps, sedangkan ketersediaan dan jangkauan 4G adalah ukuran proporsi waktu pengguna memiliki koneksi jaringan

4G LTE pada skala 0-10(www.opensignal.com, 2020b).

Tabel 1 Pengalaman Jaringan Kota Samarinda

Metrik	Penyedia layanan				
	Telkomsel	Indosat	XL	3	Smart-fren
Pengalaman video (nilai:0-100)	69.9	57.0	59.0	64.5	44.9
Pengalaman suara (nilai:0-100)	83.1	74.5	77.6	79.3	77.6
Pengalaman kecepatan unduh (Mbps)	16.2	9.1	11.7	11.0	6.9
Pengalaman kecepatan unggah(Mbps)	7.8	6.1	2.0	6.5	7.8
Ketersediaan 4G	90.8	90.8	89.5	92.6	97.6

Sumber: (www.opensignal.com, 2020b)

Kajian kinerja jaringan 4G telah dibahas seperti dalam penelitian Indrawati dan U Kedar Priya yang mengkaji faktor-faktor yang mempengaruhi niat perilaku dan penggunaan pelanggan terhadap adopsi layanan 4G di Indonesia(Budiman & Widodo, 2020), (Indrawati & Utama, 2018). Hasil penelitian mengungkapkan bahwa salah satu faktor yang mempengaruhi *Behavioral Intention* pada adopsi layanan 4G adalah ekspektasi kinerja jaringan.

Analisis performansi dan optimasi jaringan LTE di wilayah Balikpapan (Rofiansyah, 2018) telah dipelajari oleh Firdaus Rofiansyah dkk., Menggunakan software Nemo Analyze, dan penelitian oleh Maria Ulfah dan A. Sri Irtawaty yang optimasi Jaringan 4G LTE (*Long Term Evolution*) pada Kota Balikpapan (Ulfah & Irtawaty, 2018).

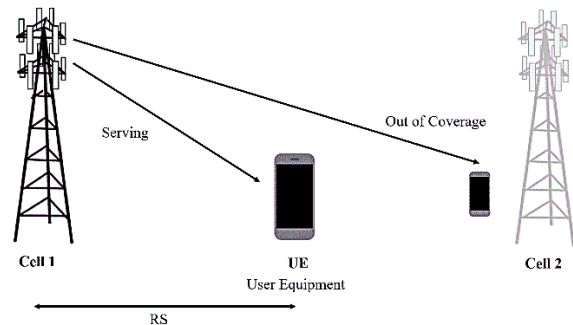
Perencanaan cakupan dan kapasitas jaringan 4G-LTE 1800 Mhz menggunakan model *frequency reuse* untuk daerah pedesaan di Indonesia (Hikmaturokhan et al., 2017), Perbandingan varian TCP pada *Long Term Evolution* (Taruk et al., 2018) dan kajian dampak dari sinyal referensi yang diterima daya terhadap kualitas pengalaman untuk streaming video melalui jaringan LTE (Awad & Mkwawa, 2017), serta kajian lainnya.

Variabel Pengukuran

Kajian ini untuk mengevaluasi pengalaman operator jaringan seluler melalui pengukuran daya dan kualitas jaringan 4G LTE diawal mulai pandemi Covid-19 di kota Samarinda, Kalimantan, Indonesia. Adapun parameter yang menjadi variabel penelitian dan perangkat pendukungnya dijelaskan sebagai berikut.

Tingkat dan kualitas sinyal 4G LTE meliputi:

Reference Signal Received Power atau RSRP(Afwan et al., 2019), merupakan daya sinyal yang diterima dari eNode B ke Peralatan Pengguna (UE) (Awad & Mkwawa, 2017), ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Penerimaan signal dari UE

User Equipment (UE) menerima sinyal dari lokasi seperti pada Gambar 1 dijelaskan bahwa layanan dari lokasi yang biasanya dianalogikan dengan referensi sinyal, semakin dekat dengan lokasi presentasi, semakin baik kekuatan sinyal yang diterima, tetapi jika jauh dari lokasi cakupan layanan, semakin buruk kekuatan sinyal yang diterima. Perhitungan nilai RSSP mengacu pada(3GPP, 2016), persamaan (1):

$$RSRP(dBm) = RSSI(dBm) - 10 * \log(12 * N) \quad (1)$$

Rentang pelaporan daya penerimaan didefinisikan dari -140dBm hingga -44dBm dengan resolusi 1dB (Kreher & Gaenger, 2015), Nilai standar indikator kinerja utama RSRP standar mengacu pada (Pramono et al., 2020) yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2 Key Indicator Performance untuk RSRP

Kategori	Rentang (dBm)
Sangat Baik	-80 s.d -44
Baik	-90 s.d -80
Cukup	-100 s.d -90
Buruk	-110 s.d -100
Sangat Buruk	-140 s.d -110

Reference Signal Received Quality (RSRQ) merupakan rasio antara RSRP dan daya pitalebar(Farida & Yuniyanto, 2020). RSRQ mewakili kualitas sinyal yang diterima (Pramono et al., 2020). RSRQ juga dipengaruhi oleh sinyal, dan noise serta interferensi yang diterima oleh UE (ETSI, 2016). Perhitungan nilai RSRQ mengacu pada (Almohamedh et al., 2014) persamaan (2):

$$RSRQ = N \times RSRP / RSSI \quad (2)$$

Standar nilai RSRQ menurut (Pramono et al., 2020) disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3 Indikator kinerja utama RSRQ

Kategori	Rentang (dBm)
Sangat Baik	-10 s.d -3
Baik	-12 s.d -10
Cukup	-14 s.d -12
Buruk	-17 s.d -14
Sangat Buruk	-20 s.d -17

Signal To Noise Ratio, adalah perbandingan antara nilai mean daya terima dan nilai mean interferensi serta nilai noise. Perhitungan SNR mengacu pada (Afroz et al., 2015) persamaan (3):

$$SNR = \frac{S}{I+N} \quad (3)$$

Standar indikator kinerja utama untuk SNR ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4 Indikator kinerja utama SNR

Kategori	Rentang (dBm)
Sangat Baik	10 s.d 30
Baik	3 s.d 10
Cukup	0 s.d -3
Buruk	-20 s.d -3

Variabel dan metode pengumpulan data

Pengumpulan data melalui observasi yang melakukan pengukuran langsung di lapangan menggunakan aplikasi *G-Net-Track Pro* untuk monitoring jaringan dan metode *walk-test* di empat titik sebagai sampel lokasi pengukuran. Variabel penelitian disajikan pada Tabel 5.

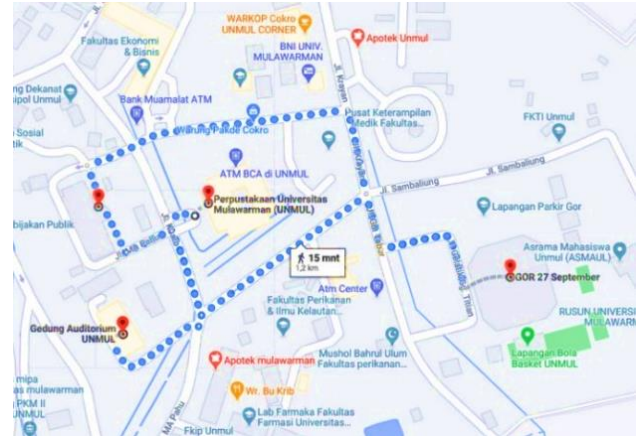
Tabel 5 Variabel dan Parameter

Variabel	Parameter	Keterangan
Parameter ukur	RSRP	Referensi kekuatan sinyal, kualitas, dan rasio noise
	RSRQ	
Titik lokasi	SINR	Koordinat pelacakan Poin dengan Latitude dan Longitude
	Titik mulai: -0.4678627, 117.164184	
Operator layanan	Titik akhir: -0.46848, 117.163188	Operator seluler yang dicakup oleh jaringan 4G LTE
	IM3	
Sesi waktu ukur	XL	Sesi waktu (pagi, siang dan malam) kegiatan pendataan
	Telkomsel	

Metode Pengukuran

Pengukuran parameter jaringan 4G LTE menggunakan metode *walk-test*, traking berjalan (*walking-tracing*) dari satu titik tujuan sampel ke titik

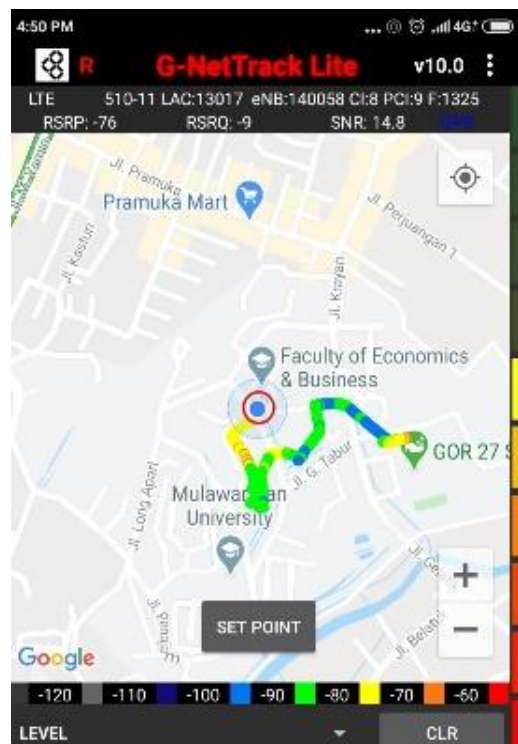
tujuan sampel lainnya. Metode pengukuran ini tujuannya melakukan pengumpulan, pengamatan, dan menganalisis data kualitas sinyal 4G LTE. Streaming video online melalui *Youtube* dengan durasi 10 menit dan resolusi: 144p, 240p, 360p, 480p, dan 720p. Peta lokasi pengukuran ditunjukkan pada Gambar 2.

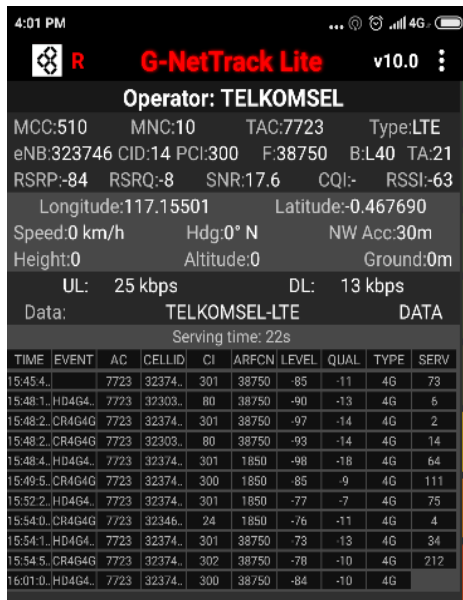


Gambar 2 Track-Walking titik pengukuran.

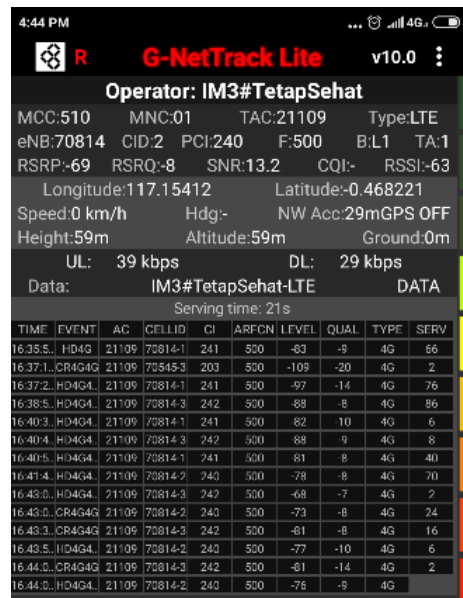
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran *walk-test* pada 4 titik uji selama April - Agustus 2020. Pada Gambar 3 adalah contoh tampilan antarmuka pengguna aplikasi *G-Net Track Pro* pada setiap operator mobile saat proses mengumpulkan data lapangan.

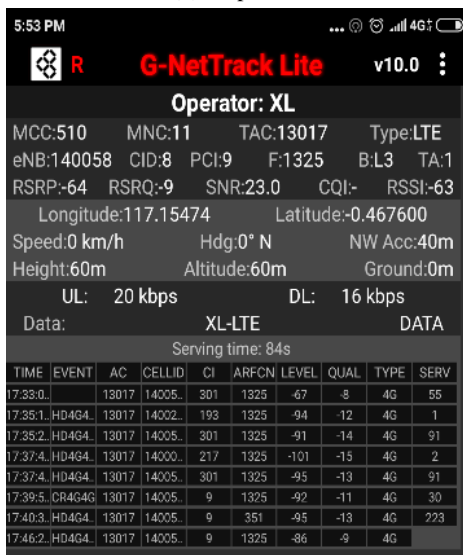




(a) Operator Telkomsel



(b) Operator IM3



(c) Operatore XL

Gambar 3 Screenshot aplikasi G-Net Track Pro

Hasil Pengukuran

Hasil pengukuran parameter RSRP, RSRQ dan SINR pada jaringan operator seluler (Gambar 2) dimulai dari titik lokasi -0.4678627,117.164184 hingga titik -0.4683905,117.15275, kemudian ke titik -0.4684104,117.151916 dan ke titik -0.46848,117.163188. Statistik deskriptif hasil pengukuran parameter 4G LTE pada jaringan seluler disajikan pada Tabel 6.

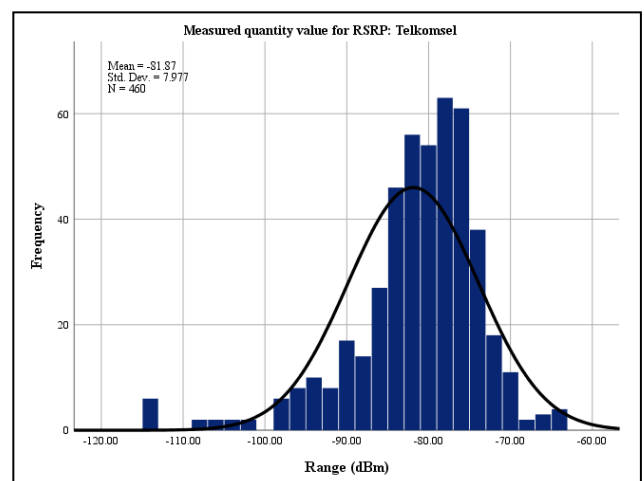
Tabel 6 Deskriptif Statistik 4G LTE

	Telkomsel	IM3	XL
N	460	866	541
Mean	-81.86	-82.85	-85.95
Median	-80.00	-82.00	-86.00
Modus	-77.00	-81.00	-85.00
Deviasi	7.782	9.215	6.315
Varian	63.643	83.177	38.514
Min	-114.00	-103.00	-101.00
Maks	-64.00	-64.00	-69.00

Hasil pengukuran parameter untuk operator jaringan seluler Telkomsel diperoleh 476 titik. Rangkuman hasil pengukuran pada Tabel 7.

Tabel 7 Hasil Pengukuran RSRP : Telkomsel

Titik	RSRP	RSRQ	SNR	RSSI
1	-86	-8	14.4	-64
2	-74	-6	18.6	-63
3	-82	-10	14.6	-66
4	-78	-9	16.4	-64
5	-88	-10	12.4	-66
6	-84	-12	8.2	-67
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
459	-88	-10	14.8	-68
460	-76	-8	6	-64



Gambar 4 Grafik Nilai kuantitas RSRP: Telkomsel

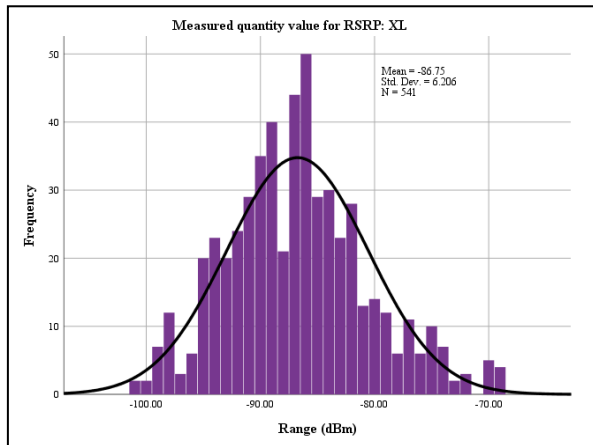
Pada Gambar 4 menunjukkan nilai kuantitas terukur untuk RSRP pada jaringan Telkomsel dengan nilai minimum -114, maksimum -64, rata-rata -81,86Db, standar deviasi 7,782 dan mode -77 Db.

Hasil pengukuran parameter untuk operator jaringan seluler XL diperoleh 632 titik. Rangkuman hasil pengukuran pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Pengukuran RSRP operator XL

Titik	RSRP	SNR	RSSI	RSRQ
1	-84	18.4	-63	-9
2	-79	17.4	-66	-7
3	-89	12.2	-68	-9
4	-92	9.2	-70	-9
5	-73	13	-63	-8
6	-64	23	-63	-9
⋮	⋮
540	-85	16.4	-64	-8
541	-90	-3.4	-65	-15

Pada Gambar 5 menunjukkan nilai ukur kuantitas RSRP pada jaringan XL dengan nilai minimum -101, maksimum -69, rata-rata -86,74 Db, standar deviasi 6,2 dan mode -86 Db.



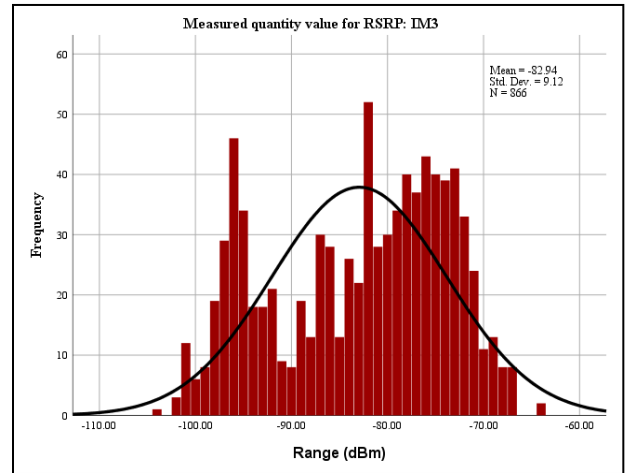
Gambar 5 Grafik Nilai kuantitas RSRP: XL

Hasil pengukuran parameter untuk operator jaringan seluler IM3 diperoleh 758 titik. Tabel 9 Ringkasan hasil pengumpulan data ukur RSRP.

Tabel 9 Ringkasan hasil ukur RSRP : IM3

Titik	RSRP	SNR	RSSI	RSRQ
1	-87	6	-72	-14
2	-93	-1.4	-67	-13
3	-75	19.4	-63	-6
4	-89	15.6	-65	-9
5	-77	11.4	-63	-6
6	-69	13.2	-63	-8
⋮	⋮
865	-65	28	-63	-6
866	-74	20.8	-63	-5

Pada Gambar 6 menunjukkan nilai kuantitas terukur untuk RSRP pada jaringan IM3 dengan nilai minimum -104, maksimum -64, rata-rata -82,94 Db, standar deviasi 9,12 dan mode -82 Db.



Gambar 6 Grafik Nilai kuantitas RSRP: IM3

Pembahasan

Evaluasi operator jaringan seluler untuk pengalaman RSRP, SNR dan RSRQ berdasarkan hasil pengukuran dan disesuaikan dengan Indikator Kinerja Utama (KPI) yang ditunjukkan pada Tabel 10 untuk kinerja RSRP.

Tabel 10 Nilai Kuantitas Terukur Untuk RSRP

Kategori	Rentang (dBm)	Telkomsel	XL	IM3
Sangat Baik	-80 s.d -44	254	80	403
Baik	-90 s.d -80	155	313	239
Cukup	-100 s.d -90	37	146	202
Buruk	-110 s.d -100	8	2	22
Sangat Buruk	-140 s.d -110	6	0	0
	Sum	460	541	866

Tabel 10 menunjukkan KPI RSRP untuk masing-masing operator jaringan seluler, diperoleh 254 poin untuk kategori sangat baik untuk Telkomsel, 80 poin untuk XL dan 403 poin untuk IM3. Deviasi terbaik operator Telkomsel adalah -64 dBm dan terburuk -114 dBm. Titik terbaik dari operator XL adalah -69 dBm, yang terburuk adalah -101 dbm, dan untuk titik terbaik dari operator IM3 adalah -64 dBm, yang terburuk adalah -104 dbm. Dari hasil tersebut dijelaskan bahwa operator IM3 memiliki kinerja RSRP yang lebih baik dibandingkan dengan kinerja jaringan operator XL dan Telkomsel.

Evaluasi operator jaringan seluler untuk pengalaman RSRQ berdasarkan hasil pengukuran dan disesuaikan dengan KPI, ditunjukkan pada Tabel 11 untuk kinerja RSRQ:

Tabel 11 Nilai Kuantitas Terukur Untuk RSRQ

Kategori	Rentang (dBm)	Telkomsel	XL	IM3
Sangat Baik	-10 s.d -3	273	457	649
Baik	-12 s.d -10	102	43	114
Cukup	-14 s.d -12	49	0	103
Buruk	-17 s.d -14	24	41	0
Sangat Buruk	-20 s.d -17	12	0	0
	Sum	460	541	866

Tabel 11 menunjukkan KPI untuk pengalaman RSRQ untuk masing-masing operator jaringan seluler, diperoleh 273 poin untuk kategori sangat baik untuk Telkomsel, 457 poin untuk XL dan 649 poin untuk IM3. Deviasi terbaik dari operator Telkomsel adalah -6 dBm dan yang terburuk adalah -19 dBm. Titik terbaik dari operator XL adalah -7 dBm, yang terburuk adalah -15 dbm, dan untuk titik terbaik dari operator IM3 adalah -5 dBm, yang terburuk adalah -13 dbm. Dari hasil tersebut dijelaskan bahwa operator IM3 memiliki kinerja cakupan layanan RSRQ yang lebih baik dibandingkan kinerja jaringan operator XL dan Telkomsel. Evaluasi operator jaringan seluler untuk pengalaman SNR berdasarkan hasil pengukuran dan disesuaikan dengan KPI, ditunjukkan pada Tabel 12 untuk nilai kinerja SNR.

Tabel 12 Nilai Kuantitas Terukur Untuk SNR

Kategori	Rentang (dBm)	Telkomsel	XL	IM3
Sangat Baik	10 s.d 30	384	370	650
Baik	3 s.d 10	73	162	198
Cukup	0 s.d -3	2	7	18
Buruk	-20 s.d -3	1	0	0
	Jumlah	460	541	866

Tabel 12 menunjukkan KPI untuk pengalaman SNR untuk masing-masing operator jaringan seluler, diperoleh 396 poin untuk kategori sangat baik untuk Telkomsel, 384 poin untuk XL dan 650 poin untuk IM3. Deviasi terbaik operator Telkomsel sebesar 28,60 dBm dan terburuk sebesar 5,8 dBm. Titik terbaik dari operator XL adalah 23 dBm, yang terburuk adalah -3,4 dbm, dan untuk titik terbaik dari operator IM3 adalah 28 dBm, yang terburuk adalah -1,4 dbm.

Pengukuran sinyal 4G LTE ke 3 operator jaringan seluler umumnya mengalami perubahan nilai selama pengukuran. Perubahan nilai RSRP, RSRQ atau SNR oleh kondisi lingkungan di area lokasi pengukuran seperti pepohonan dan bangunan di sepanjang area

menjadi kendala yang menyebabkan kinerja jaringan 4G LTE berubah, termasuk jarak enodeB dan *User Equipment*. Efek lain berdasarkan pengamatan trafik jaringan dan jumlah pengguna layanan masing-masing operator, kami mengamati bahwa operator IM3 lebih baik daripada operator XL dan Telkomsel karena jumlah pengguna layanan IM3 di wilayah tersebut sedikit jika dibandingkan dengan pengguna operator Telkomsel.

Penurunan kekuatan sinyal dari hasil pengukuran ketiga parameter (SNR, RSRQ dan RSRP), karena terjadi adanya *loss-propagasi*. Keberadaan bangunan/gedung, ketinggian pohon, kerapatan jaringan dan cuaca menyebabkan perambatan seperti difraksi, pemantulan dan hamburan (Rahmaddian & Huda, 2020). Selain itu, faktor penyebab lainnya adalah masalah jarak BTS dari pemancar ke penerima/pengguna (UE). Diperlukan studi lanjutan analisis kinerja jaringan 4G-LTE untuk terus memantau dan memonitoring keadaan jaringan secara berkesinambungan.

KESIMPULAN

Mencermati pengalaman penerapan teknologi seluler dari 1G hingga 4G di Indonesia yang selalu terlambat, sehingga dalam menghadapi era teknologi seluler 5G yang diharapkan dapat diterapkan, dilakukan studi evaluasi pengukuran pengalaman 4G LTE untuk melihat bagaimana jaringan kinerja di Wilayah Kalimantan, Indonesia. Secara khusus evaluasi pengalaman pengguna terkait kualitas video streaming terhadap parameter kualitas RSRP, kualitas RSRQ dan noise-ratio (SNR) pada tiga layanan operator jaringan mobile.

Hasil evaluasi *user experience* terhadap parameter kualitas RSRP, RSRQ dan SNR pada tiga layanan operator jaringan seluler dalam satu kota di Kalimantan menunjukkan perbedaan nilai kinerja. Terdapat perbedaan performa dan analisis ketiga penyedia layanan dari sisi eksternal dikarenakan jangkauan layanan jaringan 4G operator, sebaran posisi BTS, topografi wilayah, demografi konsumen layanan serta area cakupan BTS masing-masing penyedia. Bahwa hasil ukur parameter kualitas penyedia layanan berbeda untuk setiap jaringan, walaupun berada sama dalam area pelayanan.

Kedepannya, diperlukan kajian lanjutan untuk perencanaan lebih lanjut untuk pengembangan optimalisasi jaringan guna meningkatkan layanan,

berdasarkan data lapangan dari analisis kinerja layanan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- 3GPP. (2016). LTE; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Radio Frequency (RF) system scenarios (Release 13). *3rd Generation Partnership Project TR 1136 942*.
- Admaja, A. F. S. (2015). Kajian Awal 5G Indonesia (5G Indonesia Early Preview). *Buletin Pos Dan Telekomunikasi*, 13(2), 97–114. <https://doi.org/10.17933/bpostel.2015.130201>
- Afroz, F., Subramanian, R., Heidary, R., Sandrasegaran, K., & Ahmed, S. (2015). SINR, RSRP, RSSI and RSRQ Measurements in Long Term Evolution Networks. *International Journal of Wireless & Mobile Networks*. <https://doi.org/10.5121/ijwmn.2015.7409>
- Afwan, M. I., Nason, N., & Suroso, S. (2019). Optimalisasi Handover Jaringan 4G Telkomsel di Kota Palembang. *Jurasik (Jurnal Riset Sistem Informasi Dan Teknik Informatika)*. <https://doi.org/10.30645/jurasik.v4i1.124>
- Almohamedh, H., Al Qurashi, F., & Kostanic, I. (2014). Mobile videos quality measurements for Long Term Evolution (LTE) network. *Proceedings of the 2014 International Conference on Image Processing, Computer Vision, and Pattern Recognition, IPCV 2014*.
- Ariansyah, K., & Wahyuningsih, S. (2016). Studi kepuasan pelanggan terhadap kualitas layanan pitalebar pada jaringan bergerak seluler [The study of subscriber satisfaction on quality of broadband service on cellular mobile network]. *Buletin Pos Dan Telekomunikasi*. doi:10.17933/bpostel.2016.140204
- Awad, N., & Mkwawa, I. H. (2017). The impact of the reference signal received power to quality of experience for video streaming over LTE network. *2017 Annual Conference on New Trends in Information and Communications Technology Applications, NTICT 2017*. <https://doi.org/10.1109/NTICT.2017.7976145>
- Budiman, O., & Widodo, T. (2020). Faktor Yang Mempengaruhi Niat Perilaku Nasabah Dan Pengaruhnya Terhadap Adopsi Mobile Banking Di Indonesia. *E-Proceeding of Management*, 7(1). <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/management/article/view/11632>
- Ekawibowo, S. A., Pamungkas, M. P., & Hakimi, R. (2018). Analysis of 5G Band Candidates for Initial Deployment in Indonesia. *Proceeding of 2018 4th International Conference on Wireless and Telematics, ICWT 2018*. <https://doi.org/10.1109/ICWT.2018.8527780>
- ETSI. (2016). *3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical channels and modulation: Vol. V13.2.0 (2 (Issue Release 13))*. ETSI.
- Farida, F., & Yuniarto, A. H. (2020). Analisis Performansi Jaringan 4G Operator Telkomsel di Kota Tanjungpinang menggunakan Metode Drive Test. *Jurnal Sustainable: Jurnal Hasil Penelitian Dan Industri Terapan*, 9(1), 1–7. <https://doi.org/10.31629/sustainable.v9i1.835>
- Hikmaturokhman, A., Lutfita, V., & Danisya, A. R. (2017). 4G-LTE 1800 Mhz coverage and capacity network planning using Frequency Reuse 1 model for rural area in Indonesia. *ACM International Conference Proceeding Series*. <https://doi.org/10.1145/3056662.3056675>
- Hutajulu, S., Dhewanto, W., & Prasetio, E. A. (2020). Two scenarios for 5G deployment in Indonesia. In *Technological Forecasting and Social Change*. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120221>
- Indrawati, I., & Utama, K. P. (2018). Analyzing 4G adoption in Indonesia using a modified unified theory of acceptance and use of technology 2. *2018 6th International Conference on Information and Communication Technology, ICoICT 2018*. <https://doi.org/10.1109/ICoICT.2018.8528744>
- KEMKOMINFO, P. S. (2018). *Studi Lanjutan 5G Indonesia 2018 Spektrum Outlook dan Use Case untuk Layanan 5G Indonesia*. Puslitbang Sumber Daya, Perangkat, dan Penyelenggaraan Pos dan Informatika Badan Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Manusia Kementerian Komunikasi dan Informatika. <https://balitbangsdm.kominfo.go.id>
- kominfo.go.id. (2016). *Menyelimuti Indonesia dengan Sinyal 4G*. https://kominfo.go.id/content/detail/8601/menyelimuti-indonesia-dengan-sinyal-4g/0/sorotan_media
- Kreher, R., & Gaenger, K. (2015). LTE Signaling, troubleshooting and performance measurement: Second edition. In *LTE Signaling, troubleshooting and performance measurement: Second edition*. <https://doi.org/10.1002/9781118725092>
- Perlman, L., & Wechsler, M. (2019). Mobile Coverage and its Impact on Digital Financial Services. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3370669>
- Pramono, S., Alvionita, L., Ariyanto, M. D., & Sulistyono, M. E. (2020). Optimization of 4G LTE (long term evolution) network coverage area in sub urban. *AIP Conference Proceedings*. <https://doi.org/10.1063/5.0000732>
- Rahmaddian, Y., & Huda, Y. (2020). Analisis performansi jaringan 4G LTE di Gedung IITL FT UNP Kampus Air Tawar Barat. *Voteteknika (Vocational Teknik Elektronika Dan Informatika)*, 7(4), 40–48. <https://doi.org/10.24036/voteteknika.v7i4.106379>
- Rofiansyah, F. (2018). Optimasi Jaringan LTE di Jalan Utama Area Balikpapan Utara. *Karya Ilmiah*.
- Sugiharto, A., & Alfi, I. (2019). Komparasi Performa Jaringan Antara Penyedia Layanan Seluler 4G LTE di Area Kota Yogyakarta. *Angkasa: Jurnal Ilmiah Bidang Teknologi*, 11(1), 73–80. <https://doi.org/10.28989/angkasa.v11i1.397>
- Taruk, M., & Budiman, E. (2017). Haviluddin and HJ Setyadi". In *Comparison of TCP variants in Long*

- Term Evolution (LTE)," 2017 5th International Conference on Electrical, Electronics and Information Engineering (ICEEIE), Malang* (pp. 131-134).
- Ulfah, M., & Irtawaty, A. S. (2018). Optimasi Jaringan 4G LTE (Long Term Evolution) Pada Kota Balikpapan. *Jurnal ECOTIPE*. <https://doi.org/10.33019/ecotipe.v5i2.645>
- www.opensignal.com. (2020a). *Indonesia: Laporan Pengalaman Jaringan Seluler Desember 2020*. <https://www.opensignal.com/in/reports/2020/12/indonesia/mobile-network-experience>
- www.opensignal.com. (2020b). *Indonesia Laporan Pengalaman Jaringan Seluler July 2020*. <https://www.opensignal.com/in/reports/2020/07/indonesia/mobile-network-experience>
- www.telkomsel.com. (2021). *Mengenal Teknologi 1G Hingga 5G*. <https://www.telkomsel.com/about-us/blogs/mengenal-teknologi-1g-hingga-5g>

Halaman ini sengaja dikosongkan