

5G SIGNAL QUALITY ANALYSIS AT 2100, 2300 MHz FREQUENCIES BASED ON RSRQ, RSRP, & SINR PARAMETERS

ANALISIS KUALITAS SINYAL 5G PADA FREKUENSI 2100, 2300 MHz BERDASARKAN PARAMETER RSRQ, RSRP, & SINR

Dito Messe Putra Tobmuti¹, Erwien Christianto²

^{1,2} Universitas Kristen Satya Wacana

Jl. Dr. O. Notohamidjojo No.1 - 10, Blotongan, Kec. Sidorejo, Kota Salatiga

672020233@student.uksw.edu¹, erwien.christianto@uksw.edu²

Abstract - *The rapid implementation of 5G technology in Indonesia, particularly in Surakarta, necessitates a thorough evaluation of its signal quality. Despite its importance, comparative studies that analyze the performance of 5G networks on the 2100 MHz (n1) and 2300 MHz (n40) frequency bands are still limited. This study aims to compare the signal performance of two cellular operators in Surakarta using a drive test method, which measures three key parameters: RSRP, RSRQ, and SINR. The research results show variations in signal quality across different locations. The RSRP (Reference Signal Received Power) parameter generally indicates a good signal, with values ranging from -92 dBm to -67 dBm. The RSRQ (Reference Signal Received Quality) consistently falls into the "Fair" category, indicating an adequate signal-to-interference-plus-noise ratio for basic communication. Meanwhile, the SINR (Signal to Interference plus Noise Ratio) shows significant variability, with values ranging from a worst of 2.0 dB to a best of 18.0 dB. These fluctuations indicate that environmental conditions heavily influence service quality. The conclusion of this study is that a comprehensive evaluation, considering these various parameters, is crucial for optimizing 5G networks and providing accurate data for operators.*

Keywords - 5G, RSRP, RSRQ, SINR, Surakarta.

Abstrak - Pesatnya implementasi teknologi 5G di Indonesia, khususnya di Kota Surakarta, menuntut evaluasi mendalam terhadap kualitas sinyalnya. Meskipun penting, penelitian komparatif yang menganalisis kinerja jaringan 5G pada pita frekuensi 2100 MHz (n1) dan 2300 MHz (n40) masih terbatas. Studi ini bertujuan untuk membandingkan performa sinyal dari dua operator seluler di Surakarta dengan metode *drive test*, yang mengukur tiga parameter utama: RSRP, RSRQ, dan SINR. Hasil penelitian menunjukkan variasi kualitas sinyal di berbagai lokasi. Parameter RSRP (*Reference Signal Received Power*) secara umum menunjukkan sinyal yang baik, berada dalam rentang -92 dBm hingga -67 dBm. Kualitas sinyal RSRQ (*Reference Signal Received Quality*) secara konsisten berada dalam kategori "Fair," yang menandakan rasio sinyal terhadap interferensi dan noise yang memadai untuk komunikasi dasar. Sementara itu, SINR (*Signal to Interference plus Noise Ratio*) menunjukkan variabilitas yang signifikan, dengan nilai berkisar dari yang terburuk 2.0 dB hingga yang terbaik 18.0 dB. Fluktuasi ini mengindikasikan bahwa kondisi lingkungan sangat memengaruhi kualitas layanan. Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa evaluasi komprehensif, yang mempertimbangkan berbagai parameter ini, sangat krusial untuk mengoptimalkan jaringan 5G dan memberikan data yang akurat bagi operator.

Kata Kunci - 5G, RSRP, RSRQ, SINR, Surakarta.

I. PENDAHULUAN

Kebutuhan akan koneksi internet yang cepat, stabil, dan andal telah mendorong pesatnya perkembangan teknologi komunikasi seluler. Di Kota Surakarta, yang berfungsi sebagai salah satu pusat ekonomi dan teknologi di Jawa Tengah, penyedia layanan berlomba-lomba menghadirkan jaringan 5G sebagai solusi terkini. Generasi jaringan kelima ini menawarkan lompatan besar dalam hal kecepatan data, latensi yang minimal, dan kapasitas yang jauh lebih besar dari pendahulunya, menjadikannya kunci untuk berbagai inovasi seperti *streaming* berkualitas tinggi, *game online*, hingga konsep kota pintar. Oleh karena itu, memastikan kualitas jaringan menjadi prioritas utama demi memenuhi harapan pengguna dan mendukung transformasi digital di Surakarta.

Untuk mengetahui performa jaringan secara langsung, dengan menggunakan metode *drive test*. Metode *drive test* adalah pengukuran kualitas sinyal pemancar / BTS ke MS / *handphone* atau sebaliknya [1]. Salah satu alat bantu yang bisa digunakan dalam metode ini adalah aplikasi *G-Net Track Pro*. Aplikasi ini berjalan pada sistem operasi *Android* dan memungkinkan pengukuran kualitas sinyal secara *real-time*. *G-Net Track Pro* mendukung berbagai jenis jaringan seperti GSM, UMTS, LTE, dan juga 5G [2]. Dengan menggunakan aplikasi ini, data sinyal bisa direkam dan dianalisis untuk mendapatkan informasi yang akurat terkait kondisi jaringan di lapangan. RSRP merupakan suatu tipe dalam pengukuran sinyal LTE yaitu sebagai indikator *power* rata-rata *resource element* membawa *reference signal* dalam *subcarrier* [3]. RSRQ adalah ukuran daya *bandwidth* yang mencakup kekuatan sel yang melayani, kebisingan, dan kekuatan interferensi [4]. Sedangkan SINR adalah pengukuran rasio sinyal utama terhadap gangguan dan *noise* dalam komunikasi nirkabel. Semakin tinggi SINR, semakin baik kualitas sinyalnya [5]. Ketiga parameter ini saling melengkapi dan sangat penting dalam menggambarkan performa jaringan secara menyeluruh.

Meskipun jaringan 5G mulai dikembangkan di Indonesia pada beberapa pita frekuensi, seperti 2100 MHz dan 2300 MHz, yang memiliki perbedaan fundamental dalam jangkauan dan penetrasi sinyal, belum ada penelitian komprehensif yang secara spesifik membandingkan performa sinyal 5G di Kota Surakarta. Kekosongan studi mengenai perbandingan sinyal antara kedua frekuensi dan antar-operator ini merupakan *research gap* yang menjadi landasan utama penelitian ini. Secara khusus, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dan membandingkan kualitas sinyal 5G dari kedua frekuensi di Surakarta melalui *drive test*. Kami mengajukan hipotesis bahwa akan ada perbedaan signifikan dalam performa sinyal di lapangan. Lebih spesifik, kami menduga bahwa nilai RSRP pada frekuensi 2300 MHz akan lebih rendah dari 2100 MHz di area padat penduduk, dan kualitas sinyal (RSRQ & SINR) pada 2100 MHz akan lebih stabil. Selain itu, kami juga berhipotesis bahwa performa sinyal akan bervariasi secara signifikan antar operator yang berbeda. Temuan dari penelitian ini diharapkan dapat menyediakan data empiris yang valid bagi operator telekomunikasi untuk mengoptimalkan penempatan menara dan merencanakan peningkatan infrastruktur 5G di Surakarta.

II. SIGNIFIKANSI STUDI

A. Tinjauan Pustaka

Penelitian oleh Ekky Yonathan G menganalisis kualitas jaringan 5G XL di Kelapa Gading, Jakarta, menggunakan metode *drive test*. Hasilnya menunjukkan *delay* jaringan yang ideal, berada di bawah 150 ms, serta kualitas layanan (QoS) yang sangat baik, mendekati 95% [6]. Penelitian serupa menggunakan metode *drive test* juga dilakukan oleh Syarif di Makassar, yang secara spesifik mengevaluasi kualitas jaringan 5G pada frekuensi 2300 MHz. Hasilnya menunjukkan nilai RSRP yang baik, namun RSRQ dan SINR bervariasi, dengan SINR cenderung rendah di siang hari akibat

fluktuasi interferensi [7]. Untuk jaringan 4G LTE, Raihan Farras menggunakan metode *drive test* untuk membandingkan performa Telkomsel dan XL di Painan, menunjukkan keunggulan Telkomsel dalam *throughput* (4362 Kbps vs 4013 Kbps) meskipun *latency* dan *jitter* kedua operator masih tergolong buruk [8]. Penelitian lain oleh Ar'rafi Akram di Kampung Rambutan, Jakarta Timur, juga menggunakan metode *drive test* untuk menganalisis 4G LTE dari XL Axiata, Telkomsel, dan Indosat Ooredoo. Hasilnya menemukan bahwa kualitas sinyal dipengaruhi secara signifikan oleh jarak dari BTS, kapasitas jaringan, serta penghalang fisik seperti bangunan dan pepohonan [9]. Berbeda dengan pendekatan *drive test*, penelitian oleh Wondo di Pontianak menggunakan metode *walk test* untuk mengevaluasi 4G LTE dari operator *Hutchison 3* di dalam gedung rumah sakit. Lokasi ini menjadi faktor utama yang menyebabkan RSRP dan SINR berada dalam kategori buruk hingga sangat buruk, meskipun RSRQ cenderung baik, karena banyaknya penghalang fisik di dalam gedung [10]. Secara khusus, Aziz Pratama menganalisis performa jaringan 4G LTE *indoor* di Gedung Admisi UMY, yang hasilnya menunjukkan kualitas sinyal yang kurang maksimal dengan RSRQ dan SINR yang buruk akibat penghalang fisik dan jarak dari BTS terdekat [11].

Selanjutnya, beberapa penelitian fokus pada performa jaringan 5G dan parameter spesifiknya. Robi Anwar menganalisis performa jaringan 5G Telkomsel di Banjarmasin untuk aplikasi IoT, dengan hasil pengujian QoS (*throughput*, *delay*, *jitter*, *packet loss*) menunjukkan kinerja optimal, meskipun *packet loss* tergolong sedang pada 19% [12]. Di Kota Tangerang Selatan, Raksawardhana secara spesifik menganalisis parameter sinyal teknis 5G Telkomsel, yaitu RSRP dan SINR. Hasilnya menemukan bahwa mayoritas area memiliki kualitas sinyal baik, namun ditemukan pula beberapa titik sinyal rendah yang dipengaruhi oleh kepadatan bangunan dan posisi geografis [13]. Terakhir, penelitian oleh Fauzan Putra memberikan tinjauan umum tentang keunggulan teknologi 5G sebagai penerus 4G, seperti kecepatan unduh (10.000 Mbps), unggah (1.000 Mbps), dan latensi rendah (17 ms), namun juga menyoroti kekurangannya seperti keterbatasan infrastruktur dan kerentanan terhadap interferensi [14].

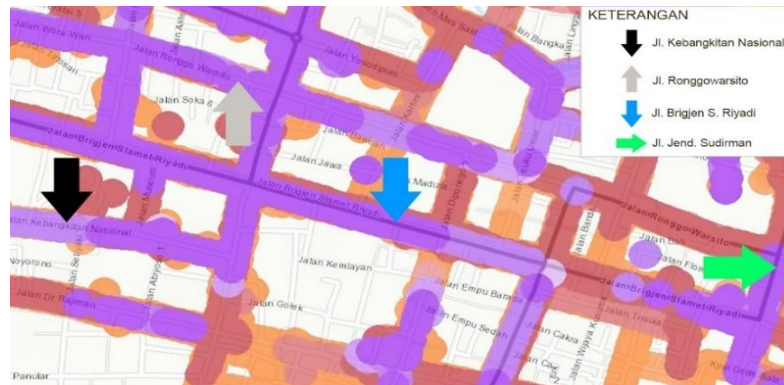
Berdasarkan tinjauan pustaka, terdapat celah penelitian yang signifikan karena belum ada studi komparatif yang secara spesifik menganalisis dan membandingkan performa jaringan 5G XL dan Telkomsel pada pita frekuensi 2100 MHz dan 2300 MHz, dalam satu wilayah geografis yang sama, khususnya di Kota Surakarta. Meskipun studi terdahulu telah mengukur parameter sinyal seperti RSRP, RSRQ, dan SINR, mereka tidak menyajikan perbandingan langsung antara kedua pita frekuensi tersebut di lokasi yang sama. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengisi kekosongan tersebut dengan melakukan pengukuran empiris dan mendalam terhadap RSRP, RSRQ, dan SINR di kedua pita frekuensi Telkomsel, sehingga dapat memberikan pemahaman yang jelas mengenai perbedaan kualitas sinyal antara frekuensi dan berfungsi sebagai referensi penting untuk optimalisasi jaringan 5G di wilayah Surakarta.

B. Data

Penelitian ini menggunakan data kuantitatif yaitu sebuah metode penelitian dengan objek berupa data yang berbentuk numerik/angka [15]. Data performa jaringan 5G di Kota Surakarta dikumpulkan oleh peneliti menggunakan aplikasi *G-Net Track Pro* dengan metode *drive test* pada kecepatan 10 - 15 km/jam dan waktu penelitian pada saat jam kerja antara pukul 09.00 - 16.00 WIB, setiap lokasi dilakukan pengukuran pada frekuensi 2100 MHz dan 2300 MHz, dapat dilihat pada gambar hasil ada tertera frekuensi 2100 MHz (n1) dan frekuensi 2300 MHz (n40). Karena pengukuran ini fokus pada parameter RSRP, RSRQ, dan SINR pada frekuensi 2100 MHz dan 2300 MHz. Metode *drive test* digunakan untuk mencakup berbagai kondisi lokasi. Untuk memastikan hasil yang representatif dan valid, kami melakukan pengambilan data di lokasi-lokasi yang dipilih mencakup pusat kota, area perdagangan, dan pertokoan yang ramai. Titik-titik ini dipilih karena di sana koneksi jaringan 5G dari Telkomsel dan XL tersedia dan menunjukkan stabilitas yang baik, memungkinkan kami untuk menganalisis performa jaringan secara optimal.

C. Lokasi Penelitian

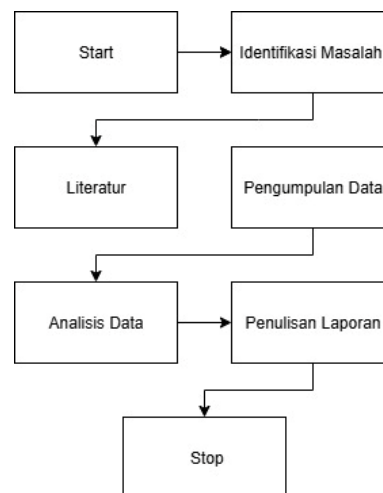
Secara geografis, Kota Surakarta (Solo) adalah kota besar di Jawa Tengah dengan luas sekitar 44-46,72 km² dan populasi lebih dari 500.000 jiwa. Pada tahun 2020, kepadatan penduduknya mencapai sekitar 11.353,27 jiwa/km², menjadikannya salah satu kota terpadat di Jawa Tengah. Kota ini dikenal sebagai pusat budaya Jawa, industri batik, festival budaya, industri kreatif, dan aktif mendorong digitalisasi sebagai kota *Smart city* [16].



Gambar 1. Lokasi Penelitian Di Tandai Dengan Anak Panah

D. Metode Penelitian

Penelitian dilakukan melalui serangkaian fase penelitian, yang telah dikategorikan menjadi lima tahap berbeda, yaitu : Identifikasi Masalah, Literatur, Pengumpulan Data, Analisis Data, Penulisan Laporan. Tahapan penelitian ini dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 2. Alur Penelitian

- 1) Pada gambar 1 tahapan yang pertama adalah mengidentifikasi perbedaan kualitas jaringan 5G dari 2 jenis ISP pada saat dilakukan pengukuran dan menentukan faktor-faktor yg mempengaruhi perbedaan.
- 2) Berikutnya adalah *studi* literatur, yaitu pengumpulan data dengan cara mengambil bacaan-bacaan mengenai jaringan 5G, parameter RSRQ, RSRP, dan *SINR*, metode pengukuran kualitas sinyal, serta penelitian terdahulu yang relevan.
- 3) Fase berikutnya adalah pengumpulan data dari 2 jenis ISP dengan aplikasi *G-Net Track Pro* untuk mengambil nilai RSRQ, RSRP, & *SINR* pada beberapa titik di Kota Surakarta dan mencatat nilai RSRQ, RSRP, dan *SINR* dari setiap penyedia layanan.
- 4) Setelah selesai pengambilan data, fase selanjutnya adalah analisis data dimana bertujuan untuk membandingkan dan menganalisis ISP dengan performa terbaik, analisis ini juga memberikan

- data kuantitatif mengenai kualitas sinyal serta memberikan akademisi dan penyedia layanan mengenai nilai RSRQ, RSRP, dan *SINR* terhadap jaringan 5G.
- 5) Fase terakhir dari penelitian ini adalah penulisan laporan yang merinci terkait penelitian dengan penyajian dalam bentuk tabel dan grafik. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini didokumentasikan dan ditulis dalam laporan hasil, termasuk total perjalanan penelitian yang dilakukan oleh penulis.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Penelitian ini menyajikan hasil pengukuran dari kualitas sinyal 5G pada frekuensi 2100 MHz dan frekuensi 2300 MHz di Surakarta berdasarkan parameter RSRP, RSRQ dan *SINR*. Pengambilan data menggunakan metode *Drive test* yang dilakukan pada layanan Telkomsel dan XL. Secara keseluruhan hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan dalam kualitas sinyal serta perbedaan performa pada tiap lokasi penelitian.

Nilai yang diperoleh setelah melakukan penelitian dianalisis dengan mengikuti rujukan ke standar primer nilai RSRP, RSRQ, dan *SINR*, yaitu :

TABEL I.
STANDAR NILAI

Kategori	RSRP (dBm)	RSRQ (dB)	SINR (dB)
<i>Good</i>	> -95	> -10	> 20
<i>Fair</i>	-95 s/d -105	-10 s/d -15	5 s/d 20
<i>Bad</i>	< -105	< -15	< 5

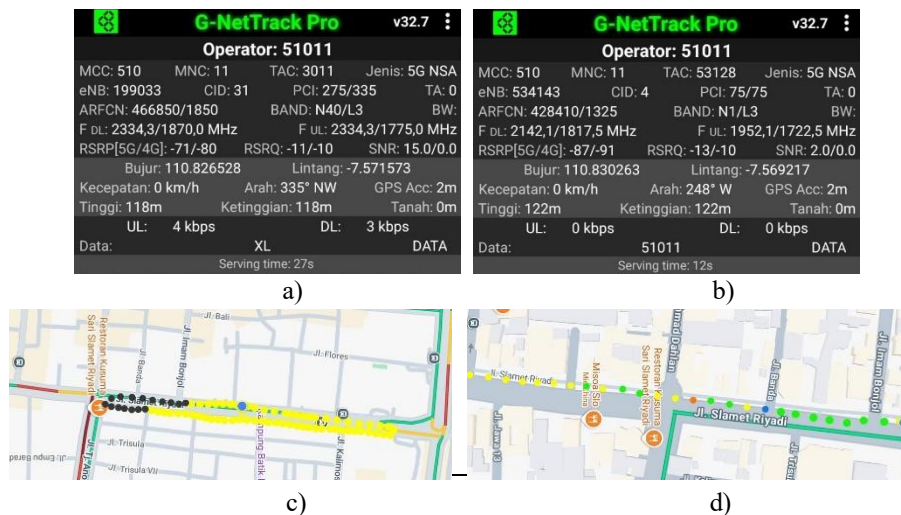
Sumber : Telcomhall

1) Hasil Parameter RSRP (Reference Signal Received Power)

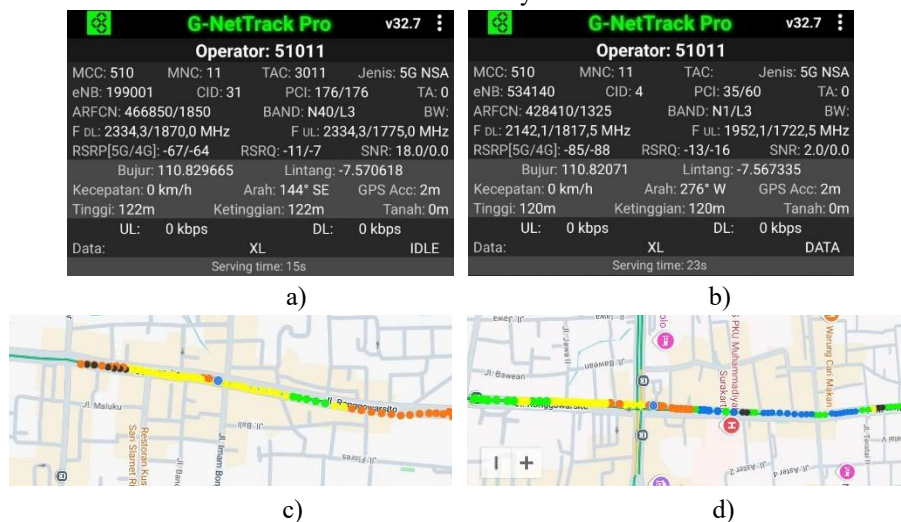
TABEL II.
HASIL PENGUKURAN RSRP DI TIAP LOKASI

Lokasi Penelitian	RSRP (dBm)			
	Keterangan (dbm)		Keterangan	
	TSEL 2300 MHz	XL 2100 MHz	TSEL	XL
Jl. Slamet Riyadi	-71	-87	<i>Good</i>	<i>Good</i>
Jl. Ronggowarsito	-67	-85	<i>Good</i>	<i>Good</i>
Jl. Jend. Sudirman	-71	-75	<i>Good</i>	<i>Good</i>
Jl. Kebangkitan Nasional	-92	-87	<i>Good</i>	<i>Good</i>

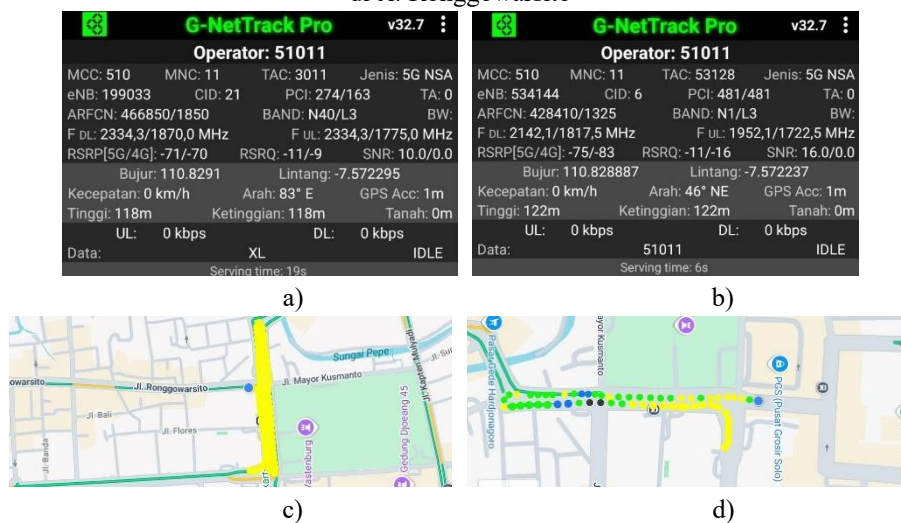
Berdasarkan hasil pengukuran RSRP (*Reference Signal Received Power*), dapat disimpulkan bahwa kualitas sinyal Telkomsel dan XL di empat lokasi penelitian di Surakarta berada pada tingkat yang baik. Telkomsel, yang menggunakan frekuensi 2300 MHz, menunjukkan performa yang sangat konsisten dengan nilai RSRP yang kuat, khususnya di Jl. Ronggowarsito dengan sinyal terkuat yaitu -67 dBm. Performa Telkomsel juga sangat baik di Jl. Slamet Riyadi dan Jl. Jend. Sudirman, dengan nilai -71 dBm. Sementara itu, XL, yang beroperasi pada frekuensi 2100 MHz, juga menampilkan kekuatan sinyal yang kompetitif, terutama di Jl. Jend. Sudirman di mana sinyalnya tercatat -75 dBm. Meskipun terjadi sedikit penurunan sinyal di Jl. Kebangkitan Nasional, dengan nilai -92 dBm untuk Telkomsel dan -87 dBm untuk XL, kedua operator masih berada dalam kategori "*Good*". Secara keseluruhan, data ini menunjukkan bahwa pengguna kedua operator dapat menikmati konektivitas yang stabil dan memadai di lokasi-lokasi yang diteliti, meskipun menggunakan pita frekuensi yang berbeda.



Gambar 3. (a) & (c) Hasil & lokasi pengukuran TSEL di Jl. Slamet Riyadi, (b) & (d) Hasil & lokasi pengukuran XL di Jl. Slamet Riyadi



Gambar 4. (a) & (c) Hasil & lokasi pengukuran TSEL di Jl. Ronggowarsito, (b) & (d) Hasil & lokasi pengukuran XL di Jl. Ronggowarsito



Gambar 5. (a) & (c) Hasil & lokasi pengukuran TSEL di Jl. Jend. Sudirman, (b) & (d) Hasil & lokasi pengukuran XL di Jl. Jend. Sudirman



Gambar 6. (a) & (c) Hasil & lokasi pengukuran TSEL di Jl. Kebangkitan Nasional, (b) & (d) Hasil & lokasi pengukuran XL di Jl. Kebangkitan Nasional

2) Hasil Parameter RSRQ (Reference Signal Received Quality)

TABEL III.

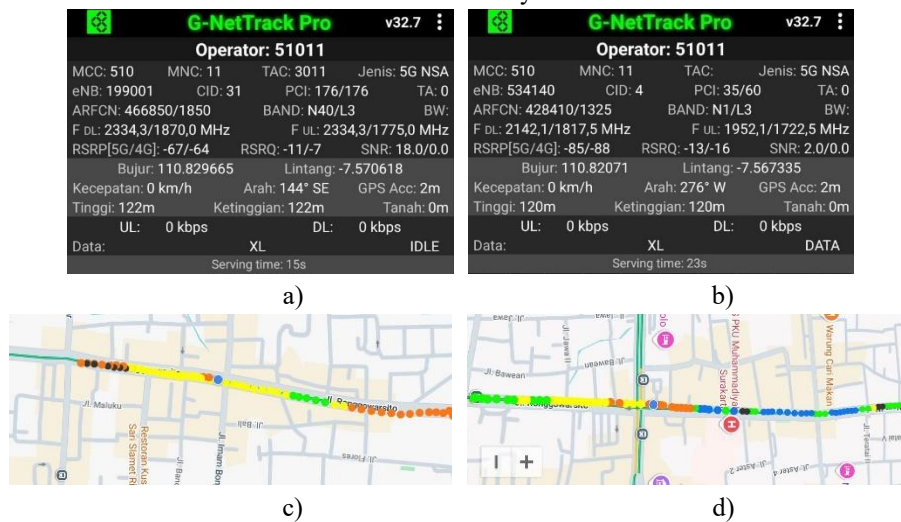
HASIL PENGUKURAN RSRQ DI TIAP LOKASI

Lokasi Penelitian	RSRQ (dB)			
	Keterangan (dB)		Keterangan	
	TSEL 2300 MHz	XL 2100 MHz	TSEL	XL
Jl. Slamet Riyadi	-11	-13	Fair	Fair
Jl. Ronggowarsito	-11	-13	Fair	Fair
Jl. Jend. Sudirman	-11	-11	Fair	Fair
Jl. Kebangkitan Nasional	-12	-11	Fair	Fair

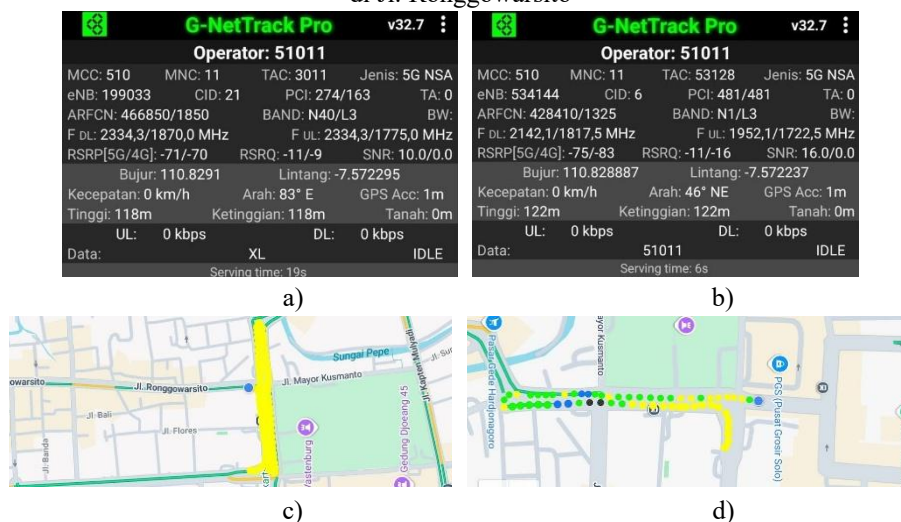
Berdasarkan data RSRQ (*Reference Signal Received Quality*) yang diperoleh, kualitas sinyal Telkomsel dan XL di empat lokasi penelitian di Surakarta berada pada tingkat "Fair" dan menunjukkan konsistensi yang baik. Telkomsel, yang menggunakan frekuensi 2300 MHz, menunjukkan nilai RSRQ stabil di angka -11 dB di Jl. Slamet Riyadi, Jl. Ronggowarsito, dan Jl. Jend. Sudirman. Demikian pula, XL, yang beroperasi pada frekuensi 2100 MHz, mencatatkan nilai RSRQ -13 dB di Jl. Slamet Riyadi dan Jl. Ronggowarsito, serta -11 dB di Jl. Jend. Sudirman. Meskipun ada sedikit variasi, semua nilai RSRQ ini berada dalam kategori "Fair". Kualitas sinyal yang terukur pada kedua operator juga terjaga dengan baik di Jl. Kebangkitan Nasional, dengan nilai RSRQ -12 dB untuk Telkomsel dan -11 dB untuk XL, yang juga masuk kategori "Fair". Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa, meskipun menggunakan pita frekuensi yang berbeda, kedua operator berhasil menjaga kualitas sinyal yang memadai untuk pemrosesan data, dengan tingkat interferensi yang dapat ditoleransi di sebagian besar area yang diteliti.



Gambar 7. (a) & (c) Hasil & lokasi pengukuran TSEL di Jl. Slamet Riyadi, (b) & (d) Hasil & lokasi pengukuran XL di Jl. Slamet Riyadi



Gambar 8. (a) & (c) Hasil & lokasi pengukuran TSEL di Jl. Ronggowarsito, (b) & (d) Hasil & lokasi pengukuran XL di Jl. Ronggowarsito



Gambar 9. (a) & (c) Hasil & lokasi pengukuran TSEL di Jl. Jend. Sudirman, (b) & (d) Hasil & lokasi pengukuran XL di Jl. Jend. Sudirman



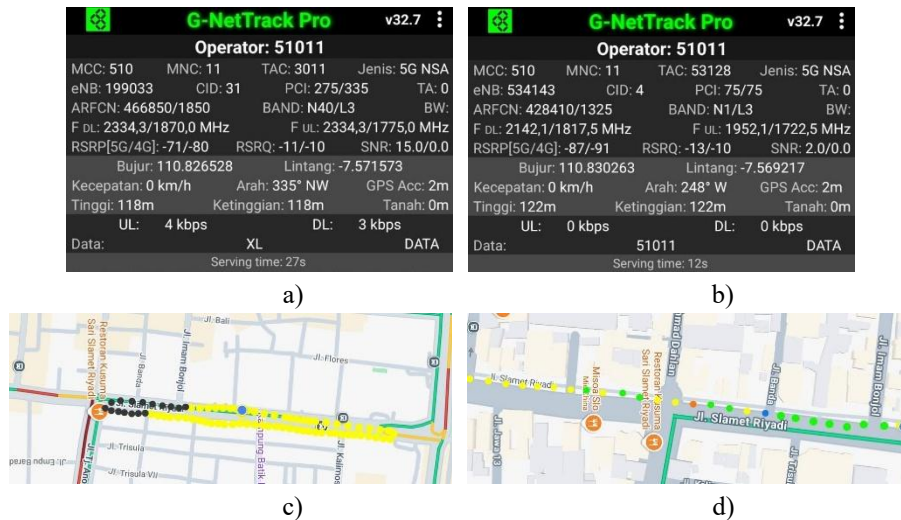
Gambar 10. (a) & (c) Hasil & lokasi pengukuran TSEL di Jl. Kebangkitan Nasional, (b) & (d) Hasil & lokasi pengukuran XL di Jl. Kebangkitan Nasional

3) Hasil Parameter SINR (Signal to Interference plus Noise Ratio)

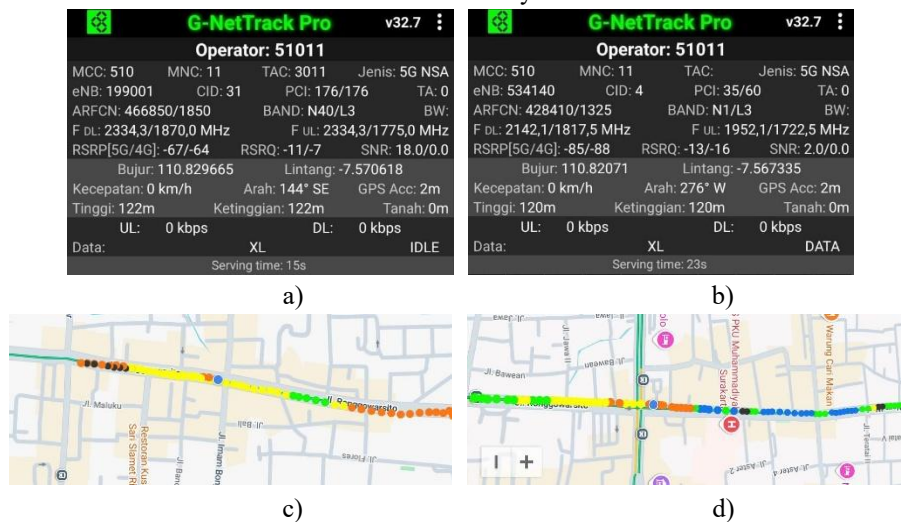
TABEL IV.
HASIL PENGUKURAN SINR DI TIAP LOKASI

Lokasi Penelitian	SINR (dB)			
	Keterangan (dB)		Keterangan	
	TSEL 2300 MHz	XL 2100 MHz	TSEL	XL
Jl. Slamet Riyadi	15.0	2.0	Fair	Bad
Jl. Ronggowarsito	18.0	2.0	Fair	Bad
Jl. Jend. Sudirman	10.0	16.0	Fair	Fair
Jl. Kebangkitan Nasional	3.0	9.0	Bad	Fair

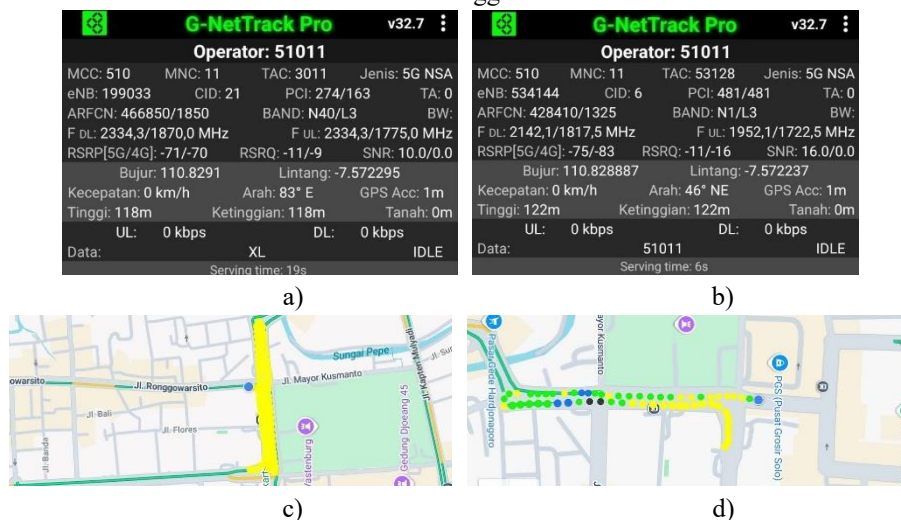
Berdasarkan data SINR (*Signal to Interference plus Noise Ratio*), performa Telkomsel dan XL di empat lokasi penelitian menunjukkan variasi yang signifikan. Telkomsel, yang menggunakan frekuensi 2300 MHz, menunjukkan nilai SINR yang cukup baik di Jl. Slamet Riyadi (15.0 dB) dan Jl. Ronggowarsito (18.0 dB), keduanya dikategorikan "*Fair*". Namun, performa Telkomsel menurun di Jl. Jend. Sudirman menjadi 10.0 dB, yang tetap berada di kategori "*Fair*", dan anjlok ke 3.0 dB di Jl. Kebangkitan Nasional, yang dikategorikan sebagai "*Bad*". Sementara itu, XL, yang beroperasi pada frekuensi 2100 MHz, memulai dengan nilai SINR yang rendah di Jl. Slamet Riyadi dan Jl. Ronggowarsito, dengan nilai 2.0 dB yang dikategorikan "*Bad*". Namun, XL menunjukkan peningkatan drastis di Jl. Jend. Sudirman dengan nilai 16.0 dB ("*Fair*") dan tetap konsisten di Jl. Kebangkitan Nasional dengan nilai 9.0 dB ("*Fair*"). Perbedaan frekuensi ini dapat memengaruhi bagaimana sinyal berinteraksi dengan lingkungan sekitar, sehingga menghasilkan kualitas sinyal yang bervariasi. Secara keseluruhan, Telkomsel lebih unggul di dua lokasi pertama, sementara XL justru menunjukkan performa yang lebih baik di dua lokasi berikutnya.



Gambar 11. (a) & (c) Hasil & lokasi pengukuran TSEL di Jl. Slamet Riyadi, (b) & (d) Hasil & lokasi pengukuran XL di Jl. Slamet Riyadi



Gambar 12. (a) & (c) Hasil & lokasi pengukuran TSEL di Jl. Ronggowarsito, (b) & (d) Hasil & lokasi pengukuran XL di Jl. Ronggowarsito



Gambar 13. (a) & (c) Hasil & lokasi pengukuran TSEL di Jl. Jend. Sudirman, (b) & (d) Hasil & lokasi pengukuran XL di Jl. Jend. Sudirman



Gambar 14. (a) & (c) Hasil & lokasi pengukuran TSEL di Jl. Kebangkitan Nasional (b) & (d) Hasil & lokasi pengukuran XL di Jl. Kebangkitan Nasional

B. Pembahasan

Performa jaringan 5G Telkomsel (frekuensi 2300 MHz) dan XL (frekuensi 2100 MHz) di Surakarta memiliki keunggulan masing-masing. Tidak ada satu pun dari mereka yang lebih unggul secara keseluruhan. Analisis terhadap performa sinyal menunjukkan bahwa kekuatan sinyal (RSRP) Telkomsel sangat baik, dengan nilai terkuatnya mencapai -67 dBm, menandakan jangkauan dan kekuatan yang kuat. Performa RSRP XL juga cukup kompetitif dan stabil. Namun, kualitas sinyal berbeda ketika dilihat dari parameter SINR. Meskipun Telkomsel unggul dalam RSRP, kualitas sinyalnya (SINR) menurun drastis di area dengan interferensi tinggi, seperti di Jl. Kebangkitan Nasional. Di sisi lain, XL yang kualitas sinyalnya buruk di beberapa tempat, justru mengalami peningkatan tajam di Jl. Jend. Sudirman. Variasi ini membuktikan bahwa frekuensi 2100 MHz dan 2300 MHz memiliki perbedaan performa yang signifikan. SINR menjadi indikator utama kualitas pengalaman pengguna yang sangat dipengaruhi oleh gangguan sinyal dan kondisi geografis. Oleh karena itu, evaluasi kualitas jaringan tidak cukup hanya mengandalkan satu parameter seperti RSRP, melainkan harus menganalisis secara komprehensif RSRP, RSRQ, dan SINR untuk mendapatkan gambaran yang akurat mengenai performa jaringan di lapangan.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa kualitas sinyal 5G di Surakarta sangat dipengaruhi oleh lokasi, dengan operator XL dan Telkomsel yang menggunakan frekuensi 2100 MHz dan 2300 MHz menunjukkan performa yang beragam. Penelitian ini menemukan bahwa Telkomsel memiliki keunggulan pada kekuatan sinyal RSRP nya rentan terhadap degradasi di area padat, menandakan bahwa meskipun sinyal kuat, kualitas koneksi dapat terpengaruh oleh interferensi. Di sisi lain, XL menunjukkan fluktuasi SINR yang signifikan, membuktikan bahwa performa pada frekuensi 2100 MHz sangat sensitif terhadap kondisi lingkungan mikro. Sementara itu, parameter RSRQ (*Reference Signal Received Quality*), yang mengukur kualitas sinyal dengan membandingkan kekuatan sinyal yang diterima dengan total daya yang ada, secara konsisten menunjukkan hasil "Fair" untuk kedua operator, meskipun fluktuasi pada RSRP dan SINR menegaskan bahwa evaluasi jaringan 5G harus komprehensif.

Untuk melengkapi dan memperkaya analisis ini, penelitian selanjutnya sangat disarankan untuk berfokus pada evaluasi Kualitas Pengalaman (QoE) yang lebih holistik, bukan hanya kualitas jaringan teknis (QoS). Hal ini dapat dicapai dengan memperluas metrik pengukuran untuk menyertakan *throughput* (kecepatan unduh dan unggah), *ping/jitter* (latensi dan variasinya), dan *packet loss* (kehilangan paket data). Dengan mengukur parameter XL ini, penelitian dapat memberikan gambaran yang lebih akurat tentang bagaimana frekuensi 2100 MHz dan 2300 MHz memengaruhi pengalaman pengguna. Selain itu, perbandingan performa spesifik kedua frekuensi di berbagai kondisi lingkungan seperti di area perkotaan yang padat dan area terbuka, dan akan sangat berharga untuk memberikan rekomendasi yang lebih terperinci bagi operator dalam mengoptimalkan penempatan menara dan perencanaan jaringan 5G di masa depan.

REFERENSI

- [1.] F Farida, A Yunianto. Analisis Performansi Jaringan 4G Operator Telkomsel di Kota Tanjungpinang Menggunakan Metode *Drive test*. Jurnal Sustainable: Jurnal Hasil Penelitian dan Industri Terapan. 2020; 09(01): 1-7.
- [2.] R Putra, Rd. Saedudin, M Fathinuddin. Analisis Performansi Jaringan 4g Lte Dengan Metode *Drive test* Pada Gedung Xyz. JIPI (Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika. 2024; 9(2): 548-557.
- [3.] Saedudin, M Andika. Analisis Kualitas Jaringan 4G Di Pulau Mantang Dengan Metode *Drive test*. Tanjungpinang & Universitas Maritim Raja Ali Haji; 2023.
- [4.] Erhr H Nugraha, Rd. Saedudin, M Fathinuddin. Analisis Performansi Jaringan 4G LTE Dengan Metode *Drive test* Pada Gedung Tokong NanasTelkom University. KESATRIA: Jurnal Penerapan Sistem Informasi (Komputer & Manajemen). 2023; 4(4): 866-877.
- [5.] Y Muna, A Priyanto, D Puryono. Evaluasi Perbandingan Mutu Jaringan 4g Lte Antara Penyedia Layanan Telkomsel Dan Indosat Ooredoo Di Kota Pati. Soscied. 2023; 6(2): 521-530.
- [6.] E Gunawan, W Cahyadi, A Eska, D Herdiyanto, M Laagu. Analisis Kualitas Jaringan 5g Pada *Provider* Xl Menggunakan Metode *Drive test*. Jurnal Arus Elektro Indonesia (JAEI). 2023; 10(01): 17-24.
- [7.] M Syarif. Analisis PerformansiKualitas Jaringan 5G Dengan Frekuensi 2300 MHZ Di Kota Makasar. Makasar & Universitas Fajar Makasar; 2023.
- [8.] R Farras, A Yuhaneef, M Pamungkas. Analisa Qos Jaringan 4g Lte Operator Telkomsel Dan Xl Di Painan. Jurnal Multidisiplin Teknik, Sains, Pendidikan dan Teknologi. 2025; 2(1): 35-42.
- [9.] A Akram, F Melvandino, W Bragaswara, H Ramza. Analisis kinerja jaringan 4g Lte menggunakan metode *Drive test* Di Kelurahan Kampung Rambutan, Jakarta Timur. JITET (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan). 2023; 11(3): 409-419.
- [10.] W Setyawan, F Imansyah, J Marpaung, R Yacoub. Analisis Performansi Jaringan 4g Lte Operator *Hutchison 3* Di Rumah Sakit Umum Universitas Tanjungpura Pontianak. Journal of Electrical Engineering, Energy, and Information Technology. 2021; 9(1): 1-10.
- [11.] A Pratama, Widyasmoro, A Nazilah. Analisis Performansi Jaringan *Indoor* 4g Lte Di Gedung Admisi Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Jurnal Syntax Transformation. 2022; 3(6): 861-876.
- [12.] R Anwar. Analisis Performa Jaringan 5g Di Banjarmasin Dalam Konteks Internet Of Things (Iot). Jurnal Teknologi dan Inovasi Digital. 2025; 1(1): 10-17.
- [13.] M Raksawardhana. Analisis RSRP Dan SINR Pada Jaringan 4g Dan 5g Dengan Menggunakan Metode *Drive test* Di Kota Tangerang Selatan. Universitas Sultan Ageng Tirtayasa; 2023.
- [14.] F Putra, M Riski, M Yahya, M Ramadhan. Mengenal Teknologi Jaringan Nirkabel Terbaru Teknologi 5G. Jurnal Sistim Informasi dan Teknologi. 2023; 5(2): 167-174.
- [15.] R Dhewy. Pelatihan Analisis Data Kuantitatifuntuk Penulisan Karya Ilmiah Mahasiswa. Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat. 2022; 2(3): 4575-4578.
- [16.] D Haryani. Kajian Faktor-Faktor Demografi Dan Non Demografi Terhadap Kepadatan Penduduk Di Kota Surakarta Tahun 2020. Surakarta & Universitas Muhammadiyah Surakarta; 2023.