

Analisis Perbandingan Performa Jaringan 4G LTE pada Provider Tri dan Smartfren

Harjuni Haeruddin^a, Ramdan Satra^b, Syahrul Mubarak Abdullah^c

Universitas Muslim Indonesia, Makassar, Indonesia

^aharjunihhaeruddin98@gmail.com, ^bramdan@umi.ac.id, ^csyahrul.mubarak@umi.ac.id

Received: xx xx xxxx | Revised: xx xx xxxx | Accepted: xx xx xxxx | Published: xx xx xxxx

Abstrak

Mengingat banyaknya harapan masyarakat terhadap kualitas jaringan, perusahaan telekomunikasi memanfaatkan peluang ini dengan membangun penyedia layanan internet yang lebih cepat melalui penggunaan jaringan 4G. Di Desa Rijang Panua sendiri sudah terdapat beberapa *provider* yang menyediakan jaringan 4G LTE. Diantara beberapa *provider*, banyak masyarakat yang menggunakan *provider* Tri karena harga yang ditawarkan *provider* Tri cukup murah. Akan tetapi jaringan Tri sering dikeluhkan oleh masyarakat karena jaringan yang sering lambat bahkan hilang, hal ini tentu bisa mempengaruhi aktivitas masyarakat. Karena itulah peneliti ingin membandingkan kecepatan jaringan *provider* Tri dan Smartfren. Hal ini dikarenakan smartfren yang juga menawarkan paket data dengan harga yang cukup murah tetapi kurangnya masyarakat yang menggunakan. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan nilai perbandingan kecepatan jaringan berdasarkan parameter RSRP, RSRQ, SNR dan RSSI untuk membandingkan performa kecepatan jaringan dari kedua *provider*. Untuk mengumpulkan data kecepatan jaringan dari kedua *provider* digunakan metode *drive test* menggunakan aplikasi G-Net Track Pro. Dari hasil perhitungan yang dilakukan pada *provider* Tri dan Smartfren didapatkan nilai parameter RSRP dari *provider* Smartfren lebih tinggi daripada Tri dengan nilai -85.7918 dBm dengan kategori baik, nilai RSRQ *provider* Tri lebih tinggi dengan nilai -8 dB dengan kategori sangat baik, untuk RSSI dari *provider* Smartfren lebih tinggi dengan nilai -55 dBm dengan kategori sangat baik, dan untuk SNR dari kedua *provider* memiliki nilai yang sama yaitu 6 dB dengan kategori baik.

Kata kunci: *Drive test*, 4G LTE, G-Net Track Pro, Tri, Smartfren.

Pendahuluan

Teknologi informasi sekarang ini mengalami perkembangan yang sangat pesat, contohnya pada telekomunikasi seluler. Telekomunikasi seluler memudahkan manusia untuk saling berkomunikasi dan menerima ataupun mengirimkan sebuah informasi secara cepat dan efisien. Teknologi komunikasi seluler merupakan inovasi yang memfasilitasi pertukaran informasi tanpa batasan geografis. Pengguna sistem ini dapat berkomunikasi di berbagai lokasi selama mereka berada dalam jangkauan layanan penyedia telekomunikasi [1]. Pengguna komunikasi seluler saat ini sudah mencakup hampir semua kalangan mulai dari anak-anak, remaja, maupun orang dewasa. Pemanfaatan internet yang semakin meluas telah membawadampak yang signifikan pada berbagai aspek kehidupan masyarakat. Internet telah menjadi suatu hal yang vital, membuka berbagai peluang dan memberikan akses informasi yang sebelumnya tidak pernah tersedia [2]. Seluruh informasi yang diperlukan kini dapat diperoleh melalui internet. Berbagai lokasi seperti sekolah, kafe, kampus, mal, dan tempat umum lainnya menyediakan akses internet bagi mereka yang ingin menggunakannya [3].

Bertambahnya jumlah pengguna internet di Indonesia setiap tahunnya mendorong persaingan sengit diantara penyedia layanan internet yang berlomba-lomba menawarkan paket internet yang menarik bagi konsumen [4]. Pada tahun 2014, beberapa penyedia layanan seperti Telkomsel, XL Axiata, dan Indosat Ooredoo memperkenalkan teknologi *Long Term Evolution* (4G LTE) di Indonesia sebagai pengganti teknologi 2G dan 3G yang sebelumnya telah digunakan [5]. Pada penelitian ini dibahas konfigurasi *video conference* pada jaringan 4G. Parameter yang diamati pada penelitian ini merupakan *throughput*, *packet loss*, *delay* dan *jitter*. Kualitas layanan yang didapatkan dengan membandingkan hasil pengamatan dengan hasil simulasi. Dari hasil pengamatan didapat nilai untuk pengukuran QoS dengan nilai untuk *provider* Telkomsel dengan nilai indeks QoS yaitu 3,75 dengan kategori Memuaskan, Tri dengan nilai indeks QoS yaitu 3,00 dengan kategori Memuaskan dan XL dengan nilai indeks QoS yaitu 3.75 dengan kategori Memuaskan [6]. Hampir setiap saat, masyarakat memanfaatkan internet dalam berbagai aktivitas, termasuk dalam bidang pendidikan, dunia bisnis, dan saat ini terutama populer di bidang transportasi online [7]. Layanan jaringan yang andal dan berkualitas merupakan faktor krusial bagi pengguna. Khususnya, jaringan 4G LTE telah menjadi tulang punggung bagi layanan data yang cepat dan efisien. Permintaan akan layanan data seluler terus meningkat seiring dengan

kebutuhan pengguna akan akses internet yang cepat dan handal. Mengingat banyaknya harapan masyarakat terhadap kualitas jaringan, perusahaan telekomunikasi memanfaatkan peluang ini dengan membangun penyedia layanan internet yang lebih cepat melalui penggunaan jaringan 4G [8].

Saat ini perkembangan jaringan 4G LTE sudah mencakup banyak daerah di Indonesia. Salah satunya di Kabupaten Sidenreng Rappang khususnya di Desa Rijang Panua. Di Desa Rijang Panua sudah ada jaringan 4G LTE dari beberapa *provider* yang bisa digunakan oleh masyarakat. Dari beberapa *provider* yang ada, banyak masyarakat menggunakan *provider* Tri untuk terhubung ke jaringan internet. Hal ini dikarenakan harga yang ditawarkan dari *provider* Tri terbilang cukup murah dengan jaringan yang cukup cepat. Akan tetapi, jaringan dari *provider* Tri banyak dikeluhkan oleh masyarakat karena sering mengalami masalah kecepatan jaringan menjadi sangat lambat, bahkan tidak ada sinyal sama sekali. Hal ini tentu dapat menghambat pekerjaan dan aktivitas masyarakat yang membutuhkan jaringan untuk menunjang aktivitas dan pekerjaannya. Contohnya beberapa pelaku Usaha Mikro Kecil Menengah (UMKM) yang menjajakan usahanya di beberapa platform sosial media yang membutuhkan jaringan internet.

Berdasarkan permasalahan yang ada, peneliti ingin membandingkan performa jaringan *provider* Tri dari segi kecepatan jaringannya dengan salah satu *provider* yang juga ada di Desa Rijang Panua yaitu *provider* Smartfren. Hal ini dikarenakan smartfren yang juga menawarkan paket data dengan harga yang cukup murah tetapi kurangnya masyarakat yang menggunakan. Untuk mengumpulkan data mengenai kecepatan jaringan dari kedua *provider*, maka digunakan metode drive test. Penelitian sebelumnya yaitu Analisis perbandingan kinerja jaringan 4G LTE antara *provider* Smartfren dan Indosat Ooredoo di wilayah Kota Lhokseumawe [9], penelitian ini menghasilkan data dimana *provider* Smartfren lebih baik dibanding dengan *provider* Indosat Ooredoo. Penelitian selanjutnya Analisis Perbandingan Kualitas Sinyal Pada Beberapa *Provider* [1], dan hasilnya kelayakan jaringan belum stabil karena beberapa rute di sekitar daerah UIN Suska Riau ada daerah yang kualitas sinyalnya lemah dan ada juga yang kualitas sinyalnya kuat yang disebabkan oleh arah antena, tinggi antena, daya pemancaran, *missing neighbor*, dan lokasi *Base Transceiver Station* (BTS). Dan juga penelitian Analisis Pengukuran Kualitas Layanan Pada jaringan 4G [10], dimana dihasilkan data parameter yang diambil pada pagi dan sore hari, pada pagi hari hasil yang didapat lebih bagus dari pada saat sore hari, dan dari percobaan yang dilakukan dari data *download*, *upload*, yang diambil pagi dan sore hari, pada pagi hari hasil yang di dapat lebih di bagus dibandingkan pada sore hari.

Berdasarkan permasalahan tersebut maka peneliti melakukan perbandingan performa jaringan 4G LTE pada *provider* Tri dan Smartfren menggunakan metode *drive test*. Dengan dilakukannya penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan tentang kualitas layanan yang mereka tawarkan dengan memberikan informasi yang jelas untuk membuat keputusan yang lebih baik saat memilih penyedia layanan. Selain itu, untuk penyedia layanan, analisis ini dapat menjadi dasar untuk meningkatkan infrastruktur mereka guna memberikan layanan yang lebih baik kepada pelanggan

Metode

A. Drive Test

Drive test merupakan metode yang dilakukan untuk mengumpulkan data kekuatan sinyal dengan mengumpulkan informasi jaringan radio frekuensi secara langsung dilapangan. Metode Drive Test dilakukan dengan cara terjun langsung kelapangan secara real kemudian melakukan pengukuran pada titik area pengukuran dengan bantuan aplikasi pengukur jaringan [11]. Adapun beberapa parameter yang digunakan dalam *drive test* pada jaringan 4G LTE yaitu :

1. Reference Signal Received Power (RSRP)

RSRP pada drive test dapat bervariasi antara provider satu dengan yang lainnya, namun umumnya nilai RSRP yang dianggap baik merupakan diatas -100 dBm. Semakin jauh perangkat penerima dari stasiun basis (base station), semakin menurun nilai RSRP yang terukur. Oleh karena itu, pengukuran RSRP pada drive test perlu dilakukan pada berbagai lokasi di sekitar daerah yang diteliti untuk memastikan kualitas sinyal yang diterima [12]. Rumus perhitungan RSRP dapat dilihat pada Persamaan 1.

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

RSSI : Indikator kekuatan sinyal

N : Jumlah *resource block*

Untuk standar nilai dari RSRP dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Standar nilai RSRP

Kategori	Range Nilai
Sangat baik	-80 dBm
Baik	$\leq -90 \text{ dBm}$ x $< (-80 \text{ dBm})$
Normal	$\leq -100 \text{ dBm}$ x $< (-90 \text{ dBm})$
Buruk	$\leq -120 \text{ dBm}$ x $< (-100 \text{ dBm})$
Sangat Buruk	$< -120 \text{ dBm}$

2. Reference Signal Received Quality (RSRQ)

RSRQ merupakan indikator kualitas jaringan khusus *cell* atau yang diterima oleh *user*, dipengaruhi oleh *noise* dan *interference*. Sama seperti pengukuran RSRP, metrik ini digunakan terutama untuk memberikan peringkat di antara *cell* kandidat yang berbeda berdasarkan kualitas sinyalnya [13].

Rumus perhitungan nilai RSRQ dapat dilihat pada Persamaan 2.

$$RSRQ = 10 * \text{Log } 10 (N) + RSRP - RSSI \quad (2)$$

RSRP : level sinyal yang diterima *user*

N : jumlah *resource block*

RSSI : sinyal daya yang diterima *user*

Untuk standar nilai dari RSRQ dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Standar nilai RSRQ

Kategori	Range Nilai
Sangat baik	$> -10 \text{ dB}$
Baik	-10 dB sampai -15 dB
Normal	-15 dB sampai -20 dB
Buruk	$< -20 \text{ dB}$

3. Received Signal Strength Indication (RSSI)

RSSI merupakan indikator kekuatan sinyal yang diterima oleh pengguna dalam suatu rentang frekuensi tertentu yang mencakup *noise* dan *interference*. RSSI sering disebut sebagai signal level [9]. Rumus perhitungan RSSI dapat dilihat pada Persamaan 3.

$$RSSI = 10 * \text{Log}_{10} (\text{Power Ratio}) \quad (3)$$

Power ratio : Perbandingan antara kekuatan sinyal yang diterima dengan referensi tertentu

Untuk standar nilai dari RSSI dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Standar nilai RSSI

Kategori	Range Nilai
Sangat baik	$> -70 \text{ dBm}$
Baik	-70 dBm sampai -85 dBm
Normal	-85 dBm sampai -100 dBm

Buruk	≤ -100 dBm
-------	-----------------

4. *Signal to Noise Ratio* (SNR)

SNR merupakan perbandingan antara kekuatan sinyal dengan kekuatan derau atau biasa disebut dengan *noise level* [14]. Rumus perhitungan SNR dapat dilihat pada Persamaan 4.

$$SNR = 10 \cdot \log_{10} \frac{S}{N} \quad (4)$$

S = Kuat sinyal

N = *Power noise*

I = *Power interference*

Untuk standar nilai dari SNR dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Standar nilai SNR

Kategori	Range Nilai
Sangat baik	16 dB sampai 30 dB
Baik	1 dB sampai 15 dB
Normal	0 dB sampai -5 dB
Buruk	-6 dB sampai -11 dB
Sangat buruk	-12 dB sampai ≤ -20 dB

B. Alat dan Teknologi Yang Digunakan

Penelitian dilakukan menggunakan *Smartphone* dengan sistem operasi android dan *software* G-NetTrack Pro yang sudah terinstal di *smartphone*. Dan dalam penelitian ini menggunakan 2 buah *sim card* dari *provider* Tri dan Smartfren.

C. Metode Pengumpulan Data

Dalam makalah ini proses pengumpulan data dilakukan dengan cara observasi. Observasi dilakukan di Desa Rijang Panua, Kecamatan Kulo, Kabupaten Sidenreng Rappang dengan turun langsung ke lapangan untuk mengumpulkan data dengan metode *drive test*.

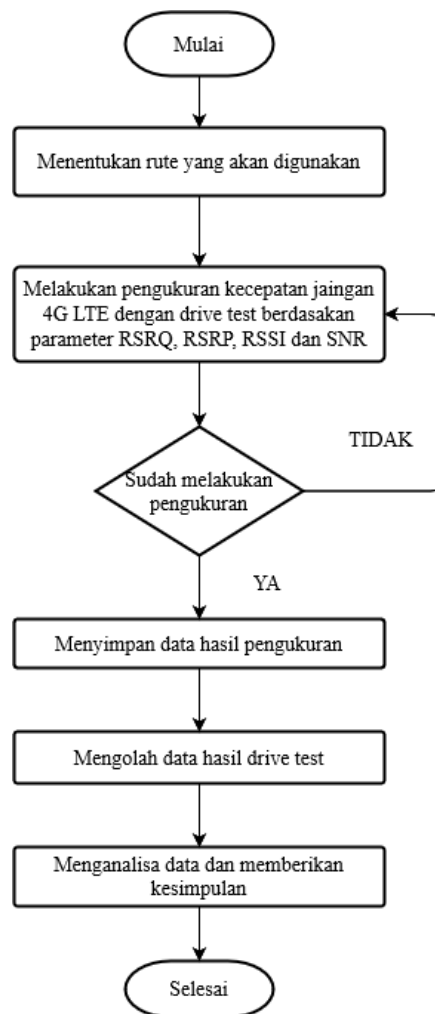
D. Implementasi Data

Data hasil *drive test* yang sudah ada, dilakukan pengolahan dan menganalisa untuk mendapatkan perbandingan kecepatan jaringan dari kedua *provider*.

Perancangan

1. Dalam penelitian ini dimulai dengan menentukan rute terlebih dahulu yang akan dilalui saat melakukan pengumpulan data dengan *drive test* dan juga *provider* yang akan diukur kecepatan jaringannya.
2. Melakukan pengukuran dengan *drive test* menggunakan *software* G-Net Track Pro untuk mengetahui nilai dari parameter RSRQ, RSRP, RSSI, dan SNR yang merupakan parameter dari jaringan 4G.
3. Data hasil pengukuran yang diperoleh dari G-Net Track Pro disimpan dan dikumpulkan untuk selanjutnya dilakukan pengolahan data.
4. Informasi yang didapatkan dari hasil *drive test* menggunakan aplikasi G-Net Track Pro dilakukan proses pengolahan untuk mendapatkan nilai parameter dari kedua *provider* Tri dan Smartfren.

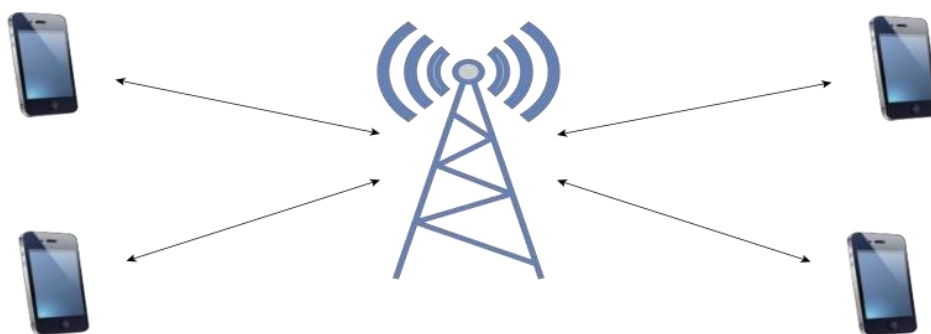
Hasil nilai parameter RSRQ, RSRP, RSSI, dan SNR dari *provider* Tri dan Smartfren dilakukan analisis untuk membandingkan kecepatan jaringan dari kedua *provider* tersebut berdasarkan standar nilai dari parameter. Flowchart perancangan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Flowchart Perancangan

Pemodelan

Pada tahap pemodelan penelitian ini menggunakan topologi jaringan star seperti pada Gambar 2.

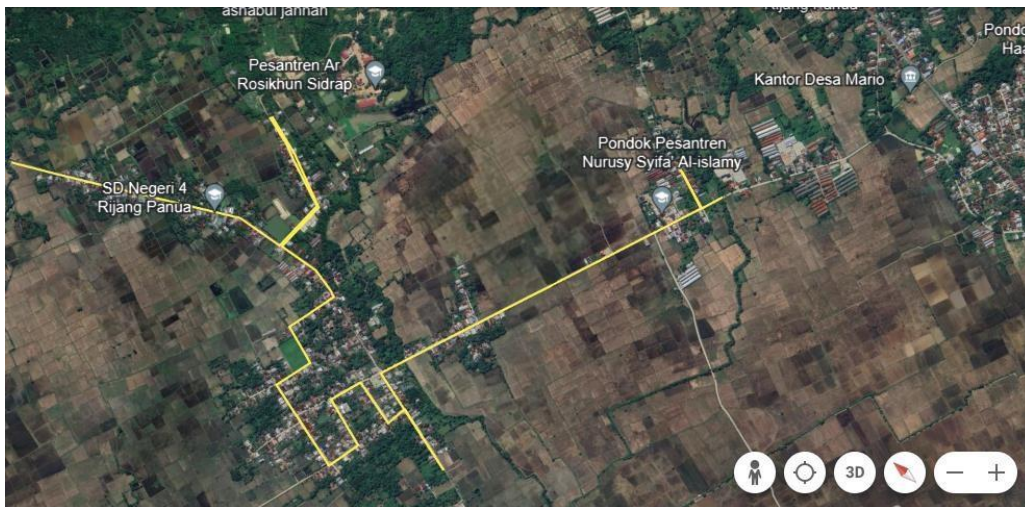


Gambar 2. Topologi Jaringan

Gambar 2 merupakan gambaran topologi jaringan dimana BTS sebagai pemancar dan penerima sinyal sehingga penyedia layanan atau *provider* dapat terkoneksi dengan penggunaanya dan *smartphone* sebagai penerima sinyal dari BTS [15].

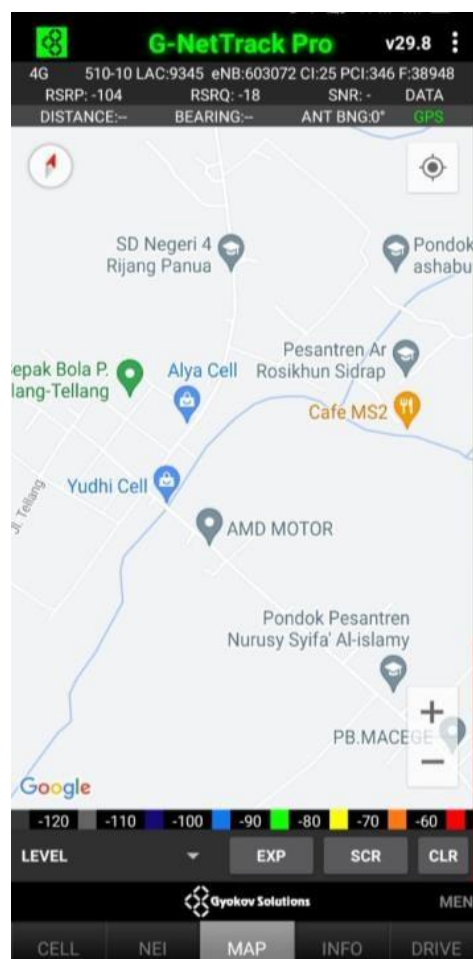
Sebelum melakukan *drive test*, terlebih dahulu ditentukan rute mana yang akan dilalui. Pada Gambar3, rute yang akan dilalui ditandai dengan garis yang berwarna kuning, dimana rute *drive test* ini kita mulai dari Jl. Poros Kulo yang berbatasan dengan Desa Kulo, kemudian ke Jl. Perkuburan, Jl. Latenratu, Jl. Lapangan, Jl. Mangga, Jl. Pu Landawi, Jl. KUD, Jl. A. Noni, Jl. Madrasah, Jl. Bacocilaleng dan kemudian ke Jl. Poros Kulo

ke arah Macege yang berbatasan dengan Desa Mario.



Gambar 3. Peta rute pengukuran *drive test*

Gambar 4 akan menampilkan rute yang kita lalui saat melakukan *drive test*. Dalam menu ini pada pengukuran level sinyal terdapat beberapa warna yang terdiri dari warna merah, jingga, kuning, hijau, biru muda, biru tua, abu-abu, dan hitam. Warna tersebut merupakan indikator level kekuatan sinyal yang akan tergambar pada peta rute yang sudah dilalui. Dimana sinyal yang terkuat akan ditandai dengan urutan indikator warna merah sampai warna hitam dengan kekuatan sinyal terlemah.



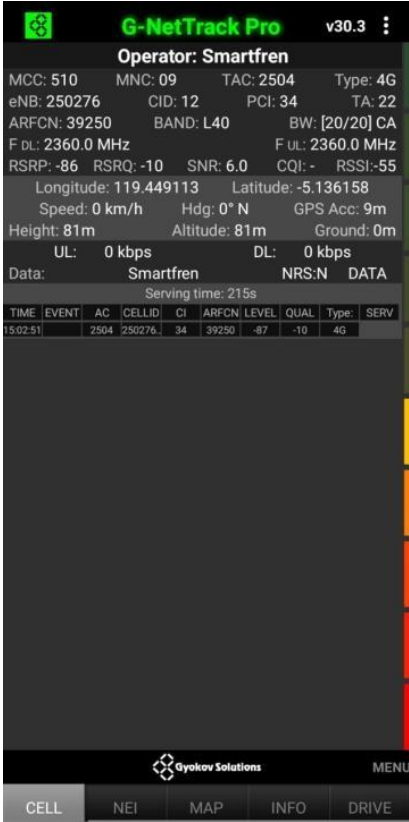
Gambar 4. Tampilan map G-Net Track Pro

Gambar 5 merupakan menu yang menampilkan nilai dari parameter pada *provider* Tri. Daripengukuran dihasilkan nilai parameter RSRP -111 dBm, RSRQ -7 dB, SNR -6 dB dan RSSI -83 dBm.



Gambar 5. Pengukuran pada *provider* Tri

Gambar 6 merupakan menu yang menampilkan nilai dari beberapa parameter pada *provider* Smartfren. Dari pengukuran dihasilkan nilai parameter RSRP -86 dBm, RSRQ -10 dB, SNR 6 dB dan RSSI -55 dBm.



Gambar 6. Pengukuran pada *provider* Smartfren

Berikut ini perhitungan nilai RSRQ, RSRP, RSSI, dan SNR dari provider Tri dan Smartfren berdasarkan data pada Gambar 5 dan Gambar 6.

1. RSRP

- *Provider Tri*

$$\begin{aligned}\text{RSRP} &= \text{RSSI} - 10 * \log(12 * N) \\ &= -83 - 10 * \log(12 * 100) \\ &= -113.793 \text{ dBm}\end{aligned}$$

- *Provider Smartfren*

$$\begin{aligned}\text{RSRP} &= \text{RSSI} - 10 * \log(12 * N) \\ &= -55 - 10 * \log(12 * 100) \\ &= -85.7918 \text{ dBm}\end{aligned}$$

2. RSRQ

- *Provider Tri*

$$\begin{aligned}\text{RSRQ} &= 10 * \log_{10}(N) + \text{RSRP} - \text{RSSI} \\ &= 10 * \log_{10}(100) + (-111) - (-83) \\ &= -8 \text{ dB}\end{aligned}$$

- *Provider Smartfren*

$$\begin{aligned}\text{RSRQ} &= 10 * \log_{10}(N) + \text{RSRP} - \text{RSSI} \\ &= 10 * \log_{10}(100) + (86) - (-55) \\ &= -11 \text{ dB}\end{aligned}$$

3. RSSI

- *Provider Tri*

$$\begin{aligned}\text{RSSI} &= 10 * \log_{10} \left(\frac{\text{Kekuatan Sinyal(mW)}}{\text{Referensi(mW)}} \right) \\ &= 10 * \log_{10} \left(\frac{0.0000000050118723}{1} \right) \\ &= -83 \text{ dBm}\end{aligned}$$

- *Provider Smartfren*

$$\begin{aligned}\text{RSSI} &= 10 * \log_{10} \left(\frac{\text{Kekuatan Sinyal(mW)}}{\text{Referensi(mW)}} \right) \\ &= 10 * \log_{10} \left(\frac{0.000031622776602}{1} \right) \\ &= -55 \text{ dBm}\end{aligned}$$

4. SNR

- *Provider Tri*

$$\begin{aligned}\text{SNR} &= 10 * \log_{10} \frac{S}{N} \\ &= 10 * \log_{10} \left(\frac{0.0000000050118723}{1} \right) \\ &= 6 \text{ dB}\end{aligned}$$

- *Provider Smartfren*

$$\begin{aligned}\text{SNR} &= 10 * \log_{10} \frac{S}{N} \\ &= 10 * \log_{10} \frac{0.0000031622776602}{0.0000007943282347} \\ &= 6 \text{ dB}\end{aligned}$$

Hasil perhitungan parameter RSRP, RSRQ, RSSI dan SNR pada *provider* Tri dan Smartfren menggunakan Persamaan 1, Persamaan 2, Persamaan 3 dan Persamaan 4 dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil perhitungan parameter

Provider	RSRP	RSRQ	RSSI	SNR
Tri	-113.793 dBm	-8 dB	-83 dBm	6 dB
Smartfren	-85.7918 dBm	-11 dB	-55 dBm	6 dB

Kesimpulan

Dari hasil perhitungan yang dilakukan pada *provider* Tri dan Smartfren didapatkan nilai parameter RSRP dari *provider* Smartfren lebih tinggi daripada Tri dengan nilai -85.7918 dBm dengan kategori baik, nilai RSRQ *provider* Tri lebih tinggi dengan nilai -8 dB dengan kategori sangat baik, untuk RSSI dari *provider* Smartfren lebih tinggi dengan nilai -55 dBm dengan kategori sangat baik, dan untuk SNR dari kedua *provider* memiliki nilai yang sama yaitu 6 dB dengan kategori baik. Nantinya hasil penelitian ini dapat menjadi salah satu pertimbangan masyarakat dalam memilih *provider* yang akan digunakan. Berdasarkan analisis hasil *drive test*, *provider* penyedia layanan dapat melakukan pengembangan dan perbaikan kualitas jaringan untuk meningkatkan pelayanan kepada masyarakat.

Daftar Pustaka

- [1] Y. Ismemet, S. Sutoyo, T. Purnamirza, dan M. Mulyono, "Analisis perbandingan kualitas sinyal 4G LTE pada beberapa provider," *Intecom: Journal of Information Technology and Computer Science*, vol. 5, no. 1, pp. 28–40, Apr. 2022, doi: 10.31539/intecom.v5i1.3632.
- [2] W. Mohammad dan N. Ryca Maulidiyah, "Pengaruh akses internet terhadap aspek kualitas kehidupan masyarakat Indonesia," *Triwikrama: Jurnal Multidisiplin Ilmu Sosial*, vol. 01, no. 2, pp. 30–45, 2023.
- [3] F. H. I. Pamungkas, R. Satra, dan E. I. Alwi, "Perbandingan manajemen bandwidth menggunakan metode PCQ (Per Connection Queue) dan HTB (Hierarchical Token Bucket)," *Buletin Sistem Informasi dan Teknologi Islam*, vol. 2, no. 3, pp. 187–196, Aug. 2021, doi: 10.33096/busiti.v2i3.888.
- [4] M. I. H. Saputra dan N. Nugraha, "Sistem pendukung keputusan dengan metode Analytical Hierarchy Process (AHP) (Studi kasus: Penentuan Internet Service Provider di lingkungan jaringan rumah)," *Jurnal Ilmiah Teknologi dan Rekayasa*, vol. 25, no. 3, pp. 199–212, Dec. 2020, doi: 10.35760/tr.2020.v25i3.3422.
- [5] A. Akram, F. H. Melvandino, W. Y. Bragaswara, dan H. Ramza, "Analisis kinerja jaringan 4G LTE menggunakan metode drive test di Kelurahan Kampung Rambutan, Jakarta Timur," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 11, no. 3, Aug. 2023, doi: 10.23960/jitet.v11i3.3140.x
- [6] H. S., P. Purnawansyah, and F. Fattah, "Analisis Perbandingan Quality of Service (QoS) Pada Jaringan 4G Terhadap Layanan Video Conference," *Buletin Sistem Informasi dan Teknologi Islam*, vol. 2, no. 2, pp. 78–82, May 2021, doi: 10.33096/busiti.v2i2.751.
- [7] A. Yohanes Kodoatie dan H. Sama, "Studi analisis kecepatan internet Telkomsel di Kota Batam: Studi geografis," Nov. 2020. [Online]. Available: <http://journal.uib.ac.id/index.php/cbsit>.
- [8] A. Fitrah Alyah dan D. Darma Andayani, "Analisis kualitas jaringan 4G menggunakan parameter Quality of Service di Kota Makassar," Mar. 2021.
- [9] M. Yafiz, I. Suandi, dan R. Rachmawati, "Analisis perbandingan kinerja jaringan 4G LTE antara provider Smartfren dan Indosat Ooredoo di wilayah Kota Lhokseumawe," *Jurnal Litek: Jurnal Listrik Telekomunikasi Elektronika*, vol. 17, no. 2, p. 29, Jan. 2021, doi: 10.30811/litek.v17i2.1961.
- [10] I. P. Indra Ullly Widhi Nugraha et al., "Analisis pengukuran kualitas layanan pada jaringan 4G," Mar. 2021.
- [11] Muhammad Harun Ashar dan Dinda, "Analisis performansi jaringan 4G Telkomsel menggunakan metode drive test," *Bulletin of Computer Science Research*, vol. 3, no. 5, pp. 364–371, Aug. 2023, doi: 10.47065/bulletincsr.v3i5.273.
- [12] A. Akram, F. H. Melvandino, W. Y. Bragaswara, dan H. Ramza, "Analisis kinerja jaringan 4G LTE menggunakan metode drive test di Kelurahan Kampung Rambutan, Jakarta Timur," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 11, no. 3, Aug. 2023, doi: 10.23960/jitet.v11i3.3140.
- [13] A. Yuhaneef, S. Aulia, and O. P. Yaseva, "Perbandingan Kualitas Jaringan 4g Lte Antara Tiga Operator Menggunakan Metode Drive Test Di Pantai Pariaman Tengah," *JIKO (Jurnal Informatika dan Komputer)*, vol. 7, no. 2, p. 301, Sep. 2023, doi: 10.26798/jiko.v7i2.886.
- [14] D. Arnaldo, S. Lande, N. Allu, T. Elektro, F. Teknik, and U. Paulus, "Analisis Cakupan Dan Kualitas Sinyal 4g Lte Telkomsel Pada Area Mall Makassar Town Square," 2019.
- [15] I. Rosydi, A. Nugroho, and A. Ambarwati, "Sistem Monitoring BTS Pada Perusahaan Telekomunikasi Seluler Berbasis Aplikasi Mobile," 2022. [Online]. Available: <http://publishing-widyagama.ac.id/ejournal-v2/index.php/jointecs>