

**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Analisis Perbandingan Kualitas Sinyal 4G LTE Pada Beberapa Provider

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi



UIN SUSKA RIAU

Oleh:

YOGI ISMEMET

11655101472

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM

RIAU

PEKANBARU

2022

UIN SUSKA RIAU

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS PERBANDINGAN KUALITAS SINYAL 4G LTE PADA BEBERAPA PROVIDER

TUGAS AKHIR

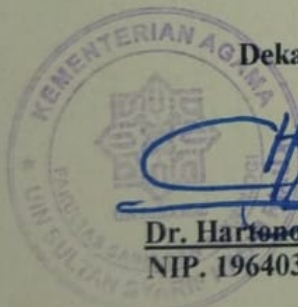
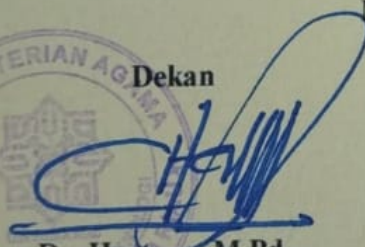
oleh:

YOGI ISMEMET
11655101472

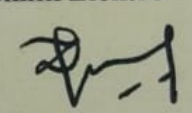
Telah dipertahankan di depan Sidang Dewan Penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau di Pekanbaru, pada tanggal 17 Juni 2022

Pekanbaru, 17 Juni 2022

Mengesahkan,

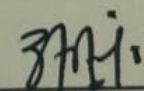
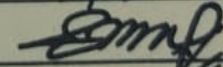
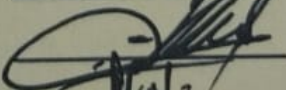
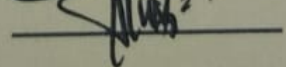

Dekan

Dr. Hartono, M.Pd.
NIP. 19640301 199203 1 003

Ketua Program Studi
Teknik Elektro


Dr. Zulfatri Aini, S.T., M.T.
NIP. 19721021 200604 2 001

DEWAN PENGUJI :

Ketua : Rika Susanti, S.T., M.Eng.
Sekretaris : Sutoyo, S.T., M.T.
Anggota I : Dr. Teddy Purnamirza, S.T., M.Eng.
Anggota II : Mulyono, S.T., M.T.

LEMBAR PERSETUJUAN

ANALISIS PERBANDINGAN KUALITAS SINYAL 4G LTE PADA BEBERAPA PROVIDER

TUGAS AKHIR

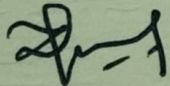
oleh:

YOGI ISMEMET

11655101472


Telah diperiksa dan disetujui sebagai laporan Tugas Akhir Prodi Teknik Elektro
di Pekanbaru, pada tanggal 17 Juni 2022

**Ketua Program
Prodi Teknik Elektro**



Dr. Zulfatri Aini, S.T.,M.T.
NIP. 19721021 200604 2 001

Pembimbing I



Sutovo, S.T.,M.T.
NIP. 19841202 201903 1 004

LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL

Tugas Akhir ini terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau adalah terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta pada penulis. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau ringkasan hanya dapat dilakukan seizin penulis dan harus disertai dengan kebiasaan ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Penggandaan atau penerbitan sebagian atau seluruh Tugas Akhir ini harus memperoleh izin dari Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Perpustakaan yang meminjamkan Tugas Akhir ini untuk anggotanya diharapkan untuk mengisi nama, tanda peminjaman dan tanggal pinjam.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa di dalam Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan oleh saya maupun orang lain untuk keperluan lain dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak memuat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali disebutkan dalam referensi dan di dalam daftar pustaka.

Saya bersedia menerima sanksi jika pernyataan ini tidak sesuai dengan yang sebenarnya.

Pekanbaru 17 Juni 2022
Yang membuat pernyataan



Yogi Ismemet

NIM: 11655101472

UIN SUSKA RIAU

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

ANALISIS PERBANDINGAN KUALITAS SINYAL 4G LTE PADA BEBERAPA PROVIDER

COMPARATIVE ANALYSIS OF 4G LTE SIGNAL QUALITY ON SEVERAL PROVIDERS

Yogi Ismemet¹, Sutoyo², Teddy Purnamirza³, Mulyono⁴

¹²³⁴Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau

yogiismemet@gmail.com

ABSTRACT

4G LTE cellular communication is growing very rapidly, for that we need good network quality to support communication. One method of determining the quality of the 4G LTE signal is to do a drive test. In this study, the Drive test was used to analyze the quality of the multi-provider 4G LTE signal at the measurement location of the UIN Suska Riau campus. The parameters measured were RSRP, RSRQ, SNR and RSSI. The results showed that the best provider was provider E with RSRP 88.3 dBm, RSRQ -12.3 dB, SNR 12.3 dB and RSSI -54.6 dBm. The second is provider A with RSRP -84 dBm, RSRQ -13 dB, SNR 11.3 dB and RSSI -54.3 dBm. The third is provider C with RSRP -88.3 dBm, RSRQ -11.3 dB, SNR 6.6 dB, and RSSI -59.6 dBm. The fourth is provider D with RSRP 101.6 dBm, RSRQ -12 dB, SNR 4.3 dB, and RSSI -68.3 dBm. And the fifth is provider B with RSRP -100.6 dBm, RSRQ -14.3 dB, SNR 1.6 dB, and RSSI 65 dBm.

Keywords : 4G LTE, RSRP, RSRQ, SNR, RSSI

ABSTRAK

Komunikasi seluler 4G LTE berkembang sangat pesat, untuk itu diperlukan kualitas jaringan yang baik dalam mendukung komunikasi. Salah satu metode menentukan kualitas sinyal 4G LTE adalah dengan melakukan drive test. Pada penelitian ini Drive test digunakan untuk menganalisis kualitas sinyal 4G LTE dari beberapa provider di lokasi pengukuran kampus UIN Suska Riau dengan Parameter yang diukur ialah RSRP, RSRQ, SNR dan RSSI. Hasil penelitian menunjukkan bahwa provider yang terbaik adalah provider E dengan RSRP 88,3 dBm, RSRQ -12,3 dB, SNR 12,3 dB dan RSSI -54,6 dBm. Yang kedua provider A dengan RSRP -84 dBm, RSRQ -13 dB, SNR 11,3 dB dan RSSI -54,3 dBm. Yang ketiga provider C dengan RSRP -88,3 dBm, RSRQ -11,3 dB, SNR 6,6 dB, dan RSSI -59,6 dBm. Yang keempat provider D dengan RSRP 101,6 dBm, RSRQ -12 dB, SNR 4,3 dB, dan RSSI -68,3 dBm. Dan yang kelima provider B dengan RSRP -100,6 dBm, RSRQ -14,3 dB, SNR 1,6 dB, dan RSSI 65dBm.

Kata kunci: 4G LTE, RSRP, RSRQ, SNR, RSSI

PENDAHULUAN

Perkembangan sistem komunikasi seluler saat ini mengalami perkembangan yang pesat seiring dengan kemajuan teknologi. Sistem komunikasi seluler merupakan teknologi yang mendukung hubungan komunikasi tanpa batas. Sistem komunikasi seluler ini dapat dilakukan di mana saja apabila pengguna sistem komunikasi seluler berada dalam area cakupan penyedia jasa telekomunikasi (Nasution, dkk., 2018) (Azizah, 2016).

Saat ini penggunaan jaringan komunikasi yang paling banyak

digunakan yaitu 4G LTE (*Long Term Evolution*) dengan kecepatan transfer data mencapai 100 Mbps pada sisi *downlink* dan 50 Mbps pada sisi *uplink*. Di samping mempunyai kecepatan yang tinggi 4G LTE juga memiliki cakupan yang luas. Di Indonesia sendiri pengenalan teknologi jaringan 4G LTE sudah lama dilakukan yaitu pada tahun 2013. Adapun kota yang pertama kali memakai layanan LTE ialah kota Jakarta. Adapun teknologi yang diterapkan adalah *Time Division Duplex* (TDD-LTE) pada frekuensi 2300 MHz

1. (Sutoyo, dkk., 2020),(Paramartha Warsika, dkk., 2019).
 - a. Dalam pengembangan jaringan 4G LTE dibutuhkan pengembangan untuk mencakup ke daerah-daerah seluruh Indonesia salah satunya Riau. Jaringan 4G LTE pertama kali masuk di Riau pada tahun 2016. Adapun provider yang pertama kali menggunakan jaringan 4G Riau adalah Telkomsel dengan frekuensi 1800 MHz. Jaringan 4G LTE Riau ini banyak terdapat khususnya di daerah Pekanbaru, pusat perbelanjaan dan perguruan tinggi salah satunya Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau (Efriyendro & Rahayu., 2017).

Pesatnya perkembangan jaringan komunikasi seluler ini membuat masyarakat khususnya daerah kampus seperti UIN Suska Riau memerlukan kecepatan jaringan yang mendukung transfer data dengan kecepatan tinggi seperti 4G LTE tanpa adanya gangguan. Untuk memperoleh hal tersebut tentu harus digunakan *provider* jaringan dengan kualitas terbaik yang terdapat di sekitar daerah UIN Suska Riau. Mengingat saat ini daerah kampus sangat dibutuhkan kualitas sinyal yang baik karena seluruh aktivitas menggunakan sistem *online* atau biasa disebut dengan *daring*. Jumlah mahasiswa dan mahasiswi UIN Suska Riau pada saat ini berjumlah 27.921 orang dan jumlah dosen tetap dan dosen tidak tetap sebanyak 985 orang (Anonim, n.d.). kualitas sinyal yang baik diperlukan bagi *civitas academica* kampus untuk membantu dalam pekerjaan dan sebagai backup apabila *local area network* tidak dapat digunakan. Oleh karena itu perlu dilakukan analisis jaringan komunikasi seluler terbaik yang terdapat di daerah UIN Suska Riau.

Untuk mengumpulkan dan menganalisis kualitas jaringan pada perguruan tinggi UIN Suska Riau
 - b. Diarangi mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

dibutuhkan sebuah metode untuk mengumpulkan informasi jaringan *provider* terbaik yang terdapat di UIN Suska Riau berdasarkan parameter (RSRP, RSSI, RSRQ dan SNR). Dari hasil pengukuran nanti dapat diketahui kualitas sinyal mana yang paling bagus di kawasan di kampus UIN Suska Riau. Adapun metode yang digunakan ialah *drive test* (Purnamirza, dkk., 2014)(Kusumo, dkk., 2015)(Sugiharto & Alfi, 2018). *Drive test* adalah pengukuran yang dilakukan untuk mendapatkan data dan melakukan optimasi untuk menghasilkan kriteria jaringan yang lebih bagus. Pada pengukuran ini dilakukan secara nyata dan real yang dilakukan di tempat pengukuran. Informasi yang dikumpulkan dalam kondisi aktual dari frekuensi di suatu *eNodeB* (Evalina, dkk., 2021)(Simanjuntak, dkk., 2020). Untuk mempermudah *Drive test* maka dibutuhkan aplikasi untuk mendukung penelitian, aplikasi yang digunakan ialah *G-netTrack pro* yaitu aplikasi untuk memonitor jaringan pada saat melakukan *drive test* yang beroperasi di *handphone*, aplikasi ini juga bisa digunakan di *outdoor* maupun *indoor*. Teknologi yang didukung oleh aplikasi *G-netTrack Pro* ialah GSM, UMTS, CDMA, LTE, EVDO, dan HSDPA(Setyawan, dkk., 2021).

Beberapa penelitian tentang analisa kualitas jaringan telah banyak dilakukan diantaranya “Analisa Perbandingan Kuat Sinyal 4G LTE Antara Operator Telkomsel dan XL Axiata Berdasarkan Parameter *Drive test* Menggunakan Aplikasi *G-NetTrack Pro* Di Area Jalan Protokol Panam” Penelitian ini dilakukan di jalan protokol Panam pada penelitian ini metode yang dilakukan secara *drive test*, menggunakan aplikasi berbasis *android*. Perangkat lunak yang digunakan dalam pengukuran adalah *G-NetTrack Pro*.

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Selain pengukuran sinyal dilakukan juga pembuatan peta *thematic* dan plot BTS hasil saat *drive test*. Dalam pembuatan peta *thematic* digunakan aplikasi *Map Professional 12.0*. Secara keseluruhan untuk daerah Panam operator XL Axiata kualitas kuat sinyal lebih baik dari operator Telkomsel yaitu -6, dan nilai kuat sinyal terbaik untuk operator Telkomsel nilai -62, dan untuk protokol Panam kuat sinyal 4G LTE terbaik yaitu di jalan SM. Amin, sedangkan kuat sinyal terburuk di jalan Air Hitam (Efriyendro & Rahayu, 2017).

Dari untuk pengumpulan data pertama disini peneliti mengumpulkan data mengenai kondisi jaringan di UIN Suska Riau, apakah seluruh area kampus sudah tercover jaringan 4G atau belum? Dari pengumpulan data tersebut didapatkan bahwa seluruh area kampus sudah tercover oleh jaringan 4G, bukti mengenai kondisi ini dapat dilihat dari gambar 3. walaupun sudah tercover jaringan 4G, namun untuk kekuatan jaringan disetiap sudut kampus atau disetiap fakultas yang ada tentu berbeda-beda. Oleh karena itu disini peneliti akan melakukan penelitian menggunakan beberapa provider untuk melihat provider mana yang memiliki performa jaringan terbaik di kawasan kampus UIN Suska Riau.

METODE

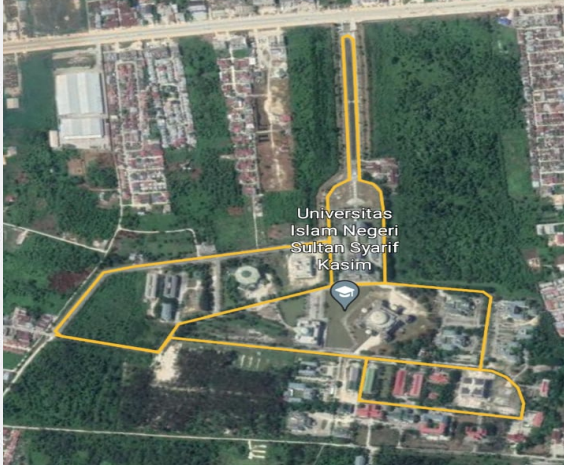
Untuk tahapan metodologi dimulai dari studi *literature* dan diakhiri dengan publikasi, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar *Flowchart* dibawah ini.



Gambar 1. *Flowchart* Penelitian

Penentuan Lokasi Penelitian

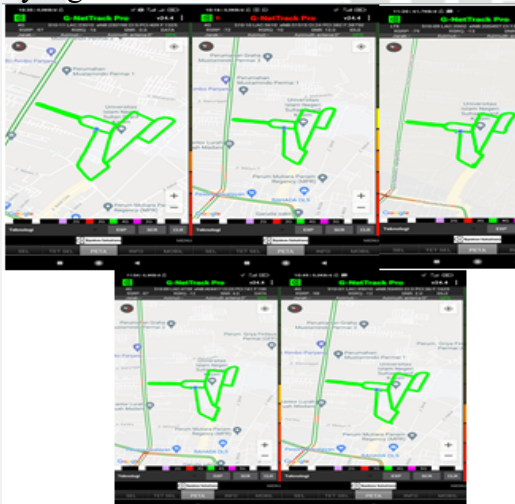
Salah satu bagian terpenting dalam melakukan penelitian adalah menentukan lokasi penelitian. Adapun lokasi penelitian yang diteliti ialah di kawasan kampus UIN Suska Riau. Karena pada penelitian ini menggunakan metode Drive Tes maka pemilihan rute juga sangat diperlukan (Munirman & , Charnia I Rapa, 2018) (Farida & Yuniarto, 2020). Jadi rute penelitian kali ini ialah pada seluruh jalan akses didalam kawasan kampus Uin Suska Riau.



Gambar 2. Rute Penelitian

Skenario Pengukuran

Adapun tujuan dari skenario pengukuran ialah untuk menentukan *provider* apa saja yang jaringannya 4G LTE yang ada di UIN Suska Riau.



Gambar 3. Hasil pengukuran awal

Berdasarkan hasil pengukuran di atas menunjukkan terdapat 5 *provider* yang mempunyai teknologi 4G LTE di UIN Suska Riau, hal ini terlihat dari hasil pengukuran yang ditandai oleh warna yang mengidentifikasi sebagai berikut :

- Putih untuk 1G
- Ungu untuk 2G
- Merah untuk 3G
- Hijau untuk 4G
- Ungu tua untuk 5G

Berdasarkan hasil identifikasi yang dilakukan terhadap hasil pengukuran yang dilakukan dapat

diketahui bahwa disekitaran kampus UIN Suska Riau telah teridentifikasi memiliki kualitas jaringan 4G. Oleh karena itu banyaknya *provider* yang akan saya teliti sebanyak 5 *provider*.

Melakukan pengukuran

Pada tahap ini akan dilakukan pengukuran menggunakan metode *drive test* untuk membandingkan kualitas sinyal 4G LTE multi *provider* yang ada di UIN Suska Riau. Adapun tahapan yang diperlukan ialah mempersiapkan perangkat *mobile* yang terinstal aplikasi *G-netTrack Pro* untuk mendapatkan data dari BTS yang diterima UE (*user equipment*) serta menyiapkan kartu *provider* yang akan diteliti (Farida & Yuniarto, 2020)(Dos et al., 2021). Adapun Parameter yang digunakan ialah RSRP, RSRQ, SNR dan RSSI.

RSRP (*Reference Signal Receive Power*)

RSRP ialah sebagai rata-rata linier suatu daya yang dibagikan kepada *resource elements* yang membawa sebuah informasi *reference signal* dalam rentang frekuensi tertentu (Muhammad Yafiz, Ipan Suandi, 2020)(Farida & Yuniarto, 2020). Berfungsi sebagai informasi ke UE mengenai kuatnya sinyal di suatu sel berdasarkan perhitungan dari *path loss* serta mempunyai peran penting dalam proses *handcover* dan *cell selection-reselection*. persamaan untuk RSRP.

$$RSRP = RSSI(\text{dBm}) - 10 \times \log(12 \times N) \quad (1)$$

Dimana:

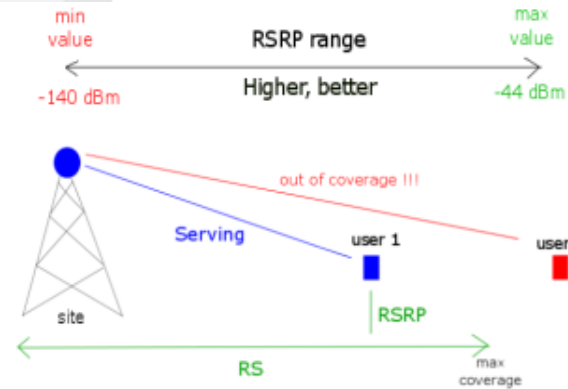
- RSSI = Indikator kekuatan sinyal.
- N = Jumlah RB (*Resource Blok*)

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Diarangi mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Diarangi mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Sumber : (Efriyendro & Rahayu, 2017)

Gambar 4. User Equipment Menerima Sinyal Dari Site

Gambar 4 ialah *service* dari suatu *site* yang biasa disebut dengan *reference signal*. Semakin dekat suatu user dengan *site* maka semakin kuat sinyal yang akan diterima. Dan apabila semakin jauh user dari *site* maka semakin jelek kualitas sinyal yang akan diterima. (Ari & Alfi, 2018)

Tabel 1. Standar Nilai RSRP LTE

Kategori	Range Nilai RSRP
Sangat baik	$(-80) \leq x$ dBm
Baik	$(\leq -90) x < (-80)$ dBm
Normal	$(\leq -100) x < (-90)$ dBm
Jelek	$(\leq -120) x < (-100)$ dBm
Sangat jelek	$(< -120) x$ dBm

Sumber : (Efriyendro & Rahayu, 2017)

RSRQ (Reference Signal Receive Quality)

RSRQ adalah rasio dari RSRP dengan *wideband power*. RSRQ disebut juga sebagai kualitas sinyal yang diterima oleh UE (Ismawahyuda, Sapta Nugraha, 2021)(Munirman & , Charnia I Rapa' 2018). RSRQ juga dipengaruhi oleh *noise*, sinyal dan juga *interferensi* yang diterima oleh UE (Fajar & Devia, 2017). Persamaan RSRQ.

$$RSRQ = N \times RSRP / RSSI$$

(2)
 Dimana :

N = Jumlah RB (*Resource Block*) RSSI dan tergantung pada bandwidth yang diukur
 RSSI = Indikator kuat sinyal.

RSRP = Kekuatan sinyal yang di terima dari *eNodeB* ke UE

Range KPI untuk RSRQ : -3 s/d -20 Db. Ketentuan baik atau buruk nilai RSRQ, dapat kita lihat pada tabel 2.

Tabel 2. Standar Nilai RSRQ untuk LTE

Kategori	Range Nilai RSRQ
Sangat baik	$(-9) \leq$ dB
Baik	$(-10) \leq x < (-9)$ dB
Normal	$(-15) \leq x < (-10)$ dB
Jelek	$(-19) \leq x < (-15)$ dB
Sangat jelek	$(-20) <$ dB

Sumber : (Ramadianty, Vera Desi, 2019)

SNR (Signal To Noise Ratio)

SNR ialah rasio antara rata-rata *power* yang diterima oleh UE dengan rata-rata *noise* dan *interference* (Ismawahyuda, Sapta Nugraha, 2021)(Muhammad Yafiz, Ipan Suandi, 2020).

Persamaan SNR.

$$SNR = S/I+N$$

(3)

Dimana:

S = Rata-rata kuat sinyal.

I = *Power* rata-rata *interferensi*.

N = *Power* Noise.

Range : 30 s/d -20 Db, ketentuan baik atau buruk nilai SNR (Jalaluddin, F. Imansyah, 2020).

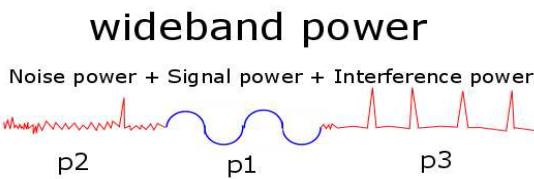
Tabel 3. Standar Nilai SNR Untuk LTE

Kategori	Range Nilai SNR
Sangat baik	$(30) \leq x (15)$ dB
Baik	$(15) \leq x (0)$ dB
Normal	$(0) \leq x (-5)$ dB
Jelek	$(-5) \leq x (-11)$ dB
Sangat jelek	$(-11) \leq x (-20)$ dB

Sumber : (Efriyendro & Rahayu, 2017)

RSSI (Reference Symbol Signal Intesity)

RSSI ialah *power* sinyal yang akan diterima UE dalam rentang frekuensi tertentu yang didalamnya termasuk *interference* dan *noise* (Sudiarta et al., 2018).



Sumber : (Ulfah & Sri Irtawaty, 2018)

Gambar 5. Formula untuk menentukan RSSI

RSSI persamaan.

$$RSSI = P1 + P2 + P3$$

Dengan

P2 = Power noise

P1 = Power Sinyal

P3 = Power interference (Ulfah & Sri Irtawaty, 2018)

Tabel 4. Standar nilai RSSI LTE

Kategori	Range Nilai RSSI
Sangat baik	>-70 dBm
Baik	-70 dBm sampai -85 dBm
Normal	-86 Dbm sampai -100 dBm
Jelek	≤-100 dBm
Sangat jelek	-110 dBm

Sumber (Ulfah & Sri Irtawaty, 2018)

Langkah selanjutnya ialah persiapan *drive test* yaitu pengukuran yang dilakukan untuk mendapatkan data yang nyata dan real di lapangan. Pada langkah ini yang perlu dilakukan adalah menghidupkan GPS serta menggunakan sepeda motor untuk melakukan pengukuran. Adapun *handphone* yang digunakan ialah Poco M3 dengan kapasitas RAM 6 GB dan aplikasi *G-netTrack Pro v24.4*. *G-netTrack pro* yaitu aplikasi untuk memonitor jaringan pada saat melakukan *drive test* yang beroperasi di *handphone*, aplikasi ini juga bisa digunakan di *outdoor* maupun *indoor* (Farida & Yunianto, 2020). Teknologi yang didukung oleh aplikasi *G-netTrack Pro* ialah GSM, UMTS, CDMA, LTE, EVDO, dan HSDPA. Informasi yang bisa didapatkan dengan menggunakan aplikasi *G-nettrack* adalah *Rxlev*, *Rxqual*, *SQI*, *MCC*, *MNC*, *CI*, *LAC*, *Time*, *Longitude*, *Latitude*, *Upload*, *Download* (Farida & Yunianto,

2020)(Muhammad Yafiz, Ipan Suandi, 2020).

Pengambilan data ini dilakukan sesuai rute yang telah ditentukan sebelumnya. Dimana setiap BTS akan memancarkan sinyal yang akan diterima oleh UE yang sedang bergerak menggunakan sepeda motor. Pada tahap teknis pelaksanaan pengambilan data ini, jadwal dan waktu pengambilannya juga sangat berpengaruh nantinya terhadap hasil penelitian, hal ini dikarenakan apakah waktu pengambilan data tersebut termasuk kedalam Busy Hour atau tidak nantinya (Ismawahyuda, Sapta Nugraha, 2021)(Jalaluddin, Fitri Imansyah, n.d.). Pengukuran ini dilakukan di hari minggu, senin dan Selasa di jam 10.00-11.00 WIB. Pengukuran dilakukan menggunakan aplikasi *G-netTrack Pro* yang dilakukan di UIN Suska Riau.

Pengumpulan data *drive test*.

Setelah melakukan pengukuran data, maka langkah selanjutnya ialah pengumpulan data dengan metode *drive test*. *Drive Test* merupakan suatu kegiatan yang dilakukan untuk mengumpulkan data mengenai kualitas jaringan, atau bisa diartikan sebagai suatu metode untuk mengukur Quality of Service (QoS) suatu jaringan secara actual disuatu kawasan (Yuliana et al., 2019)(Yusnita et al., 2019). Pengumpulan data ini bertujuan untuk membandingkan kualitas sinyal 4G LTE berdasarkan parameter RSRP, RSRQ, SNR dan RSSI.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pengumpulan data, maka hasilnya dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

RSRP

Tabel 5. Nilai pengukuran RSRP hari pertama

Provider	Hari pertama			
	sampel	Max	Min	Rata-rata

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Diarangi mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Provider	sampel	Max	Min	Rata-rata
A	121	-62	-104	-83
B	121	-84	-116	-99
C	121	-64	-112	-87
D	121	-84	-113	-101
E	121	-66	-106	-83

Tabel 5 di atas menunjukkan hasil pengukuran pada nilai RSRP untuk 5 provider di hari pertama, dari pengukuran yang dilakukan didapatkan nilai yang terbaik diperoleh oleh provider A dan E dengan nilai rata-rata berada pada angka -83 dBm dan nilai terendah ditunjukkan oleh provider D dengan rata-rata nilai berada pada angka -101 dBm. Sedangkan untuk nilai terendah diperoleh oleh provider B dengan nilai -116 dBm yang termasuk dalam kategori jelek. Berdasarkan rata-rata hasil pengukuran yang dilakukan pada hari pertama ini maka dapat disimpulkan bahwa kualitas jaringan yang ada di UIN Suska Riau sudah berada pada kategori yang baik, hanya ada satu provider yang memiliki kualitas jaringan yang masih tergolong buruk yaitu provider D.

Tabel 6. Nilai pengukuran RSRP hari kedua

Provider	Hari kedua			
	sampel	Max	Min	Rata-rata
A	121	-61	-110	-85
B	121	-87	-129	-101
C	121	-68	-105	-87
D	121	-86	-115	-102
E	121	-65	-107	-91

Tabel 6 di atas menunjukkan nilai RSRP untuk 5 provider di hari kedua, nilai yang terbaik diperoleh oleh provider A dengan nilai -85 dBm dan nilai terendah diperoleh oleh provider D dengan nilai 102 dBm. Pada pengukuran hari kedua ini, dari data yang telah disajikan diatas dapat dilihat dan diketahui bahwa provider B mengalami penurunan performansi jaringannya dibandingkan dengan hari pertama. Sehingga pada pengukuran hari kedua ini performa jaringan yang masih berada dalam kategori buruk ada sebanyak 2 provider, yaitu provider B dan D.

Tabel 7. Nilai grafik RSRP hari ketiga

Provider	Hari ketiga			
	sampel	Max	Min	Rata-rata
A	121	-63	-110	-84
B	121	-85	-140	-102
C	121	-66	-121	-91
D	121	-89	-114	-102
E	121	-66	-107	-91

Tabel 7 di atas menunjukkan nilai RSRP untuk 5 provider di hari ketiga, nilai yang terbaik diperoleh oleh provider A dengan nilai -84 dBm dan nilai terendah diperoleh oleh provider B dan D dengan nilai -102 dBm. Pada pengukuran hari ketiga ini dapat disimpulkan bahwa performa jaringan dari setiap provider hampir sama dengan hasil pengukuran hari kedua. Dan untuk provider yang kualitas performa jaringannya masih tergolong buruk juga masih sama, yaitu provider B dan D.

Tabel 8. Nilai rata-rata RSRP

Provider	Nilai Rata-rata (dBm)
A	-84
B	-100,6
C	-88,3
D	-101,6
E	-88,3

Untuk menganalisis tingkat kualitas sinyal berdasarkan parameter RSRP suatu provider dapat mengacu pada tabel 1 yaitu, Standar Nilai Signal RSRP LTE dimana semakin besar nilai parameter RSRP maka kualitas sinyal juga akan semakin baik. Berdasarkan tabel keluaran pengukuran RSRP provider terbaik dapat dilihat pada tabel 8 atau tabel hasil pengukuran dihari pertama, dimana pada hari tersebut didapat hasil pengukuran pada provider A dengan nilai rata-rata RSRP sebesar -84 dBm. Dan rata-rata nilai terendah diperoleh oleh provider D dengan nilai sebesar -101,6 dBm, adapun penyebab dari rendahnya nilai RSRP yaitu arah antenna, tinggi antenna, daya pemancaran, missing neighbor, lokasi site, kesalahan pada perangkat keras dan cell tidak berfungsi. Namun untuk

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Perbedaan nilai yang didapat dari pengukuran selama 3 hari yang berbeda ini penyebabnya juga telah disebutkan oleh salah satu penelitian terkait dalam penelitian ini, yaitu penelitian yang dilakukan oleh (Sugiharto & Alfi, 2018). Yang mana pada penelitian tersebut Sugiharto dkk menyebutkan bahwa hal ini umumnya disebabkan oleh faktor eksternal setiap provider.

Tabel 8. Nilai pengukuran RSRQ hari pertama

Provider	Hari pertama			
	sampel	Max	Min	Rata-rata
A	121	-5	-20	-12
B	121	-9	-20	-14
C	121	-4	-20	-11
D	121	-7	-20	-12
E	121	-6	-20	-13

Tabel 8 di atas menunjukkan nilai RSRQ untuk 5 provider di hari pertama, nilai yang terbaik diperoleh oleh provider C dengan nilai -11 dB dan nilai terenda diperoleh oleh provider B dengan nilai -12 dB. Dari tabel hasil pengukuran diatas dapat dilihat bahwa rata-rata nilai RSRQ yang didapat adalah dalam rentang nilai 11 sampai dengan 14 dB. Yang mana rentang nilai ini berada dalam kategori normal. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pada parameter RSRQ ini performansi jaringan setiap provider berada dalam kategori normal.

Tabel 9. Nilai pengukuran RSRQ hari kedua

Provider	Hari kedua			
	sampel	Max	Min	Rata-rata
A	121	-7	-20	-14
B	121	-8	-20	-14
C	121	-4	-20	-12
D	121	-6	-20	-12
E	121	-8	-20	-12

Tabel 9 di atas menunjukkan nilai RSRQ untuk 5 provider di hari kedua, nilai yang terbaik diperoleh oleh provider C, D dan E dengan nilai -12 dB

dan nilai terenda diperoleh oleh provider A dan B dengan nilai -14 dB. Pada pengukuran hari kedua ini untuk parameter RSRQ, didapatkan nilai yang relative sama dari setiap provider. Maksudnya dari pengukuran ini nilai yang didapatkan hanya sebesar 12 dB untuk tiga provider dan 14 dB untuk dua provider.

Tabel 10. Nilai pengukuran RSRQ hari ketiga

Provider	Hari ketiga			
	sampel	Max	Min	Rata-rata
A	121	-8	-20	-13
B	121	-8	-20	-15
C	121	-3	-20	-11
D	121	-6	-19	-12
E	121	-6	-19	-12

Tabel 10 di atas menunjukkan nilai RSRQ untuk 5 provider di hari pertama, nilai yang terbaik diperoleh oleh provider C dengan nilai -11 dB dan nilai terenda diperoleh oleh provider B dengan nilai -15 dB. Pada pengukuran hari ketiga ini nilai yang didapatkan sedikit lebih beragam dari hari kedua dan hampir sama dengan hari pertama. Untuk rentang nilai yang didapatkan pada pengukuran hari ketiga ini tergolong kedalam kategori normal.

Tabel 11. Rata-rata nilai RSRQ

Provider	Rata-rata tiga hari (dB)
A	-13
B	-14,3
C	-11,3
D	-12
E	-12,3

Untuk menganalisis tingkat kualitas sinyal berdasarkan parameter RSRQ suatu provider dapat mengacu pada tabel 2 yaitu, Standar Nilai RSRQ untuk LTE dimana Range KPI untuk RSRQ : -13 s/d -20 Db dimana semakin besar nilai parameter RSRQ maka semakin baik sinyal yang dihasilkan. Berdasarkan tabel keluaran parameter RSRQ terlihat bahwa provider kualitas sinyal terbaik dengan rata-rata kekuatan

2. Diarangi mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

SNR

Tabel 12. Nilai pengukuran SNR hari pertama

Provider	Hari pertama			
	sampel	Max	Min	Rata-rata
A	121	30	-12	12
B	121	18	-12	2
C	121	21	-5	8
D	121	20	-8	4
E	121	25	0	11

Tabel 12 di atas menunjukkan nilai SNR untuk 5 provider di hari pertama, nilai yang terbaik diperoleh oleh provider A dengan nilai 12 dB dan nilai terenda diperoleh oleh provider B dengan nilai 2 dB. Untuk rata-rata hasil pengukuran pada hari pertama seperti yang telah disajikan dalam tabel diatas, dapat diketahui bahwa performa dari setiap provider untuk parameter SNR ini sudah berada dalam kategori baik.

Tabel 13. Nilai pengukuran SNR hari kedua

Provider	Hari kedua			
	sampel	Max	Min	Rata-rata
A	121	28	-9	11
B	121	17	-11	2
C	121	17	-10	6
D	121	15	-4	5
E	121	25	-5	12

Tabel 13 di atas menunjukkan nilai SNR untuk 5 provider di hari kedua, nilai yang terbaik diperoleh oleh provider E dengan nilai 12 dB dan nilai terenda diperoleh oleh provider B dengan nilai 2 dB. Pada pengukuran hari kedua ini performa setiap provider hampir sama dengan hari sebelumnya, tidak ada peningkatan petrfomansi dari setiap provider yang begitu signifikan.

Tabel 14. Nilai pengukuran SNR hari ketiga

Provider	Hari ketiga			
	sampel	Max	Min	Rata-rata
A	121	26	-20	11
B	121	33	-12	1
C	121	19	-10	6
D	121	17	-5	4
E	121	24	0	14

Tabel 14 di atas menunjukkan nilai SNR untuk 5 provider di hari pertama, nilai yang terbaik diperoleh oleh provider E dengan nilai 15 dB dan nilai terenda diperoleh oleh provider B dengan nilai 1 dB. Pada pengukuran hari ketiga pun juga dapat dilihat dari tabel yang disajikan diatas, dari tabel dapat dilihat dan simpulkan bahwa performa setiap provider pada hari kegiga ini juga tidak terjadi peningkatan performa yang begitu signifikan. Untuk nilai yang didapat relative sama dengan hasil pengukuran hari pertama dan kedua.

Tabel 15. rata-rata nilai SNR

Provider	Rata-rata tiga hari (dB)
A	11,3
B	1,6
C	6,6
D	4,3
E	12,3

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Untuk menganalisis tingkat kualitas sinyal berdasarkan pengukuran SNR suatu *provider* dapat mengacu pada tabel 3 yaitu Standar Nilai SNR Untuk LTE dimana Range SNR yaitu 30 s/d -20 dB dimana semakin besar nilai parameter SNR maka semakin baik kualitas sinyal yang dihasilkan. Berdasarkan keluaran pengukuran SNR *provider* terbaik dengan rata-rata kualitas sinyal setelah dilakukan pengukuran selama 3 hari dapat dilihat pada tabel 15 dimana terdapat pada *provider* E dengan nilai rata-rata SNR yaitu 2.3 dB. Nilai parameter SNR ini berdasarkan tabel 3 termasuk kategori bagus. Dalam salah satu jurnal terkait dalam penelitian ini yaitu penelitian yang dilakukan oleh (Sugiharto & Alfi, 2018) menyebutkan bahwa perbedaan nilai yang didapat selama penerapan hari penelitian yang dilakukan umumnya disebabkan oleh faktor eksternal. Faktor eksternal ini dapat berupa jarak lokasi dengan site terdekat, topografi wilayah, dan cuaca saat pengukuran juga sangat berpengaruh pada hasil penelitian yang didapat.

RSSI

Tabel 16. Nilai pengukuran RSSI hari pertama

Provider	Hari pertama			
	sampel	Max	Min	Rata-rata
A	121	-51	-71	-54
B	121	-55	-77	-64
C	121	-51	-81	-59
D	121	-53	-79	-68
E	121	-51	-71	-57

Tabel 16 atas menunjukkan nilai RSSI untuk 5 *provider*, nilai yang terbaik diperoleh oleh *provider* A dengan nilai -54 dBm dan nilai terendah diperoleh oleh *provider* D dengan nilai 68 dBm. Dari data hasil pengukuran hari pertama pada parameter RSRI dapat disimpulkan bahwa performa dari setiap *provider*

pada parameter ini berada dalam kategori yang sangat baik.

Tabel 17. Nilai pengukuran RSSI hari kedua

Provider	Hari kedua			
	sampel	Max	Min	Rata-rata
A	121	-51	-71	-55
B	121	-55	-79	-66
C	121	-51	-73	-58
D	121	-55	-69	-69
E	121	-51	-58	-48

Tabel 17 di atas menunjukkan nilai RSSI untuk 5 *provider* di hari kedua, nilai yang terbaik diperoleh oleh *provider* E dengan nilai -48 dBm dan nilai terendah diperoleh oleh *provider* D dengan nilai -69 dBm. Pada pengukuran hari kedua ini juga relative sama dengan hari pertama. Yang mana performa setiap *provider* sudah dalam kategori yang sangat baik, dan untuk peningkatan nilai dari setiap *provider* yang didapatkan ialah tidak adanya peningkatan ataupun penurunan performa yang begitu signifikan.

Tabel 18. Nilai pengukuran RSSI hari ketiga

Provider	Hari ketiga			
	sampel	Max	Min	Rata-rata
A	121	-51	-69	-54
B	121	-51	-99	-65
C	121	-51	-83	-62
D	121	-51	-79	-68
E	121	-51	-75	-59

Tabel 18 di atas menunjukkan nilai RSSI untuk 5 *provider* di hari pertama, nilai yang terbaik diperoleh oleh *provider* A dengan nilai -54 dBm dan nilai terendah diperoleh oleh *provider* D dengan nilai -68 dBm. Pada pengukuran hari ketiga untuk parameter RSRI juga didapatkan hasil pengukuran yang relative sama dengan pengukuran hari sebelumnya, yaitu pada hari pertama dan hari kedua. dari data yang didapatkan menunjukkan bahwa performa setiap *provider* juga masih berada dalam kategori yang luar biasa.

Tabel 19. Nilai rata-rata RSSI

Provider	Rata-rata tiga hari (dBm)
A	-54,3
B	-65
C	-59,6
D	-68,3
E	-59

Untuk menganalisis tingkat kualitas sinyal berdasarkan parameter RSSI suatu *provider* dapat mengacu pada tabel 4. yaitu standar nilai sinyal RSSI LTE di mana semakin besar nilai pengukuran RSSI maka semakin baik sinyal yang dihasilkan. Berdasarkan tabel keluaran pengukuran RSSI *provider* terbaik dengan rata-rata kualitas sinyal setelah dilakukan pengukuran selama 3 hari dapat dilihat pada tabel 19 terdapat pada *provider* A dengan nilai rata-rata RSSI selama 3 hari yaitu -53.6 dBm. Dan nilai terendah diperoleh oleh *provider* D dengan nilai -68,3 dBm.

Perbedaan hasil pengukuran yang didapatkan setiap harinya dari penelitian ini penyebabnya telah disebutkan oleh salah satu penelitian terkait, yaitu penelitian yang dilakukan oleh (Sugiharto & Alfi, 2018). Yang mana pada penelitian tersebut sugiharto dkk menyebutkan bahawa hal ini umumnya disebabkan oleh faktor eksternal setiap *provider*. Faktor eksternal ini dapat berupa jarak lokasi dengan site terdekat, topografi wilayah, dan cuaca saat pengukuran juga sangat berpengaruh pada hasil penelitian yang didapat.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengukuran kualitas sinyal yang dilakukan di sekitar daerah UIN Suska Riau dapat ditarik kesimpulan bahwa implementasi kelayakan jaringan 4G di UIN Suska Riau dengan 5 *provider* berdasarkan pengukuran RSRP, RSRQ, SNR dan RSSI 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 antenna, tinggi antenna, daya pemancaran, missing neighbor, lokasi BTS. Dalam klasifikasi parameter setiap *provider* di UIN Suska Riau, *provider* dengan nilai parameter RSRP terbaik yaitu *provider* A, *provider* dengan parameter RSRQ terbaik yaitu *provider* C, *provider* dengan parameter SNR terbaik yaitu *provider* E dan *provider* dengan parameter RSSI terbaik yaitu *provider* A. Berdasarkan analisis kuat sinyal dengan parameter RSRP, RSRQ, SNR dan RSSI secara menyeluruh. *Provider* dengan kualitas sinyal terbaik diperoleh oleh *provider* E, dengan parameter RSRP -88,3 dBm RSRQ -13 dB, SNR 12,3 dB, dan RSSI -54,3 dBm. yang kemudian *provider* dengan kualitas sinyal terbaik kedua yaitu *provider* A, ketiga *provider* C Keempat *provider* D dan kelima *provider* B.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim. (n.d.). *Profil Perguruan Tinggi*. <https://Pddikti.Kemdikbud.Go.Id>.

Ari, S., & Alfi, I. (2018). *Analisis Performa Jaringan 4G LTE Berbagai Provider Seluler di Area Kota Yogyakarta. 1*, 589–595.

Azizah, A. (2016). PERKEMBANGAN TEKNOLOGI 4G (LTE & WiMAX). *Jurnal Ilmiah Mustek Anim Ha*, 5(2), 157–167.

Dos, E. M., Belo, S., Pollo, D. E. D. G., & Manu, S. O. (2021). *Analisis Kinerja Jaringan 4G Long Term Evolution (LTE) Berdasarkan Data Drive Test Pada Pt . Indosat Kupang. X(2)*, 79–86.

Efriyendro, R., & Rahayu, Y. (2017). *Analisa Perbandingan Kuat Sinyal 4G LTE Antara Operator Telkomsel dan XL AXIATA Berdasarkan Paramater Drive Test Menggunakan Software G-NetTrack Pro Di Area Jalan Protokol Panam. Jom FTEKNIK*,

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Diarangi mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Diarangi mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

4(2), 1–9.

Khalina, N., Harahap, P., & Adrian, A. R. (2021). *Analisis Perbandingan Kualitas Jaringan 4G LTE Operator X Dan Y Di Wilayah Kampus Utama UMSU*. 1(April), 13–20.

Wajar, A. N., & Devia, E. (2017). Analisa dan optimalisasi jaringan 4g lte dengan metode electrical tilt menggunakan drivetest. *Jakarta Timur, Jurnal Jiifor*, 1(1), 78–87.

Farida, F., & Yudianto, A. H. (2020). *Jurnal Sustainable : Jurnal Hasil Penelitian dan Industri Terapan Analisis Performansi Jaringan 4G Operator Telkomsel di Kota Tanjungpinang Menggunakan Metode Drive Test*. 09(01), 1–7.

Ismawahyuda, Sapta Nugraha, T. S. (2021). *Analisis Performansi Operator Telkomsel Pada Jaringan 4G Di Rute Pelayaran Batam – Tanjung Balai Karimun Dengan Aplikasi G- Nettrack Pro*. 44–49.

Jalaluddin, F. Imansyah, F. T. P. W. (2020). Analisis performansi jaringan dan kualitas sinyal 4g lte telkomsel di area fakultas teknik untan pontianak 1,2,3). *Jurnal.Untan.Ac.Id*, 2(1).

Jalaluddin, Fitri Imansyah, F. T. P. W. (d.). *Analisis performansi jaringan dan kualitas sinyal 4g lte telkomsel di area fakultas teknik untan pontianak*.

Kusuma, V., Sudiarta, P., & Ardana, I. (2015). Analisis Performansi Dan Optimalisasi Coverage Layanan Lte Telkomsel Di Denpasar Bali. *Jurnal Ilmiah SPEKTRUM*, 2(3), 12–18.

Muhammad Yafiz, Ipan Suandi, R. (2020). *Analisis Perbandingan Kinerja Jaringan 4G LTE Antara Provider Smartfren Dan Indosat Ooredoo Di Wilayah Kota Lokseumawe*. 17(2), 29–36.

Munirman, S., & Charnia I Rapa', A. T. (2018). *Analisis Performansi Kualitas Layanan 4G LTE Untuk Provider XL Di Wilayah Sudiang Makassar*. 1(April), 9–10.

Nasution, F. A., Faiza, D., & Budayawan, K. (2018). Analisis Model Propagasi Komunikasi Bergerak Pada Sistem Gsm Di Pt. XI Axita Padang. *Voteteknika (Vocational Teknik Elektronika Dan Informatika)*, 4(1). <https://doi.org/10.24036/voteteknika.v4i1.5842>

Paramartha Warsika, I. D. G., Dewi Wirastuti, N. M. A. E., & Sudiarta, P. K. (2019). Analisa Throughput Jaringan 4G Lte Dan Hasil Drive Test Pada Cluster Renon. *Jurnal SPEKTRUM*, 6(1), 74. <https://doi.org/10.24843/spektrum.2019.v06.i01.p11>

Purnamirza, T., Yuhrijul, Y., & Rahmi, D. (2014). Model Propagasi untuk Kanal Radio Bergerak pada Frekuensi 900 MHz di Kota Pekanbaru. *Jurnal Sains Dan Teknologi Industri*, 12(1), 90–98.

Ramadianty, Vera Desi, D. (2019). *Analisis Pengukuran Performansi Jaringan 4G LTE Telkomsel Dalam Event Game Mobile Legends: Bang-Bang Di Pontianak*. 5 (293).

Setyawan, W. E., Imansyah, F., Marpaung, J., Ratiandi, R., & Yacoub, R. S. (2021). Analisis Performansi Jaringan 4G Lte Operator Hutchison 3 Di Rumah Sakit Umum Universitas Tanjungpura Pontianak. *Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura*, voll no. 1.

Simanjuntak, R. T. S., Rantellinggi, P. H., & Yuliawan, K. (2020). Metode Drive Test sebagai Monitoring Unjuk Kerja Jaringan Nirkabel pada Gedung - Gedung di Lingkungan Universitas Papua.

Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer, 7(6), 1245.
<https://doi.org/10.25126/jtiik.2020762898>

Judianta, P. K., Sukadarmika, G., & Studi. (2018). *Analisis Hasil Drive Test Menggunakan Software Genex Probe Dan Genex Assistant Pada Jaringan LTE*. 5(1), 116–122.

Pugiharto, A., & Alfi, I. (2018). *Analisa Performa Jaringan 4G LTE Berbagai Provider Seluler di Area Kota Yogyakarta*. 1, 589–595.

Sutoyo, Indika Herni, Muhammad Luthfi Hamzah, M. (2020). *Model Propagasi Komunikasi Bergerak LTE 1800 Mhz Di Kota Pekanbaru*. 3(1), 9–17.

Ulfah, M., & Sri Irtawaty, A. (2018). *Optimasi Jaringan 4G LTE (Long Term Evolution) Pada Kota Balikpapan*. *Jurnal Ecotipe*, 5(2), 1–10.

Yuliana, H., Basuki, S., & Iskandar, H. R. (2019). *Peningkatan Kualitas Sinyal Pada Jaringan 4G LTE Dengan Menggunakan Metode Antenna Physical Tuning. Peningkatan Kualitas Sinyal Pada Jaringan 4G LTE Dengan Menggunakan Metode Antenna Physical Tuning*, 001, 1–10.
<https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek/article/view/5163>

Yusnita, S., Saputra, Y., Chandra, D., & Maria, P. (2019). *Peningkatan Kualitas Sinyal 4G Berdasarkan Nilai KPI Dengan Metode Drivetest Cluster Padang*. *Elektron : Jurnal Ilmiah*, 11(2), 43–48.
<https://doi.org/10.30630/eji.11.2.103>

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Sultan Syarif Kasim Riau