

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

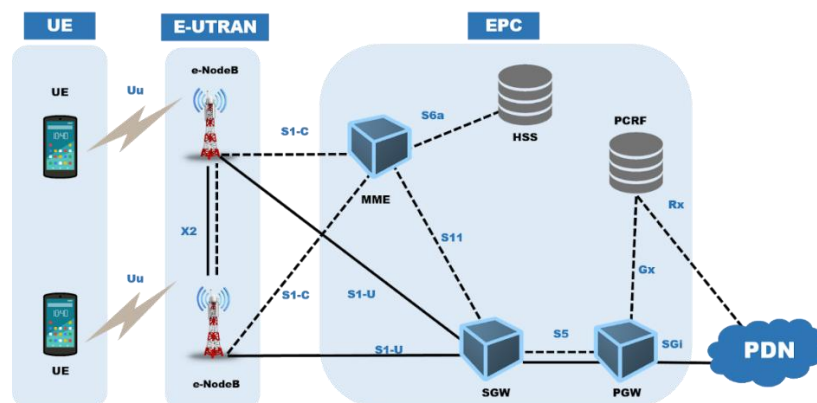
2.1 Landasan Teori

2.1.1 Long Term Evolution (LTE)

Long Term Evolution LTE adalah nama yang diberikan untuk standar teknologi komunikasi baru yang dikembangkan oleh 3GPP untuk mengatasi permintaan kebutuhan akan layanan komunikasi yang semakin meningkat, LTE adalah lanjutan dari evolusi 2G dan 3G yang bertujuan untuk menyediakan layanan dengan tingkat kualitas yang sama dengan jaringan *wired*. LTE memiliki kemampuan kecepatan transfer data maksimum mencapai 100 Mbps pada sisi *downlink* dan 50 Mbps pada sisi *up link* dengan bandwidth 20 MHz. selain itu LTE mampu mendukung semua aplikasi yang ada baik, voice, data, video, maupun IP TV (Dwi Novita Sari, 2024).

2.1.2 Arsitektur Jaringan LTE

Arsitektur LTE dikenal dengan suatu istilah SAE (*System Architecture Evolution*) yang menggambarkan suatu evolusi arsitektur dibandingkan dengan teknologi sebelumnya. Secara keseluruhan LTE mengadopsi teknologi EPS (*Evolved Packet System*). Didalamnya terdapat tiga komponen penting yaitu UE (*User Equipment*), E-UTRAN (*Evolved UMTS Terrestrial Radio Access Network*), dan EPC (*Evolved Packet Core*) (Dwi Novita Sari, 2024).



Gambar 2.1 Arsitektur Jaringan LTE

Sumber: <https://www.scribd.com/document/466994138/resum-4g>

1. User Equipment (UE)

User Equipment (UE) dalam jaringan LTE merupakan perangkat yang berada di sisi pengguna dan berfungsi sebagai titik akhir dalam komunikasi jaringan. UE dalam LTE memiliki peran yang sama seperti pada UMTS atau teknologi sebelumnya, yaitu sebagai perangkat yang digunakan oleh pengguna untuk mengakses layanan jaringan seluler, termasuk panggilan suara, pesan, dan data internet.

2. E-UTRAN

Evolved UMTS Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN) merupakan bagian dari arsitektur LTE yang bertanggung jawab atas akses radio antara User Equipment (UE) dan jaringan inti (core network). Berbeda dengan teknologi sebelumnya yang memisahkan fungsi Node B dan Radio Network Controller (RNC) sebagai elemen terpisah, E-UTRAN dalam LTE hanya memiliki satu komponen utama, yaitu Evolved Node B (eNodeB). eNodeB mengintegrasikan fungsi Node B dan RNC, sehingga dapat mengelola komunikasi radio dan kontrol jaringan secara langsung. Secara fisik, eNodeB dapat berupa stasiun pemancar (BTS Greenfield) yang ditempatkan di daratan atau dipasang di atas gedung (BTS Rooftop) untuk meningkatkan cakupan jaringan.

3. Evolved Packet Core (EPC)

Evolved Packet Core (EPC) adalah sistem inti dalam arsitektur komunikasi seluler yang menggunakan teknologi berbasis all-IP. Berbeda dengan generasi sebelumnya (2G dan 3G) yang memisahkan core network menjadi Circuit Switch (CS) untuk layanan suara dan Packet Switch (PS) untuk data, EPC menggabungkan keduanya dalam satu sistem yang mendukung komunikasi berbasis IP secara end-to-end pada jaringan LTE. EPC berperan penting dalam memastikan pengiriman data yang efisien serta memungkinkan pengembangan model bisnis baru, seperti layanan berbasis konten dan aplikasi. EPC terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu Mobility Management Entity (MME), Serving Gateway (SGW), Home Subscription Service (HSS), Policy and Charging Rules Function (PCRF), dan Packet Data Network Gateway (PDN-

GW), yang bekerja sama untuk mengelola mobilitas, autentikasi, kebijakan jaringan, serta koneksi ke jaringan eksternal.

Berikut penjelasan singkatnya:

a. Mobility Management Entity (MME)

Mobility Management Entity (MME) adalah elemen kontrol utama dalam Evolved Packet Core (EPC) yang berfungsi mengelola sinyal dan mobilitas perangkat dalam jaringan LTE. MME beroperasi hanya pada control plane dan tidak menangani data pada user plane. Biasanya, MME ditempatkan di lokasi yang aman dalam jaringan operator untuk memastikan perlindungan terhadap akses dan autentikasi pengguna. Fungsi utama MME dalam arsitektur LTE mencakup autentikasi dan keamanan, manajemen mobilitas, pengelolaan profil langganan, serta pengaturan konektivitas layanan bagi perangkat yang terhubung ke jaringan.

b. Home Subscription Service (HSS)

Home Subscriber Server (HSS) adalah pusat penyimpanan data pelanggan yang menyimpan semua informasi permanen pengguna dalam jaringan LTE. Selain itu, HSS juga mencatat lokasi pengguna pada tingkat node pengontrol jaringan yang sedang dikunjungi. Seperti MME, HSS berfungsi sebagai server database yang dikelola secara terpusat di infrastruktur operator utama untuk memastikan autentikasi, otorisasi, serta manajemen langganan pengguna dalam jaringan.

c. Serving Gateway (S-GW)

Dalam arsitektur jaringan LTE, Serving Gateway (S-GW) berfungsi sebagai penghubung utama dalam manajemen dan pengalihan lalu lintas data (user plane). S-GW berperan sebagai bagian dari infrastruktur jaringan yang menangani operasional dan pemeliharaan, dengan sedikit keterlibatan dalam fungsi kontrol. Tugas utama S-GW adalah mengelola lalu lintas data pengguna dan meneruskan permintaan dari Mobility Management Entity (MME), Packet Data Network Gateway (P-GW), atau Policy and Charging Rules Function (PCRF)

untuk melakukan pengaturan, modifikasi, atau penyampaian data ke User Equipment (UE).

d. Packet Data Network Gateway (PDN-GW)

Seperti Serving Gateway (S-GW), Packet Data Network Gateway (PDN-GW) merupakan komponen penting dalam jaringan LTE yang berfungsi sebagai titik akhir koneksi ke Packet Data Network (PDN). PDN-GW bertanggung jawab dalam menerapkan kebijakan jaringan (policy enforcement), melakukan pemfilteran paket data, serta mendukung mekanisme penagihan (charging support) dalam LTE. Lalu lintas data dalam jaringan ini dikirim melalui koneksi virtual yang dikenal sebagai Service Data Flows (SDFs), yang memungkinkan pengelolaan dan pengendalian kualitas layanan secara lebih efisien.

e. Policy and Charging Rules Function (PCRF)

Policy and Charging Rules Function (PCRF) adalah komponen dalam arsitektur jaringan LTE yang berfungsi untuk mengumpulkan informasi dari berbagai sumber, termasuk jaringan, sistem pendukung operasional, dan portal, secara real-time. PCRF bertanggung jawab dalam menetapkan aturan kebijakan serta secara otomatis mengambil keputusan terkait kebijakan jaringan bagi setiap pelanggan yang aktif. Jaringan yang menggunakan PCRF dapat menyediakan berbagai layanan dengan kualitas layanan (Quality of Service/ QoS) yang berbeda serta menerapkan aturan penagihan yang fleksibel. PCRF dapat digunakan dalam jaringan wireline maupun wireless, memungkinkan pendekatan multidimensi yang membantu operator dalam menciptakan solusi inovatif dan menguntungkan. Selain itu, PCRF dapat diintegrasikan dengan berbagai platform, seperti sistem penagihan, rating, pengisian, dan basis data pelanggan, atau berfungsi sebagai entitas mandiri dalam pengelolaan kebijakan jaringan.

2.1.3 Key Performance Indicators (KPI)

Parameter Quality of Services KPI yang ada pada teknologi LTE terdiri atas 4 macam yaitu sebagai berikut (Ferdinanta Karo Karo et al., 2019):

1. *Accesibility*

Kemampuan user mengakses jaringan untuk menginisiasi komunikasi. Contoh pada jaringan 4G LTE yang termasuk dalam kategori *Accessability* adalah *ERAB Success Rate(%)*, *LTE RRC Setup Success(%)*, *Call Setup Success Rate(%)*, *LTE Attach Success Rate(%)*, *Services Request (EPS) Success Rate(%)*.

2. *Retainability*

Bagaimana menjaga jaringan pada performansi bagus. Contoh pada jaringan LTE yang termasuk dalam kategori *retainability* adalah: *Services Drop Rate(%)*.

3. *Mo Integrity*

Bagaimana pengguna dapat bergerak dengan mudah dari suatu tempat ke tempat lain tanpa terjadi pemutusan hubungan. Contoh pada jaringan LTE yang termasuk dalam kategori *Mobility* adalah *Intra Freq HO Attempt Success Rate(%)*, *Intra Freq HO Success Rate(%)*, dan lain-lain.

4. *Bility*

Bagaimana trafik besar di dalam jaringan, Contoh pada jaringan *LTE* yang termasuk dalam kategori integrity adalah sebagai berikut, *MAC Throughput UL* dan *DL Avg (Kbit/s)* dll.

2.1.4 Reference Signal Received Power (RSRP)

Reference Signal Received Power (RSRP) adalah salah satu parameter utama yang digunakan untuk mengukur kekuatan sinyal jaringan seluler, khususnya pada teknologi LTE (*Long Term Evolution*). RSRP mengindikasikan daya sinyal referensi yang diterima oleh perangkat dari satu sel tertentu dalam satu frekuensi pembawa. Parameter ini biasanya diukur dalam satuan dBm (*decibel-milliwatt*), dengan nilai yang lebih tinggi (mendekati 0 dBm) menunjukkan kekuatan sinyal yang lebih baik. RSRP LTE *power* yang diterima oleh user dalam frekuensi tertentu, semakin jauh jarak antara site dan user, maka semakin kecil pula RSRP yang diterima oleh user. RS merupakan *Reference Signal* atau RSRP di tiap titik

jangkauan coverage. User yang berada di luar jangkauan maka tidak akan mendapatkan layanan LTE (Ferdinanta Karo Karo et al., 2019). Rumus RSRP dapat ditulis dengan persamaan 1.

$$\text{RSRP (dBm)} = \text{RSSI (dBm)} - 10 \cdot \log_{10}(12 \cdot N_{\text{prb}}) \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan :

RSSI : daya total yang diterima, termasuk *interferensi* dan *noise*

$12 \cdot N_{\text{prb}}$: jumlah *subcarrier* yang digunakan dalam transmisi

Rumus ini memperhitungkan kontribusi daya setiap subcarrier ke sinyal referensi.

Tabel 2. 1 Standar Nilai RSRP ((muhamad aminuddin, 2019)

Kategori	Range Nilai RSRP(dBm)
Sangat Bagus	-80 to 0
Bagus	-90 to -80
Normal	-100 to -90
Buruk	-120 to -100
Sangat Buruk	-140 to -120

2.1.5 Reference Signal Received Quality (RSRQ)

RSRQ merupakan parameter yang menentukan kualitas dari sinyal yang diterima. RSRQ membantu sistem dalam proses *handover* di mana RSRQ dapat meranking performansi kandidat sel dalam proses *cell selection - reselection* dan *handover* berdasarkan kualitas sinyal yang diterima (Ferdinanta Karo Karo et al., 2019). Rumus RSRQ dapat dituliskan dengan persamaan 2.

$$\text{RSRQ (dB)} = N_{\text{prb}} \times \text{RSRP(dBm)} / \text{RSSI(dBm)} \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan :

N_{prb} : jumlah *physical resource blocks* yang dialokasikan

RSRP : sinyal referensi spesifik yang digunakan untuk pengukuran

RSSI : daya total yang diterima, termasuk *interferensi* dan *noise*

Tabel 2. 2 Standar Nilai RSRQ (muhamad aminuddin, 2019)

Kategori	Range Nilai RSRQ (dB)
Sangat Bagus	-9
Bagus	-10 to -0
Normal	-15 to -10
Buruk	-19 to -15
Sangat Buruk	< -20

2.1.6 Signal To Interference Noise Ratio (SINR)

SINR merupakan rasio perbandingan kuat sinyal antara sinyal utama yang dipancarkan dengan interferensi dibanding noise background yang timbul (tercampur dengan sinyal utama). Dalam arti rasio yang antara rata-rata power diterima dengan rata-rata interferensi dan noise (Ferdinanta Karo Karo et al., 2019). Dinyatakan dalam desibel (dB), nilai SINR yang tinggi (di atas 16 dB) menunjukkan kualitas jaringan yang baik, sedangkan nilai rendah (di bawah 0 dB) mencerminkan gangguan yang dominan, menyebabkan koneksi lambat atau tidak stabil. Faktor yang mempengaruhi SINR meliputi *interferensi*, jarak ke *Base Station*, penghalang fisik, kepadatan pengguna, dan kondisi spektrum. SINR juga berperan dalam menentukan *modulasi* dan *throughput*, sehingga menjadi parameter penting untuk optimasi performa jaringan seluler. Rumus SINR dapat dituliskan sebagai berikut:

$$SINR = \frac{S}{I} + N \dots \dots \dots (3)$$

Keterangan :

- S : daya sinyal terima
- I : daya interferensi rata-rata
- N : daya *background noise*

Tabel 2. 3 Standar Nilai SINR (muhamad aminuddin, 2019)

Kategori	Range Nilai SINR (db)
Sangat Bagus	20 to 30
Bagus	10 to 20
Normal	0 to 10
Buruk	-5 to 0
Sangat Buruk	-20 to -5

2.1.7 Throughput

Throughput pada *drive test* LTE adalah nilai Kecepatan data (Kbit/s) dari UE ke *ENodeB*, Kita dapat menghitung 2 tipe *Throughput* yaitu *Download* dan *Upload*. Akan tetapi, Untuk menyesuaikan dengan kebutuhan masyarakat biasanya kegiatan *drive test* dilakukan dengan menggunakan metode *download* (Ferdinanta Karo Karo et al., 2019). Rumus *Throughput* dapat dituliskan sebagai berikut:

$$Throughput = \frac{\text{Jumlah bit data dikirim} - \text{Jumlah bit data error}}{\text{Waktu Simulasi}} \dots\dots\dots(4)$$

2.1.8 Drive Test

Drive test merupakan salah satu bagian pekerjaan dalam optimasi jaringan radio. *Drive test* bertujuan untuk mengumpulkan informasi jaringan secara real di lapangan, sehingga dapat diketahui bagaimana performansi dari jaringan tersebut. Informasi yang dikumpulkan merupakan kondisi aktual *radio frequency* (RF) di suatu eNodeB (site). Dalam *drive test* ada dua hal yang perlu diketahui dan dipahami bagi pada *drive test*, yaitu langkah *drive test* dan langkah optimasi. *Drive test* merupakan metode pengambilan data langsung di lapangan untuk mengetahui kondisi real yang dialami oleh pengguna jaringan dengan menggunakan *software* dan *hardware* tertentu. Dengan metode ini dapat diperoleh persentase tingkat keberhasilan jaringan atau performa jaringan di suatu daerah. Data yang diperoleh saat melakukan *drive test* yaitu, jangkauan atau cakupan sinyal (*signal coverage*), kualitas sinyal (*Quality of Service*) pada layanan, dan *throughput download* (Juan Fernando Arya Kusuma Gultom, 2024).

2.1.9 Jenis-Jenis Pengukuran Drive Test

Jenis-jenis pengukuran *drive test* dibagi menjadi area pengukuran, mode pengukuran dan cara pengambilan data. Berdasarkan area pengukurannya *Drive test* dibagi menjadi dua, yaitu:

- a. *Outdoor. Drive Test* yang dilakukan dengan berkeliling di area terbuka menggunakan kendaraan (mobil).
- b. *Indoor (Walk test): Drive Test* yang dilakukan dengan berjalan di area tertutup (biasa disebut dengan *walktest*) seperti di dalam gedung perkantoran, mall, dsb.

Berdasarkan mode pengukuran *drive test* ada tiga jenis, yaitu:

- a. Idle Mode
.Pengukuran kualitas sinyal yang diterima MS dalam keadaan idle (tidak melakukan call/sms). Biasanya mode ini dilakukan hanya untuk mengetahui signal strength suatu area yang terindikasi *low signal/no service*.
- b. Dedicated Mode
Pengukuran kualitas sinyal diikuti dengan pendudukan kanal (*long Call/Short Call* ke *destination number* tertentu). Untuk mengukur dan mengidentifikasi kualitas *voice* dan data pada suatu area.
- c. QoS Mode
Pengukuran kualitas sinyal diikuti dengan pendudukan kanal dengan metode *call set up* dan *call end* dengan *formula time/ command sequence* tertentu.

Sedangkan untuk cara pengambilan data pada *drive test* dibagi menjadi dalam beberapa cara sebagai berikut:

- a. *Single Site Verification (SSV)*, merupakan *drive test* yang dilakukan dengan tujuan untuk memverifikasi kondisi suatu site.
- b. Cluster, merupakan *drive test* yang dilakukan untuk mengukur performansi jaringan setiap cluster atau daerah yang terdiri dari beberapa

BTS namun hanya untuk satu operator jaringan, untuk menguji hubungan dan performansi antar BTS. Parameter *Drive Test*.

- c. *Benchmarking*, merupakan *drive test* yang dilakukan untuk membandingkan beberapa operator dalam satu cluster atau daerah.

2.1.10 G-NetTrack Pro

G-NetTrack Pro merupakan aplikasi yang dirancang khusus untuk perangkat Android, sehingga memudahkan pengguna untuk melakukan pengujian jaringan seluler di lapangan dengan efisiensi tinggi. Aplikasi ini dilengkapi dengan berbagai fitur penting, antara lain pengukuran sinyal seperti kekuatan sinyal (RSSI) dan kualitas sinyal (SINR) untuk berbagai jenis jaringan seluler mulai dari 2G hingga 5G. Pengguna juga dapat memanfaatkan fitur pemetaan jaringan dengan menggunakan GPS di perangkatnya, yang membantu dalam mengetahui lokasi dan jangkauan jaringan dengan lebih baik. Selain itu, G-NetTrack Pro memungkinkan pengguna melakukan pengujian panggilan dan data serta menyediakan analisis statistik yang membantu dalam mengidentifikasi dan menyelesaikan masalah kinerja jaringan (Putra et al., 2024).

Tabel 2. 4 Spesifikasi Sistem Software G-NetTrack Pro

Kategori	Detail Spesifikasi
Platform	Android
Versi Sistem Operasi	Android 5.0 (Lollipop) atau lebih baru.
RAM	Minimal 2 GB (4 GB atau lebih direkomendasikan untuk pengukuran jangka panjang).
Penyimpanan	-Ruang kosong minimal 50 MB untuk instalasi aplikasi. -Tambahan ruang untuk menyimpan file log, tergantung pada durasi pengujian.
Konektivitas	Mendukung perangkat dengan modul radio GSM, WCDMA, LTE, dan 5G NR.

Tabel 2. 5 Parameter pada software G-NetTrack Pro

FEATURE	G-NetTrack Pro
Serving cells measurement	YES
Neighbor cells measurement	YES
Route visualization on map	YES
Data throughput test	YES
Serving cell change history	YES
Chart with serving and neighbor cells levels	YES
Frequency information ARFCN for serving and neighbor cells	YES
INDOOR measurements on floorplan	YES
AUTO INDOOR mode for tunnels and places with bad GPS reception	YES
Dual SIM support	YES
Voice announcements for events (handovers, reselections etc...)	YES
Send measurements online to G-NetWorld database	YES
Record measurements in logfiles (text and kml format)	YES
Cellfile import/export and sites visualization	YES
Serving and neighbor cells lines visualization on map	YES
Voice seurence test	YES
SMS sequence test	YES
Data (upload,download,ping) sequence test	YES
Mixed (Data/Voice/SMS) sequence test	YES
Multithread upload and download	YES
Predefined routes loading	YES
SMS remote control of the app	YES
Barometer measured altitude	YES
Unlimited number of cell layers and custom cell colors	YES

2.1.11 TEMS Investigation

TEMS Investigation adalah perangkat lunak profesional yang sering digunakan oleh teknisi jaringan untuk pengukuran dan analisis performa jaringan secara mendetail. TEMS Investigation mampu mencatat parameter jaringan, kualitas panggilan, dan kecepatan data, yang membantu dalam proses optimasi jaringan. visualisasi kualitas sinyal pada peta dengan indikator warna.

Tabel 2. 6 Spesifikasi Sistem Software Tems Investigation

Kategori	Detail Spesifikasi
Sistem Operasi	Windows 10 (64-bit) atau versi yang lebih baru
Processor	Intel Core i5 atau lebih tinggi
RAM	Minimal 8 GB (direkomendasikan 16 GB atau lebih untuk analisis data besar)
Ruang Penyimpanan	Minimal 500 GB HDD (disarankan SSD untuk performa lebih cepat)
Port Koneksi	-Port USB untuk perangkat modem atau ponsel yang terhubung -Port Ethernet atau Wi-Fi untuk konektivitas jaringan.

Tabel 2. 7 Spesifikasi Fitur utama pada software Tems Investigation

Kategori	Detail Spesifikasi
Pengumpulan Data Jaringan	-Mengukur parameter performa seperti RSSI, RSRP, RSRQ, SINR, <i>throughput</i>, dan latency. -Mendukung teknologi GSM, WCDMA, LTE, LTE-A, 5G NR, dan lainnya. - <i>Logging data</i> secara <i>real-time</i> dari perangkat seluler atau modem.
Dukungan Perangkat Keras	-Kompatibel dengan berbagai perangkat seluler dan modem dari produsen seperti Qualcomm, Huawei, ZTE, dan Samsung. -Mendukung perangkat <i>GPS</i> untuk <i>logging</i> lokasi pengujian.
Analisis Data	-Pemetaan cakupan jaringan dengan tampilan <i>grafis (heatmap)</i>. -Analisis <i>handover</i> antar sel jaringan. -Identifikasi <i>blind spot</i>, <i>dropped call</i>, atau masalah lainnya.
Integrasi	-Kemampuan integrasi dengan perangkat lunak lain seperti <i>MapInfo</i> untuk analisis <i>geografis</i>. -Dukungan <i>export</i> data ke format CSV, Excel, dan lainnya untuk keperluan laporan.
Mode Pengujian	-<i>Drive Test: Logging</i> data saat bergerak (menggunakan kendaraan atau berjalan kaki). -<i>Stationary Test: Logging</i> data di lokasi tetap untuk analisis mendalam.
Pemantauan Jaringan <i>Multi-Vendor</i>	Mendukung pengujian pada jaringan dari berbagai <i>vendor</i> (Ericsson, Nokia, Huawei, dll.).

2.2 Penelitian Terdahulu

Penelitian yang berkaitan dengan analisis dan pengujian performa jaringan LTE sudah banyak dilakukan dalam dunia telekomunikasi. Beberapa penelitian yang relevan dan dijadikan referensi dalam penelitian ini telah membahas berbagai aspek mengenai kualitas jaringan LTE, penggunaan perangkat lunak untuk analisis jaringan, serta penerapan metode *drive test*. Meskipun demikian, tidak semua referensi yang digunakan membahas secara spesifik mengenai analisis performa jaringan seluler di kondisi *outdoor* dengan menggunakan *software* G-NetTrack Pro dan TEMS Investigation. Berikut ini adalah ulasan mengenai beberapa penelitian yang relevan dengan topik yang akan dikerjakan dalam penelitian ini:

Pada Penelitian “Analisis Kinerja Kualitas Jaringan 4G *Long Term Evolution* Di Kawasan Perumahan Singgalang, Koto Tengah, Kota Padang”. Proposal ini menyajikan analisis kinerja kualitas jaringan 4G LTE di Perumahan Singgalang, Koto Tengah, Kota Padang. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi masalah jaringan seperti *bad spot* yang disebabkan oleh interferensi antara site, jarak antara site dan perangkat pengguna, serta cakupan area yang tidak memadai. Dengan metode *Drive Test*, ditemukan bahwa 60,85% dari 401 sampel memiliki kualitas jaringan buruk. Perbaikan dilakukan dengan mengubah arah antenna dan melakukan optimasi jaringan lainnya. Hasil penelitian ini memberikan solusi untuk meningkatkan kualitas jaringan di area yang terpengaruh, yang dapat bermanfaat bagi provider dan penelitian lebih lanjut di bidang ini (Fauzi Aditia Rahmat et al., 2022).

Pada Penelitian “Analisis Performansi Jaringan *Indoor* 4G LTE di Gedung Admisi Universitas Muhamadiyah Yogyakarta” Analisis performansi jaringan *Indoor* 4G LTE diperlukan pada gedung penerimaan mahasiswa baru Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang merupakan gedung atau gedung baru di UMY. Penelitian ini dilakukan dengan cara *drive test* menggunakan aplikasi G-NetTrack pro yang dibeli di *google play store*. Metode *drive test* pada aplikasi G-net track pro untuk mengetahui kualitas sinyal berdasarkan standar KPI yang menunjukkan nilai RSRP, RSRQ dan SNR dengan mengetahui dari hasil tampilan warna pada aplikasi G-Nettrack Pro. Pada hasil penelitian menunjukkan bahwa admisi gedung masih membutuhkan perbaikan sinyal

yang kuat serta kualitas jaringan/sinyal karena kekuatan sinyal di gedung tersebut kurang maksimal. Dari hasil penelitian membuktikan bahwa lantai dasar, Lantai 1 dan Lantai 2 nilai RSRP, RSRQ dan SNR nya setiap semakin tinggi nilai RSRP semakin baik tetapi nilai RSRQ dan SNR semakin buruk. Nilai rata-rata nilai *RSRP* berwarna hijau dengan nilai -80 dBm s/d kualitas -90 dBm pada kondisi normal, nilai RSRQ berwarna orange-nilai -10 dB s/d -14 dB dimana didapatkan kualitas dalam kondisi buruk, dan nilai SNR berwarna jingga pada nilai -5 dB s/d 0 dB dimana ditemukan kualitas dalam kondisi buruk. Dari hasil data tersebut dapat diketahui bahwa admisi gedung masih membutuhkan peningkatan kualitas sinyal atau jaringan dengan melakukan perancangan dan pemasangan antena *indoor* (Aziz Yulianto Pratama et al., 2022).

Pada Penelitian “Analisis Kualitas Sinyal Menggunakan G-Nettrack Pro di Kota Malang” Jaringan telekomunikasi nirkabel (*wireless*) saat ini sudah berkembang sangat pesat. Untuk memenuhi demand pengguna seluler saat ini terhadap transfer data rate dan layanan data. Penerapan teknologi LTE sudah gencar dilakukan pada beberapa negara termasuk di Indonesia. Masalah yang sering dihadapi adalah keterbatasan *coverage area* dari *Base Transceiver Station* (BTS) sehingga tidak semua area dapat tercakup oleh jaringan 4G. Berdasarkan latar belakang tersebut maka dalam skripsi ini akan dilakukan analisis performansi dan kualitas sinyal jaringan LTE di Kota Malang. Pengukuran ini dilakukan dengan menggunakan aplikasi G-Nettrack Pro dan parameter yang akan diukur dalam penelitian ini adalah RSRQ, RSRP, SINR dan *Throughput*. Lokasi *eNodeB* yang digunakan untuk penelitian yaitu di 2 Kecamatan yang berada di Kota Malang. Dari hasil pengukuran *drive test*, diperoleh untuk wilayah Sawojajar dan Kota Malang memiliki nilai RSRP max -64 dBm, RSRP min -105 dBm, RSRP rata-rata -83,2 dBm dengan kategori Sangat baik. RSRQ max -6 dB, RSRQ min -11 dB, serta RSRQ rata-rata -10,05 dB dengan kategori Normal. SINR max 25 dB, SINR min -3 dB, serta SINR rata-rata 9,65 dB dengan kategori Baik. *Uplink* max 14546 kbps, *Uplink* min 0, serta *Uplink* rata-rata 19,96 kbps dengan kategori Sangat buruk. *Downlink* max 15564 kbps, *Downlink* min 0, serta *Downlink* rata-rata 28,6 kbps dengan kategori Sangat buruk (Dania Sartika Anggraeni et al., 2020).

Pada Penelitian “Analisis Perbandingan Kualitas Sinyal 4G LTE Pada Beberapa Provider” Penelitian ini dilatarbelakangi oleh kebutuhan akan kualitas jaringan 4G LTE yang semakin meningkat, terutama di lingkungan kampus UIN Suska Riau yang mengandalkan konektivitas daring untuk berbagai aktivitas. Meskipun teknologi 4G LTE menawarkan kecepatan transfer data tinggi hingga 100 Mbps untuk unduhan dan 50 Mbps untuk unggahan, masih terdapat kendala seperti sinyal yang lemah, interferensi, dan cakupan yang tidak optimal. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kualitas sinyal dari lima penyedia layanan di lokasi kampus dengan menggunakan metode *Drive Test*. Parameter yang diukur meliputi *Reference Signal Received Power* (RSRP), *Reference Signal Received Quality* (RSRQ), *Signal to Noise Ratio* (SNR), dan *Reference Symbol Signal Intensity* (RSSI). Hasil penelitian menunjukkan bahwa provider dengan performa terbaik untuk parameter RSRP dan RSSI adalah Provider A, sedangkan untuk parameter RSRQ adalah Provider C, dan SNR adalah Provider E. Secara keseluruhan, Provider E menjadi penyedia layanan dengan kualitas sinyal terbaik di kampus UIN Suska Riau, dengan rata-rata nilai RSRP sebesar -88,3 dBm, RSRQ sebesar -13 dB, SNR sebesar 12,3 dB, dan RSSI sebesar -54,3 dBm. Kendala seperti sinyal lemah ditemukan di beberapa lokasi, yang disebabkan oleh faktor-faktor seperti arah antenna, daya pancar, lokasi BTS, serta *interferensi* dari sel tetangga (Yogi Ismemet et al., 2022).

Pada Penelitian “Analisis Kualitas Jaringan Internet Kampus Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau Menerapkan Metode *Quality Of Service*(QoS)” Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau (UIN SUSKA RIAU) memiliki akses jaringan internet di beberapa Gedung yang telah terhubung dengan *server*. Fasilitas internet yang disediakan dapat diakses seluruh civitas akademik kampus, berupa Kabel LAN dan berbasis *wireless*. Namun pada ISP yang berbeda dari sebelumnya, dalam penggunaan jaringan internet kampus terkadang mahasiswa mengeluhkan tentang fasilitas internet yang ada, mulai dari internet yang lambat, tidak dapat tersambung ke internet, jaringan putus-putus, dan belum mencakup ke seluruh Gedung yang ada di lingkungan kampus Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Untuk mengetahui seberapa besarnya kualitas layanan internet kampus, dilakukan penelitian QoS (*Quality of Service*) dengan

parameter yang digunakan yaitu: *throughput*, *delay*, *jitter*, dan *packet loss*. Pengukuran parameter QoS menggunakan aplikasi *wireshark* dilakukan pada setiap Gedung Fakultas yang telah terhubung dengan server kampus dengan rentang waktu pelayanan jam sibuk dan jam sepi setiap harinya pada jam kerja. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa kualitas jaringan internet kampus Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau secara keseluruhan dengan kategori Bagus menurut standar *ETSI* (Haikal Zikri, 2024).

Tabel 2. 8 Perbandingan Penelitian

No	Nama & Judul	Metode	Hasil
1.	Fauzi Aditia Rahmat, Dikki Chandra, Zurnawita, Yulindon (2022) “Analisis Kinerja Kualitas Jaringan 4G <i>Long Term Evolution</i> Di Kawasan Perumahan Singgalang, Koto Tangah, Kota Padang”	Metode yang digunakan dalam proposal tersebut adalah metode <i>Drive Test</i> . Metode ini bertujuan untuk mengumpulkan data kualitas jaringan secara langsung di lapangan. Data dikumpulkan menggunakan perangkat seperti <i>smartphone</i> Samsung Galaxy Note 5 dengan aplikasi TEMS Pocket untuk mengukur kinerja jaringan. Selain itu, data dianalisis menggunakan perangkat lunak TEMS Discovery dan MapInfo Pro. Metode ini memungkinkan peneliti untuk memetakan parameter jaringan seperti <i>Reference Signal Received Power</i> (RSRP), Signal to Interference Noise Ratio (SINR), dan Physical Cell Identity (PCI) secara real-time. Dengan pendekatan ini, penelitian dapat mengidentifikasi area	Dengan metode <i>Drive Test</i> , ditemukan bahwa 60,85% dari 401 sampel memiliki kualitas jaringan buruk. Perbaikan dilakukan dengan mengubah arah antena dan melakukan optimasi jaringan lainnya. Hasil penelitian ini memberikan solusi untuk meningkatkan kualitas jaringan di area yang terpengaruh, yang dapat bermanfaat bagi provider dan penelitian lebih lanjut di bidang ini.

No	Nama & Judul	Metode	Hasil
		yang memiliki kualitas jaringan buruk dan memberikan rekomendasi perbaikan jaringan yang efektif.	
2.	Aziz Yulianto Pratama,Widyasmoro, Anna Nur Nazilah (2022) “Analisis Performansi Jaringan <i>Indoor</i> 4G LTE di Gedung Admisi Universitas Muhamadiyah Yogyakarta”	Penelitian ini menggunakan metode pengukuran kualitas jaringan LTE di dalam gedung ADMISI UMY melalui pendekatan <i>drive test indoor</i> . Pengukuran dilakukan menggunakan aplikasi G-NetTrack Pro, yang memungkinkan analisis parameter jaringan seperti RSRP (Reference Signal Received Power), RSRQ (Reference Signal Received Quality), dan SNR (Signal-to-Noise Ratio). Data yang dikumpulkan dianalisis dengan cara memetakan kualitas jaringan dalam bentuk visualisasi warna, seperti hijau untuk kualitas baik, kuning untuk normal, dan merah untuk kualitas buruk. Selain pengukuran lapangan, penelitian ini juga membandingkan hasil data aktual dengan perhitungan teoritis	Pengukuran jaringan 4G LTE di gedung Admisi UMY menggunakan metode <i>drive test indoor</i> dengan aplikasi G-NetTrack Pro menunjukkan kualitas sinyal yang bervariasi pada frekuensi 1835–1850 MHz untuk Telkomsel. Fokus pengukuran adalah RSRP (kuat sinyal), RSRQ (kualitas sinyal), dan SINR (rasio sinyal terhadap derau). Struktur bangunan dengan banyak dinding, sekat, dan kaca, serta lokasi BTS terdekat yang kurang optimal, menjadi penyebab utama penurunan kualitas sinyal. BTS di Tamantirto dan Gedung D UMY memiliki ketinggian kurang dari 45 meter dan terhalang fisik, ditambah mobilitas tinggi di sekitar gedung. Hasil

No	Nama & Judul	Metode	Hasil
		untuk memastikan konsistensi hasil. Faktor-faktor fisik, seperti hambatan sinyal dari dinding, kaca, dan keberadaan bangunan sekitar, juga diperhatikan dalam analisis ini. Pendekatan ini bertujuan untuk memahami penyebab utama kualitas buruk jaringan, seperti jarak BTS, interferensi, atau mobilitas pengguna di dalam gedung.	pengukuran RSRP menunjukkan kondisi sinyal cukup baik di sebagian besar jalur tengah lantai dasar (warna hijau, -80 dBm hingga -90 dBm) meski ada area dengan sinyal buruk (biru tua, -101 dBm hingga -110 dBm). Di bagian tepi, kondisi sinyal umumnya baik, tetapi beberapa area masih menunjukkan kualitas buruk. RSRQ dan SNR sebagian besar menunjukkan kualitas buruk hingga sangat buruk (warna orange hingga merah untuk RSRQ dan warna orange, merah, hingga hitam untuk SINR), mengindikasikan interferensi signifikan akibat penghalang fisik, jarak BTS, dan interferensi perangkat lain. Untuk meningkatkan jaringan, disarankan pemasangan BTS tambahan atau repeater di sekitar gedung serta optimalisasi lokasi dan daya BTS guna memperbaiki

No	Nama & Judul	Metode	Hasil
			parameter RSRP, RSRQ, dan SINR, sehingga mendukung komunikasi lebih baik.
3.	Dania Sartika Anggraeni, Aisah, Abdul Rasyid (2020) “Analisis Kualitas Sinyal Menggunakan G-Nettrack Pro di Kota Malang”	Penelitian ini menggunakan metode <i>Drive Test</i> untuk mengukur kualitas jaringan LTE di Kecamatan Kedungkandang dan Kecamatan Klojen, Kota Malang. Dengan perangkat lunak G-NetTrack Pro, data parameter jaringan seperti RSRP, RSRQ, SINR, dan <i>throughput</i> dikumpulkan dari lima site eNodeB (MLG495, MLG669, MLG862, MLG120, MLG335). Rute pengukuran direncanakan berdasarkan survei lokasi, dan data lapangan dianalisis untuk mengevaluasi performa jaringan, mencakup kekuatan sinyal, kualitas, interferensi, serta kecepatan data. Hasilnya digunakan untuk menilai kualitas layanan LTE dan memberikan rekomendasi optimalisasi.	Hasil penelitian ini menunjukkan analisis kualitas sinyal jaringan LTE di Kota Malang menggunakan aplikasi G-NetTrack Pro dengan metode <i>drive test</i> . Pengukuran dilakukan di dua kecamatan, yaitu Kedungkandang dan Klojen, dengan parameter yang dievaluasi meliputi RSRP (Reference Signal Received Power), RSRQ (Reference Signal Received Quality), SINR (Signal to Interference plus Noise Ratio), serta <i>throughput uplink</i> dan <i>downlink</i> . Hasilnya menunjukkan bahwa kualitas sinyal RSRP rata-rata mencapai -83,2 dBm (kategori sangat baik), dengan nilai maksimum -64 dBm dan minimum -105 dBm. Untuk RSRQ, rata rata nilainya

No	Nama & Judul	Metode	Hasil
			adalah -10,05 dB (kategori normal), dengan maksimum -6 dB dan minimum -11 dB. Parameter SINR memiliki rata-rata 9,65 dB (kategori baik), dengan nilai maksimum 25 dB dan minimum -3 dB. Namun, performa <i>throughput</i> menunjukkan hasil yang kurang memuaskan, dengan rata-rata <i>uplink</i> hanya 19,96 kbps dan rata-rata <i>downlink</i> 28,6 kbps, keduanya dikategorikan sangat buruk. Secara keseluruhan, kualitas sinyal (RSRP, RSRQ, dan SINR) tergolong baik di area penelitian, tetapi <i>throughput uplink</i> dan <i>downlink</i> menunjukkan adanya kebutuhan peningkatan kapasitas jaringan untuk mendukung pengalaman pengguna yang lebih baik.

No	Nama & Judul	Metode	Hasil
4.	Yogi Ismemet (2022) “Analisis Perbandingan Kualitas Sinyal 4G LTE Pada Beberapa Provider”	Metode yang digunakan dalam proposal ini adalah metode <i>Drive Test</i> . Metode ini bertujuan untuk mengukur dan menganalisis kualitas jaringan 4G LTE secara langsung di lapangan. Dalam pelaksanaannya, data diambil menggunakan perangkat mobile yang dilengkapi aplikasi G NetTrack Pro, yang mampu memonitor jaringan pada berbagai teknologi, termasuk LTE. Parameter yang diukur meliputi Reference Signal Received Power (RSRP), Reference Signal Received Quality (RSRQ), Signal to Noise Ratio (SNR), dan Reference Symbol Signal Intensity (RSSI). Pengukuran dilakukan di area kampus UIN Suska Riau dengan rute yang telah ditentukan sebelumnya untuk memastikan cakupan data yang luas dan representatif. Data yang diperoleh kemudian dianalisis untuk mengidentifikasi	Hasil penelitian ini menunjukkan kualitas jaringan 4G LTE dari lima penyedia layanan yang diuji di area kampus UIN Suska Riau berdasarkan empat parameter utama. Untuk parameter Reference Signal Received Power (RSRP), Provider A memiliki performa terbaik dengan rata-rata nilai -84 dBm, menunjukkan kekuatan sinyal yang lebih stabil dibandingkan provider lainnya. Pada parameter Reference Signal Received Quality (RSRQ), Provider C menunjukkan kualitas sinyal terbaik dengan rata-rata nilai -11,3 dB, menandakan tingkat interferensi yang relatif rendah. Sementara itu, untuk parameter Signal to Noise Ratio (SNR), Provider E menempati posisi teratas dengan rata-rata nilai 12,3 dB, mencerminkan rasio sinyal terhadap

No	Nama & Judul	Metode	Hasil
		penyedia layanan dengan kualitas jaringan terbaik dan untuk memberikan rekomendasi perbaikan jaringan di area tersebut.	Hasil penelitian ini menunjukkan kualitas jaringan 4G LTE dari lima penyedia layanan yang diuji di area kampus UIN Suska Riau berdasarkan empat parameter utama. Untuk parameter Reference Signal Received Power (RSRP), Provider A memiliki performa terbaik dengan rata-rata nilai -84 dBm, menunjukkan kekuatan sinyal yang lebih stabil dibandingkan provider lainnya. Pada parameter Reference Signal Received Quality (RSRQ), Provider C menunjukkan kualitas sinyal terbaik dengan rata-rata nilai -11,3 dB, menandakan tingkat interferensi yang relatif rendah. Sementara itu, untuk parameter Signal to Noise Ratio (SNR), Provider E menempati posisi teratas dengan rata-rata nilai 12,3 dB, mencerminkan rasio sinyal terhadap

No	Nama & Judul	Metode	Hasil
			noise yang paling optimal. Pada parameter Reference Symbol Signal Intensity (RSSI), Provider A kembali unggul dengan rata-rata nilai -54,3 dBm, yang menunjukkan intensitas sinyal yang sangat baik. Secara keseluruhan, Provider E dinyatakan sebagai penyedia layanan dengan kualitas jaringan terbaik di kampus UIN Suska Riau. Kendati demikian, penelitian ini juga menemukan adanya beberapa kendala di sejumlah lokasi yang mengalami sinyal lemah, yang disebabkan oleh faktor seperti arah antena, daya pancar, lokasi BTS, dan interferensi antar sel.

No	Nama & Judul	Metode	Hasil
5.	Haikal Zikri, Iwan Iskandar, Pizaini.(2022) “Analisis Kualitas Jaringan Internet Kampus Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau Menerapkan Metode Quality of Service(QoS)”	Penelitian ini menggunakan metode Quality of Service (QoS) untuk menganalisis kualitas jaringan internet kampus Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Parameter yang diukur meliputi <i>throughput</i> (jumlah data yang berhasil ditransmisikan per satuan waktu), delay (waktu yang dibutuhkan data untuk berpindah dari sumber ke tujuan), jitter (variasi delay antar paket data), dan packet loss (jumlah paket data yang hilang selama transmisi). Pengukuran dilakukan menggunakan aplikasi Wireshark	Hasil penelitian menunjukkan bahwa kualitas layanan internet kampus secara keseluruhan berada dalam kategori "Bagus" menurut standar ETSI (European Telecommunications Standards Institute). Nilai <i>throughput</i> rata-rata menunjukkan performa jaringan yang memadai, dengan fakultas tertentu mencatat <i>throughput</i> yang sangat tinggi. Rata-rata delay berada dalam kategori sangat baik, di bawah 150 ms, menunjukkan koneksi yang responsif. Nilai jitter umumnya rendah, menandakan transmisi data yang stabil, sementara hasil packet loss hampir seluruhnya 0%, menunjukkan bahwa data diterima dengan sempurna tanpa kehilangan. Hasil ini memberikan gambaran performa jaringan yang baik dan dapat dijadikan acuan untuk optimasi

No	Nama & Judul	Metode	Hasil
			distribusi bandwidth serta peningkatan kualitas layanan di seluruh gedung kampus.banyak titik pengukuran, sedangkan nilai DCR (Dropped Call Rate) tetap berada di bawah 2%, sesuai standar KPI ITU-T.
6.	Arya Nanda Verdhan (2024) “Analisis Performansi Jaringan LTE Menggunakan Software G-NetTrack Pro dan TEMS Investigation di Lingkungan Kampus Politeknik Caltex Riau”	Metode penelitian yang digunakan dalam proposal ini adalah <i>drive test</i> , yang diawali dengan studi literatur untuk memahami konsep konsep terkait performa jaringan LTE, parameter teknis seperti RSRP, RSRQ, SINR, <i>throughput</i> , serta perangkat lunak yang digunakan, yaitu G-NetTrack Pro dan TEMS Investigation. Selanjutnya, dilakukan persiapan alat dan software dengan menyiapkan perangkat keras berupa smartphone atau laptop, serta perangkat lunak yang akan digunakan selama pengujian. Peneliti kemudian menetapkan lokasi pengujian, yaitu area <i>outdoor</i> di	Hasil yang diharapkan dari penelitian ini adalah menghasilkan peta performa jaringan LTE yang menggambarkan area dengan kualitas sinyal yang kurang optimal di lingkungan kampus Politeknik Caltex Riau. Peta ini akan mencakup analisis parameter teknis seperti RSRP, RSRQ, SINR, dan <i>throughput</i> untuk mengidentifikasi kondisi jaringan secara rinci. Selain itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi Key Performance Indicators (KPI) jaringan LTE, termasuk Accessibility (CSSR), Retainability (DCR), dan Integrity (HOSR), yang

No	Nama & Judul	Metode	Hasil
		lingkungan kampus Politeknik Caltex Riau, dengan fokus pada jalan-jalan utama dan tengah di sekitar gedung utama. <i>Drive test</i> dilakukan untuk mengumpulkan data jaringan dengan mengukur parameter teknis seperti RSRP, RSRQ, SINR, dan <i>throughput</i>. Data yang diperoleh diorganisasi untuk dianalisis guna mengevaluasi kualitas jaringan di lokasi pengujian. Hasil analisis ini digunakan untuk mengidentifikasi area dengan kualitas sinyal rendah dan menyusun rekomendasi teknis untuk meningkatkan performa jaringan LTE di kampus. Tahap akhir penelitian mencakup evaluasi dan kesimpulan untuk memberikan solusi optimal berdasarkan hasil pengukuran dan analisis.	menjadi indikator utama kualitas layanan jaringan. Berdasarkan hasil analisis tersebut, penelitian ini akan memberikan rekomendasi teknis kepada operator jaringan, seperti optimasi konfigurasi jaringan, penambahan base station, atau penerapan teknologi mitigasi interferensi, guna meningkatkan cakupan sinyal dan kualitas layanan jaringan LTE di area kampus. Lebih jauh, penelitian ini diharapkan dapat memperdalam pemahaman tentang performa jaringan LTE dan berkontribusi pada pengembangan infrastruktur telekomunikasi yang lebih baik, khususnya di lingkungan pendidikan, sehingga memberikan solusi konkret untuk meningkatkan pengalaman konektivitas bagi pengguna jaringan LTE di Politeknik Caltex Riau.