



Analisis Performa Jaringan 5G NR Telkomsel Menggunakan Metode Single Site Verification (SSV) Kecamatan Kosambi, Kabupaten Tangerang

Andhika Fachrurriadi¹, Yulindon²

¹Program Studi Sarjana Terapan Teknik Telekomunikasi, Politeknik Negeri Padang, Padang, Sumatera Barat, Indonesia.

*Penulis Korespondensi: dhykafachrurriadi@gmail.com

Abstract. *Telkomsel has implemented 5G New Radio (NR) technology across various regions in Indonesia, including Kosambi District, Tangerang Regency, where one of its sites newly activated 5G NR service in late 2025. Following the activation, performance analysis is necessary to ensure the network operates in accordance with the Key Performance Indicators (KPI) established by the operator. This study aims to analyze the downlink performance of the Telkomsel 5G NR network in Kosambi District using the Single Site Verification (SSV) method through drive test. The parameters analyzed include RF Mode, Reference Signal Received Power (RSRP), Signal to Interference plus Noise Ratio (SINR), and Downlink Throughput. Measurement results obtained 813 sample points, where 796 points (97.909%) performed serving on the 5G NR network and 17 points (2.09%) on LTE. RSRP and SINR parameters achieved averages of -78.61 dBm and 12.45 dB respectively, while downlink throughput reached an average of 71.02 Mbps. This study illustrates the empiric performance of the Telkomsel 5G NR network in Kosambi District against the established KPI standards, providing an initial overview of network conditions following activation that can serve as a reference for further network evaluation.*

Keywords: *Drive Test; RF Mode; RSRP; Single Site Verification; SINR*

Abstrak. Telkomsel telah mengimplementasikan teknologi 5G New Radio (NR) di berbagai wilayah Indonesia, termasuk di Kecamatan Kosambi, Kabupaten Tangerang. Salah satu site di wilayah tersebut baru mengaktifkan layanan 5G NR pada akhir tahun 2025, sehingga diperlukan analisis performa untuk memastikan jaringan beroperasi sesuai Key Performance Indicator (KPI) yang ditetapkan operator. Penelitian ini bertujuan menganalisis performa downlink jaringan 5G NR Telkomsel di Kecamatan Kosambi menggunakan metode Single Site Verification (SSV) melalui drive test. Parameter yang dianalisis meliputi RF Mode, Reference Signal Received Power (RSRP), Signal to Interference plus Noise Ratio (SINR), dan Throughput Downlink. Hasil pengukuran memperoleh 813 titik sampel, dimana 796 titik (97,909%) melakukan serving pada jaringan 5G NR dan 17 titik (2,09%) pada LTE. Parameter RSRP dan SINR masing-masing mencapai nilai rata-rata -78,61 dBm dan 12,45 dB, sementara throughput downlink menunjukkan rata-rata 71,02 Mbps. Penelitian ini menggambarkan performa empiris jaringan 5G NR Telkomsel di Kecamatan Kosambi terhadap standar KPI yang ditetapkan, sekaligus memberikan gambaran awal kondisi jaringan pasca aktivasi yang dapat dijadikan referensi untuk evaluasi lebih lanjut.

Kata kunci: Drive Test; RF Mode; RSRP; Single Site Verification; SINR

1. LATAR BELAKANG

Teknologi 5G NR merupakan generasi terbaru jaringan seluler yang dirancang untuk menghadirkan kapasitas lebih besar, kecepatan data lebih tinggi, dan latensi lebih rendah dibandingkan generasi sebelumnya. Jaringan 5G NR mendukung berbagai layanan seperti *enhanced Mobile Broadband (eMBB)*, *Ultra-Reliable Low-Latency Communications (URLLC)*, dan *massive Machine-Type Communications (mMTC)* yang mencakup berbagai sektor mulai dari industri 4.0 hingga *Internet of Things (IoT)* (Fuentes

et al., 2020). Untuk memastikan layanan jaringan berjalan optimal, evaluasi kinerja jaringan menggunakan *Key Performance Indicator* (KPI) menjadi hal yang penting, KPI memberikan informasi penting yang dibutuhkan untuk keberhasilan penggelaran jaringan, evaluasi performa, dan pengembangan jaringan (Shakir et al., 2023).

Dalam implementasinya, banyak operator memilih memulai penggelaran 5G melalui arsitektur *Non-Standalone* (NSA), Pada arsitektur *Non-Standalone* (NSA), teknologi akses 5G NR bekerja bersama jaringan LTE dan infrastruktur inti EPC melalui mekanisme E-UTRA-NR *Dual Connectivity* (ENDC) (Haghrah et al., 2023). Di Indonesia, implementasi jaringan 5G dimulai pada Mei 2021 melalui peluncuran layanan 5G oleh Telkomsel sebagai operator pertama yang menghadirkan teknologi ini secara komersial (Sadri, 2024). Dengan semakin luasnya cakupan jaringan 5G di berbagai wilayah Indonesia, evaluasi performa jaringan menjadi hal yang penting untuk memastikan kualitas layanan yang diterima pengguna sesuai dengan standar yang ditetapkan.

Beberapa penelitian sebelumnya telah melakukan penelitian serupa pada jaringan 5G NR di berbagai wilayah Indonesia. Rafi et al. (2025) melakukan analisis performa jaringan 5G NSA Telkomsel di Kota Padang menggunakan metode *drive test* dengan parameter RSRP, SINR, dan *throughput*, namun belum menganalisis distribusi koneksi jaringan 5G NR dan LTE secara bersamaan. Sementara itu, Oktavianto et al. (2024) melakukan analisis jaringan 5G 2300 MHz di Kota Semarang menggunakan simulasi *radio planning*, sehingga hasil yang diperoleh belum mencerminkan kondisi jaringan secara nyata di lapangan. Rahmawati et al., (2025) melakukan analisis dan perancangan jaringan 5G NR pada frekuensi 2300 MHz di Kota Banjarmasin menggunakan metode simulasi, dengan hasil menunjukkan kualitas sinyal yang baik pada nilai SS-RSRP -75,41 dBm dan SS-SINR 19,33 dB, namun hasil yang diperoleh juga belum mencerminkan kondisi jaringan secara nyata di lapangan.

Berdasarkan penelitian-penelitian tersebut, penelitian ini dilakukan dengan lokasi yang berbeda yaitu Kecamatan Kosambi, Kabupaten Tangerang, melalui pengukuran langsung di lapangan menggunakan metode *drive test* dengan pendekatan *Single Site Verification* (SSV) yang dilakukan tidak lama setelah jaringan 5G NR pada site tersebut diaktifkan. Selain parameter RSRP, SINR, dan *throughput*, penelitian ini juga meninjau

rasio perbandingan jaringan 5G NR dan LTE yang terukur sepanjang rute pengukuran melalui parameter RF Mode. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui performa jaringan dengan menganalisis cakupan dan kualitas jaringan pada sisi *downlink*, yaitu arah transmisi sinyal dari *base station* menuju perangkat pengguna.

2. KAJIAN TEORITIS

A. Teknologi 5G New Radio (NR)

5G New Radio (NR) adalah antarmuka radio generasi kelima yang dikembangkan oleh 3GPP untuk memenuhi kebutuhan layanan komunikasi yang semakin beragam. Jaringan 5G NR dirancang untuk mendukung tiga jenis layanan utama, yaitu *enhanced Mobile Broadband* (eMBB) yang menyediakan kecepatan data tinggi, *massive Machine Type Communications* (mMTC) yang memungkinkan koneksi perangkat *Internet of Things* (IoT) dalam skala besar, serta *Ultra-Reliable Low-Latency Communications* (URLLC) yang ditujukan untuk aplikasi dengan kebutuhan latensi rendah dan keandalan tinggi (Rinaldi et al., 2021). Teknologi 5G juga mendukung berbagai layanan multimedia seperti suara, video, internet, dan *broadband* secara lebih efisien, serta mampu mendukung hampir 65 layanan *broadband* dengan statistik lalu lintas dua arah yang akurat (Prasetyo et al., 2023).

B. Drive Test

Drive test merupakan metode pengukuran yang dilakukan untuk mengamati dan mengumpulkan data jaringan seluler di lapangan guna memperoleh hasil kriteria performa jaringan (Sitindjak et al., 2021), dengan cara merekam data secara langsung sambil berpindah dari satu titik ke titik lainnya mengikuti rute yang telah ditentukan (Nuari et al., 2021).

C. Parameter Pengukuran 5G New Radio (NR)

Reference Signal Received Power (RSRP) merupakan rata-rata daya yang diterima dari *resource element* yang membawa sinyal referensi dalam rentang *bandwidth* yang digunakan (Bayudin et al., 2021). Parameter ini digunakan sebagai indikator *coverage* jaringan 5G NR dengan satuan dBm, Nilai RSRP yang terukur akan semakin menurun seiring dengan bertambahnya jarak antara perangkat pengguna dan *base station* (Akram

et al., 2023). Dalam penelitian ini, target KPI RSRP ditetapkan minimal 90% dari total titik pengukuran yang memiliki nilai ≥ -105 dBm melalui metode *drive test*, dengan klasifikasi nilai sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1.

Table 1. Kategori Parameter RSRP 5G NR

Range RSRP NR (dBm)	Kategori
≥ -80	Sangat Baik
$-95 \leq \text{RSRP} \leq -80$	Baik
$-105 \leq \text{RSRP} \leq -95$	Cukup
$-120 \leq \text{RSRP} \leq -105$	Buruk
$-150 \leq \text{RSRP} \leq -120$	Sangat Buruk

Signal to Interference plus Noise Ratio (SINR) merupakan faktor penting dalam menentukan kualitas komunikasi jaringan (AGARWAL et al., 2025) dengan satuan decibel (dB). Dalam penelitian ini, target KPI SINR ditetapkan minimal 95% dari total titik pengukuran yang memiliki nilai ≥ 0 dB melalui metode *drive test*, dengan klasifikasi nilai sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2.

Table 2. Kategori Parameter SINR 5G

Range SINR NR (dB)	Kategori
$20 \leq \text{SINR} \leq 50$	Sangat Baik
$10 \leq \text{SINR} \leq 20$	Baik
$0 \leq \text{SINR} \leq 10$	Cukup
$-5 \leq \text{SINR} \leq 0$	Buruk
$-25 \leq \text{SINR} \leq -5$	Sangat Buruk

Throughput adalah jumlah informasi yang berhasil dikirim per satuan waktu (Yuhanef et al., 2023). Dalam penelitian ini, *throughput downlink* merupakan parameter yang menunjukkan jumlah data yang berhasil diterima oleh perangkat pengguna *dari base station*, dinyatakan dalam satuan *Megabits per second* (Mbps) dengan target KPI nilai

rata-rata minimal 50 Mbps melalui metode *drive test*, dengan klasifikasi nilai sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 3.

Table 3. Kategori Parameter Throughput Downlink 5G NR

Range Throughput DL (Mbps)	Kategori
Throughput ≥ 50	Sangat Baik
$20 \leq \text{Throughput} \leq 50$	Baik
$10 \leq \text{Throughput} \leq 20$	Cukup
$5 \leq \text{Throughput} \leq 10$	Buruk
$0 \leq \text{Throughput} \leq 5$	Sangat Buruk

RF Mode dalam penelitian ini digunakan sebagai parameter yang menampilkan rasio perbandingan koneksi jaringan 5G NR dan LTE yang terukur sepanjang rute pengambilan data. Parameter ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar persentase koneksi 5G NR yang berhasil terukur dibandingkan LTE, dengan target minimal 90% titik pengukuran terkoneksi ke jaringan 5G NR melalui metode *drive test*, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4.

Table 4. KPI Target RF Mode 5G NR

RF Mode	KPI Target (%)
NR	≥ 90
LTE	$0 \leq \text{LTE} \leq 90$

Keempat parameter tersebut yaitu RSRP, SINR, *Throughput Downlink*, dan RF Mode masing-masing memiliki target KPI yang ditetapkan sebagai acuan evaluasi kualitas jaringan 5G NR dalam penelitian ini, meliputi aspek *coverage* maupun *quality* jaringan.

Berdasarkan parameter-parameter yang telah dijelaskan di atas, beberapa penelitian sebelumnya telah melakukan evaluasi jaringan 5G NR dengan pendekatan yang beragam sebagaimana diuraikan berikut ini.

Raksawardhana et al. (2023) melakukan evaluasi kualitas jaringan 5G Telkomsel di Kota Tangerang Selatan melalui metode *drive test* dengan menganalisis parameter RSRP dan SINR. Hasil pengukuran menunjukkan variasi nilai RSRP antara -44 dBm hingga -110 dBm, sementara nilai SINR berkisar antara -14 dB hingga 28 dB.

Fahira Sahna Gazali et al. (2025) melakukan analisis kualitas jaringan 5G Telkomsel menggunakan metode *Quality of Service* (QoS) di Perumahan Bukit Manggala Permai, Makassar, dengan hasil pengukuran menunjukkan kualitas jaringan berada pada kategori sedang hingga bagus berdasarkan standar TIPHON dengan tingkat kelayakan antara 58,31% hingga 82,31%.

Larasati et al. (2022) melakukan analisis performa jaringan 5G pada kondisi *Line-of-Sight* (LOS) menggunakan frekuensi 3,3 GHz di Sawahan, Surabaya melalui simulasi menggunakan perangkat lunak Atoll dengan model propagasi Urban Macro (UMa). Hasil simulasi menunjukkan nilai SS-RSRP sebesar -89 dBm dan SS-SINR sebesar 0,93 dB dan layak untuk diimplementasikan.

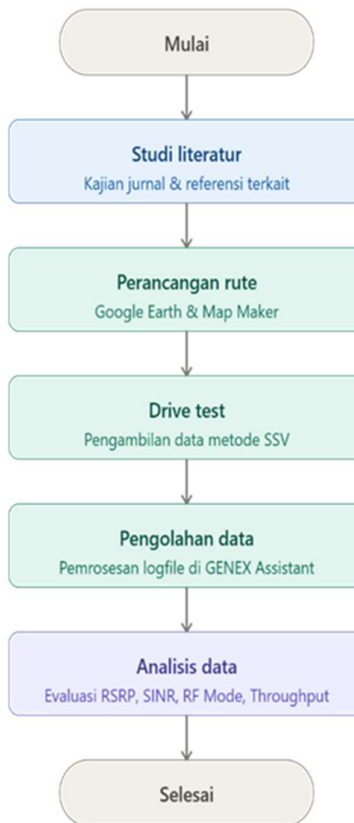
Situmorang et al. (2024) melakukan perencanaan dan optimalisasi jaringan 5G NR frekuensi 2,3 GHz di Pekanbaru melalui simulasi dengan parameter SS-RSRP, SS-SINR, dan *throughput*. Hasil simulasi sebelum optimasi menunjukkan nilai rata-rata SS-RSRP sebesar -105,88 dBm, SS-SINR sebesar 16,82 dB, dan *throughput* mencapai 265 Mbps.

Tobmuti et al. (2025) melakukan analisis kualitas sinyal jaringan 5G pada frekuensi 2100 dan 2300 MHz dengan hasil nilai RSRP berada pada rentang -92 dBm hingga -67 dBm, RSRQ berada pada kategori cukup, serta SINR menunjukkan variasi antara 2 dB hingga 18 dB yang mengindikasikan adanya pengaruh interferensi terhadap performa jaringan di berbagai lokasi.

Darmanto et al. (2025) melakukan pengukuran empiris kualitas jaringan 5G *Non-Standalone* di Pacitan dengan hasil rata-rata *throughput* FTP Server sebesar 82 Mbps dan 107 Mbps, serta *throughput* UDP sebesar 123 Mbps dan 157 Mbps, menunjukkan performa jaringan yang baik untuk aplikasi *real time*.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Kecamatan Kosambi, Kabupaten Tangerang dengan objek penelitian berupa site 5G NR Telkomsel yang diukur tidak lama setelah site tersebut *on air*. Evaluasi difokuskan pada sisi *downlink*, yaitu arah transmisi sinyal dari *base station* menuju perangkat pengguna. Pengambilan data dilakukan melalui metode *drive test* dengan mengumpulkan data *mobility* yang disimpan dalam format *logfile*. Proses *drive test* diawali dengan perancangan rute menggunakan aplikasi Google Earth, serta Map Marker sebagai penanda lokasi pada layanan mobile. Perangkat yang digunakan merupakan *tools* khusus *drive test* yang dilengkapi dengan aplikasi PHU Test untuk pengambilan data di lapangan. Seluruh data yang terkumpul kemudian disimpan dalam format *logfile* dan dianalisis menggunakan aplikasi GENEX Assistant Lite untuk mengevaluasi parameter RSRP, SINR, RF Mode, dan *Throughput Downlink* berdasarkan KPI yang ditetapkan, alur penelitian secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengumpulan data melalui *drive test* memperoleh empat parameter *mobility* yang tersimpan dalam format logfile untuk masing-masing parameternya. Setelah proses pengukuran selesai dilakukan, diperoleh hasil dimana jaringan 5G NR melakukan *servicing* dengan rasio 97,909% dari total 813 titik pengukuran. Temuan ini menunjukkan bahwa *coverage* site telah didominasi oleh jaringan 5G NR dengan nilai yang telah memenuhi target KPI minimal 90% yang ditetapkan. Hasil pengukuran RF Mode ditampilkan pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Hasil Pengukuran RF Mode 5G NR

Berdasarkan Gambar 2, ditemukan 2,09% titik pengukuran melakukan *servicing* pada jaringan LTE. Setelah dilakukan analisis dengan meninjau *event* pada salah satu titik yang melakukan *servicing* LTE, tepatnya pada koordinat (-6.091602°, 106.675535°), Pada pengukuran ditemukan *event* NRULFALLBACK2LTE, yang mengindikasikan adanya perpindahan mekanisme *uplink* dari jaringan 5G NR ke LTE. Kondisi ini menunjukkan bahwa koneksi *uplink* pada 5G tidak dapat dipertahankan secara optimal pada titik tersebut.

Selanjutnya, dengan temuan total 796 titik 5G NR yang melakukan *servicing*, analisis dilakukan terhadap parameter RSRP sebagai indikator *coverage* dan SINR sebagai indikator *quality* jaringan. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa 100% titik pengukuran memiliki nilai RSRP di atas -105 dBm, telah memenuhi target KPI minimal 90% yang ditetapkan. Sementara parameter SINR menunjukkan 96,37% titik pengukuran memenuhi target KPI minimal 95% yang ditetapkan. Hasil pengukuran RSRP dan SINR dapat dilihat pada Tabel 5.

Table 5. Hasil Pengukuran Nilai RSRP dan SINR

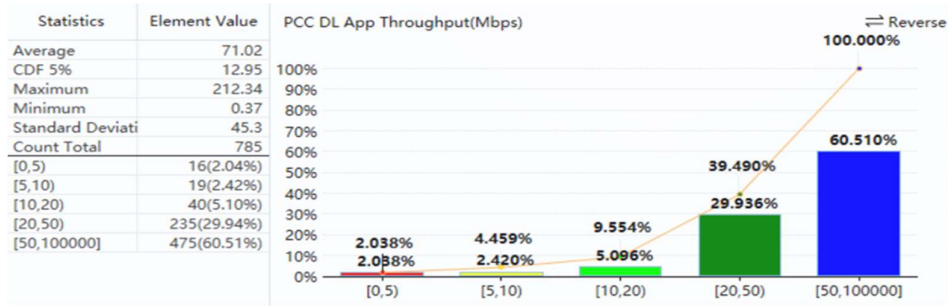
Parameter	Sangat Baik	Baik	Cukup	Buruk	Sangat Buruk
RSRP (≥ -105 dBm)	447 (56,02%)	338 (42,36%)	13 (1,63%)	0 (0,000%)	0 (0,000%)
SINR (≥ 0 dB)	114 (14,29%)	406 (50,88%)	249 (31,20%)	22 (2,76%)	7 (0,88%)

Dari hasil pengukuran yang diperoleh, nilai RSRP menunjukkan kategori sangat baik mendominasi dengan 447 titik (56,02%), diikuti kategori baik sebesar 338 titik (42,36%), dan kategori cukup sebesar 13 titik (1,63%). Kategori buruk dan sangat buruk tidak ditemukan di sepanjang rute pengukuran, temuan ini menunjukkan bahwa *coverage* dari parameter RSRP telah mencakup area pengukuran dengan baik. Dari hasil pengukuran, nilai rata-rata RSRP diperoleh sebesar -78,61 dBm yang termasuk dalam kategori baik.

Sementara pada parameter SINR, nilai kualitas jaringan telah mencapai target KPI yang ditetapkan. Kategori baik mendominasi dengan 406 titik (50,88%), diikuti kategori cukup sebesar 249 titik (31,20%), kategori sangat baik sebesar 114 titik (14,29%), serta kategori buruk dan sangat buruk dengan total 29 titik (3,64%). Nilai rata-rata SINR diperoleh sebesar 12,45 dB, sehingga dapat diketahui bahwa parameter RSRP dan SINR telah melayani pengguna dalam kategori baik.

Untuk mengetahui penyebab rendahnya nilai SINR yang terukur, dilakukan analisis pada salah satu titik dengan kualitas SINR rendah tepatnya pada koordinat (-6.097228°, 106.683936°), dimana ditemukan nilai RSRP sebesar -91,82 dBm dan SINR sebesar -5,38 dB. Pada titik tersebut terdeteksi 3 sel lain yang melakukan *servicing* secara bersamaan, sehingga menyebabkan penurunan kualitas SINR di titik tersebut.

Melengkapi parameter sebelumnya, analisis *throughput downlink* menunjukkan 60,51% titik pengukuran memiliki nilai di atas 50 Mbps. Hasil pengukuran selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Hasil Pengukuran Nilai Throughput Downlink 5G NR

Berdasarkan Gambar 3, hasil pengukuran parameter *throughput downlink* menunjukkan distribusi nilai pada setiap kategori sebagaimana tercantum. Selain itu, nilai rata-rata *throughput downlink* yang diperoleh sebesar 71,02 Mbps, nilai tersebut telah memenuhi target KPI minimal 50 Mbps yang ditetapkan. Nilai *maksimum throughput downlink* juga mencapai 212,34 Mbps sepanjang rute pengukuran.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pengukuran *drive test* pada proses *Single Site Verification (SSV)* jaringan 5G NR Telkomsel di Kecamatan Kosambi, Kabupaten Tangerang, dapat disimpulkan bahwa secara keseluruhan kinerja *downlink* jaringan telah memenuhi seluruh target KPI yang ditetapkan, meliputi cakupan serving 5G NR (97,909% \geq 90%), RSRP (100% \geq 90%), SINR (96,37% \geq 95%), dan *throughput downlink* (rata-rata 71,02 Mbps \geq 50 Mbps). Dari 2,09% titik yang masih terlayani LTE, analisis pada satu titik menunjukkan adanya *event NRULFALLBACK2LTE* yang mengindikasikan perpindahan mekanisme *uplink* dari 5G ke LTE. Analisis pada satu titik dengan SINR rendah (-5,38 dB) mengindikasikan adanya interferensi dari tiga sel lain yang melayani secara bersamaan. Keterbatasan penelitian ini adalah analisis penyebab hanya dilakukan pada masing-masing satu titik sampel, sehingga hasilnya tidak dapat digeneralisasikan. Saran untuk penelitian selanjutnya adalah melakukan analisis pada seluruh titik bermasalah serta menambahkan parameter *uplink* untuk memperoleh gambaran yang lebih komprehensif.

DAFTAR REFERENSI

AGARWAL, A., Khan, S., Mohapatra, S. S., & Sahoo, S. K. (2025). *Performance Evaluation of SINR in 5G Urban Macro-Cells with Variable Parameters Under different path loss models*. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-6570203/v1>

- Akram, A., Melvandino, F. H., Bragaswara, W. Y., & Ramza, H. (2023). ANALISIS KINERJA JARINGAN 4G LTE MENGGUNAKAN METODE DRIVE TEST DI KELURAHAN KAMPUNG RAMBUTAN, JAKARTA TIMUR. *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, 11(3).
<https://doi.org/10.23960/jitet.v11i3.3140>
- Darmanto, D., Larasati, S., & Ni'amah, K. (2025). Analisa Kuantitatif Kualitas Jaringan 5G Non-Stand Alone berdasarkan Pengukuran Empiris di Pacitan. *Journal of Telecommunication Electronics and Control Engineering (JTECE)*, 7(2), 164–175.
<https://doi.org/10.20895/jtece.v7i2.1931>
- Fahira Sahna Gazali, N. S. A., Faridah, F., Karim, S., & Sriwati, S. (2025). ANALISIS KUALITAS JARINGAN 5G TELKOMSEL MENGGUNAKAN METODE QUALITY OF SERVICE (QOS) DI PERUMAHAN BUKIT MANGGALA PERMAI, MAKASSAR. *ILTEK : Jurnal Teknologi*, 20(02), 177–181.
<https://doi.org/10.47398/iltek.v20i02.266>
- Fuentes, M., Carcel, J. L., DIetrich, C., Yu, L., Garro, E., Pauli, V., Lazarakis, F. I., Grondalen, O., Bulakci, O., Yu, J., Mohr, W., & Gomez-Barquero, D. (2020). 5G New Radio Evaluation against IMT-2020 Key Performance Indicators. *IEEE Access*, 8, 110880–110896. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3001641>
- Haghras, A., Abdollahi, M. P., Azarhava, H., & Niya, J. M. (2023). A survey on the handover management in 5G-NR cellular networks: aspects, approaches and challenges. In *Eurasip Journal on Wireless Communications and Networking* (Vol. 2023, Number 1). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH.
<https://doi.org/10.1186/s13638-023-02261-4>
- Larasati, S., Ni, K., Hanni Pradana, Z., & Teknologi Telkom Purwokerto DI Panjaitan No, I. J. (2022). ANALYSIS OF 5G NETWORK PERFORMANCE IN LINE-OF-SIGHT CONDITIONS USING 3.3 GHZ FREQUENCY AT SAWAHAN, SURABAYA. In *JOURNAL OF INFORMATION TECHNOLOGY AND ITS UTILIZATION* (Vol. 5).
- Nuari, F. A. I., Usman, U. K., & Hanuranto, A. (2021). Penerapan Unmanned Aerial Vehicle (UAV) untuk Pengukuran Kuat Sinyal (Drive Test) pada Jaringan 4G LTE. *Aviation Electronics, Information Technology, Telecommunications, Electricals, and Controls (AVITEC)*, 3(1), 69.
<https://doi.org/10.28989/avitec.v3i1.893>
- Oktavianto, T., Prakoso, T., & Riyadi, M. A. (2024). ANALISIS JARINGAN 5G 2300 MHZ DENGAN MENGGUNAKAN MENARA 4G LTE YANG TERSEDIA DI KOTA SEMARANG. *Transmisi: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 26(1), 1–9.
<https://doi.org/10.14710/transmisi.26.1.1-9>

- Prasetyo, F., Putra, E., Riski, M., Yahya, M. S., & Ramadhan, M. H. (2023). *Jurnal Sistim Informasi dan Teknologi* <https://jsisfotek.org/index.php> Mengenal Teknologi Jaringan Nirkabel Terbaru Teknologi 5G. 5(2).
<https://doi.org/10.37034/jsisfotek.v5i1.233>
- Rafi, M., Muhammad Putra Pamungkas, & Sri Yusnita. (2025). Analisis Performa 5G NSA ISP Telkomsel di Sumatera Barat. *Jupiter: Publikasi Ilmu Keteknikan Industri, Teknik Elektro Dan Informatika*, 3(1), 239–250.
<https://doi.org/10.61132/jupiter.v3i1.758>
- Rahmawati, P., Hafiza, L., Nofitry, A., & Melati, S. R. (2025). Analisis dan Perancangan Jaringan 5G NR pada Frekuensi 2300 MHz di Kota Banjarmasin. *Jurnal Penelitian Inovatif*, 5(3), 1995–2008. <https://doi.org/10.54082/jupin.1145>
- Raksawardhana, M., Lufianawati, D. E. T., & Masjudin, M. (2023). Analisis Kualitas Jaringan 5G dengan Menggunakan Metode Drive Test Di Kota Tangerang Selatan. *Setrum : Sistem Kendali-Tenaga-Elektronika-Telekomunikasi-Komputer*, 12(2).
<https://doi.org/10.36055/setrum.v12i2.22283>
- Rinaldi, F., Raschellà, A., & Pizzi, S. (2021). 5G NR system design: a concise survey of key features and capabilities. *Wireless Networks*, 27(8), 5173–5188.
<https://doi.org/10.1007/s11276-021-02811-y>
- Sadri, M. (2024).
PELUANG_DAN_TANTANGAN_INDONESIA_DALAM_PEMANFAATAN_.
<https://doi.org/10.33758/mbi.v18i8.745>
- Saiful Bayudin, M., Fauziah, A., Razi, F., Studi, P., Rekeyasa, T., Telekomunikasi, J., Elektro, J. T., & Lhokseumawe, P. N. (2021). PENGUJIAN DRIVE TEST UNTUK MENENTUKAN KUALITAS LAYANAN JARINGAN 4G LTE DI KOTA LHOKSEUMAWE. *JURNAL TEKTRONIKA*, 5(1), 64.
- Shakir, Z., Mjhoor, A. Y., Al-Thaedan, A., Al-Sabbagh, A., & Alsabah, R. (2023). Key performance indicators analysis for 4 G-LTE cellular networks based on real measurements. *International Journal of Information Technology (Singapore)*, 15(3), 1347–1355. <https://doi.org/10.1007/s41870-023-01210-0>
- Sitindjak, H. G., Hadikusuma, R. S., & Saragih, Y. (2021). PERBANDINGAN SOFTWARE DRIVE TEST DALAM UJI KUALITAS JARINGAN 3G MENGGUNAKAN PROVIDER TELKOMSEL COMPARISON OF SOFTWARE DRIVE TEST IN 3G NETWORK QUALITY TEST USING TELKOMSEL PROVIDER. *Jurnal Elektro Telekomunikasi Terapan Desember*, 2021.
<https://doi.org/10.25124/jett.v8i2.4227>

- Situmorang, A. Br., Mustakim, H. U., & Rachmaningrum, N. (2024). Perencanaan Dan Optimalisasi Jaringan Selular 5G NR Frekuensi 2.3 GHz Di Kota Pekanbaru. *Scan : Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, 19(1).
<https://doi.org/10.33005/scan.v19i1.4736>
- Tobmuti, D. M. P., & Christianto, E. (2025). 1463-1474 (1). *ANALISIS KUALITAS SINYAL 5G PADA FREKUENSI 2100, 2300 MHz BERDASARKAN PARAMETER RSRQ, RSRP, & SINR*. <https://doi.org/10.35314/ef6wsn27>
- Yuhanef, A., Yusnita, S., & Riandaisan, G. (2023). Analisis Kualitas Throughput Jaringan 4G LTE Indosat Untuk Site 01JKS504 Di Kebayoran Lama, Jakarta Barat. *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 4(1), 276–282.
<https://doi.org/10.24036/jtein.v4i1.396>