

Network Availability Analysis in the Big Mall Samarinda Area using the Walk Test

Syahrul Aswan¹, Muhammad Fahmi², H Pajar Pahrudin³

Program Studi teknik Informatika, Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer
Widya Cipta Dharma
Jl. M. Yamin No 25, Samarinda, 75123
E-mail: syahrulaswn123@gmail.com¹, ahmadfahmi448@gmail.com², pajar@wicida.ac.id³

ABSTRACT

This study aims to analyze network availability in the Big Mall Samarinda area using the Walk Test method. This method involves measuring network performance parameters such as download speed, upload speed, latency, jitter, and packet loss in specific mall areas, including indoor, outdoor, basement, and parking areas. Data collection was conducted using network testing applications such as G-NetTrack, with measurements taken during peak and non-peak hours.

Keywords: Walk Test, Big Mall, Samarinda, network availability, network quality.

ANALISIS KETERSEDIAAN JARINGAN PADA AREA BIG MALL SAMARINDA MENGGUNAKAN METODE WALK TEST

ABSTRAK

Mall Samarinda menggunakan metode Walk Test. Metode ini melibatkan pengukuran parameter performansi jaringan seperti kecepatan unduh, unggah, latensi, jitter, dan packet loss pada beberapa area spesifik di mall, yaitu area indoor, outdoor, basement, dan tempat parkir. Pengumpulan data dilakukan menggunakan aplikasi uji jaringan seperti G-NetTrack, dengan pengukuran yang dilakukan pada waktu sibuk dan tidak sibuk.

1. PENDAHULUAN

Metode *Walk Test* adalah salah satu metode yang digunakan dalam analisis jaringan telekomunikasi untuk mengevaluasi kualitas jaringan seluler. Metode ini melibatkan penggunaan perangkat pengukur sinyal dan perangkat bergerak (biasanya ponsel) yang berjalan di sepanjang rute yang telah ditentukan dalam wilayah jaringan.

Analisis jaringan menggunakan metode *Walk Test* bisa bermacam-macam tergantung pada tujuan dan lingkup analisis yang diinginkan. Beberapa latar belakang umum yang mungkin menjadi alasan untuk melakukan analisis jaringan menggunakan metode *Walk Test* antara lain Evaluasi Cakupan Jaringan Metode *Walk Test* dapat membantu dalam mengevaluasi cakupan jaringan di suatu area tertentu. Dengan melakukan pengukuran sinyal saat berjalan di sepanjang rute yang ditentukan, dapat diperoleh informasi tentang area di mana sinyal jaringan tidak mencapai atau memiliki kelemahan cakupan. Pengukuran Kualitas Layanan *Walk Test* juga dapat digunakan untuk mengukur kualitas layanan yang diberikan oleh jaringan seluler. Misalnya, pengukuran kecepatan unduh dan unggah

data, latensi, atau tingkat kegagalan panggilan di berbagai lokasi.

Data ini dapat memberikan wawasan tentang area dengan masalah kualitas layanan yang perlu diperbaiki. Analisis Interferensi Dalam beberapa kasus, masalah interferensi dapat mempengaruhi kualitas sinyal jaringan. Metode *Walk Test* dapat membantu mengidentifikasi sumber interferensi seperti perangkat elektronik atau struktur fisik yang mempengaruhi kinerja jaringan. Dengan menentukan lokasi dan sifat interferensi, langkah-langkah perbaikan dapat diambil.

2. RUANG LINGKUP

Dalam penelitian ini permasalahan mencakup:

1. Rumusan masalah

Permasalahan dalam penelitian ini adalah ini akan membantu dan membahas dalam merancang metode pengujian yang tepat dan dapat di bahas Sebagian berikut: "Bagaimana Membuat Jaringan Pada Metode *Walk Test* di Area Big Mall Samarinda", mengumpulkan data yang relevan, dan menghasilkan wawasan yang berguna untuk meningkatkan kualitas dan cakupan jaringan seluler.

2. Batasan penelitian

Agar penelitian ini tidak meluas lebih dari pembahasan yang dimaksud, maka dibuatlah batasan

masalah ini untuk membatasinya pada ruang lingkup penelitian sebagai berikut:

- Penelitian ini berfokus untuk mengukur kondisi Jaringan pada Area Big Mall Samarinda.
- Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Walk Test* (metode berjalan).

3. Tujuan penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dan diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Mengetahui Tingkat Ketersediaan Jaringan pada Area Big Mall Samarinda.
- Mengetahui apakah metode *Walk Test* akurat dalam menentukan tingkat ketersediaan jaringan pada Area Big Mall Samarinda.

3. BAHAN dan METODE

3.1 Analisis

Menurut Komaruddin (2020) analisis adalah aktivitas berpikir untuk menguraikan suatu keseluruhan menjadi komponen sehingga dapat mengenal hubungan antar bagian, fungsi masing-masing, serta hubungannya dengan keseluruhan.

3.2 Jaringan Seluler

Menurut Rahayu (2020) Jaringan seluler selalu mengalami perkembangan dari masa ke masa dan akan selalu berkembang seiring dengan semakin canggihnya teknologi seluler di seluruh dunia. Setiap era perkembangan ini memiliki perbedaan yang cukup signifikan, perkembangan teknologi jaringan seluler merupakan GSM (Global System for Communication), GPRS (General Packet Radio Service), EDGE (Enhanced Data Rate for Gsm Evolution), dan HSDPA (High Speed Downlink Packet Access)

Menurut Pranawa (2017) Meskipun teknologi jaringan seluler yang sudah dikembangkan saat ini sudah mendukung kecepatan akses yang tinggi dan jangkauan yang lebih luas, perangkat komunikasi yang menggunakan jaringan seluler harus berada pada range BTS agar dapat berkomunikasi satu sama lain. Apabila sebuah perangkat yang menggunakan jaringan seluler berada pada sebuah wilayah yang tidak terjangkau oleh sinyal dari BTS dengan baik, maka perangkat tersebut tidak dapat melakukan komunikasi secara maksimal. Wilayah yang memiliki sinyal rendah tersebut sering dijumpai ketika berada di daerah pelosok dimana jumlah BTS masih sangat sedikit.

3.3 Internet Service Provider (ISP)

Menurut Purnama (2017) Istilah ISP (Internet Service Provider) adalah sebagai alat penyedia jaringan internet. Sebagai pembanding kinerja bagi penyedia jaringan ISP perusahaan atau organisasi yang menyediakan layanan akses internet kepada pengguna. ISP bertanggung jawab untuk menghubungkan pengguna ke internet melalui infrastruktur jaringan yang dimiliki atau disewa.

3.4 Kecepatan Internet

Menurut Rahmah (2018) Kecepatan akses internet adalah kecepatan transfer data pada saat melakukan jalur internet. Terdapat dua macam kecepatan akses internet,

yaitu *downstream* dan *upstream*. *Downstream* merupakan kecepatan pada saat mengambil data - data dari server internet ke komputer. Misalnya, saat masuk ke *search engine*, *browsing*, dan lain-lain. Adapun *upstream* adalah kecepatan transfer data yaitu saat mengirimkan data dari komputer ke server. Baik *downstream* maupun *upstream* memiliki satuan kecepatan transfer yaitu bps (bit per sekon). Artinya, banyaknya bit data yang dipindahkan dari satu komputer ke komputer lain tiap detiknya.

3.5 G-Net Track

Menurut Musialek (2023) *G-Net Track* adalah alat survei jaringan seluler multifungsi yang dirancang untuk membantu teknisi mengukur dan menganalisis parameter jaringan untuk mendukung optimasi jaringan telekomunikasi.

Menurut Agustina, R., dan Santoso, A. (2021), *G-NetTrack* didefinisikan sebagai aplikasi berbasis Android yang digunakan untuk mengukur dan memantau parameter jaringan seluler secara real-time. Aplikasi ini sering dimanfaatkan dalam analisis kinerja jaringan, terutama untuk optimasi jaringan LTE (Long Term Evolution).

Menurut Agustina, R., dan Santoso, A. (2021) *G-NetTrack* memungkinkan pengukuran berbagai parameter jaringan seperti: RSRP (Reference Signal Received Power): Untuk mengetahui kekuatan sinyal yang diterima. RSRQ (Reference Signal Received Quality): Untuk mengevaluasi kualitas sinyal. SINR (Signal to Interference and Noise Ratio): Untuk mengukur rasio interferensi terhadap noise. PCI (Physical Cell Identity): Untuk mengidentifikasi sel fisik jaringan

3.6 Download Speed

Menurut Purnama (2017) *Download speed* adalah suatu proses untuk mengetahui tingkat maksimum dimana data dapat diterima dari internet. Hal ini diukur dengan melihat berapa hasil kecepatan download Untuk menghitung rata-rata download menggunakan persamaan dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Kategori Download

Kategori Download	Besar Download
Sangat Bagus	>2.1 mbps
Bagus	1.2 mbps – 2.1 mbps
Sedang	700 kbps – 1200 kbps
Buruk	338 kbps – 700 kbps
Sangat Buruk	0 – 338 kbps

Tabel 2. Kategori Download

Kategori Download	Besar Download
Direkomendasikan	≥ 1.2 mbps
Tidak Direkomendasikan	< 1.2 mbps

$$\text{Download rata-rata} = \frac{\text{jumlah data yang dikirim}}{\text{waktu pengiriman data}} \quad (2.1)$$

Pada Tabel 1. Kategori Download menurut TIPHON terdapat 5 kategori dan besar *download* yang

dimana pada kategori sangat bagus memiliki besar *download* > 1.2 mbps dan untuk kategori sangat buruk memiliki besar *download* 0 – 338 kbps. Pada Tabel 2 Kategori Download menurut Zoom menjelaskan bahwa dengan kategori bagus/direkomendasikan besar *download* $\geq$ 1.2 mbps dan untuk kategori buruk/kurang direkomendasikan memiliki besar *download* < 1.2 mbps.

3.7 Metode Walk Test

Metode walk test digunakan untuk mengukur parameter performansi jaringan pada titik-titik tertentu di dalam area mall. Pengujian dilakukan secara manual dengan berjalan di sepanjang rute yang telah ditentukan, mencakup area penting seperti *Ground Floor*, *Upper Ground Floor*, *1st Floor*, dan *2nd Floor*.

Untuk rute *Walk-test* sendiri dimulai dari *Ground Floor* bagian paling dasar dari area Big Mall Samarinda, dan berlanjut ke *Upper Ground Floor* dan akan diteruskan menuju *1st Floor* dan berakhir di *2nd Floor*. Untuk alat yang digunakan pada penelitian ini ialah *G-Net Track*. *G-Net Track* ini ialah sebuah aplikasi berbasis OS android yang biasanya digunakan untuk melakukan monitoring/pengukuran Quality of Service (QoS) jaringan telekomunikasi di suatu tempat/wilayah.

Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

Perangkat Uji Jaringan: Smartphone atau alat khusus pengukuran jaringan dengan aplikasi *G-NetTrack*.

Handphone, Laptop/Komputer: Untuk pengolahan dan analisis data menggunakan *metode walk test*.

Software Analisis: Aplikasi seperti Microsoft Excel atau software lain untuk visualisasi data.

Peta Lokasi: Denah Big Mall Samarinda untuk menentukan titik pengukuran.

4. PEMBAHASAN

Pembahasan ini akan menjelaskan secara rinci Penelitian ini dilakukan di area Big Mall Samarinda, salah satu pusat perbelanjaan terbesar di Kota Samarinda. Lokasi ini dipilih karena tingginya aktivitas pengunjung serta variasi lingkungan yang mencakup area *indoor*, *outdoor*, *basement*, dan area parkir. Big Mall menjadi tempat yang strategis untuk melakukan penelitian jaringan karena kompleksitasnya yang melibatkan berbagai tipe struktur bangunan, yang memengaruhi performa jaringan secara signifikan

4.1 Metodologi Pengumpulan Data (Walk Test)

Pengumpulan data dilakukan dengan metode *Walk Test*, yang merupakan teknik evaluasi jaringan dengan berjalan di rute-rute tertentu sambil melakukan pengukuran sinyal secara berkala. *Walk Test* memungkinkan analisis real-time dari kualitas jaringan, dan data yang dihasilkan mencerminkan kondisi aktual yang dialami pengguna. Persiapan penelitian: Sebelum memulai pengukuran, tim peneliti melakukan survei awal

untuk menentukan rute optimal yang mencakup seluruh area penelitian.

4.2 Waktu Pengukuran

Jam Sibuk (Titik 1 & 2) : Pengukuran dilakukan antara pukul 11:00-14:00, periode di mana pengunjung membludak dan aktivitas di dalam mall mencapai puncaknya. Hal ini membantu mengidentifikasi performa jaringan saat berada di bawah tekanan tinggi.

Jam Non-Sibuk (Titik 3 & 4) : Pengukuran dilakukan antara pukul 09:00-11:00, untuk melihat performa jaringan saat jumlah pengguna relatif sedikit.

4.2.1 Skema Rute

Untuk rute *Walk-test* sendiri dimulai dari *Ground Floor* bagian paling dasar dari area Big Mall Samarinda, dan berlanjut ke *Upper Ground Floor* dan akan diteruskan menuju *1st Floor* dan berakhir di *2nd Floor*. Untuk alat yang digunakan pada penelitian ini ialah *G-Net Track*. *G-Net Track* ini ialah sebuah aplikasi berbasis OS android yang biasanya digunakan untuk melakukan monitoring/pengukuran Quality of Service (QoS) jaringan telekomunikasi di suatu tempat/wilayah

4.2.2 Flowchart

Studi Literatur:

Studi literatur untuk memahami metode walk test dan parameter performansi jaringan.

Identifikasi Wilayah Penelitian:

Melakukan pengukuran pada rute yang telah ditentukan menggunakan perangkat uji.

Walk Test (Pengumpulan Data):

Melakukan pengukuran berdasarkan standar jaringan yang berlaku seperti 4G atau 5G menggunakan metode *Walk Test*.

Parameter Performansi Jaringan:

RSRP

Pengukuran tingkat kekuatan sinyal pada area – area yang diuji (contoh: -71 dBm).

SINR

Perbandingan antara rasio sinyal yang dipancarkan dengan *noise* atau gangguan (contoh: 16 dB)

Throughput

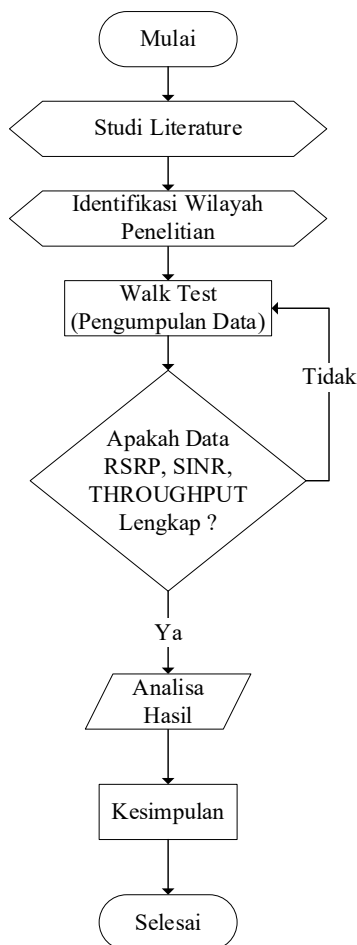
Kecepatan unduh dan unggah minimal memenuhi kebutuhan layanan pengguna (contoh: 10 Mbps atau 10000 Kbps untuk unduh).

Analisa Hasil

Menganalisis hasil pengukuran berdasarkan standar jaringan yang berlaku seperti 4G atau 5G.

Kesimpulan

Penarikan Kesimpulan hasil Analisa metode *walk tes*



Gambar 1. Flowchart

4.3 Perbandingan Hasil

tiga penyedia layanan seluler yang berbeda, yaitu:

Provider X (Si Merah)

Provider Y (Si Ungu)

Provider Z (Si Kuning)

Ketiga *Provider* ini diuji menggunakan aplikasi G-NetTrack Lite v19.1, yang merupakan salah satu alat pengukuran sinyal jaringan seluler yang banyak digunakan. Data yang ditampilkan dalam gambar ini mencakup berbagai parameter teknis yang menunjukkan kualitas dan kekuatan sinyal yang diterima oleh perangkat.

Parameter yang Dianalisis

Dalam setiap tangkapan layar yang ditampilkan, terdapat beberapa parameter penting yang digunakan untuk menilai kualitas jaringan seluler dari masing-masing *Provider*. Berikut adalah parameter-parameter tersebut beserta penjelasannya:

TAC (Tracking Area Code)

Nilai TAC untuk ketiga *Provider* sama, yaitu 7711.

eNB (eNodeB ID)

Provider X: 574039

Provider Y: 574307

Provider Z: 574307

CELLID (Cell Identifier)

Ketiga *Provider* memiliki CELLID yang sama, yaitu 23.

PCI (Physical Cell Identity)

Provider X: 227

Provider Y: 202

Provider Z: 202

ARFCN (Absolute Radio Frequency Channel Number)

Ketiga *Provider* menggunakan ARFCN yang sama, yaitu 500.

F DL dan F UL (*Downlink* dan *Uplink* Frequency)

Ketiga *Provider* memiliki nilai yang sama:

F DL (*Downlink* Frequency): 2160,0 MHz

F UL (*Uplink* Frequency): 1970,0 MHz

Ini menunjukkan bahwa ketiga *Provider* menggunakan spektrum frekuensi yang sama untuk komunikasi data antara perangkat pengguna dan jaringan.

BAND dan BW (Bandwidth)

Ketiga *Provider* menggunakan:

Band: L1 (LTE Band 1, 2100 MHz), Bandwidth: 20 MHz

Bandwidth sebesar 20 MHz merupakan spektrum yang cukup besar, yang biasanya digunakan untuk memberikan kecepatan data yang tinggi dalam jaringan LTE.

RSRP (Reference Signal Received Power)

Provider X: -82,5 dBm (Terbaik)

Provider Y: -100,5 dBm

Provider Z: -120 dBm (Terburuk)

Provider X memiliki sinyal terkuat (-82,5 dBm), sementara *Provider Z* memiliki sinyal terlemah (-120 dBm). *Provider Y* berada di antara keduanya (-100,5 dBm).

RSRQ (Reference Signal Received Quality)

Provider X: -8 dB

Provider Y: -9 dB

Provider Z: -8 dB

Provider X dan *Provider Z* memiliki RSRQ yang sama (-8 dB), sementara *Provider Y* sedikit lebih buruk (-9 dB).

NR (Signal-to-Noise Ratio)

Provider X: 5.0 dB (Terbaik)

Provider Y: 0.0 dB

Provider Z: -7.0 dB (Terburuk)

Provider X memiliki SNR tertinggi (5.0 dB), menunjukkan bahwa sinyalnya relatif bersih dari gangguan. *Provider Z* memiliki SNR negatif (-7.0 dB), yang menandakan sinyalnya sangat buruk dan penuh interferensi. *Provider Y* berada di tengah dengan SNR 0.0 dB, yang berarti sinyalnya cukup lemah.

(Timing Advance)

Ketiga *Provider* memiliki nilai yang sama, yaitu 7

4.4 Analisa Hasil Pengukuran Jaringan

Hasil pengukuran menunjukkan variasi yang signifikan dalam kualitas jaringan di berbagai area Big Mall. Data berikut merangkum pengukuran dari berbagai aspek, meliputi RSRP, SINR dan Throughput.

4.4.1 RSRP

Berikut merupakan rangkuman dari seluruh data RSRP yang dilakukan di masing – masing lantai dan menggunakan 3 *Provider* berbeda, rata – rata nilai RSRP dibuat grafik.

4.4.2 SINR

Lower Ground Floor, *Upper Ground Floor*, dan *1st Floor* memiliki rata-rata SINR mendekati 0 (-0.08), menunjukkan kondisi sinyal yang cukup stabil namun cenderung lemah pada lantai-lantai ini. *Ground Floor* memiliki rata-rata SINR sebesar -1.17, yang berarti sinyal di lantai ini sedikit lebih buruk dibandingkan lantai lainnya. *2nd Floor* menunjukkan nilai rata-rata SINR yang terendah, yaitu -1.42. Ini menunjukkan bahwa sinyal di lantai atas mengalami penurunan kualitas yang lebih signifikan dibandingkan lantai-lantai lainnya. Grafik ini menunjukkan pola umum di mana lantai yang lebih tinggi memiliki degradasi kualitas sinyal, dengan pengecualian untuk *Upper Ground Floor* dan *1st Floor* yang tampak lebih stabil.

4.4.3 Throughput

menunjukkan throughput rata-rata berdasarkan tingkatan lantai dari *Lower Ground Floor* hingga *2nd Floor*. Lantai dengan throughput tertinggi adalah *1st Floor* dengan nilai 4062.5. *Upper Ground Floor* memiliki throughput kedua tertinggi sebesar 3529.17, disusul oleh *Lower Ground Floor* (3379.17) dan *Ground Floor* (3291.67). Lantai *2nd Floor* memiliki throughput terendah, yaitu 3175.00. Kesimpulan: *1st Floor* memiliki performa throughput terbaik, mungkin disebabkan oleh faktor teknis seperti sinyal lebih optimal di lantai tersebut. *2nd Floor* memiliki performa paling rendah, kemungkinan karena jarak atau hambatan sinyal meningkat di lantai lebih tinggi

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan terhadap pengukuran jaringan di area big mall Samarinda menggunakan metode *walk test* dapat disimpulkan bahwa: **Kualitas sinyal menurun seiring dengan meningkatnya lantai:** Lantai bawah (*Ground Floor* dan *Lower Ground Floor*) memiliki kualitas sinyal rata-rata yang lebih baik dibandingkan lantai atas (*1st Floor* dan *2nd Floor*). Ini kemungkinan disebabkan oleh jarak dari pemancar atau penghalang fisik seperti dinding dan material bangunan.

Provider X unggul: Di semua lantai, *Provider X* memiliki rata-rata RSRP terbaik, menunjukkan keandalan jaringannya yang lebih baik.

Provider Z buruk di semua lantai: memiliki sinyal terlemah dengan rata-rata -111,8 dBm.

6. SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah diperoleh, dapat ditambahkan saran untuk penelitian selanjutnya, yaitu:

- 1 Untuk peningkatan kualitas jaringan yang berkelanjutan, direkomendasikan agar operator jaringan melakukan evaluasi berkala dan

pengembangan infrastruktur tambahan. Hal ini termasuk penggunaan teknologi canggih seperti *small cell* untuk memperkuat sinyal di area dengan hambatan tinggi.

- 2 Penambahan visualisasi rute pada *floor – floor* yang ada di area big mall sehingga dapat memperinci riwayat penelitian

7. REFERENSI

Agustina, R., & Santoso, A. (2021). "Analisis Kinerja Jaringan Menggunakan G-NetTrack untuk Optimasi LTE". *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 9(2), 45–50.

Andriana, E., & Purwanto, R. (2019). Analisis QoS pada Jaringan 4G Menggunakan Metode Drive Test. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 8(1), 21–30.

Anwar, A. R. (2017). Optimasi Kinerja Jaringan Seluler Menggunakan Metode Walk Test di Area Perkotaan. *Jurnal Teknik Elektro*, 5(3), 12–18.

Ayubianto, R., Mulyono, Susanti, R., & Sutoyo. (2023). Analisis Kualitas Jaringan 4G LTE Studi Kasus PT. Ramayana Sudirman Pekanbaru. *Remik: Riset dan E-Jurnal Manajemen Informatika Komputer*, 7(1), 246–257.

Basri, A. I., Sumiyar, W. P., & Tisya, V. A. (2022). Pemanfaatan Flowchart Untuk Memudahkan Dalam Proses Bisnis. *Abdimas Nusantara: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(2).

Dodsworth, L. (2020). *Fundamentals of Simple Random Sampling in Quantitative Research*. London: Academic Insight Press.

Ericsson. (2020). *Understanding Network Quality of Service in LTE and 5G Networks*. Ericsson White Paper.

Evalina, N. (2021). Analisis Perbandingan Kualitas Jaringan 4G LTE Operator X Dan Y Di wilayah Kampus Utama UMSU. *Teknologi Rekayasa Jaringan Telekomunikasi (TRekRiTel)*, 1 (1) , 13 – 20. <https://doi.org/10.51510/trekritel.v1i1.396>

Fajar, A. N. (2017). Analisa dan Optimalisasi Jaringan 4G LTE dengan Metode Electrical Tilt. *Jurnal Teknik Elektro*, 1(1), 78–87.

Farida & Yunianto (2020), Analisis Performansi Jaringan 4G Operator Telkomsel di Kota Tanjungpinang Menggunakan Metode Drive Test;

Hadikusuma, R. S., Sitindjak, H. G., & Assubhi, M.

- H. (2021). Analisis QoS Jaringan *Provider* Tri Melalui Drive Test di Purwakarta. *Barometer*, 6(2), 387–394.
- Hakim, dkk (2021), Analisis Kualitas Jaringan Internet Dengan Sinyal 4G LTE Dengan Metode QoS;
- Holma, H., & Toskala, A. (2015). *LTE Advanced: 3GPP Solution for IMT-Advanced*. Wiley.
- Jalaludin, F., Imansyah, F., & Fadli, M. (2020). "Analisis Performansi Jaringan dan Kualitas Sinyal 4G LTE Telkomsel di Area Fakultas Teknik UNTAN Pontianak". *Jurnal Teknik Elektro dan Informatika*, 6(2), 123–130.
- Imansyah, dkk (2019), Analisis Performansi Jaringan Wifi Untan di Area Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Menggunakan metode Walk Test.
- ITU-T. (2017). E.800: Definitions of Quality of Service. International Telecommunication Union.
- Khatibi, S., & Puschmann, A. (2016). Physical Cell ID Allocation in Multi-layer, Multi-vendor LTE Networks. Diakses dari:
- Khesya, 2021, Mengenal Flowchart dan Pseudocode Dalam Algoritma dan Pemrograman.
- Komaruddin, Roni, & Raymana, M. F. (2020). Analisis Sistem Informasi: Konsep dan Aplikasi. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Kurniawan, D. (2018). Analisis Perbandingan Kualitas Jaringan GSM dan LTE dengan Metode Drive Test. *Jurnal Sistem Informasi*, 4(2), 65–74.
- Lawencon. (2024). Pengertian Flowchart: Manfaat dan Penerapan dalam Teknologi.
- Lestari, N., et al. (2021). The Optimization of PCI Interference in the 4G LTE Network in Padang. *JOIV: International Journal on Informatics Visualization*, 5(3), 256–263.
- Lin, X., Lei, X., Hu, R. Q., & Qian, Y. (2019). Tracking areas planning based on spectral clustering in small cell networks. *IET Communications*, 13(17), 2784–2790.
- Meidatuzzahra, N. (2019). *Metodologi Penelitian dan Teknik Probability Sampling*. Jakarta: Pustaka Ilmu Nusantara.
- Merdekawati, I., Usman, U. K., Andini, N., & Telkom, U. (2021). Analisis Perencanaan Jaringan *Indoor* LTE di Bandara Sultan Hasanuddin. *Jurnal Teknologi Informasi*, 8(5), 4729–4737.
- Musiąlek, W. (2023). *G-NetTrack User Manual*. Diakses dari <https://www.gyokovsolutions.com>
- Padlillah, Fitri Imansyah, dan Dedy Suryadi. 2019. Analisis Performansi Jaringan WIFI UNTAN Di area Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Menggunakan Metode WALKTEST. *Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura*.
- Purnama, A., dkk. (2017). "Penerapan Metode ACP untuk Optimasi Physical Tuning Antena Sektoral pada Jaringan 4G LTE di Kota Purwokerto". *ELKOMIKA*, 5(2), 138–148.