



Jaringan 5G dengan Parameter SINR, RSRP, dan Throughput

Nabil Fajri¹, Yulindon²,

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

*Penulis Korespondensi: nabilfajri7z@gmail.com

Abstract. *This study provides a literature review on 5G New Radio (NR) performance, focusing on three key physical layer parameters: Reference Signal Received Power (RSRP), Signal-to-Interference-plus-Noise Ratio (SINR), and Throughput. By synthesizing 15 research papers from 2015–2026, the analysis reveals that SINR is the most critical predictor of throughput, with a strong correlation coefficient of 0.85. The findings highlight that while RSRP ensures coverage, SINR determines the actual data rate, which varies significantly across urban, industrial, and highway environments. The study identifies research gaps in KPI threshold standardization and the comparative performance of 5G Standalone (SA) versus Non-Standalone (NSA) architectures.*

Keywords 5G NR, RSRP, SINR, Throughput, KPI Analysis.

Abstrak. Studi ini menyajikan kajian literatur mengenai performa 5G New Radio (NR) dengan fokus pada tiga parameter utama *physical layer*: *Reference Signal Received Power* (RSRP), *Signal-to-Interference-plus-Noise Ratio* (SINR), dan *Throughput*. Melalui sintesis 15 artikel penelitian rentang tahun 2015–2026, analisis menunjukkan bahwa SINR adalah prediktor *throughput* yang paling kritis dengan koefisien korelasi kuat sebesar 0,85. Temuan ini menekankan bahwa meskipun RSRP menjamin cakupan, SINR menentukan laju data aktual yang bervariasi secara signifikan di lingkungan urban, industri, dan jalan raya. Studi ini mengidentifikasi celah penelitian pada standarisasi *threshold* KPI dan perbandingan performa antara arsitektur 5G *Standalone* (SA) dan *Non-Standalone* (NSA).

Kata kunci: 5G NR, RSRP, SINR, Throughput, Analisis KPI.

LATAR BELAKANG

Perkembangan teknologi telekomunikasi telah mengalami evolusi yang sangat pesat, dari generasi pertama (1G) yang hanya mendukung layanan suara, hingga generasi kelima (5G) yang mampu menyediakan layanan broadband ultra-reliable low-latency communication (URLLC), massive machine-type communication (mMTC), dan enhanced mobile broadband (eMBB). Jaringan 5G New Radio (NR) dirancang untuk memberikan throughput yang jauh lebih tinggi, latensi yang lebih rendah, dan kapasitas yang lebih besar dibandingkan dengan pendahulunya, 4G LTE. Untuk mencapai target performa tersebut, 3GPP telah menetapkan serangkaian Key Performance Indicators (KPI) yang menjadi tolok ukur kualitas jaringan.

Di antara berbagai KPI yang ada, tiga parameter fisik layer menjadi sangat fundamental dalam evaluasi performa jaringan 5G, yaitu Reference Signal Received Power (RSRP), Signal-to-Interference-plus-Noise Ratio (SINR), dan Throughput. RSRP merepresentasikan kekuatan sinyal referensi yang diterima oleh user equipment (UE),

SINR mengukur rasio sinyal yang berguna terhadap interferensi dan noise, sedangkan throughput adalah ukuran aktual dari laju data yang dapat ditransmisikan. Ketiga parameter ini saling berkaitan secara kompleks dan menjadi dasar bagi operator seluler dalam melakukan perencanaan, optimasi, dan troubleshooting jaringan.

Meskipun banyak penelitian telah dilakukan untuk menganalisis parameter-parameter ini secara individual maupun kombinasi, masih terdapat kekosongan pengetahuan (knowledge gap) terkait bagaimana korelasi simultan antara RSRP, SINR, dan throughput dapat dipetakan secara komprehensif dalam berbagai skenario deployment. Oleh karena itu, kajian literatur ini menjadi sangat relevan untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan mensintesis temuan-temuan dari berbagai penelitian yang telah dilakukan.

KAJIAN TEORITIS

A. Reference Signal Received Power (RSRP)

RSRP adalah metrik dasar yang mengukur kekuatan sinyal linear dari sinyal referensi pada jaringan 5G. Berdasarkan studi kasus di Kota Bandung, parameter ini digunakan untuk mengidentifikasi *coverage gap* atau area yang tidak terjangkau sinyal secara optimal. Dalam lingkungan industri berat, karakteristik RSRP sangat dipengaruhi oleh fenomena *shadowing* dan *multipath fading* akibat struktur bangunan logam (Hanin Nafi'ah et al, 2025).

2. Signal-to-Interference-plus-Noise Ratio (SINR)

SINR merupakan indikator kualitas sinyal yang mempertimbangkan dampak interferensi dan *noise*. Evaluasi pada lingkungan *urban macro-cell* menunjukkan bahwa estimasi nilai SINR sangat bergantung pada model *path loss* yang digunakan, seperti COST-231 atau Okumura-Hata. Di area perkotaan yang padat (*dense urban*), SINR sering kali menjadi faktor pembatas utama akibat interferensi antar sel yang tinggi (Springer, 2026).

3. Throughput

Throughput merepresentasikan laju data aktual yang diterima oleh pengguna. Pengukuran di lingkungan jalan raya (*highway*) menunjukkan bahwa 5G mampu

memberikan *throughput* downlink antara 200–400 Mbps, jauh mengungguli teknologi 4G. Metodologi pengukuran real-time menunjukkan bahwa *throughput* aktual seringkali lebih rendah dari nilai teoritis karena adanya *overhead* protokol dan beban jaringan (MDPI Electronics, 2024).

4. Korelasi dan Optimasi Parameter

Ketiga parameter ini saling berhubungan secara non-linear. Analisis menggunakan *Machine Learning* menunjukkan bahwa SINR memiliki korelasi terkuat terhadap *throughput* (koefisien 0,85) dibandingkan RSRP (koefisien 0,72). Oleh karena itu, optimasi jaringan melalui teknik *spatial clustering* atau koordinasi interferensi lebih efektif meningkatkan kualitas layanan (QoS) daripada sekadar meningkatkan daya pancar RSRP (Amir Rezaei et al. 2023).

METODE PENELITIAN

A. Strategi Pencarian

Kajian literatur ini dilakukan dengan menggunakan metode Systematic Literature Review (SLR) yang mengikuti panduan PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses). Pencarian artikel dilakukan pada database akademik terkemuka termasuk IEEE Xplore, ScienceDirect, Springer, MDPI, arXiv, dan Google Scholar. Kata kunci pencarian yang digunakan meliputi: "5G NR performance", "RSRP measurement", "SINR analysis", "5G throughput", "5G KPI evaluation", "5G network optimization", dan kombinasi dari kata kunci tersebut.

B. Kriteria Inklusi dan Eksklusi

1. Kriteria inklusi artikel dalam kajian ini adalah:

- Artikel yang membahas minimal satu dari tiga parameter: RSRP, SINR, atau Throughput pada jaringan 5G.
- Artikel yang diterbitkan dalam rentang waktu 2015–2026.
- Artikel yang menggunakan metodologi pengukuran, simulasi, atau analisis performa jaringan.
- Artikel yang tersedia dalam bahasa Inggris atau Indonesia.

2. Kriteria eksklusi artikel dalam kajian ini adalah:

- Artikel yang hanya membahas 4G LTE tanpa kontribusi relevan untuk 5G.
- Artikel yang tidak menyertakan data numerik atau hasil pengukuran.
- Artikel berupa editorial, opini, atau review tanpa metodologi sistematis.
- Artikel yang duplikat atau merupakan versi pendek dari publikasi lain.

C. Proses Seleksi Artikel

Proses seleksi artikel dilakukan dalam tiga tahap. Tahap pertama adalah screening berdasarkan judul dan abstrak untuk mengidentifikasi relevansi awal. Tahap kedua adalah full-text review untuk menilai kualitas metodologi dan kelengkapan data. Tahap ketiga adalah ekstraksi data menggunakan format standar yang mencakup informasi penulis, tahun publikasi, sumber jurnal, metodologi, parameter yang dianalisis, dan hasil utama penelitian. Dari proses ini, diperoleh 15 artikel yang memenuhi kriteria untuk dianalisis lebih lanjut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Gambaran Umum Jurnal yang Dikaji

Dari 15 jurnal yang dikaji, terdapat distribusi tahun publikasi yang menunjukkan peningkatan minat penelitian terkait performa 5G. Sebanyak 9 artikel (60%) diterbitkan pada tahun 2023–2026, yang mencerminkan momentum pengembangan dan deployment jaringan 5G secara global. Sumber publikasi bervariasi mulai dari jurnal bereputasi tinggi seperti IEEE Access, MDPI Electronics, hingga jurnal regional. Hal ini menunjukkan bahwa topik performa 5G menjadi perhatian luas di kalangan akademisi dan praktisi.

B. Analisis Parameter RSRP (Reference Signal Received Power)

RSRP merupakan parameter fundamental yang mengukur kekuatan sinyal referensi yang diterima oleh UE pada jaringan 5G NR. Berdasarkan hasil kajian, terdapat variasi signifikan dalam nilai RSRP yang diukur tergantung pada lingkungan deployment.

Namun, pada jurnal nomor 5 (MDPI Electronics, 2024) yang mengukur di lingkungan industri berat, nilai RSRP menunjukkan variasi yang lebih besar akibat adanya struktur baja dan peralatan industri yang menyebabkan shadowing dan multipath fading.

Jurnal nomor 7 (Nafi'ah et al., 2025) melakukan analisis gap cakupan di kota Bandung menggunakan simulasi software planning dengan model UMa (Urban Macro). Hasil simulasi menunjukkan bahwa terdapat area dengan SS-RSRP di bawah -110 dBm yang memerlukan penambahan site atau optimasi antena. Hal ini menunjukkan pentingnya perencanaan site yang matang berdasarkan parameter RSRP untuk memastikan cakupan yang merata.

Jurnal nomor 6 (Makki et al., 2024) melakukan drive test untuk dua operator seluler di Austria dan menemukan perbedaan RSRP yang signifikan antara operator, yang dipengaruhi oleh densitas site, konfigurasi antena, dan spektrum yang digunakan. Temuan ini mengindikasikan bahwa RSRP tidak hanya bergantung pada jarak dari base station, tetapi juga pada strategi deployment dan konfigurasi jaringan masing-masing operator.

C. Analisis Parameter SINR (Signal-to-Interference-plus-Noise Ratio)

SINR adalah parameter kritis yang menentukan kualitas sinyal yang sebenarnya dapat digunakan untuk transmisi data. Berbeda dengan RSRP yang hanya mengukur kekuatan sinyal, SINR memperhitungkan efek interferensi dari sel tetangga dan noise termal. Jurnal nomor 1 (Springer/EURASIP, 2026) melakukan evaluasi SINR pada 5G urban macro-cell dengan berbagai model path loss seperti COST-231, Okumura-Hata, dan 3GPP TR 38.901. Hasilnya menunjukkan bahwa model path loss yang berbeda menghasilkan estimasi SINR yang bervariasi hingga 5 dB, yang berdampak signifikan pada perencanaan kapasitas jaringan.

Jurnal nomor 8 (Rezaei et al., 2023) mengusulkan metode aproksimasi SINR yang efisien menggunakan konsep sparsity dan interference aggregation pada jaringan 5G NR multi-beam. Metode ini memungkinkan estimasi SINR yang akurat dengan kompleksitas komputasi yang lebih rendah, yang sangat berguna untuk simulasi jaringan berskala besar.

Pada jurnal nomor 4 (MDPI Electronics, 2024), pengukuran SINR di lingkungan highway menunjukkan pola yang unik. SINR cenderung tinggi pada area terbuka (rata-rata 15–20 dB) namun menurun drastis di area dengan vegetasi tebal atau struktur jembatan. Hal ini menunjukkan bahwa untuk skenario vehicular, faktor lingkungan fisik memiliki pengaruh yang lebih dominan terhadap SINR dibandingkan dengan interferensi antar sel. Di sisi lain, jurnal nomor 13 (Margaris et al., 2022) menunjukkan bahwa pada dense urban environment, interferensi antar sel menjadi faktor dominan yang membatasi SINR, dengan nilai rata-rata hanya 5–10 dB.

D. Analisis Parameter Throughput

Throughput adalah parameter ultimate yang mencerminkan kualitas pengalaman pengguna (Quality of Experience, QoE). Berdasarkan kajian, throughput pada jaringan 5G menunjukkan peningkatan signifikan dibandingkan dengan 4G LTE. Jurnal nomor 4 (MDPI Electronics, 2024) melaporkan throughput rata-rata 5G di highway mencapai 200–400 Mbps pada downlink, sementara 4G LTE hanya mencapai 30–60 Mbps pada kondisi yang sama. Peningkatan ini didorong oleh penggunaan spektrum mmWave, massive MIMO, dan teknik beamforming yang efisien.

Jurnal nomor 2 (Sona et al., 2025) menggunakan teknik Machine Learning (Random Forest, LSTM, dan Gradient Boosting) untuk memprediksi throughput berdasarkan parameter RSRP, SINR, dan metrik lainnya. Hasilnya menunjukkan bahwa model LSTM memberikan akurasi prediksi tertinggi dengan RMSE di bawah 10 Mbps. Temuan ini sangat berharga karena memungkinkan prediksi throughput secara real-time tanpa perlu melakukan pengukuran langsung yang memakan waktu dan sumber daya.

Jurnal nomor 11 (Lazar et al., 2023) mengusulkan metodologi pengukuran throughput real-time menggunakan perangkat UE komersial yang terhubung ke server pengukuran. Metodologi ini memungkinkan pengumpulan data throughput yang representatif dari perspektif pengguna akhir, bukan hanya dari perspektif jaringan. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa throughput aktual yang dialami pengguna seringkali 20–30% lebih rendah dari throughput teoritis yang dihitung berdasarkan parameter SINR dan bandwidth, yang disebabkan oleh overhead protokol, congestion, dan variasi beban jaringan.

E. Hubungan Korelasi RSRP, SINR, dan Throughput

Salah satu aspek paling penting dari kajian ini adalah analisis hubungan korelasi antara ketiga parameter. Secara teoritis, terdapat hubungan sebab-akibat yang berjenjang: RSRP yang tinggi umumnya menghasilkan SINR yang baik (asalkan interferensi terkontrol), dan SINR yang baik pada gilirannya memungkinkan modulasi orde tinggi dan coding rate yang efisien, yang menghasilkan throughput yang tinggi. Namun, hasil kajian menunjukkan bahwa hubungan ini tidak selalu linear dan dipengaruhi oleh banyak faktor.

Jurnal nomor 6 (Makki et al., 2024) menemukan kasus di mana RSRP tinggi (> -80 dBm) tetapi SINR rendah (< 5 dB) akibat interferensi yang kuat dari sel tetangga. Dalam kondisi tersebut, throughput yang diperoleh tetap rendah meskipun kekuatan sinyal primer sangat kuat. Sebaliknya, jurnal nomor 4 (MDPI Electronics, 2024) menemukan kasus di mana RSRP moderat (-95 dBm) tetapi SINR tinggi (> 20 dB) karena isolasi sel yang baik di area highway, yang menghasilkan throughput yang sangat tinggi. Temuan ini mengkonfirmasi bahwa SINR adalah prediktor throughput yang lebih akurat dibandingkan RSRP saja.

Jurnal nomor 2 (Sona et al., 2025) melakukan analisis korelasi statistik antara ketiga parameter menggunakan data dari multiple urban sites. Hasil analisis menunjukkan koefisien korelasi Pearson antara RSRP dan SINR sebesar 0.65, antara SINR dan Throughput sebesar 0.85, dan antara RSRP dan Throughput sebesar 0.72. Hal ini membuktikan bahwa SINR memiliki korelasi terkuat dengan throughput, yang konsisten dengan teori komunikasi wireless. Temuan ini juga mengindikasikan bahwa strategi optimasi jaringan harus memprioritaskan peningkatan SINR (misalnya melalui interference coordination, beam management) dibandingkan hanya meningkatkan RSRP (misalnya dengan menambah daya transmisi).

F. Perbandingan Metodologi Pengukuran

Berdasarkan kajian, terdapat tiga kategori metodologi utama yang digunakan dalam penelitian performa 5G: (1) pengukuran berbasis lapangan (drive test, walk test, field measurement), (2) simulasi berbasis software (network planning tools, MATLAB, NS-3), dan (3) pendekatan Machine Learning / data-driven.

Metodologi pengukuran lapangan (jurnal 4, 5, 6, 11, 14) memberikan data yang paling representatif dari kondisi nyata, namun memiliki keterbatasan dalam hal cakupan geografis, variabilitas waktu, dan ketergantungan pada perangkat UE yang digunakan. Metodologi simulasi (jurnal 1, 7, 8) memungkinkan eksplorasi skenario yang tidak mungkin diukur secara langsung, namun akurasi bergantung pada model propagasi dan asumsi parameter yang digunakan. Metodologi Machine Learning (jurnal 2) menawarkan kemampuan prediksi dan generalisasi, namun memerlukan dataset pelatihan yang besar dan berkualitas.

Jurnal nomor 3 (arXiv, 2025) secara spesifik membandingkan berbagai metode ekstraksi KPI real-time dan menemukan bahwa metode berbasis log UE memberikan granularitas data terbaik, namun memerlukan akses ke perangkat yang ter-root. Sebaliknya, metode berbasis aplikasi pengukuran (speed test apps) lebih mudah diimplementasikan namun memiliki overhead dan variabilitas yang lebih tinggi.

G. Perbandingan Penelitian Terdahulu

No	Penulis & Tahun	Judul / Tema Utama	Metodologi	Skenario Lingkungan	Parameter Utama
1.	Springer (2026)	Evaluasi SINR pada urban macro-cell dengan model path loss	Simulasi	Urban macro-cell	SINR
2.	Sona et al. (2025)	Optimasi jaringan 5G menggunakan Machine Learning	Machine Learning	Urban (Smart City)	RSRP, SINR, Throughput
3.	arXiv (2025)	Metode ekstraksi KPI real-time untuk 5G	Measurement-based	General 5G networks	RSRP, SINR, Throughput
4.	MDPI Electronics (2024)	Deployment 5G di lingkungan highway	Drive test	Highway	RSRP, SINR, Throughput
5.	PMC/MDPI (2024)	Cakupan sinyal 4G/5G	Field measurement	Heavy industry	RSRP, SINR, Throughput

		di industri berat			
6.	Makki et al. (2024)	Analisis berbasis pengukuran 4G dan 5G	Drive test	Urban & Suburban	RSRP, SINR, Throughput
7.	Nafi'ah et al. (2025)	Analisis gap cakupan 5G di Bandung	Simulasi (UMa)	Urban (Bandung)	SS-RSRP, SS-SINR, Throughput
8.	Penelitian Saya (2026)	Kajian Literatur Korelasi Simultan Parameter Fisik 5G	Systematic Literature Review (SLR)	Multi-Skenario Terpadu	RSRP, SINR, Throughput secara menyeluruh

KESIMPULAN

Berdasarkan kajian terhadap 15 jurnal ilmiah, dapat disimpulkan bahwa parameter RSRP, SINR, dan *Throughput* merupakan indikator utama yang menentukan kualitas performa jaringan 5G NR. Hasil analisis menunjukkan adanya korelasi kuat antara SINR dan *throughput* dengan koefisien sebesar 0,85, yang membuktikan bahwa kualitas sinyal jauh lebih menentukan kecepatan data dibandingkan sekadar kekuatan sinyal (RSRP). Selain itu, karakteristik performa jaringan sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, di mana area urban sering mengalami kendala interferensi, sementara area jalan raya menunjukkan keunggulan pada kecepatan namun memiliki tantangan pada stabilitas mobilitas pengguna.

SARAN

Untuk pengembangan selanjutnya, disarankan agar dilakukan standarisasi ambang batas (*threshold*) KPI yang lebih spesifik agar hasil pengukuran di berbagai wilayah dapat dibandingkan secara konsisten. Peneliti di masa depan juga perlu mengeksplorasi perbandingan performa antara arsitektur 5G *Non-Standalone* (NSA) dan *Standalone* (SA) yang hingga kini masih jarang dibahas secara mendalam. Selain itu, integrasi teknologi *Machine Learning* yang lebih mutakhir sangat direkomendasikan bagi operator seluler untuk melakukan prediksi dan optimasi jaringan secara otomatis berdasarkan fluktuasi parameter fisik di lapangan.

DAFTAR REFERENSI

- [1] Springer, "Performance evaluation of SINR in 5G urban macro-cells with variable parameters under different path loss models," *EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking*, 2026.
- [2] D. R. Sona et al., "Optimizing 5G Sustainable Networks Performance in Urban Areas Using Machine Learning Techniques," *International Journal of Communication Systems*, Wiley, 2025.
- [3] "A Comparative and Measurement-Based Study on Real-Time Network KPI Extraction Methods for 5G and Beyond Applications," *arXiv preprint*, 2025.
- [4] MDPI Electronics, "Empirical Insights into 5G Deployments in Highway Operational Environments and Comparative Performance with 4G," *Electronics*, vol. 13, 2024.
- [5] PMC/MDPI Electronics, "Measurement and Analysis of 4G/5G Mobile Signal Coverage in a Heavy Industry Environment," *Electronics*, 2024.
- [6] S. V. A. D. Makki et al., "Measurement Based: 4G and 5G networks Analysis," *International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication*, 2024.
- [7] H. Nafi'ah et al., "Gap Analysis of 5G Network Coverage in Bandung City," *Journal of Communications*, 2025.
- [8] A. Rezaei et al., "Efficient Approximation of SINR and Throughput in 5G NR via Sparsity and Interference Aggregation," *Vodafone Chair / TU Dresden*, 2023.
- [9] Lund University, "Investigation on 5G Techniques for a College Scenario," *Lund University Student Papers*.

- [10] M. Pons et al., "Utilization of 5G technologies in IoT applications: Current limitations by interference and network optimization difficulties—a review," *Sensors*, MDPI, 2023.
- [11] R.-G. Lazar et al., "Real-time data measurement methodology to evaluate the 5G network performance indicators," *IEEE Access*, 2023.
- [12] F. Afroz et al., "SINR, RSRP, RSSI and RSRQ measurements in long term evolution networks," *International Journal of Wireless & Mobile Networks*, 2015.
- [13] A. Margaris et al., "Hybrid network–spatial clustering for optimizing 5g mobile networks," *Applied Sciences*, MDPI, 2022.
- [14] A. L. Imoize et al., "Optimizing the quality of service of mobile broadband networks for a dense urban environment," *Future Internet*, MDPI, 2023.
- [15] M. AL-nasrawi et al., "Kpi analysis of 4g/5g networks," *Przegląd Elektrotechniczny*, 2024.