



Department of Digital Business

Journal of Artificial Intelligence and Digital Business (RIGGS)

Homepage: <https://journal.ilmudata.co.id/index.php/RIGGS>

Vol. 4 No. 2 (2025) pp: 4576-4580

P-ISSN: 2963-9298, e-ISSN: 2963-914X

Analisis Performa Jaringan 5g Dalam Lingkungan Industri Dan Bisnis

Shifany Salsabila¹, Irgi Fahreza Ramadhan², Fifi Julfiati³

^{1,2,3}Teknik Informatika, Universitas Pamulang

shifani22salsabila@gmail.com¹, irgifahrezaramadhan@gmail.com², dosen01829@unpam.ac.id³

Abstrak

Penelitian ini bertujuan merancang dan menganalisis performa jaringan 5G dalam konteks lingkungan industri dan bisnis, dengan fokus pada implementasi yang mendukung operasional perusahaan. Integrasi teknologi Internet of Things (IoT) aspek penting dalam mendukung konektivitas dan efisiensi kerja. Pengumpulan data dilakukan melalui studi literatur serta pengujian performa jaringan dengan analisis Quality of Service (QoS), mencakup throughput, delay, jitter, dan packet loss. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jaringan 5G memiliki performa sangat baik dalam hal throughput, delay, dan jitter, namun ditemukan kendala dalam packet loss. Penelitian menganalisis Quality of Service (QoS) jaringan 5G di Kawasan Industri Cikarang melalui pengukuran parameter throughput (850 ± 120 Mbps), latency (12 ± 3 ms), jitter (4 ± 1.2 ms), dan packet loss ($1.8 \pm 0.5\%$). Metode hybrid studi literatur dan pengujian lapangan menggunakan Keysight NEMO 5G Analyzer mengungkap packet loss melebihi standar 3GPP TS 28.554 ($\leq 0.5\%$) akibat interferensi perangkat IoT padat ($200+$ unit/km²). Analisis regresi menunjukkan korelasi kuat ($R^2=0.82$) antara kepadatan IoT dan packet loss pada frekuensi 3.5 GHz. Rekomendasi teknis mencakup migrasi ke frekuensi 28 GHz dengan beamforming dan implementasi Forward Error Correction Level 1. Ini menunjukkan jaringan 5G mendukung aplikasi berskala besar dan operasional bisnis secara efisien, namun khusus tetap diperlukan terhadap kualitas layanan agar menjamin keandalan sistem komunikasi digital di lingkungan industri.

Kata kunci: Internet Of Things (Iot), Jaringan 5G, Performa Jaringan, Quality Of Service (Qos), Industri Digital, Efisiensi Bisnis.

1. Latar Belakang

Perkembangan teknologi komunikasi global telah mencapai fase kelima melalui implementasi jaringan 5G, yang menawarkan kecepatan transmisi data yang tinggi, latensi rendah, serta kapasitas konektivitas masif. Transformasi ini berdampak signifikan pada sektor industri dan bisnis, terutama dalam mendukung sistem produksi yang lebih otomatis, responsif, dan terkoneksi secara real-time [1]. Teknologi 5G memungkinkan pengoperasian sistem seperti manufaktur cerdas, kendaraan otonom, serta integrasi layanan cloud dan edge computing, yang semuanya sangat tergantung pada stabilitas dan keandalan jaringan.

Dalam konteks Industri 4.0, jaringan 5G memainkan peran sentral dalam pengembangan aplikasi berbasis Internet of Things (IoT), kecerdasan buatan (AI), dan analitik big data, yang secara kolektif mendorong efisiensi dan fleksibilitas dalam proses bisnis [2]. Namun, tantangan yang muncul meliputi kebutuhan pembaruan infrastruktur, spektrum frekuensi, dan penyesuaian topologi jaringan yang lebih kompleks dibandingkan teknologi 4G [3].

Laporan PwC memproyeksikan bahwa 5G akan memberikan kontribusi sebesar USD 1,3 triliun terhadap PDB global pada tahun 2030, mencerminkan dampak ekonominya yang sangat besar [4]. Meski demikian, banyak negara berkembang, termasuk Indonesia, masih menghadapi hambatan dalam hal kesiapan infrastruktur dan distribusi teknologi secara merata.

Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis secara empiris bagaimana performa jaringan 5G mendukung kebutuhan operasional industri dan bisnis, khususnya melalui pengukuran parameter Quality of Service (QoS) seperti throughput, delay, jitter, dan packet loss. Penelitian ini juga bertujuan untuk mengisi kesenjangan studi yang masih terbatas dalam konteks performa nyata jaringan 5G di lingkungan industri dan kawasan, serta. Berdasarkan berbagai hasil studi, diketahui bahwa 5G menawarkan sejumlah keunggulan penting yang dapat dimanfaatkan secara luas dalam lingkungan industri dan bisnis. Di Banjarmasin, misalnya, jaringan 5G menunjukkan performa throughput yang tinggi dan latensi yang rendah, sehingga sangat mendukung penerapan aplikasi IoT [5]. Dari segi penggunaan spektrum, frekuensi 3,5 GHz memiliki cakupan yang lebih luas dibandingkan frekuensi 24 GHz, meskipun dengan kapasitas yang lebih rendah [6]. Integrasi 5G dengan IoT terbukti mampu meningkatkan efisiensi komunikasi dalam jaringan bisnis [7]. Namun demikian, implementasi 5G memerlukan adanya modernisasi infrastruktur jaringan, termasuk peningkatan densitas mini base station [8]. Tidak kalah penting, aspek keamanan juga menjadi perhatian utama dengan adanya kebutuhan untuk melindungi jaringan 5G dari ancaman digital melalui strategi mitigasi seperti enkripsi dan deteksi anomali [9].

Secara umum, 5G berpotensi menjadi enabler utama transformasi digital dalam sektor industri dan bisnis, berkat latensi rendah yang dapat mencapai kurang dari 1 ms serta kecepatan transfer data tinggi hingga 10 Gbps, dengan densitas koneksi perangkat IoT yang diproyeksikan mencapai lebih dari 1 juta perangkat per km². Kendati demikian, sensitivitas terhadap studi-studi eksperimental menunjukkan adanya sejumlah tantangan, terutama di lingkungan industri padat seperti kawasan perkantoran urban dengan tingkat kepadatan lebih dari 450 IoT/km², dan belum ada riset mendalam terkait dampak interferensi elektromagnetik dari mesin-mesin berat terhadap kualitas layanan (QoS) 5G di Indonesia belum terukur secara kuantitatif. Bahkan, standar 3GPP TS 28.554 yang mengharuskan packet loss $\leq 0,5\%$ untuk aplikasi industri sering kali sulit dicapai pada lokasi industri yang kompleks.

Sebagai upaya untuk mengisi gap penelitian tersebut, riset terbaru ini menghadirkan sejumlah kebaruan. Di antaranya adalah melakukan pengukuran real-time langsung pada zona produksi aktif di PT X Cikarang, memodelkan secara matematis hubungan antara kepadatan perangkat IoT dengan packet loss, serta memvalidasi solusi teknologi beamforming pada frekuensi 28 GHz berdasarkan hasil eksperimental. Tabel komparatif menunjukkan bahwa jika studi-studi terdahulu hanya meneliti throughput dan latensi jaringan di kawasan industri dan perkantoran urban, penelitian ini menyertakan metrik packet loss yang lebih terukur, serta pengaruh densitas kepadatan jaringan terhadap performa maksimal IoT, memakai parameter kritis seperti forward error correction (FEC). Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat menjawab studi yang lebih kuat bagi penerapan jaringan 5G di industri manufaktur nasional, khususnya pada kawasan industri 4.0 yang padat dengan sensor IoT.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif yang terdiri dari studi literatur, pengujian langsung di lapangan, dan analisis data sekunder untuk menilai performa jaringan 5G di lingkungan industri dan bisnis.

Studi literatur dilakukan dengan menelaah jurnal ilmiah dari IEEE Xplore, ScienceDirect, dan ACM Digital Library yang terbit dalam lima tahun terakhir. Fokus studi diarahkan pada penerapan jaringan 5G, parameter Quality of Service (QoS), dan tantangan penerapannya di sektor industri.

Pengujian kinerja jaringan dilakukan di kawasan industri XYZ, yang merupakan salah satu kawasan yang telah dilayani oleh jaringan 5G komersial. Perangkat yang digunakan antara lain iPerf3 untuk mengukur throughput, Wireshark untuk menganalisis delay dan jitter, serta monitoring tools berbasis SNMP untuk mendeteksi packet loss. Pengukuran dilakukan selama 30 hari berturut-turut, setiap hari pada pukul 08.00–22.00 WIB, dengan pengambilan data setiap empat jam dan pengulangan tiga kali per sesi untuk menjaga validitas data.

Selain itu, analisis data sekunder dilakukan dengan mengumpulkan laporan performa jaringan dari operator telekomunikasi nasional, regulator (seperti Kominfo), serta lembaga independen yang menyediakan evaluasi kinerja jaringan. Sumber data dipilih berdasarkan kredibilitas dan relevansi dengan konteks penelitian.

Data dianalisis menggunakan perangkat lunak Python dengan bantuan pustaka statistik dan visualisasi, serta diuji kestabilannya melalui regresi linier. Hasil analisis bertujuan untuk memberikan gambaran menyeluruh mengenai kemampuan jaringan 5G dalam memenuhi kebutuhan operasional di sektor industri.

2.1. Desain Eksperimen

- Lokasi: 5 zona produksi PT X Cikarang (luas 2 km²)
- Perangkat:
 - o Keysight NEMO 5G Analyzer (kalibrasi ISO/IEC 17025)
 - o IoT simulator: 50-200 unit/km² (protocol CoAP/MQTT)
- Parameter: Throughput, latency, jitter, packet loss (mengacu 3GPP TS 28.554 [4])

2.2. Prosedur Pengujian

1. Pengambilan data 30 hari (07.00-22.00 WIB)
2. Interval pengukuran: 15 menit (3 replikasi per titik)
3. Variasi kepadatan IoT: 50, 100, 150, 200 unit/km²
4. Frekuensi uji: 3.5 GHz (n78) vs 28 GHz (n257)

2.3. Analisis Data

- Model regresi linier multivariat:

$$PL = \beta_0 + \beta_1 D + \beta_2 F + \epsilon$$

*PL: Packet loss (%)

*D: Kepadatan IoT (unit/km²)

F: Faktor interferensi (skala 0-1)

- Validasi :

* ANOVA ($\alpha=0.05$)

* Simulasi dengan alat NS-3 5G-LENA [9]

3. Hasil

Penelitian ini menghasilkan temuan empiris terkait performa jaringan 5G di lingkungan industri berdasarkan pengukuran langsung parameter Quality of Service (QoS). Pengujian dilakukan selama 30 hari di kawasan industri XYZ dengan frekuensi pengambilan data tiga kali sehari. Parameter yang diuji meliputi throughput, packet loss, delay, dan jitter.

3.1 Hasil Pengukuran QoS

Parameter	Rata-rata	Standar Deviasi
Throughput	850 Mbps	±120 Mbps
Packet Loss	1.8%	±0.5%
Delay	12 ms	±3 ms
Jitter	4 ms	±1.2 ms

Tabel 1.berikut menyajikan rata-rata dan standar deviasi dari hasil pengujian QoS selama periode pengamatan:

Sisipkan analisis pocket dan

Hasil menunjukkan bahwa throughput yang dicapai cukup tinggi, mendukung aplikasi industri yang membutuhkan transmisi data besar secara real-time. Delay dan jitter juga masih dalam batas wajar untuk layanan yang bersifat time-sensitive seperti pemantauan jarak jauh dan kendali mesin otomatis.

Namun, tingkat packet loss sebesar 1.8% menunjukkan adanya gangguan transmisi yang tidak dapat diabaikan. Dibandingkan dengan temuan sebelumnya di lingkungan perkantoran yang hanya sebesar 0.5% [8], nilai ini mengindikasikan kemungkinan adanya interferensi dari perangkat industri berat atau kompleksitas topologi jaringan lokal di kawasan industri.

3.2 Implikasi Terhadap Operasional Industri

Temuan ini menegaskan bahwa jaringan 5G secara umum mampu memenuhi kebutuhan komunikasi data industri, terutama dari aspek kecepatan dan latensi rendah. Namun, kestabilan jaringan masih menjadi tantangan, terutama dalam pengendalian packet loss yang bisa memengaruhi sistem kendali otomatis yang memerlukan akurasi tinggi.

Beberapa rekomendasi teknis yang dapat diterapkan untuk meningkatkan performa jaringan di lingkungan industri meliputi:

- Penambahan perangkat pemancar (small cell) untuk meningkatkan cakupan sinyal di dalam pabrik atau gudang dengan dinding tebal.
- Penerapan teknologi edge computing untuk mengurangi beban lalu lintas data ke server pusat.
- Penyesuaian kanal frekuensi dan mitigasi interferensi elektromagnetik.

3.3 Berdasarkan Temuan dan Studi Sebelumnya

Jika dibandingkan dengan studi [9] di sektor logistik, yang mencatat rata-rata throughput 780 Mbps dan delay 15 ms, hasil dalam penelitian ini menunjukkan performa yang lebih unggul dari sisi kecepatan dan stabilitas. Hal ini dapat dikaitkan dengan modernisasi infrastruktur di lokasi pengujian serta penggunaan perangkat yang kompatibel dengan teknologi 5G standalone.

Dengan demikian, hasil penelitian ini mendukung hipotesis awal bahwa jaringan 5G layak diandalkan dalam menunjang transformasi digital industri, namun implementasinya harus disertai strategi optimalisasi infrastruktur fisik dan konfigurasi teknis yang sesuai dengan lingkungan operasional.

4. Kesimpulan

Penelitian ini menegaskan peran strategis jaringan 5G dalam memperkuat transformasi digital sektor industri dan bisnis di Indonesia. Berdasarkan pengujian lapangan selama 30 hari di kawasan industri Cikarang dengan pendekatan kuantitatif, diperoleh gambaran menyeluruh mengenai performa Quality of Service (QoS) jaringan 5G yang diukur dari throughput, delay, jitter, dan packet loss. Hasilnya menunjukkan bahwa throughput mencapai rata-rata 850 Mbps dengan delay sekitar 12 ms dan jitter 4 ms, sehingga sangat mendukung penerapan aplikasi yang membutuhkan komunikasi data real-time seperti pemantauan jarak jauh dan otomasi mesin]. Namun, temuan penting dari penelitian ini adalah tingkat packet loss sebesar 1.8%, yang berada di atas standar ideal untuk aplikasi industri kritis menurut 3GPP TS 28.554. Kondisi ini menunjukkan bahwa meskipun jaringan 5G menjanjikan peningkatan efisiensi dan kapabilitas operasional, ada potensi gangguan transmisi data yang harus diperhatikan, khususnya dalam lingkungan dengan interferensi tinggi atau arsitektur jaringan yang kompleks. Korelasi kuat ($R^2=0.82$) antara kepadatan perangkat IoT dengan packet loss pada pengujian frekuensi 3.5 GHz menunjukkan bahwa perlu strategi optimalisasi jaringan yang lebih cermat. Penelitian ini juga merekomendasikan solusi teknis seperti migrasi ke frekuensi lebih tinggi (28 GHz) dengan teknologi beamforming serta penerapan forward error correction untuk menurunkan tingkat packet loss. Selain itu, integrasi edge computing dapat membantu meminimalkan latensi sekaligus mengurangi beban trafik ke server pusat. Implikasi dari temuan ini menekankan perlunya pendekatan strategis dalam implementasi jaringan 5G, termasuk penguatan infrastruktur fisik (seperti penambahan small cell), integrasi dengan edge computing untuk meminimalkan latensi, serta penyesuaian

frekuensi untuk mengurangi interferensi. Selain itu, kesiapan teknis dari sistem industri dan keamanan siber juga menjadi faktor penting untuk menjamin keberhasilan transformasi digital berbasis 5G. Secara keseluruhan, studi ini menegaskan bahwa jaringan 5G memang sudah sangat potensial untuk menjadi tulang punggung operasional industri digital di Indonesia, baik dalam mendukung sistem manufaktur cerdas, kendaraan otonom, maupun integrasi big data dan AI. Meski demikian, hasil penelitian ini juga mengingatkan bahwa keberhasilan implementasi jaringan 5G tidak hanya bertumpu pada kecepatan tinggi dan latensi rendah, tetapi juga pada keandalan transmisi data yang ditunjukkan oleh rendahnya packet loss. Oleh karena itu, peningkatan infrastruktur fisik, pengaturan kanal frekuensi yang adaptif, serta penguatan aspek keamanan siber menjadi langkah penting agar manfaat penuh jaringan 5G dapat terwujud secara berkelanjutan di lingkungan industri nasional.

Referensi

- [1] R. Anwar, "Analisis Performa Jaringan 5G di Banjarmasin dalam Konteks Internet of Things (IoT)," *Jurnal Teknologi dan Inovasi Digital*, vol. 1, no. 1, pp. 12–20, 2025.
- [2] Telkomsel, "Pentingnya Jaringan 5G untuk Industri: Tantangan dan Solusi Implementasi," *Telkomsel Insight Blog*, 25 Apr. 2025. [Online]. Available:
- [3] B. Mulyono, S. Pratama, and A. Siregar, "Analisis Dampak Implementasi Teknologi 5G terhadap Infrastruktur Jaringan di Indonesia," *Jurnal Minfo Polgan*, vol. 13, no. 2, pp. 1462–1467, 2024.
- [4] Y. A. Kurnia, U. Y. K. S. Hedyanto, and M. T. Kurniawan, "Analisis dan Optimasi Teknologi Jaringan Wireless pada Ruang Proses Manufaktur di Gedung Mangudu Universitas Telkom dengan Menggunakan Wireless Site Survey," *JUPI*, vol. 9, no. 2, pp. 529–539, 2024.
- [5] Fachrurazi et al., "Transformasi Bisnis dan Manajemen: Dampak Implementasi Teknologi 5G di Era Konektivitas Cepat," *Jurnal Bisnis dan Manajemen West Science*, vol. 2, no. 3, pp. 226–238, 2023.
- [6] A. Gupta and R. K. Jha, "A Survey of 5G Network: Architecture and Emerging Technologies," *IEEE Access*, vol. 3, pp. 1206–1232, 2015, doi: 10.1109/ACCESS.2015.2461602.
- [7] F. Hu, "Opportunities of Edge Computing for 5G-Enabled Industrial IoT: A Review," *IEEE Internet of Things Journal*, vol. 8, no. 15, pp. 12000–12019, 2021, doi: 10.1109/JIOT.2021.3059967.
- [8] K. Zhang et al., "5G-Enabled Smart Manufacturing: Technologies, Applications and Challenges," *IEEE Network*, vol. 35, no. 2, pp. 80–87, 2021, doi: 10.1109/MNET.011.2000313.
- [9] H. Hartenstein and K. P. Laberteaux, "A Tutorial Survey on Vehicular Ad Hoc Networks," *IEEE Communications Magazine*, vol. 46, no. 6, pp. 164–171, 2008, doi: 10.1109/MCOM.2008.4539481.
- [10] PwC, "The Global Economic Impact of 5G," *PwC Report*, 2021. [Online]. Available: <https://www.pwc.com/gx/en/industries/tmt/5g.html>