

ANALISIS PERFORMA JARINGAN 5G DI BANJARMASIN DALAM KONTEKS INTERNET OF THINGS (IoT)

Robi Anwar¹

Abstract

In the rapidly evolving digital era, 5G networks have emerged as a revolutionary milestone that is transforming the paradigm of global connectivity. The primary advantages of 5G lie in its exceptionally high data transfer speeds, broader connectivity capabilities, and the ability to support millions of connected devices simultaneously. This network serves as a fundamental pillar in realizing the Internet of Things (IoT) era and accelerates the development of technologies such as augmented reality, virtual reality, and autonomous vehicles. This study aims to analyze the performance of the 5G network in Banjarmasin City in the context of the Internet of Things (IoT). The research employs data collection techniques through a literature review and 5G network performance testing by analyzing Quality of Service (QoS) data, including throughput, delay, jitter, and packet loss. The QoS data analysis was conducted in the morning, afternoon, and evening using the Wireshark application. The results indicate that the 5G network performance of Telkomsel in Banjarmasin is excellent throughout the day. Throughput, delay, and jitter all demonstrate optimal performance, with throughput significantly exceeding the minimum threshold and delay and jitter being very low. However, packet loss is categorized as moderate (19% in the afternoon and evening), indicating room for improvement. Nevertheless, the 5G network of Telkomsel generally provides satisfactory services and effectively supports high-demand applications.

Keywords: Network performance, 5G network, Internet of Things (IoT).

Abstrak

Dalam era digital yang terus berkembang pesat, jaringan 5G muncul sebagai tonggak revolusioner yang mengubah paradigma konektivitas global. Keunggulan utama 5G terletak pada kecepatan transfer data yang luar biasa cepat, kapabilitas konektivitas yang lebih luas, serta kemampuan untuk mendukung jutaan perangkat terhubung secara bersamaan. Jaringan ini menjadi pilar fundamental dalam mewujudkan era Internet of Things (IoT) dan mengakselerasi perkembangan teknologi seperti augmented reality, virtual reality, dan kendaraan otonom. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan yaitu untuk menganalisis performa jaringan 5G di Kota Banjarmasin dalam konteks internet of things (IoT). Dalam penelitian ini dilakukan teknik pengumpulan data studi kepustakaan dan pengujian performa jaringan 5G dengan melakukan analisis data Quality of Service (QoS), diantaranya throughput, delay, jitter, dan packet loss. Analisis data QoS dilakukan pada pagi, siang, dan malam hari dengan menggunakan aplikasi Wireshark. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa performa jaringan 5G Telkomsel di Banjarmasin sangat baik pada pagi, siang, dan malam hari. Throughput, delay, dan jitter semuanya menunjukkan kinerja yang optimal, dengan throughput jauh melebihi ambang batas minimal dan delay serta jitter yang sangat rendah. Namun, packet loss berada dalam kategori sedang (19% di siang dan malam hari), menunjukkan adanya ruang untuk perbaikan. Meskipun demikian, jaringan 5G Telkomsel secara umum menyediakan layanan yang memuaskan dan mampu mendukung aplikasi berat dengan baik.

Kata Kunci: Performa jaringan, Jaringan 5G, Internet of Things (IoT).

PENDAHULUAN

Dalam era digital yang berkembang pesat, jaringan 5G muncul sebagai teknologi revolusioner yang mengubah paradigma konektivitas global. Menurut Raksewardhana et al. (2023), 5G tidak hanya sekadar peningkatan kecepatan internet, tetapi juga menghadirkan transformasi menyeluruh dalam cara manusia berinteraksi dengan teknologi. Keunggulan utama 5G terletak pada kecepatan transfer data yang luar biasa cepat, kapabilitas konektivitas yang lebih luas, serta kemampuannya dalam mendukung jutaan perangkat secara bersamaan. Teknologi ini menjadi pilar fundamental dalam mewujudkan era *Internet of Things* (IoT) serta mempercepat perkembangan teknologi seperti *augmented reality*, *virtual reality*, dan kendaraan otonom.

Ramadhani et al. (2023) menambahkan bahwa jaringan 5G menjadi fondasi bagi aplikasi canggih seperti telemedis, *smart cities*, dan *smart homes*. Dengan *latency* yang

sangat rendah, 5G memungkinkan pengembangan layanan berbasis *real-time*, seperti permainan *daring* tanpa lag dan kendali kendaraan jarak jauh. Selain itu, jaringan ini menjanjikan efisiensi energi yang lebih baik, memberikan dampak positif terhadap lingkungan, serta mendukung implementasi teknologi yang berdampak signifikan terhadap ekonomi dan sosial.

Meskipun menawarkan berbagai keunggulan, implementasi 5G juga menghadapi tantangan, termasuk kekhawatiran terkait privasi dan keamanan data. Masa et al. (2023) mengungkapkan bahwa perkembangan teknologi selalu menghadirkan tantangan, dan implementasi 5G tidak terkecuali. Oleh karena itu, kolaborasi antara regulator, industri, dan masyarakat menjadi kunci untuk memastikan pemanfaatan jaringan ini secara optimal. Regulasi yang bijak, investasi infrastruktur yang memadai, serta peningkatan literasi teknologi berperan penting dalam memastikan bahwa manfaat 5G dapat dirasakan secara merata oleh seluruh lapisan masyarakat.

Di Indonesia, jaringan 5G mulai tersedia sejak Mei 2021 di beberapa kota besar, seperti Jabodetabek, Bandung, Batam, Surabaya, Balikpapan, Makassar, Surakarta, Denpasar, Banjarmasin, dan Medan. Kementerian Komunikasi dan Informatika (Kominfo) telah menerbitkan Surat Keterangan Laik Operasi (SKLO) berdasarkan pelaksanaan Uji Laik Operasi (ULO) pada 19–20 Mei 2021. Menurut Nurhayati (2023), operator seluler yang telah mengantongi izin layanan 5G di Indonesia meliputi Telkomsel, Indosat Ooredoo, dan XL Axiata. Kecepatan transfer data jaringan ini dapat mencapai hingga 20 Gbps dengan *latency* yang sangat rendah, memungkinkan pengalaman pengguna yang lebih baik dalam aktivitas daring, seperti *streaming* video dan pengunduhan cepat.

Sebagai salah satu kota besar di Kalimantan, Banjarmasin mengalami perkembangan signifikan dalam infrastruktur telekomunikasi. Kota ini dikenal sebagai pusat ekonomi dan perdagangan di Kalimantan Selatan dengan konektivitas yang terus berkembang. Menurut Anggraini & Purwanto (2023), layanan internet di Banjarmasin didominasi oleh jaringan fiber optic yang menawarkan kecepatan tinggi untuk berbagai kebutuhan, seperti *streaming*, permainan daring, dan pekerjaan berbasis digital. Namun, meskipun jaringan 5G telah tersedia, performanya masih menghadapi berbagai kendala.

Hasil observasi awal menunjukkan bahwa performa jaringan 5G di Banjarmasin belum optimal. Kecepatan download rata-rata tercatat sekitar 100 Mbps, sedangkan kecepatan upload rata-rata mencapai 50 Mbps. Namun, kecepatan ini dapat berfluktuasi tergantung pada lokasi dan kondisi jaringan, dengan beberapa area mencapai 200–300 Mbps, sementara area lainnya mengalami penurunan hingga 50 Mbps atau lebih rendah. Selain itu, stabilitas jaringan masih menjadi permasalahan, dengan gangguan seperti sinyal yang hilang atau koneksi yang terputus-putus. Faktor penyebabnya meliputi terbatasnya jumlah BTS 5G, kondisi geografis yang kompleks, serta perangkat 5G yang belum dioptimalkan.

Dalam upaya meningkatkan performa jaringan 5G di Banjarmasin, diperlukan penambahan jumlah BTS, terutama di lokasi-lokasi dengan konektivitas rendah. Selain itu, optimalisasi perangkat 5G oleh operator seluler juga menjadi faktor krusial dalam meningkatkan kualitas layanan. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis performa jaringan 5G di Banjarmasin dalam konteks Internet of Things, guna memberikan rekomendasi bagi pengembangan infrastruktur telekomunikasi yang lebih baik di masa depan.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang diterapkan dalam studi ini mencakup pendekatan studi literatur dan observasi, dengan fokus utama pada parameter *Quality of Service* /QoS jaringan 5G. Proses penelitian dilaksanakan melalui serangkaian tahapan yang sistematis guna memastikan keakuratan dan validitas hasil yang diperoleh (Moeloeng,

2018). Pendekatan yang digunakan berfokus pada implementasi jaringan 5G serta analisis sistem berdasarkan aspek kualitas layanan QoS dan aspek keamanan. Setelah jaringan berhasil dibangun dan dijalankan, dilakukan analisis serta perbandingan metode instalasi menggunakan *virtual machine* konvensional dan kontainer.

Setelah persiapan selesai, tahap selanjutnya adalah pengambilan data QoS. Pada tahap ini, akan dijalankan pengujian sesuai dengan rencana yang telah disusun sebelumnya. Pengujian dilakukan dengan mengumpulkan data mengenai kualitas layanan yang ditawarkan oleh sistem atau jaringan yang sedang diteliti. Data yang dikumpulkan meliputi *throughput*, *latency*, *jitter*, *packet loss*, dan parameter lain yang relevan dengan QoS. Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan alat pengukuran yang telah dipersiapkan sebelumnya.

Setelah data QoS terkumpul, tahap selanjutnya adalah analisis data. Pada tahap ini, peneliti akan menganalisis data yang telah dikumpulkan untuk mengevaluasi kualitas layanan yang ditawarkan oleh sistem atau jaringan yang sedang diteliti. Analisis data meliputi pengolahan data, perhitungan statistik, identifikasi pola atau tren, dan penarikan kesimpulan berdasarkan hasil analisis. Tujuan dari analisis data adalah untuk memahami performa sistem atau jaringan dalam hal QoS, mengidentifikasi masalah atau kekurangan, dan merumuskan rekomendasi atau solusi untuk perbaikan atau peningkatan kualitas layanan. Adapun prosedur penelitian yang akan dilakukan diawali dengan menjalankan *Wireshark*, kemudian dilanjutkan dengan *capture packet*, setelah itu baru dilakukan dengan Pengujian parameter QoS antara lain, *delay*, *jitter*, *throughput* dan *packet loss* selanjutnya dilakukanalisis parameter *Quality Of Services* dari hasil Pengujian dengan standar yang telah ditetapkan oleh THIPON untuk mendapatkan informasi bagaimana kualitas dari objek penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Analisis performa jaringan 5G di Banjarmasin dalam konteks *Internet of Things* (IoT) menyoroti pentingnya kemampuan jaringan ini dalam mendukung ekosistem IoT yang terus berkembang. Jaringan 5G dikenal dengan kecepatan data yang sangat tinggi, latensi yang sangat rendah, serta kapasitas koneksi yang lebih besar dibandingkan dengan teknologi sebelumnya. Kemampuan ini memungkinkan komunikasi cepat dan *real-time* yang sangat diperlukan dalam penerapan berbagai aplikasi IoT. Di Banjarmasin, penerapan 5G berpotensi mendorong implementasi solusi IoT yang inovatif, seperti *smart city*, kendaraan otonom, dan sistem pemantauan lingkungan. Dengan *throughput* yang tinggi, jaringan 5G mampu menangani volume data besar yang dihasilkan oleh perangkat IoT, sementara latensi rendah memungkinkan respons yang hampir instan dalam aplikasi kritis seperti sistem kesehatan dan keselamatan publik. *Jitter* yang rendah menjamin kualitas komunikasi yang stabil, dan tingkat *packet loss* yang minimal memastikan integritas data yang dikirimkan tetap terjaga.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa meskipun jaringan 5G di Banjarmasin telah menunjukkan performa yang baik, penerapan teknologi IoT memerlukan perhatian khusus pada manajemen kapasitas dan pengelolaan interferensi untuk memastikan kinerja optimal. Hal ini menjadi penting karena perangkat IoT yang terus bertambah akan semakin meningkatkan kebutuhan bandwidth dan stabilitas koneksi. Oleh karena itu, pemahaman yang mendalam tentang performa jaringan 5G dalam konteks IoT sangat penting untuk membantu merencanakan pengembangan infrastruktur yang dapat mengakomodasi kebutuhan dan potensi pertumbuhan aplikasi IoT di masa depan. Hal ini akan memastikan bahwa jaringan 5G tetap mampu mendukung ekosistem teknologi yang terus berkembang dan inovatif, serta dapat beradaptasi dengan kebutuhan pengguna yang semakin kompleks.

Penelitian ini berfokus pada evaluasi kualitas jaringan 5G di Kota Banjarmasin, khususnya di area sekitar Jalan Ahmad Yani, yang merupakan salah satu kawasan dengan aktivitas pengguna yang tinggi. Pengujian dilakukan dengan mengukur empat parameter utama *Quality of Service* (QoS), yaitu *throughput*, *delay*, *jitter*, dan *packet loss*. Melalui penelitian ini, dilakukan pengumpulan data dari beberapa titik di area yang sudah terjangkau oleh jaringan 5G untuk memberikan gambaran menyeluruh mengenai kinerja jaringan di wilayah tersebut. Pendekatan ini memungkinkan identifikasi pola performa jaringan sepanjang hari, sehingga memberikan wawasan yang lebih akurat dalam menilai kualitas layanan yang diberikan oleh jaringan 5G Telkomsel.

Dalam rangka menilai kinerja jaringan telekomunikasi, analisis data QoS dari penyedia layanan Telkomsel menjadi sangat krusial. Evaluasi ini tidak hanya bertujuan untuk mengukur efektivitas dan efisiensi layanan, tetapi juga untuk mengidentifikasi kekuatan dan kelemahan yang ada. Analisis ini mencakup pengukuran kecepatan unduh (*download*), kecepatan unggah (*upload*), *latensi*, dan *jitter*. Evaluasi yang menyeluruh terhadap parameter ini memberikan wawasan yang lebih dalam mengenai bagaimana performa jaringan dapat memengaruhi pengalaman pengguna, terutama dalam penggunaan aplikasi yang membutuhkan konektivitas real-time. Selain itu, parameter *latensi* dan *jitter* dianalisis untuk menilai responsivitas jaringan dalam mengirim dan menerima data, serta kestabilan koneksi yang sangat memengaruhi kualitas layanan secara keseluruhan.

Pengujian dilakukan dengan mengukur empat parameter utama, yaitu *throughput* yang mengukur kecepatan transfer data dan mempengaruhi kecepatan internet yang dirasakan pengguna, *delay* yang mengukur waktu perjalanan paket data dari pengirim ke penerima, *jitter* yang mengukur variasi *delay* dan memengaruhi kestabilan koneksi, serta *packet loss* yang mengukur persentase data yang hilang selama transmisi dan dapat mempengaruhi integritas data serta kualitas komunikasi secara keseluruhan.

Pengujian QoS dilakukan pada tiga periode waktu yang berbeda untuk mendapatkan gambaran yang menyeluruh mengenai performa jaringan Telkomsel sepanjang hari. Pada pagi hari, pengujian dilakukan dari pukul 08.00 hingga 10.00, periode ini dipilih karena merupakan waktu awal aktivitas di mana banyak pengguna mulai menggunakan layanan data setelah memulai aktivitas harian mereka. Dalam jangka waktu ini, analisis *throughput*, *delay*, *jitter*, dan *packet loss* akan mengungkap bagaimana jaringan Telkomsel mengatasi lonjakan trafik pagi hari serta seberapa stabil performa jaringan pada awal hari. Pada siang hari, pengujian dilakukan antara pukul 13.00 hingga 15.00. Waktu ini seringkali menjadi periode puncak di mana banyak orang mengakses internet untuk keperluan pribadi atau pekerjaan selama istirahat makan siang. Pengujian pada periode ini bertujuan untuk mengevaluasi performa jaringan saat trafik data meningkat dan bagaimana jaringan Telkomsel mengelola beban yang tinggi. Pada malam hari, pengujian dilakukan dari pukul 21.00 hingga 23.00, ketika sebagian besar pengguna terlibat dalam aktivitas hiburan atau komunikasi intensif, seperti *streaming video* atau *gaming online*. Analisis pada waktu ini penting untuk menilai bagaimana jaringan Telkomsel menangani beban berat di malam hari dan seberapa baik performa jaringan dipertahankan dalam kondisi penggunaan yang padat.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini memberikan gambaran komprehensif mengenai performa jaringan 5G Telkomsel di Banjarmasin, khususnya dalam mendukung aplikasi IoT yang memerlukan konektivitas real-time yang andal dan stabil. Dengan mengevaluasi empat parameter utama QoS pada berbagai periode waktu, penelitian ini memberikan wawasan yang mendalam mengenai kekuatan dan kelemahan jaringan 5G di Banjarmasin. Hasil analisis ini juga diharapkan dapat menjadi referensi bagi pengembangan infrastruktur jaringan 5G yang lebih baik di

masa depan, sehingga mampu mendukung pertumbuhan ekosistem IoT yang semakin kompleks dan inovatif di Indonesia.

Pembahasan

Analisis performa jaringan 5G di Banjarmasin dalam konteks *Internet of Things* (IoT) menunjukkan bahwa jaringan ini memiliki potensi besar untuk mendukung ekosistem IoT yang berkembang pesat. Dengan kecepatan data yang tinggi, latensi yang rendah, dan kapasitas koneksi yang besar, jaringan 5G dapat menangani kebutuhan aplikasi IoT seperti smart city, kendaraan otonom, dan sistem pemantauan lingkungan. Pengujian di area sekitar Jalan Ahmad Yani mengungkapkan bahwa meskipun jaringan 5G telah menunjukkan performa yang memadai, optimalisasi lebih lanjut diperlukan dalam manajemen kapasitas dan pengelolaan interferensi untuk memastikan kinerja yang konsisten.

Analisis Quality of Service (QoS) jaringan Telkomsel dilakukan dengan mengukur empat parameter utama, yaitu *throughput*, *delay*, *jitter*, dan *packet loss*, untuk menilai efektivitas dan efisiensi layanan. Pengujian dilakukan pada tiga periode waktu: pagi (08.00-10.00), siang (13.00-15.00), dan malam (21.00-23.00) untuk mendapatkan gambaran lengkap tentang performa jaringan sepanjang hari. Pada pagi hari, pengujian menilai kemampuan jaringan dalam menghadapi lonjakan trafik saat pengguna mulai beraktivitas. Siang hari fokus pada evaluasi performa saat beban jaringan meningkat selama jam istirahat makan siang. Pengujian malam hari menilai bagaimana jaringan Telkomsel mengelola beban berat saat banyak pengguna terlibat dalam aktivitas intensif seperti streaming dan gaming.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa performa jaringan 5G Telkomsel di Banjarmasin pada pagi hari sangat baik. *Throughput* sebesar 2834 kbps menunjukkan kapasitas transfer data yang optimal dengan *delay* rata-rata hanya 2 ms, menunjukkan responsivitas jaringan yang sangat cepat. *Jitter* yang rendah sebesar 2 ms mencerminkan kestabilan jaringan yang tinggi, yang sangat penting untuk aplikasi sensitif seperti streaming dan gaming. Meskipun ada *packet loss* sebesar 5,3%, ini masih dalam kategori bagus menurut standar THIPON, menunjukkan kualitas komunikasi yang stabil dan andal. Secara keseluruhan, performa jaringan 5G Telkomsel di area Jalan Ahmad Yani sangat memadai untuk memenuhi kebutuhan konektivitas di pagi hari.

Pada siang hari, performa jaringan tetap kuat dengan *throughput* mencapai 4473 kbps, menunjukkan kecepatan transfer data yang tinggi dan memadai untuk aktivitas intensif seperti konferensi video dan *gaming*. *Delay* yang sangat rendah sebesar 1,5 ms dan *jitter* sebesar 1,5 ms menunjukkan responsivitas dan kestabilan koneksi yang optimal. Namun, *packet loss* tercatat sebesar 19%, berada dalam kategori sedang menurut standar THIPON, menunjukkan ada beberapa paket data yang hilang selama transmisi, meskipun masih dalam batas wajar. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun kinerja jaringan secara keseluruhan sangat baik, optimalisasi lebih lanjut diperlukan untuk mengurangi *packet loss* dan meningkatkan kualitas layanan.

Pada malam hari, *throughput* mencapai 1759 kbps dengan *delay* rata-rata hanya 4 ms dan *jitter* sebesar 4 ms, menunjukkan kinerja yang kuat dan konsisten. Namun, *packet loss* sebesar 19% menunjukkan bahwa beberapa paket data masih hilang selama transmisi, sehingga memerlukan perbaikan dalam manajemen kapasitas dan pengelolaan interferensi. Secara keseluruhan, performa jaringan 5G Telkomsel di malam hari menunjukkan kinerja yang kuat dengan sedikit ruang untuk peningkatan dalam hal *packet loss*.

Hasil analisis menunjukkan bahwa *throughput*, *delay*, dan *jitter* semuanya menunjukkan kinerja yang optimal, dengan *throughput* jauh melebihi ambang batas minimal dan *delay* serta *jitter* yang sangat rendah. Namun, *packet loss* berada dalam kategori sedang (19% di siang dan malam hari), menunjukkan adanya ruang untuk

perbaikan. Meskipun demikian, jaringan 5G Telkomsel secara umum menyediakan layanan yang memuaskan dan mampu mendukung aplikasi berat dengan baik. Dengan mempertimbangkan hasil analisis ini, jaringan 5G Telkomsel di Banjarmasin menunjukkan potensi besar dalam mendukung berbagai aplikasi dan layanan modern, terutama dalam konteks IoT.

Penelitian ini memiliki beberapa perbedaan signifikan dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yang terkait dengan performa jaringan 5G. Oktavianto et al. (2024) meneliti jaringan 5G pada frekuensi 2300 MHz dengan menggunakan infrastruktur menara 4G LTE yang sudah tersedia, sementara penelitian ini berfokus pada performa jaringan 5G di Banjarmasin dalam konteks IoT, sehingga memberikan perspektif yang lebih spesifik pada penggunaan teknologi 5G dalam mendukung ekosistem IoT di wilayah perkotaan. Mulyadi et al. (2022) lebih fokus pada kualitas layanan dalam jaringan 5G privat berbasis cloud computing, sementara penelitian ini mengevaluasi performa jaringan dalam penggunaan IoT yang memerlukan analisis throughput, delay, jitter, dan packet loss.

Selain itu, Andalisto et al. (2022) tidak secara spesifik membatasi wilayah geografis, sehingga cakupannya lebih luas namun kurang fokus pada karakteristik lokal. Sebaliknya, penelitian ini memberikan analisis kontekstual mengenai tantangan dan peluang penerapan IoT di Banjarmasin. Putra et al. (2023) mengevaluasi kinerja jaringan 5G secara umum di wilayah perkotaan, sedangkan penelitian ini mengeksplorasi peran jaringan 5G dalam mendukung aplikasi IoT di Banjarmasin, memberikan wawasan yang lebih komprehensif mengenai kesiapan infrastruktur telekomunikasi dalam menghadapi perkembangan teknologi IoT.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan melalui uji parameter Quality of Service (QoS) menggunakan *Wireshark* pada jaringan 5G Telkomsel di Banjarmasin, dapat disimpulkan bahwa performa jaringan secara keseluruhan menunjukkan kinerja yang sangat baik dalam mendukung kebutuhan *Internet of Things* (IoT) dan aplikasi modern yang memerlukan konektivitas *real-time*.

Pada pagi hari (08.00-10.00), jaringan menunjukkan performa yang sangat baik dengan *throughput* sebesar 2834 kbps, *delay* 2 ms, *jitter* 2 ms, dan *packet loss* sebesar 5,3%, yang tergolong rendah menurut standar THIPON. Hasil ini menunjukkan kapasitas transfer data yang optimal dan kestabilan jaringan yang tinggi, sehingga sangat mendukung aplikasi yang memerlukan koneksi cepat dan andal.

Pada siang hari (13.00-15.00), performa jaringan tetap kuat dengan *throughput* mencapai 4473 kbps, *delay* 1,5 ms, dan *jitter* 1,5 ms, yang menunjukkan responsivitas tinggi dan koneksi yang stabil. Namun, *packet loss* mencapai 19%, yang tergolong dalam kategori sedang menurut standar THIPON. Meskipun *throughput* dan latensi menunjukkan kinerja yang sangat baik, tingginya *packet loss* menunjukkan adanya potensi gangguan dalam pengiriman data yang memerlukan optimalisasi lebih lanjut dalam manajemen kapasitas jaringan.

Pada malam hari (21.00-23.00), jaringan menunjukkan kinerja yang sangat baik dengan *throughput* sebesar 1759 kbps, *delay* 4 ms, dan *jitter* 4 ms, yang menunjukkan koneksi yang kuat dan stabil untuk aktivitas intensif seperti *streaming video* dan *gaming*. Namun, *packet loss* tetap sebesar 19%, yang tergolong sedang menurut standar THIPON. Meskipun secara keseluruhan kinerja jaringan sangat baik, tingkat *packet loss* yang cukup tinggi menunjukkan adanya potensi gangguan dalam pengiriman data, terutama pada periode penggunaan yang padat.

Secara keseluruhan, performa jaringan 5G Telkomsel di Banjarmasin menunjukkan hasil yang sangat baik dalam hal *throughput*, *delay*, dan *jitter*, namun memerlukan perhatian lebih pada *packet loss* yang cenderung tinggi pada siang dan

malam hari. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun jaringan 5G di Banjarmasin memiliki potensi besar dalam mendukung ekosistem IoT dan aplikasi modern yang membutuhkan konektivitas *real-time*, optimalisasi dalam manajemen kapasitas dan pengelolaan interferensi tetap diperlukan untuk memastikan kualitas layanan yang lebih konsisten dan andal.

Saran

Berdasarkan hasil analisis performa jaringan 5G Telkomsel di Banjarmasin, terdapat beberapa saran yang dapat diimplementasikan untuk meningkatkan kualitas layanan dan pengalaman pengguna. Pertama, Telkomsel sebaiknya melakukan analisis lebih mendalam untuk mengidentifikasi penyebab *packet loss* yang masih tergolong tinggi, terutama pada periode siang dan malam hari. *Packet loss* yang tinggi dapat memengaruhi kualitas komunikasi dan pengalaman pengguna, terutama dalam aplikasi yang sensitif terhadap kehilangan data seperti *video streaming* dan *gaming*. Oleh karena itu, diperlukan peningkatan infrastruktur serta manajemen jaringan yang lebih baik untuk menurunkan angka *packet loss* ini. Optimalisasi kapasitas jaringan, penambahan BTS di area padat pengguna, serta penerapan teknologi *beamforming* yang lebih efektif dapat membantu mengatasi permasalahan ini dan memberikan pengalaman pengguna yang lebih konsisten.

Selain itu, Telkomsel perlu menerapkan sistem pemantauan QoS secara berkala dan otomatis. Dengan adanya sistem pemantauan yang berkelanjutan, penurunan performa jaringan atau masalah teknis lainnya dapat terdeteksi lebih dini, sehingga memungkinkan respons yang cepat dalam mengatasi gangguan dan menjaga kualitas layanan tetap optimal. Hal ini menjadi sangat penting terutama pada saat *throughput* tinggi atau kondisi trafik yang padat. Sistem pemantauan yang proaktif ini juga dapat membantu Telkomsel dalam mengoptimalkan alokasi *bandwidth* secara lebih efektif, sehingga mampu mengantisipasi lonjakan *trafik* dan menjaga stabilitas koneksi pengguna.

Dengan menerapkan langkah-langkah ini, Telkomsel diharapkan dapat meningkatkan kualitas layanan jaringan 5G di Banjarmasin secara signifikan, sehingga mampu mendukung berbagai aplikasi modern, termasuk dalam konteks *Internet of Things* (IoT) yang memerlukan konektivitas andal dan stabil.

DAFTAR PUSTAKA

- Andalisto, D., Saragih, Y., & Ibrahim. (2022). Analisis Kualitatif Teknologi 5G Pengganti 4G di Indonesia. *Jurnal Edukasi Elektro*, 6(1), 1-9.
- Anggraeni, R., & Purwanto, A. (2023). Perbandingan Performa Jaringan 5G dan 4G di Indonesia. *Jurnal Teknik Elektro dan Teknologi Informasi*, 11(2), 107-113.
- Kementerian Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia. (2023). *Roadmap Broadband Indonesia Menuju Era Teknologi 5G*. Jakarta: Kementerian Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia.
- Masa, M. A., Abdurrahman, T. S. D., Basalamah, A., Rahman, M. N., Lahmado, H., & Afdhal, A. (2023). Analisis Potensi Teknologi Jaringan 5G Area Sulawesi Selatan. *Jumbee: Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 5(1), 41-47.
- Mulyadi, R. M. Z., Munadi, R., & Fardan, F. (2022). Analisis Kualitas Layanan Jaringan Seluler 5G Privat Berbasis Cloud Computing. *e-Proceeding of Engineering*, 8(6), 2650-2657.
- Nurhayati, S. (2023). Pemodelan Matematika dalam Pengoptimalkan Jaringan 5G untuk Layanan Internet of Things (IoT). *Penelitian Matematika*, 3(9), 1-10.
- Putra, F. P. E., Putra, D. A. M., Firdaus, A., & Hamzah, A. (2023). Analisis kecepatan dan kinerja jaringan 5G (generasi ke 5) pada wilayah perkotaan. *Informatics for Educators and Professionals: Journal of Informatics*, 8(1), 47-51.
- Raksewardhana, M., Lufianawati, D. E. T., & Masjudin. (2023). Analisis Kualitas Jaringan 5G dengan Menggunakan Metode Drive Test Di Kota Tangerang Selatan. *Jurnal Ilmiah Setrum*, 12(2), 91-99.
- Ramadhani, U., Febrianti, W., & Najemi, H. (2023). Analisis Performa Sistem Jaringan Femtocell 5G Berbasis Simulasi. *Electrician: Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro*, 12(1), 1-8.