

ANALISIS KONSEPTUAL PENGARUH TRAFIK BUSY HOUR TERHADAP PERFORMA JARINGAN SELULER

Ervin Nawal Andra^{1*}, Yulindon²

^{1,2}Politeknik Negeri Padang, Indonesia

^{1*}walandraervinna@gmail.com

ABSTRACT

The rapid growth of mobile data traffic in cellular networks has created significant challenges in maintaining network performance, particularly during peak usage periods known as busy hour. During these periods, high user density leads to increased traffic load, resulting in network congestion and degradation of key performance indicators such as throughput, latency, jitter, and packet loss. This study aims to analyze conceptually the impact of busy hour traffic on cellular network performance through a structured literature review approach. The method involves collecting and synthesizing recent studies from reputable journals to identify patterns and relationships between traffic load and network performance parameters. The results indicate that increased traffic during busy hour consistently causes resource contention, leading to decreased throughput and increased latency, jitter, and packet loss. Furthermore, this study reveals that most existing research is empirical and case-specific, lacking an integrated conceptual framework. Therefore, this research contributes by providing a comprehensive conceptual understanding of the causal relationship between busy hour traffic and cellular network performance degradation, which can support future research and network optimization strategies.

Keywords:

busy hour, cellular network, traffic load, QoS, network performance, LTE, 5G

PENDAHULUAN

Perkembangan pesat teknologi jaringan seluler selama satu dekade terakhir telah secara signifikan meningkatkan trafik data seluler global, yang didorong oleh meluasnya penggunaan aplikasi dengan kebutuhan bandwidth tinggi seperti video streaming, komputasi awan, dan layanan komunikasi real-time. Menurut berbagai studi terbaru, pertumbuhan trafik data seluler terus melampaui ekspansi kapasitas jaringan, sehingga menciptakan pola trafik yang dinamis dan sangat berfluktuasi pada jaringan seluler (Liu et al., 2025). Fluktuasi ini menyebabkan munculnya periode-periode tertentu dengan tingkat pemanfaatan jaringan yang sangat tinggi, yang umumnya dikenal sebagai *busy hour*, dan merepresentasikan kondisi operasional paling kritis dalam jaringan seluler.

Busy hour didefinisikan sebagai interval waktu selama 60 menit di mana trafik jaringan mencapai tingkat tertinggi dalam suatu periode pengamatan tertentu. Konsep ini telah lama menjadi elemen fundamental dalam rekayasa teletrafik dan perencanaan jaringan seluler, karena mencerminkan beban maksimum yang harus mampu ditangani jaringan sambil tetap mempertahankan tingkat kinerja yang dapat diterima (Dawood et al., 2023). Selama kondisi busy hour, sumber daya radio, bandwidth, serta mekanisme penjadwalan digunakan secara intensif, sehingga meningkatkan kemungkinan terjadinya kongesti dan penurunan kinerja jaringan (Husen et al., 2021).

Berbagai studi empiris dan analitis terbaru menunjukkan bahwa beban trafik yang tinggi selama busy hour memberikan dampak signifikan terhadap indikator kinerja utama jaringan. Sejumlah penelitian melaporkan bahwa peningkatan permintaan trafik menyebabkan penurunan throughput yang nyata serta peningkatan latensi secara signifikan akibat terjadinya kontensi sumber daya dan penundaan antrian (Bilen, 2026). Selain itu, kongesti pada jam sibuk juga dikaitkan dengan meningkatnya packet loss, jitter yang lebih tinggi, serta penurunan kualitas sinyal, yang secara keseluruhan berdampak negatif terhadap Quality of Service (QoS) dan Quality of Experience (QoE) yang dirasakan oleh pengguna akhir (Ali et al., 2024).

Sejumlah penelitian terbaru berfokus pada evaluasi kinerja jaringan LTE dan 5G di bawah variasi beban trafik menggunakan pengukuran lapangan, drive test, dan perangkat pemantauan jaringan. Studi-studi ini memberikan wawasan berharga mengenai perilaku jaringan nyata selama periode trafik puncak serta menyoroti kerentanan jaringan seluler terhadap kongesti ketika permintaan trafik melebihi kapasitas yang tersedia (Pustovoitov et al., 2024). Penelitian lain menekankan peran mekanisme penjadwalan lanjutan, manajemen trafik, dan alokasi sumber daya dalam mengurangi dampak kongesti busy hour, khususnya pada jaringan 5G (S. et al., 2023).

Namun demikian, meskipun jumlah penelitian empiris terus meningkat, sebagian besar studi yang ada masih bersifat spesifik kasus dan berorientasi pada pengukuran, dengan fokus pada wilayah geografis tertentu, konfigurasi jaringan tertentu, atau implementasi operator tertentu. Akibatnya, literatur yang ada masih kekurangan sintesis konseptual yang terintegrasi dan sistematis dalam menjelaskan hubungan kausal antara karakteristik trafik busy hour

dan degradasi kinerja jaringan seluler pada berbagai generasi jaringan dan kondisi operasi.

Untuk mengatasi keterbatasan tersebut, artikel ini menyajikan analisis konseptual terstruktur yang mengintegrasikan temuan-temuan empiris terbaru dengan prinsip-prinsip rekayasa teletrafik guna memberikan pemahaman terpadu mengenai bagaimana trafik busy hour memengaruhi parameter kinerja utama jaringan seluler, termasuk throughput, latensi, jitter, dan packet loss (Liang et al., 2022). Perspektif konseptual ini diharapkan dapat memperkuat landasan teoretis bagi penelitian analitis, berbasis simulasi, maupun empiris di masa depan, serta mendukung strategi perencanaan dan optimasi jaringan yang lebih efektif.

KAJIAN LITERATUR

Performa jaringan seluler sangat dipengaruhi oleh karakteristik trafik yang terjadi pada jaringan, terutama pada periode *busy hour*. Dalam kajian telekomunikasi, busy hour didefinisikan sebagai periode waktu dengan tingkat trafik tertinggi dalam suatu interval tertentu, yang digunakan sebagai acuan dalam perencanaan kapasitas jaringan. Konsep ini merupakan bagian dari rekayasa teletrafik yang bertujuan untuk memastikan bahwa jaringan mampu menangani beban maksimum tanpa menurunkan kualitas layanan secara signifikan. Menurut standar International Telecommunication Union (ITU-T), analisis trafik pada busy hour menjadi dasar dalam menentukan kapasitas jaringan dan pengalokasian sumber daya secara efisien.

Secara teoritis, peningkatan trafik pada jaringan seluler akan menyebabkan terjadinya *resource contention*, yaitu kondisi di mana banyak pengguna bersaing untuk menggunakan sumber daya jaringan yang terbatas, seperti bandwidth dan kanal radio. Hal ini dapat memicu terjadinya *network congestion*, yang berdampak langsung terhadap penurunan performa jaringan. Parameter performa jaringan yang umum digunakan untuk mengukur kualitas layanan (*Quality of Service/QoS*) meliputi throughput, latency, jitter, dan packet loss. Throughput menunjukkan laju transfer data efektif yang diterima pengguna, sedangkan latency mengukur waktu tunda dalam transmisi data. Jitter menggambarkan variasi delay, dan packet loss menunjukkan jumlah paket data yang hilang selama transmisi.

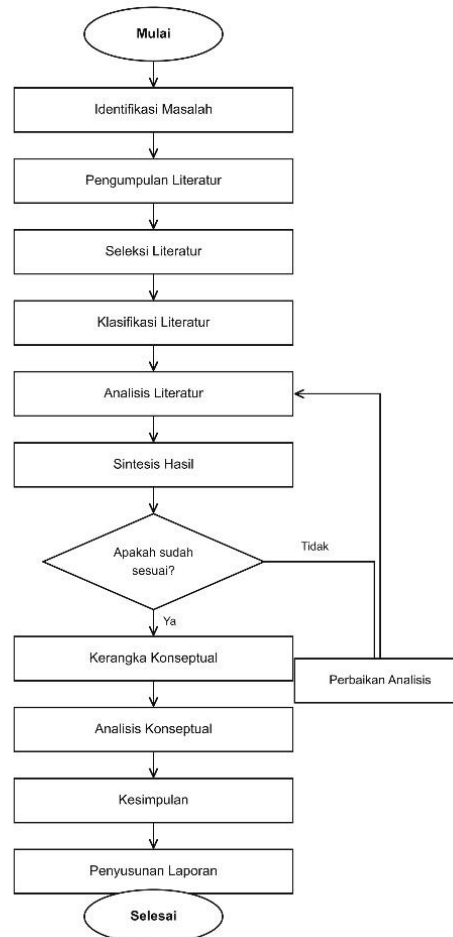
Sejumlah penelitian empiris telah membuktikan adanya hubungan yang signifikan antara peningkatan trafik pada busy hour dan degradasi performa jaringan. Studi oleh (Gijón et al., 2021) menunjukkan bahwa pada jaringan LTE di area padat pengguna, peningkatan trafik selama jam sibuk menyebabkan penurunan throughput hingga lebih dari 30% dibandingkan kondisi normal. Penelitian lain oleh (Ali Haider Abbas, 2025) pada jaringan 5G menunjukkan bahwa peningkatan beban trafik berdampak langsung pada peningkatan latency dan jitter akibat keterbatasan kapasitas dan mekanisme penjadwalan sumber daya. Selain itu (Janos & Kuras, 2021) melaporkan bahwa kualitas pengalaman pengguna (*Quality of Experience/QoE*) menurun secara signifikan selama busy hour akibat meningkatnya packet loss dan fluktuasi performa jaringan.

Dalam konteks teknologi jaringan yang lebih maju, seperti LTE dan 5G, berbagai mekanisme telah dikembangkan untuk mengatasi dampak trafik tinggi, seperti *dynamic resource allocation*, *traffic scheduling*, dan *network slicing*. Menurut (Andras et al., 2023), teknologi 5G menawarkan peningkatan kapasitas dan fleksibilitas dalam pengelolaan trafik, namun tetap menghadapi tantangan dalam kondisi trafik ekstrem seperti busy hour. (Pan et al., 2024) juga menekankan bahwa meskipun terdapat berbagai teknik manajemen sumber daya, peningkatan trafik yang tidak terkontrol tetap dapat menyebabkan degradasi performa jaringan secara signifikan.

Meskipun berbagai penelitian telah mengkaji performa jaringan seluler pada kondisi trafik tinggi, sebagian besar studi tersebut masih berfokus pada pendekatan empiris berbasis pengukuran atau simulasi dalam konteks tertentu. Penelitian-penelitian tersebut cenderung menghasilkan temuan yang spesifik terhadap lokasi, konfigurasi jaringan, atau skenario tertentu, sehingga sulit untuk digeneralisasi secara luas. Oleh karena itu, diperlukan suatu pendekatan kajian konseptual yang mampu mengintegrasikan berbagai temuan empiris tersebut untuk memberikan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai hubungan antara trafik busy hour dan performa jaringan seluler.

Berdasarkan kajian teori dan hasil penelitian terdahulu, dapat disusun suatu kerangka konseptual yang menjelaskan bahwa peningkatan trafik pada busy hour akan meningkatkan tingkat kontensi sumber daya dan menyebabkan kongesti jaringan, yang pada akhirnya berdampak pada penurunan throughput serta peningkatan latency, jitter, dan packet loss. Dengan demikian, meskipun penelitian ini tidak menggunakan hipotesis kuantitatif, secara konseptual dapat dirumuskan bahwa trafik busy hour memiliki pengaruh negatif terhadap performa jaringan seluler, yang ditunjukkan melalui penurunan kualitas layanan yang diterima oleh pengguna.

METODE PENELITIAN



Gambar 1. Diagram Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kajian pustaka (literature review) dengan tujuan untuk menganalisis secara konseptual pengaruh trafik *busy hour* terhadap performa jaringan seluler. Rancangan kegiatan penelitian dilakukan secara sistematis melalui tahapan identifikasi masalah, pengumpulan literatur, seleksi literatur, analisis, dan sintesis hasil penelitian terdahulu. Ruang lingkup penelitian difokuskan pada hubungan antara karakteristik trafik jaringan seluler pada periode *busy hour* dan parameter performa jaringan, khususnya pada teknologi 4G LTE dan 5G.

Objek penelitian dalam studi ini adalah berbagai hasil penelitian terdahulu yang relevan dengan topik trafik jaringan, *busy hour*, dan performa jaringan seluler. Literatur yang digunakan meliputi jurnal ilmiah nasional dan internasional, prosiding konferensi, serta dokumen standar telekomunikasi dari International Telecommunication Union. Rentang waktu publikasi yang digunakan adalah lima tahun terakhir untuk memastikan relevansi dengan perkembangan teknologi jaringan terkini.

Bahan utama dalam penelitian ini berupa artikel ilmiah yang diperoleh dari basis data akademik seperti IEEE Xplore, ScienceDirect, dan Google Scholar, sedangkan alat utama yang digunakan adalah perangkat komputer/laptop yang dilengkapi dengan perangkat lunak pengolahan dokumen dan manajemen referensi. Penelitian ini tidak terikat pada lokasi fisik tertentu karena seluruh proses dilakukan secara daring melalui pengumpulan dan analisis literatur.

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui metode dokumentasi dengan cara menelusuri, mengunduh, dan mengkaji literatur yang relevan berdasarkan kata kunci seperti *busy hour*, *cellular network traffic*, *network congestion*, dan *Quality of Service*. Selanjutnya, dilakukan proses seleksi literatur berdasarkan kesesuaian topik, kualitas publikasi, dan tahun terbit.

Definisi operasional variabel dalam penelitian ini meliputi: (1) trafik *busy hour* sebagai variabel independen

yang merepresentasikan tingkat beban trafik tertinggi dalam jaringan; dan (2) performa jaringan sebagai variabel dependen yang diukur melalui parameter *Quality of Service* (QoS), yaitu throughput, latency, jitter, dan packet loss. Hubungan antara variabel tersebut dianalisis secara konseptual berdasarkan temuan dari berbagai penelitian terdahulu.

Teknik analisis data dilakukan secara deskriptif-analitis dengan pendekatan sintesis literatur. Setiap literatur yang telah diseleksi dianalisis untuk mengidentifikasi pola hubungan antara peningkatan trafik dan perubahan performa jaringan. Hasil analisis kemudian diintegrasikan untuk membangun suatu kerangka konseptual yang menjelaskan pengaruh trafik *busy hour* terhadap performa jaringan seluler secara umum.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Kajian Literatur

Berdasarkan hasil pengumpulan dan seleksi literatur dari berbagai jurnal ilmiah dalam lima tahun terakhir, diperoleh sejumlah temuan yang menunjukkan adanya hubungan yang signifikan antara peningkatan trafik pada periode *busy hour* dengan penurunan performa jaringan seluler. Mayoritas penelitian menunjukkan bahwa ketika beban trafik meningkat, sumber daya jaringan seperti bandwidth, *Physical Resource Block* (PRB), dan kapasitas sel mengalami tekanan yang tinggi sehingga menyebabkan terjadinya kongesti jaringan.

Secara umum, parameter performa jaringan yang terdampak meliputi *throughput*, *latency*, *jitter*, dan *packet loss*. Penurunan *throughput* terjadi akibat terbatasnya alokasi sumber daya kepada pengguna, sementara peningkatan *latency* disebabkan oleh antrian data yang semakin panjang. Selain itu, *jitter* dan *packet loss* meningkat akibat ketidakstabilan transmisi data selama kondisi trafik puncak.

Untuk memperjelas hasil kajian, Tabel 1 menyajikan perbandingan beberapa penelitian terdahulu yang relevan dengan topik ini.

Table 1. Perbandingan Penelitian Terdahulu Terkait Pengaruh Busy Hour terhadap Performa Jaringan

No	Peneliti	Metode	Objek	Hasil Utama	Keterbatasan
1	(Gijón et al., 2021)	Pengukuran jaringan LTE	LTE	Throughput menurun saat trafik tinggi	Fokus satu wilayah
2	(Ali Haider Abbas, 2025)	Drive test	4G	Latency meningkat saat busy hour	Data terbatas lokasi
3	(Janos & Kuras, 2021)	Monitoring jaringan	5G	QoS menurun akibat kongesti	Tidak bahas hubungan konseptual
4	(Andras et al., 2023)	Analisis empiris	4G	Packet loss meningkat	Studi kasus spesifik
5	(Pan et al., 2024)	Analisis teknologi 5G	5G	Trafik tinggi memicu overload jaringan	Tidak integratif

Analisis Konseptual Pengaruh Busy Hour

Berdasarkan sintesis dari berbagai penelitian, dapat dirumuskan bahwa trafik busy hour merupakan faktor utama yang memengaruhi performa jaringan seluler. Peningkatan jumlah pengguna aktif dan permintaan layanan data menyebabkan meningkatnya traffic load, yang pada akhirnya menimbulkan resource contention di dalam jaringan.

Secara konseptual, hubungan tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

- Trafik meningkat → penggunaan resource meningkat
- Resource terbatas → terjadi kongesti
- Kongesti → penurunan QoS

Dampak terhadap parameter performa:

- *Throughput* menurun karena pembagian resource
- *Latency* meningkat akibat antrian data
- *Jitter* meningkat karena variasi delay
- *Packet loss* meningkat akibat overload jaringan

Pembahasan

Hasil kajian ini menunjukkan bahwa temuan dari berbagai penelitian terdahulu memiliki pola yang konsisten, yaitu peningkatan trafik selama *busy hour* secara langsung berdampak pada penurunan performa jaringan. Hal ini sejalan dengan teori rekayasa teletrafik yang menyatakan bahwa kapasitas jaringan yang terbatas akan menyebabkan degradasi layanan ketika permintaan melebihi kapasitas yang tersedia.

Namun demikian, sebagian besar penelitian terdahulu masih berfokus pada pendekatan empiris dan studi kasus tertentu, sehingga hasilnya belum dapat digeneralisasi secara luas. Penelitian-penelitian tersebut cenderung hanya

menampilkan hasil pengukuran tanpa mengintegrasikan hubungan antar variabel dalam suatu kerangka konseptual yang komprehensif.

Dalam konteks ini, hasil penelitian ini memberikan kontribusi berupa sintesis konseptual yang mengintegrasikan berbagai temuan empiris menjadi suatu model pemahaman yang lebih sistematis. Model ini dapat digunakan sebagai dasar dalam pengembangan penelitian lanjutan, baik yang berbasis simulasi maupun pengukuran lapangan, serta sebagai acuan dalam perencanaan dan optimasi jaringan seluler.

Selain itu, hasil kajian ini juga menegaskan pentingnya penerapan strategi manajemen trafik dan optimasi sumber daya, seperti *load balancing*, *scheduling algorithm*, dan peningkatan kapasitas jaringan, guna meminimalkan dampak negatif dari kondisi *busy hour*.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil kajian literatur yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa trafik *busy hour* memiliki pengaruh yang signifikan terhadap penurunan performa jaringan seluler. Peningkatan beban trafik pada periode ini menyebabkan terjadinya keterbatasan sumber daya jaringan yang berujung pada kongesti, sehingga berdampak langsung terhadap penurunan *throughput* serta peningkatan *latency*, *jitter*, dan *packet loss*. Hasil sintesis dari berbagai penelitian terdahulu menunjukkan pola yang konsisten bahwa semakin tinggi trafik jaringan, maka semakin besar pula degradasi kualitas layanan (*Quality of Service*).

Penelitian ini memberikan kontribusi berupa pemahaman konseptual yang terintegrasi mengenai hubungan antara trafik *busy hour* dan performa jaringan seluler, yang dapat digunakan sebagai dasar dalam pengembangan strategi optimasi jaringan. Secara praktis, hasil penelitian ini bermanfaat bagi operator telekomunikasi dalam merancang kebijakan manajemen trafik, peningkatan kapasitas jaringan, serta penerapan teknik optimasi seperti *load balancing* dan penjadwalan sumber daya.

Namun demikian, penelitian ini memiliki keterbatasan karena hanya menggunakan pendekatan kajian pustaka tanpa didukung oleh data empiris atau simulasi, sehingga belum dapat memberikan validasi kuantitatif terhadap hubungan yang dikaji. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk mengembangkan model analisis berbasis simulasi atau melakukan pengukuran langsung di lapangan guna memverifikasi hasil konseptual yang telah diperoleh. Selain itu, penelitian lanjutan juga dapat mengeksplorasi pengaruh teknologi jaringan terbaru seperti 5G dan integrasi kecerdasan buatan dalam pengelolaan trafik jaringan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing dan seluruh pihak di Program Studi D4 Teknik Telekomunikasi, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Padang, atas dukungan dan bimbingan yang diberikan selama penelitian ini berlangsung.

REFERENSI

- Ali Haider Abbas. (2025). A Reinforcement Learning–Driven Scheduler for Minimizing Uplink Delay in 5G Networks. *Journal of Al-Qadisiyah for Computer Science and Mathematics*, 17(4). <https://doi.org/10.29304/jqscm.2025.17.42560>
- Ali, I., Hong, S., & Cheung, T. (2024). Quality of Service and Congestion Control in Software-Defined Networking Using Policy-Based Routing. *Applied Sciences*, 14(19), 9066. <https://doi.org/10.3390/app14199066>
- Andras, C. M., Barb, G., Alexa, F., & Balint, C. (2023). Congestion Analysis of Transport Layer in a Multicell 5G DL Communication System. *Sensors*, 23(13), 6111. <https://doi.org/10.3390/s23136111>
- Bilen, T. (2026). Real-time congestion management in 6G networks via GNN-based detection and queue-aware mitigation. *Computer Networks*, 276, 111941. <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2025.111941>
- Dawood, T. Z., Stepanov, M. S., Kudashkin, M., Shaimardanova, A., & Lapko, P. (2023). The Impact of Impulsive Traffic on Cellular Internet of Things Network Performance Indicators. *Sensors*, 24(1), 46. <https://doi.org/10.3390/s24010046>
- Gijón, C., Toril, M., Luna-Ramírez, S., Mari-Altozano, M. L., & Ruiz-Avilés, J. M. (2021). Long-Term Data Traffic Forecasting for Network Dimensioning in LTE with Short Time Series. *Electronics*, 10(10), 1151. <https://doi.org/10.3390/electronics10101151>
- Husen, A., Hasanain Chaudary, M., Ahmad, F., Imtiaz Alam, M., Sohail, A., & Asif, M. (2021). Improving scheduling performance in congested networks. *PeerJ Computer Science*, 7, e754. <https://doi.org/10.7717/peerj-cs.754>
- Janos, D., & Kuras, P. (2021). Evaluation of Low-Cost GNSS Receiver under Demanding Conditions in RTK Network Mode. *Sensors*, 21(16), 5552. <https://doi.org/10.3390/s21165552>

- Liang, B., Gregory, M. A., & Li, S. (2022). Latency Analysis for Mobile Cellular Network uRLLC Services. *Journal of Telecommunications and the Digital Economy*, 10(3), 39–57. <https://doi.org/10.18080/jtde.v10n3.447>
- Liu, X., Li, Y., Zhu, S., Su, Q., Dai, J., Li, C., Zhu, J., & Zhang, J. (2025). A Traffic Forecasting Framework for Cellular Networks Based on a Dynamic Component Management Mechanism. *Electronics*, 14(20), 4003. <https://doi.org/10.3390/electronics14204003>
- Pan, C., Cui, X., Zhao, C., Wang, Y., & Wang, Y. (2024). An adaptive network congestion control strategy based on the change trend of average queue length. *Computer Networks*, 250, 110566. <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2024.110566>
- Pustovoitov, P., Voronets, V., Voronets, O., Sokol, H., & Okhrymenko, M. (2024). Assessment of QoS indicators of a network with UDP and TCP traffic under a node peak load mode. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1(4 (127)), 23–31. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.299124>
- S., S., Mishra, S., & Hota, C. (2023). Joint QoS and energy-efficient resource allocation and scheduling in 5G Network Slicing. *Computer Communications*, 202, 110–123. <https://doi.org/10.1016/j.comcom.2023.02.009>