

Studi Literatur Throughput dan Latency 5G NR untuk eMBB

Literature Review of 5G NR Throughput and Latency for eMBB

M. Ravi Setiawan P.C^{1*}, Afrizal Yuhane², Sri Yusnita³, Yulindon⁴

1,2,3,4 Teknik Telekomunikasi, Teknik Elektro, Politeknik Negeri Padang, Padang, Indonesia
1 setiawanpc234@gmail.com

Abstract. Enhanced Mobile Broadband (eMBB) is one of the main service scenarios in the implementation of 5G New Radio (5G NR), designed to support high-speed data communication and large capacity needs. This service requires two key parameters to ensure service quality, namely high throughput and low latency. This study aims to analyze and examine the factors influencing throughput and latency in the 5G NR network for eMBB services through a literature review. The method used is a descriptive-comparative literature review by collecting and analyzing various relevant scientific references on 5G NR network performance. The study results indicate that throughput in the 5G NR network is influenced by bandwidth, modulation, MIMO technology, and channel conditions, while latency is affected by network architecture, radio scheduling, and traffic density. This study also found that the implementation of 5G NR in eMBB services can provide significant performance improvements, although external factors such as interference and signal quality can affect actual performance. This study provides important insights for the development of 5G networks to support more optimal eMBB services.

Keywords: 5G NR, eMBB, throughput, latency.

Abstrak *Enhanced Mobile Broadband (eMBB)* adalah salah satu skenario utama dalam implementasi jaringan *5G New Radio (5G NR)*, yang dirancang untuk mendukung kebutuhan komunikasi data berkecepatan tinggi dan kapasitas besar. Layanan *eMBB* membutuhkan dua parameter utama untuk menjamin kualitas layanan, yaitu *throughput* yang tinggi dan *latency* yang rendah. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan mengkaji faktor-faktor yang memengaruhi *throughput* dan *latency* pada jaringan 5G NR untuk layanan *eMBB* melalui studi literatur. Metode yang digunakan adalah studi literatur deskriptif-komparatif dengan mengumpulkan dan menganalisis berbagai referensi ilmiah yang relevan mengenai performansi jaringan 5G NR. Hasil studi menunjukkan bahwa *throughput* pada jaringan 5G NR dipengaruhi oleh bandwidth, modulasi, teknologi MIMO, dan kondisi kanal radio, sementara *latency* dipengaruhi oleh arsitektur jaringan, penjadwalan radio, serta kepadatan trafik. Penelitian ini juga menemukan bahwa implementasi 5G NR pada layanan *eMBB* dapat menyediakan peningkatan kinerja yang signifikan, meskipun faktor eksternal seperti interferensi dan kualitas sinyal dapat mempengaruhi performansi aktual. Penelitian ini memberikan wawasan penting bagi pengembangan jaringan 5G untuk mendukung layanan *eMBB* yang lebih optimal.

Kata kunci: 5G NR, eMBB, throughput, latency.

1. Pendahuluan

Teknologi komunikasi seluler generasi kelima (5G) dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan layanan komunikasi generasi berikutnya yang menuntut performa tinggi, khususnya dalam hal throughput data yang besar, latency yang rendah, serta komunikasi

yang andal dalam berbagai skenario penggunaan[1][2][3]. Perkembangan layanan digital seperti komunikasi data berkecepatan tinggi, aplikasi real-time, serta kebutuhan konektivitas yang semakin kompleks mendorong jaringan 5G untuk mampu menyediakan performa yang lebih baik dibandingkan generasi sebelumnya. Oleh karena itu, peningkatan performa jaringan menjadi salah satu fokus utama dalam pengembangan teknologi 5G.

Untuk mendukung kebutuhan tersebut, berbagai pendekatan dalam jaringan 5G terus dikembangkan, baik dari sisi desain protokol, pengelolaan sumber daya, maupun evaluasi performa sistem. Salah satu pendekatan yang digunakan adalah model analitis untuk mengevaluasi performa komunikasi pada jaringan 5G New Radio (NR). Penelitian [4] mengembangkan model analitis yang mempertimbangkan kontribusi masing-masing protokol dalam stack komunikasi terhadap metrik performa seperti throughput dan latency, sehingga memberikan pemahaman yang lebih detail mengenai pengaruh setiap lapisan terhadap performa sistem secara keseluruhan. Salah satu layanan utama dalam jaringan 5G adalah Enhanced Mobile Broadband (eMBB) yang berfokus pada penyediaan throughput tinggi, serta sering dikaji dalam konteks coexistence dengan layanan lain seperti URLLC yang memiliki kebutuhan latency dan reliability yang ketat [5].

Selain itu, pengelolaan sumber daya jaringan juga menjadi faktor penting dalam menentukan performa layanan 5G. Penelitian [5] membahas mekanisme coexistence dalam jaringan 5G yang bertujuan untuk meningkatkan performa sistem dengan tetap memenuhi kebutuhan layanan yang memiliki persyaratan latency dan reliability yang ketat. Pendekatan ini menunjukkan bahwa pengelolaan sumber daya yang tepat sangat diperlukan untuk mendukung berbagai layanan dengan karakteristik yang berbeda dalam satu jaringan yang sama.

Dalam konteks pengelolaan sumber daya radio, mekanisme penjadwalan berbasis Quality of Service (QoS) juga berperan penting dalam menentukan performa jaringan. Penelitian [6] menunjukkan bahwa skema penjadwalan yang diusulkan mampu mempertahankan throughput sistem yang tinggi serta meningkatkan kepuasan dan fairness pengguna dibandingkan dengan metode konvensional. Hal ini menunjukkan bahwa strategi penjadwalan yang tepat dapat memberikan dampak signifikan terhadap efisiensi dan kualitas layanan jaringan.

Di sisi lain, performa jaringan 5G juga dipengaruhi oleh kondisi lingkungan implementasi. Penelitian [7] dan [8] melalui studi eksperimental menunjukkan bahwa lingkungan indoor memiliki karakteristik propagasi yang dapat menyebabkan penurunan kualitas sinyal dan performa komunikasi. Hal ini menunjukkan bahwa faktor lingkungan juga perlu diperhatikan dalam evaluasi performa jaringan 5G secara menyeluruh.

Meskipun berbagai penelitian tersebut telah membahas performa jaringan 5G dari berbagai aspek seperti protokol, pengelolaan sumber daya, dan kondisi lingkungan, sebagian besar studi masih dilakukan secara terpisah sehingga belum memberikan pemahaman yang terintegrasi mengenai keterkaitan antara throughput dan latency dalam jaringan 5G.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini menyajikan analisis literatur yang mengintegrasikan berbagai pendekatan tersebut untuk memberikan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai hubungan antara throughput dan latency pada jaringan 5G, sehingga dapat memberikan gambaran yang lebih menyeluruh mengenai performa sistem secara keseluruhan.

2. Metodologi Penelitian

2.1. Jenis dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode studi literatur dengan pendekatan deskriptif-komparatif. Metode studi literatur digunakan karena penelitian ini berfokus pada pengkajian berbagai hasil penelitian terdahulu mengenai kinerja jaringan *5G New Radio* (5G NR), khususnya pada parameter *throughput* dan *latency* untuk layanan *enhanced Mobile Broadband* (eMBB). Studi literatur merupakan metode penelitian yang digunakan untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mensintesis hasil penelitian terdahulu secara terarah sehingga dapat memberikan pemahaman konseptual terhadap suatu topik penelitian [9]. Dalam konteks penelitian ini, pendekatan deskriptif digunakan untuk menjelaskan karakteristik jaringan 5G NR, parameter *throughput*, parameter *latency*, serta faktor-faktor teknis yang memengaruhi performansi layanan eMBB. Sementara itu, pendekatan komparatif digunakan untuk membandingkan hasil penelitian terdahulu berdasarkan metode pengujian, skenario jaringan, teknologi pendukung, dan indikator kinerja yang digunakan.

Metode studi literatur dipilih karena penelitian ini tidak melakukan pengujian jaringan secara langsung, melainkan menganalisis dan membandingkan temuan dari berbagai sumber ilmiah yang relevan. Kajian literatur juga dapat digunakan untuk memahami perkembangan penelitian sebelumnya, menemukan kesenjangan penelitian, serta memperjelas posisi penelitian yang sedang dilakukan [10]. Dengan demikian, metode ini sesuai digunakan untuk memperoleh gambaran mengenai kecenderungan performansi 5G NR dalam mendukung layanan *eMBB*, khususnya berdasarkan parameter *throughput* dan *latency*.

2.2. Sumber Data dan Teknik Pengumpulan Literatur

Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari artikel jurnal, prosiding konferensi, standar teknis, dan laporan ilmiah yang relevan dengan topik penelitian. Literatur dikumpulkan melalui beberapa basis data ilmiah, seperti IEEE Xplore, ScienceDirect, SpringerLink, Google Scholar, serta dokumen teknis dari lembaga standarisasi seperti 3GPP dan ITU[3][11]. Penggunaan sumber-sumber tersebut bertujuan untuk memperoleh kajian yang memiliki dasar ilmiah dan teknis yang kuat dalam membahas performansi jaringan 5G NR.

Proses pencarian literatur dilakukan dengan menggunakan beberapa kata kunci yang disesuaikan dengan fokus penelitian. Kata kunci yang digunakan antara lain “*5G NR throughput*”, “*5G NR latency*”, “*eMBB performance analysis*”, “*5G New Radio performance*”, “*throughput and latency in 5G network*”, “*5G NR performance evaluation*”, dan “*IMT-2020 eMBB requirements*”. Penggunaan kata kunci tersebut bertujuan untuk memperoleh literatur yang secara langsung membahas jaringan 5G NR, layanan *eMBB*, serta parameter performansi jaringan berupa *throughput* dan *latency*. Proses pencarian dilakukan secara berulang agar literatur yang diperoleh lebih lengkap dan relevan dengan kebutuhan penelitian [12].

2.3. Kriteria Pemilihan Literatur

Kriteria pemilihan literatur ditentukan berdasarkan kesesuaian isi sumber dengan fokus penelitian. Literatur yang digunakan dalam penelitian ini adalah sumber yang membahas jaringan 5G NR, layanan *eMBB*, parameter *throughput*, parameter *latency*, serta faktor teknis yang memengaruhi performansi jaringan. Literatur yang hanya membahas konsep jaringan seluler secara umum, tidak membahas 5G NR secara spesifik, atau tidak memuat

pembahasan mengenai parameter throughput dan latency tidak dijadikan sebagai sumber utama dalam penelitian ini.

Untuk menjaga relevansi kajian, penelitian ini lebih mengutamakan literatur terbaru dalam rentang lima tahun terakhir. Namun, standar teknis utama dan artikel ilmiah yang memiliki kontribusi penting terhadap metode studi literatur atau pengembangan teknologi 5G tetap digunakan meskipun berada di luar rentang tersebut. Pemilihan literatur dilakukan secara sistematis agar proses kajian dapat ditelusuri, mengurangi kemungkinan bias, dan menghasilkan sintesis yang lebih terarah [10][13].

Kriteria inklusi dalam penelitian ini meliputi literatur yang membahas 5G NR, *eMBB*, *throughput*, *latency*, performansi jaringan, simulasi jaringan, evaluasi kinerja, atau standar teknis 5G. Sementara itu, kriteria eksklusi meliputi literatur yang tidak tersedia secara lengkap, tidak memiliki relevansi langsung dengan 5G NR, tidak membahas parameter *throughput* atau *latency*, serta sumber yang hanya berupa opini populer tanpa dasar ilmiah atau teknis yang jelas.

2.4. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian dilakukan melalui beberapa proses, yaitu identifikasi topik, pencarian literatur, seleksi literatur, klasifikasi data, analisis isi, dan penarikan kesimpulan. Tahap pertama adalah identifikasi topik penelitian, yaitu analisis throughput dan latency pada jaringan 5G NR untuk layanan eMBB. Pada tahap ini, fokus penelitian diarahkan pada dua parameter utama performansi jaringan, yaitu throughput sebagai indikator kemampuan jaringan dalam mengirimkan data dan latency sebagai indikator waktu tunda dalam proses transmisi data.

Tahap kedua adalah pencarian literatur melalui database ilmiah dan dokumen standar yang relevan. Literatur yang diperoleh kemudian diseleksi berdasarkan judul, abstrak, kata kunci, ruang lingkup pembahasan, dan parameter yang dianalisis. Tahap seleksi ini bertujuan untuk memastikan bahwa literatur yang digunakan benar-benar sesuai dengan fokus kajian. Proses seleksi dalam studi literatur perlu dilakukan secara terarah agar artikel yang dianalisis memiliki hubungan langsung dengan pertanyaan penelitian [13].

Tahap ketiga adalah klasifikasi literatur. Literatur yang telah dipilih diklasifikasikan berdasarkan fokus kajian, seperti analisis throughput, analisis latency, penggunaan

bandwidth, frekuensi kerja, skema modulasi, teknologi MIMO, arsitektur jaringan, kepadatan pengguna, dan skenario implementasi layanan eMBB. Klasifikasi ini dilakukan untuk memudahkan proses analisis dan membandingkan temuan dari masing-masing penelitian.

Tahap keempat adalah analisis isi terhadap literatur yang telah diklasifikasikan. Pada tahap ini, setiap literatur dianalisis berdasarkan tujuan penelitian, metode yang digunakan, parameter yang diuji, skenario jaringan, dan hasil utama yang diperoleh. Hasil analisis kemudian digunakan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi nilai throughput dan latency pada jaringan 5G NR.

Tahap terakhir adalah penarikan kesimpulan. Kesimpulan disusun berdasarkan hasil sintesis dari berbagai literatur yang telah dianalisis. Kesimpulan tersebut diarahkan untuk menjawab tujuan penelitian, yaitu mengetahui kecenderungan performansi jaringan 5G NR terhadap parameter throughput dan latency dalam mendukung layanan eMBB.

2.5. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan analisis deskriptif dan analisis komparatif. Analisis deskriptif digunakan untuk menjelaskan hasil temuan dari berbagai literatur mengenai performansi jaringan 5G NR, terutama pada parameter *throughput* dan *latency*. Analisis ini mencakup pembahasan mengenai faktor-faktor teknis yang berpengaruh terhadap performansi jaringan, seperti bandwidth, frekuensi kerja, teknologi MIMO, modulasi, arsitektur jaringan, kepadatan pengguna, dan kondisi lingkungan propagasi.

Analisis komparatif digunakan untuk membandingkan perbedaan hasil antarpelitian berdasarkan metode pengujian, skenario simulasi, konfigurasi jaringan, parameter yang digunakan, serta teknologi pendukung yang diterapkan. Melalui analisis ini, penelitian dapat melihat kecenderungan hasil dari berbagai literatur, misalnya kondisi yang menyebabkan peningkatan *throughput*, faktor yang berkontribusi terhadap penurunan *latency*, serta perbedaan performansi 5G NR pada berbagai skenario implementasi. Hasil analisis kemudian disusun secara sistematis untuk memperoleh gambaran mengenai kemampuan jaringan 5G NR dalam mendukung layanan *eMBB*.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Identifikasi Literatur

Berdasarkan hasil studi literatur, jaringan *5G New Radio* (5G NR) merupakan teknologi akses radio generasi kelima yang dirancang untuk mendukung berbagai skenario layanan, salah satunya adalah *enhanced Mobile Broadband* (*eMBB*). Layanan *eMBB* berfokus pada peningkatan kapasitas data, kecepatan akses, serta kualitas pengalaman pengguna pada layanan berbasis data besar, seperti *video streaming*, *cloud computing*, *virtual reality*, dan *augmented reality*. Dalam konteks tersebut, *throughput* dan *latency* menjadi dua parameter utama yang digunakan untuk menilai performansi jaringan 5G NR.

Hasil identifikasi literatur menunjukkan bahwa performansi 5G NR untuk layanan *eMBB* dipengaruhi oleh beberapa faktor teknis, seperti bandwidth, frekuensi kerja, skema modulasi, teknologi MIMO, kondisi kanal, kepadatan pengguna, serta arsitektur jaringan. Ringkasan literatur yang digunakan dalam penelitian ini ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Ringkasan Literatur Terkait 5G NR, *Throughput*, dan *Latency*

Sumber	Fokus Kajian	Temuan Utama
ITU-R [14]	Persyaratan teknis IMT-2020	IMT-2020 menetapkan target performansi untuk layanan 5G, termasuk data rate tinggi dan latency rendah.
Henry et al. [15]	Evaluasi 5G NR terhadap IMT-2020	5G NR dinilai mampu memenuhi beberapa persyaratan utama IMT-2020.
Fuentes et al.[16]	Evaluasi KPI 5G NR	5G NR menunjukkan kemampuan dalam mendukung layanan <i>eMBB</i> berdasarkan indikator performansi utama.
Pateriya et al. [17]	Optimasi parameter link layer	Konfigurasi numerologi, modulasi, dan kanal berpengaruh terhadap nilai <i>throughput</i> .
Horta et al. [4]	Analisis latency 5G NR	Latency dipengaruhi oleh konfigurasi protokol, kondisi trafik, dan arsitektur jaringan.

3.2. Analisis *Throughput* pada Jaringan 5G NR

Throughput merupakan parameter yang menunjukkan jumlah data yang berhasil dikirimkan melalui jaringan dalam satuan waktu tertentu. Pada layanan *eMBB*, nilai *throughput* yang tinggi sangat dibutuhkan karena layanan ini berkaitan dengan aplikasi yang memerlukan kapasitas data besar. Berdasarkan literatur yang dikaji, peningkatan *throughput* pada jaringan 5G NR dipengaruhi oleh penggunaan bandwidth yang lebih lebar, efisiensi spektral, skema modulasi, teknologi MIMO, serta kondisi kanal radio[11][17].

ITU-R menetapkan bahwa skenario *eMBB* pada IMT-2020 memiliki target *peak data rate* yang tinggi, yaitu 20 Gbit/s untuk *downlink* dan 10 Gbit/s untuk *uplink* [14]. Target tersebut menunjukkan bahwa layanan *eMBB* dirancang untuk mendukung kebutuhan komunikasi data berkecepatan tinggi. Namun, nilai *throughput* aktual yang diterima pengguna tidak selalu sama dengan nilai teoritis karena dipengaruhi oleh kondisi implementasi jaringan, seperti kualitas sinyal, interferensi, kepadatan pengguna, jarak terhadap *base station*, serta kemampuan perangkat pengguna [17].

Selain bandwidth, skema modulasi juga berperan penting dalam menentukan nilai *throughput*. Modulasi tingkat tinggi, seperti 256-QAM, berpotensi menghasilkan kapasitas data yang lebih besar ketika kondisi kanal berada dalam keadaan baik. Sebaliknya, pada kondisi kanal yang buruk, modulasi yang lebih rendah dapat memberikan kestabilan transmisi yang lebih baik meskipun kapasitas data yang dihasilkan lebih kecil [17]. Dengan demikian, pencapaian *throughput* tinggi pada jaringan 5G NR membutuhkan konfigurasi jaringan yang sesuai dengan kondisi kanal dan kebutuhan layanan.

3.3. Analisis Latency pada Jaringan 5G NR

Latency merupakan waktu tunda yang terjadi dalam proses pengiriman data dari sumber ke tujuan. Pada jaringan 5G NR, *latency* menjadi parameter penting karena berpengaruh terhadap responsivitas layanan. Meskipun layanan *eMBB* lebih menekankan kecepatan data dan kapasitas jaringan, nilai *latency* yang rendah tetap diperlukan agar layanan multimedia interaktif dapat berjalan dengan baik.

Berdasarkan persyaratan IMT-2020, nilai *user plane latency* untuk layanan *eMBB* ditargetkan sebesar 4 ms dalam kondisi jaringan tertentu [14]. Nilai ini menunjukkan bahwa jaringan 5G NR dirancang tidak hanya untuk meningkatkan kapasitas data, tetapi juga untuk mengurangi waktu tunda transmisi. Namun, hasil kajian menunjukkan bahwa *latency* aktual dipengaruhi oleh banyak faktor, seperti arsitektur jaringan, proses penjadwalan radio, kondisi trafik, kepadatan pengguna, serta mekanisme protokol pada lapisan jaringan [3][11].

Horta *et al.* [4] menunjukkan bahwa analisis *latency* pada 5G NR perlu memperhatikan kontribusi beberapa lapisan protokol, seperti lapisan fisik, MAC, RLC,

PDCP, dan SDAP. Hal ini menunjukkan bahwa *latency* tidak hanya ditentukan oleh kecepatan transmisi radio, tetapi juga oleh proses pengolahan data pada setiap lapisan protokol. Oleh karena itu, optimasi *latency* pada jaringan 5G NR perlu dilakukan secara menyeluruh, mulai dari sisi radio akses hingga pengelolaan trafik jaringan.

3.4. Pembahasan

Berdasarkan hasil kajian, jaringan 5G NR memiliki kemampuan yang kuat dalam mendukung layanan *eMBB* karena dirancang untuk menyediakan kapasitas data tinggi, efisiensi spektral yang lebih baik, dan *latency* yang lebih rendah dibandingkan generasi jaringan sebelumnya. Peningkatan *throughput* pada 5G NR terutama dipengaruhi oleh bandwidth yang lebih besar, penggunaan teknologi MIMO, skema modulasi yang lebih efisien, dan kondisi kanal yang mendukung. Sementara itu, penurunan *latency* dipengaruhi oleh fleksibilitas numerologi, pengelolaan sumber daya radio, arsitektur jaringan, serta mekanisme protokol yang digunakan.

Meskipun standar IMT-2020 menunjukkan bahwa 5G NR mampu memenuhi kebutuhan performansi layanan *eMBB*, hasil implementasi aktual tetap bergantung pada kondisi jaringan di lapangan. Faktor seperti interferensi, kepadatan pengguna, jarak perangkat terhadap *base station*, kapasitas spektrum, dan kemampuan perangkat pengguna dapat menyebabkan perbedaan antara performansi teoritis dan performansi aktual. Oleh karena itu, analisis *throughput* dan *latency* perlu memperhatikan skenario implementasi secara spesifik.

Secara keseluruhan, hasil studi literatur menunjukkan bahwa *throughput* dan *latency* merupakan dua parameter yang saling melengkapi dalam menilai kualitas jaringan 5G NR untuk layanan *eMBB*. *Throughput* yang tinggi diperlukan untuk mendukung layanan berbasis data besar, sedangkan *latency* yang rendah diperlukan untuk menjaga responsivitas layanan. Dengan demikian, keberhasilan implementasi 5G NR pada layanan *eMBB* sangat bergantung pada optimasi konfigurasi jaringan, ketersediaan spektrum, kualitas kanal, serta pengelolaan trafik yang efektif.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil studi literatur, jaringan *5G New Radio* (5G NR) memiliki kemampuan yang signifikan dalam mendukung layanan *enhanced Mobile Broadband* (*eMBB*),

terutama dalam peningkatan *throughput* dan penurunan *latency*. Layanan *eMBB* membutuhkan kapasitas data yang tinggi dan waktu tunda yang rendah untuk mendukung berbagai aplikasi digital, seperti *video streaming*, *cloud computing*, *virtual reality*, *augmented reality*, dan layanan multimedia interaktif. Oleh karena itu, *throughput* dan *latency* menjadi dua parameter utama dalam menilai performansi jaringan 5G NR.

Hasil kajian menunjukkan bahwa peningkatan *throughput* pada jaringan 5G NR dipengaruhi oleh beberapa faktor teknis, seperti bandwidth, efisiensi spektral, skema modulasi, teknologi MIMO, frekuensi kerja, serta kondisi kanal radio. Bandwidth yang lebih besar dan penggunaan modulasi tingkat tinggi dapat meningkatkan kapasitas transmisi data, tetapi performansi aktual tetap dipengaruhi oleh kualitas sinyal, interferensi, kepadatan pengguna, dan kemampuan perangkat. Sementara itu, *latency* pada jaringan 5G NR dipengaruhi oleh arsitektur jaringan, proses penjadwalan radio, kondisi trafik, jarak pengguna terhadap *base station*, serta mekanisme protokol yang digunakan dalam proses transmisi data.

Secara keseluruhan, 5G NR dapat menjadi teknologi yang sesuai untuk mendukung kebutuhan layanan *eMBB*, karena mampu menyediakan kapasitas data tinggi dan respons jaringan yang lebih baik dibandingkan generasi sebelumnya. Namun, pencapaian performansi optimal tidak hanya bergantung pada standar teknologi, tetapi juga pada konfigurasi jaringan, ketersediaan spektrum, kualitas kanal, kepadatan trafik, dan strategi optimasi operator. Dengan demikian, analisis *throughput* dan *latency* perlu dilakukan secara menyeluruh agar implementasi 5G NR pada layanan *eMBB* dapat memberikan kualitas layanan yang sesuai dengan kebutuhan pengguna.

Untuk penelitian selanjutnya, kajian ini dapat dikembangkan melalui simulasi atau pengujian langsung menggunakan perangkat lunak jaringan, seperti NS-3, MATLAB, atau simulator 5G lainnya. Penelitian lanjutan juga dapat membandingkan performansi 5G NR pada beberapa skenario, seperti area urban, suburban, indoor, dan rural, sehingga diperoleh gambaran yang lebih detail mengenai pengaruh kondisi lingkungan terhadap nilai *throughput* dan *latency* pada layanan *eMBB*.

DAFTAR REFERENSI

- [1] S. Kar, P. Mishra, and K. C. Wang, "Efficient resource management using 5G multi - connectivity for high throughput and reliable low latency communication," 2025.

- [2] J. Navarro-ortiz, P. Romero-diaz, S. Sendra, P. Ameigeiras, J. J. Ramos-munoz, and J. M. Lopez-soler, "A Survey on 5G Usage Scenarios and Traffic Models," vol. 22, pp. 905–929, 2020.
- [3] T. Specification, "TS 138 300 - V18.5.0 - 5G; NR; NR and NG-RAN Overall description; Stage-2 (3GPP TS 38.300 version 18.5.0 Release 18)," vol. 0, 2025.
- [4] J. Horta, M. S. Id, and S. V. Id, *Cross-layer latency analysis for 5G NR in V2X communications*. 2025. doi: 10.1371/journal.pone.0313772.
- [5] R. Kumar, D. Sinwar, and V. Singh, "QoS aware resource allocation for coexistence mechanisms between eMBB and URLLC: Issues, challenges, and future directions in 5G," *Comput. Commun.*, pp. 1–28, 2023, doi: 10.1016/j.comcom.2023.10.024.
- [6] A. M. Nor and O. Fratu, "Quality of Service Based Radio Resources Scheduling for 5G eMBB Use Case," vol. 14, 2022, doi: 10.3390/sym14102193.
- [7] B. C. Singh, R. Diaz, B. Chandra, R. Diaz, and S. Shetty, "Evaluating the Performance of 5G NR in Indoor Environments: An Experimental Study Bikash," pp. 16–23, 2024.
- [8] M. Hoppari, M. Uitto, J. Mäkelä, I. Harjula, and S. Rantala, "Performance of the 5th Generation Indoor Wireless Technologies-Empirical Study," pp. 0–10, 2021.
- [9] H. Snyder, "Literature review as a research methodology : An overview and guidelines," *J. Bus. Res.*, vol. 104, no. August, pp. 333–339, 2019, doi: 10.1016/j.jbusres.2019.07.039.
- [10] A. Carrera-rivera, W. Ochoa, F. Larrinaga, and G. Laso, "MethodsX How-to conduct a systematic literature review : A quick guide for computer science research ☆," *MethodsX*, vol. 9, p. 101895, 2022, doi: 10.1016/j.mex.2022.101895.
- [11] T. Specification, "TS 138 214 - V18.5.0 - 5G; NR; Physical layer procedures for data (3GPP TS 38.214 version 18.5.0 Release 18)," vol. 0, 2025.
- [12] M. Pautasso, "Ten Simple Rules for Writing a Literature Review," vol. 9, no. 7, pp. 7–10, 2013, doi: 10.1371/journal.pcbi.1003149.
- [13] M. J. Page *et al.*, "The PRISMA 2020 statement : an updated guideline for reporting systematic reviews Systematic reviews and Meta-Analyses," 2021, doi: 10.1136/bmj.n71.
- [14] M. Series, "Minimum requirements related to technical performance for IMT-2020 radio interface (s)," vol. 0, 2020.
- [15] S. Henry and A. Alsohaily, "5G is Real : Evaluating the Compliance of the 3GPP 5G New Radio System With the ITU IMT-2020 Requirements," vol. 8, 2020.
- [16] M. Fuentes *et al.*, "5G New Radio Evaluation Against IMT-2020 Key Performance Indicators," vol. 4, no. June 2018, pp. 1–17, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3001641.
- [17] S. Reports, "Scientific Reports Article in Press Optimizing 5G NR link layer parameters for eMBB and URLLC applications under dynamic channel and transmission configurations IN Optimizing 5G NR Link Layer Parameters for eMBB IN," 2025.