

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Dalam era digital yang terus berkembang pesat, kebutuhan akan komunikasi data yang cepat, andal, dan berlatensi rendah menjadi semakin krusial, khususnya untuk mendukung aplikasi-aplikasi modern seperti *augmented reality* (AR), kendaraan otonom, layanan kesehatan jarak jauh, dan *Internet of Things* (IoT). Teknologi jaringan generasi kelima (5G) hadir sebagai infrastruktur utama yang dirancang untuk memenuhi kebutuhan tersebut, dengan kapabilitas unggul seperti kecepatan transmisi hingga 10 Gbps, latensi kurang dari 1 milidetik, serta dukungan konektivitas simultan untuk jutaan perangkat [12].

Namun, seiring meningkatnya kompleksitas dan volume data yang harus diproses secara *real-time*, arsitektur jaringan konvensional berbasis cloud computing mulai menunjukkan keterbatasan. Salah satu permasalahan utama adalah tingginya latensi akibat jarak fisik antara pengguna dan pusat data. Hal ini sangat berisiko pada aplikasi-aplikasi yang bersifat kritis, seperti kendaraan otonom, bedah jarak jauh, dan sistem manufaktur cerdas, yang menuntut respons sistem secara instan dan presisi tinggi [13]. Selain itu, pemrosesan data yang terpusat juga menyebabkan beban lalu lintas yang tinggi pada jaringan inti, sehingga berpotensi menimbulkan *bottleneck* dan penurunan kualitas layanan secara keseluruhan.

Permasalahan tersebut turut berdampak pada efisiensi penggunaan bandwidth, karena data yang seharusnya dapat diproses atau disaring di sisi tepi (*edge*) jaringan harus dikirim ke pusat data terlebih dahulu. Akibatnya, terjadi pemborosan sumber daya jaringan dan peningkatan biaya operasional. Di sisi lain, tanpa solusi yang mendekatkan pemrosesan ke pengguna, jaringan 5G juga mengalami kesulitan dalam memenuhi potensi penuhnya untuk mendukung aplikasi berskala besar dan *real-time*, karena kualitas layanan tidak dapat dijamin secara merata. Tantangan ini menjadi semakin kompleks dengan tingginya harapan terhadap 5G sebagai fondasi ekosistem digital masa depan.

Untuk menjawab tantangan-tantangan tersebut, dikembangkanlah teknologi *Multi-access Edge Computing* (MEC), yang memungkinkan pemrosesan data

dilakukan lebih dekat ke pengguna akhir, seperti pada *base station* atau *edge gateway* lokal. Dengan pendekatan ini, MEC mampu menurunkan latensi secara signifikan, mengurangi beban pada jaringan inti, serta meningkatkan efisiensi pemanfaatan *bandwidth* dan kualitas layanan secara keseluruhan [14]. Dalam arsitektur 5G, MEC berperan sebagai *enabler* utama bagi aplikasi-aplikasi *real-time* karena mendukung pengambilan keputusan secara cepat dan lokal, yang sangat penting untuk sistem seperti jaringan kendaraan (*vehicular networks*) dan smart manufacturing [15], [16].

Beberapa penelitian telah mengevaluasi performa integrasi MEC dalam jaringan 5G. Penelitian [17], misalnya, menunjukkan bahwa penggunaan MEC dapat menurunkan latensi hingga 60% pada skenario *real-time video streaming*. Sementara itu, penelitian lain [18] menunjukkan peningkatan *throughput* sebesar 28% dalam pemanfaatan MEC untuk skenario IoT. Namun, sebagian besar penelitian tersebut hanya fokus pada satu atau dua parameter performa secara terpisah, tanpa membandingkan secara komprehensif antara skenario jaringan dengan dan tanpa MEC dalam konteks yang realistis.

Berdasarkan kondisi tersebut, terdapat gap penelitian yang signifikan, yaitu masih terbatasnya studi yang secara menyeluruh menganalisis performa jaringan 5G dengan dan tanpa integrasi MEC, khususnya melalui pendekatan simulasi realistis yang melibatkan berbagai parameter performa utama seperti latensi, *throughput*, efisiensi *bandwidth*, dan *packet loss* dalam satu eksperimen terpadu. Selain itu, pemanfaatan *simulator* jaringan seperti NS-3 untuk mengevaluasi pengaruh integrasi MEC dalam arsitektur 5G juga belum banyak dibahas secara mendalam dalam literatur.

Untuk menjawab gap tersebut, penelitian ini mengusulkan simulasi jaringan 5G dengan dan tanpa integrasi MEC menggunakan perangkat lunak NS-3. Simulasi akan dilakukan dalam berbagai skenario penggunaan, dengan pengukuran parameter performa utama seperti latensi, *throughput*, *packet loss*, dan efisiensi *bandwidth*. Diharapkan, hasil dari penelitian ini dapat memberikan kontribusi kuantitatif dalam memahami dampak penerapan MEC pada jaringan 5G, serta menjadi referensi penting bagi pengembangan arsitektur jaringan generasi

mendatang yang lebih responsif, efisien, dan sesuai dengan kebutuhan aplikasi *real-time* masa kini dan masa depan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana perbandingan performa jaringan 5G dengan dan tanpa integrasi *Multi-access Edge Computing* (MEC) dilihat dari parameter latensi, *throughput*, *jitter*, dan *packet loss*?
2. Sejauh mana teknologi MEC dapat meningkatkan efisiensi dan kualitas layanan jaringan 5G berdasarkan hasil simulasi pada *software* NS-3?
3. Apa saja dampak positif dan negatif yang muncul dari penerapan MEC pada jaringan 5G berdasarkan hasil simulasi?

1.3 Tujuan dan Manfaat

Penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut:

1. Menganalisis dan membandingkan performa jaringan 5G dengan dan tanpa integrasi MEC berdasarkan parameter latensi, *throughput*, *jitter* dan *packet loss*.
2. Mengetahui seberapa besar kontribusi MEC dalam menurunkan latensi dan meningkatkan efisiensi jaringan 5G.
3. Menyajikan evaluasi mengenai dampak implementasi MEC dalam jaringan 5G baik dari sisi teknis maupun performa.

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian ini terfokus dan terarah, maka dilakukan pembatasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya berfokus pada analisis performa MEC dalam jaringan 5G dari sisi *latency*, *throughput*, *jitter* dan *packet loss*.
2. Simulasi dilakukan menggunakan *software* NS-3 atau alat simulasi sejenis.
3. Pengujian dilakukan dalam skenario tertentu yang telah ditentukan (misal: urban area dengan konektivitas padat).
4. Tidak membahas aspek keamanan, monetisasi, atau arsitektur vendor spesifik dari MEC.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan penelitian ini dibagi menjadi 5 bab. Bab 1 adalah bagian dari pendahuluan yang berisi mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan, manfaat penelitian dan sistematika penulisan. Bab 2 membahas mengenai tinjauan pustaka dan dasar teori yang Menyajikan teori-teori dan literatur terkait jaringan 5G, teknologi MEC, serta parameter kinerja jaringan. Bab 3 menjelaskan metode penelitian, rancangan simulasi, parameter yang diuji, dan teknik analisis data. Bab 4 menyajikan data dari pengujian sistem dan skenario yang digunakan. Bab 5 terakhir memberikan kesimpulan dan saran dari hasil pengujian.

1.6 *Timeline* Penelitian

Pelaksanaan penelitian dilakukan dalam waktu kurang lebih 3 bulan mulai dari Maret sampai bulan Mei 2025. *Timeline* penelitian dilakukan sesuai dengan tabel di bawah:

Tabel 1. 1 *Timeline* Penelitian

N o.	Jenis Kegiatan	Januari				Februari				Maret				April				Mei			
		Mingg ke-																			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Studi Literatur									■	■	■	■	■	■	■	■				
2	Menentuk an <i>roadmap</i> penelitian									■	■	■	■								
3	Ujian Proposal														■						
4	Revisi Proposal														■	■	■		■		
5	Pengujian Sistem																			■	■
6	Pengumpu lan data																			■	■

No.	Jenis Kegiatan	Januari	Februari	Maret	April	Mei
		Minggu ke-				
7	Publikasi Jurnal					
8	Pembuatan laporan TA dan persiapan sidang					