

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Dalam beberapa tahun terakhir, sistem dan jaringan komunikasi nirkabel generasi kelima (5G) telah diteliti, dirancang, dan diterapkan. Teknologi generasi kelima memperkenalkan cara pandang baru yang akan mengubah serta mendefinisikan standar telekomunikasi masa depan, mengubah cara orang berkomunikasi, bekerja, dan menjalani kehidupan sehari-hari [1].

Teknologi komunikasi 5G dirancang untuk memenuhi kebutuhan akan memilih gelombang atau “*waveform*” yang memiliki efisiensi energi tinggi, latensi rendah, kemampuan transmisi asinkron, serta efisiensi spektrum yang optimal. Tujuan dari pengembangan dilakukan adalah untuk mengidentifikasi dan mendemonstrasikan indikator-indikator kinerja utama dari jaringan 5G [2], khususnya dalam penerapan layanan *enhanced Mobile Broadband* (eMBB), *Ultra-Reliable Low-Latency Communication* (URLLC), dan *enhanced Machine Type Communication* (eMTC) [3]. Layanan komunikasi 5G pada eMBB menjadi yang paling menarik perhatian karena berfokus pada peningkatan kecepatan data yang sangat tinggi, efisiensi spektrum yang lebih baik, dan latensi yang rendah. Layanan 5G dianggap sebagai perkembangan dari layanan *broadband* 4G [4].

Layanan eMBB dirancang untuk memenuhi kebutuhan skala besar dan wilayah yang padat, yang terdapat permintaan akan kecepatan data tinggi namun *bandwidth* yang terbatas. Permintaan semakin meningkat dengan berkembangnya aplikasi, seperti realitas virtual, *streaming* video berkualitas 8K/4K, dan aplikasi *cloud*. Aplikasi-aplikasi tersebut memerlukan konektivitas jaringan yang sangat cepat dan latensi rendah untuk memberikan pengalaman pengguna yang optimal. Oleh karena itu, kebutuhan untuk meningkatkan *bandwidth* dan kecepatan data terus berkembang secara signifikan guna mendukung layanan eMBB yang optimal [5].

Teknologi eMBB mendukung aktivitas seperti *streaming* video 4K pada 30 *frame* per detik dengan kecepatan data sekitar 10 Gbps. Kecepatan dan kapasitas yang ditawarkan oleh layanan eMBB membuka peluang bagi pengembangan aplikasi dengan kebutuhan data yang lebih tinggi, seiring dengan peningkatan

kapasitas jaringan dan efisiensi transmisi data yang lebih optimal. Selain itu, layanan eMBB mendukung koneksi hingga 1 juta perangkat dalam satu jaringan yang sama. Layanan eMBB memiliki kecepatan data pengguna hingga 20 Gbps untuk unduhan (*downlink*) dan 10 Gbps untuk pengunggahan (*uplink*). Dengan dukungan *bandwidth* sistem hingga 1 GHz, yang memastikan kinerja jaringan tetap optimal. Layanan eMBB mampu mendukung aplikasi yang membutuhkan transfer dan pemrosesan data dalam skala besar [6].

Selain itu, layanan eMBB dirancang untuk mendukung konektivitas banyak perangkat secara bersamaan, sehingga mampu meningkatkan kapasitas pengguna jaringan. Implementasi teknologi yang digunakan juga memungkinkan penggunaan berbagai aktivitas berbasis data secara efisien, termasuk *streaming* video beresolusi 4K pada 30 *frame* per detik, pengunduhan dan pengunggahan data berkecepatan tinggi, serta aplikasi berbasis *Augmented Reality* (AR) dan *Virtual Reality* (VR) [7].

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang didapatkan:

1. Bagaimana memastikan bahwa kandidat desain *waveform* (F-OFDM, FBMC, UPMC, dan GFDM.) dapat berfungsi dengan benar?
2. Bagaimana mengukur dan membandingkan kualitas kinerja setiap kandidat desain *waveform* (F-OFDM, FBMC, UPMC, dan GFDM.) berdasarkan BER, SE, PAPR dan PSD?
3. Bagaimana menentukan kandidat desain *waveform* terbaik yang memenuhi kriteria teknis dan praktis untuk implementasi layanan eMBB pada jaringan 5G?

1.3. Tujuan dan Manfaat

Tujuan utama dari penelitian yang dilakukan:

1. Memastikan desain *waveform* kompatibel dengan infrastruktur jaringan 5G.
2. Menghasilkan solusi teknis yang aplikatif dan dapat diuji secara simulasi untuk memastikan performa optimal dalam berbagai kondisi simulasi, sehingga memberikan nilai akademis sekaligus nilai praktis yang signifikan bagi pengguna dan industri.

3. Melihat kualitas dari setiap kandidat desain sistem *waveform* supaya dapat dibandingkan kualitas sinyal dapat melihat keefisiensiannya sinyal pada jaringan 5G pada layanan eMBB.

1.4. Batasan Masalah

Untuk menjaga fokus pembahasan dan mempermudah analisis, penelitian yang dilakukan dibatasi pada hal-hal berikut:

1. Penelitian yang dilakukan hanya membahas optimalisasi *waveform* pada layanan eMBB dalam jaringan 5G, tanpa mencakup layanan URLLC dan mMTC.
2. Evaluasi performa terbatas pada empat jenis *waveform*, yaitu F-OFDM, UPMC, FBMC, dan GFDM, dengan menggunakan parameter BER, SE, PAPR, dan PSD.
3. Pengujian dilakukan melalui simulasi berbasis MATLAB.

1.5. Metode Penelitian

Metode penelitian yang diterapkan dalam laporan menggunakan pendekatan kuantitatif dengan simulasi berbasis perangkat lunak MATLAB untuk menganalisis dan membandingkan performa beberapa kandidat *waveform*, yaitu *Filtered Orthogonal Frequency Division Multiplexing* (F-OFDM), *Filter Bank Multicarrier* (FBMC), *Universal Filtered Multicarrier* (UPMC), dan *Generalized Frequency Division Multiplexing* (GFDM). Data yang diambil dari simulasi meliputi parameter kunci seperti *Bit Error Rate* (BER), *Peak-to-Average Power Ratio* (PAPR), *Spectral Efficiency* (SE), dan serta *Power Spectral Density* (PSD) untuk memastikan validitas hasil. Simulasi dilakukan dalam berbagai kondisi kanal dan skenario trafik yang merepresentasikan lingkungan jaringan 5G yang dinamis dan kompleks. Analisis kuantitatif terhadap data tersebut dilakukan untuk mengevaluasi keunggulan dan kelemahan masing-masing *waveform* dalam mendukung layanan *enhanced Mobile Broadband* (eMBB).

1.6. Jadwal Pelaksanaan

Seluruh rangkaian kegiatan dalam penelitian dilaksanakan dengan satuan waktu mingguan, dapat dilihat pada Tabel 1.1 untuk jadwal pada semester 7 dari bulan Agustus sampai Januari dan pada Tabel 1.2 untuk jadwal untuk semester 8 yang dimulai dari bulan Maret sampai Juni sebagai berikut:

