

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Telekomunikasi telah berkembang dari kebutuhan komunikasi suara, menjadi komunikasi multimedia, kemudian membentuk menjadi teknologi yang tidak hanya menghubungkan manusia, tetapi juga mesin dan sensor (Taher, 2019). Lebih dari 70 persen populasi global akan memiliki konektivitas seluler pada tahun 2023. Dengan jumlah total pelanggan seluler global akan tumbuh dari 5,1 miliar (66 % populasi) pada tahun 2018 menjadi 5,7 miliar (71% populasi) pada tahun 2023. Sehingga, kecepatan *mobile* (seluler) akan meningkat lebih dari tiga kali lipat pada tahun 2023. Kecepatan koneksi jaringan seluler rata-rata adalah 13,2 Mbps pada tahun 2018 dan akan menjadi 43,9 Mbps pada tahun 2023. Aplikasi *Machine-To-Machine* (M2M) di banyak industri mempercepat pertumbuhan *Internet of Things* (IoT) sehingga berbagai hal terhubung ke Internet dan satu sama lain. Secara global, koneksi M2M akan tumbuh 2,4 kali lipat, dari 6,1 miliar pada tahun 2018 menjadi 14,7 miliar pada tahun 2023. Akan ada 1,8 koneksi M2M untuk setiap anggota populasi global pada tahun 2023 (Cisco, 2020).

Untuk memenuhi kebutuhan dari perkembangan teknologi telekomunikasi tersebut, hadirilah teknologi jaringan seluler generasi kelima (5G). Kecepatan 5G akan menjadi 13 kali lebih tinggi dari rata-rata koneksi seluler pada tahun 2023. Rata-rata kecepatan koneksi 5G akan mencapai 575 Mbps pada tahun 2023 (Cisco, 2020). Pada tahun 2020, jaringan 5G mulai digelar secara global. Hal ini menciptakan berbagai tantangan baru, seperti: diperlukan kecepatan data yang lebih tinggi dan *bandwidth* yang besar tetapi memberikan peningkatan kapasitas, latensi rendah, dan spektral tinggi efisiensi (Esenogho dkk, 2022).

Aspek mendasar dari sistem komunikasi adalah transmisi data, yang terdiri dari tiga komponen utama, yaitu: pengirim (*transmitter*), kanal dan penerima (*receiver*). Dengan adanya teknologi 5G ini, memungkinkan terciptanya pula evolusi teknik transmisi data yang baru. *Orthogonal Frequency Division Multiplexing* (OFDM) sebagai skema modulasi *multicarrier* pertama yang telah digunakan untuk sistem komunikasi digital. Namun, ada beberapa yang perlu

diperhatikan apabila akan diterapkan pada teknologi 5G, seperti kebocoran frekuensi atau *Out-of-Band* (OOB) yang tinggi disebabkan oleh bentuk *rectangular pulse shape*. Adapun skema kandidat alternatif yang berbeda dan telah dipelajari secara intensif, seperti *Universal-Filtered Multicarrier* (UFMC), yang menerapkan pemfilteran per *sub-band* alih-alih menggunakan *cyclic prefix*, seperti pada OFDM (Cai., 2018).

Selanjutnya, sistem digital sangat memungkinkan sistem komunikasi dengan sinyal yang berisi informasi dapat dikirimkan dengan jarak yang cukup jauh dan jaringan yang luas. Untuk itu, sumber informasi yang digunakan adalah data digital dan modulasi yang digunakan adalah digital *M*-ary. Adapun jenis-jenis modulasi digital yang dapat digunakan pada teknologi 5G, yaitu 64-QAM (*64-Quadrature Amplitude Modulation*) dan 256-QAM (Ni'amah dkk, 2022).

Pada penelitian (Taher, 2019) dilakukan analisis kinerja CP-OFDM dan UFMC, dengan parameter BER terhadap kecepatan yang bervariasi dari 0 kmph hingga 700 kmph, dan menggunakan modulasi 4-QAM, 16-QAM, 64-QAM, dan 256-QAM. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa UFMC mengungguli CP-OFDM.

Selain itu, pada penelitian (Wei dkk, 2019) dilakukan evaluasi kinerja sistem UFMC sepenuhnya dalam hal *Bit Error Rate* (BER), *peak-to-average power ratio* (PAPR), *spectral efficiency* (SE), *multipath fading channels*, *carrier frequency offset* (CFO), *effects of time delay* (TD). Hasilnya mengungkapkan bahwa UFMC memiliki PAPR yang lebih tinggi yang dipengaruhi oleh CFO, tetapi memiliki kelebihan dalam hemat energi. Namun, modulasi yang digunakan hanya 16-QAM dan tidak dilakukan evaluasi pada sistem OFDM dengan parameter serupa.

Dalam meninjau seberapa baik suatu sistem komunikasi digital yang dirancang dapat dilihat dari proses transmisi dan penerimaan data dengan tanpa kesalahan apapun. Performa tersebut dapat dinilai berdasarkan berbagai matriks, salah satunya menggunakan BER terhadap SNR (*Signal to Noise Ratio*). BER berfungsi untuk mengevaluasi keakuratan transmisi data, sementara SNR berfungsi sebagai indikator yang dapat membedakan antara sinyal nirkabel yang diterima dan *noise floor*. Sehingga, ketika BER dinyatakan dalam bentuk SNR, artinya BER

diukur dengan membandingkan sinyal yang ditransmisikan dengan sinyal yang diterima, dan menghitung jumlah kesalahan selama jumlah total bit yang ditransmisikan (Sidram dkk, 2013).

Skema modulasi *multicarrier* sangat memperhatikan nilai PAPR untuk transmisi sinyal terhadap CCDF (*Complementary Cumulative Distribution Function*) sebagai parameter penting untuk memantau berapa lama sinyal tetap berada di atas nilai PAPR tertentu. PAPR merupakan parameter untuk mengukur jumlah *subcarrier* pada sinyal (Wei dkk, 2019).

Berdasarkan latar belakang di atas, diperlukan penelitian untuk merancang dan menganalisis kinerja UFMC dan OFDM menggunakan modulasi 64-QAM dan 256-QAM untuk mengetahui performansi terbaik pada sistem komunikasi 5G. Selain itu, simulasi dilakukan dengan menggunakan parameter umum sesuai dengan *Key Performance Indicators* (KPI) untuk *physical layer* (PHY), sehingga dapat memberikan pedoman untuk memilih skema modulasi yang sesuai dengan persyaratan. Parameter yang digunakan pada penelitian ini adalah BER dengan target 10^{-4} terhadap SNR untuk mengukur performansi sistem komunikasi 5G, serta PAPR terhadap CCDF dan emisi *Out-of-Band* pada *Power Spectral Density* (PSD) untuk mengevaluasi transmisi yang terjadi pada UFMC dan OFDM.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang tersebut, dapat dirumuskan masalah yang akan dibahas pada penelitian ini, yaitu:

- a. Bagaimana kinerja UFMC dan OFDM dengan modulasi 64-QAM dan 256-QAM terhadap performansi sistem komunikasi 5G dengan parameter BER terhadap SNR, PAPR terhadap CCDF, dan emisi OOB pada PSD?
- b. Bagaimana pengaruh pengkodean LDPC pada sistem komunikasi dengan OFDM menggunakan modulasi 64-QAM dan 256-QAM terhadap performansi sistem komunikasi 5G dengan parameter BER terhadap SNR?

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang telah dipaparkan sebelumnya memerlukan batasan masalah, sehingga tidak terlalu keluar dari solusi permasalahan yang telah dirumuskan, yaitu:

Winda Pratiwi, 2023

ANALISIS PERBANDINGAN KINERJA UFMC DAN OFDM DENGAN MODULASI 64-QAM DAN 256-QAM PADA SISTEM KOMUNIKASI 5G

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | Perpustakaan.upi.edu

1. *Input bit* menggunakan *General Random Bit*.
2. Teknik transmisi yang digunakan adalah UFMC dan OFDM.
3. Modulasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah 64-QAM dan 256-QAM.
4. Model kanal yang dipilih dalam saluran transmisi ini adalah AWGN (*Additive White Gaussian Noise*), karena kanal tersebut merupakan kanal ideal atau *noise* alami yang selalu ada di setiap perangkat sistem komunikasi digital.
5. Teknik pengkodean kanal menggunakan LDPC dengan *coderate* $\frac{1}{2}$.
6. Parameter yang dianalisis berupa besarnya nilai BER dengan target 10^{-4} terhadap SNR dan PAPR terhadap CCDF, dan emisi OOB pada PSD.
7. Simulasi penelitian dilakukan menggunakan *software* MATLAB R2023a *Licensed*.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang sudah disusun, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

- a. Menganalisis kinerja UFMC dan OFDM dengan modulasi 64-QAM dan 256-QAM terhadap performansi sistem komunikasi 5G dengan parameter BER terhadap SNR, PAPR terhadap CCDF, dan emisi OOB pada PSD.
- b. Menganalisis pengaruh pengkodean LDPC pada sistem komunikasi dengan OFDM menggunakan modulasi 64-QAM dan 256-QAM terhadap performansi sistem komunikasi 5G dengan parameter BER terhadap SNR.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis

Mengetahui parameter sistem yang menghasilkan performansi sistem terbaik antara teknik transmisi UFMC dan OFDM pada teknologi 5G dengan menggunakan M -QAM dan pengkodean LDPC.

2. Manfaat Praktis

Manfaat secara praktis penelitian ini dapat bermanfaat sebagai berikut:

- a. Bagi penulis
 - Menambah pemahaman mengenai karakteristik dari modulasi digital pada sistem komunikasi 5G.
 - Ahli dalam merancang dan mengukur parameter dari pemodelan sistem sistem komunikasi dengan teknologi 5G.
- b. Bagi pengembangan ilmu
 - Menjadi referensi untuk pengajar dosen dalam mata kuliah sistem komunikasi digital tentang simulasi transmisi data menggunakan teknik modulasi digital pada teknologi 5G.
 - Sebagai referensi untuk mahasiswa dan mahasiswi yang ingin melanjutkan penelitian tentang modulasi digital pada sistem komunikasi digital.
- c. Bagi perusahaan
 - Gagasan dan hasil penelitian ini dapat diimplementasikan atau dikembangkan ke dalam arsitektur sistem komunikasi digital pada jaringan 5G.

1.6 Sistematika Penulisan Skripsi

Susunan penulisan skripsi ini mengacu kepada struktur Pedoman Penulisan Karya Ilmiah Universitas Pendidikan Indonesia Tahun 2021 yang terdiri dari lima bab, adalah sebagai berikut:

BAB I: PENDAHULUAN

Bagian ini memaparkan pengenalan isi dari skripsi ini, meliputi: latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan skripsi.

BAB II: KAJIAN PUSTAKA

Bagian ini berisi studi literatur dan dasar teori untuk memperjelas topik atau permasalahan yang diangkat dalam penelitian.

BAB III: METODE PENELITIAN

Bagian ini memaparkan alur penelitian dari skripsi yang bersifat prosedural, meliputi pendekatan penelitian yang akan diterapkan, instrumen yang digunakan, tahapan pengumpulan data, dan langkah analisis data yang akan dilakukan.

BAB IV: HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini berisikan hasil temuan dari penelitian berdasarkan proses pengolahan dan analisis data dengan berbagai kemungkinan bentuknya sesuai dengan urutan rumusan permasalahan penelitian.

BAB V: SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI

Bagian ini menjelaskan simpulan dari hasil analisis proses penelitian dan juga mengajukan hal-hal penting yang dapat dimanfaatkan dari hasil penelitian, serta saran dari hasil evaluasi penelitian yang telah dilakukan untuk penelitian kedepannya.