

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Kemajuan teknologi mendorong generasi selanjutnya untuk mengelola permintaan data pengguna secara efektif. Sistem *Orthogonal Frequency Division Multiplexing* (OFDM) tidak dapat memenuhi kebutuhan lingkungan *modern* secara efektif, meskipun digunakan dalam berbagai aplikasi termasuk LTE, WiMAX, dan DVB-T. Sistem generasi kelima diperkirakan memiliki latensi yang sangat rendah dan tingkat *reliability* yang tinggi. Salah satu bentuk gelombang potensial untuk jaringan 5G adalah GFDM [1]. Layanan seluler generasi kelima (5G) menjadi komponen utama jaringan seluler nirkabel di masa mendatang. Jaringan 5G harus mematuhi sejumlah standar kompleks yaitu kecepatan data, waktu, emisi *Out of Band* (OOB), latensi, *reliability*, dan lokalisasi frekuensi [2].

Teknologi *multicarrier* generasi kelima yang disebut dengan *Generalized Frequency Division Multiplexing* (GFDM) menawarkan berbagai keuntungan dalam meningkatkan sistem jaringan 5G. Radiasi OOB diatur oleh filter *pulse shaping* yang diterapkan pada setiap *subcarrier* merupakan salah satu keunggulan GFDM. Filter *pulse shaping* memainkan peran penting dalam GFDM. Dalam filter *pulse shaping* terdapat *roll-off factor* yang melekat pada *pulse shaping* dalam mengendalikan kualitas sinyal yang keluar. Nilai rentang dari *roll-off factor* sendiri adalah 0 hingga 1, dengan nilai yang *ideal* adalah 0. *Roll-off factor* digunakan dalam menghilangkan OOB yang terdapat dalam pengiriman data [3]. Kemudian, untuk melawan *Inter Symbol Interference* (ISI) pada kanal *multipath* GFDM juga menggunakan *Cyclic Prefix* (CP), dengan struktur GFDM sinkronisasi menjadi lebih sederhana dan konsumsi daya dapat dikurangi [4].

Dalam teknologi GFDM menerapkan pada setiap *subcarrier* dimodulasi dengan sinyal bernilai kompleks menggunakan *Quadrature Amplitude Modulation* (QAM). Namun, dalam ortogonalitas kompleks tidak dapat dipertahankan saat menggunakan pulsa yang terlokalisasi dengan frekuensi waktu. Dalam mengatasi hal tersebut digunakan modulasi *Offset-QAM* (OQAM) untuk mengurangi *Inter*

Carrier Interference (ICI) antara *subcarrier* yang berdekatan dan untuk mencapai ortogonalitas yang sebenarnya [2]. GFDM memiliki sifat *non-orthogonal*, yang menjadikan GFDM rentan terhadap ICI. Pada pentransmisi yang dilakukan terdapat *equalization technique* di mana ketika jumlah subsimbol genap ditransmisikan, baik penerima tingkat lanjut dengan kompleksitas komputasi tinggi, digunakan sebuah teknik ekualisasi seperti *Zero Forcing* (ZF) atau *Minimum Mean Square Error* (MMSE). Teknik ekualisasi tersebut dapat digunakan untuk mengurangi interferensi yang ada pada sisi penerima, mengatasi kondisi *non-orthogonal*, dan masalah singularitas dengan matriks modulasi. *Zero forcing* (ZF) sendiri merupakan ekualisasi yang paling sederhana dan sering digunakan dalam menghilangkan ICI dan ISI. *Minimum Mean Square Error* (MMSE) sendiri merupakan teknik ekualisasi dengan sistem kinerja lebih baik dari *Zero forcing* (ZF). Teknik MMSE bekerja tidak hanya menghilangkan ISI tetapi juga dapat meminimalkan daya derau yang terjadi pada penerima [5].

Dalam penelitian ini, penulis menganalisis kinerja GFDM menggunakan modulasi OQAM yang dievaluasi oleh *Bit Error Rate* (BER) dan *Symbol Error Rate* (SER) terhadap *Signal to Noise Ratio* (SNR). Dari kinerja GFDM tersebut divariasikan menggunakan ekualisasi *Zero Forcing* (ZF) dan *Minimum Mean Square Error* (MMSE) serta penambahan variasi *roll-off factor* dengan menggunakan data input berupa audio. Hasil kinerja GFDM dianalisis berdasarkan nilai BER dan SER terhadap nilai SNR yang disimulasikan dengan menggunakan program Matlab. Berdasarkan latar belakang tersebut penulis mengambil penelitian dengan judul “**Analisis Unjuk Kerja GFDM-OQAM Dengan Menggunakan Variasi Teknik Ekualisasi dan *Roll-Off Factor* Pada Transmisi Audio**”.

1.2 RUMUSAN MASALAH

Dari latar belakang yang sudah dijelaskan tersebut, dapat diambil rumusan masalah dari penelitian ini sebagai berikut:

- 1) Bagaimana unjuk kerja sistem GFDM dengan menggunakan modulasi *Offset-QAM* (OQAM)?

- 2) Bagaimana unjuk kerja sistem GFDM menggunakan modulasi *Offset-QAM* pada variasi ekualisasi *Zero Forcing (ZF)* dan *Minimum Mean Square Error (MMSE)*?
- 3) Bagaimana pengaruh penambahan variasi *roll-off factor* pada unjuk kerja sistem GFDM-OQAM menggunakan variasi ekualisasi *Zero Forcing (ZF)* dan *Minimum Mean Square Error (MMSE)*?

1.3 BATASAN MASALAH

Adapun batasan masalah dari penelitian ini dalam menyederhanakan analisis adalah:

- 1) Modulasi yang digunakan adalah modulasi 16-QAM.
- 2) Sistem komunikasi *multicarrier* yang digunakan yaitu *Generalized Frequency Division Multiplexing (GFDM)*.
- 3) Sistem modulasi yang digunakan yaitu *Offset-QAM*.
- 4) Menggunakan *pulse shaping* dengan jenis filter yang digunakan adalah *Root Raised Cosine (RRC)*.
- 5) Menggunakan transmisi modulasi dengan kanal *Additive White Gaussian Noise (AWGN)*.
- 6) Variasi *roll-off factor* adalah 0,3; 0,5; dan 1.
- 7) Transmisi berupa data audio.
- 8) Variasi ekualisasi yang digunakan adalah *Zero Forcing (ZF)* dan *Minimum Mean Square Error (MMSE)*.
- 9) Nilai dari SNR yang digunakan dari 0 sampai 20 dB.
- 10) Parameter unjuk kerja yang dianalisis berupa nilai BER dan SER terhadap nilai SNR.

1.4 TUJUAN

Tujuan dari penelitian ini adalah:

- 1) Mengetahui unjuk kerja sistem GFDM dengan menggunakan modulasi *Offset-QAM (OQAM)*.

- 2) Mengetahui unjuk kerja sistem GFDM menggunakan modulasi *Offset-QAM* pada variasi ekualisasi *Zero Forcing (ZF)* dan *Minimum Mean Square Error (MMSE)*.
- 3) Mengetahui pengaruh penambahan variasi *roll-off factor* pada unjuk kerja sistem GFDM-OQAM menggunakan variasi ekualisasi *Zero Forcing (ZF)* dan *Minimum Mean Square Error (MMSE)*.

1.5 MANFAAT

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai unjuk kerja sistem komunikasi GFDM-OQAM dengan penambahan variasi teknik ekualisasi yaitu *Zero Forcing (ZF)* dan *Minimum Mean Square Error (MMSE)* pada sisi penerima serta dengan penambahan variasi *roll-off factor* di mana nantinya dapat digunakan dalam penelitian dan perkembangan teknologi generasi kelima (5G).

1.6 SISTEMATIKA PENULISAN

Sistematika penulisan penelitian ini dibagi menjadi lima bagian:

BAB 1: PENDAHULUAN

Pada bagian pendahuluan ini berisi tentang latar belakang dari penelitian yang diambil, rumusan masalah yang diangkat, tujuan dan manfaat dari penelitian ini.

BAB 2: DASAR TEORI

Dalam BAB ini membahas tentang konsep dari sistem GFDM, prinsip sistem GFDM, Modulasi 16-QAM, *Offset-QAM (OQAM)*, teknik ekualisasi dan materi-materi pendukung lainnya yang digunakan dalam penelitian ini.

BAB 3: METODOLOGI PENELITIAN

BAB ini membahas mengenai jalan penelitian dan pengumpulan data dengan parameter sebagai berikut: sistem komunikasi GFDM dengan *Offset-QAM*, diagram blok yang digunakan dalam simulasi menggunakan *software* aplikasi Matlab, parameter dalam unjuk kerja analisis sistem GFDM-OQAM.

BAB 4: HASIL DAN PEMBAHASAN

BAB ini membahas mengenai hasil yang telah dilakukan dari simulasi, perhitungan dengan menggunakan formula yang terdapat pada teori dan analisis dari unjuk kerja sistem GFDM.

BAB 5: PENUTUP

BAB ini membahas tentang kesimpulan dari hasil simulasi yang sudah dilakukan yang menjawab rumusan masalah pada penelitian ini dan pengembangan penelitian ini untuk kedepannya.