

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 LATAR BELAKANG

Berbagai teknologi yang canggih telah muncul dan membantu sumber daya manusia di berbagai bidang. Mulai dari terciptanya 1G, 2G, 3G, 4G, dan bahkan 5G. Dengan adanya *bandwidth* lebih besar, *delay* kecil, *data rate* tinggi yang menyebabkan berbagai peluang atau keuntungan pada suatu operator akan adanya bisnis yang baru serta menguntungkan. Oleh sebab itu diperlukan sebuah sistem komunikasi yang bisa menyediakan layanan pita lebar (*broadband*) secara nirkabel dan bisa memberikan layanan dengan mobilitas penuh, berpindah-pindah (*nomadic*) ataupun sistem tetap (*fixed*) [1].

*Bandwidth* adalah sumber daya yang terbatas dalam sistem komunikasi. Oleh karena itu, efisiensi penggunaan *bandwidth* sangat penting untuk memaksimalkan kapasitas sistem dan mengakomodasi lebih banyak pengguna atau layanan komunikasi. *Multi-Carrier Modulation* (MCM) adalah salah satu teknologi yang digunakan untuk meningkatkan efisiensi spektral dalam sistem komunikasi. MCM bekerja dengan membagi spektrum frekuensi menjadi beberapa *subcarrier* yang digunakan untuk mentransmisikan data secara paralel. Setiap *subcarrier* mengangkut sebagian data, sehingga laju bit yang tinggi dapat dicapai dengan membagi data ke dalam *subcarrier* yang lebih kecil.

OFDM adalah metode yang menggunakan beberapa subkanal frekuensi yang saling ortogonal untuk mentransmisikan data. Ini merupakan pilihan yang populer untuk komunikasi *point-to-point* dalam sistem komunikasi nirkabel, terutama di antara *base station* dan *mobile node* (seperti ponsel atau perangkat seluler). Keunggulan dari OFDM adalah efisiensi *spectral* yang dimana menggunakan banyak subkanal frekuensi yang saling tegak lurus serta resistensi terhadap distorsi jalur yang dimana memiliki ketahanan yang baik terhadap distorsi jalur yang diakibatkan oleh pantulan dan gangguan *multipath*. Namun, ada dua yang menjadi tantangan dalam implementasi OFDM, yaitu *Inter-symbol Interference (ISI)* dan *Intercarrier Interference*

(ICI). Untuk mengatasi tantangan tersebut harus ditambahkan *Cyclic Prefix* (CP) pada sistem transmisi OFDM karena dapat memastikan bahwa sinyal yang tidak saling mengganggu.

Meskipun *Cyclic Prefix* (CP) efektif dalam mengurangi yaitu *Inter-symbol Interference* (ISI) dan *Intercarrier Interference* (ICI) namun menambah *overhead bandwidth* ke transmisi. Oleh sebab itu, efisiensi *bandwidth* yang sebenarnya bisa berkurang karena adanya penambahan filter *Cyclic Prefix* (CP) tersebut. Tetapi sejauh ini, OFDM tetap masih menjadi pilihan yang bagus untuk komunikasi *point-to-point* karena memanfaatkan efisiensi *spectral* dan ketahanan terhadap distorsi jalur [2]. Meskipun OFDM memiliki banyak keuntungan, seperti efisiensi *spectral* yang tinggi dan toleransi terhadap *Fading*, namun juga memiliki beberapa kelemahan yang perlu diatasi. Beberapa kelemahan utama OFDM meliputi Sensitivitas terhadap *Offset* Frekuensi Pembawa, Kerentan Distorsi Linier, dan Kompleksitas Implementasi FFT. Sebagai alternatif untuk meningkatkan kinerja OFDM dan mengatasi beberapa kelemahannya, telah dikembangkan metode baru seperti *Filter Bank Multi Carrier - Offset Quadrature Amplitude Modulation* (FBMC-OQAM). FBMC-OQAM adalah teknik modulasi yang menggunakan filter bank untuk membagi sinyal menjadi banyak subkanal, dan modulasi OQAM untuk mengubah data menjadi bentuk M-QAM dengan mempertahankan karakteristik orthogonal pada subkanalnya. Adapun keuntungan dari FBMC-OQAM meliputi Kinerja yang lebih baik dalam kasus *Offset* Frekuensi, Tidak memerlukan *Cyclic Prefix*, lebih efisien dalam kasus sistem dengan jumlah subkanal yang kecil [3].

*Fading* adalah fenomena yang terjadi dalam komunikasi nirkabel di mana kekuatan sinyal yang diterima oleh penerima berfluktuasi secara acak karena pengaruh perubahan kanal antara pengirim dan penerima. *Fading* dapat terjadi baik dalam skala besar maupun skala kecil, dan karakteristiknya dapat berbeda tergantung pada lingkungan transmisi dan frekuensi sinyal yang digunakan [4]. *Rayleigh Fading* adalah statistik model efek lingkungan propagasi pada radio sinyal. *Rayleigh Fading* sering digunakan untuk menggambarkan statistik variasi sinyal pada kanal *flat fading* atau *path* pada

lingkungan *multipath*. Kecepatan variasi sinyal bergantung pada *doppler spread*. Pada model *Rician* serupa dengan model *Rayleigh Fading*, kecuali ketika ada satu sinyal *Light of Sight* (LOS), maka distribusi sinyal dapat terdistribusi *Rician* [5].

*Bit Error Rate* (BER) merupakan parameter untuk mengevaluasi transmisi data dari suatu sistem dengan melihat jumlah bit yang salah pada penerima dengan membandingkan bit yang dikirim. *Power Spectral Density* (PSD) menggambarkan bagaimana kekuatan daya pada sebuah sinyal atau waktu didistribusikan [6].

Penelitian ini membandingkan kinerja antara rekayasa rancangan modulasi *Cyclic Prefix-OFDM* dengan rancangan modulasi *Offset QAM-FBMC* dengan parameter *Bit Error Rate* (BER), dan *Power Spectral Density* (PSD). Maka dari itu, penulis mengambil judul skripsi yang berjudul **“Analisis Perbandingan Kinerja CP-OFDM dan FBMC-OQAM pada Kanal Rician dan Rayleigh Fading”**.

## 1.2 RUMUSAN MASALAH

- 1) Bagaimana perbandingan kinerja sistem berdasarkan variasi kanal?
- 2) Bagaimana perbandingan kinerja sistem CP-OFDM dan FBMC-OQAM dengan menggunakan kanal *Rician* dan *Rayleigh fading* sebagai variasi kanalnya berdasarkan parameter BER?
- 3) Bagaimana perbandingan kinerja sistem CP-OFDM dan FBMC-OQAM dengan menggunakan kanal *Rician* dan *Rayleigh fading* sebagai variasi kanalnya berdasarkan parameter PSD?

## 1.3 BATASAN MASALAH

- 1) Penggunaan *Synthesis Filter Bank* (SFB) di antenna pengirim dan *Analysis Filter Bank* (AFB) di antenna penerima merupakan salah satu aspek penting dalam sistem *Filter Bank MultiCarrier* (FBMC).
- 2) Penggunaan modulasi 16 QAM.
- 3) Penggunaan *Cyclic Prefix* pada OFDM dan *Offset-QAM* pada FBMC
- 4) Berfokus pada parameter *Bit Error Rate* dan *Power Spectral Density*.

- 5) Simulasi digunakan menggunakan bahasa pemrograman Matlab.
- 6) Menggunakan *Rician* dan *Rayleigh Fading*.

#### **1.4 TUJUAN**

- 1) Mendeskripsikan bentuk skema modulasi 16 QAM pada CP-OFDM dan FBMC-OQAM.
- 2) Menganalisis perbandingan sistem CP-OFDM dan FBMC-OQAM ketika digunakan pada kanal *Rician* dan *Rayleigh Fading*.
- 3) Menganalisis perbandingan kinerja sistem CP-OFDM dan FBMC-OQAM dengan menggunakan kanal *Rician* dan *Rayleigh fading* sebagai variasi kanalnya berdasarkan parameter PSD.

#### **1.5 MANFAAT**

1. Penelitian ini bisa menjadi panduan dan saran dalam pengembangan sistem komunikasi nirkabel yang lebih efisien dan tahan terhadap distorsi jalur, terutama dalam skenario kanal fading yang umum di lingkungan komunikasi nirkabel.
2. Hasil penelitian dapat menjadi acuan bagi industri telekomunikasi dalam memilih teknik modulasi yang paling sesuai untuk aplikasi dan lingkungan tertentu. Penerapan teknik modulasi yang tepat dapat meningkatkan kualitas dan efisiensi komunikasi dalam jaringan telekomunikasi.

#### **1.6 SISTEMATIKA PENULISAN**

##### **1. BAB 1 PENDAHULUAN**

Membahas mengenai latar belakang perkembangan teknologi telekomunikasi yang ada di Indonesia yang saat ini sedang berkembang dan membutuhkan banyak *bandwidth* lebih besar untuk memenuhi kebutuhan layanan komunikasi. Sehingga dapat di jadikan sebagai rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penelitian.

## **2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Tahap ini membahas pemahaman tentang konteks, gambaran, dan teori yang signifikan dengan topik penelitian penelitian.

## **3. BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Menjelaskan secara detail tentang cara pembuatan simulasi penelitian, termasuk pemodelan sistem, implementasi bahasa pemrograman Matlab, dan proses pengukuran parameter yang digunakan dalam penelitian.

## **4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada tahap ini akan dijabarkan secara lengkap tentang parameter apa saja yang menjadi titik fokus penelitian, uji coba simulasi yang akan di analisis, serta pembahasan mengenai hasil dari simulasi yang telah dibuat untuk mencari teknik transmisi mana yang lebih baik.

## **5. BAB V PENUTUP**

Pada tahap ini menjadi penjelasan secara singkat namun dapat dengan mudah dipahami mengenai hasil yang didapatkan dari penelitian ini serta berisi beberapa rekomendasi yang bisa dijadikan sebagai acuan untuk pengembangan penelitian ini dikemudian hari.