

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi yang sangat pesat dari tahun ke tahun, mengakibatkan permintaan pengiriman data yang tinggi terutama pada sistem komunikasi nirkabel. Sistem komunikasi generasi ke-5 (5G) dianggap mendukung permintaan data yang tinggi tersebut [1]. Berbagai parameter telah dipertimbangkan untuk mencapai data rate yang tinggi, seperti *bandwidth*, konsumsi energi, *latency* dan kompleksitas.

Sistem komunikasi seluler pun telah berkembang dari Generasi ke-1 (1G) sampai Generasi kelima (5G) dan memberikan berbagai layanan. Teknologi 1G berfokus pada layanan suara; 2G memperbaiki layanan suara dan layanan pesan teks; 3G mengintegrasikan layanan suara dan layanan *mobile* internet yang terjangkau; 4G mendukung tingkat kapasitas yang tinggi pada layanan *mobile* multimedia dan diperkirakan pada tahun 2020 milyaran *devices* akan saling terkoneksi dengan internet, sehingga 5G dituntut untuk kapasitas yang lebih tinggi dengan *latency* yang rendah [2].

Dalam teknik pengkodean kanal untuk *error correction*, perubahan yang signifikan juga terjadi. 2G menggunakan *Convolutional codes*, sementara 3G menggunakan *Turbo codes* sehingga perbedaan pengkodean *error correction* terlihat jauh. Dari 3G ke 4G perubahan yang jauh juga terjadi karena menggunakan *low density parity check* (LDPC) yang lebih disempurnakan. Perubahan besar terjadi dari 4G ke 5G, dengan 5G menggunakan *Polar codes* dan *quasi-cyclic* LDPC sebagai pengkodean *error correction*-nya. Hal ini dikarenakan karena 5G menghadapi tantangan baru di depan, yaitu tingkat efisiensi yang tinggi, permintaan data yang tinggi, dan berbagai jenis *interface* lainnya [3].

*Polar codes* diusulkan oleh Erdal Arikian dengan metode *channel polarization* pada *binary-input memoryless channels*, menghasilkan *rate* polarisasi, skema polarisasi, dan *iterative decoding* [4]. Pada perkembangannya, *Polar codes* lebih banyak diteliti pada bagian *decoder*-nya. Terdapat 3 jenis *decoder* dasar *Polar codes* yang berkembang sampai saat ini, yaitu *belief propagation* (BP), *successive cancellation* (SC) *decoding*, dan *successive cancellation list* (SCL) *decoding*[5]. *SCL list*  $L = 32$  memiliki performansi lebih baik, namun membutuhkan energi konsumsi yang cukup banyak karena harus menyimpan 32 kandidat deret setiap operasi. *Polar*

*codes* dinamakan Polar karena memiliki sifat Polar atau kutub yang mampu berpolarisasi ke arah baik sekali atau buruk sekali. Polar *codes* dapat memilih baik dan buruk kapasitas kanal yang akan digunakan dalam penentuan skema *encode* dan *decode*. Penentuan kapasitas kanal tersebut dilakukan dengan menyesuaikan kapasitas simetris dari parameter Bhattacharyya [6].

Polar *codes* [7] diketahui memiliki kinerja yang lebih baik dibandingkan LDPC *codes* pada sistem komunikasi seluler, dikarenakan sistem komunikasi seluler hanya membutuhkan bit informasi yang pendek (panjang blok informasi  $k < 512$ ). Selain itu pengkodean kanal yang baik adalah *codes* yang tahan terhadap perubahan kanal. Di antara LDPC dan Polar *codes*, pengkodean kanal yang tahan terhadap perubahan kanal adalah LDPC *codes*. Namun, LDPC *codes* memiliki kompleksitas yang tinggi dan membutuhkan konsumsi energi yang tinggi juga. Di sisi lain, Polar *codes* memiliki kompleksitas yang rendah namun tidak tahan terhadap perubahan kanal. Dalam Polar *codes*, perubahan kanal ini berpengaruh terhadap perubahan parameter Bhattacharyya dan lokasi bit *frozen*. Tugas Akhir melakukan investigasi pada parameter Bhattacharyya terhadap perubahan kanal Polar *codes*, sehingga menghasilkan konfigurasi parameter Bhattacharyya yang efisien dalam setiap *signal-to-noise power ratio* (SNR). Kemudian Polar *codes* tersebut divalidasi menggunakan *bit-error rate* (BER) pada kanal *additive white Gaussian noise* dan *Rayleigh fading* [8].

## 1.2 Permasalahan

Parameter Bhattacharyya yang digunakan dalam Polar *codes* yang memiliki kontribusi yang sangat penting dalam menjamin kemampuan *error correction*. Kesalahan dalam penentuan lokasi bit *frozen* menyebabkan kinerja dari Polar *codes* turun, sehingga evaluasi mendalam pada pengaruh perubahan kanal dalam penentuan lokasi bit *frozen* tersebut sangat dibutuhkan terutama pada *Rayleigh fading*.

## 1.3 Tujuan

Tugas Akhir ini bertujuan untuk mengevaluasi desain *encoder* dan *decoder* Polar *codes* dengan posisi bit *frozen* sesuai parameter Bhattacharyya atau Polar *Weight*. Tugas Akhir ini melakukan investigasi terhadap pengaruh perubahan kanal terhadap parameter Bhattacharyya dalam skema Polar *codes*. Tugas Akhir ini juga melakukan uji performansi Polar *codes* pada kanal AWGN dan *Rayleigh fading*.

## 1.4 Batasan Permasalahan

Tugas Akhir ini membatasi permasalahan sebagai berikut:

1. Perancangan dan implementasi dilakukan pada bagian *encoding* dan *decoding*.
2. Proses *decoding* yang dilakukan adalah *soft input successive cancellation decoding*.
3. Panjang blok yang digunakan dalam Tugas Akhir ini adalah 8, 16, 32, 64, dan 128 bit.
4. Modulasi yang digunakan adalah *Binary Phase Shift Keying* (BPSK).
5. Pengujian dilakukan pada kanal AWGN dan Rayleigh *fading*.
6. Analisis performansi berdasarkan pada *bit-error rate* (BER).
7. Sistem dievaluasi dengan menggunakan simulasi komputer.

## 1.5 Metodologi Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam memecahkan permasalahan Tugas Akhir ini adalah:

1. Studi literatur  
Tahap ini mempelajari teknik polarisasi, *encode* dan *decode* dari Polar codes, serta parameter *Bhattacharyya*.
2. Pemodelan dan Simulasi  
Pada tahap ini sistem disimulasikan dengan simulasi komputer dengan target BER sampai  $10^{-5}$ .
3. Analisis  
Tahap ini melakukan evaluasi dan analisis terhadap BER dan parameter *Bhattacharyya*.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Untuk selanjutnya, Tugas Akhir ini disusun dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

- **BAB 2: Konsep Dasar**

Bab ini berisi penjelasan tentang Polar *codes* dan seluruh aspek yang terkait dengan sistem komunikasi 5G dengan Polar *codes*.

- **BAB 3: Sistem Model dan Skenario Pengujian Performansi Polar Codes dengan Parameter Bhattacharyya**

Bab ini berisi penjelasan tentang sistem model Polar *Codes*, mengenai *transmitter*, model kanal, hingga *receiver*, dan skenario pengujian.

- **BAB 4: Performansi Polar Codes dengan Parameter Bhattacharyya dan Analisisnya**

Bab ini berisi analisis mengenai performansi Polar *codes* dengan menggunakan parameter Bhattacharyya dan Polar *Weight*.

- **BAB 5: Kesimpulan dan Saran**

Bab ini berisi pemaparan kesimpulan dari hasil studi performansi Polar *codes* dengan dan saran untuk pengembangan lebih lanjut atas Polar *codes*.