

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Teknologi *wireless communication* berkembang sangat pesat terutama dibidang seluler. Pada teknologi seluler generasi ke-empat (4G), IMT-Advanced for 4G Technology mensyaratkan *data rate* sebesar 1 Gbps untuk *uplink* dan 500 Mbps untuk *downlink*, dan *latency* kurang dari 10 ms dengan *bandwidth* kanal 40 MHz. Hal tersebut dapat dicapai pada teknologi *LTE Advanced* dan *LTE Advanced Pro*. Kebutuhan akan *data rate* yang tinggi dan *latency* yang rendah menjadi parameter yang menjadi syarat pada teknologi seluler generasi berikutnya. Pada teknologi seluler generasi ke-lima (5G) *New Radio (NR)*, IMT-2020 mensyaratkan *data rate* sebesar 10 Gbps hingga 20 Gbps dengan *latency* kurang dari 1 ms. 5G NR dirancang untuk memenuhi 3 *use cases: enhanced mobile broadband (eMBB)*, yaitu kecepatan akses yang tinggi, *massive machine type-communication (mMTC)*, yaitu koneksi dalam jumlah yang besar, dan *ultra-reliable and low latency communication (URLLC)* yaitu memiliki *latency* yang rendah [1].

Untuk mendukung hal tersebut salah satu *key feature* di teknologi 5G NR yaitu adanya variasi dari *subcarrier*. *Subcarrier* digunakan untuk membawa data dan pensinyalan. *Subcarrier* pada teknologi 5G NR berbeda dengan teknologi 4G dimana setiap *subcarrier* terdiri dari 15 KHz. Pada teknologi 5G NR *subcarrier* terdiri dari banyak variasi, yaitu 15 KHz, 30 KHz, 60 KHz, 120 KHz, dan 240 KHz dengan *bandwidth* kanal masing masing 49,5 MHz, 99 MHz, 198 MHz, 396 MHz, dan 397,44 MHz, dimana variasi tersebut biasa disebut sebagai *numerology* 0,1,2,3, dan 4. Semakin tinggi nilai *subcarrier* dan *bandwidth* maka akan semakin besar juga *data rate* yang diperoleh. Teknik *multiplexing* yang digunakan yaitu *OFDM* karena terbukti lebih tahan terhadap *multipath fading* yang menyebabkan *inter-symbol interference (ISI)* dan *inter-carrier interference (ICI)* [1].

Pada penelitian sebelumnya yaitu “Studi Performansi *OFDM Numerology* 5G *New Radio (NR)* Pada Model Kanal 5G Indonesia”, melakukan analisis karakteristik *numerology* menggunakan *CBPSK*, *QPSK*, *16-QAM*, dan *64-QAM* dengan skenario *NLOS* pada blok sistem komunikasi 5G NR tanpa menggunakan *channel coding*

(*uncoded*). Penelitian tersebut menganalisis *outage probability*, *bit error rate (BER)* dan *frame error rate (FER)*. Hasil menunjukkan karakteristik yang berbeda-beda pada kanal 5G Indonesia [2]. Pada penelitian berikutnya yaitu “*Analisa Performansi 5G NR dengan Skema Arsitektur Opsi 3 pada Frekuensi 28 GHz*”, menggunakan kanal *MmWave 3GPP Propagation Loss Model* dan *adaptive modulation* dengan parameter yang dianalisis yaitu *throughput*, *packet loss*, dan *latency*. Hasil simulasi jaringan 5G NR dengan skema arsitektur 3 menunjukkan penggunaan *numerology* tidak mempengaruhi *packet loss* [3].

Kanal mempunyai sifat dan karakteristik yang berbeda-beda di setiap lokasi tertentu, karakteristik kanal berpengaruh terhadap besarnya *bandwidth* yang dilewatkan. Teknologi 5G NR mempunyai sistem baru yang disebut *numerology* dimana *bandwidth* kanal yang digunakan sistem komunikasi 5G NR berbeda-beda. Sistem akan menggunakan *numerology* tinggi saat kondisi kanal baik dan juga kebutuhan *data rate user* tinggi. Kondisi kanal dan juga penggunaan *Polar Codes* akan berpengaruh terhadap kinerja sistem komunikasi 5G NR. Tugas Akhir ini menganalisis pengaruh *numerology* pada sistem komunikasi 5G NR dengan menggunakan pemodelan kanal hasil penelitian sebelumnya berjudul “*Studi Performansi OFDM Numerology 5G New Radio (NR) Pada Model Kanal 5G Indonesia*” [2]. Penelitian tersebut dilakukan tanpa menggunakan *channel coding*. Implementasi sistem komunikasi selalu menggunakan *channel coding* untuk koreksi *error* dan deteksi *error*, sehingga Tugas akhir ini melakukan pengujian dengan menambahkan *Polar Codes* pada sistem komunikasi 5G NR agar hasil kinerja yang didapatkan mendekati *real*. Tugas Akhir ini akan menganalisis parameter *outage probability*, *frame error rate (FER)* dan *bit error rate (BER)*.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Pada penelitian sebelumnya berjudul “*Studi Performansi OFDM Numerology 5G New Radio (NR) Pada Model Kanal 5G Indonesia*” pengujian kanal untuk mengetahui karakteristik kinerja sistem komunikasi 5G NR dilakukan tanpa menggunakan *channel coding*. Implementasi sistem komunikasi selalu menggunakan *channel coding* untuk koreksi *error* dan deteksi *error*, sehingga Tugas akhir ini melakukan pengujian dengan menambahkan *Polar Codes* pada sistem komunikasi 5G NR agar hasil kinerja yang didapatkan mendekati *real* saat

diimplementasikan sekaligus mendapatkan acuan kebutuhan daya yang diperlukan untuk implementasi 5G di masa yang akan datang.

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tugas Akhir ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik kinerja *OFDM Numerology* pada sistem komunikasi 5G NR agar dapat menjadi suatu acuan kebutuhan daya sekaligus manajemen daya yang efisien pada implementasi teknologi 5G NR pada masa yang akan datang.

### 1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada Tugas Akhir ini yaitu :

1. Teknik *multiplexing* yang digunakan yaitu *Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM)*.
2. Modulasi yang digunakan pada simulasi yaitu *QPSK* pada *numerology* 3 dan 4.
3. Skenario simulasi menggunakan *Non-Line of Sight (NLOS)* untuk 1 user.
4. Pemodelan kanal menggunakan parameter *OFDM Numerology* dan parameter lingkungan Kota Bandung.
5. Frekuensi kerja sistem komunikasi 5G NR menggunakan frekuensi 28 dan 29 GHz.
6. Parameter yang menjadi acuan yaitu panjang *cyclic prefix (CP)*, panjang blok, *coding rate*, dan *bandwidth*.
7. Hasil simulasi menganalisis parameter *BER*, *FER* dan *outage probability*.
8. Simulasi blok sistem komunikasi 5G NR menggunakan *uncoded* dan *Polar Codes* dengan *coding rate*  $R = 1$  dan  $R = 1/2$ .
9. Skenario simulasi menganalisis karakteristik kinerja *numerology* dengan penambahan *Polar Codes* pada sistem komunikasi 5G NR.

### 1.5 Metode Penelitian

Metode penelitian pada Tugas Akhir ini terdiri dari 4 tahapan kerja.

1. Studi Literatur

Tahap ini melakukan analisis, investigasi, dan identifikasi masalah yang berkaitan dengan 5G NR, *OFDM Numerology*, *channel model*, dan *channel coding* yang menjadi rujukan oleh 3GPP dan ITU-R.

## 2. Simulasi *OFDM Numerology*

Melakukan simulasi menggunakan pemodelan kanal 5G Indonesia berdasarkan ketentuan *OFDM Numerology*, kemudian melakukan simulasi pada blok sistem komunikasi 5G NR dengan menambahkan *Polar Codes* untuk *numerology* 3 dan 4.

## 3. Analisis Hasil Simulasi

Melakukan perhitungan *outage probability* serta analisis *BER* dan *FER* pada *numerology* 3 dan 4.

## 4. Penarikan kesimpulan.

Pada tahap ini melakukan penarikan kesimpulan, yaitu bagaimana karakteristik yang dihasilkan oleh adanya sistem *numerology* pada *outage probability* dan pada kinerja sistem komunikasi 5G NR dengan menambahkan *Polar Codes* dengan parameter analisis yaitu *frame error rate (FER)* dan *bit error rate (BER)*.

### 1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam Tugas Akhir ini berikutnya terdiri atas beberapa bagian, antara lain:

- **BAB 2: Konsep Dasar**

Bab ini membahas konsep dasar dari Jaringan 5G, *OFDM Numerology*, *power delay profile*, *outage probability*, modulasi *QPSK*, dan *Polar Codes*.

- **BAB 3 Model Sistem dan Skenario Analisis**

Bab ini membahas model sistem, pemodelan kanal, perhitungan *outage probability*, blok sistem komunikasi 5G NR dan analisis kinerja sistem.

- **BAB 4 Hasil dan Analisis**

Bab ini menjelaskan hasil pemodelan kanal *OFDM Numerology*, analisis *outage probability*, dan analisis kinerja sistem komunikasi 5G NR berdasarkan parameter *BER* dan *FER*.

- **BAB 5 Kesimpulan dan Saran**

Bab ini menjelaskan kesimpulan dari efek *numerology* pada kinerja sistem komunikasi 5G NR berdasarkan parameter *BER* dan *FER* serta saran untuk pengembangan lebih lanjut dari Tugas Akhir ini.