

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sistem pensinyalan kereta saat ini tidak hanya berfungsi untuk membantu keselamatan dalam perjalanan, namun saat ini sistem pensinyalan kereta juga berfungsi sebagai *automatic train protection*, *centralized traffic control*, dan lain sebagainya. Fungsi-fungsi tersebut membutuhkan sistem komunikasi nirkabel yang *reliable* untuk pensinyalan kereta. Indonesia akan segera membangun kereta cepat yang direncanakan menggunakan sistem pensinyalan CTCS level 3 yang berbasis teknologi GSM-Railway (GSM-R).

Permasalahan utama pada teknologi GSM-R adalah berhentinya dukungan industri dalam penyediaan perangkat GSM-R [1]. Teknologi GSM-R hanya akan didukung ketersediaan perangkatnya hingga 2030. Berdasarkan hal tersebut, Indonesia harus mempersiapkan teknologi pengganti yang memiliki reliabilitas cukup tinggi. Selain itu, agar memiliki reliabilitas yang tinggi, diperlukan juga tipe modulasi yang tepat untuk menghindari rusaknya data dalam transmisi yang dapat terjadi karena efek Doppler yang disebabkan oleh pergerakan relatif terhadap titik acuan. Efek Doppler semakin besar saat kecepatan dan frekuensi operasi semakin tinggi [2].

Tugas Akhir ini mempertimbangkan penggunaan *Future Railway Mobile Communication Systems* (FRMCS) sebagai teknologi sistem komunikasi pensinyalan kereta cepat. Pada Tugas Akhir ini dilakukan studi tentang pengaruh efek Doppler dilakukan pada FRMCS yang merupakan standar sistem pensinyalan kereta cepat terbaru yang diperkirakan berbasis teknologi 5G [7].

Tugas Akhir ini juga mengusulkan model kanal FRMCS Indonesia yang mempertimbangkan parameter-parameter realistis yang diambil dari data publikasi badan-badan terkait yang dianggap kredibel dan memiliki kapasitas untuk merilis sebuah publikasi terkait parameter-parameter tersebut. Parameter lingkungan yang dimaksud berupa data curah hujan, suhu, kelembapan dan tekanan udara yang diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) dan Badan Pusat Statistik (BPS) [31, 32]. Parameter-parameter tersebut diolah menggunakan *NYUSIM Channel Simulator* dan melalui serangkaian simulasi komputer. *Channel modeling framework* dengan *NYUSIM Channel Simulator* telah diperke-

nalkan pada tahun akhir tahun 2018 hingga awal tahun 2019 dan dimuat pada [13, 15, 28, 29].

Selanjutnya, model kanal tersebut digunakan untuk mengevaluasi performansi FRMCS terhadap efek Doppler yang terjadi karena kereta melaju dengan kecepatan tinggi. Tugas akhir ini juga menganalisa performansi sistem FRMCS yang akan dievaluasi dengan *frame error rate* (FER), *bit error rate* (BER) dan *outage performance*. Hasil dari Tugas Akhir ini berupa model kanal FRMCS Indonesia dan kajian performansi sistem terhadap efek Doppler pada kanal tersebut yang diharapkan dapat digunakan sebagai referensi utama dalam pengembangan dan implementasi sistem FRMCS Indonesia di masa yang akan datang.

1.2 Rumusan Masalah

FRMCS merupakan teknologi baru dalam sistem komunikasi untuk pensinyalan kereta yang akan menggantikan sistem komunikasi untuk pensinyalan kereta cepat di masa depan. Penggunaan FRMCS sebagai sistem komunikasi pensinyalan kereta cepat di Indonesia masih diragukan karena kurangnya referensi yang menunjukkan kinerja FRMCS sebagai sistem komunikasi pensinyalan yang andal. Hal ini dikarena tidak diketahuinya *channel model* di Indonesia untuk kereta cepat dan tidak adanya evaluasi teknologi berdasarkan *channel model* tersebut. Tidak adanya *channel model* dan evaluasi kinerja FRMCS bisa menjadikan teknologi ini tidak optimal jika diterapkan di Indonesia.

1.3 Tujuan

Tugas Akhir ini bertujuan untuk melakukan studi tentang performansi sistem komunikasi FRMCS dipengaruhi oleh efek Doppler. Tugas Akhir ini juga melakukan analisis *outage performance* dari model kanal FRMCS Indonesia. Performansi sistem komunikasi FRMCS dievaluasi menggunakan parameter praktis seperti *bit error rate* (BER) dan *frame error rate* (FER). Luaran Tugas Akhir ini berupa model kanal FRMCS Indonesia dan prediksi performansi sistem terhadap efek Doppler pada pengimplementasian teknologi FRMCS untuk sistem pensinyalan kereta cepat di Indonesia, terutama kereta cepat Jakarta-Bandung. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat untuk masyarakat, industri dan pemerintah Indonesia dalam memberikan layanan kereta cepat Indonesia di masa yang akan datang.

1.4 Batasan Masalah

Ruang lingkup pembahasan dalam Tugas Akhir ini terdiri atas beberapa hal dengan rincian sebagai berikut:

1. Tugas Akhir ini mengevaluasi performansi sistem terhadap pengaruh efek Doppler pada FRMCS kereta cepat Jakarta-Bandung.
2. Model kanal FRMCS Indonesia diperoleh dari NYUSIM *Channel Simulator*.
3. Tipe Modulasi yang digunakan adalah C-BPSK. Modulasi QPSK digunakan sebagai perbandingan.
4. Panjang blok yang digunakan bernilai 64 dan 256.
5. Parameter yang digunakan untuk mengevaluasi hasil performansi sistem adalah FER, BER dan *Outage Performance*.
6. *Channel Coding* yang digunakan adalah *simple channel coding Repetition Codes* dengan *coding rate* $R = 1/3$.

1.5 Metodologi Penelitian

Tugas Akhir ini dibagi menjadi 4 *work packages* (WP) yaitu:

1. WP 1: Studi Literatur

Work package ini melakukan studi literatur dengan mengumpulkan referensi yang dibutuhkan untuk memperoleh informasi dan data yang berkaitan khususnya mengenai efek Doppler, sistem pensinyalan kereta cepat, *Channel Modeling*, *orthogonal frequency division multiplexing* (OFDM), modulasi dan teori-teori dasar mengenai *wireless communication*. Referensi dapat berupa buku-buku, artikel-artikel, maupun hasil penelitian yang berkaitan dengan penelitian.

2. WP 2: Memodelkan kanal FRMCS Indonesia dengan NYUSIM

Untuk mendapatkan model kanal FRMCS Indonesia, WP2 ini memanfaatkan fitur NYUSIM *Channel Simulator* yang dapat membuat kanal dapat dimodelkan pada suatu kondisi spesifik dengan parameter berupa curah hujan, kelembapan, temperatur dan tekanan udara pada daerah yang diteliti. Data-data tersebut dapat diperoleh dari publikasi resmi Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG), Badan Pusat Statistik (BPS) maupun melalui observasi lapangan secara langsung menggunakan sensor.

3. WP 3: Simulasi pada FRMCS Indonesia *Channel Model*

Dengan model kanal yang diperoleh dari WP2, dapat dilakukan simulasi untuk memperoleh *outage probability* pada *channel coding rate* dan E_b/N_0 yang ditentukan.

4. WP 4: Analisa Performansi

Sistem akan diuji pada skenario atau kondisi: (i) kecepatan yang berbeda dan (ii) panjang blok yang berbeda. Performansi sistem dievaluasi dengan melihat performansi *outage* pada kanal dan FER serta BER pada sistem.

1.6 Sistematika Penulisan

Tugas Akhir ini selanjutnya disusun sebagai berikut:

- **BAB 2: Konsep Dasar**

Bab ini berisi penjelasan tentang efek Doppler, Sistem Pensinyalan Kereta Cepat, *Channel Modeling*, OFDM, modulasi dan teori-teori dasar mengenai *wireless communication* dan seluruh aspek teoritis terkait.

- **BAB 3: Model Sistem dan Skenario Validasi Parameter Performansi FRMCS terhadap efek Doppler**

Bab ini berisi penjelasan tentang model sistem yang akan digunakan pada Tugas Akhir ini, yang akan disajikan dalam bentuk diagram alir, diagram blok serta skenario-skenario yang dilakukan dalam penelitian.

- **BAB 4: Performansi FRMCS terhadap Efek Doppler dan Analisisnya**

Bab ini berisi analisis performansi FRMCS pada model kanal FRMCS Indonesia terhadap efek Doppler dari hasil simulasi yang dievaluasi dengan FER, BER dan *outage performance*.

- **BAB 5: Kesimpulan dan Saran**

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil Tugas Akhir ini serta saran terkait dengan pengembangan sistem FRMCS untuk Kereta Cepat Indonesia di masa yang akan datang.