

BAB 1

USULAN GAGASAN

1.1 Deskripsi Umum Masalah

1.1.1 Latar Belakang Masalah

Sistem Komunikasi Seluler Kereta Masa Depan (*Future Railway Mobile Communication System/FRMCS*) adalah sistem telekomunikasi generasi berikutnya yang dirancang untuk menggantikan sistem GSM-R (*Global System for Mobile Communications-Railway*) yang ada saat ini. Diperkirakan bahwa pada tahun 2030, sistem GSM-R akan menjadi usang dan tidak lagi mampu memenuhi kebutuhan komunikasi yang berkembang di industri kereta api [1]. GSM-R umum digunakan dalam komunikasi perkeretaapian, namun memiliki keterbatasan kecepatan dalam transmit sinyal. Batasan *bandwidth* dan teknologi standar yang lebih tua membatasi kinerja, terutama dalam situasi dengan kebutuhan data rate tinggi atau di area dengan lalu lintas kereta yang padat. Interferensi dengan layanan GSM publik juga dapat mempengaruhi kecepatan dan keandalan dalam pengiriman sinyal GSM-R [2]. Penggunaan frekuensi 1900 MHz dalam komunikasi kereta didasarkan pada pertimbangan kapasitas yang lebih besar, mengatasi kepadatan pengguna, mengurangi interferensi operator seluler, serta memanfaatkan teknologi terbaru seperti LTE dan 5G, dan memenuhi kebutuhan akan spektrum tambahan (1900-1920 MHz) untuk mendukung migrasi ke sistem baru seperti FRMCS [3].

Penggunaan antena MIMO (*Multiple Input Multiple Output*) dalam FRMCS (*Future Railway Mobile Communication System*) memberikan manfaat yang signifikan pada beberapa aspek utama. Antena MIMO mampu meningkatkan kapasitas dan kecepatan komunikasi, mendukung layanan berkecepatan tinggi dan pertukaran data kompleks dalam jaringan FRMCS. Sistem antena MIMO (*multiple-input multiple-output*) diakui sebagai teknologi penting untuk meningkatkan keandalan dan efisiensi sistem komunikasi nirkabel, khususnya dalam konteks operasi kereta [4].

Dalam praktik implementasi sistem antena pada kereta dapat menggunakan antena mikrostrip. Antena mikrostrip merupakan pilihan umum dalam sistem telekomunikasi karena kemudahannya dalam integrasi dengan komponen

elektronik lainnya [5]. Struktur antenna mikrostrip terdiri dari tiga lapisan bahan yang mencakup *patch*, substrat, dan *ground plane*. Patch pada antenna mikrostrip adalah lapisan teratas yang terbuat dari konduktor, bertujuan untuk mengirimkan gelombang elektromagnetik ke udara. Substrat, sebagai lapisan tengah, berperan sebagai media pengarah gelombang elektromagnetik dalam sistem. Ketebalan substrat mempengaruhi lebar pita (*bandwidth*) dari antenna mikrostrip. *Ground plane* bertindak sebagai reflektor yang memantulkan gelombang yang tidak diinginkan [6]. Antenna mikrostrip memiliki berbagai keunggulan, termasuk kemudahan dalam proses pembuatan, bobot yang ringan, dan bentuk yang kompak dan sesuai untuk diaplikasikan pada kereta.

1.1.2 Analisa Masalah

Dalam analisis masalah ini, terdapat beberapa permasalahan utama yang harus diatasi dalam implementasi MIMO Antenna Transmitter Future Railway Mobile Communication System (FRMCS) pada frekuensi 1900 MHz. Salah satu permasalahan krusial adalah mencapai tingkat kecepatan data yang tinggi dan meningkatkan kualitas sinyal, terutama pada beberapa perangkat dengan konfigurasi antenna. Di dalam komunikasi kereta diperlukan bandwidth maksimal 20 MHz, serta cakupan yang lebih luas untuk mendukung perangkat yang lebih banyak.

1.1.2.1 Aspek Ekonomi

Implementasi antenna MIMO memerlukan perangkat keras dan infrastruktur yang kompleks, antenna MIMO memiliki jumlah patch antenna yang banyak maka diperlukan jumlah bahan baku yang lebih banyak dan berkualitas dibanding antenna biasa. Sehingga proses produksi alat tersebut tergolong mahal. Untuk itu diperlukan bahan baku antenna yang memiliki nilai ekonomis tinggi namun mampu memenuhi spesifikasi komunikasi FRMCS.

1.1.2.2 Aspek Manufakturabilitas

Proses fabrikasi antenna yang tidak mencapai tingkat presisi yang diinginkan dapat berpengaruh dalam parameter antenna. Proses tersebut menyebabkan ketidaksesuaian antara realisasi dan simulasi. Khususnya pada antenna MIMO dengan banyak elemen, kebutuhan akan presisi menjadi semakin krusial. Tingginya

tingkat presisi memberikan dampak positif pada hasil akhir yang sesuai dengan simulasi.

1.1.3 Tujuan Capstone

Adapun tujuan dari penelitian dari proyek capstone yaitu :

1. Merancang sistem antena pemancar MIMO untuk sistem komunikasi FRMCS.
2. Menguji dan menganalisis sistem antena MIMO *transmitter* yang dibuat untuk sistem komunikasi FRMCS.
3. Merealisasikan implementasi sistem yang telah diuji.

1.2 Analisa Solusi yang Ada

Solusi yang ada untuk sistem komunikasi dengan mobilitas tinggi ini berfokus pada peningkatan kinerja antena. Untuk memenuhi kebutuhan ini, konsentrasi harus diberikan pada desain dan implementasi antena yang efektif. Beberapa pendekatan yang dapat digunakan meliputi modifikasi metode *array* pada antena untuk meningkatkan *gain* dan pola radiasi dan metode *diversity* untuk mengatasi tantangan *multipath fading*.

1.2.1 Teknik *Diversity*

Penerapan teknik *diversity* pada antena MIMO menjadi solusi strategis untuk mengatasi tantangan *multipath fading*. Dengan mengurangi dampak gangguan, teknik ini bertujuan meningkatkan keandalan komunikasi nirkabel. Salah satu metode yang diterapkan adalah *Frequency Diversity*, di mana data dikirimkan melalui berbagai saluran frekuensi yang berbeda, efektif mengatasi *fading* pada frekuensi tertentu [7]. *Time Diversity* juga menjadi komponen penting, berfungsi untuk mentransmisikan data melalui saluran waktu yang berbeda, seperti penggunaan retakan waktu atau variasi kanal selama interval waktu tertentu.

1.2.2 Teknik Array

Teknik array memungkinkan penggunaan beberapa elemen antena yang bekerja bersama-sama, yang dapat meningkatkan gain dan pola radiasi. Hal ini membantu meningkatkan performa keseluruhan sistem dan meningkatkan keandalan serta efisiensi komunikasi pada kereta yang bergerak dengan kecepatan tinggi [8].