

BAB 1

USULAN GAGASAN

1.1 Deskripsi Umum Masalah

1.1.1 Latar Belakang Masalah

Dalam era mobilitas modern, kereta cepat telah menjadi tulang punggung sistem transportasi perkotaan yang efisien. Namun, kendati kemajuan ini, perlu diperhatikan bahwa konektivitas telekomunikasi selama perjalanan kereta cepat masih merupakan tantangan. Ketersediaan sinyal yang konsisten dan kuat menjadi kunci dalam memastikan pengalaman pengguna yang optimal, terutama ketika melibatkan layanan data yang intensif. Oleh karena itu, peralihan dari *Global System for Mobile Communication for Railway (GSM-R)* ke *Future Railway Mobile Communication System (FRMCS)* menjadi langkah yang strategis dikarenakan FRMCS dapat menjadi solusi untuk meningkatkan kapasitas, kinerja, fleksibilitas komunikasi serta menjawab tuntutan konektivitas yang semakin kompleks dalam sistem kereta cepat[1].

Dalam konteks ini, sistem komunikasi kereta cepat memerlukan kinerja dan kualitas sinyal yang sangat baik, oleh karena itu perlu diterapkan *Multiple Input Multiple Output (MIMO)* yang dimana sebagai teknologi yang menjanjikan untuk meningkatkan kinerja jaringan nirkabel pada kereta cepat. MIMO memungkinkan penggunaan beberapa antena pengirim dan penerima secara simultan, meningkatkan *throughput* data dan kehandalan sinyal[2]. Oleh karena itu, perancangan antena MIMO yang efektif untuk stasiun pada kereta cepat menjadi aspek krusial dalam meningkatkan konektivitas di lingkungan perjalanan yang dinamis ini.

Antena yang kami rancang ini nantinya akan menggunakan antena mikrostrip, yang dimana pemilihan antena mikrostrip ini memiliki massa yang ringan, mudah untuk dipabrikasi serta ukurannya yang kecil. Selain itu penggunaan beberapa antena mikrostrip yang disusun menjadi satu sistem menghasilkan sebuah sistem MIMO yang memiliki beberapa kelebihan seperti dimensinya yang kecil dan juga pengaplikasiannya yang cukup mudah. Seluruh

aspek tersebut mendukung antenna yang kami rancang dikarenakan nantinya antenna akan dipasang pada tiang-tiang yang berada pada rel kereta sebagai *receiver*.

1.1.2 Analisa Masalah

Perkembangan teknologi mengakibatkan permintaan kapasitas dan kecepatan data yang lebih tinggi. Pada sektor kereta api Indonesia, hal ini harus diperhatikan dikarenakan teknologi yang digunakan sudah kurang optimal dalam hal kapasitas dan kecepatan data. Seiring dengan adanya kereta cepat Indonesia, peningkatan teknologi komunikasi pada sektor kereta api Indonesia perlu peningkatan untuk memenuhi permintaan kapasitas dan kecepatan data karena pada titik tertentu kereta akan bergerak pada kecepatan maksimalnya yang dapat mengakibatkan kualitas sinyal yang kurang maksimal.

Kecepatan pengiriman data juga menjadi salah satu tantangan dalam menjaga konektivitas kereta cepat pada kecepatan maksimum, dibutuhkan solusi untuk menjamin komunikasi yang efektif. Selain itu dibutuhkan antenna yang dapat bekerja dengan spesifikasi yang tepat serta dimensi yang memungkinkan antenna untuk dipasang pada tiang di rel kereta kereta agar menjamin kecepatan pengiriman data dan juga komunikasi yang lebih efektif.

Dalam mengusulkan solusi terkait “Antena MIMO”, tentu saja perlu memperhatikan beberapa aspek terkait seperti berikut:

1.1.2.1 Aspek Ekonomi (economy)

Dalam aspek ekonomi untuk mendapatkan kualitas sinyal yang baik serta kecepatan pengiriman data yang baik, tentunya memerlukan investasi finansial yang memadai. Dikarenakan melibatkan biaya pembelian dan instalasi antenna dan alat yang dibutuhkan dalam proses pengerjaan.

1.1.2.2 Aspek Manufakturabilitas (manufacturability)

Dalam aspek manufakturabilitas tentunya masalah yang didapatkan yaitu membutuhkan desain antenna yang efektif dan sesuai dengan spesifikasi. Ketersediaan material, kualitas material serta pemilihan bahan yang tahan terhadap kondisi lingkungan sekitar stasiun ataupun rel kereta.

1.1.2.3 Aspek Keberlanjutan (sustainability)

Pertimbangan aspek keberlanjutan dalam produksi antenna mencakup penggunaan bahan dan sumber daya yang berharga, dengan fokus pada pemilihan material yang lebih ekologis dan perencanaan untuk mendaur ulang atau memanfaatkan kembali komponen antenna. Selain itu, dibutuhkan juga pengecekan secara berkala agar dapat mengontrol kinerja dan kualitas antenna secara berkelanjutan.

1.1.3 Tujuan Capstone

Perancangan antenna MIMO ini bertujuan untuk meningkatkan sistem komunikasi pada sektor kereta api Indonesia. Perancangan ini dilakukan karena teknologi *Global System for Mobile Communication for Railway* (GSM-R) akan tergantikan dengan teknologi *Future Railway Mobile Communication System* (FRMCS) pada masa yang akan datang. FRMCS menggunakan teknologi *Multiple Input Multiple Output* (MIMO), yang dimana teknologi MIMO dapat meningkatkan *throughput* data dan lebih mudah diintegrasikan dengan teknologi 5G NR. Oleh karena itu, kami merancang dan membuat *prototype* antenna MIMO untuk meningkatkan sistem komunikasi pada sektor kereta cepat.

1.2 Analisa Solusi yang Ada

Future Railway Mobile Communication System (FRMCS) menjadi solusi untuk menjawab masalah yang ada, dimana FRMCS memiliki kelebihan untuk meningkatkan kapasitas, kinerja, fleksibilitas komunikasi serta menjawab tuntutan konektivitas yang semakin kompleks dalam sistem kereta cepat. Dalam kasus ini ada beberapa solusi yang dapat digunakan untuk meningkatkan kinerja antenna MIMO yang akan kami rancang

1.2.1 Teknik OFDM-MIMO

OFDM-MIMO merupakan salah satu teknik yang menjanjikan untuk sistem transmisi data kecepatan tinggi di masa yang akan datang. Teknik ini dapat membantu menghilangkan *Inter Symbol Interference* (ISI) yang disebabkan oleh kanal *multipath*. OFDM membagi sederetan data informasi kecepatan tinggi menjadi beberapa informasi kecepatan rendah yang tersusun paralel, sehingga

memperlebar durasi simbol yang mampu mengurangi *Inter Symbol Interference* (ISI).

1.2.2 Teknik *Diversity*

Teknik *diversity* digunakan untuk mengatasi masalah *multipath fading* pada antena *Multiple Input Multiple Output* (MIMO) dengan cara mengurangi efek gangguan dan meningkatkan keandalan komunikasi nirkabel, salah satunya yaitu, *frequency diversity* untuk mengirimkan data melalui berbagai saluran frekuensi yang berbeda. Hal ini membantu mengatasi *fading* yang bergantung pada frekuensi tertentu[3]. Selain itu *time diversity* merupakan salah satu teknik *diversity* yang berfungsi mengirimkan data melalui berbagai saluran waktu yang berbeda, misalnya, dengan memanfaatkan retakan waktu atau variasi *channel* selama interval waktu tertentu[3].

Setiap teknik *diversity* memiliki keunggulan dan keterbatasan masing-masing, oleh karena itu pemilihan teknik *diversity* tergantung pada kebutuhan dan karakteristik spesifik dari sistem komunikasi nirkabel yang digunakan.

1.2.3 Teknik *Array*

Teknik *array* merupakan suatu teknik penyusunan antena yang terdiri dari beberapa elemen antena tunggal yang disusun secara teratur menjadi satu kesatuan sistem. Teknik *array* merupakan dasar dari pengembangan teknologi telekomunikasi salah satunya pada saat di integrasikan dengan perangkat canggih. Setiap elemen pada *array* memberikan peningkatan daya pancar/terima dari antena sehingga daya pancar pada antena *array* ditentukan oleh banyaknya elemen antena pada satu sistem[4]. Selain itu antena *array* juga memiliki nilai direktivitas yang lebih tinggi dibandingkan antena tunggal, yang berarti antena *array* dapat memfokuskan pancaran sinyal lebih baik dan mengurangi interferensi dari sumber lain.