

BAB 1

USULAN GAGASAN

1.1 Deskripsi Umum Masalah

Kondisi geografis Indonesia yang merupakan negara kepulauan mempengaruhi perubahan kondisi cuaca yang tidak stabil dan rentan akan fenomena cuaca ekstrim seperti kekeringan atau curah hujan yang berlebih [1]. Perubahan kondisi cuaca yang sering kali terjadi secara tidak terduga menyebabkan kerugian berbagai sektor perekonomian dan sosial. Untuk mengatasi hal tersebut diperlukan sistem peringatan dini yang efektif dan akurat secara *real-time* menggunakan teknologi radar cuaca. Radar cuaca merupakan alat pengamatan berbasis penginderaan jauh yang dapat mengetahui kondisi partikel yang ada di atmosfer guna mendeteksi dan memprediksi kondisi cuaca [2]. Radar cuaca atau radar meteorologi menjadi kunci dalam pengamatan lingkungan dan memegang peranan penting dalam memberikan peringatan dini akan kondisi cuaca ekstrim yang dapat mengancam populasi makhluk hidup, menghancurkan infrastruktur serta rantai perekonomian. Diperlukan teknologi radar dengan keandalan tinggi dan jangkauan geografis yang luas menggunakan frekuensi C-Band berkisar 4 - 8 GHz, seperti pada radar yang dioperasikan oleh Badan Meteorologi Klimatologi Dan Geofisika (BMKG) pada rentang 5600 - 5650 MHz [3].

Dalam pengembangan sistem radar tidak lepas dari perangkat antena, seperti penggunaan antena parabola untuk mengarahkan gelombang radio pada objek tertentu dan menerima sinyal yang dipantulkan kembali. Antena parabola dengan kinerja *gain* yang tinggi dapat mendukung sistem radar yang memungkinkan pendeteksian yang akurat. Dengan karakteristik bahan yang ringan, fleksibilitas desain dengan dimensi yang relatif kecil, dan kemudahan fabrikasi, mendukung antena mikrostrip menjadi solusi alternatif yang tepat dalam pengembangan *feed* (sistem pencatu) antena parabola. Namun, penggunaan antena mikrostrip memiliki *bandwidth* dan karakteristik *gain* yang rendah [4]. Melalui beberapa alternatif usulan yang didapat setelah kajian literatur pada penulisan ini. Metode penggabungan antena mikrostrip menjadi sistem pencatu pada antena parabola dapat memperoleh *gain* yang tinggi, pengembangan desain pada antena mikrostrip

untuk peningkatan *bandwidth* dan penggunaan bahan substrat lainnya dilakukan untuk memenuhi kebutuhan performansi transmisi sistem radar yang baik.

1.2 Analisis Masalah

Dalam perancangan antenna reflektor dengan menggunakan antenna mikrostrip sebagai *feed*, pada antenna reflektor terdapat beberapa aspek yang perlu di perhatikan:

a. Aspek Manufaktur

Proses pembuatan reflektor harus memiliki tingkat presisi tinggi agar bentuk geometri paraboliknya mampu memfokuskan gelombang secara optimal. Selain itu, *feed* mikrostrip memerlukan ketelitian dimensi yang sangat presisi karena sedikit penyimpangan dapat menyebabkan *mismatch* impedansi dan penurunan efisiensi antenna. Untuk pelaksanaan penelitian, diperlukan ketersediaan materi atau referensi sebagai acuan dalam perancangan antenna yang akan didesain.

Antena radar konvensional seperti antenna horn menghadapi berbagai tantangan teknis yang perlu diperhatikan. Salah satu masalah utama adalah interferensi frekuensi yang dapat terjadi pada radar cuaca C-Band Interferensi ini dapat mengganggu kinerja radar dan mengurangi akurasi data yang dihasilkan. Selain itu, parameter teknis seperti *bandwidth*, *gain*, *beamwidth*, dan polarisasi antenna harus diperhatikan dengan baik untuk memastikan data yang dihasilkan akurat[5].

b. Aspek Ekonomi

Penggunaan antenna radar cuaca, terutama antenna horn, menghadirkan berbagai tantangan dari sisi ekonomi. Produksi antenna horn memerlukan biaya yang cukup tinggi karena proses manufaktur yang kompleks dan penggunaan material yang mahal. Selain itu, biaya pemasangan dan pemeliharaan juga signifikan, mengingat bentuk fisik antenna yang besar. Ini mengakibatkan inefisiensi biaya dan sumber daya, yang pada akhirnya dapat membatasi adopsi teknologi ini pada skala yang lebih luas. Oleh karena itu, penting untuk mengeksplorasi solusi yang lebih ekonomis, seperti penggunaan antenna mikrostrip dengan reflektor yang diharapkan dapat mengurangi biaya tanpa mengorbankan kinerja[6].

1.3 Analisa Solusi yang Ada

Penggunaan metamaterial sebagai antenna *feed* pada reflektor adalah solusi yang diterapkan untuk mengatasi masalah rendahnya *gain* pada antenna mikrostrip. Metamaterial memiliki sifat elektromagnetik unik yang tidak ditemukan di alam, seperti permitivitas dan permeabilitas negatif. Hal ini memungkinkan metamaterial untuk memantulkan sinyal secara lebih efektif, sehingga meningkatkan *gain* antenna.

Salah satu jenis antenna yang memiliki desain ringkas adalah antenna mikrostrip. Namun, *gain* antenna ini masih belum mencukupi kebutuhan, sehingga diperlukan peningkatan *gain*. Antenna reflektor parabola sering digunakan dalam aplikasi radar, tetapi memiliki beberapa kelemahan, seperti biaya yang tinggi, terutama untuk parabola berkualitas, serta kinerja yang dapat dipengaruhi oleh faktor cuaca. Hal ini juga dapat menurunkan kemampuan refleksi sinyal[7].

Pada penelitian lainnya juga antenna mikrostrip yang digunakan memiliki ukuran yang lebih kecil dibandingkan antenna radar cuaca konvensional, sehingga lebih efisien dalam hal ukuran dan berat, menjadikannya mudah dipasang di berbagai lokasi. Pada penelitian tersebut antenna menggunakan metode R&D (*Research and Development*), tetapi pengembangan antenna hanya dilakukan sampai tahap simulasi, sehingga antenna yang dirancang belum di tahap fabrikasi dan diuji secara fisik. Desain dengan pola radiasi omnidirectional memungkinkan antenna menangkap sinyal dari segala arah, yang sangat penting dalam aplikasi cuaca. Namun, solusi ini juga memiliki beberapa kelemahan. Meskipun ada peningkatan *bandwidth*, *gain* yang dihasilkan hanya 4,17 dB, relatif rendah dibandingkan antenna radar cuaca lainnya yang umumnya memiliki *gain* lebih tinggi. Selain itu, solusi ini hanya diuji pada tahap simulasi, tanpa fabrikasi atau pengujian di dunia nyata, yang membatasi verifikasi kinerja antenna dalam kondisi operasional sesungguhnya[2].

Beberapa penelitian sebelumnya juga telah melakukan upaya untuk meningkatkan *gain* seperti dengan penambahan elemen *array*[8] namun hal ini dapat mengurangi kekokohan antenna, serta dengan penambahan beban *multilayer* parasitik[9] yang dapat meningkatkan ketebalan substrat serta berat antenna, dan fabrikasi pencatutan keduanya lebih sulit.

Maka, penelitian ini mengusulkan penggunaan antenna reflektor dengan modifikasi mikrostrip seperti penambahan metamaterial sebagai *feeding system*

atau sistem pencatu antenna reflektor untuk meningkatkan *gain* untuk keperluan radar cuaca yang akurat. Solusi ini memiliki keunggulan seperti bobot yang lebih ringkas dan sederhana, meskipun kelemahan utama mikrostrip adalah *gain* yang rendah, sehingga reflektor digunakan untuk memaksimalkan kinerja antenna.

1.4 Tujuan Tugas Akhir

Perancangan sistem antenna reflektor parabola ini bertujuan untuk meningkatkan kinerja radar cuaca dalam mendeteksi dan memprediksi kondisi atmosfer. Perancangan ini dilakukan karena kebutuhan akan radar cuaca yang lebih akurat dan efisien semakin meningkat, terutama dalam menghadapi perubahan iklim global. Dalam penelitian ini digunakan metamaterial sebagai *feed* antenna untuk mengatasi masalah rendahnya *gain* pada antenna mikrostrip dan reflektor digunakan untuk memaksimalkan performa. Oleh karena itu, penelitian ini merancang dan mengembangkan desain antenna reflektor parabola dengan *feed* berbasis metamaterial untuk meningkatkan performa radar cuaca.

1.5 Batasan Tugas Akhir

Batasan masalah dalam tugas akhir yang perlu diperhatikan sebagai berikut:

- a. Perancangan dan fabrikasi antenna mikrostrip *E-Shaped* 5.8 GHz dan implementasi metamaterial DNG sebagai *feed* antenna reflektor parabola pada CST Studio Suite.
- b. Perancangan dan implementasi antenna parabola reflektor 5.8 GHz dengan menggunakan antenna mikrostrip *E-Shaped* 5.8 GHz dengan metamaterial DNG sebagai *feed* antenna pada CST Studio Suite.
- c. Optimasi parameter antenna *single* reflektor parabola 5.8 GHz pada perangkat lunak MATLAB
- d. Pengujian sistem antenna reflektor parabola menggunakan Vector Network Analyzer (VNA), *spectrum analyzer* dan *signal generator*.