

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia, sebagai negara kepulauan terbesar di dunia dengan luas wilayah lebih dari 8,3 juta km² dan ruang udara sekitar 2,6 juta mil laut², berada pada posisi strategis yang menghubungkan jalur penerbangan antara Asia, Australia, dan Oseania. Lalu lintas udara yang melintasi wilayah Indonesia sangat padat, mencakup penerbangan komersial, kargo, penerbangan militer, dan rute internasional. Dalam menghadapi kompleksitas ini, teknologi radar penerbangan memiliki peran sentral sebagai alat utama untuk memantau dan mengatur pergerakan pesawat.

Pada tahun 2007, Indonesia memulai inisiatif strategis bernama “Indonesia *Automatic Dependent Surveillance-Broadcast* (ADS-B) System”. Proyek ini diluncurkan untuk secara bertahap membangun infrastruktur ADS-B di seluruh wilayah udara nasional. ADS-B merupakan teknologi pengawasan pesawat yang bergantung pada data dari sistem navigasi satelit seperti GPS, di mana setiap pesawat secara otomatis memancarkan data posisi, ketinggian, kecepatan, identitas dan arah terbangnya secara berkala kepada stasiun darat dan penerima lain. Dibandingkan radar konvensional, ADS-B menawarkan ketepatan dan cakupan yang lebih baik, serta bisa menjadi pelengkap atau pengganti radar tradisional.

Automatic Dependent Surveillance-Broadcast (ADS-B) merupakan bagian dari teknologi CNS/ATM yang mampu memberikan informasi lokasi pesawat dengan menggunakan navigasi satelit Global Positioning System (GPS) dan memungkinkan pesawat memberikan informasi lokasi yang akurat ke pesawat yang lain dan *Air Traffic Controller* (ATC). ATC adalah data dengan format Asetrix 21, semua standar yang digunakan sudah diatur oleh International Civil Aviation Organisation (ICAO).

Automatic Dependent Surveillance-Broadcast (ADS-B) menggunakan frekuensi 1090 MHz karena frekuensi ini sudah digunakan oleh transponder dalam sistem pengawasan lalu lintas udara. Dengan memanfaatkan frekuensi yang sama, ADS-B dapat berintegrasi dengan infrastruktur yang ada tanpa

memerlukan perubahan signifikan. Selain itu, penggunaan frekuensi 1090 MHz memungkinkan kompatibilitas global, karena frekuensi ini diakui secara internasional untuk komunikasi penerbangan, oleh karena itu frekuensi 1090 MHz ditetapkan menjadi standar utama untuk ADS-B di berbagai negara.

Radar penerbangan pertama kali diperkenalkan di Indonesia pada era pertumbuhan industri penerbangan global. Seiring dengan meningkatnya kebutuhan transportasi udara domestik dan internasional, sistem radar penerbangan terus berkembang baik dari segi kuantitas maupun teknologi. Saat ini lembaga yang bertanggung jawab penuh atas kelancaran transportasi udara khususnya di bidang navigasi penerbangan dikelola oleh Lembaga Penyelenggara Pelayanan Navigasi Penerbangan Indonesia (LPPNPI) atau sering disebut dengan AirNav Indonesia yang berada di bawah naungan Kementerian BUMN

Radar atau *Radio Detection and Ranging* adalah suatu perangkat yang memanfaatkan transmisi gelombang elektromagnetik ke potensial objek yang menarik ataupun mencurigakan, kemudian menyebarkan hamburan gelombang dari objek tersebut, dan energi dari hamburan tersebut diterima, lalu pemrosesan sinyal diterapkan pada sinyal yang diterima tersebut untuk mendeteksi atau menghasilkan suatu produk informasi sebagaimana yang diinginkan.

Filter adalah rangkaian yang digunakan untuk melewatkan frekuensi tertentu, dengan melewatkan sinyal frekuensi yang diinginkan dan mengurangi frekuensi yang tidak diinginkan, sedangkan frekuensi yang diinginkan pada penelitian kali ini yaitu frekuensi 1090 MHz.

Bandpass filter merupakan suatu perangkat elektronik yang memiliki fungsi utama untuk memilih dan melewatkan sinyal-sinyal dengan frekuensi tertentu yang diinginkan, sekaligus menolak atau meredam sinyal-sinyal lain di luar rentang frekuensi tersebut. Dengan kata lain, bandpass filter bekerja dengan membatasi spektrum frekuensi dari sinyal yang diteruskan, hanya mengizinkan frekuensi-frekuensi dalam suatu rentang tertentu untuk lolos, dan menghalangi frekuensi-frekuensi di bawah atau di atas rentang tersebut, yang dianggap sebagai gangguan atau noise.

Perangkat ini sangat penting dalam berbagai sistem komunikasi dan

pengolahan sinyal, karena mampu memastikan bahwa hanya sinyal yang relevan dan dibutuhkan yang diterima dan diproses lebih lanjut. Dalam konteks penelitian ini, bandpass filter dirancang dan digunakan secara khusus untuk meloloskan sinyal pada frekuensi kerja tertentu yang telah ditentukan sebelumnya, sesuai dengan standar atau kebutuhan sistem, seperti misalnya dalam penerimaan sinyal ADS-B (Automatic Dependent Surveillance–Broadcast) pada frekuensi 1090 MHz.

Tujuannya adalah agar sinyal target dapat diterima dengan kualitas maksimal, tanpa banyak kehilangan daya (insertion loss minimal), dan sinyal-sinyal lain di luar frekuensi kerja, baik yang bersifat interferensi maupun noise lingkungan, dapat ditekan atau diblokir secara efektif oleh filter tersebut. Dengan demikian, bandpass filter berperan krusial dalam menjaga akurasi, efisiensi, dan keandalan sistem komunikasi atau sensor yang digunakan dalam penelitian ini.

Tipe substrat yang digunakan adalah FR4(*epoxy*). Perancangan filter ini menggunakan software CST Microwave Studio 2019 sebagai simulator. Sebaliknya, filter ini memanfaatkan pendekatan Chebyshev karena, memanfaatkan celah pada spesifikasi, bahwa di wilayah lolos (passband), peredaman tidak harus nol, tapi boleh mengambil nilai tertentu, misalnya 0,01 dB, 0,1 dB atau nilai lainnya.

Tipe filter yang digunakan pada penelitian kali ini adalah filter hairpin. Alasan utama penggunaan filter hairpin dalam ADS-B karena filter ini memiliki struktur yang kompak, ukuran kecil, dan performa baik pada frekuensi operasional ADS-B yaitu 1090 MHz. Filter hairpin merupakan pengembangan dari resonator parallel-coupled dan half-wavelength resonator yang dilipat membentuk huruf "U," sehingga mengurangi panjang resonator dan menghasilkan filter dengan ukuran lebih kecil yang mudah diintegrasikan pada sirkuit mikrostrip.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang pada permasalahan dari uraian di atas, adapun rumusan masalah pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Perancangan Bandpass filter yang mendukung pengolahan sinyal ADS-B dengan memanfaatkan teknologi mikrostrip.

2. Merancang bandpass filter mikrostrip yang dapat beroperasi secara optimal pada frekuensi 1090 MHz, sesuai dengan kebutuhan sistem ADS-B.
3. Memastikan bahwa bandpass filter yang dirancang memiliki selektivitas dan stabilitas frekuensi yang tinggi untuk mengurangi interferensi pada sinyal ADS-B
4. Perancangan filter ini menggunakan filter hairpin karena struktur kompak, optimal pada frekuensi 1090 MHz, dan selektivitas penekanan frekuensi yang tidak diinginkan yang baik.

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Merancang bandpass filter berbasis teknologi mikrostrip yang mampu mendukung pengolahan sinyal ADS-B.
2. Menghasilkan desain bandpass filter mikrostrip yang dapat beroperasi secara optimal pada frekuensi 1090 MHz sesuai dengan spesifikasi sistem ADS-B.
3. Meningkatkan selektivitas dan stabilitas frekuensi dari bandpass filter yang dirancang untuk mengurangi interferensi pada sinyal ADS-B.

1.4. Batasan dan Asumsi Penelitian

Batasan bandpass Filter Hairpin Mikrostrip untuk sistem *receiver* ADS-B.

1. Spesifikasi filter yang diinginkan,

- frekuensi : *Chebyshev*
- Metode : Hairpin
- Frekuensi Kerja : 1.090 MHz
- Bandwidth : 20 MHz
- Insertion Loss : 2 dB
- Impedansi : 50 ohm
- VSWR : ≥ -2 dB
- Return Loss : ≤ -10 dB

2. Menggunakan teknologi microstrip

3. Menggunakan software CST 2019 untuk melakukan perancangan dan simulasi

1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian ini memiliki manfaat yang signifikan dalam pengembangan teknologi dan informasi, khususnya di bidang teknik telekomunikasi. Melalui penelitian ini, dirancang dan dikembangkan sebuah bandpass filter berbasis mikrostrip dengan konfigurasi hairpin yang bertujuan untuk meningkatkan performa sistem komunikasi, terutama dalam hal selektivitas dan efisiensi transmisi sinyal. Dengan desain yang optimal, filter ini diharapkan mampu beroperasi secara efektif pada frekuensi yang ditentukan, sehingga dapat mendukung kebutuhan sistem komunikasi modern yang menuntut kinerja tinggi dan efisiensi dalam pengolahan sinyal frekuensi radio. Selain itu, hasil penelitian ini juga dapat menjadi referensi atau landasan bagi pengembangan perangkat komunikasi selanjutnya serta memberikan kontribusi terhadap literatur akademik dan inovasi teknologi di bidang rekayasa frekuensi tinggi.

1.6. Sistematika Penulisan

Secara umum, keseluruhan proposal Tugas Akhir ini dibagi menjadi lima bab pembahasan. Berikut penjelasannya :

BAB I Pendahuluan

BAB I mencakup latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan laporan.

BAB II Dasar Teori

BAB II ini menjelaskan landasan teori yang relevan dengan penyusunan proposal Tugas Akhir.

BAB III Perancangan Filter

Pada BAB III ini membahas mengenai tahapan perencanaan dan implementasi filter, meliputi pemilihan perangkat, perancangan, serta konfigurasi akhir filter.

BAB IV Hasil Perancangan dan Analisis

Berisi tentang hasil pengukuran Bandpass Filter Hairpin

BAB V Kesimpulan dan Saran

Berisi tentang kesimpulan tugas akhir dan saran mengenai tugas akhir untuk melengkapi serta menambahkan lebih lanjut tentang penelitian tugas akhir.