

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Keselamatan penerbangan merupakan prioritas utama yang terus berkembang seiring meningkatnya lalu lintas udara [1]. Teknologi Pengawasan lalu lintas udara tradisional seperti radar memiliki keterbatasan terutama dalam jangkauan dan akurasi yang menjadi kendala dalam memantau pesawat di wilayah terpencil atau di atas lautan. Kondisi ini menuntut adanya teknologi pengawasan yang lebih maju dan modern [2]. Dalam upaya modernisasi *Automatic Dependent Surveillance-Broadcast* (ADS-B) telah menjadi teknologi kunci yang membantu meningkatkan pengawasan lalu lintas udara [3].

Automatic Dependent Surveillance-Broadcast (ADS-B) diperkenalkan sebagai teknologi pengawasan berbasis satelit yang dapat memberikan tingkat akurasi lebih tinggi dibandingkan sistem radar konvensional. Sistem ADS-B memanfaatkan layanan penentuan posisi satelit GPS, yang diintegrasikan dengan infrastruktur darat untuk mengirimkan informasi secara lebih akurat antara pesawat dan *Air Traffic Controller* (ATC) atau ground station [4]. ADS-B menggunakan sistem *Global Navigation Satellite System* (GNSS) dan komunikasi data udara ke udara serta udara ke darat. Pesawat lain dan peralatan darat menerima pesan ini untuk memperoleh gambaran situasi lalu lintas udara yang mencakup deteksi konflik, penghindaran konflik, resolusi konflik, pengendalian lalu lintas udara, pengawasan, serta tampilan informasi yang terintegrasi di kokpit pesawat, yang dimana hal tersebut memudahkan *Air Traffic Controller* (ATC) dalam memantau kondisi penerbangan [5], [6]. APANPIRG (*Asia/Pacific Air Navigation Planning and Implementation Regional Group*) telah menetapkan penggunaan tautan data 1090 MHz Extended Squitter untuk pertukaran data ADS-B di wilayah Asia dan Pasifik [7].

Komponen yang terdapat pada ADS-B meliputi antena penerima dan *adapted surveillance processor* [8]. Pada Penelitian ini merancang *power divider 4-way* untuk mengintegrasikan 4 antena array receiver menggunakan metode *Wilkinson power divider*, yang memiliki keunggulan dalam *impedance matching*, isolasi antar port yang tinggi, serta fungsi timbal balik (*reciprocal*) yang seimbang. Pada bagian *input*, *power divider* akan dihubungkan dengan band pass filter untuk memastikan hanya sinyal pada frekuensi tertentu yang diteruskan ke sistem.

Kelemahan dari teknologi ADS-B adalah pengadaan pembangunan yang memakan waktu yang lama dan sangat mahal [2]. Oleh karena itu, penelitian ini merancang dan membangun sistem ADS-B yang dapat mengurangi biaya. Penelitian ini berfokus pada desain *power divider 4-way* yang berfungsi untuk mengintegrasikan 4 antena array pada sistem receiver ADS-B. Sistem ini akan diterapkan pada *Ground Station*, yang berfungsi sebagai penerima data dari transmitter.

Sebagai bagian dari sistem ADS-B, penulis merancang sebuah *power divider 4-way* untuk mengintegrasikan 4 antena array dengan metode Wilkinson. Pemilihan metode Wilkinson karena memiliki keunggulan isolasi yang tinggi antara port *output* dan membagi daya yang seimbang. Beroperasi pada frekuensi 1090 Mhz dengan impedansi 50Ω , Nilai koefisien pantul ($S_{1.1}$, $S_{2.2}$, $S_{3.3}$, $S_{4.4}$ dan $S_{5.5}$) adalah ≤ -10 dB, koefisien transmisi ($S_{1.2}$, $S_{1.3}$, $S_{1.4}$ dan $S_{5.5}$) pada *power divider* konfigurasi *2-way* dirancang untuk memiliki kerugian daya ≤ -3 dB, yang berarti daya dibagi rata antara dua saluran *output*, Sedangkan untuk *power divider* konfigurasi *4-way*, kerugian daya yang diharapkan ≤ -6 dB, dengan pembagian daya antara empat saluran *output*. Dalam perancangan ini, estimasi kerugian daya tambahan adalah 20%-30%, yang mengartikan bahwa sekitar -5 dB sampai -6 dB yang diharapkan dapat ditransmisikan dengan baik pada *power divider 2-way* dan -10 dB sampai -11 dB pada *power divider 4-way*. koefisien isolasi antar port ($S_{2.3}$, $S_{2.4}$, $S_{2.5}$, $S_{3.4}$, $S_{3.5}$ dan $S_{4.5}$) adalah ≤ -20 dB. Pada rancangan ini, simulasi fasa tidak disertakan. Karakteristik fasa diperoleh melalui pengukuran langsung secara fisik untuk memvalidasi performa secara langsung.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, peneliti merumuskan masalah pada perancangan *power divider* agar mampu mendistribusikan daya secara optimal pada *input* maupun *output* antena array, berikut merupakan rumusan masalahnya.

1. Belum tersedia *power divider* dengan metode Wilkinson pada sistem ADS-B untuk antena array.
2. Perlu dirancang *power divider 2-way* berbasis *microstrip* pada sistem ADS-B untuk antena array.
3. Dilakukan pengujian dan analisis kinerja *power divider 2-way* berbasis *microstrip* dari hasil simulasi dan hasil pengukuran sebagai tahap awal untuk pengembangan *power divider 4-way* berbasis *microstrip*.
4. Dirancang *power divider 4-way* berbasis *microstrip* pada sistem ADS-B untuk antena array.
5. Dilakukan pengujian dan analisis kinerja *power divider 4-way* berbasis *microstrip* dari hasil simulasi dan hasil pengukuran.

1.3 Tujuan Penelitian

Untuk menjawab rumusan masalah, peneliti menguraikan sub tujuan yang bertahap. Berikut tujuan pada penelitian ini, sebagai berikut:

1. Untuk memaksimalkan penerimaan sinyal ADS-B dan mendistribusikan daya secara optimal ke 4 jalur penerima, diperlukan kemampuan membagi daya tanpa penurunan kualitas yang signifikan akibat mismatch impedansi.
2. Untuk menilai sejauh mana daya dapat diteruskan ke beban, di mana koefisien pantul yang tinggi menunjukkan sebagian besar daya berhasil ditransmisikan, sementara koefisien pantul yang rendah mengindikasikan adanya pemborosan daya akibat pantulan kembali.
3. Untuk mengevaluasi koefisien transmisi pada *power divider*, dengan fokus pada efisiensi transmisi daya dari *input* ke *output*. Penelitian ini bertujuan untuk memastikan bahwa nilai koefisien transmisi pada *power divider 2-way* tidak melebihi ≤ -3 dB dan pada *power divider 4-*

way tidak melebihi ≤ -6 dB, guna meminimalkan kehilangan daya dan mengoptimalkan kinerja sistem transmisi sinyal.

4. Untuk memastikan bahwa nilai koefisien isolasi antar port ≤ -20 dB, guna memastikan bahwa sinyal pada satu *output* tidak bocor atau mempengaruhi sinyal pada *output* lainnya, sehingga kualitas transmisi sinyal tetap optimal.

1.4 Batasan dan Asumsi Penelitian

Untuk menciptakan hasil yang sesuai dan tidak menyimpang dari topik, maka penelitian ini memiliki Batasan. Berikut uraian Batasan masalah:

1. Berfokus pada pengintegrasian *power divider* pada antenna array pada sistem ADS-B OUT receiver yang terpasang pada ground.
2. Merancang system receiver ADS-B dengan frekuensi 1090 Mhz. Yang berfokus pada desain dan fabrikasi *power divider* dengan metode 4-way. Berikut spesifikasi yang dibahas:
 - Bahan substrat : FR4 Epoxy
 - Metode : Wilkinson
 - Frekuensi kerja : 1090 Mhz
 - Impedansi : 50 Ω
 - Resistor isolasi : 100 Ω
 - Koefisien pantul : ≤ -10 dB
 - Koefisien isolasi antar port : ≤ -20 dB
 - Koefisien transmisi : ≤ -3 sampai -7 dB (2-way)
 ≤ -6 sampai -11 dB (4-way)
3. Menggunakan teknologi mikrostrip dalam fabrikasi.
4. Desain dan proses simulasi menggunakan software CST Microwave Studio 2019.
5. Analisis kinerja *power divider* menggunakan S-Parameter yang telah ditentukan.

1.5 Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan, maka penelitian ini diharapkan memiliki manfaat, berikut beberapa manfaat penelitian, sebagai berikut:

1. Memberikan kontribusi dalam pengembangan desain dan optimasi Wilkinson *power divider* untuk peralatan *surveillance*, khususnya dalam mendukung teknologi ADS-B pada frekuensi 1090 Mhz. Hasil penelitian ini juga dapat menjadi referensi untuk penelitian serupa di bidang *surveillance* dan sistem distribusi daya.
2. Menghasilkan desain *power divider 4-way* yang sesuai spesifikasi teknis, sehingga dapat diimplementasikan pada sistem ADS-B *low-cost* dengan performa optimal.
3. Memberikan solusi praktis untuk distribusi daya sinyal dalam sistem ADS-B, yang dapat diterapkan pada perangkat pemantauan lalu lintas udara skala kecil, seperti stasiun pengawasan mandiri atau komunitas pemantau penerbangan.

1.6 Sistematika Penulisan

Pada penulisan laporan Tugas Akhir penelitian ini menyajikan pembahasan yang terbagi menjadi 5 bab. Secara singkat dapat diuraikan, sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini, terdapat beberapa uraian, dari latar belakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, manfaat penelitian dan sistematis penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Terdiri dari landasan teori yang sesuai dan mendasari pembuatan peralatan, serta pemaparan komponen atau sub-sistem yang digunakan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bagian ini, menjelaskan mulai dari bagian sistem ADS-B, tahapan penelitian, penentuan spesifikasi *power divider* dengan metode Wilkinson hingga perhitungan teoritis mikrostrip line untuk menentukan dimensi fisik jalur mikrostrip sebelum masuk ke tahap desain.

BAB IV HASIL PERCOBAAN dan ANALISIS

Dirancangnya dan optimasi pada simulasi yang belum memiliki hasil yang cukup, sehingga dapat berfungsi sesuai pada frekuensi kerja secara optimal dari simulasi sampai pengukuran fabrikasi, sehingga dapat dikomparasi dan dianalisis.

BAB V KESIMPULAN dan SARAN

Bagian ini dilakukan setelah dilakukannya tahap analisis, yang akan menjawab bagian rumusan masalah yang tertera dan berisi ringkasan hasil yang diperoleh. Bagian saran diberikan rekomendasi untuk pengembangan penelitian berikutnya agar dapat mengatasi kekurangan dan meningkatkan performa sistem.