

BAB I

PENDAHULUAN

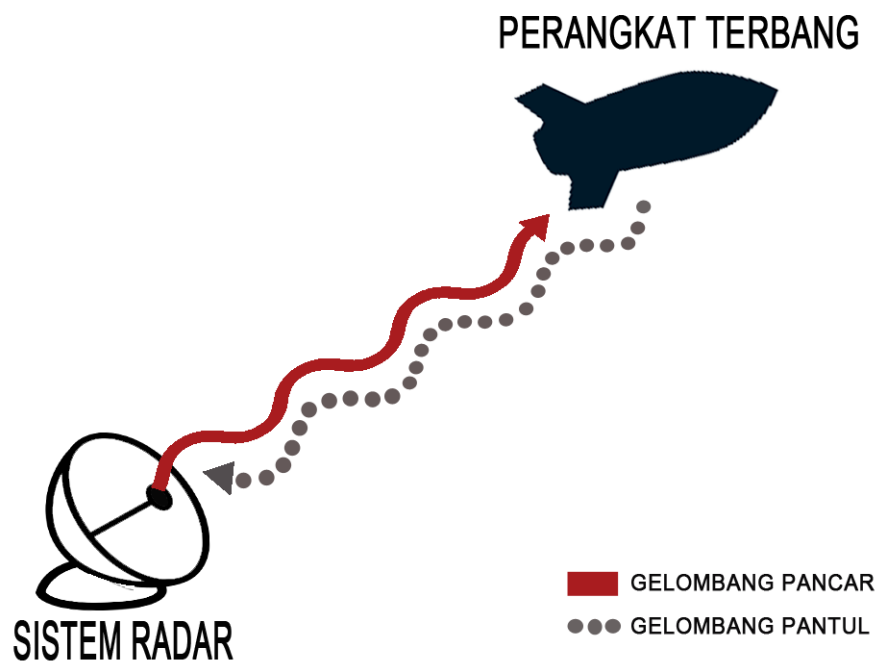
1.1 Latar Belakang

Teknologi militer yang banyak dikembangkan pada saat ini berorientasi pada objek terbang yang memiliki mobilitas tinggi seperti *drone* dan peluru kendali. Namun, untuk misi tertentu objek terbang harus memiliki kemampuan terdeteksi. Sistem radar mendeteksi keberadaan objek terbang dengan diterimanya gelombang pantul dari objek terbang yang memantulkan gelombang pancar. Konsep dari sistem radar yang mendeteksi keberadaan objek terbang ditunjukkan oleh Gambar 1.1. Anti-radar diperlukan untuk menjadikan objek terbang memiliki kemampuan tidak terdeteksi.

Tugas Akhir ini merancang anti-radar berbasis *absorber* sebagai material pelapis yang mampu menggagalkan sistem radar untuk mendeteksi keberadaan suatu objek. Anti-radar ini mampu bekerja pada beberapa jenis frekuensi dengan struktur material yang sama. Anti-radar ini memanfaatkan kemampuan menyerap gelombang yang dipancarkan sistem radar agar tidak ada gelombang pantul yang diterima oleh sistem radar sehingga sistem radar tidak dapat mendeteksi keberadaan objek terbang. Anti-radar menggunakan bahan metamaterial dengan metode *Active Frequency Selective Surface* (AFSS).

Terdapat beberapa penelitian sebelumnya yang membahas tentang metamaterial sebagai *absorber*. Referensi [1], [2], [3] merupakan metamaterial yang mempunyai fungsi ganda sebagai *absorber* dan dapat beralih sebagai *reflector*. Mode *switching* dapat dilakukan, karena kontrol resistif dari kombinasi metamaterial dan pin dioda [3]. Referensi [2] berfungsi sebagai *reflector* sempurna jika pin diode dalam keadaan mati dan beralih menjadi *absorber* jika pin diode dalam keadaan hidup. Referensi [1] berfungsi sebagai *reflector* sempurna pada frekuensi C-band (5 GHz – 6 GHz) dan beralih menjadi *absorber* pada rentang frekuensi 8.26 GHz^[1] – 12 GHz.

[1] Semua angka desimal ditulis dengan titik agar tidak menimbulkan kekeliruan pemahaman angka dalam himpunan.



Gambar 1.1 Konsep dari sistem radar yang mendeteksi keberadaan objek terbang.

Referensi [4], [5], [6], [7] adalah kombinasi dari metamaterial dan komponen resistif. Referensi [4] dapat menyerap gelombang elektromagnetik dengan persentase lebih dari 80 % pada gelombang yang memiliki panjang $8.14 - 11.59 \mu\text{m}$. Referensi [4] mengintegrasikan lima resonator *co-planar* ke dalam satu unit *patch*. Referensi [6] merupakan *absorber* metamaterial yang bersifat *broadband tunable* dengan komponen *lumped diode*. Referensi [6] menyerap sempurna dengan resistansi dioda 315Ω pada frekuensi $2.11 \text{ GHz} - 5.26 \text{ GHz}$.

Referensi [7] menggunakan metode *Frequency Selective Surface* (FSS) dengan menambahkan elemen resistif 2100Ω ke dalam metamaterial FSS berbentuk *octagonal patch* yang menghasilkan penyerapan sempurna pada frekuensi 2.5 GHz . Referensi [8] menggunakan metode FSS untuk mendapatkan rentang frekuensi penyerapan yang luas. Referensi [8] memperoleh nilai penyerapan sebesar -8 dB pada kisaran frekuensi $2.43 \text{ GHz} - 14 \text{ GHz}$. Referensi [9] menggunakan metode *Active Frequency Selective Surface* (AFSS) pada perancangan desain *patch* dengan menambahkan dioda *varactor* ke struktur *patch*. Metode AFSS ini memungkinkan metamaterial untuk memvariasikan jenis frekuensi kerja penyerapan. Referensi [10] membahas tentang *absorber* menggunakan metode AFSS dengan dua arah polarisasi gelombang, arah polarisasi yang digunakan adalah polarisasi ke sumbu x dan polarisasi ke

sumbu y. Referensi [10] mendapatkan nilai refleksi sebesar -10 dB pada frekuensi 3.75 GHz – 11.6 GHz dan nilai refleksi kurang dari -10 dB pada frekuensi 2.24 GHz – 5.76 GHz.

Referensi [11] membahas tentang metamaterial *absorber* sebagai *Radar for Absorbing Material* (RAM) pada teknologi *autonomous vehicles* dengan metode *Square Patch Frequency Selective Surface* (SP-FSS). RAM tersebut adalah anti-radar pasif yang hanya dapat bekerja pada frekuensi 77 GHz dengan nilai refleksi -37 dB. Dari beberapa penelitian sebelumnya, diketahui bahwa belum terdapat penelitian mengenai *absorber* untuk wahana terbang yang bekerja pada beberapa jenis frekuensi sekaligus. Oleh karena itu, Tugas Akhir ini mengusulkan rancangan anti radar berbasis *absorber* yang dapat menyerap pada beberapa jenis frekuensi dengan frekuensi utama 2.2 GHz dan nilai serapan lebih dari 90 %.

1.2 Rumusan Masalah

Teknologi *absorber* konvensional, jika diaplikasikan untuk teknologi anti-radar, hanya dapat menyerap satu jenis frekuensi radar. Jika seseorang mendeteksi sebuah objek terbang menggunakan jenis frekuensi yang berbeda, objek terbang dengan anti-radar berbasis *absorber* konvensional tetap terdeteksi. Hal ini menjadi salah satu kekurangan anti-radar berbasis *absorber* konvensional, karena wahana terbang tetap memantulkan sinyal jika radar pendeteksi menggunakan sinyal dengan frekuensi yang berbeda dengan frekuensi *absorber*.

1.3 Tujuan dan Manfaat

Tugas Akhir bertujuan merancang anti-radar berbasis *absorber* untuk wahana terbang yang mampu menyerap gelombang pada beberapa jenis frekuensi sekaligus sehingga akurasi anti-radar semakin tinggi. Persentase penyerapan gelombang rata-rata memiliki nilai lebih dari 90 %. Hasil Tugas Akhir ini diharapkan dapat membantu pengembangan teknologi militer Indonesia.

1.4 Batasan Masalah

Ruang lingkup pembahasan dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Perancangan *absorber* menggunakan metamaterial dengan bentuk *square patch* dan metode AFSS. *Absorber* memiliki spesifikasi frekuensi utama 2.2 GHz, frekuensi geser antara 2 GHz – 4 GHz, *bandwidth* lebih dari 2 MHz , dan penyerapan lebih dari 90 %.
2. Perancangan *absorber* menggunakan komponen tambahan berupa dioda *varactor* SMV2026-040LF.
3. Perancangan *voltage system* menggunakan komponen Arduino Uno R3.
4. Analisis kinerja teknologi anti-radar dalam Tugas Akhir ini berdasarkan hasil simulasi *absorber* pada *software* CST Studio Suite dan hasil simulasi *voltage system* pada *website online* Tinkercad

1.5 Metode Penelitian

Metode penelitian yang diterapkan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Studi Literatur
Tahap ini melakukan studi tentang teori dari penelitian sebelumnya dan analisis yang berkaitan dengan *absorber*, metamaterial, metode AFSS, *microcontroller* yang berasal dari berbagai sumber literatur. Literatur yang menjadi rujukan adalah buku, jurnal, *thesis*, *conference paper*. Tujuan dari tahap ini adalah mengetahui karakteristik metamaterial dan desain sistem *absorber* serta *voltage system*.
2. Perancangan *Absorber*
Tahap ini melakukan perancangan bentuk, ukuran serta rangkaian sistem *absorber* pada *software* CST Studio Suite dan perancangan rangkaian *voltage system* pada *website online* Tinkercad berdasarkan teori dan informasi yang didapat dari berbagai literatur.

3. Simulasi Sistem

Tahap ini melakukan simulasi kerja sistem *absorber* dan *voltage system* yang telah dirancang sebelumnya. Pada tahap ini simulasi menggunakan *software* CST Studio Suite dan *website online* Tinkercad.

4. Analisis dan Evaluasi

Tahap ini melakukan analisis kinerja anti-radar berdasarkan hasil perhitungan algoritma, hasil simulasi pada *software* CST Studio Suite dan hasil simulasi pada *website online* Tinkercad.

5. Penarikan Kesimpulan

Tahap ini melakukan penarikan kesimpulan berdasarkan dasar teori, perhitungan algoritma, hasil simulasi *absorber* pada *software* CST Studio Suite, hasil simulasi *voltage system* pada *website online* Tinkercad dan analisis kinerja teknologi anti-radar yang telah dilakukan.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk selanjutnya, sistematika penulisan dalam penyusunan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. BAB II Konsep Dasar

Bab ini membahas beberapa konsep dasar dan teori pendukung pada Tugas Akhir ini. Teori yang dibahas pada bab ini meliputi metamaterial, parameter *absorber*, dan gelombang elektromagnetik.

2. BAB III Model Sistem dan Perancangan Anti-Radar

Bab ini membahas tentang perancangan dan pemodelan anti-radar pada objek terbang. Perancangan anti-radar meliputi perancangan dan pemodelan *absorber* serta *voltage system*.

3. BAB IV Hasil dan Analisis

Bab ini menunjukkan hasil simulasi *absorber* pada *software* CST Studio Suite dan hasil simulasi *voltage system* pada *website online* Tinkercad beserta evaluasi maupun analisis hasil simulasi tersebut.

4. BAB V Kesimpulan dan Saran

Bab ini membahas tentang saran untuk penelitian selanjutnya dan kesimpulan dari perancangan, pemodelan maupun hasil simulasi anti-radar berbasis *absorber* yang telah dilakukan pada Tugas Akhir ini.