

RANCANG BANGUN ANTENA MIKROSTRIP PRINTED COLLINEAR DIPOLE ARRAY UNTUK APLIKASI ADSB RECEIVER

Yonef Carvalen Simamora¹, Dwi Andi Nurmantris², Yussi Perdana Saputera³

^{1,2,3}Universitas Telkom, Bandung

yonefcarvalen@student.telkomuniversity.ac.id¹, dwiandi@tass.telkomuniversity.ac.id²,

yussips@tass.telkomuniversity.ac.id³

Abstrak- ADS-B adalah sebuah sistem pemantauan (surveillance) penerbangan nir radar. Pesawat udara yang dilengkapi dengan sebuah transponder mengirimkan data penerbangan secara otomatis (automatic). Data penerbangan seperti posisi dan kecepatan diperoleh dari sistem satelit navigasi GNSS (Global Navigation Satellite System). Data penerbangan yang dipancarkan secara broadcast ini akan diterima dan diproses oleh stasiun penerima (ground station). Terminologi dependent menyatakan bahwa data penerbangan bukan diinisiasi oleh ground station (sebagaimana layaknya sistem radar), melainkan oleh pesawat udara. Antena merupakan salah satu perangkat yang berperan penting bagi komunikasi ADS-B ini, penerimaan signal terpenuhi, dengan perkembangan antena yang mengarah ke Gain dan bandwidth yang besar. Antena ini bekerja pada frekuensi 1090 MHz menggunakan substrat FR4. Antena mikrostrip akan dibuat simulasi dengan menggunakan software CST Suite Studio yang hasilnya akan direalisasikan kedalam bentuk fisik. Hasil pengukuran pada antena mikrostrip ini diharapkan dapat menunjukkan bahwa antenna memiliki bandwidth yang lebar dan dapat bekerja pada frekuensi 1090 MHz dengan nilai $VSWR \leq 2$, $return\ loss \leq -10$ dB, dan gain minimum 3 dB. Antena yang akan dirancang menggunakan pengembangan antena dipole dengan pengembangan menggunakan metode printed collinear.

Kata Kunci: Software CST Suite Studio, ADSB, Antena Mikrostrip.

Abstract- ADS-B is a non-radar flight monitoring system. An aircraft equipped with a transponder automatically sends flight data. Flight data such as position and speed are obtained from the GNSS (Global Navigation Satellite System) navigation satellite system. Flight data transmitted on this broadcast will be received and processed by the receiving station (ground station). Dependent terminology states that flight data is not initiated by a ground station (as befits a radar system), but by aircraft. Antenna is one of the devices that play an important role for ADS-B communication, signal reception is fulfilled, with the development of antennas that lead to large gain and bandwidth. This antenna works at a frequency of 1090 MHz using FR4 substrate. Microstrip antenna will be simulated using CST Suite Studio software, the results of which will be realized into physical form. The results of measurements on the microstrip antenna are expected to show that the antenna has a wide bandwidth and can work at a frequency of 1090 MHz with a value of $VSWR \leq 2$, $return\ loss \leq -10$ dB, and a minimum gain of 3 dB. The antenna will be designed using the development of the dipole antenna with the development using the printed collinear method.

Keywords: CST Suite Studio Software, ADSB, Antenna Microstrip, Aircraft.

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Teknologi telekomunikasi berkembang sangat pesat dan melingkupi banyak bidang termasuk bidang penerbangan. Teknologi Communication Navigation Surveillance/Air Traffic Management (CNS/ATM) yang berbasis satelit telah disepakati dan menjadi standar internasional dalam pengelolaan ruang udara di setiap negara dalam 10 Air Navigation Conference yang diselenggarakan di Montreal pada tahun 1991 untuk mengantisipasi pertumbuhan th penerbangan yang tinggi tanpa mengorbankan aspek keselamatan dan pengoperasiannya [1]. Automated Dependent Surveillance-Broadcast (ADS-B) merupakan

bagian dari teknologi CNS/ATM yang mampu menunjukkan lokasi pesawat menggunakan navigasi satelit Global Positioning System (GPS) dan memungkinkan pesawat untuk mengirimkan lokasi akurat pesawat dan data penerbangan (seperti ketinggian dan kecepatan) ke pesawat terdekat dan Air Traffic Controller (ATC).

Radio Detection And Ranging (RADAR) adalah sistem pengawas pesawat udara yang dapat melacak posisi pesawat udara. Namun RADAR masih mempunyai kekurangan, yaitu jarak untuk mendeteksi suatu objek terbatas, karena RADAR menggunakan sistem pantul [2]. Maka dari itu, dibuatlah sistem yang dapat memberikan informasi lebih pada pesawat udara, yang bernama

Automatic Dependent Surveillance - Broadcast (ADS-B). ADS-B adalah sistem penerbangan baru yang dapat mendeteksi data seperti RADAR. Perbedaannya adalah ADS-B menggunakan teknologi Global Navigation Satellite System (GNSS) untuk mengetahui posisi transponder dan ground station [3]. Sistem penerima ADS-B memakai frekuensi kerja sebesar 1,09 GHz, dengan polarisasi linier vertikal dan pola radiasi omni directional [4]. Pada bulan Desember 2016, teknologi ADS-B telah diuji coba di 2 bandara yaitu Bandara Hussein Sastranegara Bandung dan Bandara Ahmad Yani Semarang. Saat ini, Indonesia telah memiliki 31 Ground Station ADS-B yang dapat mencakup seluruh ruang udara Indonesia, meliputi 10 Ground Station terintegrasi dengan Jakarta Air Traffic Service Center (JATSC) dan 21 Ground Station terintegrasi dengan Makassar Air Traffic Service Center (MATSC). Terdapat 295 bandar udara yang tersebar di seluruh provinsi di Indonesia, dan sekitar 255 bandar udara non-radar yang membutuhkan perangkat ADS-B untuk ATC dan Surface Movement Monitoring, serta penambahan Ground Station di lokasi lain [5]. Antena mikrostrip adalah antena yang berdimensi kecil dan tipis, harga terjangkau untuk direalisasikan [6]. Antena mikrostrip memiliki beberapa kekurangan, yaitu bandwidth yang sempit, kapasitas daya rendah, dan high cross polarization [7]. Pada antena mikrostrip terdapat tiga susunan struktur lapisan yaitu patch, subtract dan ground plane.

Pada penelitian yang dilakukan ini, rancangan antena dengan judul sebagai berikut “**RANCANG BANGUN ANTENA MIKROSTRIP PRINTED COLLINEAR DIPOLE ARRAY UNTUK APLIKASI ADSB RECEIVER**”. Antena yang dirancang menggunakan bahan mikrostrip yang berbahan fr4.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan deskripsi latar belakang dan penelitian terkait, maka dapat dirumuskan beberapa masalah proyek akhir ini yaitu:

1. Melakukan perancangan dan pembuatan antena rancang bangun antena mikrostrip printed collinear dipole array untuk aplikasi ADSB *receiver* yang dapat bekerja pada frekuensi 1090 MHz, Bandwidth VSWR ≤ 2 (20 MHz), return loss ≤ -10 dB.
2. Membuat Hardware dari perancangan Antena tersebut dan dapat direalisasikan sesuai kegunaan dari alat tersebut.
3. Melakukan pengukuran terhadap Hardware untuk membandingkan dengan perhitungan dalam perancangan.

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari Proyek Akhir ini adalah membuat rancang bangun antena mikrostrip printed collinear dipole array untuk aplikasi adsb receiver yang dapat bekerja pada frekuensi 1090 MHz pada aplikasi ADS-B Receiver, dengan lebar bandwidth yang diharapkan sebesar 20 MHz, return loss < -10 dB dan gain minimum 3 dB untuk memenuhi kebutuhan penelitian penerimaan ADS-B menggunakan substrat FR4 untuk simulasi

dan perancangan software CST Suite Studio dan SDR ADS-B kits.

1.4 Batasan Masalah

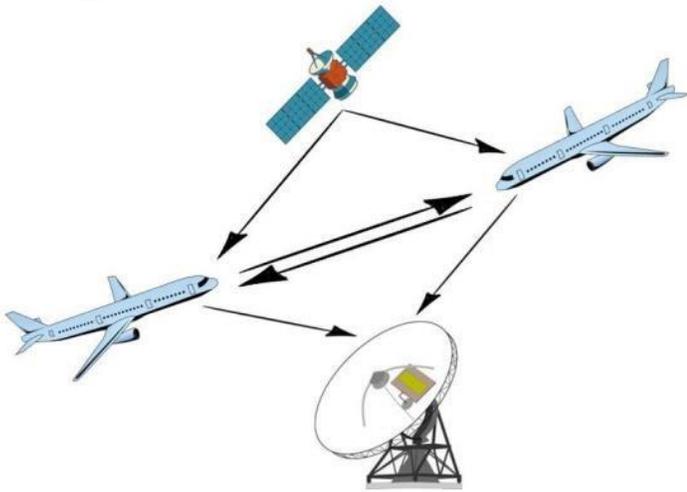
Batasan masalah pada Proyek akhir ini digunakan karena sesuai dengan pengalokasian antena rancang bangun antena mikrostrip printed collinear dipole array untuk aplikasi adsb receiver yang dapat bekerja pada frekuensi 1090 MHz, batasan masalahnya antara lain:

- a. Spesifikasi antena yang diinginkan:
 - Bahan Substrat : FR4 Epoxy
 - Metode : Mikrostrip
 - Frekuensi kerja : 1090 MHz
 - Bandwidth : 20 MHz
 - VSWR : < 2
 - Return Loss : < -10
 - Impedansi : 50 Ω
 - Polarisasi : Linier Vertikal
 - Pola Radiasi : Omnidireksional
- b. Menggunakan jenis *mikrostrip*
Menggunakan *software CST Studio Suite 2019* untuk perancangan dan simulasinya.

2. Landasan Teori

2.1 Automatic Dependent Surveillance Broadcast (ADS-B)

Automatic Dependent Surveillance Broadcast merupakan sistem pengawasan udara yang digunakan untuk mengetahui posisi pesawat, kode pesawat, ketinggian, dan data lainnya. ADS-B secara periodik memancarkan informasi dan data - data lain ke pesawat lain, ke satelit, dan ke stasiun bumi. Sistem ADS-B terletak pada pesawat terbang yang beroperasi menggunakan satelit [6]. ADS-B memiliki 2 jenis, yaitu ADS-B in dan ADS-B out. Kedua sistem tersebut memiliki fungsi yang berbeda. ADS-B in berfungsi untuk menerima informasi antar pesawat dan mengirimkan informasi ke ground station atau ATC (*Air Traffic Control*) di bandar udara. ADS-B out berfungsi untuk memberikan informasi rute, kedatangan setiap pesawat, dan memberikan informasi identitas pesawat, ketinggian, kecepatan, dan posisi pesawat [2].



Gambar 2. 1 Sistem ADS-B

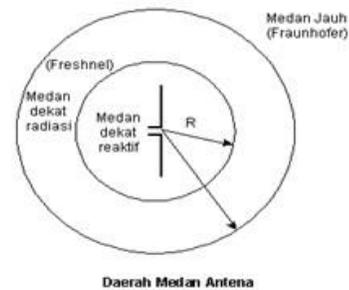
Gambar 2.1 menjelaskan tentang cara kerja sistem ADS-B. Antena pemancar ADS-B terletak di pesawat dengan menggunakan sistem navigasi onboard untuk memperoleh informasi. Setiap 1 detik, pesawat menyiarkan posisi, ketinggian, dan data lain ke pesawat terdekat yang sudah dilengkapi teknologi ADS-B dan ke stasiun bumi, bandar udara. Antena di satelit berguna untuk mencari pesawat serta mengetahui posisi pesawat. Setelah posisi pesawat sudah didapatkan, lalu transponder memberikan sinyal informasi kepada stasiun bumi. Setelah data diterima oleh stasiun bumi, data diolah dan disiarkan [3]. Pada Peraturan Direktur Jendral Perhubungan Udara nomor KP 103 Tahun 2015 tentang Standar Teknis Fasilitas Telekomunikasi Penerbangan, terdapat spesifikasi teknis ADS-B. Tabel 2.1 akan menyebutkan beberapa spesifikasi teknis pada ADSB.

2.2 Antena

Antena secara umum merupakan suatu perangkat yang bisa memancarkan dan menerima gelombang elektromagnetik dan dapat didefinisikan sebagai transduser, karena mengubah arus listrik bolak balik (ac) menjadi gelombang elektromagnetik. Dalam penjarannya dari suatu pemancar menuju penerima yang jauh jaraknya, gelombang elektromagnetik mengalami pengurangan energi, sehingga ketika diterima oleh penerima, kekuatan sinyal sudah berkurang. Untuk dapat diterima dengan baik oleh penerima atau receiver maka perlu diperhatikan parameter-parameter yang menjadi dasar antena seperti *gain*, pola radiasi, polarisasi, dan direktivitas [12]. sistem komunikasi wireless atau komunikasi yang tidak menggunakan kabel peranan antena sangat penting, yaitu untuk meradiasikan dan menerima gelombang elektromagnetik. Antena merupakan suatu alat transisi antara saluran transmisi dan udara bebas. Karena merupakan perangkat perantara antara media kabel dan udara, maka antena harus mempunyai sifat yang sesuai dengan media kabel pencatunya.

Medan radiasi dari sebuah antena yang sedang memancarkan dikarakterisasi oleh vektor Poynting kompleks $E \times H$ dimana E

merupakan vektor medan listrik dan H merupakan vektor medan magnet. Semakin dekat dengan antena, vektor Poynting bernilai imajiner (reaktif) dan (E,H) berkurang jauh lebih drastis terhadap $1/r$, sementara itu saat vektor Poynting bernilai real (radiating) dan (E,H) berkurang sebanding dengan $1/r$ artinya semakin jauh dengan antena [9]. Antena mempunyai daerah elektromagnetik yaitu medan radiasi dekat, medan radiasi jauh dan medan reaktif. Daerah medan radiasi dekat berada dalam jarak $\lambda/2\pi < r < 2D^2/\lambda$, dimana D merupakan dimensi terbesar antena. Daerah medan radiasi dekat sering disebut juga zona Fresnel. Daerah medan radiasi jauh berada pada $r > 2D^2/\lambda$ atau $r < 10\lambda$ (kriteria antena kecil), Daerah medan radiasi jauh sering disebut juga zona Fraunhofer. Daerah medan reaktif, Medan reaktif ini mencakup jarak $0 < r < \lambda/2\pi$, dimana λ merupakan panjang gelombang dari antena, didaerah ini merupakan ruang yang berada di sekeliling antena.



Gambar 2.2 Daerah Medan Elektromagnetik Antena

2.3 Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip merupakan salah satu jenis antena yang berbentuk papan (board) tipis dan mampu bekerja pada frekuensi yang sangat tinggi. Antena mikrostrip dibuat dengan menggunakan sebuah substrat yang mempunyai tiga buah lapisan struktur dari substrat. Lapisan-lapisan tersebut adalah

- Trace atau konduktor
Trace ini yang disebut juga patch, merupakan lapisan teratas dari substrat, lapisan ini biasanya terbuat dari konduktor. Konduktor umumnya terbuat dari bahan tembaga, aluminium, atau emas. Pada lapisan ini akan dibentuk menjadi suatu bentuk tertentu untuk mendapatkan suatu pola radiasi seperti yang diinginkan.
- Dielektrik
Bagian tengah dari substrat, pada lapisan ini digunakan bahan dielektrik. Dielektrik dengan ketebalan h memiliki permitivitas relatif (ϵ_r) berkisar antara 2,2 hingga 10. Konstanta dielektrik dibuat rendah untuk meningkatkan medan limpahan yang berguna dalam radiasi.
- Groundplane

Lapisan paling bawah dari substrat dinamakan groundplane, yang memiliki bentuk geometris sederhana, misalkan lingkaran, persegi panjang, segitiga atau bentuk lain yang berfungsi sebagai reflektor untuk memantulkan sinyal yang tidak diinginkan.

2.4 Antena patch Rectangular

Patch rectangular *patch* atau *patch* segi empat antena merupakan konfigurasi yang paling banyak digunakan karena bentuknya memungkinkan dibaca secara analisa teoritik. Patch segiempat sejauh ini merupakan konfigurasi mikrostrip yang paling banyak digunakan. Patch segiempat lebih mudah dibuat karena bentuknya yang lebih sederhana. Hanya dengan menyisakan metal yang berbentuk segiempat pada proses etching antena ini dapat dibuat. Antena rectangular patch juga sering dimodelkan seperti saluran transmisi mikrostrip dengan panjang (L), lebar (W), dan ketebalan substrat (h). Persamaan yang digunakan untuk mencari panjang dan lebar dari antena mikrostrip adalah sebagai berikut [10][6]. :

$$W = \frac{c}{2f_0 \sqrt{\frac{\epsilon_r + 1}{2}}} \quad \dots(2.1)$$

Dimana:

c : kecepatan cahaya diruang bebas ($3 \cdot 10^8$ m/s) ϵ_r : konstanta dielektrik (F/m) W : lebar konduktor (m) f_0 : frekuensi kerja antena yang diinginkan (Hz) Sedangkan untuk menentukan dari panjang patch (L) diperlukan parameter ΔL yang merupakan pertambahan panjang dari L akibat adanya fringing effect.

Diperlukan juga panjang *patch* efektif (L_{eff}) yang dirumuskan sebagai berikut [3] :

$$L_{eff} = \frac{c}{2f_0 \sqrt{\epsilon_{re}}} \quad \dots(2.2)$$

Sehingga panjang *patch* (L) dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$L = L_{eff} - 2\Delta L \quad \dots(2.3)$$

Pertambahan panjang dari L (ΔL) tersebut dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\frac{\Delta L}{h} = \frac{0.412 (\epsilon_{re} + 0.3) \left(\frac{W}{h}\right)^{0.264}}{(\epsilon_{re} - 0.258) \left(\frac{W}{h} + 0.8\right)} \quad \dots(2.4)$$

Dimana h adalah tebal dari substrat, dan ϵ_r merupakan konstanta dielektrik efektif yang dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\epsilon_{re} = \left(\frac{\epsilon_r + 1}{2}\right) \left(\frac{\epsilon_r - 1}{2}\right) \left(1 + 12 \frac{h}{W}\right)^{-1/2} \quad \dots(2.5)$$

Diperlukan juga panjang *patch* efektif (L_{eff}) yang dirumuskan sebagai berikut:

$$L_{eff} = \frac{c}{2f_0 \sqrt{\epsilon_{re}}} \quad \dots(2.6)$$

Sehingga panjang *patch* (L) dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$L = L_{eff} - 2\Delta L \quad \dots(2.7)$$

2.5 Ground Plane Antena Mikrostrip

Idealnya *groundplane* yang digunakan memiliki luas dan tebal yang tidak terhingga (*Infinite Ground Plane*), namun hal ini tidak mungkin direalisasikan sehingga harus disiasati dengan cara menciptakan kondisi *finite ground plane*. Dimensi minimal *groundplane* yang dibutuhkan untuk menciptakan kondisi ini dapat dihitung dengan rumus berikut [10][6].

$$Ag = 6t + A \quad \dots(2.8)$$

Dimana:

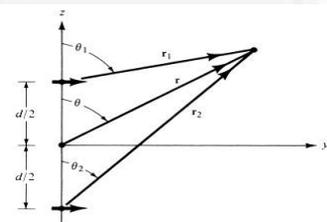
t : tinggi substrat a : lebar dan panjang *patch* (W, L)

2.6 Antena Array

Antena mikrostrip *array* adalah pengembangan dari antena mikrostrip yang merupakan gabungan dari beberapa elemen peradiasi yang membentuk suatu jaringan. Ada beberapa macam konfigurasi antena *array*, di antaranya linear, planar, dan sirkular [4]. Pengelompokan elemen antena menghasilkan beberapa keuntungan seperti : direktivitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan elemen antena tunggal. Antena *array* merupakan susunan dari beberapa antena yang identik. Dalam mikrostrip yang di susun secara *array* adalah bagian *patch*. Ada beberapa konfigurasi antena *array* di antaranya linier, planar dan sirkular. Masing-masing konfigurasi memiliki keuntungan. Antena *array* planar adalah *array* dengan susunan elemen *array* membentuk area berbentuk kotak.

2.7 Linier Array

Pada susunan antena linier, elemen –elemen yang identik di susun dalam 1 garis lurus[11][12] :



Gambar 2.6 Linier Array [11] [12] Element total pada 2 elemen array [11][12]:

$$E_t = E_1 + E_2 = \bar{a}_0 j \eta \frac{k I_0 l}{4\pi} \left\{ \frac{e^{-j(kr_1 - (\frac{\beta}{2}))}}{r_1} \cos \phi_1 + \frac{e^{-j(kr_2 + (\frac{\beta}{2}))}}{r_2} \cos \phi_2 \right\} \dots (2.9)$$

Array faktor Untuk 2 elemen array, nilai array factor adalah [11][12]:

$$AF = 2 \cos \left[\frac{1}{2} (kd \cos \theta + \beta) \right] \dots (2.10)$$

$$E_{total} = E_{single \text{ element at reference point}} \times \text{Array Factor} \dots (2.11)$$

Array faktor untuk N-elemen susunan adalah sebagai berikut [11][12]:

$$AF = 1 + e^{+j(kd \cos \theta + \beta)} + e^{+2j(kd \cos \theta + \beta)} + \dots + e^{j(N-1)(kd \cos \theta + \beta)} \dots (2.12)$$

$$AF = \sum_{n=1}^N e^{j(n-1)(kd \cos \theta + \beta)} \dots (2.13)$$

Maka dapat di tulis [11][12]:

$$AF = \sum_{n=1}^N e^{j(n-1)\theta} \dots (2.14)$$

Dimana

$$\theta = kd \cos \theta + \beta \dots (2.15)$$

Keterangan

E_1 = medan listrik elemen pertama

E_2 = medan listrik elemen kedua $K =$

r_1
= jarak elemen pertama terhadap objek

r_2
= jarak elemen kedua terhadap objek
konstanta pergeseran fasa sebesar $\frac{2\pi}{\lambda}$

d = jarak antar elemen
 θ

= sudut main beam antenna array
 β = beda fasa catuan tiap elemen

a_n = amplitudo elemen tunggal

2.8 Lebar Saluran Transmisi

Antena ini menggunakan metode *coupled line* sebagai teknik pencatumannya. Untuk lebar saluran pencatu (W_0) dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut.[10]

$$W_{slt} = \frac{2h}{\pi} \left\{ (B - 1 - \ln(2B - 1)) + \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r} \left[\ln(B - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{\epsilon_r} \right] \right\} \dots (2.23)$$

$$B = \frac{60\pi}{z\sqrt{\epsilon_r}} \dots (2.24)$$

Dimana:

W_{slt} = lebar saluran mikrostrip

Z = 50 Ω

h = tinggi substrat (mm)

ϵ_r = konstanta dielektrik 4.3

π = 3.14.

2.9 Panjang Saluran Transmisi

Quarter wave transformer (transformator $\frac{1}{4} \lambda$) merupakan potongan saluran transmisi dengan panjang $\frac{1}{4} \lambda$ yang memiliki kemampuan dapat mentransformasikan suatu impedansi riil ke impedansi riil yang lain. Panjang gelombang dalam saluran transmisi mikrostrip tergantung pada konstanta dielektrik efektif yaitu :

$$\lambda_g = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon_e}} = \frac{c}{f_0 \sqrt{\epsilon_e}} \dots (2.26)$$

$$Ln = \frac{\lambda_g}{4} \dots (2.27)$$

Dimana:

λ_0 = panjang gelombang dalam ruang bebas

Ln = panjang saluran transmisi pada *section n* $c = 3 \cdot 10^8$ m/s

3. Perancangan Dan Simulasi

3.1 Pendahuluan

Perancangan dan realisasi antenna rancang bangun antenna mikrostrip printed collinear dipole array untuk aplikasi adsb receiver yang dapat bekerja pada frekuensi 1090 MHz dengan menggunakan CST MICROWAVE STUDIO (CST MWS) adalah *software* yang dapat digunakan untuk membuat desain dan menganalisis dari semua jenis sistem antenna. *Tools* ini sangat membantu seorang desainer antenna melakukan analisa parameter antenna, perhitungan S Parameter, perhitungan VSWR, Gain, polarisasi dan polaradiasi atau mengkaji antenna dalam 3D, berdasarkan polar dan koordinat cartesius. fitur yang disajikan pada perangkat lunak ini memudahkan dalam analisis elektromagnetik.



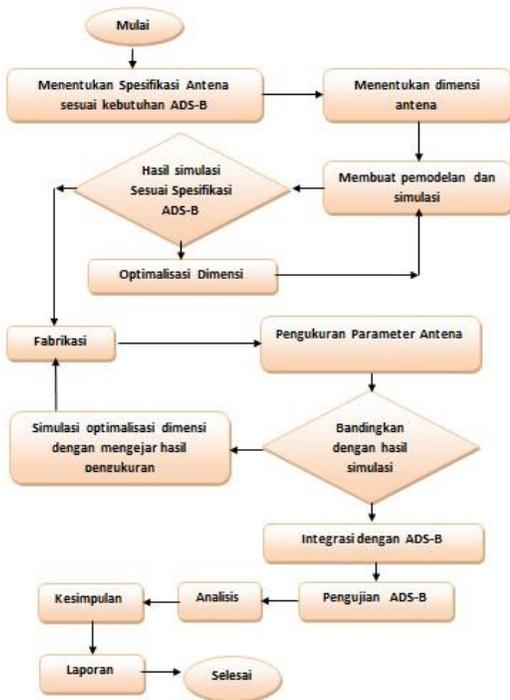
Gambar 3.1 CST Studio Suite

antena pada proposal proyek akhir ini adalah:
Spesifikasi antena :

- a. Spesifikasi antena :
 - Bahan Substrat : FR4 Epoxy
 - Frekuensi kerja : 1090 MHz
 - Bandwidth : 20 MHz
 - VSWR : < 2
 - Return loss : < -10
 - Impedansi : 50 Ω
 - Polarisasi : Linier Vertikal
 - Pola Radiasi : Omnidireksional

3.2 Skema Perancangan

Merancang antena rancang bangun antena mikrostrip *printed collinear dipole array* untuk aplikasi ADSB receiver yang dapat bekerja pada frekuensi 1090 MHz memerlukan beberapa tahapan kerja, maka dari itu berikut adalah diagram alir tahapan pengerjaan Proyek akhir :



Gambar 3.2 Diagram Alir Skema Perancangan

3.3 Spesifikasi Antena

Merancang antena diharuskan mengetahui spesifikasi dari antena yang akan dibuat, seperti frekuensi kerja, *VSWR*, *Return loss*, impedansi, polarisasi dan *gain*. Spesifikasi perancangan

- a. Menggunakan jenis *microstrip*
- b. Menggunakan *software CST Studio Suite 2019* untuk perancangan dan simulasinya.
Menggunakan *software CST Studio Suite 2019* untuk perancangan dan simulasinya.

Merancang antena pasti menggunakan substrat, substrat ini mempengaruhi perancangan dan perhitungan didalam membuat antena, maka dalam proposal proyek akhir ini substrat yang akan digunakan dalam perancangan antena ini adalah FR4, memiliki spesifikasi substrat sebagai berikut:

- Permittivitas dielektrik bahan (ϵ_r) : 4.4
- Ketebalan : 1,6 mm per *layer*.

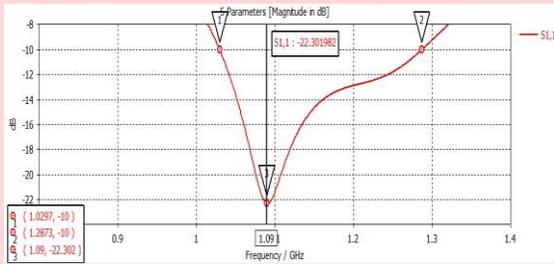
3.4 Penentuan Dimensi Antena

Bahan yang digunakan untuk lapisan ground plane dan Peradiasi adalah tembaga. Tembaga dipilih karena sifatnya yang mampu meradiasikan gelombang elektromagnetik cocok untuk lapisan Peradiasi dan tembaga juga mampu memantulkan gelombang elektromagnetik, sehingga cocok untuk lapisan ground plane yang fungsinya sebagai reflector gelombang elektromagnetik. Konstanta dielektrik (ϵ_r) tembaga bernilai 1 dan memiliki ketebalan sebesar 0,035 mm. Untuk bahan substrat dielektrik ada berbagai macam jenis dan nilai permitivitas. Namun, substrat yang umum digunakan adalah yang nilai permitivitasnya $2 \leq \epsilon_r \leq 12$. Substrat yang baik adalah substrat yang memiliki nilai permitivitas kecil dengan dimensi yang tipis. Pada penelitian ini, akan digunakan substrat FR 4 dengan $\epsilon_r = 4,4$ dan ketebalan 1,6 mm. FR 4 dipilih karena nilai permitivitasnya tidak terlalu besar. Dan tidak lupa juga menentukan jenis catuan dan dimensi pencatuan.

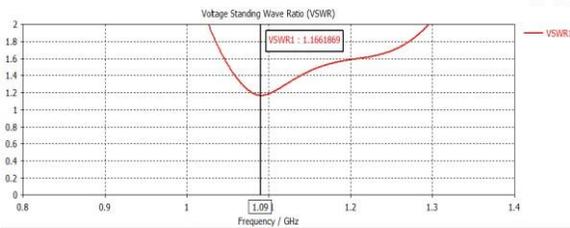


3.5 Simulasi Single Dipole Mikrostrip

Gambar 3.3 Hasil Simulasi Mikrostrip Beda 1 Sisi 1 Bidang



Gambar 3.4 Hasil Return Loss



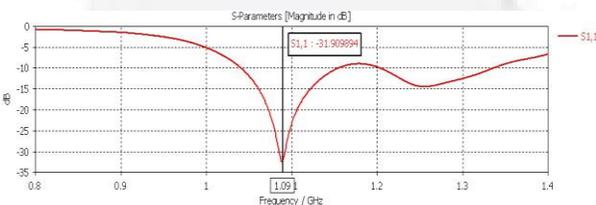
Gambar 3.5 Hasil VSWR

Dari Gambar 3.4 dan 3.5 terlihat bahwa nilai *return loss* dan VSWR yang sesuai dengan harapan dan spesifikasi yang diinginkan. Nilai *return loss* yang didapat pada frekuensi 1,09 GHz sebesar -22,301982 dB dengan nilai VSWR 1,1661869. Dengan nilai *return loss* dari *bandwidth* $\pm 268,6$ MHz dari frekuensi 1,0265 GHz sd 1,2951 GHz adalah batas -10 dB dengan VSWR 2.

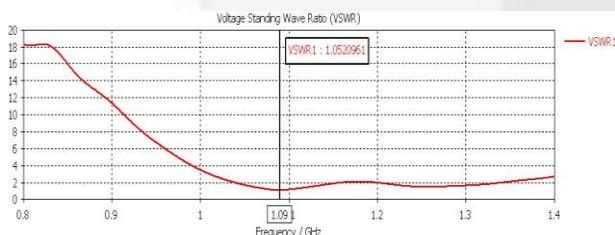
3.9 Simulasi Single Dipole 2 Sisi 1 Bidang



Gambar 3.6 Hasil Simulasi Single Dipole 2 Sisi 1 Bidang



Gambar 3.7 Hasil Return Loss



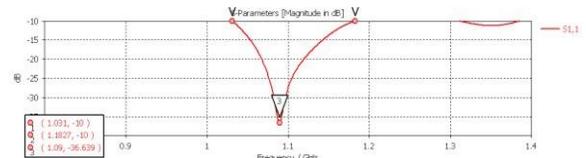
Gambar 3.8 Hasil VSWR

Dari Gambar 3.7 dan 3.8 dapat diketahui bahwa adanya peningkatan dari nilai *return loss* dan VSWR yang sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Nilai *return loss* yang didapat pada frekuensi 1,09 GHz sebesar -31,909894 dB dengan nilai VSWR 1,0520961. Dengan nilai *return loss* dari *bandwidth* $\pm 114,4$ MHz dari frekuensi 1,0405 GHz sd 1,1549 GHz adalah batas -10 dB dengan VSWR 2.

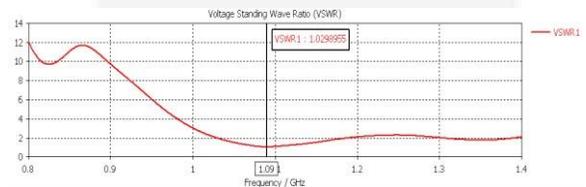
3.10 Simulasi Array Dipole Mikrostrip Maksimum



Gambar 3.9 Hasil Simulasi Array



Gambar 3.10 Hasil Return Loss



Gambar 3.11 Gambar VSWR

Dari Gambar 3.37 dan 3.38 terlihat bahwa dengan adanya peningkatan dari nilai *return loss* dan VSWR yang sesuai dengan harapan dan spesifikasi yang diinginkan. Nilai *return loss* yang didapat pada frekuensi 1,09 GHz sebesar 36,639 dB dengan nilai VSWR 1,0298955. Dengan nilai *return loss* dari *bandwidth* $\pm 151,7$ MHz dari frekuensi 1,031 GHz sd 1,1827 GHz adalah batas -10 dB dengan

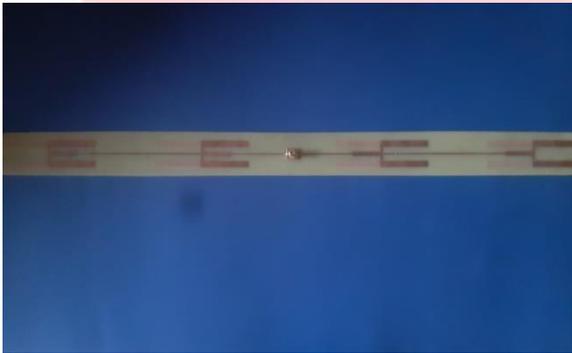
VSWR 2.

4. Pengujian Dan Analisis

4.1 Realisasi Antena Mikrostrip Array

Setelah dilakukan perhitungan dan perancangan, dilakukan langkah selanjutnya yaitu simulasi dengan menggunakan software CST Studio Suite 2019. Apabila hasil simulasi belum memenuhi spesifikasi awal antenna yang diharapkan maka dilakukan langkah optimalisasi guna mendapatkan hasil yang diinginkan sesuai spesifikasi antenna yang diinginkan. Setelah mendapatkan hasil yang diinginkan, maka langkah selanjutnya ialah fabrikasi untuk merealisasikan antenna yang telah

disimulasikan. Pada gambar 4.1 merupakan hasil dari pabrikasi antenna yang telah disimulasikan sebelumnya.



Gambar 4.1 Hasil Pabrikasi

4.2 Pengukuran Antena

Pengukuran antena dilakukan untuk mengetahui nilai karakteristik antena yang telah dirancang dan dipabrikasi. Selain itu pengukuran juga dilakukan untuk mengetahui apakah antena yang dipabrikasi memiliki karakteristik yang sesuai dengan spesifikasi awal yang ditentukan. Kemudian hasil pengukuran dibandingkan dengan simulasi lalu dianalisa hasil perbandingannya.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil simulasi perancangan serta pengukuran antena mikrostrip printed collinear dipole array dengan frekuensi kerja pada 1090 MHz, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil simulasi didapatkan nilai *return loss* sebesar -36,639 dB, *bandwidth* sebesar 151 MHz, VSWR sebesar 1.029, impedansi sebesar $49,672\Omega$, yang memiliki pola radiasi omnidireksional, polarisasi linear vertikal, dan mendapatkan *gain* sebesar 4,64 dBi.
2. Berdasarkan hasil pengukuran didapatkan nilai *return loss* sebesar 27,89 dB, *bandwidth* sebesar 191,75 MHz, VSWR sebesar 1.089, impedansi sebesar $51,93\Omega$, yang memiliki pola radiasi omnidireksional, polarisasi elips, dan mendapatkan *gain* sebesar 6,18 dBi.
3. Antena ini sudah dapat direalisasikan, walaupun ada hasil yang berbeda dari spesifikasi yang sudah ditentukan karena jika dalam simulasi semua keadaan dianggap ideal, namun pada

kenyataannya tidak ideal karena ada rugi-rugi sehingga ada nilai yang tidak sesuai antara spesifikasi, simulasi dan pengukuran.

4. Perbedaan hasil pabrikasi dan simulasi disebabkan beberapa faktor diantaranya adalah faktor bahan substrat antena dan jenis konektor yang digunakan pada pabrikasi juga dapat mempengaruhi perbedaan antara simulasi dengan pabrikasi.

5.2 Saran

Pada Proyek Akhir ini, penulis menyadari masih terdapat kekurangan dengan harapan untuk peneliti selanjutnya mendapatkan hasil kinerja antena yang lebih optimal. Adapun saran penulis untuk pengembangan lanjutan proyek akhir ini :

1. Jenis substrat mungkin dapat diganti dengan yang lebih baik lagi agar dapat menghasilkan karakteristik antena yang lebih optimal.
2. Pemilihan bahan dielektrik harus diperhatikan, akan lebih baik jika memilih bahan yang memiliki nilai rugi-rugi kecil agar mendapatkan hasil yang lebih ideal
3. Kualitas bahan timah dan bahan konektor yang digunakan dapat mempengaruhi hasil pengukuran.
4. Untuk dilakukan pengembangan perlu dilakukan penelitian yang lebih agar mendapat nilai gain dan polarisasi yang paling baik dari antenna ini.
5. Lakukan pengukuran diruang anechoic chamber yang memiliki rotator otomatis agar memudahkan pengukuran dan mengurangi interferensi.

6. Referensi

- [1] Th 10 Air Navigation Conference, Montreal.
- [2] B. S. Ali, "System Specifications for Developing an Automatic Dependent Surveillance-Broadcast (ADS-B) Monitoring System," Int. J. Crit. Infrastruct. Prot., p. 2, 2015.
- [3] A. Abdulaziz, A. S.Yaro, A. A. Adam, M. T. Kabir, and H. B. Salau, "Optimum Receiver for Decoding Automatic Dependent Surveillance Broadcast (ADS-B) Signals," Am. J. Signal Process., pp. 23–31, 2015.
- [4] R. Garg, Microstrip Antenna Design Handbook. Artech House, 2001.
- [5] J. Wiley and Sons, Antenna Theory Second Edition. C. A. Balanis, 1938.

- [6] Ristekdikti, "Sistem Pemantau Penerbangan Nir Radar Berbasis ADS-B Buatan dalam Negeri," Kementrian Ris. Teknol. dan Pendidik. Tinggi, 2016.
- [7] D. G. Fang, "Antenna Theory and Microstrip Antennas," 2017.
- [8] Essa Alkautsar Suteja, Perancangan Antena Mikrostrip untuk Penerima Sinyal ADS-B Pada Satelit Nano, Bandung: Universitas Telkom, 2018.
- [9] H. D. B. Islam, "Rancangan Antena RTL-SDR R820T2 Untuk Receiver Automatic Dependent Surveillance Broadcast Guna Meningkatkan Pelayanan Navigasi Penerbangan di Bandar Udara Internasional Lombok", Program Studi Teknik Navigasi Udara, Jurusan Teknik Penerbangan Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia.
- [10] THALES. 2007. Technical Manual ADSB ground station AS680/682 and RCMS. Stuttgart.
- [11] J. D. Krauss, Antennas., united states: Wiley Inter Science, 1998.
- [12] C. A. Balanis, Antena Theory Analisis and Design 3rd Edition. United Science, Wiley Inter Science, 2005.
- [13] Yussi Perdana Saputera, dkk, "Small antenna using transmission line uniform for X-band navigation radar", 2015 International Workshop on Antenna Technology, iWAT 2015 vol. , 23 December 2015.
- [14] Yussi Perdana Saputera, dkk, Proceedings of 2014 8th International Conference on Telecommunication Systems Services and Applicati vol. , 23 March 2015.
- [15] Yussi Perdana Saputera, dkk, Compact power combiner integrated with coupler and microstrip cavity filter for x-band surveillance radar", Telkomnika (Telecommunication Computing Electronics and Control) vol. 15, March 2017.
- [16] J.L. Volakis, C. Chen, and K. Fujimoto. "Small antennas: miniaturization techniques and applications". *McGraw Hill*. New York, NY, USA. 2010.
- [17] J. R. James dan P. S. Hall, Handbook of Microstrip Antenna, London : Peter Peregrinus Ltd, 1989.