

Analisis Performa Antena *Microstrip*, *Folded Dipole* dan *Open Dipole* 1090 MHz Pada ADS-B Receiver Pesawat

Performance Analysis of Microstrip Antenna, Folded Dipole and Open Dipole 1090 MHz on ADS-B Aircraft Receiver

Umi Kalsum Sania¹
Ade Silvia Handayani^{2*}
Sarjana³
Nyayu Latifah Husni⁴
Abdul Rahman⁵

^{1,2,3,5} Fakultas Teknik Elektro, Program Studi Teknik Telekomunikasi, Politeknik Negeri Sriwijaya

⁴ Fakultas Teknik Elektro, Program Studi Teknik Mekatronika, Politeknik Negeri Sriwijaya

¹umikalsumsania@gmail.com, ²ade_silvia@polsri.ac.id, ³anna.sarjana@gmail.com,

⁴nyayu_latifah@polsri.ac.id, ⁵a_rahman_hamid@yahoo.co.id

***Penulis Korespondensi:**

Ade Silvia Handayani
ade_silvia@polsri.ac.id

Riwayat Artikel:

Diterima : 8 Agustus 2022
Direview : 25 Agustus 2022
Disetujui : 12 Desember 2022
Terbit : 15 Desember 2022

Abstrak

Automatic Dependent Surveillance-Broadcast (ADS-B) memiliki fungsi sangat penting untuk monitoring pesawat. Setiap pesawat yang mengudara dilengkapi dengan transponder yang memancarkan setiap dua kali dalam tiap detik informasi ketinggian, posisi, kecepatan, arah, dan informasi lainnya ke stasiun darat dan pesawat lainnya. Alat ini berperan dalam mendukung keselamatan transportasi udara dalam meningkatkan keselamatan. Pada penelitian ini merancang dan simulasi desain antena dilakukan pada aplikasi CST Studio untuk antena mikrostrip dan aplikasi MMANA-GAL untuk antena *folded dipole* dan *open dipole*. Hasil perancangan ketiga jenis antena tersebut dilakukan pengujian perangkat berdasarkan performa antena. Pada data pengujian berdasarkan performa antena, perolehan secara umum dari parameter jarak tarjauh pesawat yang mampu dijangkau yang pertama ditempati oleh antena *folded dipole* dengan jarak 148,7156 km. Kemudian diikuti dengan antena open dipole dengan jarak 127,0472 km dan yang terakhir antena mikrostrip dengan jarak yang diperoleh sebesar 126,4916 km. Sedangkan pada parameter jumlah pesawat terbanyak yang mampu dideteksi ditempati oleh antena mikrostrip dengan jumlah pesawat sebanyak 16, diikuti oleh antena *open dipole* 15 pesawat dan terakhir antena *folded dipole* dengan jumlah 13 pesawat.

Kata Kunci: ADS-B, Tracking Pesawat, Antena Mikrostrip, Antena Folded Dipole, Antena Open Dipole

Abstract

Automatic Dependent Surveillance-Broadcast (ADS-B) has a very important function for aircraft monitoring. Every aircraft in flight is equipped with a transponder that transmits twice per second altitude, position, speed, direction, and other information to ground stations and other aircraft. This tool plays a role in supporting the safety of air transportation in improving safety. In this research, the design and simulation of antenna design are carried out on the CST Studio application for microstrip antennas and the MMANA-GAL application for folded dipole and open dipole antennas. The results of the three design types were evaluated on the antenna's performance. We tested the three types' design outcomes depending on the antenna's performance. In the test data based on antenna performance, the general gain of the farthest distance parameter can be reached by the folded dipole antenna with a distance of 148.7156 km. Then followed by an open dipole antenna with a distance of 127,0472, and the last is a microstrip antenna with a distance of 126.4916 km. At the same time, the parameter of the highest number of aircraft detected is occupied by microstrip antennas with 16 aircraft, followed by 15 open dipole antennas, and the last folded dipole antennas with 13 aircraft.

Keywords: ADS-B, Aircraft Tracking, Microstrip Antenna, Folded Dipole Antenna, Open Dipole Antenna

1. Pendahuluan

Radio Detection And Ranging (RADAR) sebagai sistem pengawas pesawat udara yang dapat melacak posisi pesawat udara memiliki fungsi yang sangat penting dalam dunia penerbangan, namun RADAR masih mempunyai kekurangan, yaitu jarak untuk mendeteksi suatu objek terbatas, karena RADAR menggunakan sistem pantul [1]. Oleh karena itu, dibuatlah pengembangan sistem RADAR yang dapat memberikan informasi lebih pada pesawat udara, yang bernama *Automatic Dependent Surveillance - Broadcast* (ADS-B). ADS-B sebagai sistem monitoring penerbangan baru menggunakan teknologi *Global Navigation Satellite System* (GNSS) untuk mengetahui posisi transponder dan ground station dengan perangkat RTL-SDR[2].

Automatic Dependent Surveillance-Broadcast (ADS-B) pesawat dilengkapi dengan transponder yang memancarkan setiap dua kali dalam tiap detik informasi ketinggian, posisi, kecepatan, arah, dan informasi lainnya ke stasiun darat dan pesawat lainnya. Informasi ini didapat dari *Global Positioning System* (GPS) atau *backup Flight Management System* (FMS) yang ada pada pesawat[3].

Peran alat ini sangat mendukung keselamatan transportasi udara sebagai faktor penting dan utama dalam penyelenggaraan pelayanan penerbangan yang dapat meningkatkan keselamatan dan kapasitas ruang udara di Indonesia [4]. Saat ini, di Indonesia sendiri menurut data dari Direktur *Navigasi* Direktorat Perhubungan Udara Kemenhub jumlah perangkat ADS-B di Indonesia masih belum ideal, baru tersebar di 30 stasiun, padahal setidaknya Indonesia sedikitnya membutuhkan perangkat ADS-B di 100 stasiun. dari 295 bandar udara yang tersedia [5].

Merujuk penelitian sebelumnya [6] ADS-B receiver membutuhkan beberapa perangkat dalam proses pengimplementasian salah satunya adalah Antena. Menurut [7] Antena adalah komponen atau elemen penting dalam suatu rangkaian elektronika yang berguna untuk memancarkan dan menerima gelombang elektromagnetik. Antena receiver pada ADS-B didesain secara optimal pada frekuensi kerja 1090 Mhz dan memiliki pola radiasi penerimaan yang maksimal agar dapat menerima pancaran *sinyal* ADS-B yang ditransmisikan oleh pesawat dengan baik [8].

Beberapa jenis antena yang sesuai dengan ADS-B receiver adalah *open dipole*, *microstrip*, dan *folded dipole*. Berdasarkan penelitian sebelumnya [9] Kelebihan jenis antena *open dipole* adalah pembuatannya yang mudah serta memiliki struktur yang sederhana dan berdimensi kecil [10]. Pada antena mikrostrip, antena ini memiliki *beberapa* keuntungan dibanding dengan antena lain, salah satunya adalah dapat dibuat untuk menghasilkan berbagai macam pola radiasi dan mudah direalisasikan [11]. Sedangkan kelebihan antena *folded dipole* yaitu merupakan loop tertutup dengan tegangan RF dikedua ujungnya sama nilainya, sehingga pola pancaran bisa merata[12].

Pada penelitian ini, penulis melakukan analisis terhadap kinerja ADS-B menggunakan tiga jenis antena perbandingan, yaitu *microstrip*, *folded dipole*, dan *open dipole* melalui software simulasi CST Studio dan MMANA, serta melakukan analisis data hasil penerimaan sinyal ADS-B dengan parameter jumlah dan jarak ketinggian pesawat terjauh yang mampu dideteksi, dari hasil ini dapat ditentukan data perbandingan performa ketiga jenis antena yang digunakan.

1. Metode Penelitian

Kerangka penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan. Bentuk diagram keseluruhan pada tahapan penelitian ini akan menghasilkan suatu sistem yang dapat bekerja dengan baik. Pada tahap ini dilakukan pemahaman mengenai ketiga jenis antena *receiver* yang digunakan yaitu; *open dipole*, *folded dipole*, dan *microstrip* sebagai antena receiver ADS-B.

Perhitungan Nilai Dimensi Antena

Peneliti melakukan perhitungan nilai dimensi antena yang berguna untuk menentukan besar nilai parameter antena yang akan dibuat. Nilai dari parameter ini ditentukan dengan baik agar dapat sesuai dengan spesifikasi antena yang diinginkan. Adapun tahapan perhitungan nilai dimensi antena dibagi menjadi 3 yaitu, Perhitungan nilai dimensi antena Mikrostrip, perhitungan nilai dimensi antena *Folded Dipole* dan perhitungan nilai dimensi antena *Open Dipole*.

Perhitungan Antena Mikrostrip

Tahapan awal perancangan antena adalah perhitungan nilai dimensi antena yang diperlukan untuk proses desain antena. Dimana dimensi antena tersebut meliputi: bagian *patch* antena yang terdiri dari panjang dan lebar *patch* suatu antena, kemudian bagian pencatu (*feeder*) yang terdiri dari lebar dan panjang *feeder*, selanjutnya bagian substrat yang terdiri dari lebar dan panjang substrat, lalu yang terakhir bagian *groundplane*, bagian ini memiliki perhitungan lebar serta panjang yang sama dengan substrat. Berikut merupakan persamaan perhitungan dari dimensi antena tersebut :

$$Wp = \frac{c}{2 \cdot fr \cdot \sqrt{\frac{\epsilon_r + 1}{2}}} \quad (1)$$

$$Lp = Leff - 2 \cdot \Delta L \quad (2)$$

$$= \frac{c}{2 \cdot fr \cdot \sqrt{\epsilon_{reff}}} - 2 \times 0,412 \times h \left(\frac{(\epsilon_{reff} + 0,3) \left(\frac{w}{h} + 0,264 \right)}{(\epsilon_{reff} - 0,258) \left(\frac{w}{h} + 0,8 \right)} \right)$$

$$Wf = \frac{2 \cdot h}{\pi} \left\{ B - 1 - \ln(2 \cdot B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2 \epsilon_r} \left[\ln(B - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{\epsilon_r} \right] \right\} \quad (3)$$

$$B = \frac{60 \pi^2}{Z_0 \times \sqrt{\epsilon_r}} \quad (4)$$

$$Lf = \frac{1}{4} \left(\frac{c}{fr \cdot \sqrt{\epsilon_{reff}}} \right) \quad (5)$$

Dimana

- Wp = Lebar *patch*
- Lp = Panjang *patch*
- fr = Frekuensi kerja
- εr = Konstanta dielektrik
- εr eff = Konstanta dielektrik efektif
- Wf = Lebar *feeder*
- Lf = Panjang *feeder*

Adapun hasil perhitungan variabel antena tersebut yang ditunjukkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 1. Hasil Perhitungan Dimensi Antena Mikrostrip

| Variabel | Deskripsi | Ukuran (mm) |
|------------------------------|---------------------------------------|-------------|
| Lp | Panjang Patch | 84,536 |
| Wp | Lebar Patch | 66,777 |
| εreff (untuk Z0 = 50 ohm) | Permitivitas efektif <i>substrate</i> | 2,7662 |
| εr | Permitivitas relatif <i>substrate</i> | 4,3 |
| Lf | Panjang Saluran Pencatu | 41,3663 |
| Wf | Lebar Saluran Pencatu | 3,1121 |
| H | Tebal Substrat | 1,6 |
| Ls | Panjang Substrat | 117,66 |
| Ws | Lebar Substrat | 94,13 |
| Lg | Panjang <i>Groundplane</i> | 117,66 |

| | | |
|----|----------------------------------|-------|
| Wg | Lebar <i>Groundplane</i> | 94,13 |
| T | Tebal <i>Groundplane</i> & patch | 0,035 |

Perhitungan Antena Folded Dipole

Pada antena *folded dipole*, tahapan pertama perhitungan adalah menghitung panjang gelombang dari antena *Folded dipole* hingga didapatkan panjang antena yang ditentukan. Selanjutnya melakukan perhitungan panjang elemen dari antena tersebut. kawat tembaga digunakan untuk membuat antena ini, dan nilai kecepatan rambatnya sebesar 0,95 dari nilai *velocity* di udara bebas. Total dari panjang *folded dipole* $1/2 \lambda$, adalah $4 \times 1/4 \lambda$ karena pada konstruksi *folded dipole* terdapat elemen yg dilipat. Lalu tahapan yang terakhir, melakukan perhitungan panjang koaksial *matching impedance balun Folded dipole* dengan factor *velocity* kabel senilai 0,79. Berikut merupakan persamaan perhitungan dari dimensi antena tersebut :

$$\lambda = \frac{c}{f} \text{ dan } L = 0,5 \times K \times \lambda \quad (6)$$

Dimana:

- f = Frekuensi kerja yang digunakan
- λ = Panjang gelombang
- C = Cepat rambat cahaya (3x108 m/s atau 300000000 m/s)
- L = Panjang elemen
- K = Velocity factor (0.95)

Adapun hasil perhitungan variabel antena yang ditunjukkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Dimensi Antena Folded Dipole

| Variabel | Deskripsi | Ukuran (mm) |
|-----------|---|-------------|
| λ | Panjang Gelombang | 27,5 |
| L | Panjang Elemen | 26,12 |
| K | Velocity Factor Kawat Tembaga | 0,95 |
| Vf | Velocity Factor Balun | 0,79 |
| S | Panjang koaksial Matching Impadance Balun | 10,8 |
| λ | Panjang Gelombang | 27,5 |

Perhitungan Antena Open Dipole

Perhitungan antena *open dipole* hampir sama dengan perhitungan *folded dipole*, langkah pertama yaitu menghitung panjang gelombang dari antena *open dipole* hingga didapatkan panjang antena yang ditentukan. Selanjutnya melakukan perhitungan panjang elemen dari antena tersebut. kawat tembaga digunakan untuk membuat antena ini, dan nilai kecepatan rambatnya sekitar 0,95 dari nilai *velocity* di udara bebas. Total dari panjang *Open dipole* $1/2 \lambda$, panjang per elemen $1/4 \lambda$. Kemudian tahapan yang terakhir, melakukan perhitungan panjang koaksial *matching impedance balun open dipole* dengan factor *velocity* kabel senilai 0,79. Untuk rumus perhitungan dimensi antena *open dipole* sama dengan rumus perhitungan antena *folded dipole*. Berikut hasil perhitungan variabel antena tersebut yang ditunjukkan pada tabel dibawah ini.

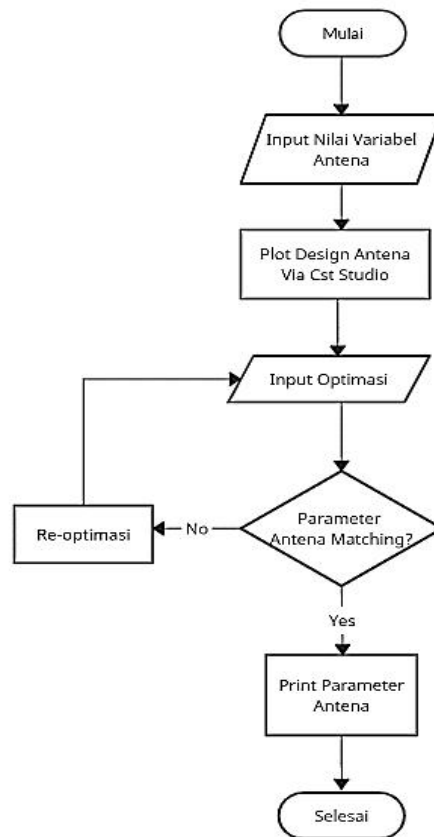
Tabel 3. Hasil Perhitungan Dimensi Antena Open Dipole

| Variabel | Deskripsi | Ukuran (mm) |
|-----------|---|-------------|
| λ | Panjang Gelombang | 27,5 |
| L | Panjang Elemen | 6,53 |
| L | Panjang Total Keseluruhan Elemen | 13,06 |
| K | Velocity Factor Kawat Tembaga | 0,95 |
| Vf | Velocity Factor Balun | 0,79 |
| S | Panjang koaksial Matching Impadance Balun | 5,43 |
| λ | Panjang Gelombang | 27,5 |

Perancangan Desain Antena dengan CST Studio Suite 2021 dan MMANA-GAL

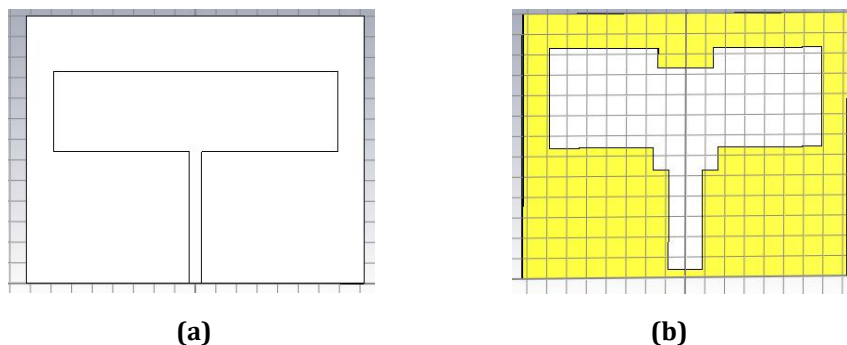
Perancangan dan Desain Antena Mikrostrip dengan CST Studio Suite 2021

CST Studio digunakan sebagai software bantu dalam melakukan desain perancangan bentuk antena yang digunakan. Pemanfaatan CST Studio dalam Tugas Akhir ini sebagai software untuk menciptakan desain antena dengan bentuk visualisasi 3D sehingga memudahkan dalam proses perancangan sistem.



Gambar 1. Flowchart pengujian Sistem

Untuk memulai pendesainan antena via CST, hal pertama dalam mendesain antena mikrostrip pada CST studio Suite 2021 adalah memasukan dimensi yang sudah diperhitungkan pada Tabel 3.1. Setelah itu mulai mendesain antena mikrostrip Slot-T dengan tanpa merubah nilai dimensi antena. Berikut ini tampilan gambar desain awal antena yang telah di buat:



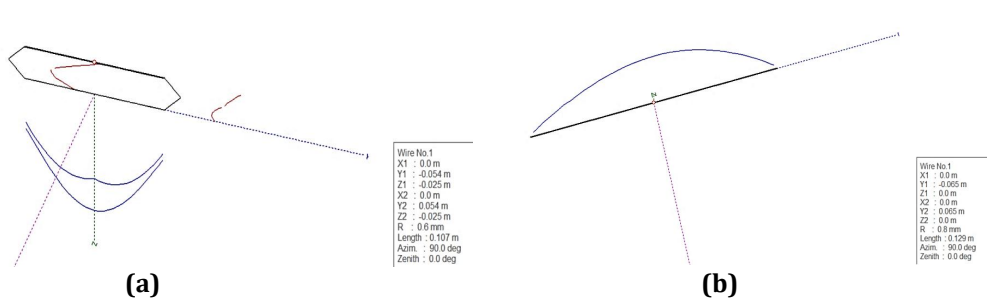
Gambar 2. (a) Bentuk Antena Mikrostrip Tampak Depan (Slot-T) dan (b) Bentuk Antena Mikrostrip Tampak Belakang (Slot-T)

Setelah selesai pada tahap mendesain antena, maka selanjutnya peneliti melakukan proses *running* pada simulasi guna mendapatkan hasil nilai parameter yang dimasukkan. Dimana nilai yang dimasukkan merupakan hasil dari perhitungan manual.

Perancangan dan Desain Antena Folded Dipole dan Open Dipole dengan MMANA-GAL

MMANA merupakan salah satu *software* yang digunakan untuk merancang dan mensimulasi desain antena. Dengan *software* MMANA, perhitungan antena dapat dilakukan secara tepat seperti menghitung ukuran *antenna* yang harus dirancang untuk bekerja pada frekuensi tertentu, sehingga desain dan hasil perancangan dapat *match* dan baik.

Adapun tampilan desain awal antena *folded dipole* dan *open dipole* yang telah disimulasi dengan aplikasi MMANA-GAL :



Gambar 3. (a) Tampilan Desain Antena Folded Dipole (b) Tampilan Desain Antena Open Dipole

2. Hasil dan Pembahasan

Hasil dan pembahasan terbagi menjadi 3 yaitu hasil perancangan dan desain antena setelah dipotimasi, hasil pengujian antena sebagai receiver sinyal ADS-B dan Analisa hasil pengujian antena.

Hasil Optimasi Perancangan Desain Antena dengan CST Studio Suite 2021 dan MMANA-GAL

Hasil Optimasi Perancangan dan Desain Antena Mikrostrip dengan CST Studio Suite 2021

Setelah melakukan perancangan dan desain simulasi antena menggunakan hasil perhitungan nilai dimensi antena mikrostrip, maka proses selanjutnya yang dilakukan adalah optimasi. Optimasi dilakukan dengan cara merubah nilai dimensi antena yang dapat mempengaruhi nilai parameter-parameter antena untuk mendapatkan parameter antena sesuai yang diharapkan. Berikut ini merupakan tabel dimensi antena setelah dilakukan optimasi:

Tabel 4. Hasil Optimasi Dimensi Antena Mikrostrip

| Parameter | Hasil Perhitungan | Hasil Optimasi |
|-----------------|-------------------|-------------------|
| Frekuensi Kerja | 900 MHz | 1040 MHz |
| Return Loss | -20.025 dB | -31.273 dB |
| VSWR | 1.221 | 1.056 |
| Impedansi | 61.07 Ω | 52.08 Ω |
| Gain | 3.187 dB | 3,489 dB |
| Pola Radiasi | Omnidirectional | Omnidirectional |
| Bandwidth | 378 MHz | 396 MHz |
| Polarisasi | Linier Horizontal | Linier Horizontal |

Hasil Optimasi Perancangan dan Desain Antena folded dipole dan open dipole dengan MMANA-GAL

Setelah melakukan perancangan dan desain simulasi antena menggunakan hasil perhitungan nilai dimensi antena folded dipole dan open dipole, maka proses selanjutnya yang dilakukan adalah optimasi. Optimasi dilakukan dengan cara merubah nilai dimensi antena yang dapat mempengaruhi nilai parameter-parameter antena untuk mendapatkan parameter antena sesuai yang diharapkan. Berikut ini tampilan antena *folded dipole* dan *open dipole* yang telah dilakukan optimasi.

Tabel 5. Hasil Optimasi Dimensi Antena Folded Dipole

| Parameter | Hasil Perhitungan | Hasil Optimasi |
|-----------------|-------------------|-----------------|
| Frekuensi Kerja | 1090 MHz | 1090 MHz |
| Return Loss | 1.6 | 1.0 |
| VSWR | 319.7 Ω | 200.5 Ω |
| Impedansi | 2.26 dB | 2.94 dB |
| Gain | 0.00 | 0.00 |
| Pola Radiasi | Omnidirectional | Omnidirectional |
| Bandwidth | 894.877 MHz | 1277.6 MHz |
| Polarisasi | Horizontal | Horizontal |

Tabel 6. Hasil Optimasi Dimensi Antena Open Dipole

| Parameter | Hasil Perhitungan | Hasil Optimasi |
|-----------------|-------------------|-----------------|
| Frekuensi Kerja | 1090 MHz | 1090 MHz |
| Return Loss | 1.5 | 1.5 |
| VSWR | 72.54 Ω | 75.45 Ω |
| Impedansi | 2.13 dB | 2.14 dB |
| Gain | 0.00 | 0.00 |
| Pola Radiasi | Omnidirectional | Omnidirectional |
| Bandwidth | 142.59 MHz | 171.73 MHz |
| Polarisasi | Horizontal | Horizontal |

Hasil Pengujian Antena Sebagai Receiver Sinyal ADS-B

Pengambilan data pengujian antena menggunakan 3 buah antena *receiver* yaitu, Antena Mikrostrip, Antena *Folded Dipole* dan Antena *Open Dipole*. Pengujian peangkat ini dilakukan dilapangan TK/SD Xaverius VII, Plaju, Kota Palembang. Adapun hasil pengujian dari ketiga jenis antena tersebut.

Hasil Pengujian dan Pengambilan Data Antena Mikrostrip

Tabel 7. Hasil Pengujian Antena Mikrostrip

| Jenis Antena | Tujuan | ICAO | Negara | Ident (Kode) | Altitude (Ft) | Speed (Kt) | Distance (Nm) |
|--------------|---------|--------|--------|--------------|---------------|------------|---------------|
| Mikro strip | CGK-SIN | 8A07EC | IND | MYU926 | 34.000 | 441 | 10.8 |
| | PKU-CGK | 8A063B | IND | BTK7064 | 37.000 | 443 | 11.4 |
| | KNO-BDO | 8A03E2 | IND | LNI3960 | 35.000 | 437 | 24.1 |
| | PKU-CGK | 8A1822 | IND | LNI393 | 33.000 | 454 | 25.2 |
| | CGK-SIN | 8A07C9 | IND | AWQ262 | 35.975 | 449 | 25.2 |
| | PLM-CGK | 8A0638 | IND | BTK6877 | 5.825 | 277 | 25.6 |
| | PNK-CGK | 8A091D | IND | PKMBA | 32.975 | 442 | 14.7 |
| | KNO-CGK | 8A0260 | IND | LNI387 | 35.000 | 439 | 24.8 |
| CGK-PLM | 8A08DA | IND | SJV870 | 2.550 | 181 | 8.9 | |

| | | | | | | |
|---------|--------|-----|---------|--------|-----|------|
| KUL-CGK | 75041E | MLY | MXD316 | 37.000 | 455 | 39.9 |
| CGK-KNO | 8A0289 | IND | GIA182 | 36.025 | 461 | 68.3 |
| PLM-CGK | 8A0381 | IND | CTV981 | 9.825 | 301 | 1.6 |
| PDG-CGK | 8A088B | IND | SJV817 | 37.000 | 444 | 36.5 |
| CGK-KNO | 8A04AE | IND | BTK6830 | 38.025 | 456 | 57.0 |
| BTH-CGK | 8A0637 | IND | BTK6863 | 35.000 | 472 | 60.3 |
| TKG-CGK | 8A08C0 | IND | SJV3899 | 35.025 | 449 | 36.4 |

Pada Tabel 8, dilakukan pengambilan data menggunakan Antena Mikrostrip. Data yang didapatkan berupa 16 data informasi pesawat, Untuk distance / jarak pesawat tertinggi yang mampu dideteksi sebesar 68.3 NM dimana 1 NM (mil laut) itu 1.852 km, sehingga jarak pesawat dengan rancangan receiver 126,4916 km. kode ICAO24 Aircraft Address 8A0289 dapat diartikan (8A) merupakan kode ICAO24 negara Indonesia, identification pesawat GIA182, (GIA) merupakan identification untuk pesawat Garuda Indonesia, untuk ketinggian pesawat berada dalam ketinggian 36.025 ft dengan ketinggian maksimum pesawat komersial sudah ditetapkan yaitu 42000 ft. Kecepatan pesawat pada hasil pengujian ini 461 kt. Squawk atau kode yang dimasukan oleh pilot transponder untuk setiap penerbangan yaitu 7368.

Hasil Pengujian dan Pengambilan Data Antena Folded Dipole

Tabel 8. Hasil Pengujian Antena Folded Dipole

| Jenis Antena | Tujuan | ICAO | Negara | Ident (Kode) | Squawk | Altitude (Ft) | Speed (Kt) | Distanc (Nm) |
|----------------------|---------|--------|--------|--------------|--------|---------------|------------|--------------|
| Folded Dipole | PDG-CGK | 8A01CF | IND | LNI257 | 6234 | 35.000 | 453 | 26.0 |
| | XSP-CGK | 8A045B | IND | PKTMI | 2363 | 40.000 | 409 | 31.4 |
| | CGK-PLM | 8A088B | IND | SJV922 | 3312 | 3.125 | 161 | 32.4 |
| | SIN-CGK | 8A07C9 | IND | AWQ263 | 0157 | 37.000 | 449 | 35.0 |
| | CGK-KUL | 75041E | MLY | MXD315 | 2305 | 38.000 | 462 | 48.7 |
| | KNO-CGK | 8A07CE | IND | BTK6887 | 4737 | 37.050 | 435 | 52.3 |
| | CGK-KNO | 8A0260 | IND | LNI306 | - | 36.000 | 474 | 63.5 |
| | CGK-SIN | 76AA6C | SIN | JSA202 | 7133 | 36.025 | 461 | 4.1 |
| | CGK-DJB | 8A04F5 | IND | GIA126 | 7623 | 30.000 | 457 | 54.3 |
| | CGK-DTB | 8A0519 | IND | BTK8832 | 1715 | 37.575 | 436 | 80.3 |
| | CGK-TNJ | 8A0637 | IND | BTK6824 | 2561 | 34.000 | 460 | 31.4 |
| | CGK-DJB | 8A08D8 | IND | SJV842 | 1740 | 29.975 | 453 | 58.1 |
| | CGK-KNO | 8A02CA | IND | AWQ190 | 2511 | 34.000 | 450 | 34.4 |

Pada Tabel 8, dilakukan pengambilan data menggunakan Antena Folded Dipole. Data yang didapatkan berupa 13 data informasi pesawat, Untuk distance / jarak pesawat tertinggi yang mampu dideteksi sebesar 80.3 NM dimana 1 NM (mil laut) itu 1.852 km, sehingga jarak pesawat dengan rancangan receiver itu 148,7156 km. kode ICAO24 Aircraft Address 8A0519 dapat diartikan (8A) merupakan kode ICAO24 negara Indonesia. identification pesawat yaitu BTK8832, (BTK) merupakan identification untuk pesawat Batik Air 8832, dengan ketinggian pesawat berada dalam ketinggian 37.575 ft, untuk ketinggian maksimum pesawat komersial sudah

ditetapkan yaitu 42000 ft. Squawk atau kode yang dimasukan oleh pilot transponder untuk setiap penerbangan yaitu 1715.

Hasil Pengujian dan Pengambilan Data Antena Open Dipole

Tabel 9. Hasil Pengujian Antena Open Dipole

| Jenis Antena | Tujuan | ICAO | Negara | Ident (Kode) | Squawk | Altitude (Ft) | Speed (Kt) | Distance (Nm) |
|--------------|----------|--------|---------|--------------|--------|---------------|------------|---------------|
| Open Dipole | CGK-BTH | 8A04A7 | IND | CTV942 | 3372 | 36.000 | 456 | 8.4 |
| | KNO-CGK | 8A0374 | IND | CTV913 | 0544 | 37.000 | 430 | 15.3 |
| | CGK-PKU | 8A01CF | IND | LNI290 | 3362 | 34.000 | 463 | 41.6 |
| | CGK-KNO | 8A70CE | IND | BTK6884 | 3357 | 38.000 | 467 | 51.1 |
| | CGK-PKU | 8A08B7 | IND | SJV912 | 3353 | 36.000 | 469 | 60.9 |
| | DAC-JED | 710053 | SAUDI.A | HZ-AK11 | 5206 | 39.000 | 469 | 68.6 |
| | PLM-CGK | 8A063C | IND | BTK6873 | 7270 | 5.600 | 280 | 9.7 |
| | TNJ-CGK | 8A0637 | IND | BTK6825 | 0165 | 35.000 | 453 | 57.0 |
| | CGK-DTB | 8A03AD | IND | CTV880 | 2531 | 32.725 | 442 | 72.7 |
| | PLM-BTH | 8A0508 | IND | CTV989 | 7260 | 16.650 | 333 | 36.3 |
| | BTJ-CGK | 8A0825 | IND | BTK6897 | 0514 | 37.000 | 439 | 49.3 |
| | KUL-CGK | 7503FD | MLY | AXM384 | 2147 | 38.000 | 444 | 54.9 |
| | CGK- BTJ | 8A084C | IND | CAD214 | 2542 | 28.000 | 455 | 29.2 |
| | YIA-KNO | 8A0809 | IND | LNI964 | 4642 | 34.000 | 456 | 61.9 |
| | DTB-CGK | 8A0519 | IND | BTK8833 | 0563 | 32.975 | 460 | 8.5 |

Pada Tabel 9, dilakukan pengambilan data Antena Open Dipole. Data yang didapatkan berupa 15 data informasi pesawat, Untuk distance / jarak pesawat tertinggi yang mampu dideteksi oleh antena open dipole adalah 68.6 NM dimana 1 NM (mil laut) itu 1.852 km, sehingga jarak pesawat dengan rancangan receiver itu 127,0472 km. kode ICAO24 Aircraft Address 710053 dapat diartikan (71) merupakan kode ICAO24 negara Saudi Arabia, identification dari pesawat yaitu SVA9608, (SVA) merupakan identification untuk pesawat Saudia 9608, untuk ketinggian pesawat berada dalam ketinggian 39.000 ft, dengan ketinggian maksimum pesawat komersial sudah ditetapkan yaitu 42000 ft. Squawk atau kode yang dimasukan oleh pilot transponder untuk setiap penerbangan yaitu 5206.

3. Penutup

Pada penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa dari data pengujian performa antena, perolehan secara umum berdasarkan parameter jarak terjauh pesawat yang mampu dijangkau yang pertama ditempati oleh antena *folded dipole* dengan jarak 148,7156 km, diikuti dengan antena *open dipole* dengan jarak 127,0472 km dan yang terakhir antena mikrostrip dengan jarak yang diperoleh sebesar 126,4916 km. Sedangkan pada parameter jumlah pesawat terbanyak yang mampu dideteksi pertama ditempati oleh antena *folded dipole* dengan jumlah pesawat sebanyak 18, diikuti oleh antena mikrostrip 16 pesawat dan terakhir antena *open dipole* dengan jumlah 15 pesawat.

Adapun saran agar penelitian ini dapat berkembang lebih baik lagi, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan sebagai bahan perbaikan di waktu yang akan datang, yaitu untuk mendapatkan

data yang baik dalam pengujian posisi penempatan antena harus terbebas dari halangan atau *obstacle* yang dapat memengaruhi kinerja antena dalam menerima pancaran sinyal ADS-B dari angkasa.

4. Referensi

- [1] E. N. Cahyanti, H. Wijanto, and B. Syihabuddin, "Antena Mikrostrip Persegi Panjang Dengan Celah-T Untuk Stasiun Bumi ADS-B 1,09 GHz T-Slotted Rectangular Patch Microstrip Antenna For ADS-B Ground Station 1.09 GHz," 2019.
- [2] R. Zacky, D. A. Nurmantis, and Y. P. Saputera, "Rancang Bangun Antena Mikrostrip Multi Dipole Untuk Aplikasi ADS-B Receiver Frekuensi 1090 Mhz Design of Multi Dipole Microstrip Antenna For Application of ADS-B Receiver Frequency 1090 MHz," 2021.
- [3] Nurhayati Yati and Susanti, "Implementasi Automatic Dependent Surveillance Broadcast (ADS-B) di Indonesia," 2014.
- [4] Sigit Widodo, "Evaluasi Penggunaan ADS-B Untuk Tingkatkan Keselamatan Penerbangan," *Kilas Kementerian*, Jul. 30, 2018. <https://kilaskementerian.kontan.co.id/news/evaluasi-penggunaan-ads-b-untuk-tingkatkan-keselamatan-penerbangan> (accessed Dec. 08, 2021).
- [5] Ringkang Gumiwang, "SISTEM KEAMANAN: Pemerintah akan Wajibkan Pesawat Pakai ADS-B," *ekonomi.bisnis.com*, Nov. 02, 2016. <https://ekonomi.bisnis.com/read/20161102/98/598536/sistem-keamanan-pemerintah-akan-wajibkan-pesawat-pakai-ads-b> (accessed Dec. 08, 2021).
- [6] M. Yoga, A. Diraputra, and J. T. Elektro, "Rancang Bangun Monitoring Lokasi Pesawat Menggunakan ADS-B dengan RTL-SDR dan Raspberry Pi Sopian Soim Sarjana," 2021.
- [7] S. Triyadi, D. Suryadi, N. Tjahjamoonsih,) Jurusan, and T. Elektro, "Rancang Bangun Antena Yagi Modifikasi Dengan Frekuensi 2,4 GHZ untuk Meningkatkan Daya Terima Wireless Usb Adapter Terhadap Sinyal WIFI."
- [8] B. Bagus, Y. Suprpto, L. Winiarsi, and F. Amansyah, "Studi Ekperimental Penerima ADS-B Menggunakan RTL 1090 dan RTL-SDR R820T2 di Bandara Juanda Surabaya," vol. 4, no. 3, pp. 20–28, [Online]. Available: <https://doi.org/10.46491/jp.v4i3.346>
- [9] S. Romadhona, D. Alia, and M. Zulfida, "Perancangan dan Analisis Antena Dipole Pada Frekuensi 2,4 GHz Untuk Modul Xbee S2 Pro Menggunakan HFFS 14.0," *AVITEC*, vol. 2, no. 1, Jan. 2020, doi: 10.28989/avitec.v2i1.535.
- [10] Ma. Ridho Fadillah, A. Silvia Handayani, T. Elektro, P. Studi Teknik Telekomunikasi, P. Negeri Sriwijaya Jl Sriwijaya Negara, and S. Selatan, "Bandwidth, Gain, dan Pola Radiasi Antena Dipole dan Yagi pada Frekuensi 400 MHz," 2019.
- [11] S. Alam and K. Santoso, "Antena Mikrostrip Segitiga Dengan Parasitic Untuk Aplikasi Wireless Fidelity," *Jurnal Kajian Elektro*, vol. 2, no. 1, 2017.
- [12] B. B. Subagio, I. A. Febriani Putri, R. B. Santoso, J. T. Elektro, N. Semarang, and J. Sudharto, "Rancang Bangun Antena Folde Dipole Pada Frekuensi Kerja 7,070 MHz Dan 11,2420 MHz Untuk Mendukung Praktikum Komunikasi Radio Di Laboratorium Telekomunikasi," 2015.