

RANCANG BANGUN ANTENA STERBA CURTAIN DENGAN POWER KOMBINER UNTUK APLIKASI ADS-B RECEIVER PADA FREKUENSI 1090 MHz.

DESIGN AND DEVELOPMENT OF CURTAIN STERBA WITH POWER COMBINER FOR ADS-B RECEIVER APPLICATION IN 1090 MHz FREQUENCY

Aulia Rida Makfirah[1], Dr.Nachwan Mufti Adriansyah.,S.T.,M.T[2],Yussi Perdana Saputera.,S.T.,M.T[3]

Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom
Auliarida@telkomuniversity.ac.id, 2NachwanNma@telkomuniversity.co.id,
3yussips@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Automatic Dependent Surveillance Broadcast merupakan sistem pengawasan udara yang digunakan untuk mengetahui posisi pesawat, kode pesawat, dan data lainnya. Sistem ADS-B terletak pada pesawat terbang yang beroperasi menggunakan satelit [6]. 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 *sterba Curtain* adalah pengembangan dari antena dipole. Antena ini biasa berbentuk kawat dimana panjang tiap peradiasinya sama. Antena ini biasanya digunakan dalam komunikasi radio. *Feed* pada antena ini disambung dengan balun. Tujuan digunakan balun pada antena ini untuk mematchingkan antena dengan kabel coaxial. Antena ini bekerja pada frekuensi 1090 MHz menggunakan substrat FR4. Antena *sterba curtain* dilakukan simulasi dengan menggunakan *software CST Suite Studio* yang hasilnya direalisasikan ke dalam bentuk fisik, bentuk antena diharapkan dirancang menggunakan metode *array 1X6*. Antena tersebut dihubungkan dengan menggunakan *power combiner 2 way*. Hasil pengukuran pada antena ini diperoleh *bandwith* sebesar 33,6 MHz pada frekuensi 1090 MHz, *return loss* sebesar -20,79 dB, *gain* 2,39 dBi, VSWR sebesar 1,21, polarisasi *Omnidirectional*, dan polarisasi *linier* vertikal.

Kata kunci : Antena, *sterba curtain*, *array*, *power combiner*, balun, ADS-B.

Abstract

Automatic Dependent Surveillance Broadcast is an air surveillance system that is used to determine aircraft position, aircraft code, and other data. The ADS-B system is located on aircraft that operate using satellites [6]. 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. A *sterba curtain* of antennas is the development of a dipole antenna. This antenna is usually in the form of wire where the length of each radiation is the same. This antenna is usually used in radio communication.

Feed on this antenna is connected with balun. The goal is to use balun on this antenna to match the antenna with coaxial cable. This antenna works at a frequency of 1090 MHz using FR4 substrate. The sterba curtain of antenna is simulated using CST Suite Studio software, the results of which are realized in physical form, the shape of the antenna is expected to be designed using the 1X6 array method. The antenna is connected using a 2 way power combiner. The measurement results on this microstrip antenna obtained bandwidth of 33.6 MHz at a frequency of 1090 MHz, return loss of -20.79 dB, gain of 2.39 dBi, VSWR of 1.21, Omnidirectional polaradiation, and vertical liner polarization.

Keywords: *Antenna, curtain of sterba, array, power combiner, balun, ADS-B.*

1. Pendahuluan

Automated Dependent Surveillance-Broadcast (ADS-B) adalah 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)*. Sering terjadinya kecelakaan pesawat disebabkan kurangnya informasi yang dikirimkan ATC ke pesawat yang sedang terbang. Oleh karena itu diperlukan sebuah antena yang dapat mengirimkan informasi ke ADS-b pesawat apabila diletakkan ditempat berbeda dengan jarak yang jauh. Dan pesawat dapat mendeteksi seperti gunung, bukit, lembah dan pesawat lainnya agar meminimalisir kecelakaan, dirancang sebuah antena *sterba curtain* dengan menggunakan *power combiner 2 way*, yang tujuannya agar masing-masing antena dapat di tempatkan pada tempat yang berbeda dapat mengirimkan sinyal berupa informasi ke ADS-b receiver. Spesifikasi antena yang dibutuhkan adalah bandwidth 20 MHz, return loss ≤ 10 db, gain ≥ 2 dBi, dan polaradiasi omnidirectional.

2. Dasar 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

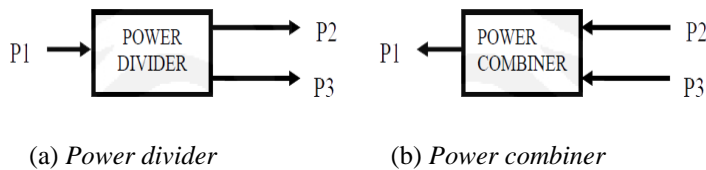
memberikan informasi rute, kedatangan setiap pesawat, dan memberikan informasi identitas pesawat, ketinggian, kecepatan, dan posisi pesawat [2].

2.2 Antena *sterba curtain*.

Sterba curtain adalah pengembangan dari antena dipole. Dimana setiap panjang peradiasinya memiliki ukuran yang sama. Antena ini biasanya berbentuk seperti kawat yang disusun dan digunakan pada komunikasi radio. Pada *feed* antena ini di buat sebuah balun tujuan digunakannya balun adalah untuk mematchingkan impedansi yang dimiliki antena dengan kabel *coaxial* agar tidak terjadi ketidakmatchingan. Untuk perhitungan panjang dan lebar nya menggunakan $1/4$ lamda.

2.3 Power Divider dan Kombiner

Power divider/combiner merupakan komponen pasif *microwave* yang digunakan untuk membagi atau menggabungkan daya, karena baik *port input* maupun *port outputnya match*, Dengan kata lain, *power divider* berfungsi sebagai *reciprocal passive device*, yang dapat digunakan sebagai *power combiner*. Dalam membagi daya, sebuah input sinyal dibagi oleh *power divider/combiner* menjadi dua atau lebih sinyal dengan daya yang lebih kecil, hal ini diakibatkan *loss* yang terjadi [15].



2.4 Lebar Saluran Transmisi

Antena ini menggunakan metode *coupled line* sebagai teknik pencatuannya. Untuk lebar saluran pencatu (W_0) dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut.[14]

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

Konstanta dielektrik dari suatu saluran mikrostrip dipengaruhi oleh konstanta dielektrik relative (ϵ_r), tinggi (h) dari substrat dielektrik, lebar (w) dari konduktor strip dan juga frekuensi operasi untuk $t/h \ll 0.005$ yang dikemukakan oleh Bahl dan Triveli [14],[15].

$$\epsilon_e = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left[1 + \frac{10}{W/d} \right]^{-ac} \quad (2.25)$$

2.5 Panjang Saluran Transmisi

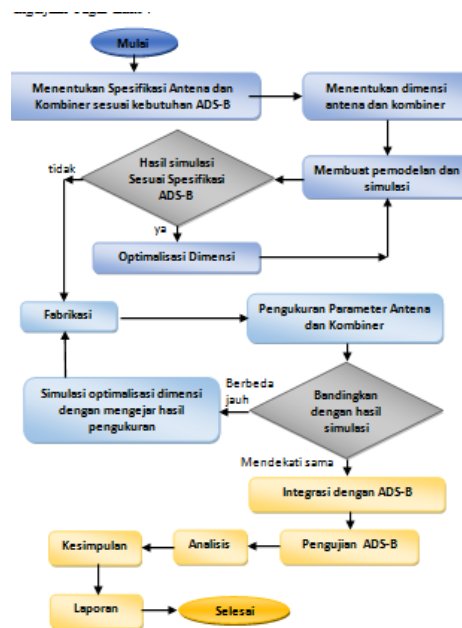
Quarter wave transformer (transformator $1/4 \lambda$) merupakan potongan saluran transmisi dengan panjang $1/4 \lambda$ yang memiliki kemampuan dapat mentransformasikan suatu

impedansi riil ke impedansi riil yang lain. Panjang gelombang dalam saluran transmisi mikrostrip tergantung pada konstanta dielektrik efektif yaitu :

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

$$L_n = \frac{\lambda_g}{4} \quad (2.27)$$

3. Pembahasan



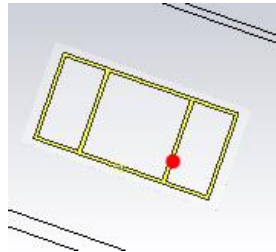
3.1. spesifikasi

- | | |
|-----------------------------------|------------------------------|
| a) Bahan Substrat | : FR4 Epoxy |
| b) Metode | : Array 1X6 |
| c) Frekuensi kerja | : 1090 MHz |
| d) Permittivitas (ϵ_r) | : 4,4 |
| e) Ketebalan (h) | : 1,6 mm |
| f) Ketebalan Tembaga | : 0.035 mm |
| g) Bandwidth | : 20 MHz |
| h) VSWR | : < 2 |
| i) <i>Return Loss</i> | : < -10 |
| j) Impedansi | : 50 Ω |
| k) Polarisasi | : <i>Linier Vertikal</i> |
| l) Pola Radiasi | : <i>Omnidireksional</i> |
| m) Jenis Kombiner | : <i>Power divider 2 Way</i> |

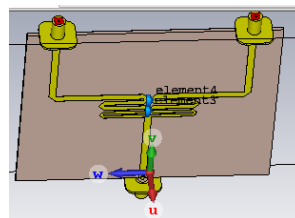
- n) *Insertion Loss* : < -3 dB
- o) Kopleng : < -15 dB
- p) Selisih Phase : +- 10°
- q) Impedansi : 50 Ω
- r) Impedansi Paralel : $50 \times \sqrt{2} = 70,71 \Omega$
- s) Impedansi Isolasi tingkat 1 : 100 Ω

3.2 Simulasi

Sebelum merancang sebuah antenna dan *power combiner* ke dalam bentuk simulasi, dilakukan proses perhitungan. Setelah proses perhitungan dilakukan maka langkah selanjutnya dilakukan proses simulasi pada *software* cst studio suite 2019. Tujuannya adalah untuk mengetahui apakah antenna *sterba curtain* ini dapat diintegrasikan dengan *power combiner* dan hasilnya apakah sudah memenuhi spesifikasi yang diinginkan. Untuk Pencatutan Antena dan *Power combiner* dicatu dengan *microstrip feedline*



Gambar 3.1 Rancangan Awal Antena *Sterba Curtain*



Gambar 3.2 Power Combiner Desain Awal.

3.3 Optimalisasi

Saat melakukan perancangan simulasi hasil spesifikasi pada perancangan awal antenna *sterba curtain* dan *power combiner* belum memenuhi spesifikasi maka dilakukan proses optimalisasi dengan melakukan perubahan pada dimensi, penambahan gap, dan menambahkan array.

Tabel 3.1 Hasil Optimalisasi Antena

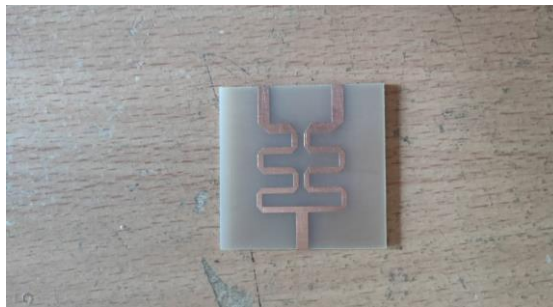
| Antena | VSWR | Bandwith | Return Loss | Gain | Frekuensi | Polarisasi |
|-----------------|------|----------|-------------|------------|-----------|-----------------|
| Hitungan awal | 1,08 | 32,8 MHz | -28,11 dB | -2,035 dBi | 1,26 GHz | unidirectional |
| Tambahan GAP | 1,02 | 37,8 MHz | -36,62 dB | 1,894 dBi | 1,10 GHz | Omnidirectional |
| Tambahan 2 GAP | 1,04 | 46,9 MHz | -33,31 dB | 2,17 dBi | 1,10 GHz | Unidirectional |
| Tambahan 3 GAP | 1,04 | 44,4 MHz | -32,69 dB | 1,14 dBi | 1,089 | Omnidirectional |
| Gabung Konektor | 1,05 | 39,2 MHz | -31,67 db | 2,27dBi | 1,09 | Omnidirectional |
| Array 1X6 | 1,01 | 30,8 MHz | -42,94 | -3,348 | 1,055 | Omnidirectional |
| Spesifikasi | < 2 | 20 MHz | ≤10 | 2 dBi | 1,09 GHz | Omnidireksional |

3.4 Hasil realisasi

Setelah dilakukan simulasi dan didapatkan hasil perancangan yang sesuai spesifikasi maka tahap selanjutnya dilakukan tahap fabrikasi antenna *sterba curtain* dan *power combiner*.berikut merupakan hasil fabrikasi antenna dan *power combiner*.



Gambar 3.3 Hasil realisasi antenna *sterba curtain*.



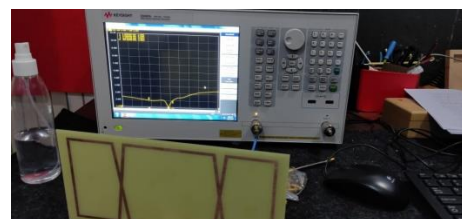
Gambar 3.4 hasil realisasi *power combiner*.

3.5 Hasil Pengukuran

Berikut hasil pengukuran antenna dan *power combiner*.Pengukuran Antena dan *power combiner* dilakukan di RTI (Radar Telecommunication Indonesia).



Gambar 3.5 Pengukuran Power Combiner



Gambar 3.6 Pengukuran Antena.

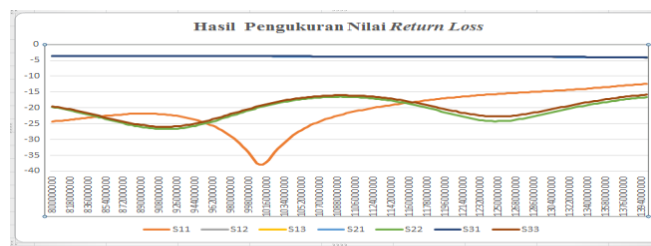
3.6 Pengukuran Return Loss dan bandwidth Antena

Setelah dilakukan realisasi maka langkah selanjut melakukan pengukuran Bandwith , gain ,returnloss ,vswr. Hasil pengukuran antenna dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

| Parameter | Spesifikasi | Pengukuran |
|-------------|------------------|------------------------|
| | | Bandwidth |
| VSWR | ≤ 2 | 1,21 |
| Return Loss | ≤ -10 dB | -20,79 dB |
| Polaradiasi | <i>isotropis</i> | <i>Omnidirectional</i> |
| Gain | ≥ 2 dBi | 2,39dBi |

3.7 Hasil Pengukuran Insertion loss

Untuk hasil pengukuran insertion loss ,kopling dan phase dapat dilihat pada tabel dibawah ini.



Gambar 3.7 Hasil Pengukuran Nilai insertion loss.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Antena telah dirancang dan direalisasikan dengan dimana memenuhi spesifikasi yang sudah ditentukan. Antena bekerja pada frekuensi 1090 MHz, mempunyai nilai VSWR 1,21, nilai gain 2,39 dBi, nilai bandwidth 33,06 MHz, dan nilai returnloss -20,79 dB.
2. Pada saat simulasi antena diperlukan optimasi, hal ini bertujuan agar antena dapat memenuhi spesifikasi yang sudah ditentukan.
3. Akan lebih baik bila tiap antena disambungkan dengan satu perangkat ADS-b akan tetapi hal ini membutuhkan dana yang besar sehingga digunakan *power combiner* agar dapat menggabungkan dua atau lebih sinyal informasi yang dikirimkan antena ke ADS-b sehingga menghemat dana.
4. Pada saat fabrikasi sebaiknya lebih berhati-hati pada saat pensolderan ke port karena bisa menyebabkan loss. Dan sebaik lebih memperbagus hasil simulasi antena saat diintegrasikan dengan power combiner memiliki hasil yang baik

Daftar Pustaka:

- [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 Analysis and Design 3rd Edition*. United Science, Wiley Inter Science, 2005.

Yussi Perdana Saputera, dkk, "Small antenna using transmission line uniform for X- band navigation radar", 2015 International Workshop

