

RANCANGAN ANTENA MIKROSTRIP PATCH HEKSAGONAL ATAU SEGI ENAM DAN PENAMBAHAN SLOT SEBAGAI PENERIMA ADS-B PADA FREKUENSI 1090 MHZ

Eldo Tri Rahmadani^{1*}

¹Politeknik Penerbangan Indonesia Curug

Received: 5 Agustus 2024

Accepted: 5 Oktober 2024

Published: 12 Oktober 2024

Keywords:

Antena, Mikrostrip, Slot, Heksagonal Patch, ADS-B

Correspondent Email:

rahmadanieldo@gmail.com,

Abstrak

Penelitian ini merancang antena mikrostrip *patch* heksagonal dengan penambahan slot pada *patch* untuk penerima ADS-B di frekuensi 1090 MHz dengan standar *gain* >0 , *return loss* ≤ -10 dB, VSWR ≤ 1 , impedansi ± 50 ohm, dan pola radiasi yang diinginkan *omnidirectional*. Antena mikrostrip heksagonal *patch* yang telah dirancang menunjukkan *gain* lebih dari 0,927 dBi, *return loss* -14 dB, dan VSWR 1,4, dengan impedansi sekitar 73 ohm. Pola radiasi antena *omnidirectional*, memastikan penerimaan sinyal yang merata dari berbagai arah. Metode evaluatif dilakukan untuk memastikan desain memenuhi standar performa yang diinginkan sebagai antena *receiver* ADS-B 1090Mhz.

Abstract

The research designs a hexagonal microstrip patch antenna with added slots on the patch for an ADS-B receiver operating at 1090 MHz. The design specifications include a gain greater than 0 dBi, a return loss of ≤ -10 dB, a VSWR of ≤ 1 , an impedance of ± 50 ohms, and an omnidirectional radiation pattern. The designed hexagonal patch microstrip antenna demonstrates a gain of over 0.927 dBi, a return loss of -14 dB, and a VSWR of 1.4, with an impedance of approximately 73 ohms. The omnidirectional radiation pattern ensures uniform signal reception from various directions. Evaluative methods were employed to confirm that the design meets the desired performance standards for a 1090 MHz ADS-B receiver antenna.

1. PENDAHULUAN

Automatic Dependent Surveillance Broadcast (ADS-B) adalah teknologi pemantauan yang menggunakan informasi posisi dari satelit yang dipancarkan secara terus-menerus [1], berbeda dengan teknologi radar yang mengandalkan sistem pemindaian target. Pesawat yang dilengkapi dengan transponder ADS-B akan secara terus-menerus memancarkan informasi dari Sistem Manajemen Penerbangan mereka. Data yang dipancarkan mencakup ketinggian, kecepatan, dan identifikasi, mirip dengan informasi yang diberikan oleh radar sekunder [2].

Dalam peralatan ADS-B terdapat komponen penting dalam penerimaan informasi yaitu

sebuah antena, antena merupakan elemen penting dalam sistem elektronik yang berfungsi untuk mengirimkan dan menerima gelombang elektromagnetik. Untuk ADS-B, antena penerima dirancang dengan optimal pada frekuensi 1090 MHz dan memiliki pola radiasi yang ideal untuk memaksimalkan penerimaan sinyal ADS-B yang dipancarkan oleh pesawat [3].

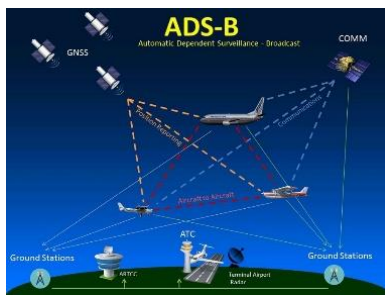
Berbagai jenis antena telah dikembangkan untuk berbagai aplikasi, termasuk salah satunya adalah antena mikrostrip [4] pada penelitian ini dirancang sebuah antena mikrostrip berbentuk heksagonal *patch*. Antena mikrostrip sangat menarik karena memiliki bobot yang ringan, mudah untuk dimodifikasi bentuknya, dan

biaya produksinya yang rendah[5]. Dalam sistem ADS-B, diperlukan antenna dengan performa yang baik dalam hal *bandwidth*, VSWR, *gain*, serta pola radiasi *omnidirectional* [6]. Penelitian ini bertujuan untuk merancang antenna mikrostrip berbentuk heksagonal *patch* dengan frekuensi kerja 1090Mhz yang ditujukan untuk penerima ADS-B, dengan memperhatikan berbagai parameter antenna.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 ADS-B

Teknologi ADS-B (*Automatic Dependent Surveillance Broadcast*) adalah sistem pemantauan penerbangan pesawat. Teknologi ini menggabungkan *sistem global positioning* (GPS) dan sensor kecepatan, memungkinkan pelacakan pesawat dalam hal kecepatan, posisi, arah angin, dan ketinggian [7]. ADS-B menggunakan sistem penentuan posisi berbasis satelit global untuk menentukan lokasi pesawat dengan akurat di udara[8]. Data lokasi ini kemudian diubah menjadi kode digital dan digabungkan dengan detail lain seperti jenis pesawat, kecepatan, nomor penerbangan, dan posisi. Kode digital lengkap yang berisi semua informasi ini diperbarui beberapa kali dan ditransmisikan dari pesawat pada frekuensi tertentu yang disebut DataLink [9].



Gambar 2.1 Cara Kerja ADS-B

2.2 Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip adalah antenna yang terdiri dari tiga lapisan: bidang konduktor (*groundplane*), medium dielektrik (*substrate*), dan elemen radiasi (*patch*). Dengan ukuran yang relatif kecil, antenna mikrostrip dapat digunakan dalam berbagai aplikasi [10]. Antena mikrostrip konvensional seperti yang terbuat dari bahan FR4 memiliki sifat kaku sehingga

hanya dapat berfungsi dengan baik pada permukaan yang datar [11].

2.3 Antena Mikrostrip Heksagonal Patch

Antena mikrostrip dirancang berbentuk heksagonal *patch* dengan penambahan slot pada elemen *patch*. Bahan substrat yang digunakan adalah FR4 dengan ketebalan 1,6 mm [12] dan konstanta dielektrik 4,3. Perhitungan lebar (*W*) *patch* dengan memasukkan parameter *patch* antenna kedalam persamaan:

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

Keterangan:

W = Lebar sisi *patch* heksagonal (mm)

ϵ_f = Dielektrik konstanta (4,3)

c = Kecepatan cahaya di ruang bebas (3×10^8 m/s)

f = frekuensi kerja antenna (1090Mhz)

Kemudian menghitung konstanta dielektrik efektif (ϵ_{eff}) dan menghitung Panjang efektif *patch* mikrostrip rectangular (L_{eff}) dengan persamaan berikut:

$$\epsilon_{eff} = \frac{\epsilon_r+1}{2} + \frac{\epsilon_r-1}{2} \left(1 + 12 \frac{h}{w}\right)^{-0,5} \quad (2.2)$$

$$L_{eff} = \frac{c}{2f\sqrt{\epsilon_{eff}}} \quad (2.3)$$

Lalu mengubah *patch* dari rectangular menjadi heksagonal dengan persamaan berikut

$$A_{hex} = A_{rect} \quad (2.4)$$

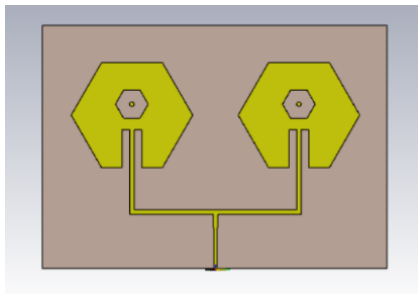
keterangan:

A_{hez} = Sisi Heksagonal

A_{rect} = Sisi Rectangular

2.4 Slot Antena Mikrostrip

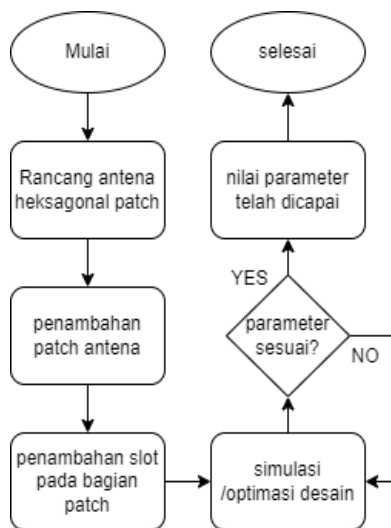
Penambahan slot pada sisi tengah *patch* di tujukan agar dapat melihat pengaruh pada setiap parameter antenna mikrostrip seperti nilai *gain*, *return loss*, impedansi, dan pola radiasi yang telah dirancang [13].



Gambar 2.2 Penambahan slot pada patch

3. PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk merancang antenna mikrostrip heksagonal *patch* pada penggunaan *receiver* ADS-B. Proses perancangan antenna mikrostrip dalam penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan. Tahap pertama adalah merancang antenna mikrostrip dengan bentuk *patch* heksagonal, diikuti dengan pengembangan antenna menjadi *array patch*, dan tahap terakhir menambahkan slot pada elemen *patch array*. Hasil dari desain akhir diharapkan akan menunjukkan nilai parameter yang sesuai dengan standar yang diinginkan. Tahapan perancangan antenna mikrostrip heksagonal *patch* dengan penambahan slot dapat dilihat pada gambar 3.1



Gambar 3.1 Metode Perancangan

Flowchart ini menunjukkan tahapan dalam merancang antenna *patch* heksagonal. Proses dimulai dengan membuat desain awal antenna. Setelah itu, dilakukan penambahan *patch* antenna sesuai kebutuhan desain. Selanjutnya, slot ditambahkan pada bagian *patch* untuk menyesuaikan karakteristik antenna. Setelah itu,

desain disimulasikan dan dioptimalkan agar memenuhi parameter yang diinginkan. Kemudian, dilakukan pengecekan apakah parameter sudah sesuai. Jika belum, kembali ke langkah sebelumnya untuk melakukan modifikasi. Jika parameter sudah tercapai, proses selesai dan desain antenna siap digunakan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perhitungan dimensi Antena mikrostrip

Pada proses perhitungan dalam menentukan dimensi dari antenna mikrostrip heksagonal dengan *array patch* menggunakan persamaan (2.1), (2.2), dan (2.3) sebagai berikut.

$$W = \frac{3 \times 10^8}{2 \times 1090 \times 10^6 \sqrt{\frac{4.3+1}{2}}} = 0.121 \text{ m} = 121 \text{ mm}$$

$$\epsilon_{\text{eff}} = \frac{4.3+1}{2} + \frac{4.3-1}{2} \left(1 + 12 \frac{1.6}{121}\right)^{-0.5} = 3.908$$

$$L_{\text{eff}} = \frac{3 \times 10^8}{2 \times 1090 \times 10^6 \sqrt{3.908}} = 55.78 \text{ mm}$$

$$L = 55.78 \text{ mm} - 2 \times 0.88 \text{ mm} = 54.02 \text{ mm}$$

$$A_{\text{rect}} = L \times W = 54.02 \text{ mm} \times 121 \text{ mm} = 6537.42 \text{ mm}^2$$

$$A_{\text{hex}} = A_{\text{rect}}$$

Luas dari heksagonal (A_{hex}) adalah:

$$A_{\text{hex}} = \frac{3\sqrt{3}}{2} a^2$$

Panjang sisi heksagonal (a) dapat dihitung dengan:

$$a = \sqrt{\frac{2A_{\text{hex}}}{3\sqrt{3}}}$$

$$a = \sqrt{\frac{2 \times 6537.42}{3\sqrt{3}}} = 48.15 \text{ mm}$$

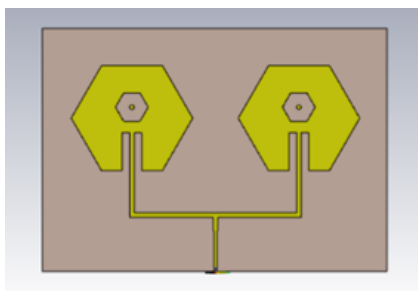
Dalam hal ini didapati Panjang sisi dari *patch* antenna mikrostrip heksagonal dengan parameter nilai sebesar 48.15 mm. namun dalam hal ini perlu dilakukan optimasi dalam beberapa nilai dimensi pada antenna yang telah dirancang sehingga mendapatkan nilai

parameter yang optimal, berikut tabel yang menunjukkan dimensi antenna mikrostrip heksagonal *patch array* yang telah di optimasi:

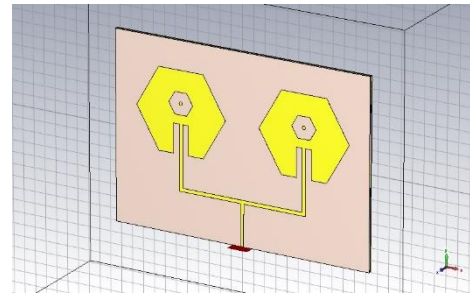
Tabel 4. 1

No.	Nama	Parameter	Nilai
1.	Panjang sisi heksagonal	a	40 mm
2.	Panjang <i>feeding</i> w50ohm	i50	15 mm
3.	Lebar <i>feeding</i> w50ohm	w50	2 mm
4.	Lebar <i>Feeding vertical</i>	lf	30.65 mm
5.	Panjang <i>Feeding Vertical</i>	wf	3 mm
6.	Lebar <i>Feeding Horizontal</i>	l100	112 mm
7.	Panjang <i>Feeding Horizontal</i>	w100	3 mm
8.	Panjang sisi slot	yu	21.5 mm
9.	Lebar Groundplane	wg	227 mm
10.	Panjang Grounplane	Lg	160 mm
11.	Lebar Substrate	wg	227 mm
12.	Panjang Substrate	Lg	160 mm

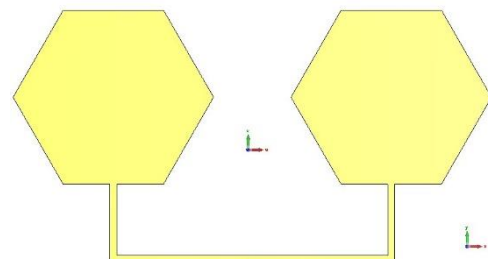
4.2 Perancangan Antena Mikrostrip Heksagonal *patch array*

Gambar 4.1 Desain mikrostrip heksagonal *patch array*

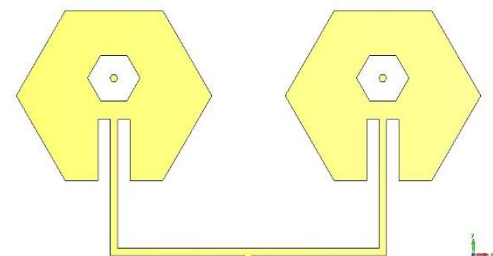
Rancangan awal simulasi di atas disesuaikan dengan optimasi dari dimensi berbentuk heksagonal *patch array* dan penambahan slot pada bagian *patch*. Dalam proses ini, dilakukan beberapa tahapan untuk memastikan bahwa setiap parameter sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan.

Gambar 4.2 mikrostrip heksagonal *patch array*

Pertama, desain dasar antenna *patch* heksagonal dibuat seperti pada gambar 4.3,

Gambar 4.3 desain dasar heksagonal *patch array*

Setelah itu, slot dan *insert feeding* ditambahkan pada bagian *patch* guna mengubah dan mengoptimalkan karakteristik nilai parameter antenna yang diharapkan.

Gambar 4.4 Penambahan slot dan *insert feeding* pada *patch*

Selanjutnya, dilakukan simulasi dan optimasi secara menyeluruh untuk memastikan

bahwa semua parameter desain telah tercapai dengan baik.

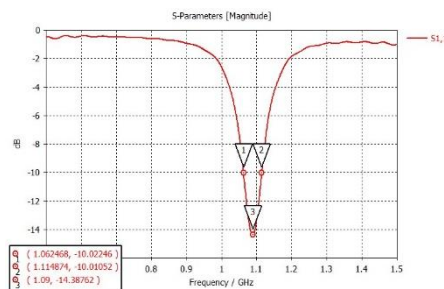
4.3 Hasil Simulasi

Dalam hasil simulasi antenna mikrostrip yang menggunakan *array patch* heksagonal, diperoleh sejumlah nilai yang terperinci dalam tabel di bawah ini. Tabel tersebut menampilkan data yang mencakup berbagai parameter performa antenna, seperti nilai VSWR, *return loss*, impedansi, *gain*, dan bentuk pola radiasi

Tabel 4. 2

No	Parameter	Hasil Simulasi
1.	<i>Return loss</i>	-14.38
2.	VSWR	1.4
3.	<i>Gain</i>	0.9729dBi
4.	Impedansi	73ohm
5.	Pola Radiasi	<i>Omnidirectional</i>

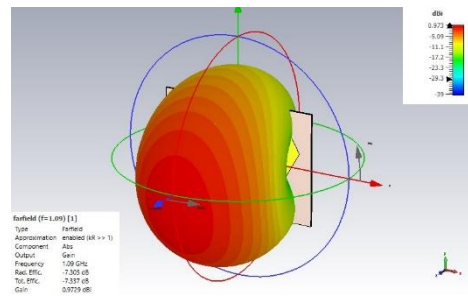
Hasil simulasi dari berbagai parameter dapat dilihat pada gambar berikut. Gambar ini menampilkan nilai-nilai yang diperoleh dari simulasi dan memberikan gambaran tentang performa antenna berdasarkan data yang dihasilkan.



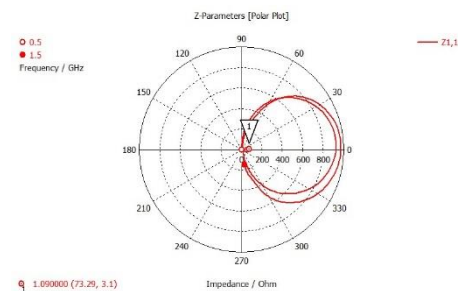
Gambar 4.5 Hasil simulasi *retun loss*



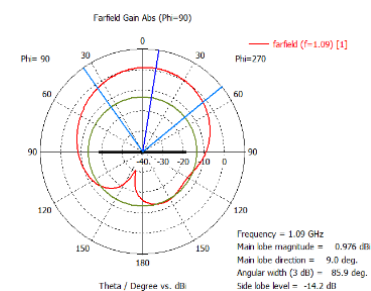
Gambar 4.6 Hasil simulasi VSWR



Gambar 4.7 Hasil simulasi *gain*



Gambar 4.8 Hasil simulasi impedansi



Gambar 4.9 Hasil simulasi pola radiasi

5. KESIMPULAN

- Penelitian ini berfokus pada desain antenna mikrostrip patch berbentuk heksagonal dengan penambahan slot untuk penerima ADS-B pada frekuensi 1090 MHz.
- Antena yang dirancang memiliki *gain* lebih dari 0.927 dBi, *return loss* -14 dB, dan VSWR 1.4 dengan impedansi sekitar 73 ohm. Pola radiasi yang dihasilkan adalah *omnidirectional*.
- Proses melibatkan beberapa tahap, termasuk perancangan patch heksagonal, penambahan *array patch*, serta penambahan slot. Simulasi dan optimasi dilakukan untuk memastikan nilai parameter antenna sesuai.

- d. Desain ini diharapkan dapat digunakan sebagai penerima ADS-B yang efektif pada frekuensi 1090 MHz. Penelitian ini juga memberikan dasar untuk pengembangan lebih lanjut dalam desain antena mikrostrip dengan performa yang lebih baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan penuh rasa syukur dan hormat, kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan kontribusi dalam penelitian ini. Kami ingin mengucapkan terima kasih kepada pembimbing kami atas bimbingan yang berharga dan arahan yang konstruktif, serta kepada rekan-rekan peneliti yang telah berbagi pengetahuan dan pengalaman. Kami juga sangat menghargai bantuan dari pihak-pihak yang telah menyediakan fasilitas dan sumber daya yang diperlukan, serta keluarga dan teman-teman yang telah memberikan dukungan moral. Tanpa kontribusi dan dorongan dari semua pihak tersebut, penelitian ini tidak akan dapat diselesaikan dengan hasil yang memuaskan. Terima kasih atas segala bantuan dan kerjasama yang telah diberikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Bagus, Y. Suprpto, L. Winiasri, and F. Amansyah, "Studi Ekperimental Penerima ADS-B Menggunakan RTL 1090 dan RTL-SDR R820T2 di Bandara Juanda Surabaya."
- [2] B. Bagus, Y. Suprpto, L. Winiasri, and F. Amansyah, "Studi Ekperimental Penerima ADS-B Menggunakan RTL 1090 dan RTL-SDR R820T2 di Bandara Juanda Surabaya."
- [3] U. K. Sania, A. S. Handayani, S. Sarjana, N. L. Husni, and A. Rahman, "Analisis Performa Antena Mikrostrip, Folded Dipole dan Open Dipole 1090 MHz Pada ADS-B Receiver Pesawat," *SMATIKA JURNAL*, vol. 12, no. 02, pp. 287–296, Dec. 2022, doi: 10.32664/smatika.v12i02.704.
- [4] J. Teknik Elektro, V. Ainur Ridho, U. Jember Satryo Budi Utomo, U. Jember Dodi Setiabudi, and U. Jember, "elektronik Jurnal Arus Elektro Indonesia (eJAEI) Perancangan dan Realisasi Antena Mikrostrip 700 MHz Model Patch Circular Dengan Metode Linear Array Sebagai Penerima TV Digital."
- [5] H. Tegar Pambudhi and A. Z. Ajulian, "Perancangan dan Analisis Antena Mikrostrip dengan Metode Aperture Coupled Feed pada Frekuensi 800 MHz", [Online]. Available: <http://ejournal.undip.ac.id/index.php/transmisi>
- [6] U. K. Sania, A. S. Handayani, S. Sarjana, N. L. Husni, and A. Rahman, "Analisis Performa Antena Mikrostrip, Folded Dipole dan Open Dipole 1090 MHz Pada ADS-B Receiver Pesawat," *SMATIKA JURNAL*, vol. 12, no. 02, pp. 287–296, Dec. 2022, doi: 10.32664/smatika.v12i02.704.
- [7] Y. Dewanto, J. M. Tamba, M. Haryati, and B. Yulianti, "PERANCANGAN SISTEM IMPLEMENTASI ADS-B PADA KENDARAAN RODA EMPAT."
- [8] N. H. F. R. Muhammad Zaky, "Implementasi Rtl-Sdr Untuk Pemantauan Lalu Lintas Pesawat Menggunakan Ads-B."
- [9] B. Sitorus and yahoocoid Tulus irfan Harsono Sitorus Badan SAR Nasional, "Pengembangan Automatic Dependent Surveillance-Broadcast Untuk The Development Of Automatic Dependent Surveillance Broadcast To Improve Flight Safety," *Jurnal Manajemen Transportasi & Logistik*, Vol. 04, No. 03, 2017.
- [10] P. Gearry, A. B. Simanjuntak, And H. Madiawati, "Perancangan Antena Susun Kolinier 4 Elemen Pada Frekuensi 2.4 Ghz Untuk Aplikasi Wireless Local Area Network," 2021.
- [11] F. Vauzia And N. W. Kirana, "Pengaruh Bending Pada Antena Mikrostrip Fleksibel Untuk Aplikasi Iot," *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, Vol. 12, No. 3, Aug. 2024, Doi: 10.23960/Jitet.V12i3.4880.
- [12] E. Yovita, D. Utami, F. D. Setiaji, D. Pebrianto, And K. S. Wacana, "Rancang Bangun Antena Mikrostrip Persegi Panjang 2,4 Ghz Untuk Aplikasi Wireless Fidelity (Wi-Fi)," Vol. 6, No. 3, 2017, Doi: 10.20449/Jnte.V6i3.406.
- [13] B. Roy, A. Bhattacharya, A. K. Bhattacharjee, And S. K. Chowdhury, "Ieee Sponsored Second International Conference On Electronics And Communication Systems(Icecs '2015) Effect Of Different Slots In A Design Of Microstrip Antennas."