

ANTENA SUSUNAN PLANAR 2×2 MIKROSTRIP PETAK REKTANGULAR UNTUK UAV QUADCOPTER PITA ISM 2,45 GHz

PLANAR ARRAY 2×2 RECTANGULAR PATCH MICROSTRIP ANTENNA FOR ISM BAND 2.45 GHz UAV QUADCOPTER

Danang Hary Nursidik¹, Dr. Ir. Heroe Wijanto, MT.², Agus Dwi Prasetyo ST. MT.³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹danangharyns@students.telkomuniversity.ac.id, ²heroe.wijanto@telkomuniversity.co.id,

³adprasetyo@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Perkembangan teknologi yang semakin maju di era ini membuat semua menjadi mudah dan efisien, sama seperti perkembangan telekomunikasi yang semakin pesat. Terlebih dalam pemantauan dalam dunia militer menggunakan UAV saat ini. UAV sangatlah beragam dalam jenisnya terutama pada UAV berjenis *quadcopter*. Dalam pembuatan *quadcopter* agar bisa dikendalikan maka diperlukan sebuah antena. Pada pembuatan *quadcopter* sebelumnya menggunakan antena yang berjenis *cavity* yaitu *cloverleaf* dan *monopole* memiliki dimensi antena lebih besar. Untuk melakukan fungsi tersebut maka dibutuhkan kanal transmisi nirkabel yang menghubungkan antara *quadcopter* dengan *ground station*.

Pada penelitian ini dirancang dan direalisasikan susunan antena mikrostrip planar 2×2 menggunakan *patch rectangular* yang bertujuan memudahkan pengendalian yang sudah cukup memenuhi spesifikasi dari antena sebelumnya. Menggunakan teknik pencatutan mikrostrip *feed line* dan metode *t-junction* untuk *matching* impedansi antar antena.

Hasil dari realisasi antena menggunakan bahan FR-4 menghasilkan pola radiasi *omnidirectional*, polarisasi linier, dan nilai gain 8,9 dB bekerja pada frekuensi ISM band 2.45 GHz dengan impedansi antena 56,86 Ω.

Kata Kunci: Antena, mikrostrip, planar array. *quadcopter*.

Abstract

The development of increasingly advanced technology in this era makes things easy and efficient, just like the rapid development of telecommunications. Especially in monitoring in the military world using UAVs today. UAVs are very diverse in types, especially in quadcopter UAVs. In making a quadcopter to be controlled, an antenna is needed. In making the previous quadcopter using cavity type antennas namely cloverleaf and monopole have larger antenna dimensions. To perform this function, a wireless transmission channel is needed which connects the quadcopter to the ground station.

This research design and realize a 2 × 2 planar microstrip antenna arrangement using a rectangular patch that aims to facilitate control that is sufficient to meet the specifications of the previous antenna. Using microstrip feed line rationing techniques and t-junction methods to match impedance between antennas.

Result of this realization of the antenna using FR-4 produce omnidirectional radiation patterns, linear polarization, and the gain value 8.9 dB, working on the ISM frequency band 2.45 GHz with antenna impedance 56.86 Ω.

Keywords : Antena, mikrostrip, planar array. *quadcopter*.

1. Pendahuluan

Salah satu jenis UAV adalah *quadcopter* yaitu jenis kendaraan udara yang menggunakan empat motor untuk menggerakkan propeller atau baling – balingnya. Pesawat *quadcopter* merupakan miniatur pesawat berjenis *rotary wing*, dimana pesawat mempunyai sebuah sayap yang dapat bergerak ataupun berputar. *Quadcopter* sendiri mampu lepas landas dan mendarat tanpa perlu

suatu landasan yang kuat dan dinamakan sebagai VTOL-UAV (*Vertical Take off and Landing-Unmanned Aerial Vehicle*)[1]. Antena yang berada pada *quadcopter* adalah antena loop persegi, terdiri dari strip sinyal yang menonjol dari pengumpulan CPW (*Coplanar Waveguide*) dan strip T berpasangan untuk eksitasi ortogonal[2].

Pada penelitian ini dirancang antena mikrostrip 2x2 dimana dapat memancarkan antena satu arah di dalam UAV dan berbentuk *rectangular*. Antena mikrostrip itu sendiri memiliki beberapa keuntungan yaitu: Bahannya sederhana, bentuk dan ukuran dimensi antenanya lebih kecil, harga produksinya lebih murah dan mampu memberikan *performance* yang lebih baik[3]. Menggunakan frekuensi ISM (*Industrial, Scientific, and Medical*) band 2,45 GHz untuk aplikasi radar navigasi dimana membutuhkan pola radiasi *directional* dimana antena mikrostrip yang memiliki pola radiasi dapat merubah arah dan tidak dapat diaplikasikan pada UAV. Dengan menggunakan 3D simulasi, dapat melakukan perancangan antena itu sendiri untuk memperoleh nilai *gain*, VSWR, dan *return loss*.

2. Dasar Teori

2.1 UAV

UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) adalah sebuah teknologi pesawat tanpa awak yang dapat dikendalikan dari jarak jauh oleh seorang pilot ataupun mengendalikan diri sendiri. UAV terbagi menjadi dua jenis yaitu *fixed wing* (pesawat terbang komersil), dan *multicopter* (menyerupai helikopter)[4].

UAV biasanya dipergunakan untuk urusan militer maupun pihak sipil. perkebunan. Pada umumnya, pesawat terbang tanpa awak dilengkapi dengan sistem *avionik* baik yang terpasang pada pesawat ataupun di luar pesawat (didarat). Sistem *avionik* terdiri dari beberapa subsistem seperti *autopilot*, sistem kendali pesawat (*flight control system*), sistem navigasi (*navigation system*) berbasis satelit, seperti GPS (*global positioning system*), beban bayar (*payload*) seperti kamera, sistem telemetri (*telemetry system*), dan sistem sensor penerbangan (*flight data sensor*)[5].

2.2 ISM Band

ISM (*Industrial, Scientific, and Medical*) adalah sebuah frekuensi dimana ISM band tersebut bekerja pada frekuensi 2,4 GHz. Frekuensi tersebut berasal dari IEE 802.11 *protocol*.

Dalam versi asli 802.11, protokol memanfaatkan gelombang gelombang mikro ISM pada 2,4 GHz dengan 3 spesifikasi lapisan fisik yang berbeda: *frequency hopping* (FH PHY), *direct sequence spread spectrum* (DSSS PHY) dan *infrared light* (IR PHY). Meskipun ISM band memiliki beberapa kelebihan unik, tetapi tidak banyak digunakan karena masalah keamanan dan jarak yang relatif pendek[6].

Batas dari frekuensi ISM band ini adalah 2.400 – 2.495 GHz, yang digunakan untuk standar radio 802.11b dan 802.11g yaitu panjang gelombang frekuensi sekitar 125 cm. Selain itu standar 802.11a beroperasi pada frekuensi 5,150 – 5.850 GHz yang memiliki panjang gelombang frekuensi sekitar 5 cm atau 6 cm.

2.3 Quadcopter

Quadcopter adalah salah satu jenis pesawat tanpa awak yang memiliki empat motor yang dilengkapi empat propeller pada masing – masing motornya digunakan untuk terbang[1].

Quadcopter memiliki beberapa kelebihan seperti mampu terbang ke segala arah, mengudara tanpa landasan panjang, serta dapat bergerak pada tiga sumbu derajat kebebasan[7]. Komponen utama pada *quadcopter* yaitu *fuselage* yang merupakan *body quadcopter*, baling – baling adalah penghasil gaya terbang atau angkat pada *quadcopter*. Selain itu pada *quadcopter* terdapat *driver* motor yang mendukung sarana pergerakan dengan memberikan daya, serta elevator yang merupakan *control* permukaan untuk mengatur gerak naik dan turun pada *quadcopter*[7]. Adapun jenis *quadcopter* yang digunakan adalah JJRC H6D RC Quadcopter.



Gambar 1 Quadcopter JJRC H6D RC.

2.5 Antena Mikrostrip Patch Rectangular

Antena mikrostrip berasal dari dua kata yaitu: *micro* (kecil) dan *strip* (bilah atau potongan), antena mikrostrip dapat didefinisikan sebagai salah jenis antena yang mempunyai bentuk seperti bilah atau potongan yang mempunyai ukuran kecil. Antena mikrostrip merupakan antena yang memiliki massa yang ringan, mudah difabrikasi, antena mikrostrip juga sangat cocok digunakan untuk perangkat telekomunikasi yang memperhatikan bentuk dan ukuran[8].

Antena mikrostrip *patch rectangular* merupakan jenis *patch* yang paling banyak digunakan. Perhitungan dimensinya relatif mudah karena bentuknya sederhana terdiri dari *patch*, *stripline* dan *groundplane*[9].

Persamaan yang digunakan untuk mencari panjang (L), dan lebar (W) dari antenna mikrostrip adalah sebagai berikut[8]:

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

Diperlukan juga Panjang *patch* efektif (L_{eff}) dapat dirumuskan sebagai berikut:

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

Sehingga Panjang *patch* (L) dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$L = L_{eff} - 2\Delta L \quad (3)$$

Pertambahan panjang dari ΔL dirumuskan sebagai berikut:

$$\frac{\Delta L}{h} = \frac{0,412 (\epsilon_{re} + 0,3) \left(\frac{w}{h} - 0,264\right)}{(\epsilon_{re} - 0,258) \left(\frac{w}{h} + 0,8\right)} \quad (4)$$

Dimana h adalah tebal substrat, dan ϵ_{reff} merupakan konstanta dielektrik efektif dirumuskan sebagai berikut:

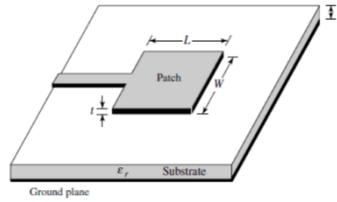
$$\epsilon_{reff} = \left(\frac{\epsilon_r + 1}{2}\right) \left(\frac{\epsilon_r - 1}{2}\right) \left(1 + 12 \frac{h}{w}\right)^{-1/2} \quad (5)$$

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

$$l_{eff} = \frac{c}{2f_0 \sqrt{\epsilon_{re}}} \quad (6)$$

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

$$L = l_{eff} - 2\Delta L \quad (7)$$

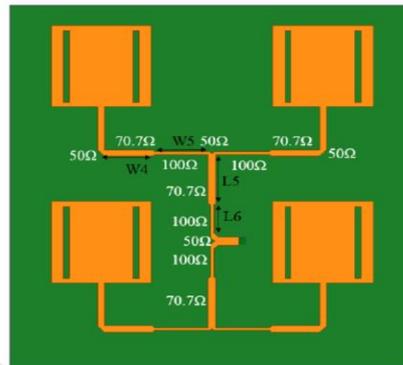


Gambar 2 Antena Mikrostrip Dengan Patch Rectangular[9].

2.6 Planar Array

Planar Array memiliki kelebihan untuk pengaturan dan pengendalian arah pola radiasi serta meningkatkan nilai gain[8]. Pola radiasi didefinisikan sebagai fungsi matematis atau representasi grafis komponen radiasi dalam bentuk fungsi koordinasi[8].

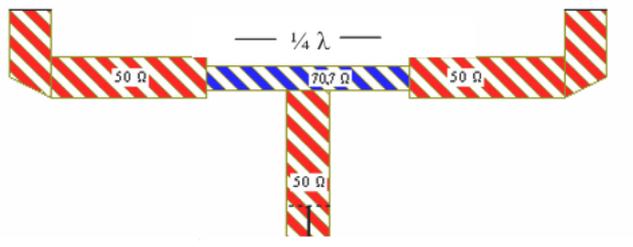
Struktur antena mikrostrip planar array 4 elemen 2x2[10]:



Gambar 3 Planar Array 2x2[10].

2.7 T - Junction

T-Junction merupakan teknik power divider yang umum digunakan pada konfigurasi antena array. T-Junction yang digunakan adalah 70,711 Ω karena penggunaannya meminimalisir ukuran antena[8].

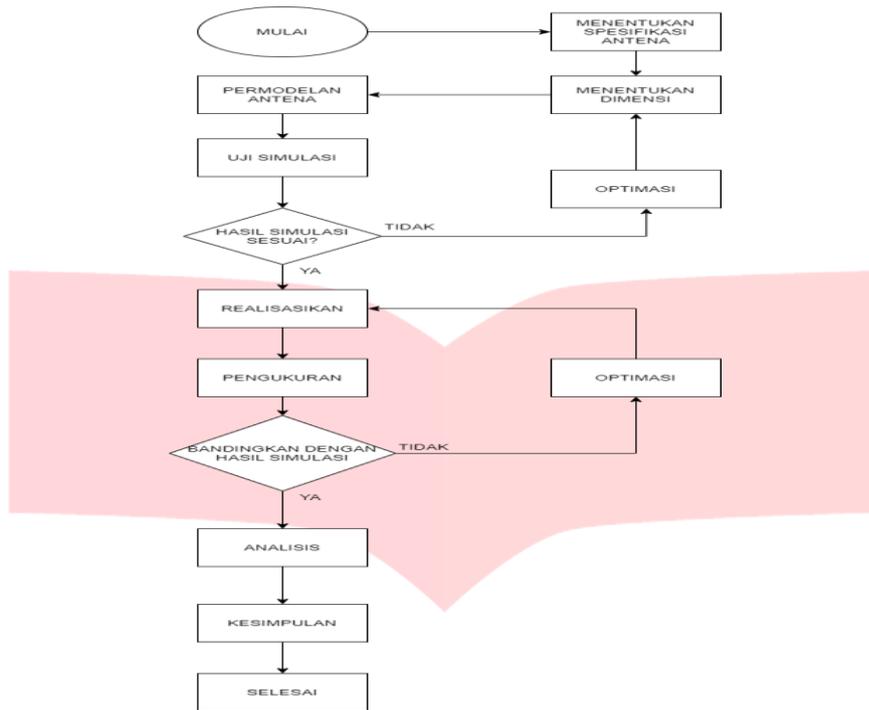


Gambar 4 T-Junction[8].

3. Perancangan Antena

3.1. Diagram Alir Perancangan

Diagram alir dari tahapan perancangan antena ditampilkan oleh gambar 5.



Gambar 5 Diagram alir perancangan antenna

3.2 Spesifikasi Antena

Antena yang dirancang memiliki spesifikasi sebagai berikut:

Tabel 1 Spesifikasi antenna

Spesifikasi	Nilai
Frekuensi Tengah	2,45 GHz
Bandwidth	100 MHz
Impedansi	50 Ω
Polarisasi	Linier
Pola Radiasi	Omnidirectional
VSWR	< 2
Gain	≥ 6 dBi
Return Loss	< -10 dB

3.3 Simulasi Antena

Simulasi yang dilakukan dengan menghubungkan patch dua elemen yang sudah di simulasikan dengan membuat dua elemen berikutnya dan digabungkan dengan teknik planar array.

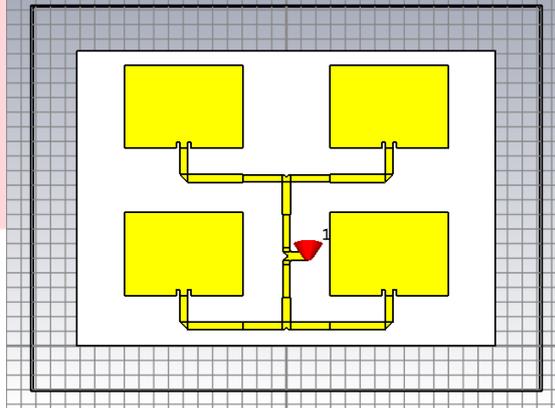
Adapun parameter - parameter yang dibutuhkan dalam merancang antenna planar array 2 × 2 ini adalah sebagai berikut.

Tabel 2 Ukuran dimensi antenna Planar Array 2x2

Parameter	Nilai (mm)
Lebar Patch	80,2
Panjang Patch	56,9
Lebar Feed 50 Ω	5,6
Panjang Feed 50 Ω	11
Lebar Feed 70 Ω	4
Panjang Feed 70 Ω	6,2
Lebar Feed 100 Ω	4,9
Panjang Feed 100 Ω	8,5
Lebar Ground Plane / Substrate	94

Panjang <i>Ground Plane / Substrate</i>	110
Lebar <i>Slot</i>	4,2
Panjang <i>Slot</i>	2,25
Jarak Antar Elemen	29,52
Ketebalan <i>Copper</i>	0,035
Ketebalan <i>Substrate</i>	1,6

Desain dari antenna planar *array 2x2* seperti pada gambar 6.

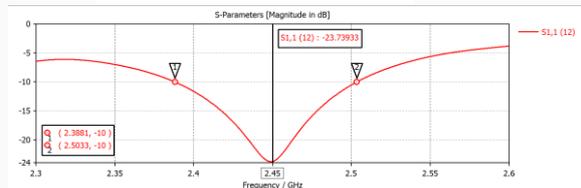


Gambar 6 Desain Antena Planar Array 2x2.

3.4 Hasil Simulasi

Hasil simulasi yang didapatkan dari pengukuran tersebut adalah sebagai berikut:

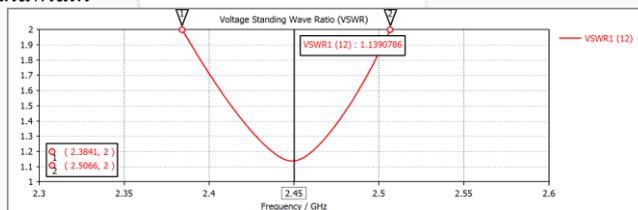
1. Return Loss



Gambar 7 Return Loss Setelah Optimisasi.

Gambar 7 menunjukan bahwa hasil dari simulasi *return loss* berupa -23,73 dB.

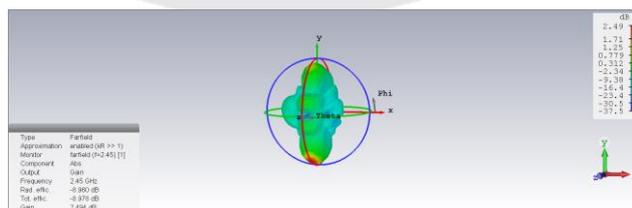
2. VSWR dan Bandwidth



Gambar 8 VSWR Dan Bandwidth Setelah Optimisasi.

Dari gambar 8 maka diketahui hasil dari *bandwidth* yang didapatkan sebesar 122 MHz dan VSWR sebesar 1,13.

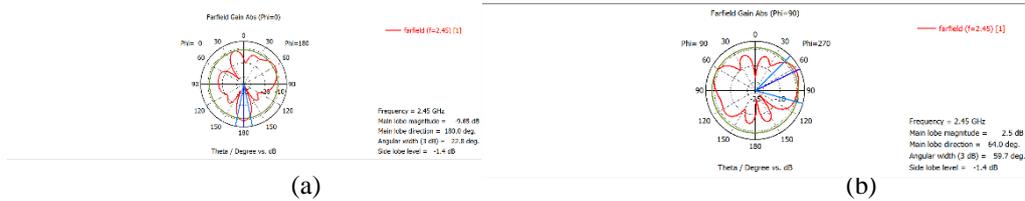
3. Gain Antena



Gambar 9 Gain Antena Planar Array 2x2.

Gain yang didapatkan dari hasil simulasi adalah 2,49 dBi.

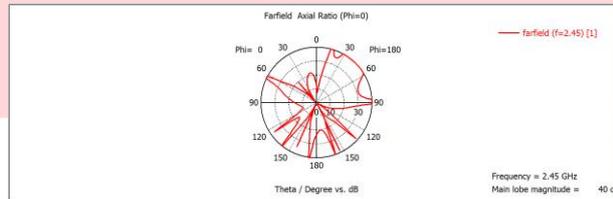
4. Pola Radiasi



Gambar 10 Pola Radiasi Azimuth (a) dan Pola Radiasi Elevasi (b)

Pola radiasi yang dihasilkan adalah *directional* karena desain antenna yang tidak adanya celah bagian belakang berpengaruh pada radiasinya tidak ke segala arah.

5. Polarisasi



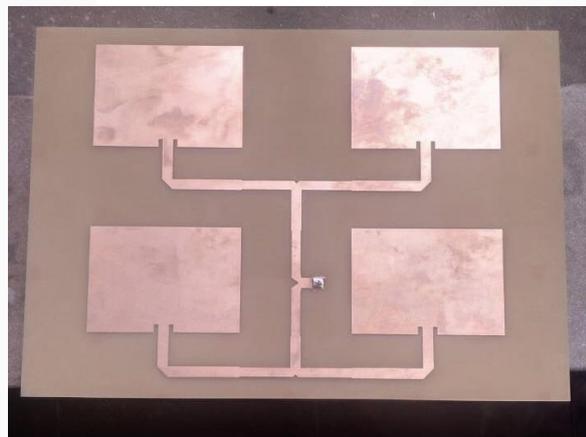
Gambar 11 Polarisasi Hasil Simulasi.

Polarisasi yang dihasilkan dari simulasi adalah elips.

4. Hasil Pengukuran dan Analisis

4.1 Realisasi Antena

Realisasi antenna dari perancangan simulasi antenna mikrostrip planar 2x2 dengan substrat FR-4 seperti gambar 11.



Gambar 12 Realisasi Antena Planar Array 2x2.

5.2 Hasil Pengukuran

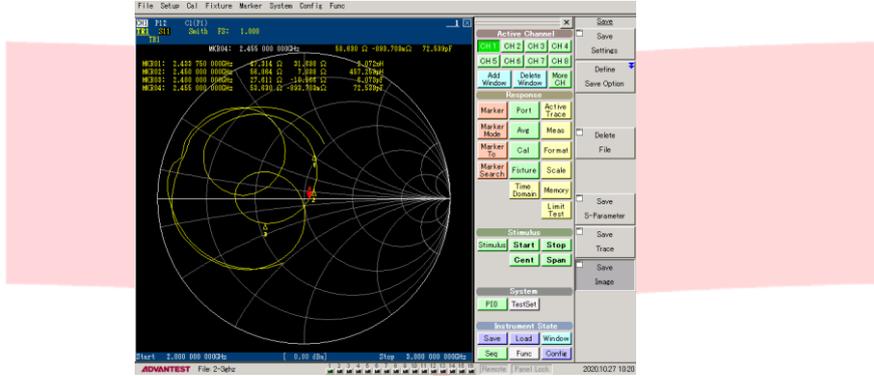
Hasil Pengukuran antenna terdiri dari parameter *return loss*, *VSWR*, *bandwidth*, impedansi, pola radiasi, polarisasi, dan *gain* antenna.



(a)

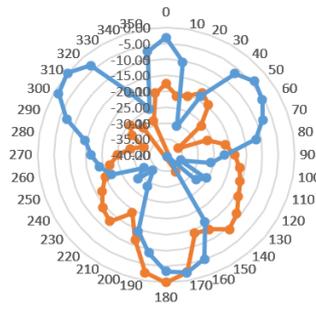


(b)

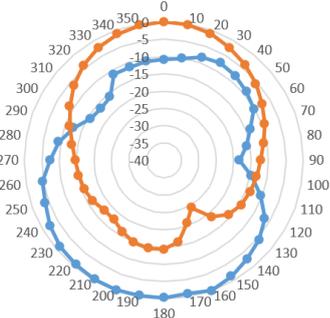


(c)

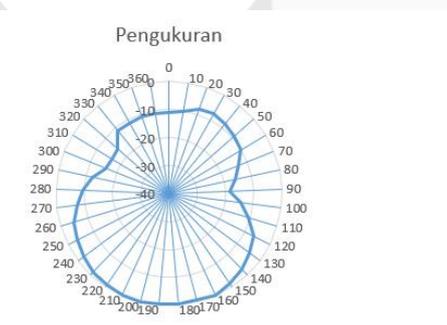
Gambar 13 Hasil Pengukuran Return Loss (a) VSWR Dan Bandwidth (b) Dan Impedansi (c).



(a)



(b)



(c)

Gambar 14 Hasil Pengukuran dan Perbandingan Pola Radiasi Azimuth (a) Pola Radiasi Elevasi (b) dan Polarisis (c).

4.3 Analisis Perbandingan Simulasi Dan Realisasi

Tabel 3 Perbandingan Simulasi Dan Realisasi

Parameter	Simulasi	Pengukuran	Spesifikasi
Return Loss	-23,73 dB	-20,74 dB	<-10 dB
VSWR	1.13	1.2	< 2
Bandwidth	122 MHz	47 MHz	100 MHz
Gain	2,49 dBi	8,9 dBi	≥ 6 dBi
Impedansi	41,31	56,86	50 Ω
Pola Radiasi	Directional	Directional	Omnidirectional
Polarisasi	Elips	Elips	linear

6. Kesimpulan

1. Parameter – parameter seperti *return loss*, VSWR, dan *gain* sudah memenuhi spesifikasi yang diperlukan secara keseluruhan.
2. Teknik *array* pada antenna yang di ukur sangat berpengaruh pada nilai kecil besarnya *gain*.
3. Antena yang di rancang dengan teknik pencatutan *feed line* sangat cocok digunakan dalam perancangan tersebut.
4. Pola radiasi, impedansi antenna, dan *bandwidth* yang dihasilkan dari simulasi dan pengukuran memiliki perbedaan dari parameter masing – masing yang diinginkan.
5. *Gain* yang dihasilkan sebesar 8,9 dBi dan sudah memenuhi spesifikasi > 6 dBi.
6. Dimensi yang dihasilkan pada perancangan antenna masih terlalu besar dengan 9,4 x 11 cm. Sedangkan ukuran quadcopter sebesar 14 x 14 x 3,5 cm.

Daftar Pustaka

- [1] A. F. Harista and S. Nuryadi, "Sistem Navigasi Quadcopter dan Pemantauan Udara," *J. TeknoSAINS Seri Tek. Elektro*, vol. 01, no. 01, pp. 1–22, 2018.
- [2] T. Y. Tan, C. Z. Lu, X. Zhang, G. L. Huang, and T. Yuan, "A Miniaturized Rectangular Circularly-Polarized Loop Antenna for Quadcopter Applications," *2019 Cross Strait Quad-Regional Radio Sci. Wirel. Technol. Conf. CSQRWC 2019 - Proc.*, vol. 2, pp. 1–3, 2019.
- [3] Y. Christyono, I. Santoso, and R. D. Cahyo, "Perancangan Antena Mikrostrip Array Pada Frekuensi 850 MHz," *F. Teknik, U. Diponegoro*, vol. 18, no. 2, pp. 87–95, 2016.
- [4] A. Hilman, Suwandi, R. Endang, "Perancangan Dan Perakitan Fixed Wing UAV Yang Dapat Lepas Landas Secara Vertikal" "*Designing And Assembling Of Fixed Wing UAV That Can Take Off*," *F. T. Elektro, U. Telkom*, pp. 1–8.
- [5] A. R. Pahlevi, M. Iqbal, and A. Kusnaty, "Perancangan Urutan Proses Bongkar Pasang Dan Pengujian Terhadap Pesawat Unmanned Aerial Vehicles (UAV) Usulan Yang Dapat Dibongkar Pasang Dengan Menggunakan Metode Usability Testing" *F. R. Industri, U. Telkom*

- [6] D. Chen, "A Survey of IEEE 802.11 Protocols: Comparison and Prospective," vol. 141, no. Icmnce, pp. 569–578, 2017.
- [7] P. Asmarani, M. Yunifa, and I. Roro, "Implementasi Algoritma Fuzzy Sugeno Untuk Mengatur Pergerakan Quadcopter Dalam Menghindari *Obstacle* Pada Game Simulasi X-Drone, T. Informatika, F. Sains dan Teknologi, U. Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim" 2018.
- [8] Y. Aulia, H. Wijanto, Y. Wahyu, "Antena Mikrostrip Planar Array 2X2 Untuk WIFI 802.11 AC 5,2 GHz," *Karya Ilm.*, vol. 53, 2018.
- [9] E. Wisnu Agara, H. Wijanto, and B. Syihabbudin, "Antena Mikrostrip Patch Rectangular Susunan Linier X-Band Untuk Radar Cuaca X-Band Linear Array Rectangular Patch Microstrip Aantenna For Weather Radar," pp. 1–8, 2017.
- [10] W. S. Chen and Y. C. Lin, "Design Of 2×2 Microstrip Patch Array Antenna For 5G C-Band Access Point Applications," *2018 IEEE Int. Work. Electromagn. Appl. Student Innov. Compet. iWEM 2018*, no. L, pp. 1–2, 2018.