

Desain dan Realisasi Antena Susunan Keping Persegi Pita Ganda 2,4 Ghz dan 5,8 Ghz untuk Komunikasi Drone

Design and Realization of Dual Band Rectangular Patch Array Antenna 2.4 Ghz and 5.8 Ghz for Drone Communication

1st Iqbaldi Pramadhan
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
iqbaldipramadhan@telkomuniversit
y.ac.id

2nd Heroe Wijanto
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
heroe@telkomuniversity.ac.id

3rd Yussi Perdana
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
yussips@telkomuniversity.ac.id

Abstrak—Drone atau UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) merupakan mesin terbang dengan kendali jarak jauh yang dapat digunakan untuk memantau atau mengontrol keadaan sekitar dengan mengambil gambar berupa video. Pengambilan video terkadang dilakukan dalam cakupan wilayah luas dan besar, sehingga diperlukan teknologi nirkabel yang mumpuni. *Wireless Fidelity* (WiFi) merupakan jaringan nirkabel yang dapat mendukung lalu lintas data tertinggi dan memungkinkan berbagai perangkat dapat terhubung internet. Teknologi WiFi dapat digunakan untuk mendukung pengiriman data hasil pantauan sekaligus untuk pengendalian *drone*. Untuk dapat mengirimkan data pantauan serta pengendalian *drone* maka dibutuhkan perangkat transmisi berupa antena. Namun pada umumnya antena yang digunakan memiliki dimensi besar dan masih menggunakan antena *singleband*. Maka dalam tugas akhir ini akan dirancang dan direalisasikan antena mikrostrip *dual band* pada frekuensi WiFi 2,4 GHz dan 5,8 GHz untuk komunikasi *drone*. Setelah dilakukan simulasi diperoleh nilai parameter antena yaitu *return loss* -15,718 dB dan -17,34 dB, VSWR 1,4025 dan 1,3144, *bandwidth* 52 MHz dan 698,4 MHz, impedansi 50 Ω , pola radiasi unidireksional, dan polarisasi linier. Kemudian ketika pengukuran pada antena realisasi diperoleh nilai *return loss* -10,159 dB dan -14,131 dB, VSWR 1,9126 dan 1,4929, *bandwidth* 48 MHz dan 317 MHz, impedansi 31,35 Ω dan 35,03 Ω , pola radiasi unidireksional, dan polarisasi elips.

Kata Kunci—*drone*, WIFI, antena, antena mikrostrip, array, dual band

Abstract—Drone or UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) is a flying machine with remote control that can

be used to monitor or control the surroundings by taking pictures in the form of video. Video capture is sometimes carried out in wide and large area coverage, so a capable wireless technology is needed. *Wireless Fidelity* (WiFi) is a wireless network that can support the highest data traffic and allows various devices to connect to the internet. WiFi technology can be used to support the transmission of monitored data as well as to control drones. To be able to transmit monitoring data and control drones, a transmission device in the form of an antenna is needed. However, in general, the antennas used have large dimensions and still use singleband antennas. So, in this final project, a dual band microstrip antenna will be designed and realized at a WiFi frequency of 2.4 GHz and 5.8 GHz for drone communication. After the simulation, the antenna parameter values obtained are return loss -15.718 dB and -17.34 dB, VSWR 1.4025 and 1.3144, bandwidth 52 MHz and 698.4 MHz, impedance 50 Ω , unidirectional radiation pattern, and linear polarization. Then when the measurements on the realized antenna are obtained, the return loss values are -10.159 dB and -14.131 dB, VSWR 1.9126 and 1.4929, bandwidth 48 MHz and 317 MHz, impedance 31.35 Ω and 35.03 Ω , unidirectional radiation pattern, and elliptical polarization.

Keywords—*drone*, WiFi, antenna, microstrip antenna, array, dual band

I. PENDAHULUAN

Drone atau UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) merupakan mesin terbang dengan kendali jarak jauh yang dapat digunakan untuk memantau atau mengontrol keadaan sekitar dengan mengambil gambar berupa video. Untuk mengirimkan data hasil

pantauan tersebut dibutuhkan perangkat transmisi, salah satunya adalah antena. Pada umumnya *drone* menggunakan antena berjenis *cavity* yaitu antena *monopole* dan *cloverleaf*, yang berdimensi cukup besar. Selain itu, *drone* pada umumnya juga menggunakan antena *singleband*, yang menyebabkan bentuk dari *drone* sendiri tidak terlihat sederhana. Pada penelitian sebelumnya dengan bentuk antena yang sama pada aplikasi WiFi didapat *dual band* frekuensi dikarenakan bentuk *rectangular* dengan metode modifikasi *slot*, antena *monopole* dengan ukuran yang telah diperhitungkan sehingga menghasilkan frekuensi *dual band* [1].

Wireless Fidelity (WiFi) adalah teknologi jaringan nirkabel yang memungkinkan perangkat seperti komputer (laptop dan desktop), perangkat seluler (ponsel pintar dan perangkat yang dapat dikenakan), dan peralatan lain (printer dan kamera video) untuk berinteraksi dengan internet. WiFi mendukung lalu lintas tertinggi karena jika

dibandingkan teknologi nirkabel yang sebelumnya sudah ada. WiFi tersedia hanya pada *bandwidth* 20 MHz dan 40 MHz masing-masing di pita 2,4 GHz dan 5 GHz [2]. Agar sinyal WiFi tersebut dapat masuk ke dalam perangkat, dibutuhkan antena WiFi. Maka dalam Tugas Akhir ini akan melakukan “Desain dan Realisasi Antena Susunan Keping Persegi Pita Ganda 2,4 GHz dan 5,8 GHz untuk Komunikasi Drone”.

II. KAJIAN TEORI DAN METODE

A. *Wireless Fidelity* (WiFi)

Wireless Fidelity atau WiFi adalah sarana untuk melakukan komunikasi data tanpa kabel yang dapat digunakan untuk berkomunikasi atau mengirimkan program dan data dengan kemampuan yang sangat cepat. Standar untuk WiFi diatur oleh IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*) dengan standar 802.11. Standar 802.11 oleh IEEE mempunyai beberapa jenis seperti 802.11, 802.11a, 802.11b, dan lain lainnya seperti yang tercantum pada tabel 2.1.

TABEL 2.1
(Standar 802.11 IEEE)

IEEE 802.11 Standard						
Release Date	Standard	Frequency Band (GHz)	Bandwidth (MHz)	Modulation	Advanced Antenna Technology	Maximum Data Rate
1997	802.11	2.4	20	DSSS, FHSS	N/A	2 Mbits/s
1999	802.11b	2.4	20	DSSS	N/A	11 Mbits/s
1999	802.11a	5	20	OFDM	N/A	54 Mbits/s
2003	802.11g	2.4	20	DSSS, OFDM	N/A	54 Mbits/s
2009	802.11n	2.4, 5	20, 40	OFDM	MIMO, up to four spatial streams	600 Mbits/s
2012	802.11ad	60	2160	SC, OFDM	Beamforming	6.76 Gbits/s
2013	802.11ac	5	40, 80, 160	OFDM	MIMO, MU-MIMO, up to eight spatial streams	6.93 Gbits/s

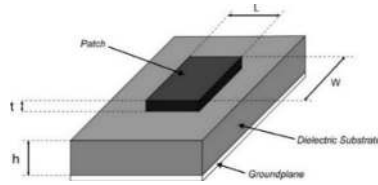
Berbagai jenis standar 802.11 juga memiliki spesifikasi masing-masing. Teknologi WiFi di Indonesia telah diatur oleh Kominfo RI (Kementerian Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia) dengan rentang frekuensi kerja di 2053–2483.5 MHz dan 5725–5825 MHz. Untuk penggunaan di luar ruangan (*outdoor*) hanya diperkenankan pada rentang frekuensi 5725–5825 MHz [3].

B. *Drone*

Drone atau disebut juga UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) merupakan sebuah mesin terbang dengan kendali jarak jauh oleh pilot atau mengendalikan dirinya sendiri secara otomatis (*autopilot*). *Drone* dapat difungsikan untuk memantau maupun mengontrol keadaan sekitar. Dengan menggunakan *drone*, pemantauan maupun pengontrolan lebih efektif dan efisien, karena dapat mencakup area yang luas namun dalam waktu yang singkat. Dari segi bentuk sayap atau *airfoil* secara umum *drone* dibagi menjadi 2 bentuk, yaitu *Rotary Wing* dan *Fixed Wing* [4].

C. Antena Mikrostrip *Patch Rectangular*

Antena mikrostrip adalah jenis antena yang berbentuk papan (*board*) tipis dan mampu bekerja pada frekuensi yang tinggi. Antena mikrostrip dibuat menggunakan substrat yang mempunyai tiga buah lapisan struktur yaitu *patch*, substrat dielektrik, dan *groundplane* [5]. Beberapa kelebihan dari antena mikrostrip diantaranya yaitu antena ini memiliki bobot yang ringan dan ukuran yang kecil, mempunyai konfigurasi *low profile* yang maksudnya mudah dalam fabrikasi dan bentuknya dapat disesuaikan dengan perangkat utama, biaya fabrikasi antena mikrostrip juga lebih ekonomis, dan memiliki fleksibilitas yang baik. Selain memiliki kelebihan, antena mikrostrip juga memiliki kekurangan. Beberapa kekurangan dari antena mikrostrip diantaranya yaitu efisiensi rendah, *bandwidth* yang dihasilkan juga kecil, dan daya (*power*) serta penguatan (*gain*) antena mikrostrip juga rendah.



GAMBAR 2.1
(Antena Mikrostrip Patch Rectangular)

Pada Tugas Akhir menggunakan antena mikrostrip *patch rectangular*. Untuk mencari panjang dan lebar dari *patch* antena mikrostrip digunakan persamaan sebagai berikut [6].

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

$$\frac{\Delta L}{h} = \frac{0,412 (\epsilon_{re} + 0,3) \left(\frac{W}{h} + 0,264 \right)}{(\epsilon_{re} - 0,258) \left(\frac{W}{h} + 0,8 \right)} \quad (2.2)$$

$$\epsilon_{reff} = \left(\frac{\epsilon_r + 1}{2} \right) \left(\frac{\epsilon_r - 1}{2} \right) \left(1 + 12 \frac{h}{W} \right)^{-1/2} \quad (2.3)$$

$$L_{eff} = \frac{c}{2f_0 \sqrt{\epsilon_{reff}}} \quad (2.4)$$

$$L = L_{eff} - \Delta L \quad (2.5)$$

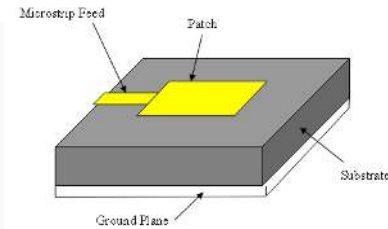
Untuk mencari panjang dan lebar dari *groundplane* antena mikrostrip digunakan persamaan sebagai berikut [5].

$$Ag = 6t + Ap \quad (2.6)$$

Dimana:

- W = Lebar konduktor (m)
- c = Kecepatan cahaya diruang bebas ($3 \cdot 10^8$ m/s)
- L_{eff} = Panjang *patch* efektif
- ϵ_{re} = Konstanta dielektrik efektif (F/m)
- f_0 = Frekuensi kerja antena yang diinginkan (Hz)
- L = Panjang *patch*
- ΔL = Pertambahan panjang dari L
- h = Tebal dari substrat
- w = Lebar konduktor
- ϵ_r = Konstanta dielektrik (F/m)
- Ag = Panjang dan Lebar *groundplane* (L_g, W_g)
- t = Tinggi substrat
- Ap = Panjang dan Lebar *patch* (L_p, W_p)

lapisan substrat yang sama. Saluran *microstrip feed line* ini mudah dalam fabrikasi dan lebih sederhana. Saluran *microstrip feed line* juga memiliki ukuran lebih kecil bila dibandingkan dengan *patch* antena.



GAMBAR 2.2
(Saluran Mikrostrip Feed Line)

D. Saluran Transmisi *Microstrip Feed Line*

Pencatutan *microstrip feed line* adalah teknik pencatutan dimana saluran transmisi yang berbentuk *strip* terhubung dengan bagian *patch* antena pada

Untuk mencari panjang dan lebar dari saluran transmisi antena mikrostrip digunakan persamaan sebagai berikut [7].

$$W_{slt} = \frac{2h}{\pi} \left\{ (B - 1 - \ln(2B - 1)) + \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r} \left[\ln(B - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{\epsilon_r} \right] \right\} \quad (2.7)$$

$$B = \frac{60\pi^2}{Z\sqrt{\epsilon_r}} \quad (2.8)$$

$$\lambda_g = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon_e}} \quad (2.9)$$

$$\lambda_0 = \frac{c}{f_0 \sqrt{\epsilon_e}} \quad (2.10)$$

$$L_{slt} = \frac{\lambda_g}{4} \quad (2.11)$$

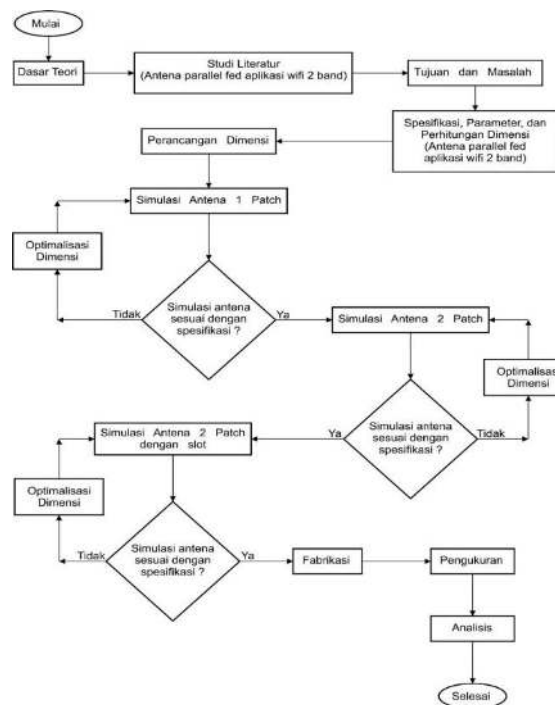
Dimana:

- W_{slt} = Lebar saluran transmisi mikrostrip
- Z = Impedansi (50Ω)
- h = Tinggi substrat (mm)
- ϵ_r = Konstanta dielektrik (4,4)
- π = 3,14
- λ_g = Panjang gelombang bahan dielektrik

- λ_0 = Panjang gelombang dalam ruang bebas
- ϵ_e = Konstanta dielektrik efektif
- c = Kecepatan cahaya di ruang bebas ($3 \cdot 10^8$ m/s)
- f_0 = Frekuensi kerja antena (Hz)
- L_{slt} = Panjang saluran transmisi

E. Skema Perancangan

Berikut adalah diagram alir tahap pengerjaan Tugas Akhir.



GAMBAR 2.3
(Diagram Alir Perancangan)

F. Spesifikasi Antena

1. Spesifikasi antena yang diinginkan:

- Bahan Substrat : FR4 Epoxy
- Metode : Antena array dengan *patch rectangular* dan penambahan slot optimasi.
- Frekuensi Kerja : 2,4 GHz dan 5,8 GHz
- Bandwidth : ≥ 20 MHz

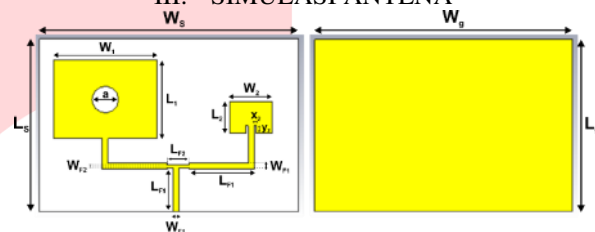
Variabel	Dimensi Antena		Keterangan
	Sebelum Optimasi (mm)	Setelah Optimasi (mm)	
W_g	100	100	Lebar <i>Ground</i>
L_g	78	75	Panjang <i>Ground</i>
h	1,6	1,6	Tebal Substrat
W_1	38,038	38	Lebar <i>Patch</i> Antena 2,4
L_1	28,6	30	Panjang <i>Patch</i> Antena 2,4
t	0,035	0,035	Tebal Tembaga
W_2	15,739	16	Lebar <i>Patch</i> Antena 5,8
L_2	11,65	11	Panjang <i>Patch</i> Antena 5,8
W_{F1}	2,175	2,175	Lebar Saluran 50
W_{F2}	1	1	Lebar Saluran 70,71
L_{F1}	11	10	Panjang Saluran 50
L_{F2}	8	8	Panjang Saluran 70,71
x_2	1	0,5	Lebar <i>Slot</i> Antena 5,8
y_2	3,75	4,5	Panjang <i>Slot</i> Antena 5,8
a	4,85	5	Diameter <i>Slot</i> Lingkaran

Nilai *return loss* setelah optimasi untuk frekuensi 2,4 GHz sebesar -15,718 dB dan untuk frekuensi 5,8 GHz sebesar -17,34 dB. Nilai VSWR untuk frekuensi 2,4 GHz sebesar 1,4025 dan untuk frekuensi 5,8 GHz sebesar 1,3144. Dari sini diperoleh juga nilai

- VSWR : < 2
- Return Loss* : ≤ -10 dB
- Impedansi : 50Ω
- Polarisasi : Linier vertikal
- Pola Radiasi : Unidireksional

- Pada Tugas Akhir ini dipilih pola radiasi unidireksional karena antena dipasang sebagai antena *transmitter* dan antena *receiver*.
- Bahan yang digunakan untuk *groundplane* dan *patch* adalah tembaga dengan konstanta dielektrik (ϵ_r) bernilai 1 dan memiliki ketebalan sebesar 0,035 mm.
- Bahan yang digunakan untuk substrat dielektrik adalah FR 4 dengan permitivitas dielektrik bahan (ϵ_r) = 4,4 dan ketebalan = 1,6 mm.

III. SIMULASI ANTENA



GAMBAR 3.1

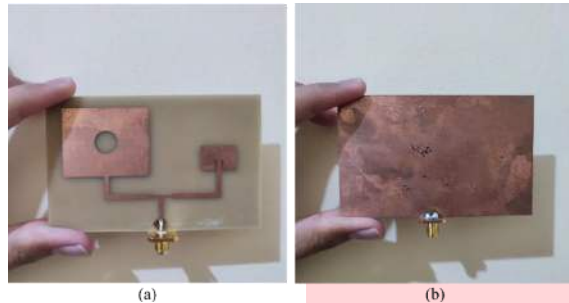
(Desain Simulasi Antena Dual Patch dengan Slot Lingkaran)

Setelah diperoleh hasil perancangan dari antena, tahap selanjutnya yaitu melakukan simulasi dari antena. Setelah simulasi, hasil dari *return loss* untuk frekuensi 2,4 GHz masih belum sesuai spesifikasi yang telah ditentukan. Maka langkah selanjutnya yaitu melakukan optimasi dengan mengubah dimensi antena. Berikut merupakan dimensi antena hasil optimasi.

bandwidth. Untuk frekuensi 2,4 GHz nilai *bandwidth*-nya 52 MHz, sedangkan untuk frekuensi 5,8 GHz nilai *bandwidth*-nya 698,4 MHz. Diperoleh nilai impedansi untuk frekuensi 2,4 GHz dan 5,8 GHz sebesar 50Ω . Untuk simulasi antena pada frekuensi 2,4 GHz dan 5,8

Ghz didapatkan pola radiasi *unidirectional* atau arah pancaran antenna dominan ke satu arah tertentu. Dari simulasi diperoleh nilai *axial ratio* antenna 40 dB pada frekuensi 2,4 Ghz dan 5,8 GHz. Berdasarkan *axial ratio* yang didapat, jenis polarisasinya adalah polarisasi linier.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN



GAMBAR 4.1

(Realisasi Antena (a) Tampak Depan dan (b) Tampak Belakang)

A. Hasil Pengukuran Antena Realisasi

Diperoleh nilai *return loss* untuk antena realisasi sebesar -10,159 dB di frekuensi 2,4 GHz dan -14,131 dB di frekuensi 5,8 GHz. Nilai VSWR antena realisasi sebesar 1,9126 untuk frekuensi 2,4 GHz dan 1,4929 untuk frekuensi 5,8 GHz. Selain itu juga diperoleh nilai *bandwidth*. Untuk frekuensi 2,4 GHz didapat nilai *bandwidth* 48 MHz dan untuk frekuensi 5,8 GHz didapat nilai *bandwidth* 317 MHz. Nilai impedansi antena realisasi sebesar 31,35 Ω untuk frekuensi 2,4 GHz dan 35,03 Ω untuk frekuensi 5,8 GHz.

Berdasarkan hasil pengukuran, antena realisasi menghasilkan pola radiasi berupa pola radiasi unidireksional dikarenakan arah pancar dominan ke satu arah tertentu. Untuk pengukuran polarisasi, pada frekuensi 2,4 GHz diperoleh daya terima maksimum (sumbu mayor) pada sudut 0 dan daya terima minimum (sumbu minor) pada sudut 80. Setelah dilakukan perhitungan diperoleh nilai *axial ratio* dengan rincian berikut.

$$\begin{aligned}\text{Daya terima maksimum (dBm)} &= 0 \text{ dBm} \\ \text{Daya terima maksimum (mWatt)} &= 10^{\left(\frac{0}{10}\right)} \text{ mWatt}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Daya terima maksimum (Watt)} &= 1 \text{ mWatt} \\ &= 1 \times 10^{-3} \text{ Watt} \\ \text{Daya terima minimum (dBm)} &= -22,14 \text{ dBm} \\ \text{Daya terima minimum (mWatt)} &= 10^{\left(\frac{-22,14}{10}\right)} \text{ mWatt} \\ &= 6,11 \times 10^{-3} \text{ mWatt} \\ \text{Daya terima minimum (Watt)} &= 6,11 \times 10^{-3} \times 10^{-3} \text{ Watt} \\ &= 6,11 \times 10^{-6} \text{ Watt}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{axial ratio} &= \frac{\sqrt{P_{\text{watt mayor}} \times 377}}{\sqrt{P_{\text{watt minor}} \times 377}} \\ &= \frac{\sqrt{1 \times 10^{-3} \times 377}}{\sqrt{6,11 \times 10^{-6} \times 377}} = 12,793\end{aligned}$$

$$\text{axial ratio (dB)} = 10 \log_{10} 12,793 = 11,069 \text{ dB}$$

Sedangkan pada frekuensi 5,8 GHz diperoleh daya terima maksimum (sumbu mayor) pada sudut 350 dan daya terima minimum (sumbu minor) pada sudut 260. Setelah dilakukan perhitungan diperoleh nilai *axial ratio* dengan rincian sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\text{Daya terima maksimum (dBm)} &= 0 \text{ dBm} \\ \text{Daya terima maksimum (mWatt)} &= 10^{\left(\frac{0}{10}\right)} \text{ mWatt} \\ &= 1 \text{ mWatt}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Daya terima maksimum (Watt)} &= 1 \times 10^{-3} \text{ Watt}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Daya terima minimum (dBm)} &= -12,74 \text{ dBm} \\ \text{Daya terima minimum (mWatt)} &= 10^{\left(\frac{-12,74}{10}\right)} \text{ mWatt} \\ &= 5,32 \times 10^{-2} \text{ mWatt} \\ \text{Daya terima minimum (Watt)} &= 5,32 \times 10^{-2} \times 10^{-3} \text{ Watt} \\ &= 5,32 \times 10^{-5} \text{ Watt}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{axial ratio} &= \frac{\sqrt{P_{\text{watt mayor}} \times 377}}{\sqrt{P_{\text{watt minor}} \times 377}} \\ &= \frac{\sqrt{1 \times 10^{-3} \times 377}}{\sqrt{5,32 \times 10^{-5} \times 377}} = 4,335\end{aligned}$$

$$\text{axial ratio (dB)} = 10 \log_{10} 4,335 = 6,369 \text{ dB}$$

Berdasarkan perhitungan, didapat nilai *axial ratio* 11,069 dB dan 6,369 dB. Sesuai dengan nilai *axial ratio*, maka antena memiliki polarisasi elips.

B. Analisa Perbandingan Hasil Pengukuran

TABEL 4.1

(Perbandingan Spesifikasi Antena Simulasi dan Realisasi)

Parameter	Spesifikasi	Simulasi	Realisasi
Return Loss	≤ -10 dB	-15,718 dB dan -17,34 dB	-10,159 dB dan -14,131 dB
VSWR	< 2	1,4025 dan 1,3144	1,9126 dan 1,4929
Bandwidth	≥ 20 MHz	52 MHz dan 698,4 MHz	48 MHz dan 317 MHz
Impedansi	50 Ω	50 Ω	31,35 Ω dan 35,03 Ω
Pola Radiasi	Unidireksional	Unidireksional	Unidireksional
Polarisasi	Linier	Linier	Elips

Seperti yang ditunjukkan pada tabel 4.1, terdapat perbedaan hasil parameter antena antara simulasi dengan realisasi. Hasil dari simulasi lebih baik dibandingkan dengan hasil realisasi. Beberapa

parameter antena baik simulasi maupun realisasi seperti VSWR, *return loss*, *bandwidth*, dan pola radiasi sudah memenuhi spesifikasi parameter. Sedangkan untuk impedansi dan polarisasi pada antena

realisasi masih belum memenuhi spesifikasi parameter, yang disebabkan karena adanya faktor luar seperti adanya keterbatasan pengukuran baik dari alat pengukuran atau kondisi sekitar saat dilaksanakan pengukuran, dan juga keterbatasan saat fabrikasi.

V. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari pelaksanaan Tugas Akhir sebagai berikut. Dalam Tugas Akhir ini telah dilaksanakan perancangan hingga realisasi antenna mikrostrip untuk komunikasi *drone* dengan metode dasar antenna *rectangular* yang kemudian disusun menjadi antenna *array* susunan paralel. Berdasarkan simulasi yang telah dilakukan dengan *software*, diperoleh hasil parameter antenna dengan nilai *return loss* -15,718 dB dan -17,34 dB, VSWR 1,4025 dan 1,3144, *bandwidth* 52 MHz dan 698,4 MHz, impedansi 50 Ω , pola radiasi yang dihasilkan yaitu unidireksional, dan polarisasi linier. Sedangkan dari pengukuran antenna hasil realisasi, diperoleh hasil parameter antenna dengan nilai *return loss* -10,159 dB dan -14,131 dB, VSWR 1,9126 dan 1,4929, *bandwidth* 48 MHz dan 317 MHz, impedansi 31,35 Ω dan 35,03 Ω , pola radiasi yang dihasilkan yaitu unidireksional, dan polarisasi elips. Antena yang dirancang, baik simulasi maupun realisasi, mampu bekerja secara unidireksional. Hasil beberapa parameter seperti *return loss*, VSWR, *bandwidth*, dan pola radiasi baik simulasi maupun realisasi telah sesuai dengan spesifikasi parameter awal yang dibutuhkan untuk dapat bekerja di frekuensi 2,4 GHz dan frekuensi 5,8 GHz. Hasil yang paling baik didapatkan dari simulasi. Untuk parameter impedansi dan polarisasi yang didapat dari pengukuran antenna realisasi masih belum sesuai dengan spesifikasi parameter awal dan hasil simulasi. Hal tersebut disebabkan faktor luar ketika dilakukan pengukuran. Setelah dilakukan simulasi, jarak antara dua *patch* ketika didekatkan maupun dijauhkan akan memperburuk kualitas antenna, dengan penanda dari parameter *return loss*, VSWR, dan *bandwidth* yang

diperoleh. Terdapat jarak optimal tertentu agar kualitas antenna tetap baik.

REFERENSI

- [1] S. X. Ta, I. Park, and R. W. Ziolkowski, "Circularly Polarized Crossed Dipole on an HIS for 2.4/5.2/5.8 GHz WLAN Applications," *IEEE Antennas Wirel. Propag. Lett.*, vol. 12, pp. 1464–1467, 2013.
- [2] H. G. Booker, "Slot Aerials and Their Relation to Complementary Wire Aerials (Babinet's Principle)," *J. Inst. Electr. Eng. - Part IIIA Radiolocation*, vol. 93, no. 4, pp. 620–626, 1946.
- [3] Menkominfo, "Penetapan Pita Frekuensi Radio untuk Keperluan Layanan Pita Lebar Nirkabel (Wireless Broadband) pada Frekuensi Radio 5,8GHz," no. 27/Per/M. Kominfo/06/2009, Kementerian Komunikasi dan Informatika, 2009.
- [4] R. E. Putra, H. Wijanto, and A. D. Prasetyo, "Perancangan Dan Realisasi Antena Mikrostrip Array Polarisasi Sirkular pada Frekuensi 5,8 GHz dengan Catuan Proximity Coupled untuk Aplikasi First Person View Pesawat Tanpa Awak pada Sisi Ground Segment," *e-Proceeding Eng.*, vol. 2, no. 2, pp. 3120–3128, 2015.
- [5] C. A. Balanis, *Antenna Theory: Analysis and Design*, 4th ed. John Wiley & Sons, 2015.
- [6] M. Wahab, Y. Wahyu, and Y. P. Saputera, "Small Antenna using Transmission Line Uniform for X-Band Navigation Radar," *2015 Int. Work. Antenna Technol.*, pp. 309–312, 2015.
- [7] M. Rashid, A. Kumar, and A. S. Virk, "Planar Internal Antenna Design for Cellular Applications & SAR Analysis," *Int. J. Eng. Res. Dev.*, vol. 11, no. 08, pp. 65–71, 2015.