

**PERANCANGAN DAN REALISASI ANTENA MIKROSTRIP BIQUAD GANDA UNTUK ANTENA
PENERIMA FPV
DESIGN AND REALIZATION MICROSTRIP DOUBLE BIQUAD ANTENNA FOR RECEIVER
ANTENNA FPV**

Syaiful Rahmat¹, Achmad Ali Muayyadi², Arfianto Fahmi³

Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom
rah.syaiful@gmail.com¹, aly@telkomuniversity.ac.id², arfiantof@telkomuniversity.ac.id³

Abstrak

UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) adalah sebuah mesin terbang tidak berawak yang dapat dikendalikan dari jarak jauh dan bisa digunakan untuk sipil maupun militer, misalnya untuk memantau bencana alam dan dapat mendokumentasikannya dalam bentuk video menggunakan kamera yang terpasang pada pesawat. Untuk melakukan fungsi tersebut dibutuhkan saluran transmisi nirkabel yang menghubungkan antar pesawat dengan *ground station*.

Pada penelitian ini dirancang antena mikrostrip dengan menggunakan teknik pencatutan *coaxial feeding*. Bentuk *patch* yang digunakan yaitu biquad yang dibuat ganda untuk mendapatkan performansi yang lebih baik. Proses perancangan menggunakan *software* CST 2014 dengan bahan substrat FR – 4 epoxy yang memiliki konstanta dielektrik sebesar 4,3 pada frekuensi 5,8 GHz.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan pola radiasi dari antena mikrostrip biquad ganda ini yaitu unidireksional dengan nilai VSWR 1,192 dan *return loss* - 21,124 pada frekuensi 5,8 GHz. Untuk gain capaian pada pengukuran sebesar 7,7 dBi. Antena hasil perancangan dapat diaplikasikan sebagai antena penerima pada sistem UAV pada sisi *ground station*.

Kata kunci: antena mikrostrip biquad ganda, receiver, UAV

Abstract

UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) is an unmanned flying machine that is controlled from far away and can be used for civil or military purposes, such as scouting natural disasters and documenting it in video using attachable cameras. To do so, a wireless transmission channel is needed to connect UAV and ground station.

In this research, microstrip antenna design using *coaxial feeding* technique. Patch form using double biquad to get better performance. Design process using *software* CST 2014 with substrate material FR – 4 epoxy with constant dielectric 4,3 in frequency 5,8 GHz.

Result of this research shows radiation pattern from double biquad microstrip antenna which is unidirectional with VSWR 1,192 and *return loss* - 21,124 in frequency 5,8 GHz. For gain in this measuring 7,7 dBi. Antenna from this research can be applied as receiver antenna in UAV system on ground station.

Keyword: microstrip antenna double biquad, receiver, UAV

1. Pendahuluan

Perkembangan sistem komunikasi nirkabel yang berkembang secara pesat untuk memenuhi tuntutan dari pengguna. Yang menjadi permasalahan saat ini yang sering kali dalam sistem komunikasi misalnya pada media nirkabel sinyal yang dikirimkan mengalami redaman atau atenuasi di dalam suatu *wave guide*, sehingga paket data yang dikirimkan akan mengalami *delay* atau *loss*.

UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) adalah sebuah mesin terbang tidak berawak berfungsi dengan kendali jarak jauh yang bisa digunakan untuk sipil maupun militer, misalnya untuk memantau bencana alam dan dapat mendokumentasikannya dalam bentuk video menggunakan kamera yang terpasang pada pesawat. Untuk melakukan fungsi tersebut dibutuhkan saluran transmisi nirkabel yang menghubungkan antar pesawat dengan *ground station*. Pengambilan video menggunakan *quadcopter* pada umumnya dilakukan secara *realtime* atau biasa dikenal dengan istilah *First Person View* (FPV). FPV merupakan suatu metode mengendalikan *quadcopter* seolah-olah seperti mengendarai wahana itu sendiri, FPV umumnya bekerja pada frekuensi 5,8 GHz^[12].

Permasalahan didalam proses FPV ialah kurang maksimalnya jarak pantau pengambilan video. Jadi dibutuhkan antena penerima yang memiliki gain yang lebih agar dapat memaksimalkan jarak

pengambilan videonya. Salah satu antenna yang dapat berfungsi sebagai antenna penerima yaitu antenna biquad. Antena biquad adalah antenna *loop* dengan *countour* segiempat yang dipararelkan^[1]. Penggunaan antenna biquad diharapkan meningkatkan gain dan bandwidth. Maka dari pada itu akan dirancang antenna mikrostrip biquad ganda yang dipasang pada *receiver* di frekuensi 5,8 GHz dan diimplementasikan pada *quadcopter* dengan kontrol dari bumi (*Ground station*). Penggunaan frekuensi ini disesuaikan dengan perangkat transceiver yang digunakan^[10].

Pada penelitian ini, antenna mikrostrip biquad ganda dirancang dan diimplementasikan pada UAV sebagai *receiver* FPV dengan frekuensi kerja 5,8 GHz. Selain itu digunakan juga perangkat antenna *tracker* sebagai rotator atau penggerak antenna pada satu sisi *ground station*. Antena ini diharapkan dapat mengefisienkan penggunaan dari *transceiver video* sehingga dapat memantau dengan jarak maksimal.

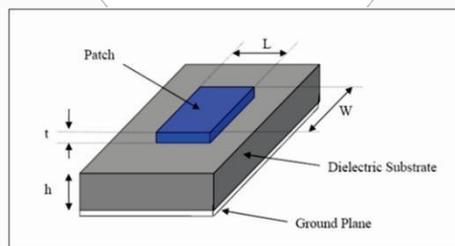
2. Dasar Teori

2.1 Antena Mikrostrip^[1]

Perkembangan dari teknologi antenna mikrostrip diawali dengan perkembangan teknologi struktur pemandu gelombang mikrostrip (Microstrip Lines). Pemandu gelombang mikrostrip secara sederhana bisa kita seajarkan dengan rangkaian pada Printed Circuit Board (PCB) yang biasa kita temukan pada elektronika berfrekuensi rendah, yaitu berupa plat yang terletak di atas suatu substrat yang terbuat dari material dielektrika. Lajur-lajur pipih ini dihasilkan dengan proses *etching*. Keuntungan pemandu gelombang mikrostrip dibandingkan dengan waveguide biasa adalah bentuknya yang mudah dan murah untuk diproduksi secara masal.

Antena mikrostrip tersusun atas 3 elemen yaitu:

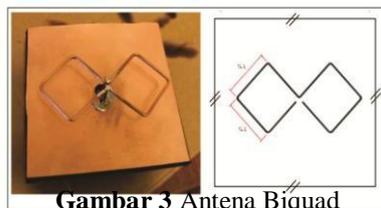
- Elemen peradiasi (radiator),
- Elemen substrat (substrate), dan
- Elemen pentahan (ground), seperti ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 1 Susunan Elemen Antena Mikrostrip^[7]

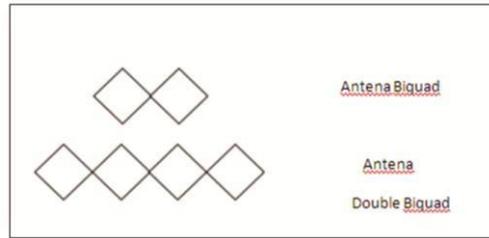
2.2 Antena Mikrostrip Biquad Ganda^[1]

Antena dengan bentuk Biquad ganda yang dibuat merupakan antenna biquad yang digandakan. Karena pada dasarnya antenna biquad merupakan antenna kawat tembaga dipole *loop* berbentuk kubus ganda dengan reflektornya berbentuk sebuah *flat panel* (*large flat sheet*) dengan lebar sisi yang sedikit lebih panjang daripada rangkaian dipolennya sehingga bertindak seolah-olah sebagai bidang yang tak berhingga luasnya. Letak reflektor tidak jauh dari dipolennya yang bertujuan untuk mengurangi radiasi kearah belakang. Dengan jarak yang kecil antara antenna dengan reflektornya, maka susunan ini juga menghasilkan gain yang lebih besar pada radiasinya ke arah depan.



Gambar 3 Antena Biquad

Penggandaan antenna ini biquad menjadi biquad ganda diharapkan akan memperbesar *gain* dan menambahkan *bandwidth* sehingga akan di dapatkan kualitas antenna yang lebih baik. Berikut ini adalah bentuk penggandaan antenna biquad menjadi biquad ganda yang ditunjukkan oleh Gambar berikut



Gambar 4 Bentuk Dasar Antena Biquad dan Biquad Ganda

Dimensi Biquad

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

Dimana ; c = kecepatan gelombang cahaya (m/s)

λ = panjang gelombang (m)

f = frekuensi kerja (Hz)

a. Panjang sisi biquad

$$\text{Panjang sisi biquad} = \frac{1}{4} \times \lambda$$

b. Air gap antara antena dengan reflector

$$\text{Air gap} = \frac{1}{8} \times \lambda$$

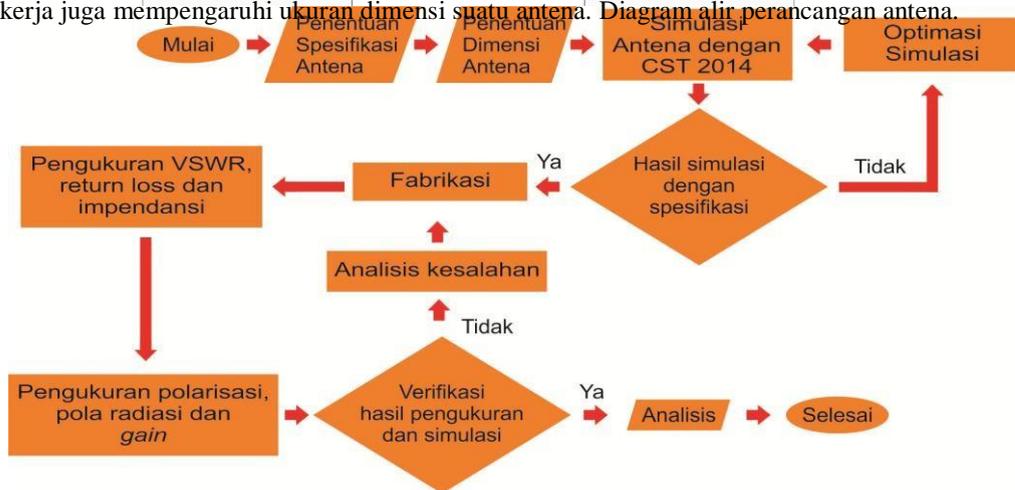
2.3 FPV^[8]

FPV (First person view) merupakan mengendalikan remote control (RC) seperti mengendarainya. FPV memiliki komponen utama berupa kamera yang terhubung dengan transceiver dengan frekuensi 5,8 GHz serta dibutuhkan pula monitor untuk mengamati hasil dari kamera yang digunakan tersebut

3. Perancangan dan realisasi

3.1 Perancangan sistem

Perancangan suatu antena dipengaruhi oleh bahan substrat yang digunakan, seperti ketebalan substrat dan konstanta dielektrik. Parameter tersebut dapat mempengaruhi ukuran dimensi dan Bandwidth antena. Selain itu frekuensi kerja juga mempengaruhi ukuran dimensi suatu antena. Diagram alir perancangan antena.



Gambar 5 Flow chart

3.2 Spesifikasi Antena

Prosedur perancangan antena dimulai dari penentuan spesifikasi. Adapun spesifikasi yang diperlukan dalam perancangan antena ini sebagai berikut:

- Frekuensi kerja : 5,705 GHz – 5,945 GHz
- Frekuensi Tengah: 5,825 GHz
- Bandwidth : 240 MHz
- Pola radiasi : Unidirectional
- Polarisasi : Linier

- VSWR : ≤ 2
- Return Loss : < -10 dB
- Gain : ≥ 6.595 dB
- Impedansi input : 50Ω (koaksial)
- Bahan substrat : FR – 4 Epoxy

3.3 Dimensi Antena

Diketahui, Frekuensi tengah : 5,8 GHz
 Tebal substrat (h) : 1,6 mm

a. Dimensi Patch

$$\epsilon_0 = \frac{3 \times 10^8}{5,825 \times 10^9}$$

$$\epsilon_0 = 5,1502 \text{ cm} \approx 5,15 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} \text{Panjang sisi biquad} &= \frac{1}{4} \times \lambda = \frac{1}{4} \times 5,15 \text{ cm} \\ &= 1,2875 \text{ cm} \\ &\approx 1,29 \text{ cm} \end{aligned}$$

b. Dimensi reflektor / ground plan

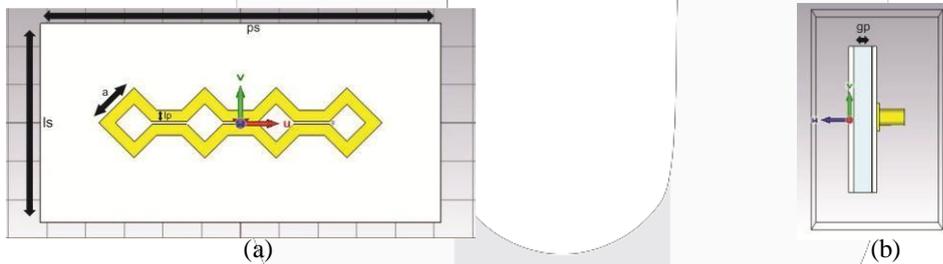
$$\begin{aligned} \text{Panjang reflektor} &= 2 \lambda = 2 \times 5,15 \text{ cm} \\ &= 10,3 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lebar reflektor} &= \lambda \\ &= 5,15 \text{ cm} \end{aligned}$$

c. Gap antara reflektro dan patch

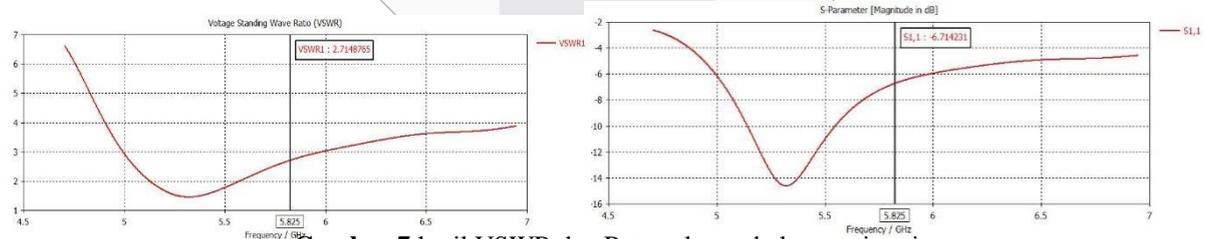
$$\begin{aligned} \text{Gap} &= \frac{1}{g} \times \lambda = \frac{1}{g} \times 5,15 \\ &= 0,64375 \text{ cm} \\ &\approx 0,64 \text{ cm} \end{aligned}$$

3.4 Desain simulasi



Gambar 6 simulasi antena (a).tampak depan (b) tampak samping

Desain diatas merupakan hasil desain antena pada simulasi sesuai hitungan atau sebelum di optimasi. Hasil dari desain tersebut masih belum memnuhi spesifikasi, berikut hasil output pada simulasi:



Gambar 7 hasil VSWR dan Return loss sebelum optimasi

Tabel 1 Perbandingan hasil simulasi sebelum optimasi dengan spesifikasi

Parameter	Spesifikasi	Simulasisebelum optimasi
Frekuensi Kerja (GHz)	5,705 – 5,945GHz	5,128 – 5,569GHz
Frekuensi Tengah (GHz)	5,825 GHz	5,348 GHz
Return Loss (dB) di 5,825 Ghz	< -10	- 6,71
Bandiwidth (MHz)	240MHz	240MHz
VSWR di 5,825 GHz	≤ 2	2,71
Gain	>6.595	3,5

Hasil tersebut belum memenuhi simulasi maka simulasi antenna perlu dilakukan optimasi untuk memenuhi spesifikasi yang ditentukan.

3.5 hasil simulasi optimasi

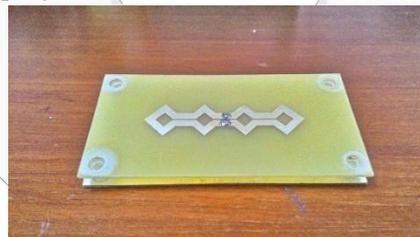
Berikut adalah hasil simulasi setelah melakukan optimasi ukuran parameter pada dimulasi. Hasil ini sudah memenuhi spesifikasi yang ditentukan.

Tabel 2 Perbandingan hasil simulasi setelah optimasi dengan spesifikasi

Parameter	Spesifikasi	Simulasi setelah optimasi
Frekuensi Kerja (GHz)	5,705 – 5,945GHz	5,567 – 6,369 GHz
Frekuensi Tengah (GHz)	5,825 GHz	5,825 GHz
Return Loss (dB)	< -10	- 27,765508
Bandiwidth (MHz)	240MHz	802 MHz
VSWR	≤ 2	1,0852886
Gain	>6.595	8,054

3.6 Realisasi Antena

Setelah mendapatkan hasil simulasi yang memenuhi spesifikasi. Selanjutnya merealisasikan antenna dengan menggunakan bahan substrat FR-4 epoxy.



Gambar 8 hasil realisasi Antena

4. Pengukuran dan Analisa

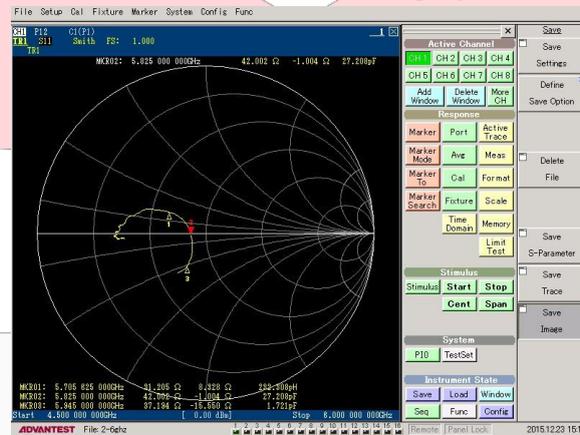
4.1 VSWR, return loss, bandwidth dan impedansi



Gambar 9 Hasil Pengukuran VSWR



Gambar 10 Hasil pengukuran return loss



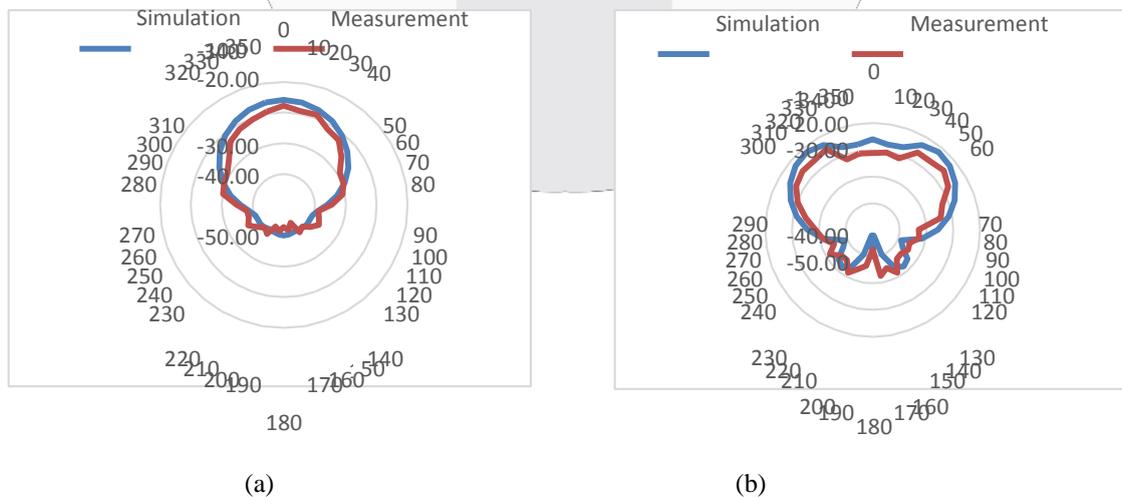
Gambar 11 Hasil pengukuran impedansi

Tabel 3 Hasil pengukuran bandwidth

Parameter	Pengukuran
Bandwidth	367 MHz

Pada pengukuran di frekuensi 5,825 GHz didapatkan hasil VSWR, return loss dan impedansi yaitu 1,192, - 21,124 dB dan 42,002 ohm. Bandwidth yang didapatkan pada pengukuran sebesar 367 MHz.

4.2 Pola radiasi azimuth dan elevasi



Gambar 12 Pola Radiasi (a)elevasi (b) azimuth

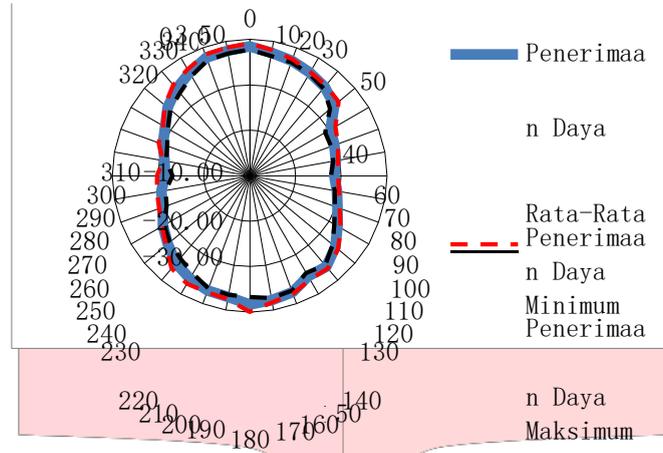
Tabel 4 Perbandingan Hasil HPBW dan Beamwidth simulasi dengan pengukuran

Parameter	Simulasi	Pengukuran
-----------	----------	------------

HPBW (3 dB)	63°	60°
<i>Beamwidth</i>	122°	100°

Dari data diatas dapat disimpulkan, hasil pengukuran hampir mendekati simulasi. Hasil dari HPBW dan beamwidth terlihat pada Tabel 4.9 dimana hasil simulasi dengan mendekati dengan hasil pengukuran. Adanya perbedaan hasil pengukuran dengan simulasi dikarenakan kurang idealnya tempat yang dilakukan pengukuran dan kurang presisi pada saat pengubahan sudut dikarenakan masih manual proses pengarahannya. Dapat disimpulkan pola radiasi yang dihasilkan yaitu unidireksional, hal ini sudah sesuai dengan spesifikasi.

4.3 Polarisasi



Gambar 13 Grafik daya terima polarisasi

Dari hasil pengukuran didapatkan data sebagai berikut :

- Daya terima maksimum (sumbu mayor) = -23,81dBm = $4,1591 \times 10^{-6}$ Watt
- Daya terima minimum (sumbu minor) = -33,75 dBm = $4,2169 \times 10^{-7}$ Watt

Maka rasio kuat medan elektrik (numerik) adalah sebagai berikut:

$$Axial\ Ratio = \frac{\sqrt{P_{max}}}{\sqrt{P_{min}}} = \frac{\sqrt{4,1591 \times 10^{-6}}}{\sqrt{4,2169 \times 10^{-7}}} = 3,1405$$

Dari perhitungna didapatkan hasil polarisasinya elips karena axial ratio-nya adalah $1 < AR < \infty$, sedangkan axial ratio untuk sikular sama dengan 1 dan linear sama dengan ∞ . Hasil tidak sesuai dengan simulasi yang di dapatkan yaitu polarisasi elips.

4.4 Gain

Tabel 2 Pengukuran gain

Pengukuran	P _{rx}	P _{REF}
1	-46,21	-42,51
2	-45,59	-42,62
3	-46,71	-43,41
4	-46,81	-41,92
5	-46,91	-43,31
6	-46,91	-43,31
7	-48,61	-42,63
8	-47,13	-43,16
9	-47,19	-43,54
10	-48,11	-41,94
Rata - rata	-46,95	-42,65

$$G_{AUT(dBi)} = P_{rx(dBm)} - P_{REF(dBm)} + G_{REF(dB)}$$

$$G_{AUT(dBi)} = -46,95\text{ dBm} - (-42,65\text{ dBm}) + 12\text{ dB}$$

= 7,7 dBi

Dari hasil perhitungan diatas didapatkan hasil gain pada frekuensi 5,825 GHz yaitu 7,7 dBi. Hasil ini lebih rendah dibandingkan dari gain simulasi yaitu 8,054 dBi.

4.5 Perbandingan simulasi dengan pengukuran

Tabel 3 Perbandingan spesifikasi, simulasi dan pengukuran

Parameter	Spesifikasi	Simulasi	Realisasi
<u>Frekuensi Kerja</u> (GHz)	5,705 – 5,945GHz	5,567 – 6,369 GHz	5,647 – 6,045GHz
<u>Frekuensi Tengah</u> (GHz)	5,825 GHz	5,968 GHz	5,846 GHz
<u>Return Loss</u> (dB) di 5,825 GHz	< -10	-27,765508	-21,124
<u>Bandwidth</u> (MHz)	240 MHz	802 MHz	367 MHz
VSWR di 5,825 GHz	≤ 2	1,0852886	1,192
<u>Gain</u> (dBi)	>6.595	8,054	7,7
<u>Pola Radiasi</u>	<u>Unidireksional</u>	<u>Unidireksional</u>	<u>Unidireksional</u>
<u>Polarisasi</u>	Linier	Linier	<u>Elips</u>

Berdasarkan Tabel 3, dapat dilihat bahwa terdapat beberapa parameter yang memiliki perbedaan antara hasil simulasi lebih baik daripada hasil pengukuran. Penyebab terjadinya perbedaan ini dipengaruhi oleh tidak idealnya tempat pengukuran dikarenakan saat pengukuran adanya sinyal pantulan dari benda – benda lain, perangkat yang digunakan masih manual, yaitu pengarahannya masih secara manual, sehingga pengarahannya yang mungkin kurang presisi.

5. Kesimpulan

Setelah melakukan perancangan antenna mikrostrip biquad ganda pada frekuensi kerja 5,825 GHz, dapat disimpulkan bahwa:

1. VSWR yang didapatkan pada frekuensi 5,825 GHz sebesar 1,192 dan *bandwidth* sebesar 367 MHz. *Returnloss* yang didapatkan sebesar -21,124 dB dengan impedansi 42,002 ohm. Hasil ini sudah memenuhi spesifikasi yang dibutuhkan untuk menjadi antenna penerima FPV.
2. Pola radiasi yang dihasilkan antenna pada simulasi dan pengukuran adalah unidireksional, dengan HPBW sebesar 60° dan *beamwidth* sebesar 100°.
3. Polarsasi yang didapatkan yaitu elips, ini berbeda dengan hasil simulasi yaitu linier.
4. *Gain* yang diperoleh dari hasil pengukuran yang berada pada frekuensi tengah (5,825 GHz) yaitu 7,7 dBi .

Daftar Pustaka:

- [1]. Alimuddin, Herudin, M. Abdurahman Amir, Maret 2014, Rancang Bangun Antena Mikrostrip Biquad Ganda Untuk Aplikasi Wifi, jurusan Teknik Elektro, Universitas Sultan Agung Tirtayasa, Volume 3.
- [2]. Taufik Rahmad, *Rancang Bangun Antena Biquad Mikrostrip Untuk Aplikasi WiMAX*. Skripsi S1. Fakultas Teknik Program Teknik Elektro. UI Library (2008).
- [3]. Mudrik, Alaydrus, *Antena Prinsip dan Aplikasi*, Graha Ilmu. (2011).
- [4]. Balanis, C.A. (1997), *Antenna Theory Analysis and Design*, Second Edition, John Wiley & Sons, New York.
- [5]. Balanis, Constantine A. 2005. “*Antenna Theory Analysis and Design 3rd edition*”. United States: Wiley InterScience.
- [6]. Edward, T. (1995), *Foundation for Microstrip Circuit Design*, Second edition, John Wiley & Sons, New York.
- [7]. Edward, T. (1995), *Foundstion for Microstrip Circuit Design*, Second Edition, Jhon Wiley & Sons, New York.
- [8]. FPV. Diunduh 15 Maret 2015, dari [https://en.wikipedia.org/wiki/First-person_view_\(radio_control\)](https://en.wikipedia.org/wiki/First-person_view_(radio_control))