

**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
DESIGN AND REALIZATION CIRCULAR POLARIZATION MICROSTRIP ANTENNA ARRAY
IN FREQUENCY 5,8 GHZ WITH PROXIMITY COUPLED FOR FIRST PERSON VIEW
UNMANNED AERIAL VEHICLE APPLICATION ON THE GROUND SEGMENT**

Ramtsal Eka Putra¹, Heroe Wijanto², Agus Dwi Prasetyo³

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

¹ramtsalekaputra@telkomuniversity.ac.id ²hrw@telkomuniversity.ac.id ³adp@telkomuniversity.ac.id

ABSTRAK

Kegiatan pengambilan video udara seperti pemetaan, *aerialshooting*, *surveillance*, atau *monitoring* suatu lokasi terkadang membutuhkan jarak yang cukup jauh. Permasalahannya adalah sering kali ditemukan kinerja pengambilan gambar video dari UAV tidak maksimal dikarenakan jarak yang tidak mencapai kemampuan maksimal dari *transceiver* video. Pada penelitian ini dirancang antena mikrostrip dengan menggunakan teknik perturbasi yaitu pemotongan bagian tepi pada *patch* berbentuk sirkular dengan sudut 315° dan 135° untuk mendapatkan polarisasi LHCP terhadap sumbu catuan. Teknik catuan yang digunakan menggunakan *proximity coupled* dengan ketinggian lapisan atas dan bawah dibuat sama.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan teknik perturbasi dapat memodifikasi polarisasi antena mikrostrip menjadi berpolarisasi sirkular dengan parameter dimensi yang mempengaruhi kesirkularan adalah lebar *patch* (l), kedalaman perturbasi (tr), panjang catuan (pl), dan lebar *ground* (GH, GV). Setelah dirancang, dari hasil simulasi menggunakan *software* simulasi didapatkan *bandwidth* impedansi sebesar 471,2 MHz untuk *return loss* <-10 dB. *Gain* capaian pada simulasi didapatkan sebesar 8,401 dB pada frekuensi resonansi 5,825 GHz. Pada hasil pengukuran didapatkan *bandwidth* impedansi sebesar 605 MHz untuk *return loss* <-10 dB dengan *gain* capaian sebesar 8,098 dBi. Pola radiasi yang dihasilkan antena mikrostrip *array* yang dibuat adalah unidireksional. Polarisasi yang dihasilkan adalah sirkular dengan nilai *axial ratio* 0.7775 dB pada frekuensi resonansi 5,825 GHz.

Kata kunci : antena mikrostrip, polarisasi sirkular, *first person view*, UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*)

ABSTRACT

Making activities such as aerial video mapping, aerialshooting, surveillance, or monitoring a location sometimes require a long distance. The problem is often found the performance of shooting video from UAV was not optimal due to the distance that does not reach the maximum capacity of the video transceiver. In this study, designed microstrip antenna using perturbation techniques that cuts the edges of the circular-shaped patch at an angle of 315° and 135° to get to the axis of polarization LHCP ration. Feeding technique that used is a proximity coupled with the height of the upper and lower layers are made equal.

Results from this study indicate perturbation technique can modify the polarization of microstrip antenna into circularly polarized with dimensional parameters that affect the circularity is width of patch (l), the depth of perturbation (tr), length of the feeding (pl), and the width of the ground (GH, GV). After designed, from the simulation results by using simulation software obtained 471,2 MHz impedance bandwidth on return loss <-10 dB. The Gain of the simulation obtained by 8,401 dB at the resonant frequency 5,825 GHz. In the measurement results obtained 605 MHz impedance bandwidth on return loss <-10 dB with gain achievements is 8,098 dBi. The radiation pattern of microstrip antenna arrays is unidireksional. The polarization result is circular with an axial ratio is 0.7775 dB at the 5,825 GHz.

Keywords : microstrip antenna, circularly polarized, *first person view*, UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*)

1. Pendahuluan

Penerapan Teknologi kedirgantaraan yang paling banyak dikembangkan dalam beberapa tahun terakhir ini adalah sistem pesawat udara tanpa awak, atau biasa dikenal dengan *Unmanned Aerial Vehivle* (UAV). Pada perkembangan teknologi yang begitu pesat, UAV tidak hanya dipergunakan untuk keperluan militer saja, melainkan juga untuk keperluan sipil. UAV dapat membantu manusia agar dapat melakukan kegiatan pengambilan gambar dari udara menjadi lebih mudah seperti pemetaan.. Gambar yang direkam oleh kamera pada wahana UAV kemudian dikirim secara *realtime* pada sisi *ground station* menggunakan modul *Transciever* yang pada umumnya menggunakan *Transceiver* video 5.8 Ghz. Kegiatan ini pada istilah *aeromodelling* disebut

dengan kegiatan FPV (*First Person View*). Namun yang menjadi permasalahan sering kali pada *transceiver* video tersebut juga tidak didapatkan hasil yang maksimal dikarenakan kinerja antena *default* dari modul *transceiver video*. Alhasil sering ditemukan *connection loss* dalam kegiatan FPV ini.

Maka dari itu pada tugas akhir ini akan dirancang suatu antena mikrostrip *array* polarisasi sirkular dengan frekuensi 5,8 GHz yang akan dipasang pada sisi Ground Segment. Antena ini menggunakan tipe catuan *proximity coupled* untuk meningkatkan *bandwidth* dan memanfaatkan teknik *truncated corner/edge* sebagai perturbasinya agar menghasilkan polarisasi yang sirkular. Pada penelitian sebelumnya^[12] sudah diimplimentasikan antena jenis ini untuk aplikasi CP-SAR *Onboard satellite* pada frekuensi 1,27 GHz. Pada tugas akhir ini, antena yang dirancang akan diimplementasikan pada UAV dengan kontrol dari bumi (*Ground Station*) yang nantinya diharapkan dapat menambah kinerja penggunaan dari *Transceiver* video sehingga dapat memonitoring dengan jarak yang maksimal sesuai yang diinginkan dan juga mengurangi redaman akibat *polarization loss factor*.

2. Unmanned Aerial Vehicle (UAV)

Unmanned Aerial Vehicle atau yang biasa disingkat UAV adalah sebuah mesin terbang yang berfungsi dengan kendali jarak jauh oleh pilot atau mampu mengendalikan dirinya sendiri, menggunakan hukum aerodinamika untuk mengangkat dirinya, bisa digunakan kembali dan mampu membawa muatan baik senjata maupun muatan lainnya. Wahana ini memiliki dua variasi utama pengendalian. Variasi pertama adalah dikendalikan oleh pilot secara manual dari jarak jauh dengan menggunakan sistem radio kontrol. Variasi kedua adalah dikendalikan secara otomatis oleh program yang telah ditentukan sebelum terbang^[1]. Beberapa pesawat udara telah diimplementasikan pada beberapa kegiatan pada dunia militer dan pemerintahan. Penggunaan lebih lanjut dari UAV di dunia militer contohnya pada proses *rescue* dan *surveillance* serta pengembangan. Dari segi bentuk sayap atau *airfoil* secara umum UAV dibagi atas dua bentuk yaitu *Rotary Wing* dan *Fixed Wing*.

3. Transceiver 5,8 GHz

Transceiver atau *transmitter/receiver* adalah sebuah perangkat yang menggabungkan kemampuan transmisi dan resepsi pada sirkuit yang telah disebarkan^[2]. Terdapat beberapa tipe berbeda dari *transceiver* yang dirancang untuk sejumlah kegunaan. *Transceiver* adalah dasar atau landasan dari komunikasi *wireless*. *Transceiver* bisa menggunakan berbagai macam frekuensi tergantung jenis dan spesifikasi *transceiver* yang digunakan.

4. Proximity Coupled Feeding

Proximity coupled feeding terdiri dari dua lapisan substrat dielektrik. Antena mikrostrip *patch* terletak di atas substrat atas & garis mikrostrip catuan terletak di atas substrat yang lebih rendah seperti yang ditunjukkan pada. Ini adalah catuan non kontak langsung, catuan ini dilakukan melalui kopling elektromagnetik yang terjadi antara *patch* dan mikrostrip. Kedua parameter substrat dapat dipilih berbeda dari satu sama lain untuk meningkatkan kinerja antena. Namun perlu *pe-matching-an* yang tepat antara 2 lapisan dalam fabrikasi *multilayer*^[4].

5. Planar Array

Selain penempatan elemen sepanjang garis (untuk membentuk *array* linear), radiator individu dapat diposisikan di sepanjang kotak persegi panjang untuk membentuk *array* persegi panjang atau planar. *array* planar memberikan variabel tambahan yang dapat digunakan untuk mengontrol dan membentuk pola *array*. *Array* planar lebih fleksibel dan dapat memberikan pola yang lebih simetris dengan sisi bawah lobus. Selain itu, mereka dapat digunakan untuk memindai balok utama antena menuju titik dalam ruang^[5].

6. Perancangan dan Simulasi Antena

6.1 Penentuan Spesifikasi Antena

Pada perancangan ini, antena yang diinginkan harus memiliki spesifikasi sebagai berikut:

- | | |
|---|---|
| a. Frekuensi kerja : 5705-5945 MHz | f. $VSWR \leq 2$ |
| b. Frekuensi Tengah : 5825 MHz | g. <i>Bandwidth</i> : 240MHz |
| c. Impedansi : 50 Ω (koaksial) | h. <i>Gain</i> $\geq 7,619$ dB |
| d. Pola radiasi : Unidireksional | i. Bahan substrat : FR4(ϵ_r :4,3 F/m) |
| e. Polarisasi : Sirkular (RHCP atau LHCP) | |

6.2 Pemilihan Jenis Substrat

Ada beberapa jenis substrat yang dapat digunakan untuk merancang antena mikrostrip dengan nilai konstanta dielektrik (ϵ_r) bervariasi 2.2 - 12. Kondisi yang paling handal dari antena mikrostrip adalah tebal substrat yang tipis dan nilai konstanta dielektrik yang rendah. Dalam kondisi ini antena mikrostrip memiliki efisiensi yang baik, *bandwidth* yang lebar, namun memiliki dimensi yang besar. Kondisi substrat yang tipis dengan nilai konstanta dielektrik yang tinggi menyebabkan efisiensi antena yang rendah, *bandwidth* yang sempit walaupun berukuran relatif lebih kecil. Sesuai dengan spesifikasi dari antena, ditentukan jenis substrat *FR-4 Epoxy* dengan nilai konstanta

dielektrik 4.1 4.6. Pemilihan FR-4 sebagai substrat dengan nilai konstanta dielektrik yang tidak terlalu rendah mengingat dari spesifikasi yang membutuhkan dimensi antena yang sekecil mungkin (karena nantinya akan disusun hingga mencapai *gain* yang diinginkan sesuai *platform*) dan kebutuhan *bandwidth* yang tidak terlalu besar. Pertimbangan lain yaitu dari segi ekonomis, harga FR-4 relatif lebih murah dan lebih mudah didapatkan.

6.3 Pemilihan Jenis Patch

Berbagai jenis *patch* untuk berpolarisasi sirkular telah dikembangkan sebelumnya^[6]. Namun kebanyakan dari model yang dikembangkan menggunakan tipe catuan probe coaxial. Tipe catuan *probe coaxial* memiliki tingkat kompleksitas yang tinggi jika model antena tersebut disusun untuk mendapatkan *gain* yang tinggi. Maka dari itu dikembangkan antena berpolarisasi sirkular dengan menggunakan tipe catuan *microstripline*^[8] dan *proximity coupled*^[7].

Pemilihan jenis *patch* mempertimbangkan kemungkinan kesirkularan dari polarisasi yang dihasilkan. Dalam tugas akhir ini dipilih jenis *patch* yang berbentuk sederhana untuk memudahkan proses perancangan dan modifikasi dengan perturbasi untuk membuatnya berpolarisasi sirkular. Dengan pertimbangan tersebut diatas, dipilih jenis *patch square*.

Penelitian menggunakan *patch square* berpolarisasi sirkular sudah banyak dilakukan, diantaranya oleh Lim, Eng G. (2002) pada frekuensi 2,45 GHz^[9], Mohd Aly Rajaie bin Halim dan Puan Elfarizanis bt Baharudin (2003) pada frekuensi 2.4 GHz^[13], Yohandri (2012) pada frekuensi 1.27 GHz^[5], dan Denny Osmond Pelawi, & Ali Hanafiah Rambe (2013) pada frekuensi 2.45 GHz^[10].

6.4 Pemilihan Jenis Catuan

Pada penelitian sebelumnya telah dirancang antenna berpolarisasi sirkular dengan tiga tipe catuan, yaitu *microstripline*, *proximity coupled*, dan *aperture coupled* dengan menggunakan *patch* sirkular *single-fed* pada frekuensi 2,4 Hz^[4]. Hasil penelitian disimpulkan bahwa,

- a. *Microstripline* merupakan tipe catuan dengan desain paling mudah untuk dimodelkan, tidak mudah untuk pe-matching-an, hanya memiliki dua parameter yaitu antena radius dan segmen perturbasi untuk membuatnya berpolarisasi sirkular, dan memiliki dimensi paling besar, serta memiliki *axial ratio bandwidth* sebesar 0.83 %.
- b. *Proximity coupled* memiliki desain yang cukup kompleks dalam pemodelan dan optimisasi, memiliki tiga parameter yaitu radius antena, segmen perturbasi, dan panjang dari *feedline*, memiliki *bandwidth axial ratio* sebesar 1.45%.
- c. *Aperture feeding* memiliki desain yang paling kompleks dan sulit untuk dimodelkan dan simulasi. Memiliki empat parameter untuk menentukan dimensi optimal agar berpolarisasi sirkular yaitu radius antena, segmen perturbasi, panjang *feedline*, dan *slot* pada *groundplane*, dimensi antena paling kecil, dan memiliki *bandwidth axial ratio* sebesar 0.83%.

Mengacu pada hasil penelitian diatas bahwa *bandwidth axial ratio* paling besar dimiliki oleh tipe catuan *proximity coupled*. Maka dari itu, pada tugas akhir ini menggunakan tipe catuan *proximity coupled* dengan harapan antena yang dirancang memiliki *bandwidth axial ratio* yang sesuai dengan spesifikasi.

6.5 Square Patch Truncated Edge/corner

Penentuan dimensi awal luas segmen *truncated* pada antena mikrostripline dengan bentuk *patch* persegi (A) merupakan faktor yang sangat penting dalam perancangan, karena itu, perancangan awal, yaitu faktor kualitas akibat rugi-rugi konduktor (α) dan faktor kualitas radiasi (β) seperti pada persamaan berikut

$$\Delta S = \quad (1)$$

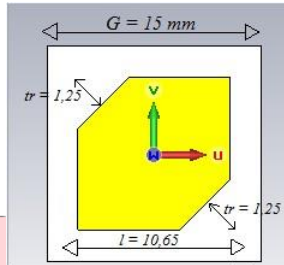
$$Q_t = \quad (2)$$

6.6 Single Square Patch Truncated Edge/corner

Berdasarkan studi literatur yang dilakukan, belum ditemukan metode untuk melakukan inialisasi terhadap nilai *tr*. Maka dari itu, dalam proses desain antena menggunakan metode eksperimental dalam penentuan nilai inialisasi dari segmen *truncated*. Secara random dipilih nilai π hingga didapatkan spesifikasi yang diinginkan. Sementara itu dari hasil simulasi dengan memberikan perturbasi pada *patch* menghasilkan frekuensi resonansi di 5,8 GHz. Karena hasil simulasi tersebut belum menunjukkan performa yang baik, maka dilakukan optimisasi dengan mengubah nilai lebar *patch* (*l*).

Tabel 1. Parameter dimensi antena sebelum dan sesudah optimasi

Parameter	Ukuran (mm) sebelum perturbasi	Ukuran (mm) setelah perturbasi	Definisi
l	10,46	10,65	Lebar <i>patch</i>
pl	15,3	5,5	Panjang <i>feedline</i>
wl	2,6	2,666	Lebar <i>feedline</i>
G	30	15	Lebar <i>ground</i>
tr	0	2,5	Kedalaman <i>truncated</i>



Gambar 1. Dimensi antenna *single square patch truncated edge* hasil optimasi

6.7 Antena Mikrostrip Array

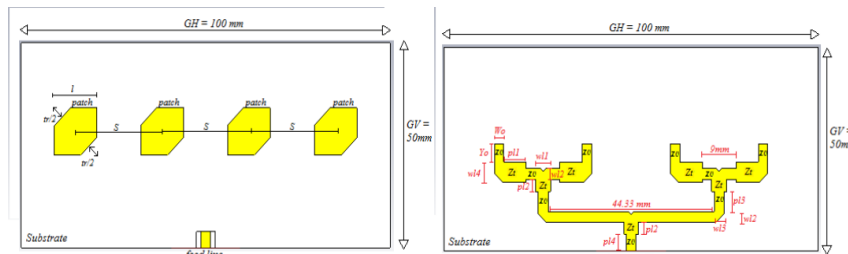
Untuk mengetahui jumlah elemen yang akan ditambahkan untuk mendapatkan gain sesuai kebutuhan, maka digunakan persamaan di bawah ini:

$$Gain (dB) = Gain\ Single\ Patch (dB) + 10\log N \quad (3)$$

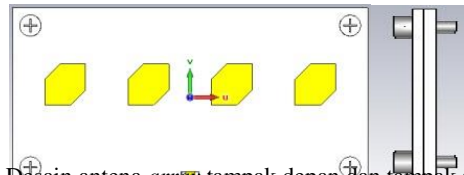
Dengan mensubstitusi nilai *gain single patch* 2.97 dB, dan *gain* capaian 7,619dB dimana N adalah jumlah elemen, maka yang harus disusun untuk mendapatkan *gain* sesuai kebutuhan sebanyak 4 elemen. Pada perancangan antenna *array* 4 elemen ini, digunakan teknik penyusunan elemen secara linier dan dengan teknik *T junction* pada perancangan *feed line* antenna. Hasil simulasi awal untuk antenna *array* ini belum memenuhi spesifikasi yang dibutuhkan, maka perlu dioptimasi lagi. Berikut ini dimensi antenna setelah dioptimasi. Pada saat realisasi, antenna perlu direkatkan dengan menggunakan baut agar memperkecil *gap* udara antar kedua substrat. Maka digunakan baut berbahan nylon dengan harapan tidak ada perubahan nilai *return loss* yang signifikan

Tabel 2. Dimensi Antena Array

Parameter	Definisi	Dimensi (mm)
GH	Lebar <i>ground</i> horizontal	100
GV	Lebar <i>ground</i> vertikal	50
L	Lebar <i>patch</i>	11.1
S	Jarak antar <i>patch</i>	23.3
Wo	Lebar Saluran	2.5
Yo	Panjang saluran	5.5
Pl1	Panjang saluran	6
Pl2	Panjang saluran	3
Pl3	Panjang saluran	3.7
Pl4	Panjang saluran	3
tr	Kedalaman perturbasi	3
Tr1	Perturbasi cabang saluran	1
Tr2	Perturbasi tekukan saluran	1.5
W11	Lebar saluran	4
W12=w13	Lebar saluran	2,666
W14	Lebar saluran	5



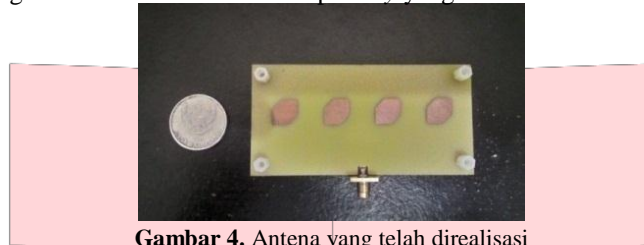
Gambar 2. Desain Antena Layer 1 dan Layer 2



Gambar 3. Desain antenna array tampak depan dan tampak samping

6.8 Realisasi Antena

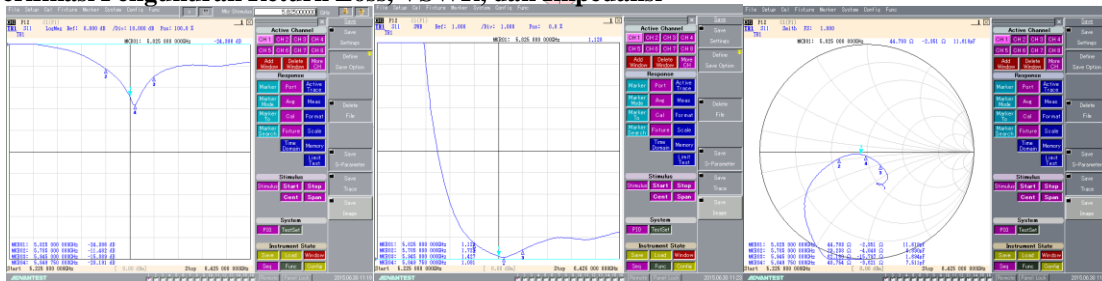
Setelah melakukan simulasi dan optimalisasi, proses selanjutnya adalah realisasi. Dimensi dan bahan penyusun antena mikrostrip array yang direalisasikan mengacu pada spesifikasi hasil simulasi dan optimalisasi yang dilakukan sebelumnya. Berikut adalah gambar dari antena mikrostrip array yang telah direalisasikan.



Gambar 4. Antena yang telah direalisasikan

7. Verifikasi Hasil Pengukuran dan Analisis

7.1 Verifikasi Pengukuran Return Loss, VSWR, dan Impedansi



Gambar 5. Grafik (dari kiri) Return Loss, VSWR, dan Impedansi Hasil Pengukuran Antena Mikrostrip Array

Tabel 3. Verifikasi Nilai Return Loss

Keterangan	Simulasi (dB)	Pengukuran (dB)	Perbedaan (dB)
Return Loss di 5,825 GHz	-33,901	-24,386	9,515
Return Loss di 5,705 GHz	-15,513	-11,482	4,031
Return Loss di 5,945 GHz	-14,125	-15,089	0,964
Frekuensi Atas (<-10 dB)	6,0213 GHz	6,290 GHz	268 MHz
Frekuensi Bawah(<-10 dB)	5,5501 GHz	5,685 GHz	134 MHz
Bandwidth	471,2 MHz	605 MHz	133,8 MHz

Tabel 4. Verifikasi Nilai VSWR dan Impedansi

Frekuensi (GHz)	VSWR		Impedansi	
	Simulasi	Pengukuran	Rill (Ω)	Imajiner (Ω)
5,705	1,4027	1,723	29,238	-4,048
5,825	1,0412	1,123	44,783	-2,351
5,945	1,4898	1,427	62,120	-15,797

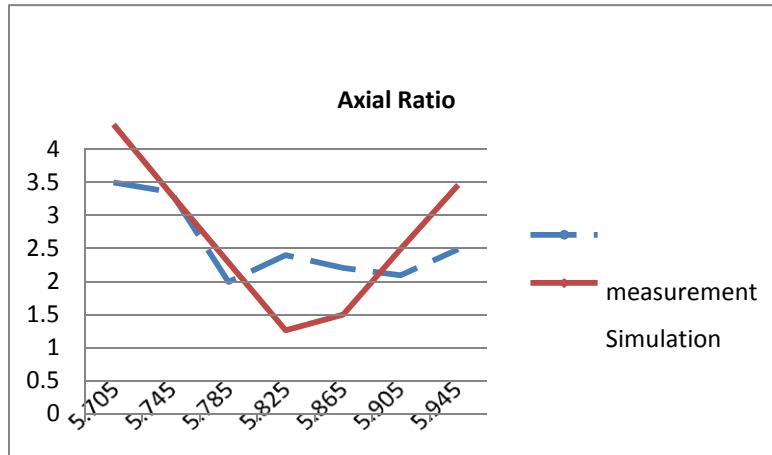
Pada Gambar 5 menunjukkan grafik hasil pengukuran antena dengan desain yang telah diperbaharui yang juga menggunakan baut. Frekuensi resonansi berada pada frekuensi 5,849 GHz dimana terdapat perbedaan 24MHz dari frekuensi resonansi spesifikasi yang telah disimulasi. Pada frekuensi resonansi 5,825 GHz memiliki nilai return loss -24,388 dB, nilai tersebut lebih tinggi dari nilai pada simulasi yaitu -33,901 dB.

7.2 Verifikasi Pengukuran Axial Ratio

Pengukuran polarisasi dilakukan pada rentang 5,705-5,945 GHz dengan mengambil sampel per-40 MHz sehingga diambil 7 sampel frekuensi yaitu, 5,705, 5,745, 5,785, 5,825, 5,865, 5,905, dan 5,945GHz. Jarak pengukuran yang digunakan adalah 1 meter, karena medan jauh dari pengukuran adalah sekitar 0,485 m untuk rentang frekuensi 5,705-5,945 GHz dengan dimensi terbesar antena sebesar 0,28 m (L) yang dimiliki oleh antena horn. Setelah semua data daya terima pada semua sudut di masing-masing sampel frekuensi didapatkan, selanjutnya

adalah menghitung nilai *axial ratio* perfrekuensi. Hubungan antara daya terima dengan *axial ratio* dapat sebagai berikut ^[3],

$$Axial\ Ratio = \frac{\sqrt{\frac{P_{max}}{P_{min}}}}{\sqrt{\frac{P_{max}}{P_{min}}}} = \frac{\sqrt{P_{max}}}{\sqrt{P_{min}}} \quad (4)$$

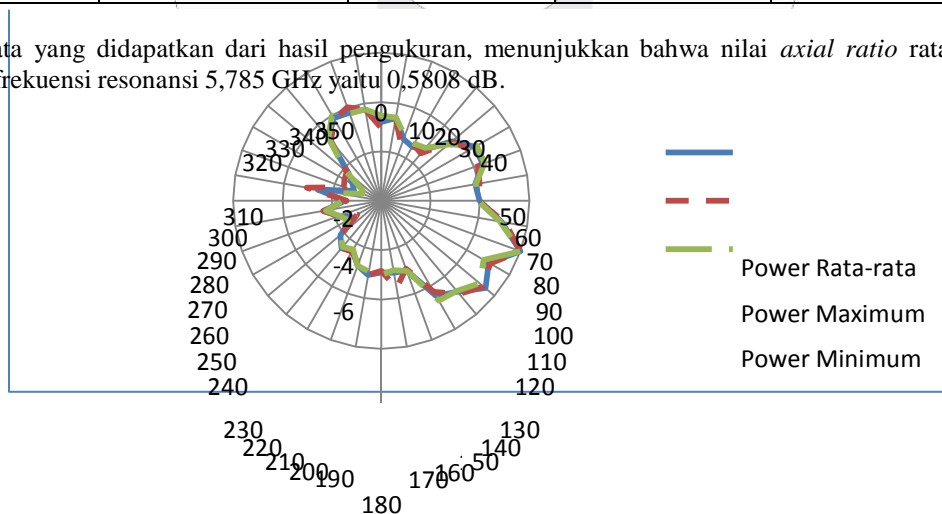


Gambar 6. Grafik Nilai *Axial Ratio* Berdasarkan Frekuensi

Tabel 5. Nilai *Axial Ratio* Pada Frekuensi Kerja Antena

Frekuensi (GHz)	<i>Axial Ratio</i> maksimum (dB)	<i>Axial Ratio</i> Minimum (dB)	<i>Axial Ratio</i> Rata-rata (dB)	<i>Axial Ratio</i> Simulasi (dB)
5.705	4.1075	0.21625	2.6203125	3.49579153
5.745	3.9575	0.17	2.4788542	2.44927576
5.785	3.5575	0.1475	1.1176042	1.41193175
5.825	3.1175	0.0925	1.5223958	0.38832781
5.865	2.9125	0.0325	1.3285417	0.62378407
5.905	3.595	0.0375	1.2197917	1.61451681
5.945	4.1	0.0475	1.6088542	2.58356718

Dari data yang didapatkan dari hasil pengukuran, menunjukkan bahwa nilai *axial ratio* rata-rata terendah berada pada frekuensi resonansi 5,785 GHz yaitu 0,5808 dB.



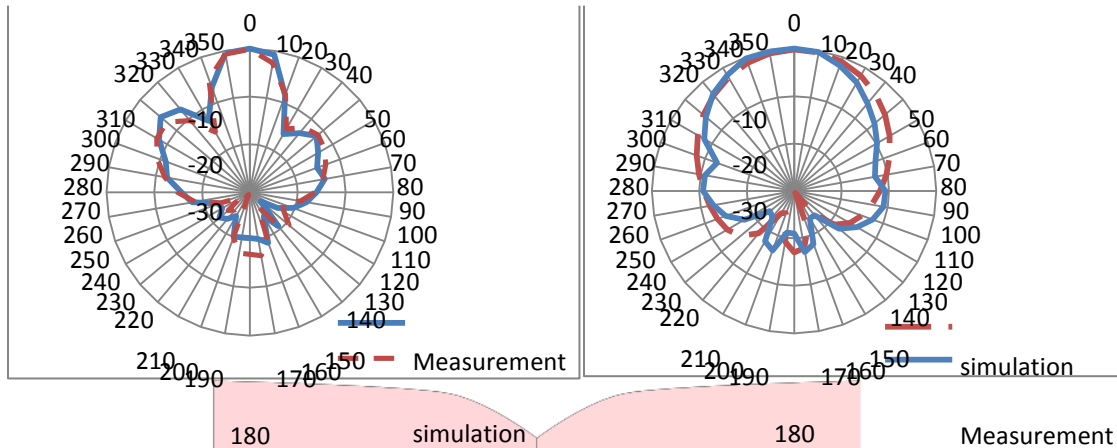
Gambar 7. Grafik Daya Terima Polarisasi Antena Pada Frekuensi 5,825GHz

7.3 Verifikasi Pola Radiasi dan Gain

7.3.1 Pengukuran Pola Radiasi

Dari data pada Gambar 8 dapat disimpulkan bahwa pengukuran polaradiasi baik azimuth maupun elevasi sudah

mendekati hasil simulasi. Perbedaan nilai penerimaan pada sudut-sudut tertentu disebabkan oleh kondisi lingkungan pengukuran yang kurang ideal. Polaradiasi yang dihasilkan antena adalah unidireksional, hal ini sudah sesuai dengan spesifikasi antena yang telah ditentukan sebelumnya.



Gambar 8. Polaradiasi (dari kiri) Secara Azimuth dan Elevasi Antena Mikrostrip Array

7.3.2 Pengukuran Gain

Pada pengukuran ini digunakan antena monopole $1/4\lambda$ yang merupakan antena default dari perangkat modul receiver FPV sebagai antena referensi untuk menghitung gain antena mikrostrip array. Pengukuran hanya diambil pada frekuensi 5,825 GHz dengan mengambil 10 sampel yang kemudian dilakukan penambihan nilai rata-rata. Metode yang digunakan adalah metode perbandingan gain (gain comparison). Prosedur ini memerlukan dua kali pengukuran. Pertama AUT ditempatkan pada penerima dengan polarisasi yang sesuai dan daya yang diterima dicatat. Kemudian antena referensi diukur juga dengan cara yang sama (polarisasi, orientasi dan posisi). Maka gain absolut terhadap isotropis adalah sebagai berikut.

$$G_{AUT} [dBi] = G_{REF} [dBi] + 10 \log \left[\frac{P_{RX}}{P_{REF}} \right] \quad (5)$$

- Dimana,
- $G_{AUT} [dBi]$ = Gain AUT
- P_{RX} = Daya terima dari AUT
- P_{REF} = Daya terima dari antena referensi
- G_{REF} = Gain absolut antena referensi terhadap isotropis

Dari hasil pengukuran didapatkan yang dirangkum dalam Tabel 6.

Tabel 6. Data Hasil Pengukuran Gain

Pengukuran	Antena	
	AUT(dBm)	Reff(dBm)
Rata-rata	-36.587	-42.485

Sehingga didapatkan,

$$G_{AUT} [dBi] = G_{REF} [dBi] + P_{RX} [dBm] - P_{REF} [dBm]$$

$$G_{AUT} [dBi] = 2,2 \text{ dBi} + (-36.587 \text{ dBm}) - (-42.485 \text{ dBm})$$

$$G_{AUT} [dBi] = 2,2 \text{ dBi} + 5,907 \text{ dB}$$

$$G_{AUT} [dBi] = 8,098 \text{ dBi}$$

Dari hasil perhitungan gain diatas didapatkan nilai gain antena pada frekuensi 5,825 GHz adalah sebesar 8,098 dBi. Walaupun hasil gain yang didapatkan lebih kecil dari hasil simulasi, namun hasil ini sudah memenuhi spesifikasi gain yang ditentukan yaitu sebesar 7,619 dB.

8. Kesimpulan dan Saran

8.1 Kesimpulan

Dari seluruh proses perancangan dan realisasi antena mikrostrip array berpolarisasi sirkular catuan proximity coupled dengan bentuk patch square, dapat diambil beberapa kesimpulan. Pada penelitian ini didapatkan nilai return loss pada frekuensi 5,825 GHz sebesar -24,386 dB. Gain capaian pada antena yang direalisasikan adalah 8,098 dBi. Pola radiasi yang dihasilkan antena adalah unidireksional. Sedangkan polarisasi yang dihasilkan antena adalah sirkular dengan nilai axial ratio pada frekuensi kerja 5,825 GHz yaitu 1.5223 dB yang artinya telah memenuhi syarat axial ratio ≤ 3 dB. Bandwidth Axial ratio antena yang direalisasikan adalah sebesar sekitar 240 MHz sudah sesuai dengan hasil simulasi.

8.2 Saran

Untuk mendapatkan performansi antena yang cukup baik, maka ada beberapa hal yang bisa dijadikan saran sebagai bahan pertimbangan ke depannya. Untuk mendapatkan hasil antena mikrostrip yang lebih baik, disarankan

untuk lebih selektif dalam memilih bahan *substrat* yang akan digunakan dan penentuan dimensi antenna. Mencari tahu spesifikasi dari bahan substrat adalah hal yang paling utama sebelum melakukan perancangan pada *software* simulasi. Selain beberapa faktor tadi, disarankan juga menggunakan bahan substrat lain untuk frekuensi tinggi seperti Roger Duroid 5880 dengan nilai konstanta dielektrik 2,2 F/m. Hal ini bermanfaat agar dimensi antenna bisa menjadi lebih besar pada frekuensi tinggi sehingga mempermudah fabrikasi. Untuk mendekati keadaan antenna pada *software* simulasi, disarankan juga untuk memperhatikan faktor-faktor lain, seperti: ketelitian dalam pemasangan konektor dan pengukuran antenna sebaiknya dilakukan di ruangan yang ideal seperti *anechoic chamber* dan menggunakan alat yang ukur yang ideal.

9. Referensi

- [1] Hoffman, G.M and Waslander, S.L. "*Quadrotor Helicopter Trajectory Tracking Control*" 2008.
- [2] Aomway 5,8G Tx & RX User Manual. Diunduh 27 November 2014, dari <http://www.rcgroups.com/forums/showthread.php?t=2152706>.
- [3] Balanis, Constantine A., "*Antenna Theory Analysis and Design*", Harper & Row, Publishers Inc., New York.
- [4] Yohandri, H. Kuze, J.T. Sri Sumantyo. "*Development of Circularly Polarized Microstrip Antennas for CP-SAR System Installed on Unmanned Aerial Vehicle*". Dissertation Chiba University. 2011
- [5] Ramesh, G, Bratiash, Prakash, "*Microstrip Antena Design Handbook*", Artech House, London, 2000
- [6] Merna Baharuddin, J.T. Sri Sumantyo. "*Circularly Polarized Microstrip Antennas with Proximity Coupled Feed for Circularly Polarized Synthetic Aperture Radar*". PIERC. 2010
- [7] Agus Dwi Prasetyo, Heroe Wijanto, J.T. Sri Sumantyo, Arifin Nugroho. "*RHCP-LHCP Dual-Circularly Polarized Antenna Design for Circularly-Polarized Synthetic Aperture Radar Onboard Microsatellite (mSAT CP-SAR)*". Thesis Telkom University. 2013
- [8] Lim, Eng G. "*Circular Polarised Microstrip Antenna Design Using Segmental Methods*". *Doctoral Thesis*, Northumbria University. 2002
- [9] Denny Osmond P., Ali Hanafiah R. "*Studi Perancangan Antena Mikrostrip Patch Segiempat Dengan Tipe Polarisasi Melingkar Menggunakan Ansoft*". Vol.3 No.1/ Juli 2013.
- [10] Halim, Mohd Aly Rajaiebin., Puan-Elfarizanis bt Baharudin. "*Design of Single Feed Circularly Polarized Microstrip Antena Using Truncated Corner Method*". Universitas Teknologi Tun Hussein Onn
- [11] Muhammad Darsono, Endra Wijaya. "*Circularly Polarized Proximity-Fed Microstrip Array Antenna for Micro Satellite*". Darma Persada University, Jakarta. 2013
- [12] Arif Rahman Hakim, Bambang Setia Nugroho, Agus Dwi prasetyo. "Perancangan dan Realisasi Antena Mikrostrip Polarisasi Sirkular Dengan Catuan *Proximity Coupled* Untuk *Circularly Polarized Synthetic Aperture Radar (CP-SAR)*". Universitas Telkom, Bandung. 2014.