

**ANTENA SUSUNAN MIKROSTRIP *TRUNCATED RECTANGULAR*
UNTUK APLIKASI CIRCULARY-POLARIZED SYNTHETIC
APERTURE RADAR (*CP-SAR*) PADA UAV**

***TRUNCATED RECTANGULAR MICROSTRIP ANTENNA ARRAY FOR
CIRCULARY-POLARIZED SYNTHETIC APERTURE RADAR
APPLICATION ON UAV***

Dimas Pradana Putra¹, Levy Olivia Nur, Edwar³

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

¹dimaspradanaputra@student.telkomuniversity.ac.id, ²levyolivia@telkomuniversity.co.id,

³edwarm@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Unmanned Aerial Vehicle atau UAV adalah pesawat tanpa pilot yang biasanya ditemukan di bidang pengawasan dan pengintaian pada misi militer. *Radio Detection and Ranging* (RADAR) merupakan sistem alat untuk penginderaan jarak jauh dengan kemampuan beroperasi di segala cuaca dan bahkan pada malam hari sekalipun. Dengan mentransmisikan gelombang elektromagnetik, RADAR mampu mengetahui jarak target. Pada penelitian ini direalisasikan antena susunan mikrostrip *patch rectangular* untuk SAR pada *C-Band* frekuensi. Penggunaan frekuensi tinggi, hasil citra yang diperoleh lebih maksimal. Bahan *substrat* antena yang digunakan adalah *Roger Duroid RT/5880*, bahan *patch* dan *groundplane* menggunakan tembaga. Antena mikrostrip hasil realisasi pada penelitian ini bekerja pada frekuensi 5,8 GHz. Hasil parameternya, untuk nilai VSWR 1,2, *return loss* -20 dB, *bandwidth* 300 Mhz, *gain* 7,6 dBi dan pola radiasi *unidirectional*. Untuk dimensi antena hasil realisasi sebesar 5,6 cm × 4,5 cm × 0,164 cm.

Kata kunci : UAV, SAR, Antena mikrostrip rectangular, RADAR, *array antenna*

Abstract

Unmanned Aerial Vehicle or UAV is a pilotless aircraft that is usually found in the field of surveillance and reconnaissance on military missions. Radio Detection and Ranging (RADAR) is a system for remote controlling with the ability to operate in all weather and even at night. By transmitting electromagnetic waves, RADAR is able to find out the target distance. In this research, a rectangular patch microstrip array antenna for the SAR on the C-band frequency was realized. The use of high frequencies will gain the maximum image results. The antenna substrate material used was Roger Duroid RT / 5880, the patch material and groundplane used were copper. Microstrip antenna realization result in this research works at the frequency of 5.8 GHz. For the parameter results, VSWR value of 1.2 has return loss of -20 dB, bandwidth of 300Mhz, gain of 7.6 dBi, and unidirectional radiation pattern. For the antenna dimensions, the realization results is 5.6 cm × 4.5 cm × 0.164 cm.

Keywords: UAV, SAR, *Rectangular microstrip antenna*, RADAR, *array antenna*

1. Pendahuluan

Dengan cepatnya pertumbuhan teknologi dan berbagai kebutuhan yang beraneka, aplikasi Radar juga semakin banyak. *Synthetic Aperture Radar* (SAR) merupakan salah satu dari aplikasinya. Dengan menggunakan gelombang mikro dan sistem yang aktif, SAR merupakan teknologi penginderaan jarak jauh yang dapat beroperasi di berbagai kondisi cuaca, di area kabut, hujan, maupun di kondisi gelap. Pengaplikasian dari SAR salah satunya adalah (UAV) atau disebut pesawat tak berawak. Dengan realisasi dari UAV, segala keperluan pemantauan dari udara menjadi

mudah dan meningkatkan keselamatan. Sebagai contohnya dalam bidang militer, pemantauan menggunakan UAV dapat dilakukan kapanpun dan disegala cuaca.

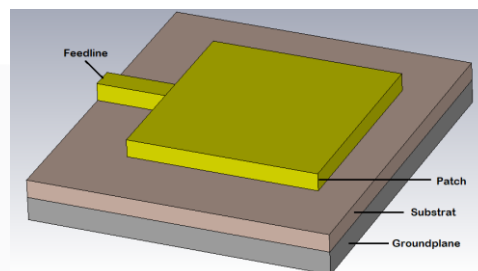
Pada sistem SAR, gelombang akan melewati lapisan ionosfer sehingga sangat rentang terhadap rotasi *faraday*, dimana akan mengubah karakteristik gelombang yang dipancarkan [1]. Dalam perkembangannya saat ini telah muncul *Circular Polarized Synthetic Aperture Radar* (CP-SAR). Dengan karakteristik polarisasi sirkular, CP-SAR akan lebih mengurangi permasalahan tersebut dan mendapatkan hasil yang lebih maksimal [2]. CP-SAR yang dikembangkan ini dapat bekerja di *platform satellite* maupun pesawat tanpa awak atau UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*).

Pada penelitian tugas akhir ini, akan dirancang dan direalisasikan antenna dengan susunan *mikrostrip truncated rectangular patch*. Dengan realisasi susunan antenna, dapat memaksimalkan hasil parameter yang diinginkan terutama menghasilkan gain yang lebih tinggi. Penggunaan *patch* tersebut dapat menghasilkan polarisasi sirkular (*axial ratio* ≤ 3) [3].

2. Dasar Teori

2.1 Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip adalah antenna yang memiliki 3 bagian utama antara lain, substrat, patch, dan ground. Substrat memiliki fungsi untuk penyalur gelombang elektromagnetik dari catuan ke area di bawah *patch*. Ketebalan *substrat* akan berpengaruh pada *bandwidth* yang dihasilkan. Semakin tebal *substrat*, akan menghasilkan *bandwidth* semakin besar. Antena mikrostrip terdiri dari 3 lapisan yaitu *patch*, *substrat* dielektrik, dan *groundplane*.



Gambar 2.1 Komponen Antena Mikrostrip

Lapisan pada antenna mikrostrip adalah sebagai berikut:

- a) *Patch*
Patch merupakan lapisan paling atas dari antenna mikrostrip yang berfungsi untuk meradiasikan gelombang elektromagnetik menuju udara. Bahan *patch* biasanya terbuat dari bahan konduktor. Bentuk patch bermacam-macam seperti rectangular, lingkaran, segitiga, dan lain-lain tergantung spesifikasi yang akan digunakan.
- b) *Substrat*
Lapisan tengah pada antenna mikrostrip adalah *dielectric substrat*. Lapisan ini menggunakan bahan dengan nilai *permitivitas* yang relative sesuai kebutuhan yang diinginkan. Fungsinya sebagai media penghubung gelombang elektromagnetik dari catuan ke daerah bawah *patch*.
- c) *Groundplane*
Lapisan paling bawah yaitu *groundplane*. Lapisan ini berfungsi sebagai reflektor yang memantulkan sinyal yang tidak dikehendaki. Bahan dari *groundplane* sama dengan bahan patch biasanya menggunakan tembaga.

Antena jenis mikrostrip mempunyai banyak kelebihan yaitu mudah difabrikasi, mempunyai massa yang ringan, dan kopatiabel dengan berbagai komponen. Dengan kelebihan tersebut, antenna mikrostrip dapat ditempatkan pada hampir di semua alat telekomunikasi [4]. Sehingga antenna mikrostrip adalah pilihan yang tepat untuk pengoperasian pada UAV. Contoh antenna mikrostrip dan bagian-bagiannya dapat dilihat pada Gambar (2.3). Pada penelitian ini, akan dirancang antenna susunan 1x2 mikrostrip *C-band* (4-8Ghz).

2.2 Teknik Pencatuan Mikrostrip *Line Feed*

Ada 5 macam teknik pencatutan antara lain, mikrostrip *line feed*, *inset feed*, *coaxial feed*, *aperture coupled feed*, dan *proximity coupled feed*. Dari beberapa teknik tersebut, masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangan. Pada penelitian ini, dirancang antenna mikrostrip *array* dengan teknik pencatutan mikrostrip *line feed*. Teknik pencatutan yaitu dengan cara menghubungkan patch dan *feedline* langsung ke *port*. Selain mudah dalam fabrikasi, teknik ini mempermudah dalam mencocokkan impedansinya, serta mudah dalam perancangan di *software*. Untuk perhitungan dimensi feed yaitu lebar feed (W_f) dan Panjang feed (L_f) dapat menggunakan persamaan (2.1) sampai (2.5) [3].

$$W_f = \frac{2h}{\pi} \left\{ B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r}{\epsilon_r} \left[\ln(B - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{\epsilon_r} \right] \right\} \quad (2.1)$$

Nilai B didapat dari,

$$B = \frac{60\pi^2}{Z_0\sqrt{\epsilon_r}} \quad (2.2)$$

$$\epsilon_{eff} = \frac{\epsilon_r+1}{2} + \frac{\epsilon_r-1}{2} \left(1 + \frac{12h}{W_f}\right)^{-0,5} \quad (2.3)$$

$$\lambda_g = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon_{eff}}} \quad (2.4)$$

$$L_f = \frac{\lambda_g}{4} \quad (2.5)$$

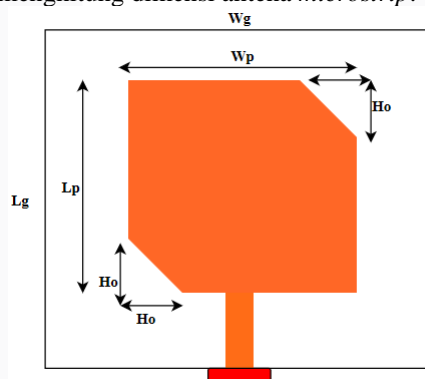
Dimana:

ϵ_r : Nilai *permittivitas* relatif

h : Tebal *substrat* (mm)

2.3 Truncated Rectangular Patch Antena

Pada penelitian ini akan dirancang antenna dengan patch berbentuk *truncated rectangular*. Berdasarkan [3], dengan memotong kedua sisi pojok pada patch antenna, dapat membuat polarisasi sirkular. *Patch truncated rectangular* dapat dilihat pada Gambar 2. Sebelum merancang *patch truncated*, terlebih dulu dirancang antenna *patch rectangular* awal dengan menggunakan persamaan (2.6) sampai ((2.11) untuk menghitung dimensi antenna *microstrip*.



Gambar 2.2 Desain Antena *Microstrip Truncated Rectangular*

$$W_p = \frac{c}{2fr} \sqrt{\frac{2}{\epsilon_r+1}} \quad (2.6)$$

$$\epsilon_{eff} = \frac{\epsilon_r+1}{2} + \frac{\epsilon_r-1}{2} \left[1 + \frac{12h}{W_p}\right]^{-\frac{1}{2}} \quad (2.7)$$

$$L_{eff} = \frac{c}{2fr\sqrt{\epsilon_{eff}}} \quad (2.8)$$

$$(2.9)$$

$$\Delta L = 0,412h \left(\frac{\epsilon_{eff} + 0,3}{\epsilon_{eff} - 0,258} \right) \left(\frac{\frac{Wp}{h} + 0,264}{\frac{Wp}{h} + 0,8} \right)$$

$$Lp = L_{eff} - 2\Delta L$$

Selanjutnya menentukan panjang dan lebar dari *groundplane* menggunakan rumus pada persamaan (2.7) dan (2.8). Wg adalah lebar *groundplane* dan Lg panjang dari *groundplane* [5]

$$Wg = 6h + Wp \quad (2.10)$$

$$Lg = 6h + Lp \quad (2.11)$$

2.3 Array Antena

Array antena atau susunan antena adalah antena yang terdiri dari dua atau lebih antena yang disusun sesuai keinginan untuk mencapai parameter yang diinginkan. Bentuk atau konfigurasi dari *array* antena ada tiga yaitu *array linier*, *array* sirkular, dan *array planar*. Pada penelitian ini akan dirancang antena mikrostrip dengan menggunakan konfigurasi *array linier*. Konfigurasi *array linier* menempatkan setiap *element* antena disusun membentuk garis lurus, jarak antar *element* tidak harus sama. Pada penelitian ini dirancang antena susunan 1x2 untuk mendapatkan nilai *gain* sesuai dengan spesifikasi.

2.4 Spesifikasi Antena

Dalam perancangan antena, tahap awal adalah menentukan spesifikasi antena yang diharapkan sesuai dengan kebutuhan. Pada penelitian ini, spesifikasi antena *microstrip* adalah seperti pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Spesifikasi Antena

Frekuensi kerja	(5,75-5,9) Ghz
Pola radiasi	<i>Unidirectional</i>
Polarisasi	Sirkular
VSWR	≤ 2
Bandwidth	200 Mhz
Gain	8 dB
Return Loss	≤ -10 dB
Bahan substrat	<i>Roger Duroid RT/5880</i> ($\epsilon_r = 2,2$)

3. Pembahasan

3.1 Perancangan

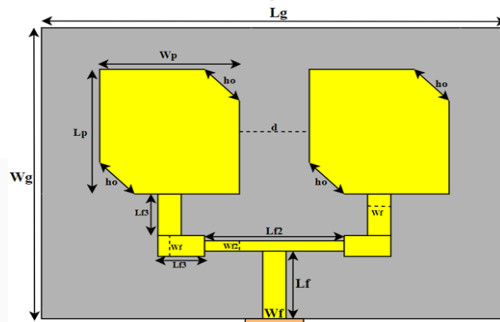
Perancangan antena diawali dengan menentukan spesifikasi antena sesuai kebutuhan. Selanjutnya yaitu memilih bahan yang digunakan pada *patch*, substrat dan *groundplane* antena. Pada penelitian ini akan direalisasikan antena dengan bahan *patch* dan *groundplane* tembaga, serta bahan substrat menggunakan Roger Duroid RT/5880. Setelah itu dirancang antena menggunakan *patch* rectangular terpotong pada frekuensi C-band. Kemudian dilakukan simulasi antena menggunakan software aplikasi. Apabila hasil simulasi tidak sesuai spesifikasi yang diinginkan, maka dilakukan inisiasi, optimasi, dan simulasi pada antena. Sedangkan apabila hasil simulasi sudah sesuai, maka langkah selanjutnya merealisasikan antena untuk kemudian difabrikasi. Langkah terakhir dalam penelitian ini adalah pengukuran antena, sehingga dapat melakukan analisis pada hasil.

3.2 Simulasi

Menggunakan perhitungan dan optimasi pada software simulasi antena, didapatkan dimensi antena *array 1x2 patch truncated rectangular* seperti pada tabel 3.1

Tabel 3.7 Dimensi antenna susunan 1 x 2 Truncated Rectangular Setelah Optimasi

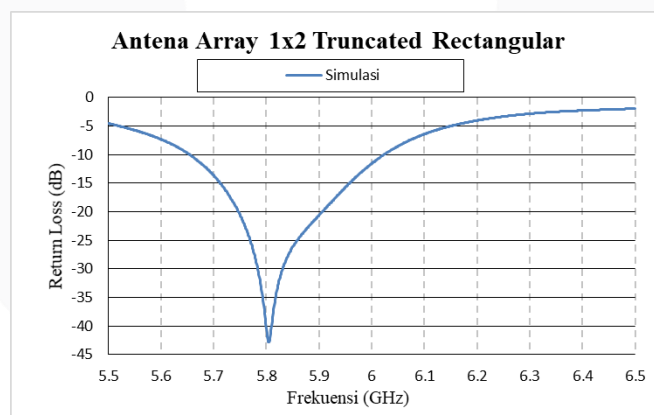
Dimensi Antena Mikrostrip	Parameter	Nilai
Panjang <i>Groundplane</i>	L_g	45 mm
Lebar <i>Groundplane</i>	W_g	56 mm
Panjang <i>Substrat</i>	L_s	45 mm
Lebar <i>Substrat</i>	W_s	56 mm
Panjang <i>Patch</i>	L_p	17.5 mm
Lebar <i>Patch</i>	W_p	16 mm
Panjang <i>Feedline</i> 50 Ohm bawah	L_f	10.5 mm
Lebar <i>Feedline</i> 50 Ohm	W_f	3.5 mm
Panjang <i>Truncated</i>	H_o	2.7 mm
Panjang <i>Feedline</i> 70 Ohm	L_{f2}	13.5 mm
Lebar <i>Feedline</i> 70 Ohm	W_{f2}	2 mm
Panjang <i>Feedline</i> 50 Ohm atas	L_{f3}	5,75 mm



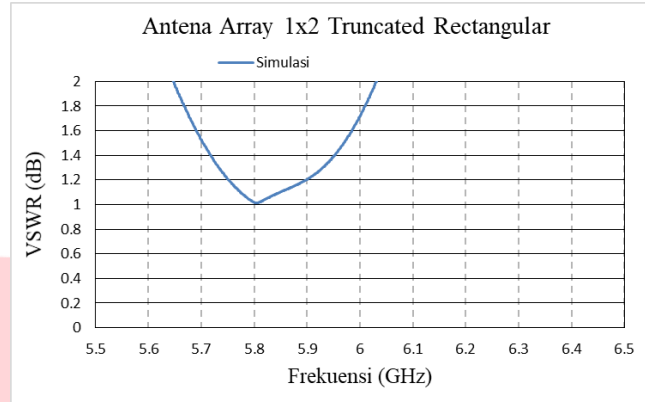
Gambar 3.2 Dimensi Antena Array 1x2 Truncated Rectangular

3.3 Hasil Simulasi

3.3.1 Return Loss, VSWR, dan Bandwidth



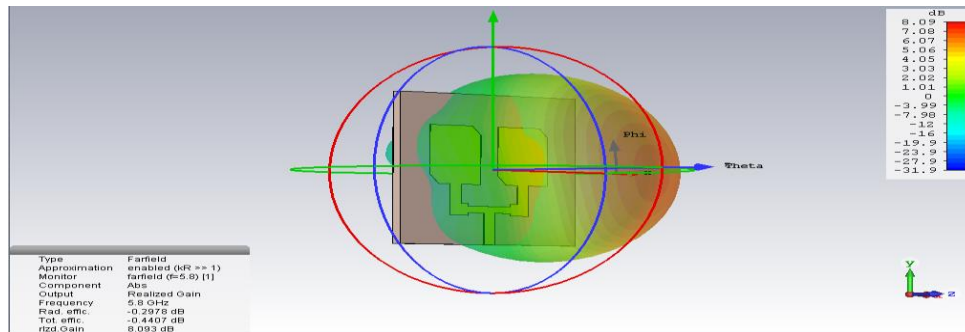
Gambar 3.3 Grafik S11 Antena Array 1x2 Truncated Rectangular



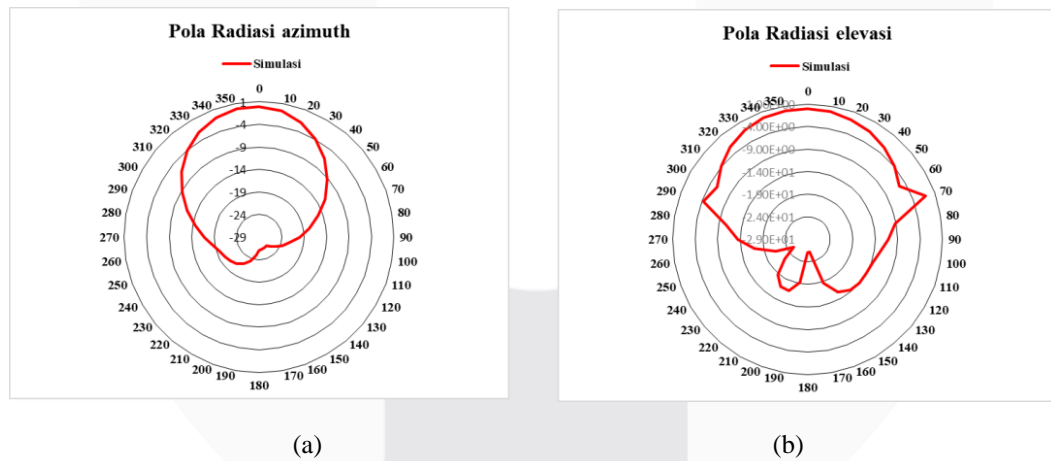
Gambar 3.4 Grafik VSWR Antena Array 1x2 Truncated Rectangular

Pada gambar 3.3 dan 3.4 menunjukkan hasil simulasi antena dengan nilai *return loss* pada frekuensi 5,8 GHz sebesar -43 dB, nilai VSWR= 1, dan *bandwidth* 320 MHz.

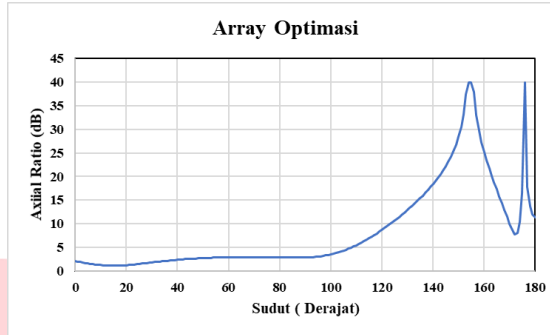
3.3.2 Pola Radiasi, Gain, dan Polarisasi



Gambar 3.5 Grafik Pola Radiasi



Gambar 3.6 Grafik Pola Radiasi (a) Azimuth (b) Elevasi Antena Array 1x2 Truncated Rectangular Setelah Optimasi



Gambar 3.7 Grafik Polarisasi (*Axial Ratio*) Antena Array 1×2 *Truncated Rectangular* Sesudah Optimasi

Hasil simulasi untuk pola radiasi sudah mendapatkan pola radiasi *unidirectional*, *gain* sebesar 8,1 dBi, dan nilai *axial ratio* <3 sehingga mendapatkan polarisasi sirkular.

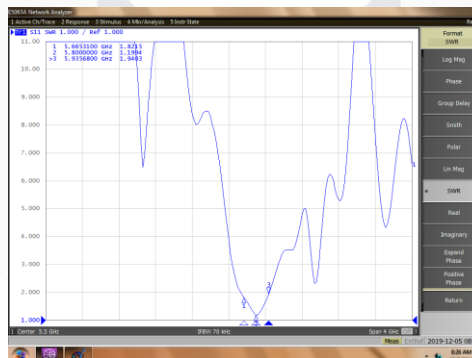
4. Hasil dan Analisis

4.1 Return Loss, VSWR, dan Bandwidth

Pada penelitian ini, pengukuran parameter dalam antena yang sudah direalisasikan menggunakan alat *Vektor Network Analyser (VNA) E5063A*. hasil pengukurannya dapat dilihat pada Gambar 4.1 sampai 4.2

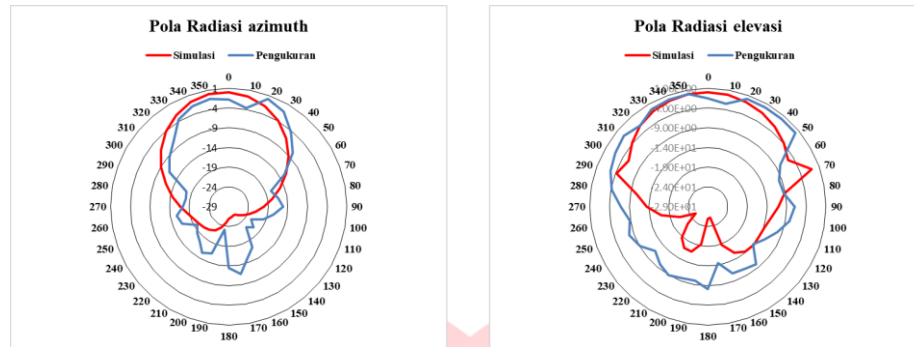


Gambar 4. 1 Grafik S11 Hasil Pengukuran Pada *Vektor Network Analyser*



Gambar 4. 2 Grafik VSWR Hasil Pengukuran Pada *Vektor Network Analyser*

4.2 Pola radiasi, Gain, dan Polarisasi



Gambar 4.3 Grafik Perbandingan Pola Radiasi (a) *Azimuth* dan (b) *Elevasi*

Hasil pengukuran parameter antenna menunjukkan sedikit perbedaan dengan hasil simulasi. Berikut perbandingan hasil simulasi dengan hasil pengukuran pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Perbandingan Hasil Simulasi dengan Hasil Pengukuran

Parameter	Simulasi (5,8 GHz)	Pengukuran (5,8 GHz)
VSWR	1	1,2
Return Loss (dB)	-42	-20
Pola Radiasi	<i>Unidirectional</i>	<i>Unidirectional</i>
Gain (dBi)	8,093	7,63
Polarisasi	Sirkular	<i>Elips</i>
Bandwidth (Mhz)	350	300

5. Kesimpulan

Pada penelitian ini perancangan antenna susunan 1x2 *microstrip truncated rectangular* berhasil mendapatkan hasil pengukuran sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan sehingga dapat bekerja dengan baik pada frekuensi 5,8 GHz dengan VSWR < 2 , bandwidth hasil pengukuran sebesar 300 MHz. Sedangkan hasil simulasi juga mendapatkan VSWR < 2 pada frekuensi 5,8 GHz, *bandwidth* sebesar 350 MHz. Pola radiasi pada simulasi antenna adalah *unidirectional* dan pada pengukuran juga mendapatkan pola radiasi *unidirectional*. Nilai *gain* pada simulasi mendapatkan 8,1 dBi sedangkan pada pengukuran didapatkan gain sebesar 7,63 dBi. Penambahan *truncated* pada *patch* antenna terbukti berpengaruh pada polarisasi yang dihasilkan pada simulasi antenna yaitu sirkular. Akan tetapi pada pengukuran, nilai *axial ratio* berbeda dengan nilai *axial ratio* saat simulasi. Hasil pengukuran mendapatkan antenna berpolarisasi elips dengan nilai *axial ratio* 3,75 dB.

Daftar Pustaka:

- [1] R. E. Putra, H. Wijanto, and A. D. Prasetyo, "Perancangan Dan Realisasi Antena Mikrostrip Array 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 Co,," vol. 2, no. 2, pp. 3120–3128, 2015.
- [2] "DEVELOPMENT OF CIRCULARLY POLARIZED SYNTHETIC APERTURE RADAR ONBOARD UNMANNED AERIAL VEHICLE (CP-SAR UAV) Josaphat Tetuko Sri Sumantyo Center for Environmental Remote Sensing , Chiba University , 1-33 , Yayoi-cho , Inage-ku , Chiba-shi,," vol. 2903857, pp. 4762–4765, 2012.
- [3] *Antenna Theory Analysis And Design* .
- [4] A. M. Yusuf and H. Wijanto, "Dual-band C-band and X-band Array Antenna Microstrip for SAR on UAV,," no. 3, pp. 4–5, 2018.
- [5] B. P, B. I, and G. R, "Mmicrostrip Antenna Design,," *book*, vol. 2001, 2001.