

PERANCANGAN DAN REALISASI ANTENA MIKROSTRIP SIRKULAR SUSUNAN LINIER S-BAND UNTUK RADAR KAPAL

DESIGN AND REALIZATION OF S-BAND CIRCULAR MICROSTRIP LINEAR ARRAY FOR SHIP RADAR

Aidil Fitriadi¹ Heroe Wijanto² Yuyu Wahyu³

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

³Pusat Penelitian Elektronika dan Telekomunikasi LIPI, Bandung

¹aidiltron@gmail.com ²heroe@telkomuniversitv.ac.id ³yuyu@ppet.liipi.go.id

Abstrak

Indonesia memiliki luas perairan dua kali lipat dari luas kepulauannya. Kayanya sumber daya laut Indonesia membuat kapal-kapal asing dengan leluasa memasuki wilayah perairan Indonesia. Karena keterbatasan panca indera manusia, diperlukan teknologi untuk mendeteksi keberadaan kapal-kapal asing tersebut. Teknologi ini dinamakan RADAR (*Radio Detection and Ranging*). Alat ini dapat mendeteksi keberadaan suatu objek yang memanfaatkan gelombang elektromagnetik pada jarak tertentu melebihi indra penglihatan manusia. Radar ini bekerja pada S-Band, bagus untuk cuaca hujan dan berkabut. Salah satu komponen penting pada RADAR yaitu antena. Antena berfungsi untuk mengirim dan menerima sinyal. Pada Tugas Akhir ini perancangan dibantu dengan simulator CST 2014 untuk simulasi antena *mikrostrip* dengan bentuk *patch* sirkular menggunakan teknik pencatutan *mikrostrip line* yang memiliki 8 elemen yang dibuat secara bersusun. Setelah dilakukan perancangan lalu antena direalisasikan dan diukur. Hasil pengukuran parameter-parameter antena menunjukkan bahwa pada frekuensi 3 GHz, memiliki VSWR sebesar 1,035 dengan *return loss* -35,254 dB, impedansi $48,455 \Omega - j711,027 m\Omega$, *gain* 11,975 dB dan *bandwidth* 166 MHz pada perpotongan VSWR 1,5.

Kata kunci : Radar, Antena Mikrostrip, Sirkular.

Abstract

Indonesia has double times larger marine area than its vast archipelago. It makes foreign vessels freely enter the territorial waters of Indonesia. Due to the limitations of the human senses, it's necessary to have technology to detect the presence of foreign ships. This technology is called RADAR (*Radio Detection and Ranging*). This tool can detect the presence of an object that utilizes electromagnetic waves at a certain distance exceeding the human visual sense. Radar works on the S-Band, great for rainy and foggy weather. One important component in RADAR is an antenna. Antenna is used to send and receive signals. In this final project, to simplify the design process used simulation software CST 2014 to simulate microstrip antenna with circular shape patch using microstrip line rationing technique which has 8 elements made in composite. After the antenna design is realized and measured. Results of measurements of antenna parameters indicate that at frequency of 3 GHz, has a VSWR 1.035, -35.254 dB return loss, impedance is $48.455 \Omega - j711,027 m\Omega$, and gain 11,975 dB, and bandwidth 166 MHz at the intersection of VSWR 1.5.

Keywords: Radar, Antenna Microstrip, Circular

1. Pendahuluan

Indonesia adalah sebuah negara kepulauan yang memiliki beribu pulau dan perairan yang sangat luas. Bahkan luas perairannya dua kali lipat dari luas kepulauannya. Luasnya laut Indonesia membuat kapal-kapal asing yang berada disekitar perbatasan Indonesia dengan leluasa memasuki wilayah perairan Indonesia dan melakukan ilegal *fishing*, ilegal *logging*, penyelundupan dan lain-lain di Indonesia. Menurut Koordinator Pendidikan dan Penguatan Jaringan Kiara, Selamat Daroyoni, para pencuri ikan asing berani masuk ke perairan teritorial dan kepulauan Indonesia alih-alih hanya di wilayah Zona Ekonomi Eksklusif. Volume ikan yang dicuri hingga Agustus 2014 dari laut Indonesia mencapai 1,6 juta ton. Menteri Koordinator bidang Kemaritiman Indroyono Soesilo juga

mengatakan bahwa pendapatan dari sektor perikanan hanya Rp 300 miliar pada tahun 2013 lalu. Bahkan di tahun ini, pendapatannya ditargetkan menurun menjadi Rp 250 miliar.[1]

Untuk itu diperlukan pengawasan maksimal di area tersebut, khususnya di sekitar perbatasan. Karena keterbatasan indera penglihatan manusia, diperlukan teknologi untuk mendeteksi keberadaan kapal-kapal asing tersebut yaitu dengan memanfaatkan teknologi RADAR (*Radio Detection and Ranging*). Alat ini dapat mendeteksi keberadaan suatu objek yang memanfaatkan gelombang elektromagnetik pada jarak tertentu melebihi indera penglihatan manusia. Salah satu komponen penting RADAR yaitu antenna yang *tranceiver*. Karena mahalnya harga set Radar *import*, Indonesia dituntut untuk bisa mengembangkan Radar sendiri. Oleh karena itu pada Tugas Akhir ini akan dirancang salah satu komponen Radar yaitu antenna.

Pada penelitian sebelumnya telah dibuat antenna delapan elemen patch *rectangular* untuk radar pengawas pantai oleh Angga Dwian Prakoso. Dengan referensi Tugas Akhir tersebut, dalam penelitian ini akan dibahas mengenai perancangan dan realisasi antenna untuk RADAR jenis *mikrostrip* dengan bentuk *patch* sirkular dengan perbedaan bentuk *patch* dan nilai permitifitas relatif substrat. Sudah dicoba sebelumnya membandingkan dimensi *patch* sirkular dan *rectangular* dan didapatkan dimensi *patch* sirkular lebih kecil dibanding *rectangular* pada frekuensi yang sama yaitu 3 GHz sehingga dapat mengurangi biaya fabrikasi. Antenna jenis *mikrostrip* dipilih untuk pembuatan antenna pada Tugas Akhir ini karena fabrikasinya yang sederhana dan biaya pembuatannya relatif rendah. Sebelum melakukan perancangan, dilakukan perhitungan untuk mendapatkan dimensi *patch* sirkular dengan menggunakan rumus yang ada dan melakukan simulasi dan optimasi dengan *software CST Microwave Studio 2014*. Setelah mendapatkan hasil sesuai spesifikasi, maka akan dilakukan pencetakan antenna. Setelah itu, akan dilakukan pengukuran. Dengan spesifikasi yang diharapkan yaitu antenna dapat bekerja pada frekuensi 3 GHz, $VSWR \leq 1,5$, $Bandwidth \geq 60$ Mhz, $Gain \geq 9$ dB.

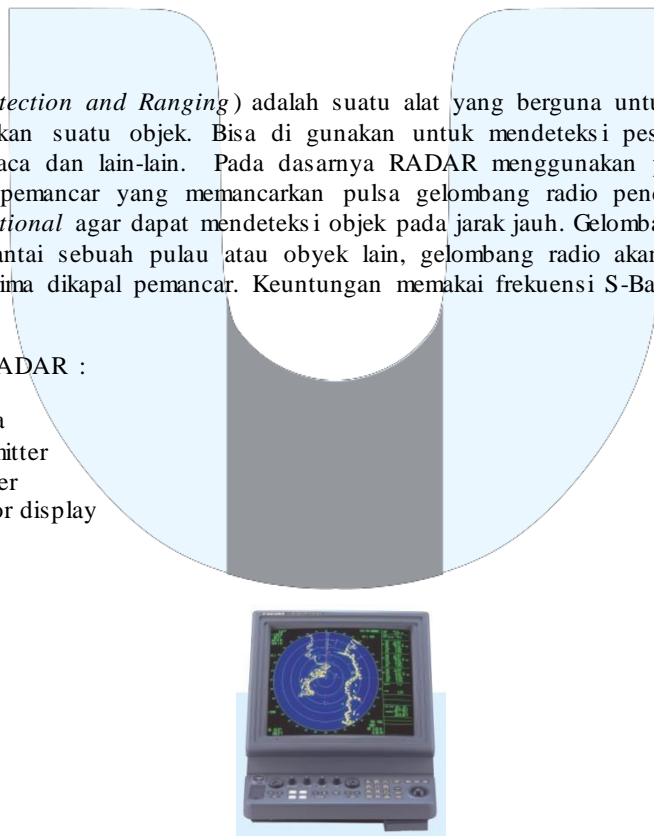
2. Dasar Teori

2.1 RADAR

RADAR (*Radio Detection and Ranging*) adalah suatu alat yang berguna untuk mendeteksi, mengukur jarak, ketinggian dan memetakan suatu objek. Bisa di gunakan untuk mendeteksi pesawat, kapal, *spacecraft*, misil, kendaraan bermotor, cuaca dan lain-lain. Pada dasarnya RADAR menggunakan pancaran gelombang elektronik yang dipancarkan alat pemancar yang memancarkan pulsa gelombang radio pendek dalam alur sembit (*narrow beam*) oleh antenna *directional* agar dapat mendeteksi objek pada jarak jauh. Gelombang yang dikirimkan mengenai sasaran seperti kapal, pantai sebuah pulau atau obyek lain, gelombang radio akan dipantulkan lagi dan diterima kembali oleh unit penerima dikawal pemancar. Keuntungan memakai frekuensi S-Band yaitu bagus untuk keadaan hujan dan debu.

Komponen utama RADAR :

1. Antena
2. Transmitter
3. Receiver
4. Monitor display



Gambar 1. Monitor [9]

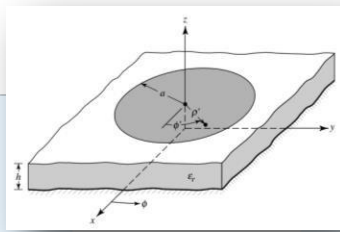


Gambar 2. Antena Radar Furuno [9]

2.2 Antena mikrostrip

Antena Mikrostrip merupakan suatu alat yang digunakan untuk melepaskan gelombang elektromagnetik ke ruang bebas dan sebaliknya menerima gelombang elektromagnetik dari ruang bebas. Antena mikrostrip mempunyai kelebihan bentuk yang sederhana, ringan dan relatif murah.

Antena mikrostrip memiliki sebuah antena yang tersusun atas tiga elemen, yaitu: elemen peradiasi (radiator), elemen substrate dalam Tugas Akhir ini menggunakan FR-4 dan elemen pentanahan (ground). Elemen peradiasi patch berfungsi untuk meradiasikan gelombang elektromagnetik yang terbuat dari lapisan logam yang memiliki ketebalan tertentu. Patch memiliki jenis yang bermacam-macam yaitu: square, rectangular, dipole, circular dan elips.



Gambar 3. Patch sirkular

Pada Gambar 2.3 merupakan patch sirkular yang akan digunakan penelitian ini. Variabel a adalah radius circular patch, h adalah ketebalan substrat, dan ϵ_r adalah konstanta dielektrik substrat, sementara ground plane terletak pada bagian paling bawah.

Rumus untuk menghitung radius [3] :

$$F = \frac{8.791 \times 10^9}{f_0 \sqrt{\epsilon_r}} \tag{2.1}$$

$$a = \frac{F}{\left\{ 1 + \frac{2h}{\pi \epsilon_r F} \left[\ln \left(\frac{\pi F}{2h} \right) + 1.7726 \right] \right\}^{1/2}} \tag{2.2}$$

Lapisan-lapisan antena mikrostrip :

Lapisan-lapisan pada substrat adalah sebagai berikut:

- a) *Conducting Patch*

Patch terletak paling atas dari lapisan substrat yang terbuat dari bahan konduktor. Pada lapisan ini akan dibentuk menjadi bentuk lingkaran atau sirkular

b) *Dielectric substrate*

Dielectric substrate adalah lapisan tengah substrat yang berfungsi sebagai media penyalur gelombang elektromagnetik dari catuan menuju daerah dibawah *patch*. Bahan dielektrik ini memiliki permitivitas relatif tertentu.

c) *Groundplane*

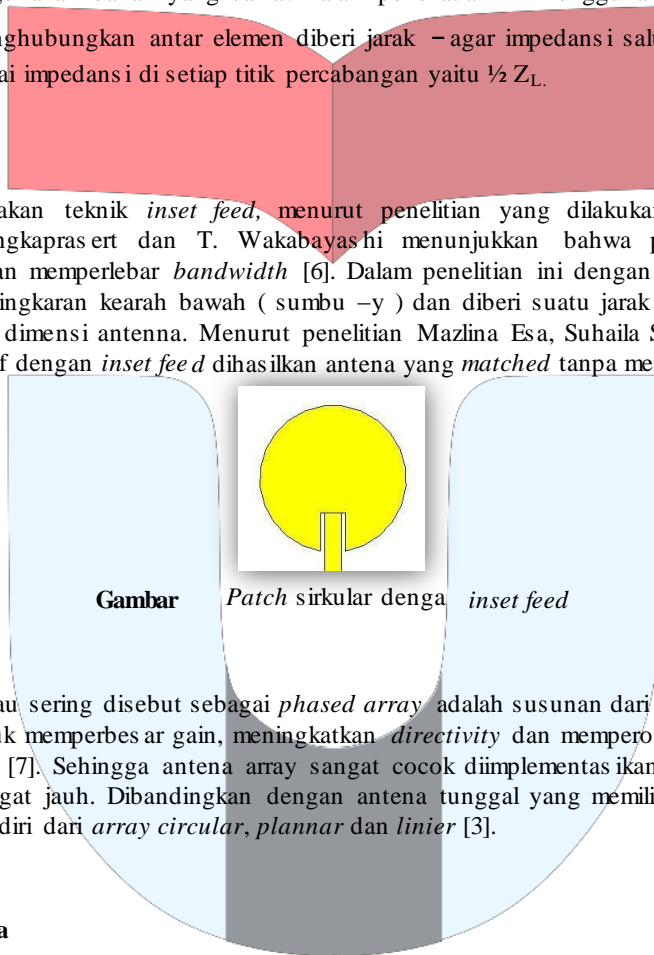
Groundplane adalah lapisan paling bawah dari substrat. Terbuat dari bahan konduktor yang berfungsi sebagai reflektor yang memantulkan sinyal yang tidak diinginkan atau untuk membuat radiasi terarah.

2.3 Teknik Pencatuan *Microstrip Line*

Pencatuan dilakukan dengan menghubungkan *patch* dengan menggunakan *microstrip line*, dimana *patch* dan *line* pencatuan menggunakan bahan yang sama. Dalam penelitian ini menggunakan transformator – Untuk delapan elemen, untuk menghubungkan antar elemen diberi jarak – agar impedansi saluran yang menghubungkan antar elemen $Z_{in}=Z_L$ dan nilai impedansi di setiap titik percabangan yaitu $\frac{1}{2} Z_L$.

2.4 Teknik *inset feed*

Dengan menggunakan teknik *inset feed*, menurut penelitian yang dilakukan oleh S. Saththamkul, N. Anantrasirchai, C. Benjangkprasert dan T. Wakabayashi menunjukkan bahwa pemberian *inset feed* dapat memperbaiki *return loss* dan memperlebar *bandwidth* [6]. Dalam penelitian ini dengan pemakaian teknik *inset feed* dengan menggeser *patch* lingkaran kearah bawah (sumbu -y) dan diberi suatu jarak antara *patch* dan *stripline* sehingga dapat mengurangi dimensi antenna. Menurut penelitian Mazlina Esa, Suhaila Subahir, Norul Husna Ahmad dan Sharifah Kamilah Yusof dengan *inset feed* dihasilkan antenna yang *matched* tanpa menambah *feedline* [10].



Gambar Patch sirkular dengan inset feed

2.5 Antena Array

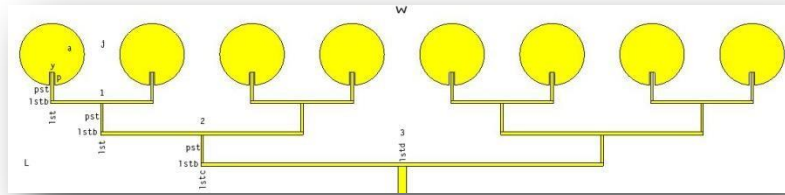
Antenna array atau sering disebut sebagai *phased array* adalah susunan dari dua antenna atau lebih elemen antenna dengan tujuan untuk memperbesar gain, meningkatkan *directivity* dan memperoleh pola radiasi yang terarah dengan *beamwidth* sempit [7]. Sehingga antenna array sangat cocok diimplementasikan pada RADAR karena dapat menjangkau area yang sangat jauh. Dibandingkan dengan antenna tunggal yang memiliki gain kecil dan *beamwidth* besar. Jenis antenna array terdiri dari *array circular*, *plannar* dan *linier* [3].

2.6 Spesifikasi Antena

Adapun spesifikasi yang diperlukan untuk merancang satu modul antenna ini yaitu :

- Frekuensi : S-band
- VSWR : ≤ 1.5
- Bandwidth : ≥ 60 MHz
- Pola Radiasi : Unidireksional
- Polarisasi : Linier
- Substrat : FR4 (epoxy) (epsilon r = 4.6)

2.7 Simulasi



Gambar 5. Antena delapan patch

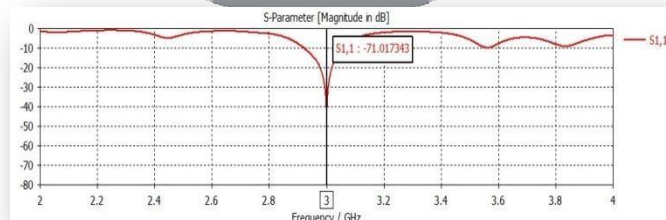
Melakukan simulasi delapan elemen dan didapatkan hasil simulasi yang sudah dioptimasi sebagai berikut :

Tabel 2.1 Tabel dimensi antena delapan elemen sesudah optimasi

Simbol	Keterangan	Nilai (mm)
a	Jari-jari patch	12,83
pst	Panjang stripline	11,65
lst	Lebar stripline	1
lstb	Lebar stripline b	1,3
lstc	Lebar stripline c	1
lstd	Lebar stripline c	3,4
p	Panjang inset feed	5,4
j	Jarak antar patch	14,02
1	Panjang stripline 1	40,68
2	Panjang stripline 2	119,04
3	Panjang stripline 3	277,76
W	Panjang antena	313,7675
L	Lebar antena	78,83

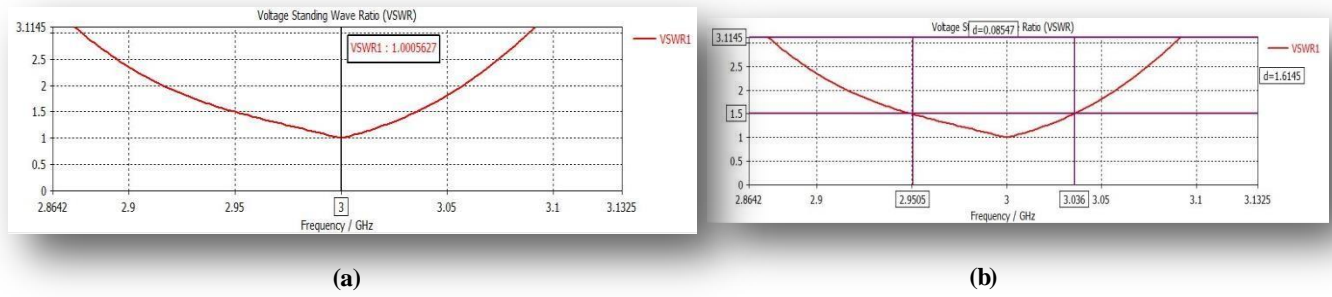
2.8 Hasil Simulasi

2.8.1 Return loss, VSWR dan Bandwidth



Gambar 6. Grafik return loss

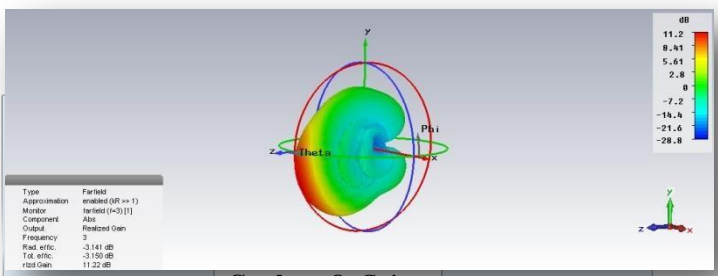
Dari gambar 2.6 terlihat bahwa didapatkan frekuensi resonansi pada 3 GHz dan didapatkan Return Loss pada frekuensi 3 GHz sebesar -71,017343 dB.



Gambar 7. (a) Grafik VSWR, (b) Grafik *bandwidht*

VSWR yang dihasilkan pada frekuensi 3 GHz adalah sebesar 1,0005627 yang mana sudah mendekati 1, dapat dilihat pada gambar 2.7(a). Nilai VSWR berubah akan seiring dengan perubahan *return loss*. *Bandwidth* yang didapatkan pada VSWR 1,5 adalah sekitar 85 MHz dapat dilihat pada gambar 2.7(b). Rentang angka VSWR yaitu 1 sampai tak hingga. VSWR yang ideal bernilai 1. Namun hampir mustahil untuk mencapai nilai tersebut.

2.8.2 Gain

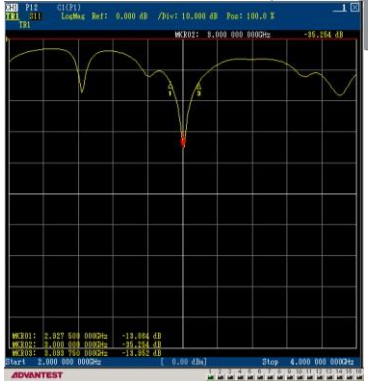


Gambar 8. *Gain*

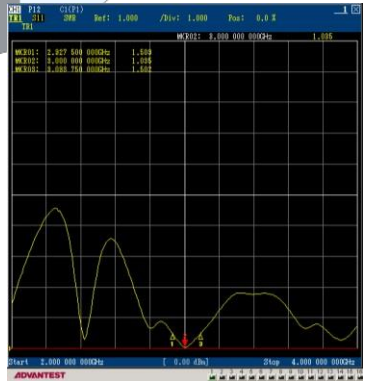
Dari gambar 2.7 menunjukkan pola radiasi yang dihasilkan oleh satu modul antenna secara 3 dimensi. Tampak dari *main lobe* memiliki bagian yang berwarna merah. Spektrum warna yang ditampilkan merepresentasikan penguatan dari antenna. Biru berarti pelemahan dan merah berarti penguatan. Dapat dilihat bahwa *gain* yang didapatkan pada simulasi yaitu sebesar 11.22 dB pada *main lobe*. Dan dapat disimpulkan dari pola radiasi ini adalah unidireksional.

3. Pembahasan

3.1 Pengukuran Return loss, VSWR dan bandwidth



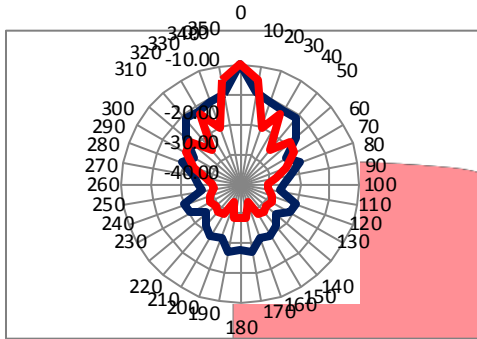
Gambar 9. Grafik *return loss*



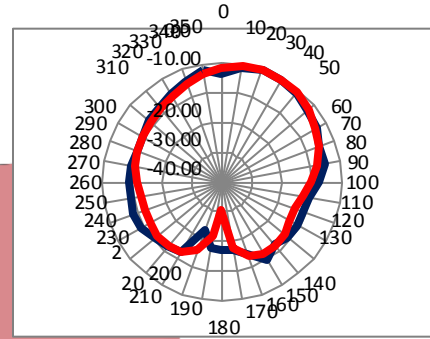
Gambar 10. Grafik VSWR

Dapat dilihat pada gambar 4.2, dari pengukuran frekuensi, kurva di-marking pada frekuensi 3 GHz dan didapatkan *return loss* sebesar -35,254 dB, yaitu pada *marker 2*. Dari pengukuran VSWR didapatkan nilai VSWR pada frekuensi 3 GHz sebesar 1,035. Dan pada VSWR 1,5 didapatkan nilai *lower frequency* 2,927 GHz dan *upper frequency* 3,093 GHz. Sehingga untuk mendapatkan *bandwidth* pada VSWR 1,5 adalah $3,093-2,927 = 0,166$ GHz atau 166 Mhz.

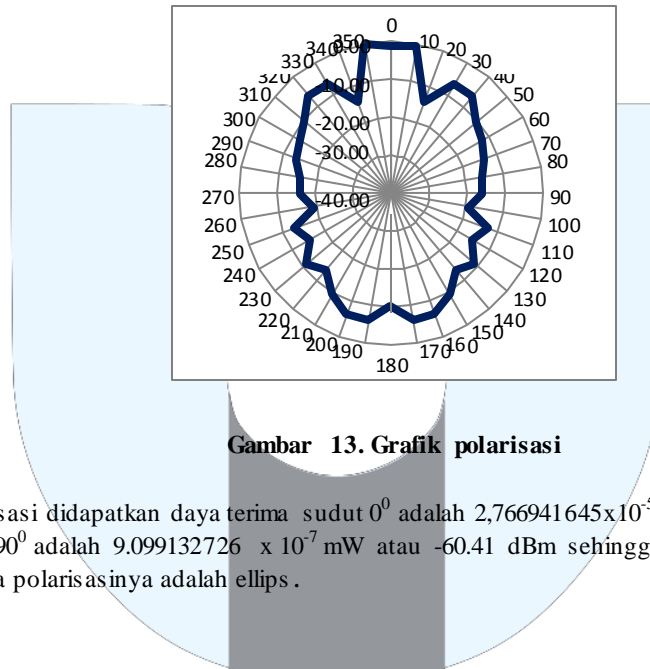
3.2 Polaradiasi dan polarisasi



Gambar 11. Grafik pola radiasi azimut



Gambar 12. Grafik pola radiasi elevasi



Gambar 13. Grafik polarisasi

Dari grafik polarisasi didapatkan daya terima sudut 0^0 adalah $2,766941645 \times 10^{-5}$ mW atau -45.58 dBm. Dan dengan daya terima sudut 90^0 adalah $9,099132726 \times 10^{-7}$ mW atau -60.41 dBm sehingga *axial ratio*-nya didapatkan sebesar 5,514422024 artinya polarisasinya adalah elips.

3.3 Gain

Tabel 4.6 Tabel perbandingan gain

	Gain
Simulasi	11.22 dB
Pengukuran	11.975 dB

Gain pengukuran didapatkan sebesar 11,975 dB. Artinya tidak jauh berbeda dengan hasil simulasi yaitu 11,22 dB. Dengan selisih perbedaannya sebesar 0,755 dB

3.4 Perbandingan Hasil Simulasi dengan Pengukuran

Tabel 4.7 Tabel perbandingan parameter simulasi dan pengukuran

Parameter	Spesifikasi	Simulasi	Pengukuran
Frekuensi	3 Ghz		
Bandwidht	60 MHz	85 MHz	166 MHz
VSWR	≤ 1,5	1,0005627	1,035
Polaradiasi	Unidireksional	Unidireksional	Unidireksional
Polarisasi	Linier	Linier	Elips
Impedansi	50 Ohm	49,982017 - j0,021622 Ω	48,455 Ω - j0,711027 Ω
Gain	≥ 9 dB	11,22 dB	11.975 dB

Jika dilihat dari parameter-parameter simulasi, hasilnya sudah memenuhi spesifikasi yang dibutuhkan untuk satu modul antenna Radar.

4 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini yaitu didapatkan hasil pengukuran parameter-parameter antenna pada frekuensi 3 GHz, memiliki VSWR sebesar 1,035 dari spesifikasi awal yaitu kecil dari 1,5 dengan *return loss* -35,254 dB, impedansi 48,455 Ω - j711,027 mΩ dari spesifikasi awal 50 Ohm, *gain* 11.975 dB dengan spek awal diatas 9 dB dan *bandwidth* 166 MHz dari spek awalnya yaitu besar dari 60 MHz pada perpotongan VSWR 1,5. Bisa dikatakan antenna yang dirancang sudah memenuhi spek.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ika Akbarwati [online] Available at : <https://www.selasar.com> [Accessed oktober 2015]
- [2] Dwian Prakoso, Angga. 2012, *Perancangan dan Realisasi Susunan 8 Patch Antena Mikrostrip Rektangular pada Frekuensi 2,9-3,1 GHz untuk RADAR Pengawas Pantai*, Proyek Akhir, Institut Teknologi Telkom, Bandung.
- [3] Balanis, Constantine A. 1982. “*Antenna Theory : Analysis and Design*”. Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.
- [4] Kraus, John D. 1997. “Antennas”, Tata Mcgraw-hill Edition, New Delhi, India.
- [5] Daud, Pamungkas . Andayani, Niluh Sri. 2013. *Antena Array Mikrostrip Dual Beam Untuk Aplikasi Sensor Radar Doppler*. Jurnal Elektronika Telekomunikasi LIPI dan IT Telkom.
- [6] Saththam akul, S ; Anantras irichai, N ; Benjangkapraser t, C ; Wakabayashi, T. 2008. “Rectangular Patch Antenna with Inset Feed and Modified Ground-Plane for Wideband Antenna”. IEEE.
- [7] Oktafiani, Folin. Saputera, Yussi Perdana. *Antena Patch Array untuk Portable Coastal Radar pada Frekuensi S-Band*. 2013. Jurnal Elektronika dan Telekomunikasi LIPI
- [8] http://www.geozondas.com/images/Scheme_Far%20Field.jpg
- [9] FURUNO ELECTRIC CO.,LTD. Available at : <http://www.furunousa.com/ProductDocuments/FR2135S%20Brochure.pdf> . [Accessed oktober 2015]
- [10] Esa, Mazlina. Subahir, Suhaila. Husna Ahmad, Norul. Kamilah Yusof, Sharifah. *Inset Feed for Antenna Miniaturisation*. Jurnal dari Universiti Teknologi Malaysia, 81310 UIM Skudai, Johor DT, Malaysia.