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 Telekomunikas i, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

³Pus at Penelitian Elektronika dan Telekomunikas i LIPI, Bandung

¹aidiltron@gmail.com

²heroe@telk omunivers ity.ac.id

³yuyu@ppet.li pi.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 keterbatas an 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 pencatuan 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 Ω - j711,027 mΩ, 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 it vast archipelago. It make 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, Selamet Daroyni, 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 indra penglihatan manusia. Salah satu komponen penting RADAR yaitu antena 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 antena 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 antena 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 rektangular pada frekuensi yang sama yaitu 3 GHz sehingga dapat mengurangi biaya fabrikasi. Antena jenis *mikrostrip* dipilih untuk pembuatan antena 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 antena. Setelah itu, akan dilakukan pengukuran. Dengan spesifikasi yang diharapkan yaitu antena dapat bekerja pada frekuensi 3 Ghz, VSWR ≤ 1,5, Bandwith ≥ 60 Mhz, Gain ≥ 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 antena directional agar dapat mendeteksi objek pada jarak jauh. Gelombang yang dikirimkan mengenai s asaran seperti kapal, pantai sebuah pulau atau obyek lain, gelombang radio akan dipantulkan lagi dan diterima kembali oleh unit penerima dikapal pemancar. Keuntungan memakai frekuensi S-Band yaitu bagus untuk keadaan hujan dan debu.

Komponen utama RADAR:

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



Gambar 1. Monitor [9]



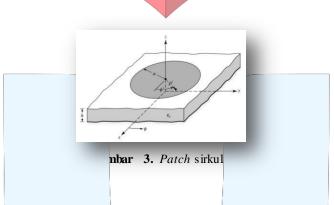
Gambar 2. Antena Radar Furuno [9]

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.

dan elips.

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



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.

$$F = \frac{8.791 \times 10^{\%}}{f_{F}\sqrt{\epsilon_{F}}}$$

$$a = \frac{F}{\left\{1 + \frac{2k}{\pi \epsilon_{F}} \left[\ln\left(\frac{\pi F}{2k}\right) + 1.7726\right]\right\}^{1/2}}$$
(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

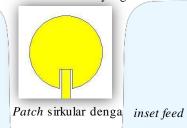
Groundplane adalah lapisan paling bawah dari substrat. Terbuat dari bahan konduktor yang berfungsi s ebagai reflektor yang memantulkan sinyal yang tidak diinginkan atau untuk membuat radiasi terarah.

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 peneliatian 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 ½ Z_L .

2.4 Teknik inset feed

Dengan menggunakan teknik *inset feed*, menurut penelitian yang dilakukan oleh S. Satthamsakul, N. Anantras irichai, C. Benjangkapras ert dan T. Wakabayas hi 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* s ehingga dapat mengurangi dimensi antenna. Menurut penelitian Mazlina Esa, Suhaila Subahir, Norul Husna Ahmad dan Sharifah Kamilah Yusof dengan *inset feed* dihas ilkan antena yang *matched* tanpa menambah *feedline* [10].



2.5 Antena Array

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

2.6 Spesifikasi Antena

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

 $\begin{array}{lll} \bullet & \text{Frekuens i} & : \text{S-band} \\ \bullet & \text{VSWR} & : \leq 1.5 \\ \bullet & \text{Bandwidth} & : \geq 60 \text{ MHz} \\ \bullet & \text{Pola Radiasi} & : \text{Unidireks ional} \\ \end{array}$

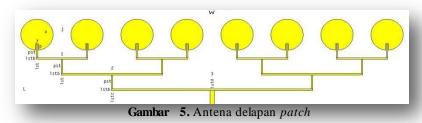
• Polaris as i : Linier

• Substrat : FR4 (epoxy) (epsilon r = 4.6)

Gambar

ISSN: 2355-9365

2.7 Simulas i



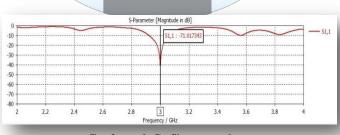
Melakukan simulasi delapan elemen dan didapatkan hasil simulasi yang sudah dioptimasi sebagai berikut :

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				
			/				

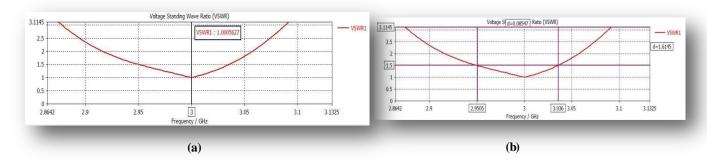
2.8 Hasil Simulasi

2.81 Return loss, VSWR dan Bandwidth



Gambar 6. Grafik return loss

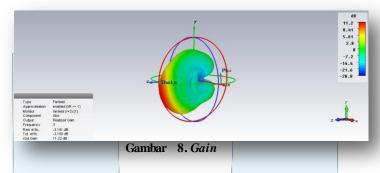
Dari gambar 2.6 terlihat bahwa didapatkan frekuensi resonansi pada 3 GHz dan didapatkan *Return Loss* pada frekuensi 3 GHz sebesar -71,017343 dB.



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.

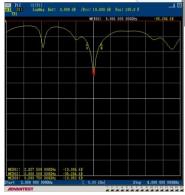
2.8.2 Gain



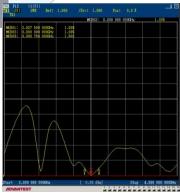
Dari gambar 2.7 menunjukkan pola radiasi yang dihasilkan oleh satu modul antena secara 3 dimensi. Tampak dari *main lobe* memiliki bagian yang berwarna merah. Spektrum warna yang ditampilkan merepresentasikan penguatan dari antena. Biru berarti pelemahan dan merah berarti penguatan. Dapat dilihat bahwa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

3. Pembahas an

3.1 Pengukuran Return loss, VSWR dan bandwidth



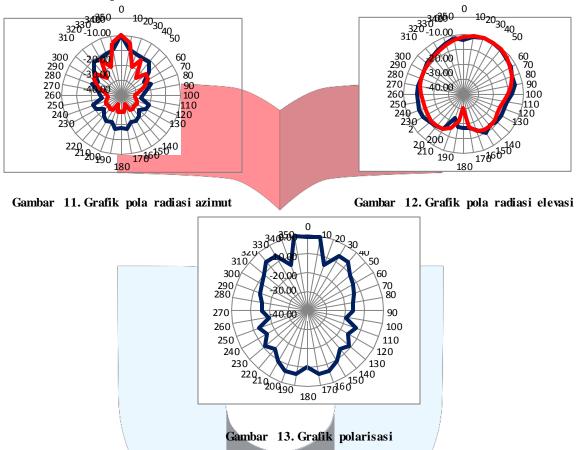
Gambar 9. Grafik return loss



Gambar 10. Grafik VSWR

Dapat dilihat pada gambar 4.2, dari pengukuran frekuensi, kurva di-*mark ing* 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 Polaradias i dan polarisas i



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 ellips.

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

ISSN: 2355-9365

3.4 Perbandingan Hasil Simulas i dengan Pengukuran

Tabel 4.7 Tabel perbandingan parameter simulasi dan pengukuran

Parameter	•	Spesifikasi	Simulasi	Pengukuran		
Frekuensi	i	3 Ghz				
Bandwidht		60 MHz	85 MHz	166 MHz		
VSWR		≤ 1,5	1,0005627	1,035		
Polaradias i		Unidireks ional	Unidireks ional	Unidireks ional		
Polarisasi		Linier	Linier	Elips		
Impedans	Ì	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 antena Radar.

4 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapt diambil dari penelitian ini yaitu didapatkan hasil pengukuran parameter-parameter antena 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 m Ω 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 antena 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 Realiasasi Susunan 8 Patch Antena Mikrostrip Rektangular pada Frekuensi 2,9-3,1 GHz untuk RADAR Pengawas Pantai, Proyek Akhir, Institut Teknologi Telkom, Bandung.
- 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 Telekomunikas i LIPI dan ITTelkom.
- [6] Satthams akul, S; Anantras irichai, N; Benjangkapras ert, C; Wakabayas hi, 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. Jumal Elektronika dan Telekomunikas i LIPI
- [8] http://www.geozondas.com/images/Scheme_Far%20Field.jpg
- [9] FURUNO ELECTRIC CO.,LTD. Available at: http://www.furunous.a.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.