

Perancangan Antena Mikrostrip Patch Circular menggunakan metode Array 1x8 untuk Aplikasi Radar Maritim Frekuensi 3,2 GHz

Jonifan¹⁾, Wahyu Supriyatin²⁾, Yenniwati Rafsyam³⁾, Teguh Firmansyah⁴⁾,
Herudin⁵⁾, Akoh Herudin⁶⁾

^{1,2)}Universitas Gunadarma Jakarta

email: ¹⁾jonifan@staff.gunadarma.ac.id, ²⁾ayu_ws@staff.gunadarma.ac.id

³⁾Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Jakarta (PNJ)

email: ³⁾yennirafsyam@gmail.com

^{4,5,6)}Jurusan Teknik Elektro. Fakultas Teknik. Universitas Sultan Ageng Tirtayasa (UNTIRTA)

email: ⁴⁾teguhfirmansyah@untirta.ac.id

Abstrak – Radar merupakan sebuah perangkat yang menggunakan gelombang elektromagnetik yang berguna untuk mendeteksi, mengukur jarak, kecepatan dan memetakan objek bergerak maupun diam. Radar maritim adalah stasiun radar bergerak yang dipakai diatas kapal laut sehingga dapat mencakup daerah yang luas di wilayah perairan Indonesia. Radar maritim digunakan untuk mengawasi perairan laut Indonesia. Salah satu subsistem radar maritim adalah antena, Antena berfungsi memancarkan gelombang elektromagnetik ke udara bebas. Untuk menghasilkan *coverage area* yang luas diperlukan antena dengan *gain* yang tinggi. Berdasarkan kondisi tersebut maka pada penelitian ini akan diusulkan penggunaan metode *patch circular* dengan metode *array 1x8*. Metode *patch circular* berguna untuk menghasilkan antena yang bekerja pada frekuensi 3,2 GHz. Metode *array 1x8* berguna untuk meningkatkan *gain* antena tanpa merubah fasa dari sinyal. Hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin banyak elemen banyak, *gain* semakin tinggi dan memenuhi kriteria yang diharapkan.

Kata kunci : Antena, Array 1x8, Bandwidth, Gain, Radar

Abstract – Radar is a device that uses electromagnetic waves that are useful to detect, measure distance, speed and map moving and stationary objects. Radar maritime mobile radar station is used aboard a ship so that it can cover a wide area in the territorial waters of Indonesia. Maritime radar is used to monitor the marine waters of Indonesia. One subsystem is a maritime radar antenna, antenna function emit electromagnetic waves into the air. To produce a wide coverage area that needed an antenna with a high gain. Under these conditions, this research will be proposed the use of a circular patch method with 1x8 array method. Circular patch method is useful for producing an antenna which works at a frequency of 3.2 GHz. 1x8 array method is useful for increasing the antenna gain without changing the phase of the signal. The test results showed that the more elements a lot, gain higher and meet the expected criteria.

Keywords : Antenna, Array 1x8, Bandwidth, Gain, Radar

I. PENDAHULUAN

Saat ini, kapal-kapal pengawas dan pemantau daerah kelautan yang ada di Indonesia sudah dilengkapi dengan radar, akan tetapi lingkup jangkauan dari radar yang dipancarkan oleh kapal milik Indonesia masih kecil dan sedikit. Radar pendukung kapal pengawas dan pemantau daerah kelautan Indonesia juga masih sedikit tergantung dari aplikasi yang digunakan, frekuensi, *bandwidth*, *gain*, *return loss* serta metode perancangannya baik dari *rectangular*, *circular* dan arraynya. Selain masalah radar yang kurang pada kapal di Indonesia masalah lain juga muncul antara lain kurangnya sumber daya manusia pengawas laut sehingga laut Indonesia yang luas tidak terjaga, masalah pencurian ikan yang makin marak oleh kapal-kapal luar negeri, pembajakan serta penyelundupan hasil tangkapan ikan ataupun yang lainnya dan adanya tabrakan yang terjadi antar kapal yang ingin bersandar karena kurangnya radar untuk mendeteksi keberadaan kapal lain yang ada disekitar. Sehingga perlu dibuatkan

prototipe berupa radar maritim yang dilihat dari segi frekuensi serta *bandwidth* serta antena dan *gain* yang dimiliki. Menurut Kemkominfo [1] Radar merupakan sebuah perangkat yang menggunakan gelombang elektromagnetik yang berguna untuk mendeteksi, mengukur jarak, kecepatan dan memetakan objek bergerak maupun diam. Sementara Radar Maritim adalah stasiun radar bergerak yang dipakai diatas kapal laut sehingga dapat mencakup daerah yang luas di wilayah perairan Indonesia. Radar laut terbagi dua yaitu Radar Maritim dan Radar Surveillance.

1. Radar Maritim adalah stasiun radar bergerak yang dipakai di atas kapal laut.
2. Radar Surveillance adalah stasiun radar tetap yang berfungsi untuk pengawasan pantai, selat, sungai, dan eksplorasi lepas pantai atau darat.

Salah satu subsistem dari Radar Maritim adalah antena. Antena berfungsi untuk memancarkan gelombang elektromagnetik ke udara bebas [2]. Untuk mendapatkan

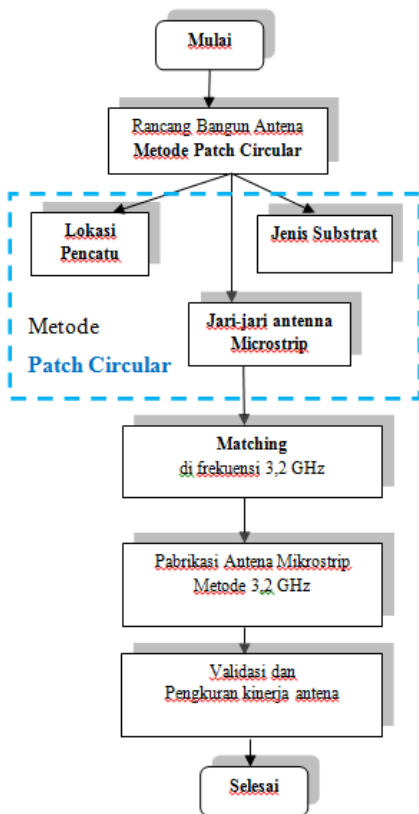
coverage area yang luas maka diperlukan antenna dengan gain yang tinggi. Pemasangan Radar Maritim dengan gain yang tinggi sangat diperlukan, agar dapat mencakup daerah yang luas di wilayah perairan Indonesia [3].

Penelitian sebelumnya [4] membuat sebuah prototipe radar *surveillance long-range* yang bekerja pada frekuensi S-band untuk kebutuhan maritim. Prototipe radar ini bekerja dengan daya pancar sekitar 5 W. Penelitian lainnya [5] merancang antenna yang dapat digunakan untuk mendukung kerja radar pengawas pantai. Antena ini dirancang dengan menggunakan antenna mikrostrip dimana karakteristik antenna ini harus mempunyai *bandwidth* lebar.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Permasalahan yang muncul seperti kurangnya pengawasan laut oleh tentara-tentara maritim laut Indonesia, maraknya pencurian ikan oleh kapal-kapal laut negara asing dengan berbendera Indonesia, pembajakan serta penyelundupan hasil laut Indonesia oleh kapal asing serta tabrakan antara kapal laut yang ingin bersandar. Karena permasalahan tersebut maka dibuatlah Radar Maritim dengan *High Gain Antena* dimana dengan ketentuan subsistem antenna, *high* antenna, frekuensi kerja dan *bandwidth*, antenna array serta jenis antenna patch yang lebih berkembang dari pada yang terdahulu pernah diciptakan. Karena beberapa permasalahan yang muncul serta solusi yang didapat maka dibuatlah Radar Maritim dengan metode patch *circular* dengan metode *array*.

Gambar 1 adalah metode *circular* yang digunakan didalam penelitian ini. Metode *circular* bekerja pada frekuensi 3,2 GHz.



Gambar 1. Metode *Circular*

III. PERANCANGAN ANTENA

Penelitian ini akan merancang antenna mikrostrip *Array* 8 elemen menggunakan simulator CST Microwave Studio 2011. Jenis antenna mikrostrip yang dirancang adalah antenna mikrostrip dengan bentuk *patch* lingkaran dan teknik pencatuan menggunakan saluran mikrostrip (*mikrostrip line feed*).

Proses perancangan antenna mikrostrip pada penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan. Secara umum tahap pertama yaitu membuat perancangan antenna mikrostrip elemen tunggal, tahap selanjutnya adalah membuat perancangan antenna *array* dua elemen, dan selanjutnya membuat perancangan antenna *array* empat elemen, dan tahap akhir membuat perancangan antenna mikrostrip *array* 1x8. Hasil dari rancangan akhir akan difabrikasi dan dilakukan pengukuran, sehingga hasil dari simulasi dan fabrikasi dapat dibandingkan.

A. Penentuan Spesifikasi Antena

Tahapan pertama dalam melakukan perancangan antenna mikrostrip adalah menentukan spesifikasi antenna yang ingin dicapai. Spesifikasi antenna yang dimaksud yaitu frekuensi kerja, VSWR, *gain*, *bandwidth* dan impedansi masukan. Spesifikasi antenna yang akan dicapai dalam penelitian ini adalah :

1. Frekuensi kerja : 3,2 GHz (2,19 – 3,23 GHz)
2. VSWR : ≤ 2
3. *Gain* : ≥ 8 dBi
4. *Bandwidth* : 60 MHz
5. Impedansi masukan : 50 Ω

B. Penentuan Substrat

Tahap selanjutnya yaitu menentukan jenis substrat yang akan digunakan [6][7][8]. Dalam pemilihan jenis substrat sangat diperlukan pengetahuan tentang spesifikasi umum dari substrat tersebut, kualitasnya, ketersediaannya serta yang tidak kalah penting adalah harga atau biaya yang harus dikeluarkan untuk mendapatkannya, karena akan mempengaruhi nilai jual ketika akan difabrikasi secara massal untuk dipasarkan. Jenis substrat yang digunakan pada perancangan antenna dalam penelitian ini adalah Epoxy FR4 dengan parameter seperti ditunjukkan pada table 1.

Tabel 1. Tabel Parameter Substrat yang Digunakan

No	Parameter Sustrat Epoxy FR4	Keterangan
1.	Konstanta Dielektrik Relatif (ϵ_r)	4,4
2.	Dielektrik Loss Tangent (tan Q)	0,02
3.	Ketebalan substrat (h)	0,16 cm

C. Perancangan Dimensi Patch

Langkah selanjutnya adalah melakukan perancangan dimensi *patch* antenna mikrostrip. Bentuk *patch* dari antenna mikrostrip yang akan dirancang yaitu dengan bentuk *patch* lingkaran, sehingga yang perlu dicari adalah panjang jari-jari lingkaran (*a*). Untuk mendapatkan panjang jari-jari lingkaran digunakan persamaan berikut :

$$a = \frac{F}{\left(1 + \frac{2h}{\pi \epsilon_r F} \left[\ln \left(\frac{\pi F}{2h} \right) + 1,7726 \right] \right)^{\frac{1}{2}}}$$

Dengan F :

$$F = \frac{8,791 \times 10^9}{f_r \sqrt{\epsilon_r}}$$

$$= \frac{8,791 \times 10^9}{3,2 \times 10^9 \sqrt{4,4}}$$

$$= 1,31$$

h dalam cm dan *f_r* dalam Hz.

Sehingga didapat nilai *a* adalah:

$$a = \frac{1,31}{\left(1 + \frac{2 \times 0,16}{\pi \cdot 4,4 \cdot 1,31} \left[\ln \left(\frac{\pi \cdot 1,31}{2 \times 0,16} \right) + 1,7726 \right] \right)^{\frac{1}{2}}}$$

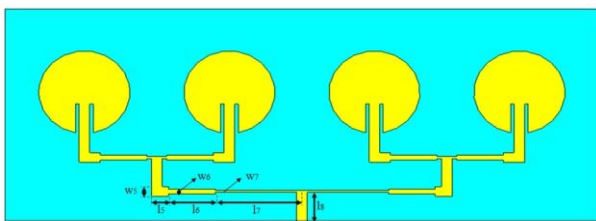
$$a = 1,26 \text{ cm}$$

Dari perhitungan di atas, didapatkan nilai jari-jari (*a*) *patch* lingkaran sepanjang 12,6 mm.

D. Perancangan Dimensi Pencatu

Saluran pencatu yang digunakan pada perancangan antenna mikrostrip adalah saluran pencatu 50 Ω, 70,71 Ω, dan 100 Ω pemilihan saluran pencatu ini mengacu pada bentuk antenna *array*.

E. Perancangan Antena Mikrostrip Antena Mikrostrip *Array* Empat Elemen

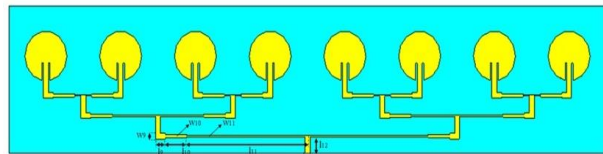


Gambar 2. Hasil Rancangan Antena Mikrostrip *Array* Empat Elemen

Tabel 2. Tabel Nilai Parameter Antena Mikrostrip *Array* Empat Elemen

Dimensi	Nilai (mm)
l5	6
l6	13,2
l7	d + w1/2 – (l5 + l6)
l4 = l8	8,8
w5 = w8	3
w6	1,6
w7	0,6

Antena Mikrostrip *Array* Delapan Elemen



Gambar 3. Hasil Rancangan Antena Mikrostrip *Array* Delapan Elemen

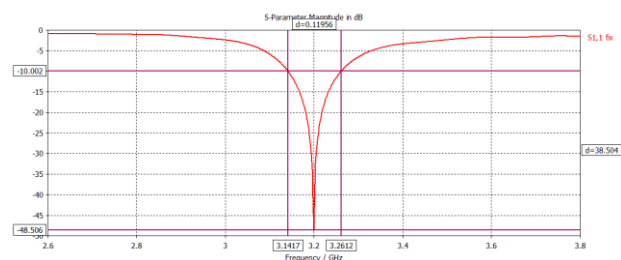
Tabel 3. Tabel Nilai Parameter Antena Mikrostrip *Array* Delapan Elemen

Dimensi	Nilai (mm)
lg	9,1
l9	6
l10	13,2
l11	2d + w1/2 – (l9 + l10)
l4 = l12	10,9
w5 = w8	3
w6	1,6
w7	0,6

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

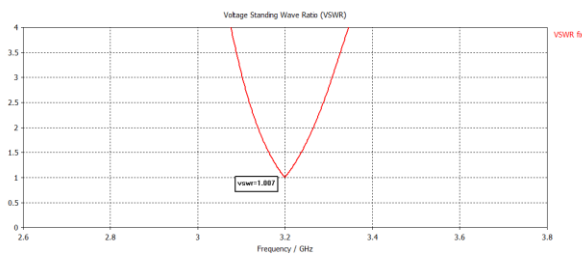
A. Hasil Simulasi Antena Mikrostrip *Array* Empat Elemen

Hasil simulasi yang dilakukan pada gambar 4 menjelaskan hasil simulasi *S₁₁* yang memiliki skala frekuensi 2,6 GHz sampai dengan 3,8 GHz dengan sumbu y adalah *S₁₁*. Hasil simulasi menyatakan bahwa *bandwidth* –10 dB diperoleh saat *f₁* = 3,14 GHz dan *f₂* = 3,26 GHz dengan *bandwidth* 119 MHz dan frekuensi tengah (*f_c*) = 3,2 GHz dengan nilai *s₁₁* = –48 dB.



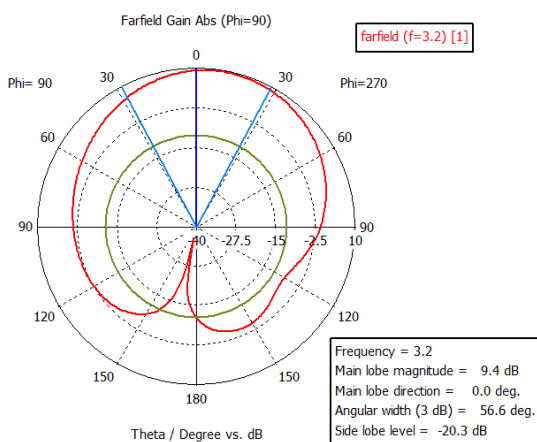
Gambar 4. Hasil Simulasi *S₁₁* Empat Elemen

Gambar 5 menjelaskan hasil simulasi VSWR yang memiliki skala frekuensi 2,6 GHz sampai 3,8 GHz dengan sumbu y adalah VSWR. Hasil simulasi menyatakan bahwa VSWR yang diperoleh adalah 1,007.



Gambar 5. Hasil Simulasi VSWR Empat Elemen

Gambar 6 menjelaskan hasil simulasi Farfield Gain dengan main lobe magnitude diperoleh sebesar 9,4 dB



Gambar 6. Hasil Simulasi Farfield Gain Empat Elemen

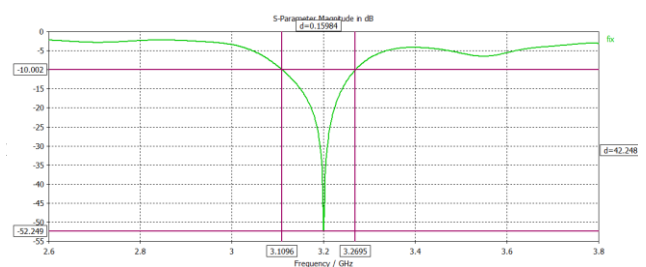
Tabel 4 adalah table simulasi karakteristik antenna array empat elemen.

Table 4. Karakteristik Antena Array Empat Elemen

Karakteristik	Nilai
Bandwidth	-10 dB
F _{atas}	3,26 GHz
F _{batas}	3,14 GHz
VSWR	1,007
Gain	9,4 dB

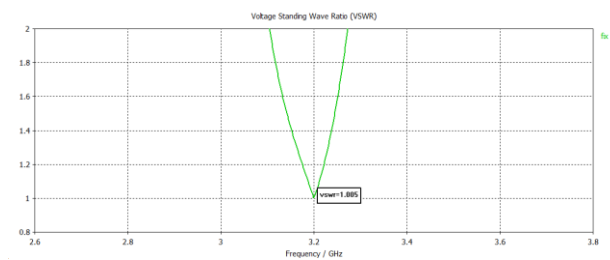
B. Hasil Simulasi Antena Mikrostrip Array Delapan Elemen

Hasil simulasi yang dilakukan pada gambar 7 menjelaskan hasil simulasi S₁₁ yang memiliki skala frekuensi 2,6 GHz sampai dengan 3,8 GHz dengan sumbu y adalah S₁₁. Hasil simulasi menyatakan bahwa bandwidth -10 dB diperoleh saat f₁ = 3,1 GHz dan f₂ = 3,3 GHz dengan bandwidth 159 MHz dan frekuensi tengah (f_c) = 3,2 GHz dengan nilai s₁₁ = -52 dB.



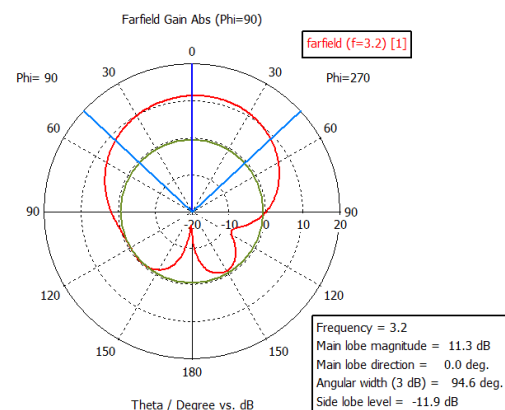
Gambar 7. Hasil Simulasi S₁₁ Delapan Elemen

Gambar 8 menjelaskan hasil simulasi VSWR yang memiliki skala frekuensi 2,6 GHz sampai 3,8 GHz dengan sumbu y adalah VSWR. Hasil simulasi menyatakan bahwa VSWR yang diperoleh adalah 1,005.



Gambar 8. Hasil Simulasi VSWR Delapan Elemen

Gambar 9 menjelaskan hasil simulasi Farfield Gain dengan main lobe magnitude diperoleh sebesar 11,3 dB



Gambar 9. Hasil Simulasi Farfield Gain Delapan Elemen

Tabel 5 adalah table simulasi karakteristik antenna array delapan elemen.

Table 5. Karakteristik Antena Array Delapan Elemen

Karakteristik	Nilai
Bandwidth	159 MHz
F _{atas}	3,3 GHz
F _{batas}	3,1 GHz
VSWR	1,005
Gain	11,3 dB

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini telah berhasil merancang empat buah antenna dan mensimulasikannya. Empat buah antenna tersebut adalah antenna elemen tunggal, antenna array dua elemen, antenna array empat elemen dan antenna array delapan elemen. Antenna elemen tunggal memiliki return loss = -45 dB, VSWR = 1,01, gain = 4 dB. Antenna array

dua elemen memiliki *return loss* = -47 dB, VSWR = 1,01, *gain* = 6,3 dB. Antena *array* empat elemen memiliki *return loss* = -48 dB, VSWR = 1,007, *gain* = 9,8 dB. Antena *array* delapan elemen memiliki *return loss* = -52 dB, VSWR = 1,005, *gain* = 11,3 dB. Secara keseluruhan hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semakin banyak elemen banyak, *gain* semakin tinggi dan memenuhi kriteria yang diharapkan. Tetapi dalam hal ini nilai *gain* masih harus ditingkatkan untuk pengaplikasian pada Radar Maritim.

Mikrostrip Rectangular Patch 1575, 42 MHz dengan Polarisasi Circular untuk Receiver GPS”, Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi (JNTETI), Vol. 4, No. 4, 2015.

- [11] Firmansyah, Teguh, Alfanz, Rocky. “Rancang Bangun Low Power Elektrik Surgery (Pisau Bedah Listrik) pada Frekuensi 10 KHz”, Jurnal Nasional Teknik Elektro, vol 5, No. 1. 2016.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kementerian Komunikasi dan Informatika. Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika Nomor 31 Tahun 2013. Tentang “Persyaratan Teknik Alat dan Perangkat Radar Maritim dan Radar Surveilance”.
- [2] Balanis, Constantine A. Antena Theory : Analysis and Design. John Wiley and Sons, Inc. Canada. 1997.
- [3] Bharata, Endon, Achmad Mun. ”Perancangan secara numerik modul pembagi daya untuk pencatuan antena susun 2-4GHz pada aplikasi sistem radar,” *Prosiding Seminar Radar Nasional 2011*, Jakarta, April 2011.
- [4] Lestari, Andaya. “Indera MS-1 : Radar S-Band Pertama Karya Anak Bangsa” *Prosiding InSINas 2012*. HK-80-84. 2012.
- [5] Sugiarto, Yoga. “Design and Realization Array of Eight Rectangular Element mikrostrip Antena at Frequency 3GHz for Coastal Surveillance Radar Application”. *Journal Institut Teknologi Telkom*. 2012.
- [6] Wibisono, Gunawan; Firmansyah, Teguh . (2011).” Design of dielectric resonators oscillator for mobile WiMAX at 2, 3 GHz with additional coupling $\lambda/4$ ” *TENCON 2011-2011 IEEE Region 10 TENCON Conference*. pp. 489-493.
- [7] Firmansyah, Teguh; Harsojo, Dwi; Fatonah, Feti; Aziz, Abdul ”Rancangan Dual Band Cascode Band Pass Filter Frekuensi 119, 7 MHz dan 123, 2 MHz untuk Perangkat Tower Set Bandara Budiarto”. *Jurnal Ilmiah Setrum* vol. 4 No.1.2015.
- [8] Wibisono, G., Firmansyah, T., Syafraditya, T. “Design of triple-band bandpass filter using cascade tri-section stepped impedance resonators” *Journal of ICT Research and Applications*, 10 (1), pp. 43-56. 2016.
- [9] Wibisono, G., Firmansyah, T., Priambodo, P.S., Tamsir, A.S., Kurniawan, T.A., Fathoni, A.B. “Multiband bandpass filter (BPF) based on folded dual crossed open stubs”. *International Journal of Technology*, 5 (1), pp. 32-39. 2014.
- [10] Firmansyah, Teguh; Purnomo, Sabdo; Fatonah, Feti; Nugroho, Tri Hendarto Fajar; “ Antena