

Perancangan Dan Realisasi Antena *Log Periodic X-Band* Untuk Radar Pengawas Pantai

(*Design And Realization Of X-Band Log Periodic Antenna For Coastal Surveillance Radar*)

1st Andre Ulil Abshor Ichsanuddin
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
andreulil@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Heroe Wijanto
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
heroew@telkomuniversity.ac.id

3rd Dharu Arseno
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
dharuarseno@telkomuniversity.ac.id

Abstrak—Indonesia adalah negara maritim yang dimana sebagian besar kepulauannya dikelilingi oleh lautan. Oleh karena itu diperlukan suatu teknologi untuk mengamankan lautan dan pantai kepulauan Indonesia dari ilegal. Suatu komponen yang dibutuhkan untuk radar pengawas pantai ini yaitu antena yang memiliki bandwidth yang relatif lebar, maka dibutuhkan sebuah antena untuk menunjang teknologi radar ini yaitu antena *log periodic*. Tugas Akhir ini telah merancang antena *log periodic* pada rentang frekuensi 9,15-9,65 GHz untuk digunakan pada sistem radar pengawas pantai. Antena pada penelitian ini dirancang dengan disain yang sederhana.. Antena memiliki 16 elemen dengan. Tugas Akhir ini menggunakan *software* difabrikasi dengan menggunakan bahan substrat FR-4 Epoxy yang memiliki konstanta 4,3 dan ketebalan 1,6 mm. Hasil simulasi antena pada frekuensi 9,4 GHz dengan nilai *return loss*nya -21,18 dB dengan lebar bandwidth yaitu 500 MHz dengan dengan bentuk pola radiasi *bidirectional*. Kemudian hasil realisasi dan pengukuran antena pada frekuensi 9,4 GHz nilai *return loss* sudah dibawah -10dB yaitu -17,4 dB dengan bandwidthnya 640 MHz dengan bentuk polarisasi *bidirectional*.

Kata Kunci— *log periodic, return loss, bidirectional*

Abstract—Indonesia is a maritime country where most of the islands are surrounded by oceans. Therefore, a technology is needed to secure the seas and coasts of the Indonesian archipelago from being illegal. A component needed for this coastal surveillance radar is an antenna that has a relatively wide bandwidth, so an antenna is needed to support this radar technology, namely a *log periodic antenna*. This final project has designed a *periodic log antenna* in the frequency range 9.15-9.65 GHz to be used in a coastal surveillance radar system. The antenna in this study was designed with a simple design. The antenna has 16 elements with. This final project uses *software* fabricated using FR-4 Epoxy

substrate material which has a constant of 4.3 and a thickness of 1.6 mm. The simulation results of the antenna at a frequency of 9.4 GHz with a return loss value of -21.18 dB with a wide bandwidth of 500 MHz with a bidirectional radiation pattern. Then the results of the realization and measurement of the antenna at a frequency of 9.4 GHz, the return loss value is already below -10dB, namely -17.4 dB with a bandwidth of 640 MHz in the form of bidirectional polarization.

Keyword— *Log Periodic, return loss, bidirectional*

I. PENDAHULUAN

Negara Indonesia yang terdiri dari 17.000 pulau yang dimana terdiri dari lautan yang sangat memerlukan pengamanan dan pengawasan wilayah dengan jumlah aparat dan peralatan yang banyak. Salah satu cara untuk mengawasi pergerakan kapal laut sehingga dapat dicegahnya terjadinya Tindakan yang merugikan NKRI dengan menggunakan radar pengawas pantai (*coastal surveillance radar* (csr). Dalam rangka memenuhi kebutuhan akan Radar untuk Indonesia, maka terjalinlah kolaborasi antara PPET-LIPI, UI, IRCTR-TU Delft dan institusi lainnya dalam pembuatan radar pertama buatan Indonesia yang dinamakan dengan INDRA (Indonesian Radar) dan ISRA (Indonesian Sea Radar)[1].

Radar atau *radio detecting and ranging* merupakan sistem penginderaan jarak jauh yang dapat mendeteksi adanya objek dan menentukan jarak dari objek tersebut menggunakan gelombang elektromagnetik[2]. Pada sistem radar, antena merupakan komponen sangat krusial karena dapat menentukan kerja dari keseluruhan sistem radar terutama untuk pemrosesan sinyal yang diterima, sehingga pekerjaan sinyal prosesi tidak berat.

Pada Tugas Akhir ini yang berjudul ” Perancangan dan Realisasi Antena log periodic Untuk Aplikasi Radar Pengawas Pantai Pada Frekuensi X-Band ” dibahas mengenai pembuatan antena dengan frekuensi X-band yaitu 9,4GHz Dengan mengikuti standarisasi kebutuhan spesifikasi antena radar yang dibutuhkan. Pada tugas akhir ini akan membandingkan hasil pengukuran dengan hasil simulasi yang telah digunakan sebelumnya dengan menggunakan perangkat lunak software.

II. KAJIAN TEORI

A. Radar

Radar atau (*Radio Detection and Ranging*) adalah suatu sistem gelombang elektromagnetik yang berguna untuk mendeteksi, mengukur jarak, ketinggian dan menentukan suatu objek[5]. Radar memiliki peran penting sebagai navigasi dan sebuah *device* keselamatan pada alat transportasi, baik darat, udara maupun laut. Radar memiliki prinsip kerja secara umum yaitu sebagai berikut, suatu pemancar memancarkan gelombang elektromagnetik kearah tertentu, kemudian gelombang tersebut dipantulkan ke objek,

B. Radar Pengawas Pantai

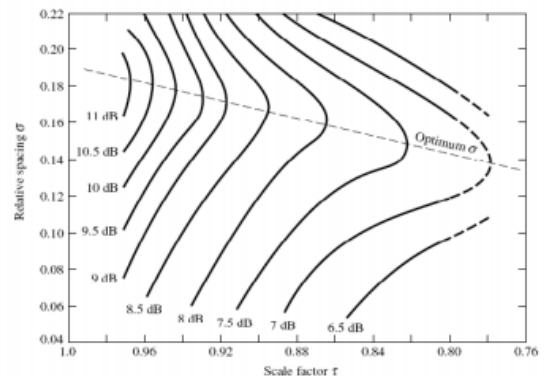
Radar pengawas pantai atau *Coastal Surveillance Radar* adalah sebuah radar maritime buatan dalam negeri yang untuk diaplikasikan didalam kapal dari pantai. Radar ini memiliki keunggulan seperti sederhana, murah, tingkat kehandalan yang tinggi dan lebih sederhana dari radar yang lain[6]. Radar pengawas pantai berfungsi sebagai pengawas daerah perairan yang bersinggungan secara langsung dengan pesisir pantai (*Coastal Surveillance Radar*), pengawas lalu lintas laut yang terletak dipelabuhan dan juga dapat digunakan untuk aplikasi navigasi untuk kapal laut. Keberhasilan pembuatan suatu radar untuk aplikasi tertentu akan membuka pintu untuk aplikasi-aplikasi lain seperti untuk pemantauan wilayah udara dengan melakukan modifikasi pada radar pengawas pantai yang telah dibuat.

C. Antena Log Periodic

Antena *log periodic* adalah antena yang memiliki kesamaan dengan antena Yagi Uda yaitu tersusun atas beberapa elemen. Tetapi antena log periodic memiliki Panjang tebal dan disipasi tiap elemen tertentu, tergantung pada geometric ratio antena tersebut. Beberapa kelebihan dari LPA lainnya yaitu memiliki impedansi yang konstan, dan tidak tergantung juga pada frekuensi, oleh karena itu banyak digunakan pada aplikasi militer

1. Scale factor (τ) dan relative spacing (σ)

Parameter *scale factor* dan *relative spacing* tersebut berhubungan dengan nilai direktivitas antena.



GAMBAR 1
COMPUTED CONTOURS DARI CONSTANT DIRECTIVITY DENGAN Σ DAN τ [7]

Pemilihan τ dan σ didasarkan pada pertimbangan akan dimensi antena dan gain yang akan digunakan. Dengan nilai tersebut, dimensi antena akan menjadi lebih kurang namun dengan gain yang wajar yaitu berkisar 6.5 dB. Simbol τ merupakan konstanta desain antena *log periodic* yang dapat ditentukan pada Gambar 2.4.

2. Sudut antena (α)

Apex angle antena merupakan sudut dari elemen antena susunan *log periodic* yang dirumuskan dengan persamaan (2.1)[7].

$$\alpha = \tan^{-1} \left[\frac{1 - \tau}{4\sigma} \right] \quad (2.1)$$

3. Bandwidth (B)

Rumus semi empiris yang dibuat oleh R.L Carrel dapat digunakan untuk menghitung daerah aktif (*Bar*) dari antena *log periodic*[7]

$$B_{ar} = 1,1 + 7,7 (1 - \tau)^2 \cot \alpha \quad (2.2)$$

$\cot \alpha$ merupakan sudut antara *feedline* dengan ujung Panjang elemen antena *bandwidth* desain (B_s) merupakan *bandwidth* dari antena *log periodic* yang dapat diatur sesuai *bandwidth* yang diinginkan :

Dimana,

$$B_s = B \cdot B_{ar} = B \cdot (1,1 + 7,7 (1 - \tau)^2 \cot \alpha) \quad (2.3)$$

4. Jumlah elemen (N)

Jumlah elemen mendefinisikan banyaknya elemen yang digunakan pada antena mikrostrip *log periodic*. Jumlah elemen ini bergantung pada besarnya *bandwidth* yang digunakan. Sehingga dapat digunakan persamaan sebagai berikut.

$$N = 1 + \frac{\ln(B_s)}{\ln\left(\frac{1}{\tau}\right)}$$

5. Panjang tiap elemen (l)
 Panjang elemen terbesar dari antenna cetak *log periodic* dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$I_{max} = 0,5 \times \frac{v}{f_{min}} = 0,5 \times \frac{c}{\sqrt{\epsilon_r} \cdot f_{min}}$$

6. Lebar elemen (w) dan jarak *center to center* (s)

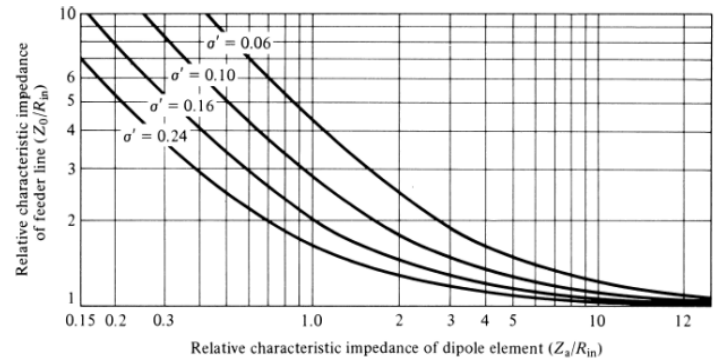
Untuk mendapatkan jarak *center to center* dari elemen antenna *log periodic* diperlukan nilai impedansi rata-rata dari

elemen antenna tersebut yang dapat dirumuskan sebagai berikut[7] :

$$Z_a = 120 \left[\ln \left(\frac{l_n}{d_n} \right) - 2,30 \right] \tag{2.6}$$

Dengan l_{max}/d_{max} merupakan perbandingan Panjang dan lebar elemen ke-n dalam antenatersebut. Pada antenna *log periodic* yang ideal perbandingan keduanya memiliki besar yang sama pada setiap elemennya. Nilai lebar elemen (d) merupakan nilai yang menghasilkan nilai Z_a terendah.

Salah satu parameter yang mempengaruhi *matching impedance* yaitu impedansi karakteristik relative dari *feeder line* sebagai fungsi dari impedansi karakteristik relative rata-rata dari tiap elemen.



GAMBAR 2
 KONTUR DIREKTIVITAS KONSTAN PERBANDINGAN Σ
 DAN UNTUK LDPA[7]

7. Hubungan *scale factor*

Scale factor berhubungan dengan perhitungan Panjang dan lebar elemen serta jarak *center to center* tiap elemen terlihat pada persamaan :

$$\tau = \frac{l_{n+1}}{l_n} = \frac{d_{n+1}}{d_n} = \frac{s_{n+1}}{s_n}$$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Desain Antena

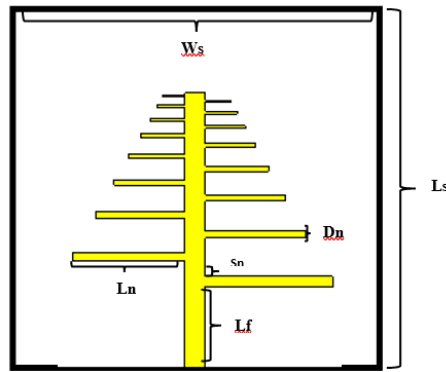
Perancangan antenna menggunakan *software simulator* berdasarkan perhitungan awal. Proses simulasi ini dilakukan untuk mendapatkan parameter dan bentuk antenna yang sesuai dengan spesifikasi yang sudah ditentukan. Dalam proses ini perancangan antenna diperlukan spesifikasi antenna agar mendapatkan hasil yang diinginkan. Adapun spesifikasi awal untuk pembuatan anetena *log periodic* yang terdapat pada **Tabel 1** berikut.

TABEL 1
 SPESIFIKASI ANTENA

Parameter	Nilai
Frekuensi	9,4GHz
Bandwidth	≥ 500 MHz
Gain	≥ 4 dB
Return Loss	< -10 dB
Pola radiasi	Bidirectional

Pada penelitian ini, dimana Antena yang dirancang merupakan antenna *log periodic* dengan desain zig zag *log periodic* hingga menjadi beberapa elemen. Dalam perancangan ini bahan yang digunakan untuk mendesain antenna yaitu substrat

FR-4 dengan parameter konstanta dielektrik (ϵ_r) 4,3, dengan ketebalan substrat (h) 1,6 mm menyesuaikan dengan ketersediaan bahan yang ada untuk direalisasikan. Desain antenna menggunakan software seperti yang terlihat pada Gambar 3.



GAMBAR 3
DESAIN ANTENA LOG PERIODIC

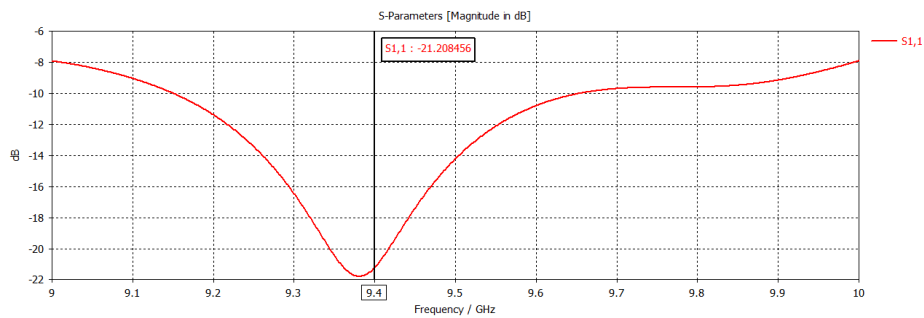
Dalam perancangan antenna, maka diperlukan perhitungan secara matematis untuk menentukan dimensi awal antenna. Hasil parameter yang akan didapatkan dari perhitungan yaitu seperti yang telah dirangkum pada Tabel 2.

Smax	2.24	Jarak antar elemen max
h	1.6	Tebal substrat
hc	0.035	Tebal patch

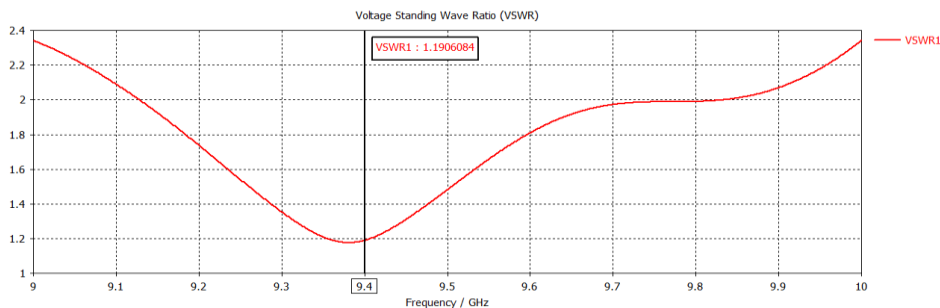
Parameter	Nilai (mm)	Keterangan
Ls	50	Panjang Substrat
Ws	50	Lebar Substrat
Lf	11.9	Panjang Feedline
Wf	3.05	Lebar Feedline
Lmax	18.9	Panjang Elemen Max
Dmax	1.5	Lebar Elemen Max

B. Simulasi Antena

Hasil simulasi antenna log periodic terlihat pada Gambar 4 dan Gambar 5, didapatkan nilai return loss pada frekuensi tengah 9,4 GHz sudah di bawah -10 dB, yaitu -21,5 dB seperti pada Gambar 4 dengan bandwidth yang diperoleh dari rentang frekuensi 9,15 GHz sampai 9,65 GHz yaitu 0,5 GHz. Nilai VSWR yang dihasilkan yaitu 1,19 seperti pada Gambar 5. Pada hasil simulasi ini nilai return loss, bandwidth dan VSWR sudah sesuai spesifikasi yang diinginkan.



GAMBAR 4
NILAI RETURN LOSS SIMULASI



GAMBAR 5
NILAI VSWR SIMULASI ANTENA

C. Realisasi Antena

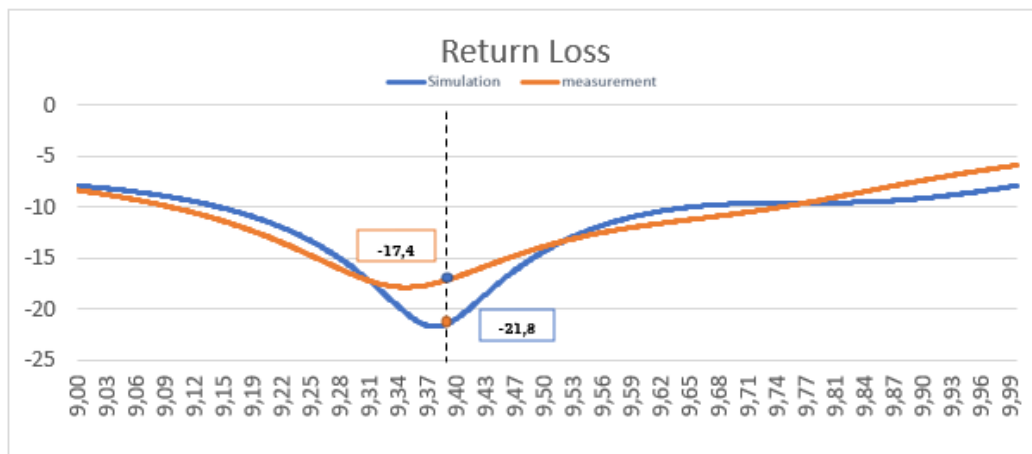
Setelah simulasi antena menggunakan *software* telah memenuhi spesifikasi yang diharapkan kemudian proses selanjutnya yaitu melakukan percetakan. Antena di cetak ke papan PCB oleh jasa percetakan PCB dan diberi konektor untuk catuan daya ke antena. Hasil realisasi antena terlihat pada **Gambar 6** dimana antena sudah dipasangkan dengan konektor.



GAMBAR 6
HASIL FABRIKSI ANTENA LOG PERIODIC

D. Hasil Pengukuran Antena

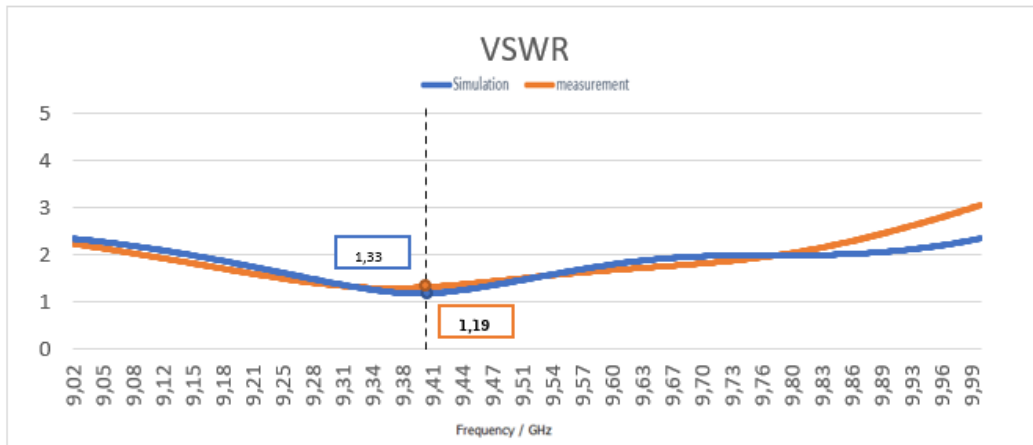
Beberapa hasil pengukuran pada antena yang dapat dianalisis yaitu return loss, bandwidth, VSWR, pola radiasi dan polarisasi. Hasil pengukuran dengan menggunakan Vector Network Analyzer (VNA) dapat dilihat pada Gambar 7 sampai Gambar 9, nilai return loss pada frekuensi tengah 9.4GHz yaitu sebesar -17.4 dB dengan nilai bandwidth yang dihasilkan yaitu 640 MHz dengan rentang frekuensi 9.11 GHz – 9.75GHz.



GAMBAR 7
NILAI RETURN LOSS

Nilai return loss mengalami kenaikan dari hasil simulasi. Tetapi, nilai ini sudah memenuhi spesifikasi minimal kurang dari -10 dB. Hasil bandwidth dari pengukuran mengalami pelebaran dari hasil simulasi yaitu dari 500 MHz menjadi 640

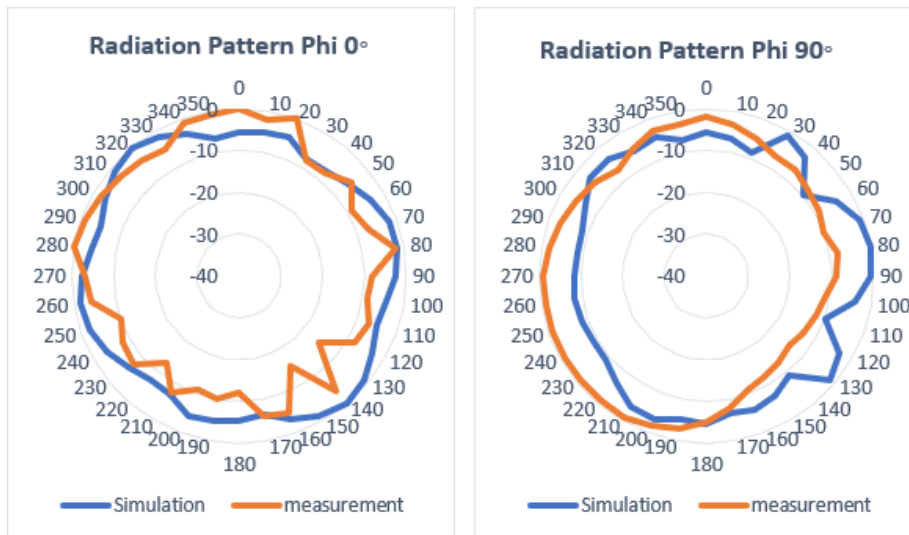
MHz. Perbedaan nilai *return loss* dan nilai bandwidth disebabkan oleh jenis bahan yang digunakan pada proses fabrikasi dan Ketika melakukan pengukuran.



GAMBAR 8
NILAI VSWR

Hasil pengukuran VSWR diperoleh 1,37 sedangkan untuk simulasi yaitu 1,19. Nilai yang diperoleh dari hasil pengukuran lebih besar dari hasil

simulasi. Nilai dari hasil simulasi lebih baik dari hasil pengukuran, perbedaan tersebut disebabkan oleh beberapa faktor seperti alat yang digunakan.



GAMBAR 9
HASIL POLA RADIASI

Dari hasil simulasi dan pengukuran pada Gambar 9 di atas antenna memiliki bentuk pola radiasi bidirectional. Dengan nilai pola radiasi terbaik diperoleh saat anten di putar dengan posisi 0 derajat dan Ketika 180 derajat. Sehingga, posisi antenna dapat melakukan transfer daya maksimum di sudut tersebut dalam arah azimutnya. Perbedaan bentuk pada grafik terjadi karena adanya perbedaan antara nilai yang dihasilkan berbeda antara hasil simulasi dan hasil pengukuran pada arah azimutnya maupun elevasi. Tetapi grafik yang dihasilkan dari keduanya tidak terlalu jauh berbeda sehingga masih bisa di toleransi.

IV. KESIMPULAN

Pada Tugas Akhir ini sudah dilakukan simulasi dan realisasi perancangan antenna log periodic untuk radar pengawas pantai.

- A. Perubahan nilai dimensi antenna dapat mengubah hasil simulasinya. Dengan memperbesar patch antenna dapat menurunkan nilai return loss, serta menghasilkan nilai bandwidth yang cenderung semakin lebar.
- B. Hasil return loss dari simulasi antenna yaitu - 21,18 db dengan bandwidthnya yaitu 500 MHz dengan rentang yaitu 9,15 MHz sampai 9,65 MHz, sedangkan untuk hasil pengukurannya nilai return loss memenuhi spesifikasi dibawah mengalami kenaikan yaitu menjadi -17,4 dB hal ini disebabkan

karena bandwidth pada pengukuran mengalami pelebaran yaitu 640 MHz dengan rentang frekuensi 9,11 MHz sampai 9,15 GHz.

- C. Nilai VSWR dari hasil simulasi yaitu 1,19 dBi dan untuk hasil pengukuran yaitu 1,33 dBi, nilai tersebut mengalami kenaikan namun sudah memenuhi spesifikasi antena yang diinginkan.
- D. Pola radiasi yang dihasilkan untuk antena log periodik untuk simulasi dan pengukuran yaitu pola radiasi *biddirectional*. Sementara itu nilai gain yang dihasilkan untuk simulasi yaitu 4,287 dBi dan untuk pengukuran sebesar 6,4 dBi.
- E. Perbandingan dari hasil simulasi dan pengukuran antena untuk nilai yang dihasilkan pengukuran semakin bagus dari nilai simulasi.
- F. Berdasarkan hasil simulasi pada perangkat lunak dan pengukuran, antena log periodik sudah memenuhi spesifikasi antena yang diinginkan dan dapat bekerja pada frekuensi 9,4 GHz.
- REFERENSI
- [1] A. A. Lestari, P. Hakkaart, J. H. Zijdeveld, F. V.D. Zwan, M. Hajian, and L. P. Ligthart, "INDRA: The Indonesian maritime radar," *Proc. 38th Eur. Microw. Conf. EuMC 2008*, no. October, pp. 1600–1603, 2008, doi: 10.1109/EUMC.2008.4751777.
- [2] M. Wahab, D. P. Kurniadi, T. T. Estu, and D. Mahmudin, "Development of Coastal Radar Network at Sunda Strait," vol. 14, no. 2, pp. 507–514, 2016, doi: 10.12928/TELKOMNIKA.v14i1.2497.
- [3] K. Rakesh, K. P. Ray, and M. Tamang, "Design of a Polarisation Reconfigurable Antenna for Coastal Surveillance Radar Application," *2018 IEEE Indian Conf. Antennas Propagation, InCAP 2018*, pp. 1–5, 2018, doi: 10.1109/INCAP.2018.8770942.
- [4] E. Yovita *et al.*, "Perancangan Antena Waveguide 32 Slot untuk Radar Pengawas Pantai," pp. 413–417, 2018.
- [5] M. I. Skolnik, *Editor in Chief*.
- [6] M. Wahab, Y. Sulaeman, and Sulistyarningsih, "Evaluation on detection range of ISRA S-band coastal surveillance radar," *Proceeding - 2015 Int. Conf. Radar, Antenna, Microwave, Electron. Telecommun. ICRAMET 2015*, pp. 64–69, 2016, doi: 10.1109/ICRAMET.2015.7380776.
- [7] C. A. Balanis, *Antenna Theory: Analysis and Design*. 2012.
- [8] M. Secmen, S. Demir, A. Hizal, and N. Candan, "Comparison of the detection performance of an FMCW coastal surveillance radar for v and H polarizations," *2nd Microw. Radar Week Pol. - Int. Radar Symp. IRS 2006, Proc.*, no. 3, pp. 3–6, 2006, doi: 10.1109/IRS.2006.4338056.
- [9] A. D. Setiawan, D. Ramdani, A. Charisma, and A. Najmurokhman, "Rancang Bangun Antena Log Periodic Dipole Array untuk Aplikasi Energy Harvesting Sinyal Seluler," *J. Tek. Media Pengemb. Ilmu dan Apl. Tek.*, vol. 17, no. 2, p. 84, 2018, doi: 10.26874/jt.vol17no2.81.