

ANTENA LOG PERIODIK MIKROSTRIP KU-BAND UNTUK ELECTRONIC SUPPORT MEASURE

KU-BAND LOG PERIODIC MICROSTRIP ANTENNA FOR ELECTRONIC SUPPORT MEASURE

Muhammad Denny¹, Heroe Wijanto², Yuyu Wahyu³

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

¹mdenny@student.telkomuniversity.ac.id, ²heroewijanto@telkomuniversity.ac.id, ³yuyu@ppet.lipi.go.id

Abstrak

Sebuah negara harus dilengkapi dengan kekuatan militer yang memadai. Peran militer sangat penting untuk melindungi daerah teritorial negara dari serangan luar. *Electronic Support Measure* (ESM) adalah perangkat teknologi *Electronic Warfare* (EW) yang berfungsi menerima gelombang elektromagnetik yang dipancarkan oleh suatu benda kemudian diproses dan didapatkan titik koordinat dimana lokasi benda berada serta identitas dari pengirim gelombang elektromagnetik tersebut.

Perancangan ESM bekerja pada rentang frekuensi *KU-Band* (12-18 GHz). Metode yang digunakan adalah Log Periodic Dipole Array (LPDA) dengan menggunakan substrat Rodger 5880 yang memiliki tebal 2,2 mm dan konduktor sebagai bahan patch berupa *copper* (tebal = 0,035mm).

Metode *Log periodic dipole array* menggunakan sembilan elemen. Dengan melakukan optimasi, diperoleh dimensi antenna sebesar 13,9x5.02 cm. Hasil pengukuran antenna menghasilkan beberapa parameter. VSWR pada frekuensi 12 GHz adalah 1,32, pada 13 GHz sebesar 1,39, pada 14 GHz sebesar 1,43, pada 15 GHz sebesar 1,42, pada 16 GHz sebesar 1,53, pada 17 GHz 1,92, pada 18 GHz sebesar 1,77. Polarisasi yang terbentuk *ellips*. Gain 7,53 dB. Pola radiasi bidireksional.

Kata kunci : *Electronic Support Measure*, Antena Log Periodik Dipole Array, KU-Band

Abstract

A big country must be equipped with good military force. The role of the military is crucial to protecting the country's territory from outside attacks. *Electronic Support Measure* (ESM) is an *Electronic Warfare* (EW) technology device that functions to receive electromagnetic wave emitted by an object and then processed and obtained coordinate points where the object is located and the identity of the sender of the electromagnetic wave.

ESM works on the *KU-Band* frequency range (12-18 GHz). The method used is Log Periodic Dipole Array (LPDA) using Rodger 5880 substrate which has 2,2 mm thick and councor as copper patch material (thickness = 0,035 mm).

The Log Periodic Dipole Array method used nile elements. By doing the optimization, obtained antenna dimension is 13,9x5,02 cm. The antenna measurement result in several parameters. VSWR at 12 GHz is 1,32, at 13 GHz is 1,39, at 14 GHz is 1,43, at 15 GHz is 1,42, at 16 GHz is 1,53, at 17 GHz is 1,92, at 18 GHz is 1,77. The polarization formed is an *ellips*. The gain is 7,53 dB. The radiation pattern is bidirectional.

Keywords : *Electronic Support Measure*, Log Periodic Dipole Array, KU-Band

1. Pendahuluan

Negara yang besar harus dilengkapi dengan kekuatan militer yang lengkap dan selalu di perbarui mengikuti perkembangan teknologi. Peran militer sangat penting sebagai pelindung daerah teritorial negara dari serangan asing, terutama wilayah udara yang kerap kali luput dari pantauan. Untuk melindungi negara dari serangan khususnya wilayah udara, harus ada peningkatan sistem pertahanan udara untuk mengantisipasi dari serangan asing yang masuk ke wilayah negara secara ilegal.

Electronic Support Measure (ESM) adalah bagian dari perangkat teknologi EW (*Electronic Warfare*) yang menggunakan gelombang elektromagnetik sebagai sistem komunikasi. Perangkat yang bekerja pada sistem keamanan militer ini berfungsi sebagai penerima gelombang elektromagnetik yang dipancarkan oleh suatu benda, lalu gelombang tersebut diterima oleh ESM yang selanjutnya di proses dan dilakukan analisis untuk mendapatkan titik koordinat dimana lokasi benda berada serta informasi lainnya berupa identitas dari pengirim gelombang elektromagnetik tersebut [1]. Selain digunakan untuk mendeteksi kedatangan musuh yang masuk ke wilayah negara secara ilegal, ESM juga dapat digunakan untuk melacak pesawat yang mengalami kecelakaan udara dan tidak ditemukan lokasi jatuhnya pesawat. Untuk menjalankan perangkat ESM ini dibutuhkan antena sebagai penerima gelombang elektromagnetik [2].

Pada tugas akhir ini, penulis melakukan perancangan antena *log periodic microstrip dipole array (LPMDA)* pada ESM dengan frekuensi kerja KU-Band. Pemilihan spesifikasi yang digunakan menggunakan VSWR dengan nilai ≤ 2 dengan bahan antena Rodger 5880. Bahan ini cocok digunakan karena memiliki nilai permitivitas $\epsilon_r = 2,2$ dengan ketebalan substrat 1,57 mm dan ketebalan tembaga pada substrat 0,035 μm . Untuk nilai *gain* yang diharapkan sebesar 6-8 dB.

2. Deskripsi Antena

Antena log periodic dipole array bekerja pada frekuensi KU-Band (12-18 GHz). Dimensi antena yang digunakan berbentuk persegi panjang. Berikut adalah perhitungan dimensi antena:

1. Menentukan scale factor (τ) dan relative spacing (σ). Nilai $\tau = 0.893$ dan $\sigma = 0.166$ [3].
2. Menghitung nilai *apex tangensial* (α) dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\alpha = \tan^{-1} \frac{1 - \tau}{4\sigma} = \tan^{-1} \frac{1 - 0.893}{4(0.166)} = 9.146^\circ$$

3. Menghitung panjang elemen (l_{max}) menggunakan persamaan sebagai berikut:[3]

$$\begin{aligned} \lambda_{\text{max}} &= \frac{c}{f_{\text{min}}} \\ l_{\text{max}} &= \frac{\lambda_{\text{max}}}{2} \end{aligned} \quad (2.9)$$

Dari persamaan diatas didapatkan l_{max} sebesar 8.42749828 mm.

4. Nilai Bandwidth desain (BS) digunakan menghitung jumlah elemen dipole yang dipakai. Dengan frekuensi kerja sebesar 12 GHz – 18 GHz, berikut ada persamaan BS:

$$\frac{f_{\text{max}}}{f_{\text{min}}} = \frac{18}{12} = 1.5$$

Maka,

$$BS = B \cdot \text{Bar}$$

$$= B[1.1 + 7.7(1 - \tau)^2 \cot \alpha]$$

$$= 1.5[1.1 + 7.7(1 - 0.893)^2 \cot 9.146] = 2.46$$

5. Menghitung jumlah elemen (N) dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\left\lceil N = 1 + \frac{\ln(BS)}{\ln\left(\frac{1}{\tau}\right)} \right\rceil = \left\lceil 1 + \frac{\ln(2.46)}{\ln\left(\frac{1}{0.893}\right)} \right\rceil = \lceil 8.95 \rceil \approx 9 \text{ elemen}$$

6. Menentukan spasi elemen (S) menggunakan persamaan berikut:[3]

$$s = d_{\text{max}} \cosh\left(\frac{z_0}{120}\right) = 0,85 \cdot \cosh\left(\frac{2,95}{120}\right) = 5.00225 \text{ mm} \quad (3.11)$$

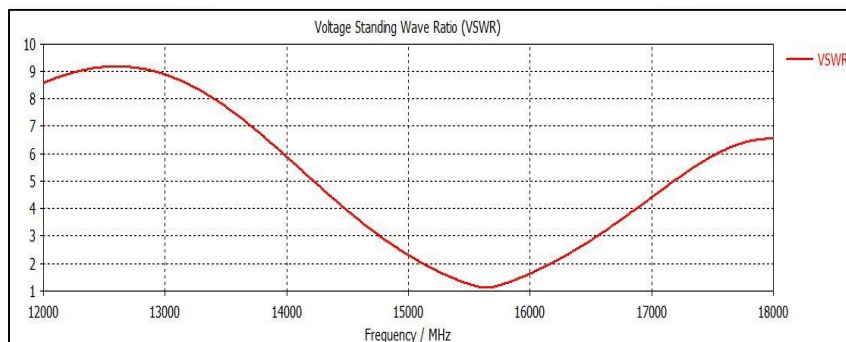
Tabel 2.1 Elemen perancangan antenna (dalam mm)

Elemen	L	d	S
9	8.4274	0.85	27.4191
8	7.5257	0.7590	26.8423
7	6.7205	0.6778	23.9710
6	6.0014	0.6053	21.4061
5	5.3592	0.5405	19.1157
4	4.7858	0.4826	17.0703
3	4.2737	0.4310	15.2479
2	3.8164	0.3849	13.6127
1	3.4080	0.3437	16.1561

3. Tahapan Optimasi Simulasi

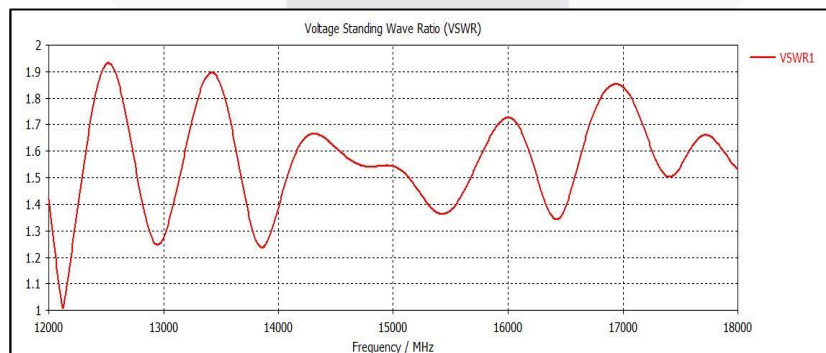
3.1 Simulasi Antena

Simulasi tugas akhir ini menggunakan *software* CST Studio Suite 2016. Pada perancangan di simulasi, antena menggunakan 9 elemen. Paramter yang diperhatikan adalah nilai $VSWR \leq 2$ dan $Return Loss \leq 10$. Dengan memasukan elemen perancangan antena pada **Tabel 3.1** maka diperoleh hasil sebagai berikut.

**Gambar 3.1** Hasil Simulasi Nilai VSWR

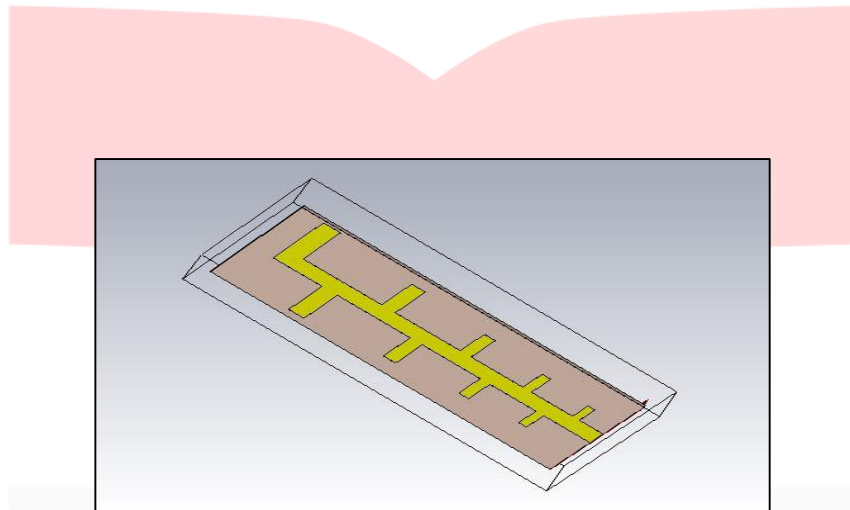
3.2 Optimasi Antena

Dari hasil simulasi diatas, nilai VSWR masih belum tercapai di ≤ 2 dan nilai *return loss* juga masih belum tercapai di ≤ 10 . Hal ini belum memenuhi spesifikasi awal. Untuk meningkatkannya perlu dilakukan optimasi ukuran feed dan ukuran elemen patch dan panjang elemen dari antena ($d_9=7$ mm ; $s_9=13.032$ mm ; $L_9= 20.427$ mm). Berikut adalah hasil dari optimasi antena yang dilakukan :

**Gambar 3.3** Nilai VSWR Setelah Optimasi

Hasil optimasi yang dilakukan dapat memenuhi spesifikasi yang diinginkan. Dari **gambar 3.6** menunjukkan nilai VSWR yang lebih baik dengan memenuhi spesifikasi yaitu ≤ 2 pada rentang frekuensi 12 GHz – 18 GHz. Untuk *return loss* juga telah memenuhi spesifikasi yaitu ≤ -10 .

Hasil akhir dari optimasi digunakan untuk masuk ke dalam tahap mencetak antenna agar hasil dari cetakan antenna dapat disesuaikan dari spesifikasi yang telah ditentukan sebelumnya. Dibawah ini adalah gambar dari bentuk antenna hasil simulasi akhir yang nantinya masuk ke tahap percetakan.



Gambar 3.5 Antena Hasil Optimasi Akhir

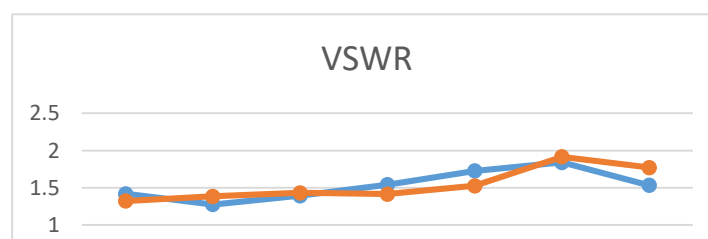
4. Pengukuran dan Analisis

Setelah dilakukan Optimasi perancangan antenna kemudian antenna masuk dalam tahap pencetakan, setelah dilakukan pencetakan dilakukan tahap pengukuran parameter antenna untuk bisa di analisis dan dibandingkan dengan hasil simulasi. Parameter antenna yang diukur yaitu nilai VSWR, impedansi, pola radiasi dan gain. Pengukuran tugas akhir ini di dampingi oleh asisten laboratorium yang dilakukan di Pusat Penelitian Elektronika dan Telekomunikasi (PPET) – Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI).



Gambar 4.1 Realisasi Antena Prototype

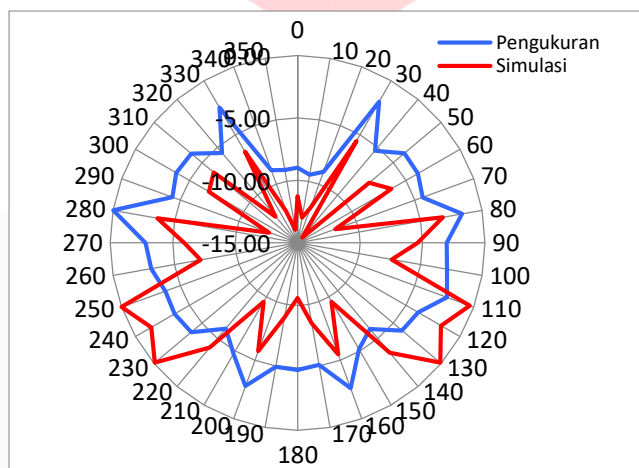
4.1 VSWR



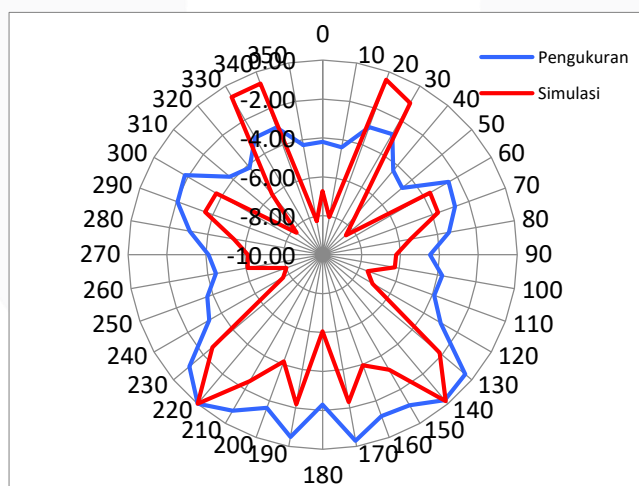
Gambar 4.2 Perbandingan VSWR simulasi dan VSWR pengukuran

Berdasarkan perbandingan VSWR simulasi dan pengukuran pada **Gambar 4.3** menunjukkan nilai VSWR berada pada ≤ 2 dalam frekuensi kerja 12 – 18 GHz. Grafik antara VSWR simulasi dengan pengukuran tidak begitu jauh berbeda. Hanya saja pada frekuensi 15-18 GHz grafik VSWR pengukuran terjadi sedikit kenaikan. Namun hal ini masih dalam batas nilai aman $VSWR \leq 2$.

4.2 Pola Radiasi



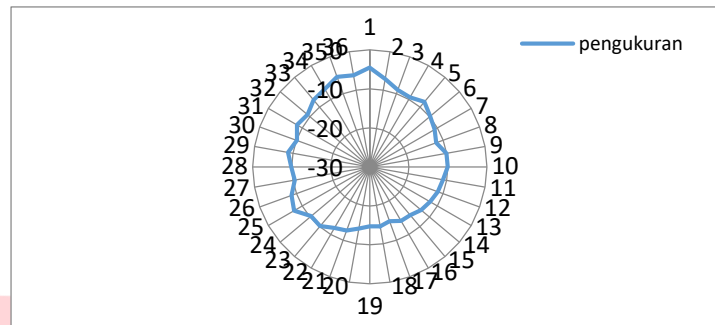
Gambar 4.3 Pola radiasi azimuth 0^0 Frekuensi 15 GHz



Gambar 4.4 Pola radiasi elevasi 90^0 Frekuensi 15 GHz

Gambar diatas merupakan pola radiasi pada frekuensi tengah 15 GHz dalam sudut azimuth dan elevasi. Dari hasil perbandingan pola radiasi pada pengukuran dan simulasi terjadi perbedaan bentuk pola. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor pada saat pengukuran berlangsung. Dari kedua hasil pola radiasi pada Gambar 4.3 dan gambar 4.4 menggambarkan jenis pola radiasi bidireksional, karena daya terbesar mengarah pada salah dua sudut. Hal ini sesuai dengan spesifikasi awal antenna yang diharapkan mempunyai pola radiasi bidireksional.

4.3 Polarisasi



Gambar 4.5 Hasil pengukuran polarisasi

Dari hasil pengukuran polarisasi diatas, analisa dilakukan pada frekuensi kerja bagian tengah, yaitu 15 GHz (**Gambar 4.13**). Dalam tabel hasil pengukuran menunjukkan level daya terima sinyal maksimum terletak pada sudut 180° dengan nilai -44.85 dBm, dan untuk level daya terima minimum terletak pada sudut 180° dengan nilai -55.49 dBm. Dari bentuk polarisasi yang terbentuk dapat di kategorikan ke dalam jenis polarisasi dengan menggunakan persamaan *axial ratio* di bawah ini:

$$\begin{aligned}
 AR &= \frac{E_{mayor}}{E_{minor}} = \frac{\sqrt{\frac{P_{watt\ mayor} \times 377}{Ae}}}{\sqrt{\frac{P_{watt\ minor} \times 377}{Ae}}} \\
 &= \frac{10^{\frac{-44.85}{10}}}{10^{\frac{-55.49}{10}}} \\
 &= 0.2937 \\
 &= 5.3209\ dB
 \end{aligned}$$

Dimana,

Axial ratio linear = ∞

Axial ratio ellips = $1 < AR < \infty$ (4.2)

Axial ratio sirkular = 1

Dari hasil pengukuran menggunakan persamaan (4.2) maka antenna memiliki jenis polarisasi *ellips*.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan penelitian dalam perancangan antenna log periodik mikrostrip pada frekuensi KU-Band untuk ESM (Electronic Support Measure) untuk tugas akhir ini, maka dapat dibuat suatu kesimpulan sebagai berikut :

1. Beberapa parameter antenna yang telah direncanakan pada awal perancangan sudah memenuhi spesifikasi. Untuk VSWR 1,42, *bandwidth* 6 GHz di frekuensi KU-Band, pola radiasi bidireksional, polarisasi *ellips*, dan gain 7.53 dB.
2. Berdasarkan penelitian terkait yang menjadi referensi tugas akhir ini, perancangan antenna *log periodic dipole array* dapat lebih efisien dibandingkan perancangan antenna pada tugas akhir sebelumnya (*Horn Conical*). Selain itu, perancangan antenna ini dapat menghemat biaya fabrikasi karena bentuk dimensi antenna yang lebih kecil.
3. Besarnya nilai L (panjang), s (spasi) dan d (diameter) pada dimensi antenna log periodic dipole array dengan pencatu *microstrip line* sangat berpengaruh pada frekuensi kerja antenna mikrostrip.

5.2 Saran

Penelitian tugas akhir ini diharapkan dapat berlanjut hingga ada yang meneruskan dengan tujuan untuk lebih menyempurnakan dari tugas akhir sebelumnya. Untuk mendapatkan hasil penelitian yang lebih baik lagi pada penelitian selanjutnya, ada beberapa hal yang bisa dijadikan saran dan bahan pertimbangan.

1. Dalam melakukan pengukuran, tentukan tempat pengukuran yang jauh dari interferensi luar. Ruangan chamber harus memadai dan tidak terdapat bagian ruangan yang mengalami kerusakan.
2. Perlu adanya peremajaan alat pengukuran di dalam laboratorium. Alat yang jangka pemakaiannya sudah lama perlu diganti dengan alat baru. Dengan adanya peremajaan dapat memaksimalkan pengukuran dan terhindar dari ketidakakuratan.
3. Mengurangi peran manusia dalam mengatur pengukuran secara manual. Perlu adanya alat yang dapat menggerakkan antena pada saat pengukuran secara otomatis, sehingga dapat menghindari pengukuran secara manual agar hasil yang didapat lebih presisi.
4. Untuk penelitian selanjutnya, diharapkan antena dapat menggunakan reflektor untuk penunjang arah agar bentuk pola radiasi yang diperoleh adalah direksional. Sehingga dengan adanya reflektor, sinyal dapat mengarah lurus ke depan sebagai pasif radar.

Daftar pustaka:

- [1] T. PPET-LIPI, Penelitian dan Pengembangan RF Head dan Baseband Processing Electronic Support Measure (ESM), Bandung: LIPI, 2012.
- [2] H. H. Chotimah, Rancangan Dan Realisasi Antena Horn Conical Pada Frekuensi KU-Band 12-18 GHz Untuk Electronic Support Measure, Bandung: Universitas Telkom, 2015.
- [3] H. Sulistiyo, Antena Susunan Log Periodik Dipole Cetak Untuk ESM S-Band, Bandung: Universitas Telkom, 2017.