

ANTENA LOG PERIODIC MIKROSTRIP ULTRA WIDE BAND UNTUK ELECTRONIC SUPPORT MEASURE 2-18 GHZ

ULTRA WIDE BAND MICROSTRIP LOG PERIODIC ANTENNA FOR ELECTRONIC SUPPORT MEASURE 2-18 GHz

Rahmat Ardiansyah¹, Dr.Ir. Heroe Wijanto M.T.², Dr.Ir. Yuyu Wahyu M.T.³

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

¹rahmatardians@studetnt.telkomuniversity.ac.id, ²heroewijanto@telkomuniversity.ac.id, ³

Abstrak

ESM adalah sebuah peralatan pertahanan elektronik yang berfungsi untuk menerima sinyal gelombang elektromagnetik yang dipancarkan oleh objek, kemudian sinyal tersebut diproses dan dianalisis sehingga diperoleh lokasi, kuat sinyal dan parameter lainnya. ESM memerlukan dukungan antenna dengan frekuensi *Ultra Wide Band* yang pada tugas akhir ini direncanakan pada frekuensi 2-18 GHz. Pada tugas akhir ini telah dibuat antenna *log periodic* mikrostrip untuk aplikasi *Electronic Support Measure* dengan frekuensi *Ultra Wide Band* 2-18 GHz. Untuk memenuhi tugas akhir ini dibutuhkan metode optimasi inversi yang dicetak pada PCB dengan substrate FR4 Epoxy ($\epsilon_r = 4,4$) yang memiliki tebal substrate 1,6 mm dan memiliki tebal sebesar 0,035 mm.

Kata Kunci: Antena mikrostrip, *Electronic Support Measure*, *Log periodic*, *Ultra Wide Band*.

Abstract

ESM is an electronic defense equipment that serves to receive the electromagnetic wave signal emitted by the object, then the signal is processed and analyzed to obtain location, signal strength and other parameters. ESM requires antenna support with Ultra Wide Band frequency which in this final project is planned at frequency 2-18 GHz. In this final project has made periodic microstrip log antenna for Electronic Support Measure application with frequency of Ultra Wide Band 2-18 GHz. To accomplish this final project required an inversion optimization method printed on PCB with substrate FR4 Epoxy ($\epsilon_r = 4,4$) which has a substrate thickness of 1.6 mm and has a thickness of 0.035 mm.

Keywords: *Antenna Microstrip*, *Electronic Support Measure*, *Log periodic*, *Ultra Wide Band*.

1. Pendahuluan

Meningkatnya kebutuhan akan teknologi informasi dan telekomunikasi merupakan hal yang sangat penting saat ini. Hal ini terbukti dengan semakin berkembangnya pengguna peralatan telekomunikasi dengan berbagai layanan yang canggih, dan salah satunya adalah antenna[1]. Antena sangat berperan penting di sektor keamanan di setiap negara. Keamanan negara mudah sekali di lewati oleh pesawat ilegal yang berkeliaran di negara. Salah satu cara untuk membantu keamanan negara dengan mendeteksi dan mendata lalu lintas di udara adalah dengan menggunakan sebuah perangkat yang bernama *Electronic Support Measure* (ESM).

ESM adalah sebuah peralatan elektronik yang berfungsi untuk menerima sinyal gelombang elektromagnetik, kemudian sinyal tersebut diproses dan dianalisis sehingga diperoleh lokasi, kuat sinyal dan parameter lainnya[2]. Antena *log periodic* mikrostrip ESM bekerja pada frekuensi *Ultra Wide Band* (UWB) yaitu 2-18 GHz. ESM ini bekerja untuk mengidentifikasi objek yang datang dengan memancarkan sinyal yang bersifat *passive radar*.

Di dalam tugas akhir ini, penulis akan merancang, membuat dan mensimulasikan antenna *log periodic* mikrostrip dengan frekuensi UWB yaitu 2-18 GHz, frekuensi tersebut ialah frekuensi yang termasuk dalam ESM. Antena tersebut dapat digunakan sebagai *receiver* gelombang elektromagnetik dan juga dapat memancarkan gelombang elektromagnetik yang tidak bisa terdeteksi oleh *receiver* antenna lain yang disebut *passive radar*. Antena ini juga dapat diimplementasikan untuk *passive radar* di sistem keamanan negara. Simulasi antenna ini akan menggunakan *software* untuk mendapatkan parameter yang dari spesifikasi yang ingin di rancang oleh antenna *log periodic* tersebut yaitu VSWR, gain, frekuensi, lebar antenna, panjang antenna. Diharapkan hasil perancangan dan pembuatan antenna *log periodic* mikrostrip ini mampu untuk membantu dan menangani permasalahan dalam keamanan negara.

2. Deskripsi Antena

Pada perancangan Antena ini tidak mengikuti tahapan perancangan sama sepenuhnya seperti referensi [2]. Antena *Log Periodic Dipole Array* bekerja pada frekuensi 2-18 GHz, dimensi antenna berbentuk persegi panjang. Berikut adalah perhitungan dimensi antenna LPDA:

1. Dari spesifikasi antenna diinginkan sebuah gain = 6.5 dB

$$D = \frac{G}{\mu} = \frac{4.46}{0.8} = 5.5 = 7.5 \quad (3.1)$$

2. Dari hasil direktivitas dapat didapatkan hasil *scale factor* dan *relative spacing* pada Gambar 2.6. Menentukan *scale factor* (τ) dan *relative spacing* (σ). Parameter perancangan antenna yang ditetapkan $f_{min} = 2$ GHz. Sedangkan nilai $\tau = 0.848$ dan $\sigma = 0.155$. setelah itu dicari *apex Tangensial* atau sudut dimensi dengan rumus yang tertera pada persamaan (2.4):

$$a = \tan^{-1} \frac{1-\tau}{4\sigma} = \tan^{-1} \frac{1-0.848}{4 \cdot 0.155} = 13,77^\circ$$

3. Setelah didapat hasil sudut dimensi, bisa dicari design bandwidth yang tertera pada persamaan (2.6) dan jumlah elemen dari antenna *log periodic* ini dengan rumus yang tertera pada persamaan (2.9):

$$BS = \frac{18}{2} (1,1 + 7,7(1 - \tau)^2 \cot a) = 16,43$$

$$N = 1 + \frac{\ln BS}{\ln(\frac{1}{\sigma})} = 18,97 = 19 \text{ Elemen}$$

4. Kemudian menghitung panjang elemen (l_{max}) menggunakan persamaan sebagai berikut:[10]

$$l_{max} = 0.5 \frac{c}{\sqrt{\epsilon_r} \cdot f_{min}} = 50,5 \text{ mm} \quad (3.2)$$

Dengan menggunakan persamaan diatas didapatkan l_{max} sebesar 50.4 mm.

5. Lalu menentukan Z_a , S_{max} dan D_{max} . Dari perhitungan didapatkan 4.5 mm untuk D_{max} agar hasil dari Z_a tidak minus. Untuk mendapatkan Z_a yang tertera pada persamaan (2.10) dan S_{max} menggunakan persamaan (2.11):

$$Z_a = 120 \left[\ln \left(\frac{50,5}{4,5} \right) - 2.25 \right] = 20,14 \text{ ohm}$$

$$s_{max} = w_{max} \cosh \left(\frac{z_0}{120} \right) = 16,9 \text{ mm}$$

6. Langkah terakhir ini dapat menggunakan penurunan rumus yang tertera pada persamaan (2.1)

Tabel 3.2 Tabel ukuran masing masing elemen antenna (dalam mm)

Elemen ke n	l	d	s
1	50.5	4.5	16.9
2	42.8	3.8	14.3
3	36.3	3.2	12.1
4	30.8	2.7	10.3
5	26.1	2.3	8.7

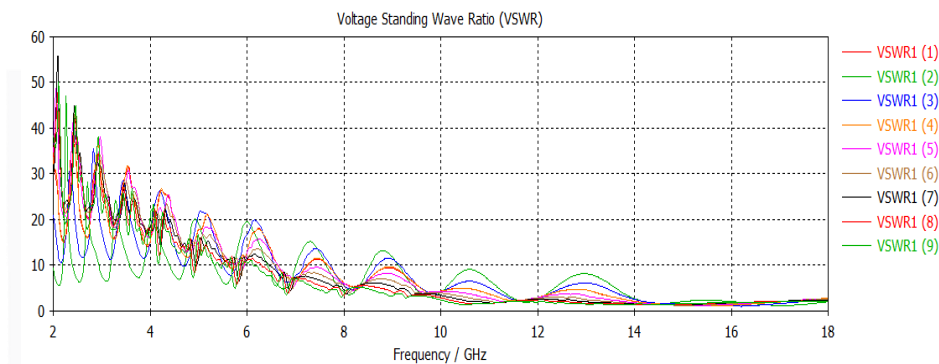
6	22.1	1.9	7.4
7	18.8	1.6	6.2
8	15.9	1.4	5.3
9	13.5	1.2	4.5
10	11.4	1	3.8
11	9.7	0.8	3.2
12	8.2	0.7	2.7
13	6.9	0.6	2.3
14	5.9	0.5	1.9
15	5	0.4	1.6

3. Tahapan Optimasi Simulasi

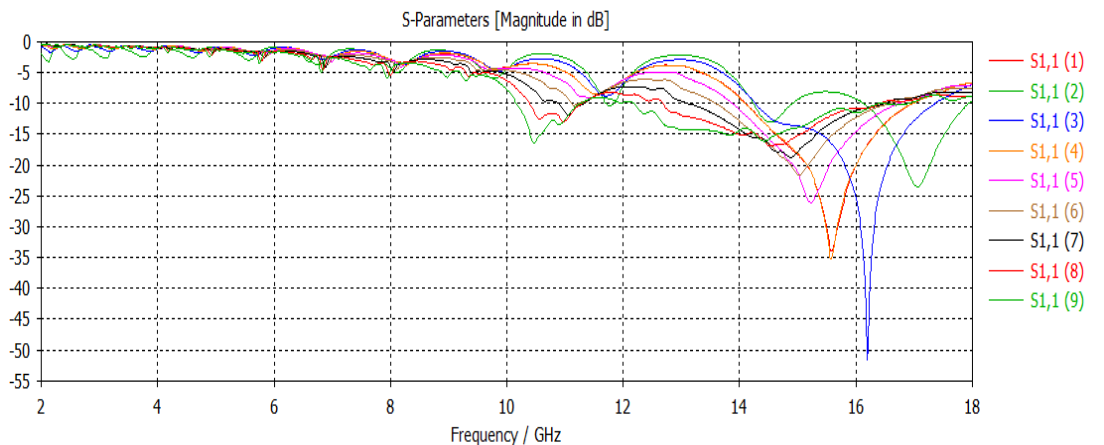
Simulasi ini dibantu dengan Software simulator yaitu CST Studio Suite 2016.

3.1 optimasi Jumlah elemen antenna

Pada optimasi antenna LPDA ini dirancang dengan 19 elemen dan optimasi lebar feed 1- 4,5. paramter yang diperhatikan adalah nilai $VSWR \leq 3$ dan $Return Loss \leq 5$. Melihat grafik pada Gambar 3.1 VSWR dan Return Loss masih belum bekerja pada Frekuensi 2-18 GHz.

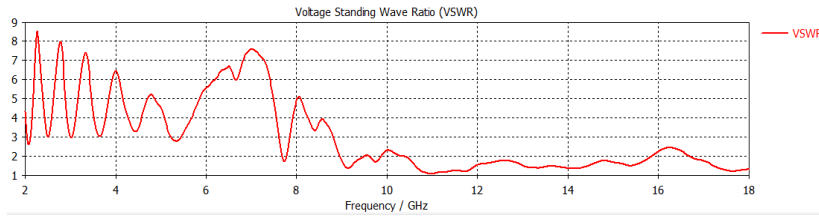


Gambar 3.1 Hasil VSWR

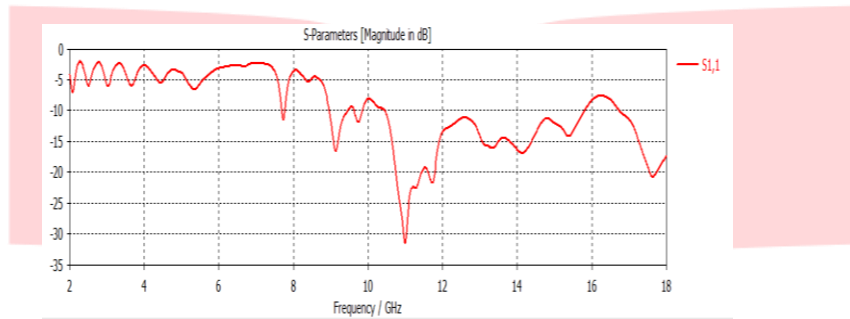


Gambar 3.2 Hasil Return Loss

tahap optimasi ini mencoba untuk mengurangi elemen menjadi 15 elemen dan juga memperlebar setiap elemen. optimasi ini menghasilkan pengaruh yang spesifik, pengurangan yang sangat drastis dari VSWR dan Return Loss. Tetapi hasil tersebut masih belum memenuhi spesifikasi antenna yang diinginkan, hasil tersebut bisa dilihat di Gambar 3.3 dan Gambar 3.4.

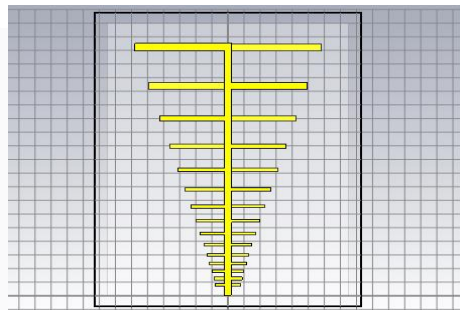


Gambar 3.3 Hasil VSWR



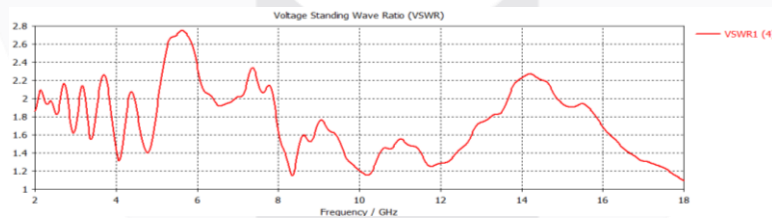
Gambar 3.4 hasil Return Loss

optimasi pada tahap ini pencerminan bagian depan dan bagian belakang antenna serta menghapus groundplane untuk jelasnya bisa dilihat pada Gambar 3.5.

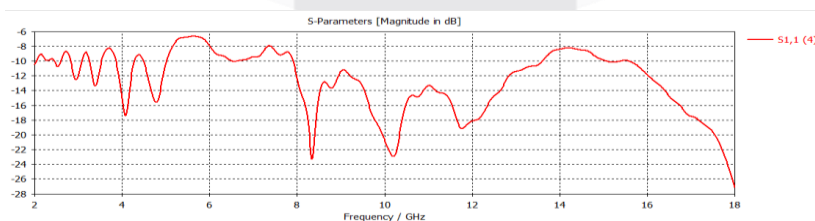


Gambar 3.5 Konstruksi Antena

Hasil optimasi pada tahap ini berhasil mencapai rentang frekuensi dan parameter yang diinginkan. Seperti pada Gambar 3.6 VSWR sudah mencapai ≤ 3 dan pada Gambar 3.7 Return loss sudah mencapai ≤ -5 .



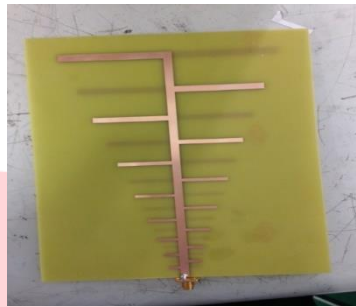
Gambar 3.6 Hasil Optimasi VSWR



Gambar 3.7 Hasil Optimasi Return Loss

4. Pengukuran Parameter 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.



Gambar 4.1 Realisasi Antena Prototype

Berikut adalah hasil pengukuran parameter antenna dan analisis perbandingan hasil pengukuran dengan simulasi.

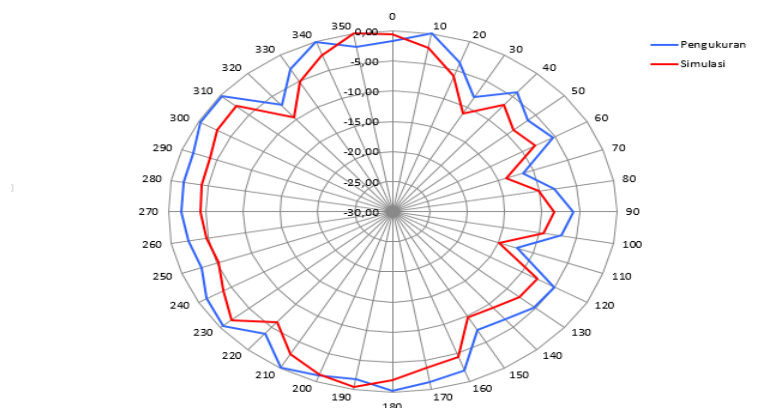
4.1 VSWR



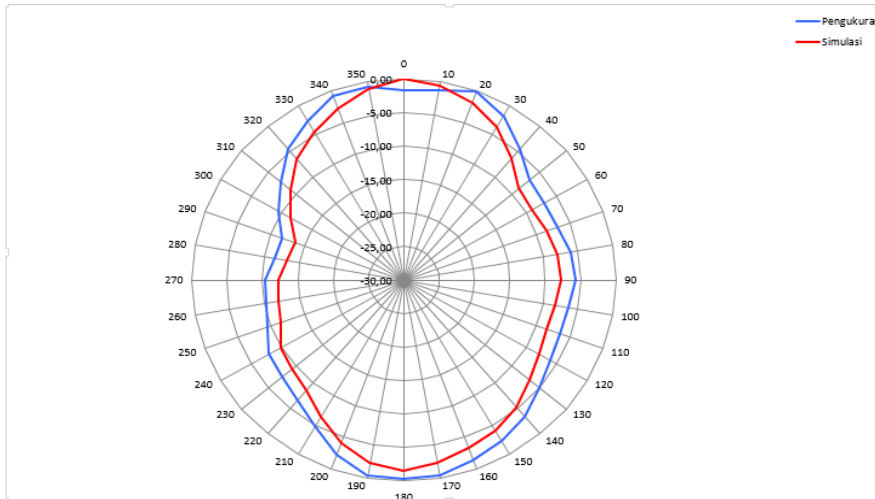
Gambar 4.2 Perbandingan VSWR pengukuran dan simulasi

Dari perbandingan hasil VSWR pengukuran dan simulasi dapat dilihat **Gambar 4.4** VSWR ≤ 3 dapat bekerja pada frekuensi 2 – 18 GHz, analisis yang didapat pada frekuensi 14 – 18 VSWR melonjak menjadi 1.7 – 2.9 dikarenakan pemakaian bahan FR-4 yang kurang tangguh pada frekuensi tinggi tetapi frekuensi tersebut tetap bekerja dikarenakan spesifikasi VSWR ≤ 3 .

4.2 Pola Radiasi



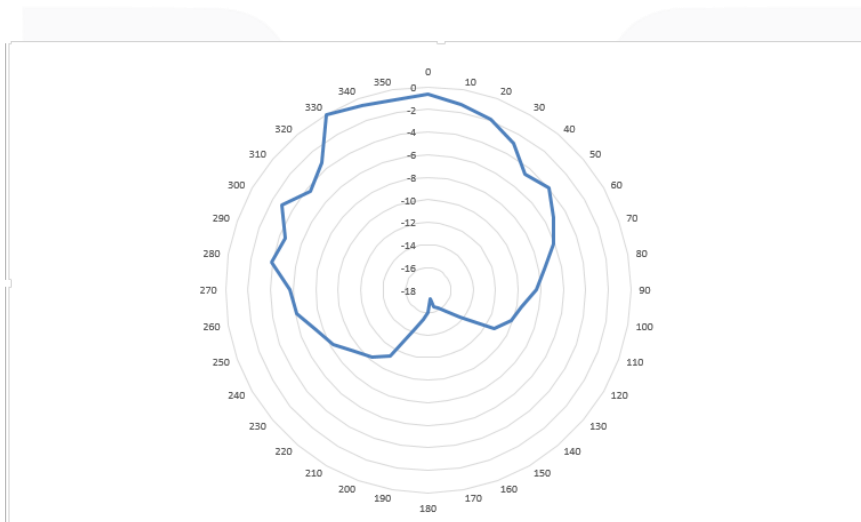
Gambar 4.3 Hasil pengukuran polaradiasi elevasi 90°



Gambar 4.4 Hasil pengukuran Polaradiasi azimuth 0°

Dari hasil perbandingan pengukuran dan simulasi pada elevasi dan azimuth tidak terlalu jauh beda dan dari hasil tersebut lebih baik hasil simulasi dibandingkan dengan pengukuran. Terdapat beberapa faktor yang menyebabkan adanya penyimpangan hasil pengukuran dibandingkan hasil simulasi. kedua hasil tersebut Gambar 4.5 dengan Gambar 4.6 menunjukkan jenis pola radiasi *bidirectional* karena daya terbesar mengarah pada salah dua sudut. Maka hal ini sesuai dengan spesifikasi awal antenna yang diinginkan mempunyai pola radiasi *bidirectional*

4.3 Polarisasi



Gambar 4.5 Hasil pengukuran polarisasi

Analisis dari hasil pengukuran polarisasi pada frekuensi tengah yaitu 10 GHz dapat dilihat pada Gambar 4.12. Pada tabel hasil pengukuran menunjukkan level penerima sinyal maximum berada pada sudut 330° yaitu -43. 26 dBm, sedangkan level penerima sinyal minimum berada pada sudut 170° yaitu bernilai -60.45 dBm. Untuk mengetahui jenis polarisasi dibutuhkan perhitungan berdasarkan nilai *axial ratio* yang tertera pada persamaan (4.2):

$$AR = \frac{E_{mayor}}{E_{minor}} = \frac{\sqrt{\frac{P_{watt\ mayor} \times 377}{Ae}}}{\sqrt{\frac{P_{watt\ minor} \times 377}{Ae}}} = 8,59\text{ dB}$$

- Axial ratio linear = ∞
- Axial ratio ellips = 1 < AR < ∞.
- Axial ratio sirkular = 1

Dari hasil pengukuran dan perhitungan *axial ratio*, antena memiliki polarisasi ellips, ini disebabkan karna pengukuran kurang ideal serta tidak dilakukan di *anechoic chamber* sehingga banyak pantulan-pantulan yang terjadi.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil perancangan antena *Log Periodic Mikrostrip Dipole Array Ultra Wide Band* untuk *Electronic Support Measure* 2-18 GHz sebagai berikut:

1. Antena *log periodic dipole array* ini berhasil mendapatkan *Ultra Wide Band* dari frekuensi 2-18 GHz
2. Pada frekuensi tengah yaitu 10 GHz menghasilkan nilai VSWR yakni 1,1 untuk pengukuran, untuk Return loss yakni -26,04 untuk pengukuran dan, untuk polarisasi yakni 8,96 dB yang berarti polarisasi elips dan untuk nilai Gain yakni 7,41 dB pada pengukuran
3. Pada frekuensi 2 GHz menghasilkan nilai VSWR yakni 1,77 untuk pengukuran, untuk Return loss yakni -11,06 pada pengukuran dan, pada nilai Gain yakni 2,37 dB pada pengukuran
4. Pada frekuensi 18 GHz menghasilkan nilai VSWR yakni 2,97 untuk pengukuran, untuk Return loss yakni -6,08 pada pengukuran dan, pada nilai Gain yakni 2,46 dB pada pengukuran

5.2 Saran

Untuk mendapatkan hasil yang lebih optimal pada perancangan antena selanjutnya terdapat beberapa hal yang bisa dijadikan saran dan bahan pertimbangan sebagai berikut:

1. Dari hasil pengukuran pola radiasi mendapatkan jenis pola radiasi *bidirectional*, untuk mendapatkan hasil yang lebih baik sebaiknya digunakan *reflector* untuk mendapatkan pola radiasi *unidirectional*.
2. Melakukan pengukuran di tempat yang ideal, untuk menghindari pantulan gelombang elektromagnetik dari perangkat lain.

Daftar pustaka:

- [1] Raharjo, toto, “ PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ANTENA LOG PERIODIK “, Mercu Buana, 2009.
- [2] Chotimah, hanifah husnul, “ RANCANGAN DAN REALISASI ANTENA HORN CONICAL PADA FREKUENSI KU-BAND 12-18 GHZ UNTUK ELECTRONIC SUPPORT MEASURE “, Telkom University, 2015.
- [3] Sukemi, “Rancangan Perangkat *Electronic Support Measure* (ESM) Untuk Peperangan Elektronik”, Universitas Sriwijaya, 2010.
- [4] John D. Krous, *Antenas Mc-Graw-Hill Book Company*, 1988.
- [5] <http://old.era.aero/solutions/military-security/>, Czech Republic, 2016.
- [6] P.P. Setia, “Perancangan dan Realisasi Antena Array Mikrostrip Bentuk Rectangular Pada X-Band (9,37-9,43 GHz) Untuk Aplikasi Radar Pengawas Pantai”, Bandung, Telkom University, 2012.
- [7] Constantine A. Balanis, “Antenna theory Analysis and Design”, John Wiley & Sons, Inc All right reserved. Edisi ketiga, 2005.
- [8] Fitri, yuli zulkifli, “literature antena”, Universitas Indonesia, 2008.
- [9] Aziz, Abdullah, “PERANCANGAN DAN REALISASI ANTENA CETAK LOG-PERIODIC DIPOLE ARRAY UNTUK APLIKASI PENERIMA SIARAN TV DIGITAL DI INDONESIA”, Universitas Telkom, 2014.
- [10] Putranto, Dida Tuhu, “Perancangan dan Realisasi Antena Cetak Log Periodic Fractal Koch Dengan Series Iteration Pada Frekuensi Wideband 0,8 – 2,5 GHz”, Universitas Telkom, 2011.

- [11] Fatimah, Zillya, "Perancangan dan Realisasi Antena Phased Array Mikrostrip 1x4 X-Band", Universitas Telkom, 2015.

