

RANCANGAN DAN REALISASI ANTENA MIKROSTRIP LOG PERIODIK PADA FREKUENSI C-BAND UNTUK *ELECTRONIC SUPPORT MEASURE*

DESIGN AND REALIZATION MIKROSTRIP LOG PERIODIC ANTENNA AT C-BAND FREQUENCY FOR *ELECTRONIC SUPPORT MEASURE*

Aryo Prihawi Septano¹, Heroe Wijanto², Yuyu Wahyu³

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

³PPET-LIPI (Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia)

¹apseptano@gmail.com, ²heroe@telkomuniversity.ac.id, ³yuyu@ppet.lipi.go.id

Abstrak

Dunia penerbangan di Indonesia saat ini sedang dalam kondisi mengkhawatirkan akibat marak terjadi kecelakaan dan hal tersebut mengurangi kepercayaan masyarakat terhadap penerbangan di Indonesia sedikit demi sedikit. Salah satu cara meningkatkan kembali rasa aman dan percaya masyarakat adalah dengan ikut berinovasi dalam kemajuan teknologi.

Permasalahan yang menjadi perhatian lebih dalam pembuatan tugas akhir kali ini adalah kurangnya pencegahan yang dilakukan. Untuk membantu menurunkan angka kecelakaan moda transportasi terbang, salah satu caranya adalah dengan menggunakan sebuah perangkat elektronik bernama *Electronic Support Measure* (ESM).

ESM secara umum adalah peralatan elektronik yang berfungsi menerima sinyal gelombang elektromagnetik untuk selanjutnya diproses dan dianalisa sehingga diperoleh lokasi dan parameter lainnya. Dalam hal ini ESM akan mengidentifikasi pesawat – pesawat yang terbang dalam ruang lingkup ESM itu sendiri. Oleh karena itu, dibutuhkan antena sebagai penerima sinyal dan dapat bekerja pada rentang frekuensi *Ultra Wideband* (UWB) 2 – 18 Ghz.

Pada tugas akhir ini dirancang dan direalisasikan sebuah *antenna mikrostrip log periodik* untuk frekuensi kerja pada rentang *C-Band* yaitu 4 – 8 Ghz. Antena dilengkapi dengan pola radiasi direksional untuk mendukung fungsi dari ESM sebagai penentu lokasi pesawat dan memiliki $gain \geq 6$ dB. Antena mikrostrip log periodik dirancang menggunakan bahan yang bernama *FR4* dengan teknik pencatutan *proximity coupling* karena membutuhkan *bandwidth* lebar dan memiliki $VSWR < 2$ karena sifat antena sebagai penerima (*receiver*).

Kata Kunci: *Electronic Support Measure, antenna mikrostrip log periodik, ultra wideband, proximity coupling*

Abstract

Currently the airplane industries in Indonesia is in poor condition due to rampant accident and it affect peoples trust to the airplane industries slowly. One of many way to improve security and trust back is by participate to innovate in technological developments.

The attention from this final assignment is the lack of prevention. To help reducing the number of accidents in airplane industries, there is a way by using a electronic device called *Electronic Support Measure* (ESM).

ESM in general is an electronic device that functions to receive an electromagnetic wave signal then the signal is processed and analyzed in order to obtain the location and other parameters. In this case, ESM will identify the planes that fly within the scope of ESM itself. Therefore, ESM need an antenne as receiver and working in the frequency range *Ultra Wideband* (UWB) 2 – 18 Ghz.

This final assignment is to design and realization mikrostrip log periodik antenna at C-band frequency which is work at the range 4 – 8 Ghz. Antenna is equipped with directional radiation pattern to support the function ESM to determine the location of the plane and has $gain \geq 6$ dB. Antenna is design using a material called *FR4* with *proximity coupling* technique to add the bandwidth capacity and has $VSWR < 2$ to support antenna as receiver.

Keyword: *Electronic Support Measure, mikrostrip log periodik antenna, ultra wideband, proximity coupling*

1. PENDAHULUAN

Dewasa ini perkembangan teknologi di dunia telekomunikasi semakin maju dan tuntutan untuk stabilitas sistem – sistem semakin besar, begitu pula di dunia penerbangan. Dunia penerbangan di Indonesia saat ini sedang berada dalam kondisi yang tidak kondusif akibat marak terjadi kecelakaan yang menimpa dan kurangnya aksi pencegahan dari beberapa kecelakaan sebelumnya.

Permasalahan yang menjadi perhatian lebih dalam pembuatan tugas akhir kali ini adalah kurangnya aksi pencegahan. Pencegahan dapat dilakukan dengan inovasi – inovasi yang seiring berjalannya waktu akan muncul.

Salah satu teknologi yang cocok dalam meningkatkan keamanan dan mencegah angka kecelakaan bertambah adalah perangkat elektronik bernama *Electronic Support Measure* (ESM).

ESM secara umum adalah peralatan elektronik yang berfungsi menerima sinyal gelombang elektromagnetik untuk selanjutnya diproses dan dianalisa sehingga diperoleh lokasi dan parameter – parameter lainnya [1]. Dalam hal ini ESM akan melakukan identifikasi terhadap pesawat yang terbang dalam ruang lingkup ESM itu sendiri. Maka dari itu, dibutuhkan *antenna mikrostrip log periodic* yang bekerja pada frekuensi *Ultra Wideband* (UWB) 2-18 Ghz.

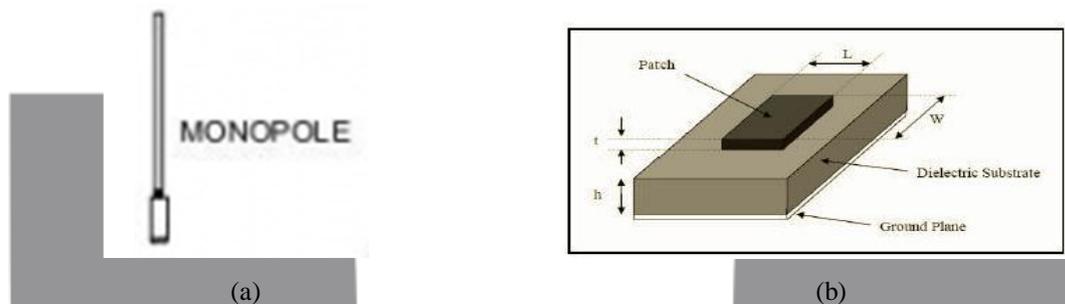
Pada tugas akhir ini dirancang dan direalisasikan sebuah *antenna mikrostrip log periodic*, alasannya adalah bentuknya relatif kecil dan memiliki kemampuan dalam mendapatkan bandwidth lebar, untuk frekuensi kerja pada rentang *C-band* yaitu 4 – 8 Ghz. Antena dirancang dengan gain 6 – 8 dB dan nilai *VSWR* < 2 karena sifat antena sebagai penerima (*receiver*). Antena dilengkapi teknik pencatuan *proximity coupling*, diharapkan hasil dari perancangan *antenna mikrostrip log periodic* ini mampu bekerja baik untuk ESM.

2. SISTEM DAN PARAMETER

2.1 ANTENA

Antena log periodik memiliki kemiripan dengan antena yagi, antena log periodik memiliki pola ukuran panjang, tebal, dan spasi tiap elemen tertentu tergantung pada geometric ratio antena. Antena log periodik memiliki pita frekuensi yang lebar sehingga dapat meningkatkan efisiensi dalam penggunaan antena. [3]

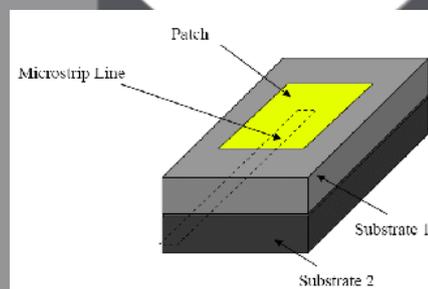
Antena Mikrostrip memiliki kelebihan karena ukurannya yang kecil sehingga dapat dimanfaatkan dalam perangkat elektronik yang membutuhkan antena berdimensi tidak besar seperti pada satelit, radar detector, maupun pesawat. [4]



Gambar 2.1 (a) Antena Monopole[9], (b) Antena Mikrostrip[4]

2.2 TEKNIK PENCATUAN

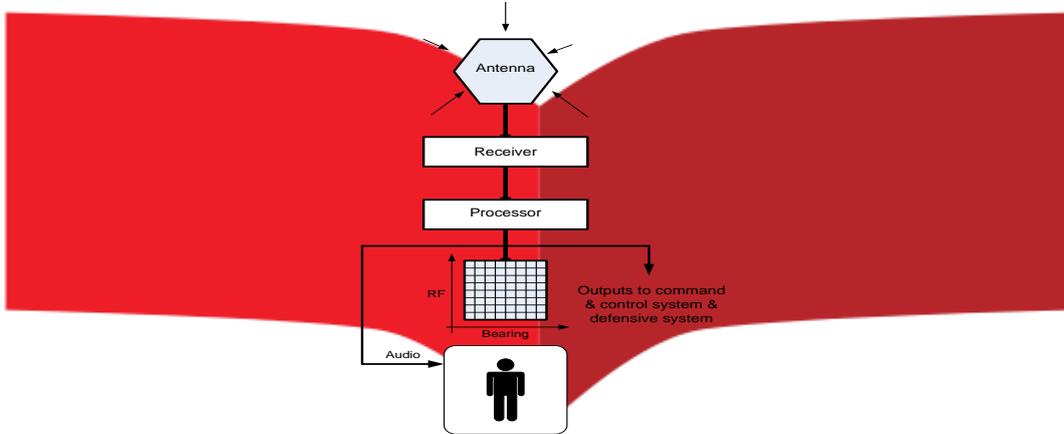
Teknik pencatuan *proximity coupling* menggunakan dua lapisan substrat, sehingga antara saluran dan elemen peradiasi tidak terhubung langsung atau terhubung secara elektromagnetik. Pada substrat lapisan atas terdapat *patch* peradiasi antena, sedangkan pada substrat lapisan bawah terdapat *line* pencatu dan *groundplane*. Keuntungan pencatuan ini adalah tidak munculnya radiasi tersendiri, sedangkan kekurangannya adalah sulit dalam hal pabrikasinya dikarenakan penggunaan dua lapisan dielektrik harus diletakkan secara sejajar dan benar-benar memerlukan ketelitian dalam penyusunannya. [2]



Gambar 2.2 Teknik Pencatuan *Proximity Coupling*[2]

2.3 ELECTRONIC SUPPORT MEASURE (ESM)

ESM secara umum adalah sebuah peralatan elektronik yang berfungsi untuk menerima (*received*) sinyal gelombang elektromagnetik, kemudian sinyal tersebut diproses dan dianalisa sehingga diperoleh lokasi (posisi), kuat sinyal (*signal strength*) dan parameter lainnya. [5]

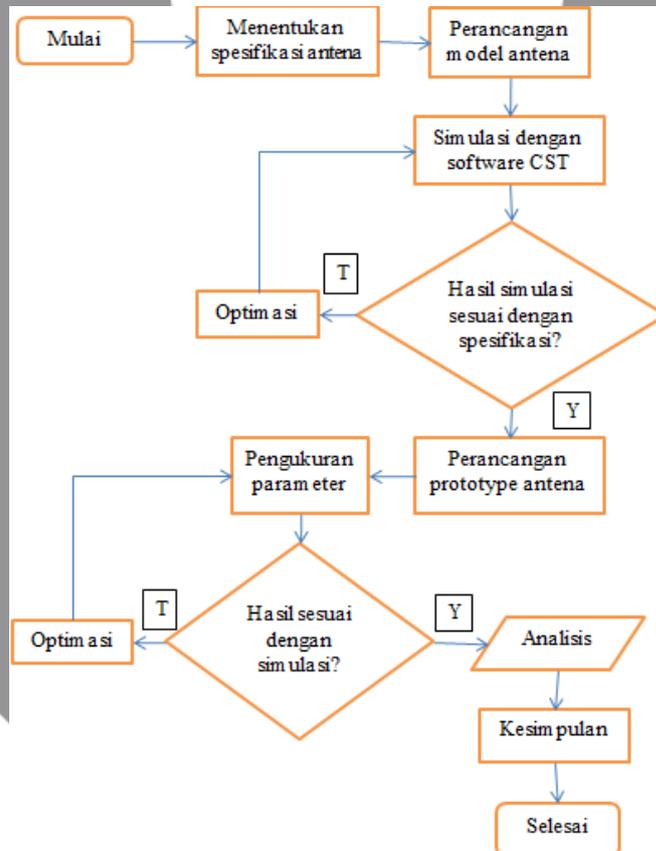


Gambar 2.3 ESM[5]

3. DESAIN MODEL SISTEM DAN SIMULASI

3.1 PERANCANGAN SISTEM

Berikut ini adalah diagram alir perancangan antenna mikrostrip log periodik.



Gambar 3.1 Diagram Alir.

3.1.1 Spesifikasi Antena

Antena mikrostrip log periodik dirancang dengan frekuensi kerja *C-Band* yaitu 4 – 8 Ghz dan bekerja sebagai penerima. Berikut adalah spesifikasi yang dijadikan acuan pada perancangan antena mikrostrip log periodik:

- Desain antena : Antena mikrostrip log periodik
- Frekuensi kerja : 4 – 8 Ghz
- Pola radiasi : Direksional
- Polarisasi : Linear
- *Gain* : 6 – 8 dB
- VSWR : ≤ 2

3.1.2 Spesifikasi Bahan

Karakteristik bahan yang digunakan dalam perancangan antena mikrostrip log periodik adalah sebagai berikut:

- Bahan : FR4
- Permittivitas (ϵ_r) : 4,4
- Tebal substrat : 1,6 mm
- Tebal tembaga : 0,035 mm

3.1.3 Perhitungan Dimensi

Berikut adalah langkah – langkah dalam mendapatkan perhitungan untuk perancangan antena mikrostrip log periodik [6]:

1. Menentukan *scale factor* (τ) dan *relative spacing* (σ)

Penentuan ini berdasarkan dari *gain* yang diinginkan yakni 6 – 8 dB, lalu digunakan nilai tengah *gain* 7 dB. Nilai *gain* diubah ke bentuk numerik menjadi 5,01. Direktivitas dapat dihitung sebagai berikut:

$$D = \frac{G}{\eta} = \frac{5,01}{0,8} = 6.264 = 7.951dB \approx 8 dB \quad (3.1)$$

Setelah nilai direktivitas didapatkan yakni 8 dB, selanjutnya adalah penentuan nilai *scale factor* (τ) dan *relative spacing* (σ) menunjukkan nilai *scale factor* (τ) = 0,871 dan *relative spacing* (σ) = 0,161.

2. Menghitung *apex tangensial* (α)

$$\alpha = \tan^{-1} \frac{1-\tau}{4\sigma} = \tan^{-1} \frac{1-0,871}{4 \cdot 0,161} = 11.547^\circ \quad (3.2)$$

3. Menghitung *bandwidth* desain (BS)

:

$$B = \frac{f_{max}}{f_{min}} = \frac{8}{4} = 2 \quad (3.3)$$

Sehingga,

$$\begin{aligned} BS = B \cdot Bar &= B[1.1 + 7.7(1 - \tau)^2 \cot \alpha] \\ &= 2[1.1 + 7.7(1 - 0,871)^2 \cot 11.547] \\ &= 3.480 \end{aligned} \quad (3.4)$$

4. Menghitung jumlah elemen (N)

:

$$\left[N = 1 + \frac{\ln(BS)}{\ln\left(\frac{1}{\tau}\right)} \right] = \left[1 + \frac{\ln(3,480)}{\ln\left(\frac{1}{0,871}\right)} \right] = [10.029] \approx 11 \text{ elemen} \quad (3.5)$$

5. Menghitung panjang elemen terbesar (l_{max})

$$l_{max} = 0.5 \frac{c}{\sqrt{\epsilon_r} \cdot f_{min}} \quad (3.6)$$

$$l_{max} = 0.5 \frac{3 \times 10^8}{\sqrt{4,4} \cdot 4 \times 10^9}$$

$$L_{max} = 0.0178774235 \text{ meter} = 17,8774235 \text{ mm}$$

6. Menentukan lebar elemen terbesar (w_{max}) dan jarak antar elemen terbesar (s_{max})

Penentuan lebar berdasarkan syarat bahwa nilai Z_a tidak negatif dan nilai $R_{in} = 50$ ohm, sehingga dipilih nilai $W_{max} = 1,87$ mm. Lalu perhitungan elemennya sebagai berikut :

$$\sigma' = \frac{\sigma}{\sqrt{\tau}} = \frac{0.161}{\sqrt{0.871}} = 0.172511002 \quad (3.7)$$

$$Z_a = 120 \left[\ln \left(\frac{l_{max}}{w_{max}} \right) - 2.25 \right]$$

$$Z_a = 120 \left[\ln \left(\frac{17,8774235}{1,87} \right) - 2.25 \right]$$

$$Z_a = 9,120278$$

Maka,

$$\frac{Z_a}{R_{in}} = \frac{9,120278}{50} = 0.1824056 \quad (3.8)$$

Dengan mengetahui nilai- nilai diatas maka dapat digunakan Gambar 2.3, untuk menentukan nilai impedansi karakteristik *feeder line* (Z_o) dengan penurunan sebagai berikut:

$$\frac{Z_o}{R_{in}} = 5,9 \quad (3.9)$$

$$Z_o = 5,9 \cdot R_{in} = 5,9 \cdot 50 = 295 \text{ ohm}$$

Dengan mengetahui nilai Z_o maka nilai s_{max} dapat dicari dengan perhitungan sebagai berikut:

$$s_{max} = w_{max} \cosh \left(\frac{z_0}{120} \right) \quad (3.10)$$

$$s_{max} = s_{11} = 1,87 \cosh \left(\frac{295}{120} \right) = 11,00578891 \text{ mm}$$

7. Menghitung elemen selanjutnya (n):

$$\frac{1}{\tau} = \frac{L}{l_1} = \frac{l_{n+1}}{l_n} = \frac{w_2}{w_1} = \frac{w_{n+1}}{w_n} = \frac{s_2}{s_1} = \frac{s_{n+1}}{s_n} \quad (3.11)$$

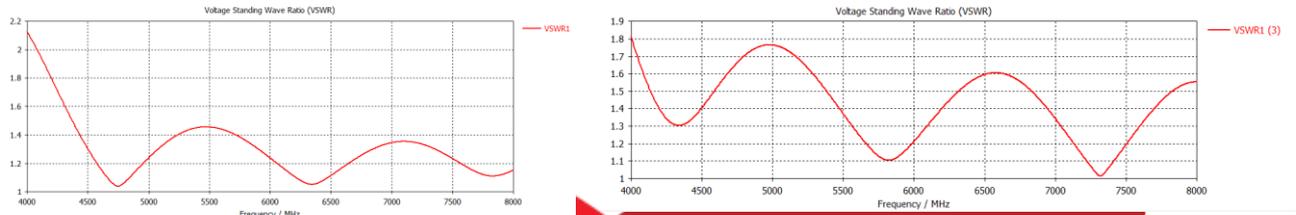
Table 3.1 Tabel Elemen

Elemen	l	s	w
1	17,8774235	11,00578891	1,87
2	15,5712359	9,58604214	1,62877
3	13,5625465	8,3494427	1,41865867
4	11,812978	7,2723646	1,2356517
5	10,2891038	6,33422956	1,07625263
6	8,9618094	5,51711395	0,93741604
7	7,805736	4,80540625	0,81648937
8	6,7987961	4,18550884	0,71116224
9	5,9217514	3,6455782	0,61942231
10	5,1578454	3,17529861	0,53951684
11	4,4924834	2,76568509	0,46991916

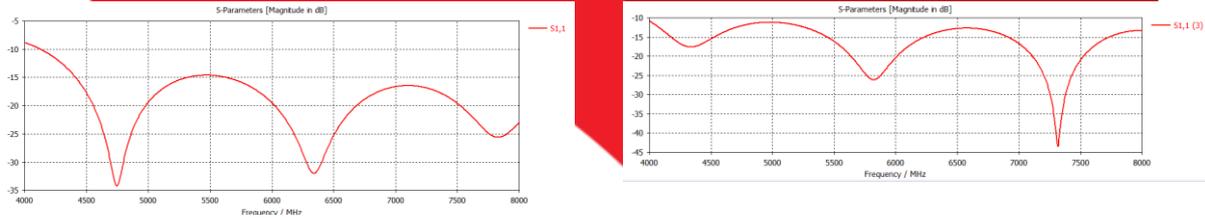
8. Menentukan besar substrat

Penentuan besar nilai substrat dapat langsung disesuaikan dengan bentuk elemen yang telah selesai dihitung. Nilai substrat bergantung dari lebar dan panjang *groundplane* (W dan L), yakni $W = 100$ dan $L = 40$. Untuk nilai lebar dan panjang *feed* (WF dan LF) sebesar 80 dan 2.

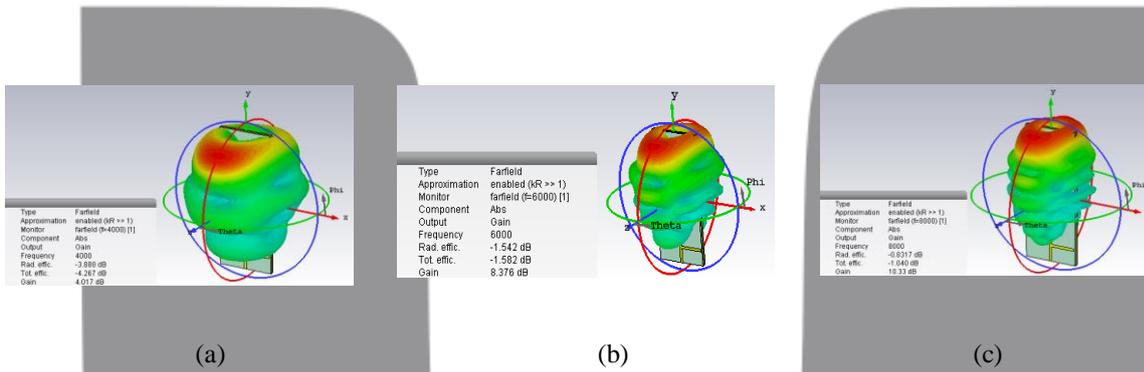
3.2 HASIL SIMULASI



(a) (b)
Gambar 3.2 VSWR dengan Software (a) 1 Substrat, (b) 2 Substrat.



(a) (b)
Gambar 3.3 Returnloss dengan Software (a) 1 Substrat, (b) 2 Substrat.



(a) (b) (c)
Gambar 3.4 Gain dengan Software (a) 4 Ghz, (b) 6 Ghz, (c) 8 Ghz.

4. PENGUKURAN DAN ANALISIS ANTENA

4.1 HASIL PENGUKURAN



Gambar 4.1 Hasil VSWR

Gambar 4.2 Hasil *Returnloss*Tabel 4.1 Hasil Pengukuran *Gain*

	4Ghz	6Ghz	8Ghz
P1(rx)	-34,59	-30.09	-34.11
P2(tx)	-28.42	-29.73	-28.33
Gain	4.83 dB	11.62 dB	6.22 dB

4.2 PERBANDINGAN ANTARA SIMULASI DAN PENGUKURAN

Perbedaan yang terjadi dapat dimaklumi selama nilai-nilai yang dihasilkan masih sesuai dengan spesifikasi awal antenna. Beberapa penyebab perbedaan hasil simulasi dan hasil ukur:

- Terjadi kesalahan saat pemasangan konektor karena pemasangan dilakukan secara manual.
- Pada saat pengukuran terdapat gangguan dari sistem lain seperti ponsel maupun konduktor lain.
- Ruang pengukuran yang tidak sempurna. Meskipun pengukuran dilakukan didalam chamber tetapi masih terdapat komponen ruangan yang mengalami kerusakan sehingga ruangan tersebut dikategorikan tidak sempurna.
- Keterbatasan alat ukur yang mengakibatkan tingkat ketelitian alat ukur menjadi rendah.

Tabel 4.2 Perbandingan Hasil Keseluruhan

Parameter		Spesifikasi awal	Simulasi	Fabrikasi
VSWR	4 Ghz	≤ 2	1.812	1.12
	6 GHz	≤ 2	1.213	1.387
	8 Ghz	≤ 2	1.553	1.493
Gain	4 Ghz	6 - 8 dB	4.017 dB	4.83 dB
	6 Ghz	6 - 8 dB	8.37 dB	11.62 dB
	8 Ghz	6 - 8 dB	10.33 dB	6.22 dB
Pola Radiasi		Direksional	Direksional	Omnidireksional
Polarisasi		Linear	Linear	Elips

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

1. Antena mikrostrip log periodik dirancang dapat bekerja pada frekuensi 4 – 8 Ghz dengan toleransi daya pantul sebesar 10%.
2. Dengan digunakannya teknik pencatutan *proximity coupling* yang menggunakan 2 substrat, diperoleh *bandwidth* yang lebih lebar dibandingkan dengan menggunakan 1 substrat yakni 4 Ghz.
3. Antena memiliki nilai VSWR ≤ 2 baik pada frekuensi bawah, tengah, dan atas. Pada frekuensi 4 Ghz nilai VSWR nya sebesar 1,901 dengan *returnloss* -10,151 dB, pada frekuensi 6 Ghz nilai VSWR sebesar 1,387 dengan *returnloss* -15,799, dan pada frekuensi 8 Ghz nilai VSWR sebesar 1,155 dengan *returnloss* -14,067.
4. Antena dilengkapi pola radiasi unidireksional berbeda dengan hasil simulasi maupun spesifikasi awal dikarenakan pemakaian groundplane pada antenna dan tidak menggunakannya reflektor.

5. Antena mempunyai nilai *gain* sebesar 11,62 dB dan polarisasi elips dengan nilai AR sebesar 5,12 dB.

5.2 SARAN

1. Pada saat melakukan pengukuran, kondisi tempat pengukuran sebaiknya mendekati ideal dan memperhatikan keadaan sekitar seperti pintu tertutup lalu tidak ada alat komunikasi seperti hp. Khususnya pada saat pengukuran pola radiasi, polarisasi, dan *gain* agar lebih akurat dalam pendataan.
2. Pemakaian bahan untuk rentang frekuensi yang lebar sebaiknya menggunakan tebal dielektrik yang lebih kecil seperti contoh bahan *roger duroid*, serta menggunakan bahan yang sesuai tebal dielektriknya baik di simulasi dengan di tempat pencetakan antena agar mengurangi penyimpangan hasil pengukuran pada antena.
3. Pada saat pengukuran, kondisi pikiran dan badan harus fokus karena nilai yang terus berubah – ubah sehingga dibutuhkan ketelitian serta tenaga lebih banyak.

DAFTAR PUSTAKA

1. Afif Nichi Mulia, “Perancangan dan Simulasi Antena Horn Conical Pada Frekuensi C-Band Untuk *Electronic Support Measures*,” Universitas Telkom, Bandung. 2015.
2. Riana Puspita Dewi, “Perancangan dan Realisasi Antena Array Mikrostrip Dengan Prosentase *Bandwidth* $\geq 2\%$ Pada Frekuensi S-Band Untuk Radar Pengawas Pantai,” Universitas Telkom, Bandung. 2013.
3. C.A. Balanis, *Antennas Theory : Analysis and Design* 3rd Edition, New York: Haper & Row, Publisher, 1982.
4. P.P. Setia, “Perancangan dan Realisasi Antena Array Mikrostrip Bentuk Rectangular Pada X-Band (9,37 – 9,43 Ghz) Untuk Aplikasi Radar Pengawas Pantai,” Universitas Telkom, Bandung. 2012.
5. W. Mashuri, “Penelitian dan Pengembangan RF Head dan Baseband Processing *Electronic Support Measure (ESM)*,” LIPI, Bandung. 2012
6. C. A. Balanis, *Antenna Theory : Analysis and Design*, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc, 2005.
7. Bayu Heri Prabowo, “Perancangan dan Realisasi Antena Susunan Linier Mikrostrip Patch Persegi dengan Catuan Proximity Coupled Untuk Radio Altimeter Pesawat 4.2 – 4.4 Ghz”, Universitas Telkom, Bandung. 2016.
8. Abdullah Aziz, “Perancangan dan Realisasi Antena Cetak Log-Periodic Dipole Array Untuk Aplikasi Penerima Siaran TV Digital di Indonesia”, Universitas Telkom, Bandung. 2014.
9. Jhon D. Kraus and Marhefka, *Antennas For All Application*, New York: Ronald J, 2003.
10. Achmad Zunaidi, “Perancangan dan Realisasi Antena Monopole Fraktal Sierpinski Gasket (3.3 – 3.4) Ghz Untuk Aplikasi Mobile WiMAX”, Universitas Telkom, Bandung. 2011.