

ANTENA RECTANGULAR MONOPOLE DENGAN TRIDENT-SHAPED FEED UNTUK ELECTRONIC SUPPORT MEASURE (ESM) PADA 2 – 4 GHz

RECTANGULAR MONOPOLE ANTENNA WITH TRIDENT-SHAPED FEED FOR ELECTRONIC SUPPORT MEASURE (ESM) IN 2 - 4 GHz

Akbar Efendi Pasaribu¹, Heroe Wijanto², Yussi Perdana Saputera³

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

³Radar Telekomunikasi Indonesia (RTI), Bandung

¹pasaribuakbar73@gmail.com

²herowijanto@telkomuniversity.ac.id

³yussips@gmail.com

Abstrak

Electronic Support Measure (ESM) merupakan sebuah peralatan pertahanan elektronika 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.

Pada tugas akhir ini dirancang dan direalisasikan antenna *Rectangular monopole* dengan metode *trident-shaped feed* untuk aplikasi *Electronic Support Measure* pada frekuensi S-band 2-4 GHz. Substrat yang digunakan FR-4 dengan nilai permitivitas 4.4 mm menggunakan teknik pencatutan *Microstrip feed Line*.

Setelah dirancang dan direalisasikan antenna *Rectangular monopole* ini didapat hasil VSWR yaitu 1.1307, *Return Loss* yaitu -20.082. Serta pola radiasi antenna *unidirectional* dan berpolarisasi linier. Dengan spesifikasi tersebut antenna ini layak untuk digunakan pada perangkat *Electronic Support Measure (ESM)*.

Kata Kunci : Antena monopole, *Electronic Support Measure*, *mikrostrip feed line*.

Abstract

Electronic Support Measure (ESM) is an electronic defense equipment that functions to receive wave electromagnetic signals emitted by the object, then the signals are processed and analyzed in order to obtain the location, signal strength and other parameters. so it should

In this final project the antenna to be designed is a *Rectangular monopole antenna with trident-shaped feed method* at the S-band frequency (2-4 GHz) for *Electronic Support Measure* application. the substrate used is FR-4 with a relative permittivity value of 4.4, using the technique of rationing of *Microstrip Line*.

After designed and realized the obtain *Rectangular monopole* VSWR 1.1307, *Return loss* -20.082, pola radiasi antenna is *unidirectional* and polarization is linier. So that this antenna is suitable for use on *Electronic Support Measure (ESM)* devices.

Keywords: *Monopole antenna, Electronic Support Measure, mikrostrip feed line.*

1. Pendahuluan

Saat ini perkembangan teknologi militer banyak menggunakan gelombang elektromagnetik dalam peralatan yang digunakan untuk melindungi negara. Salah satu sistem yang dapat meningkatkan kemampuan pertahanan tersebut adalah dengan menggunakan teknologi yang sedang dikembangkan oleh lembaga ilmu pengetahuan Indonesia (LIPI) yaitu menggunakan sebuah perangkat yang bernama *Electronic Support Measure* (ESM).

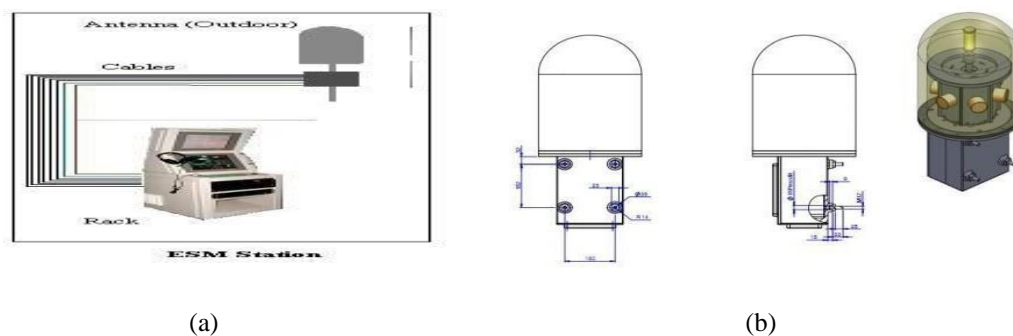
Electronic Support Measure (ESM) adalah bagian dari perangkat teknologi EW (*Electronic Warfare*) yang menggunakan gelombang elektromagnetik sebagai sistem komunikasi. Perangkat yang bekerja pada sistem keamanan militer ini berfungsi sebagai penerima gelombang elektromagnetik yang dipancarkan oleh suatu 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].

Pada tugas akhir ini spesifikasi antenna yang diharapkan dari antenna rectangular monopole adalah nilai VSWR bernilai ≤ 1.5 dan *Return loss* bernilai ≤ -15 dB. Antena yang dirancang bekerja pada frekuensi 2-4 Ghz dengan gain ≥ 6 dBi. dengan menggunakan bahan FR-4 ($\epsilon_r=4,4$, $h=1,6$ mm, dan $t=0.035$ μm) dan menggunakan bantuan *software CST Microwave Studio 2018*.

2. Dasar Teori

2.1 Electronic Support Measure

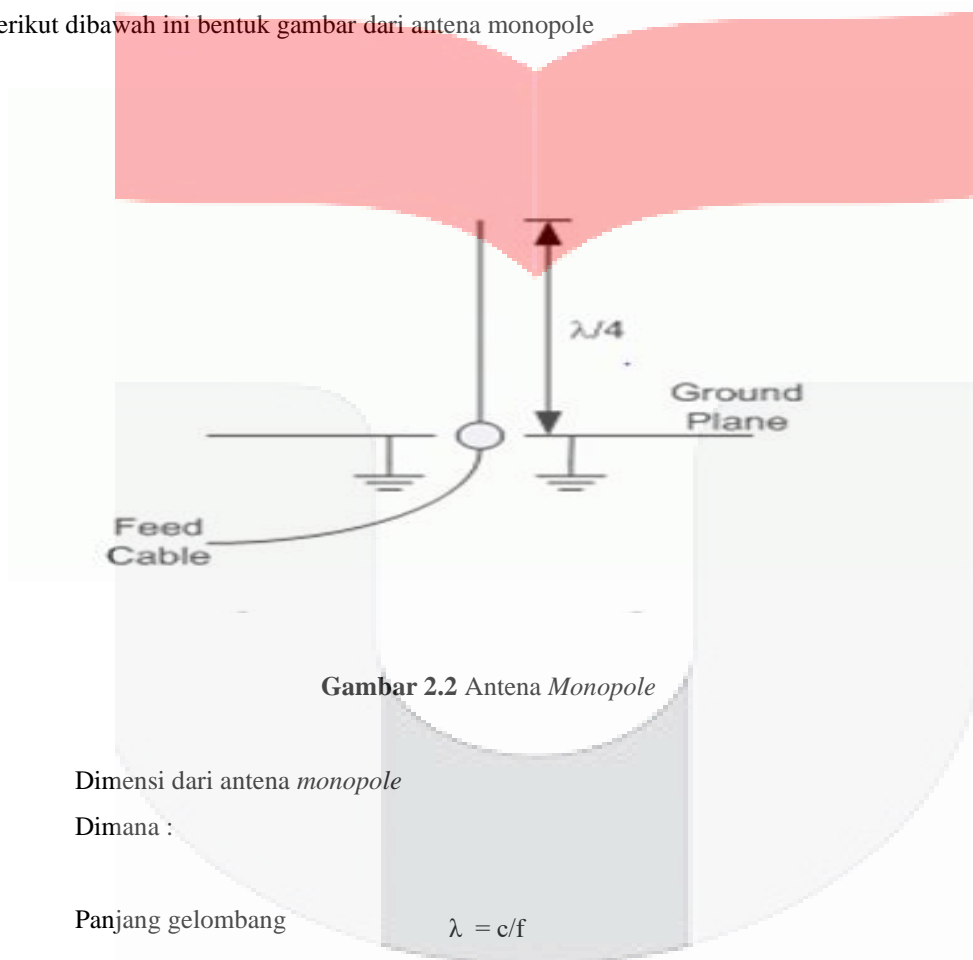
Electronic Support Measure (ESM) merupakan teknologi yang biasa digunakan dalam bidang militer. Peran ESM dalam perangkat militer yaitu sebagai alat untuk mendeteksi, mencegat, mengidentifikasi, menemukan, mencatat, dan atau menganalisa sumber energi elektromagnetik yang dipancarkan musuh yang masuk ke wilayah negara secara ilegal. Dengan memanfaatkan gelombang elektromagnetik yang dipancarkan oleh perangkat pemancar dari musuh, ESM dapat menghasilkan suatu titik koordinat posisi keberadaan musuh. Di bawah ini adalah gambar ESM Station dan salah satu bentuk antenna bagian luar dari ESM [1].



Gambar 2.1 (a) ESM Station [4] (b) Antena Outdoor ESM [2]

2.2 Antena Monopole

Antena *monopole* merupakan salah satu jenis kawat yang berbentuk dengan cara menganti atau mengilangkan setengah dari antena dipole dengan bidang pertanahan (ground plane) pada penempatan yang tepat sesuai dengan setengah sisa antena[3]. Jika bidang pentanahanya cukup besar, antena monopole akan bekerja seperti antena dipole yang mana pantulan pada bidang pentanahan akan mengantikan fungsi dari setengah antena dipole yang dihilangkan tersebut. Oleh karena hal ini antena, monopole dikenal juga sebagai antena dipole dengan seperempat panjang gelombang ($\lambda/4$) lambda. Antena ini memiliki bentuk pola radiasi omnidirectional dengan gain yang tidak terlalu tinggi. Dengan bentuk yang simple, antena ini banyak digunakan karena dimensinya efisien. Antena *monopole* merupakan antena yang paling banyak digunakan komunikasi wireless mobile dengan karakteristik broadband dan konstruksinya sederhana yang bisa digunakan pada antena untuk peralatan portable. Berikut dibawah ini bentuk gambar dari antena monopole



Dimensi dari antena *monopole*

Dimana :

Panjang gelombang $\lambda = c/f$ (2.1)

Panjang antena monopole $L = \frac{1}{4} \lambda$ (2.2)

Dimana :

λ = Panjang gelombang (m)

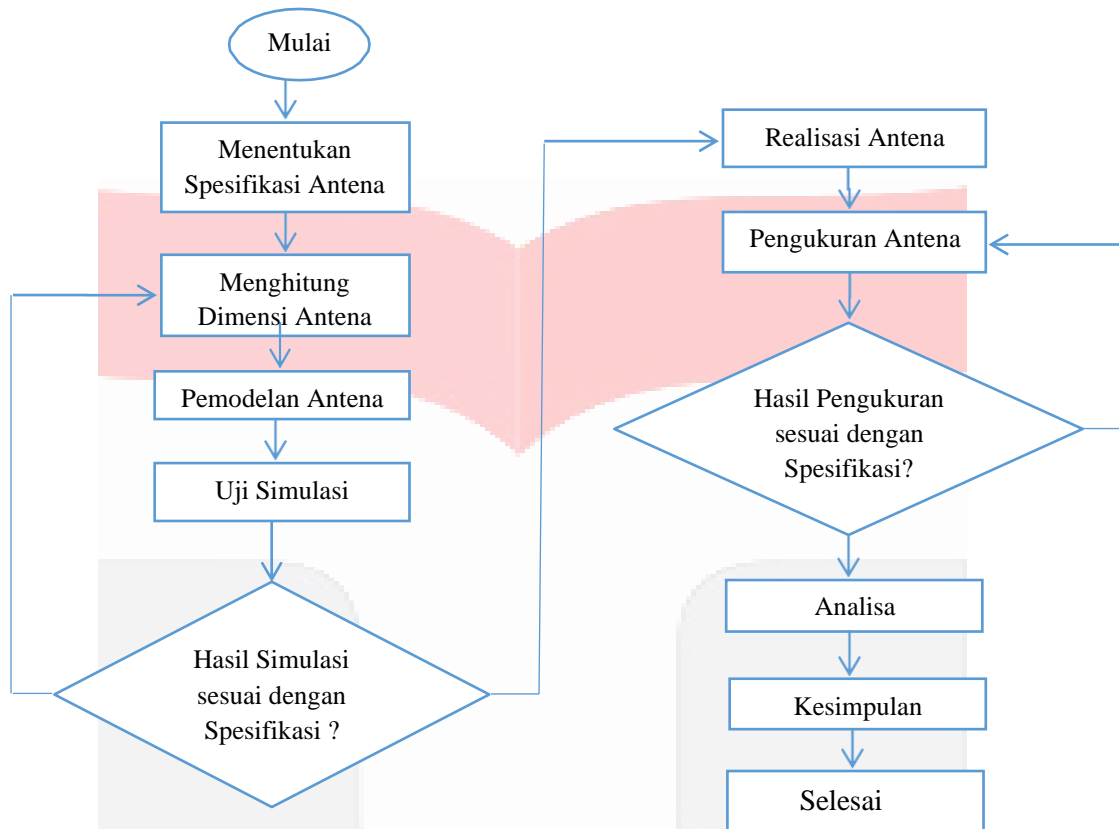
C = Cepat rambat cahaya (m/s)

F = Frekuensi kerja (GHz)

L = Panjang antena (m)

3. Perancangan dan Simulasi antena

Diagram alir menjelaskan tahapan-tahapan dalam perancangan tugas akhir ini. Tahapan-tahapan tersebut memiliki tujuan agar Tugas Akhir ini sesuai dengan yang diharapkan hingga analisis akhir perancangan. Diagram Alir dapat dilihat pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Diagram Alir

3.1 Spesifikasi antena

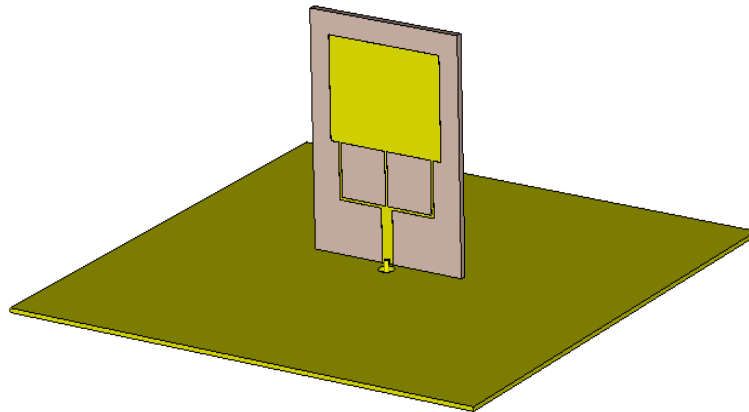
Pada tugas akhir ini dirancang antena *Rectangular Monopole* dengan *trident-shaped feed* dengan spesifikasi sebagai berikut pada Tabel 3.1.

Table 3.1 Spesifikasi Antena

Frekuensi Kerja	3 GHz
VSWR	≤ 1.5
Gain	≥ 6
Impedansi	50 Ohm
Polaradiasi	<i>Unidirectional</i>
Polarisasi	Linier

3.2 Simulasi Menggunakan *Software*

Perancangan pada Tugas Akhir kali ini saya menggunakan *software CST Studio Suite 2018* sebagai simulator. Kemudian mendesain bentuk antenna dengan komponen komponen penyusun dan elemen sesuai perencanaan awal dan juga memasukan hasil perhitungan pada saat simulasi. Pelaksanaan simulasi bertujuan untuk mendapatkan hasil dimensi pada antenna dan pengoptimasian agar mendapat hasil sesuai spesifikasi. simulasi dan data dimensi antenna pada *CST Microwave Studio 2018* dapat dilihat pada gambar di bawah



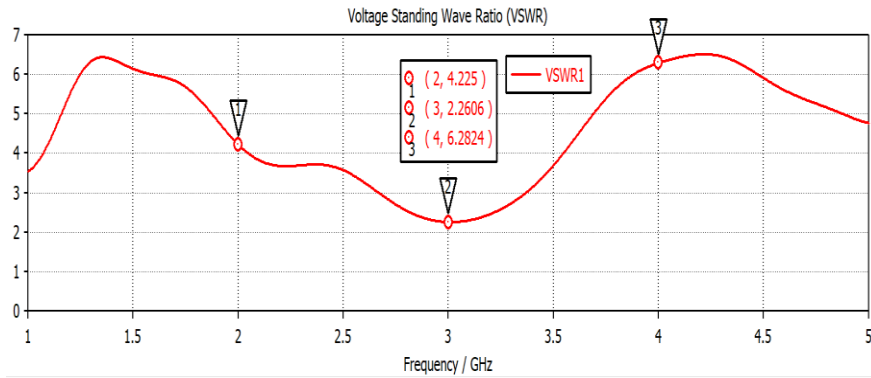
Gambar 3.2 Desain antenna *trident* saluran

3.3 Dimensi antenna sebelum optimasi

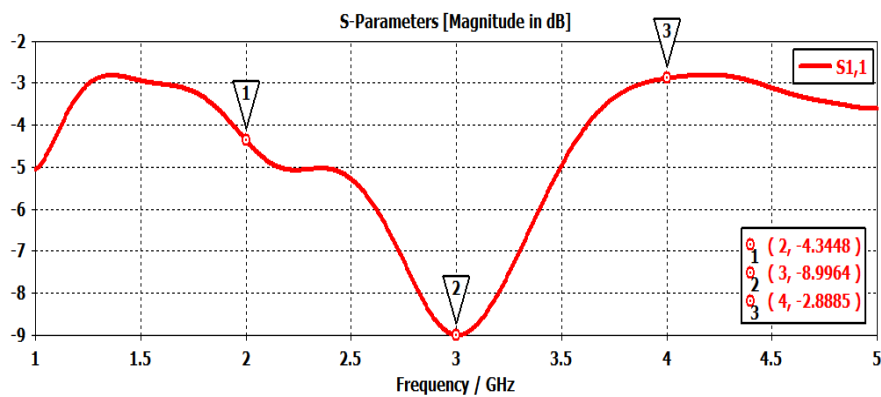
Table 3.2 Parameter hasil perhitungan untuk dimensi antenna *trident* saluran transmisi

No	Variable	Keterangan	Nilai (mm)
1	W	Panjang Patch	40
2	L	Lebar Patch	52,42
3	ST_Sumbser_P	Panjang Saltran	13,95
4	ST_Sumbser_L	Lebar Saltran	3,05
5	ST_1_P	Panjang Saltran	13,95
6	ST_1_L	Lebar Saltran	3,05
7	ST_Gap_P	Panjang Saltran	13,95
8	Sub_L	Jarak Substrat	5
9	W_Sub	Lebar Mikrostrip	40
10	L_Sub	Panjang Mikrostrip	43,9
11	W_Ground	Lebar Grounding	125
12	L_Ground	Panjang Grounding	125

Tujuan dari simulasi menggunakan CST adalah untuk mencari ukuran yang tepat dengan parameter-parameter yang sudah ditentukan, sehingga akan mengurangi kesalahan pada saat fabrikasi antenna. Pemodelan dan simulasi pada *CST Microwave Studio 2018* dapat dilihat pada gambar di bawah.



Gambar 3.2 Hasil VSWR sebelum optimasi



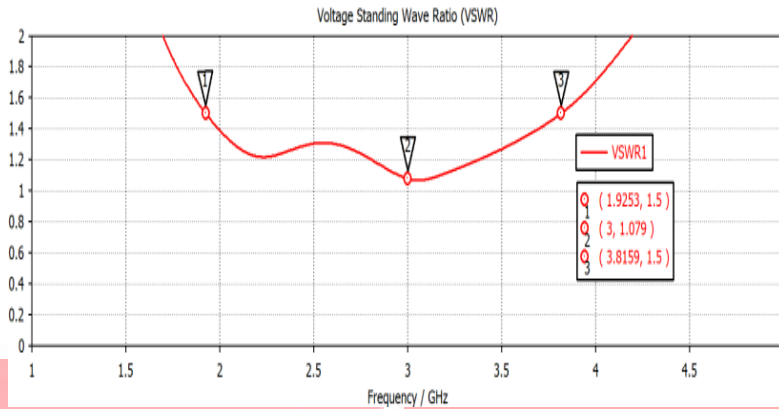
Gambar 3.3 Hasil Return Loss sebelum optimasi

Dapat dilihat pada gambar 3.2 dan 3.3 spesifikasi antenna belum sesuai dengan apa yang diharapkan yaitu pada frekuensi kerja 3 GHz, hasil VSWR dan Return Loss masih jauh dari spesifikasi, yaitu VSWR didapatkan 2.2606 dan Return Loss -8.9964 dB, maka dari itu perlu dilakukan optimasi.

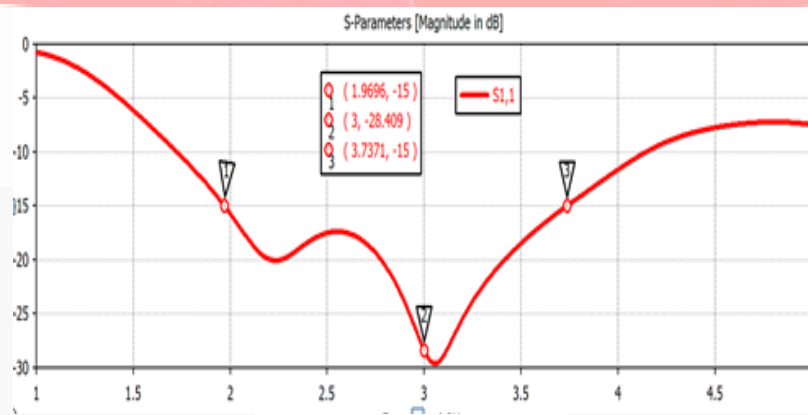
3.4 Dimensi antenna setelah optimasi

Table 3.3 Parameter hasil optimasi untuk dimensi antenna trident saluran transmisi

No	Variable	Keterangan	Nilai (mm)
1	W	Panjang Patch	34,7
2	L	Lebar Patch	27
3	ST_Sumbser_P	Panjang Saltran	1
4	ST_Sumbser_L	Lebar Saltran	4
5	ST_1_P	Panjang Saltran	3
6	ST_1_L	Lebar Saltran	6
7	ST_Gap_P	Panjang Saltran	3
8	Sub_L	Jarak Substrat	5
9	W_Sub	Lebar Mikrostrip	44,7
10	L_Sub	Panjang Mikrostrip	37,35
11	W_Ground	Lebar Grounding	125
12	L_Ground	Panjang Grounding	125

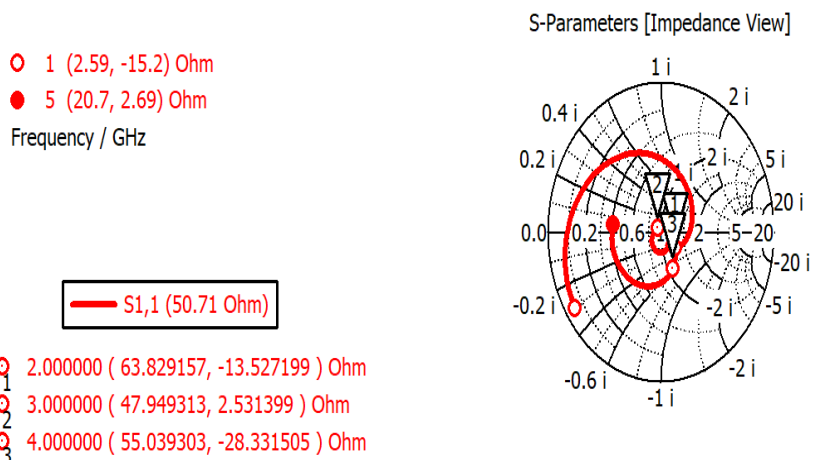


Gambar 3.4 Hasil VSWR setelah optimasi



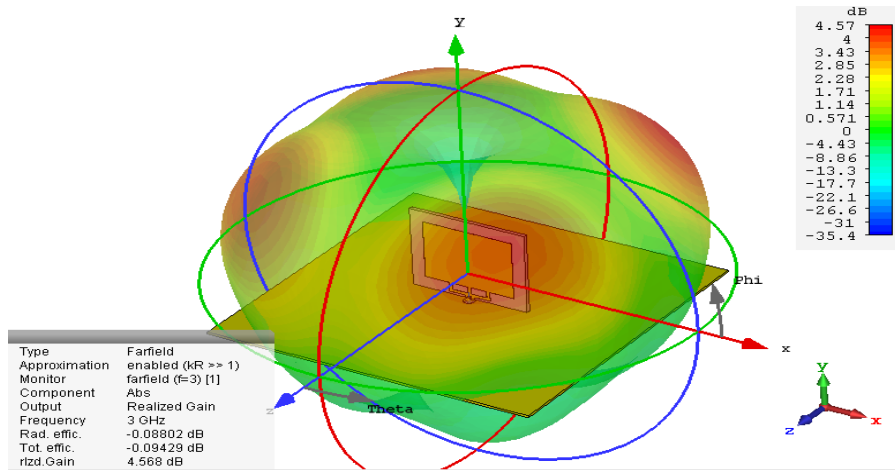
Gambar 3.5 Hasil Return Loss setelah optimasi

Hasil simulasi pada gambar 3.4 dan 3.5 nilai VSWR di frekuensi kerja 3 GHz menunjukkan hasil 1.079 dan Return loss menunjukkan hasil -28.409 dB pada frekuensi kerja 3 GHz dengan bandwidth yang mulai dari frekuensi 1,9696 GHz sampai 3.7371 GHz pada batas Return loss -15 dB menghasilkan bandwidth sebesar 1,768 MHz.



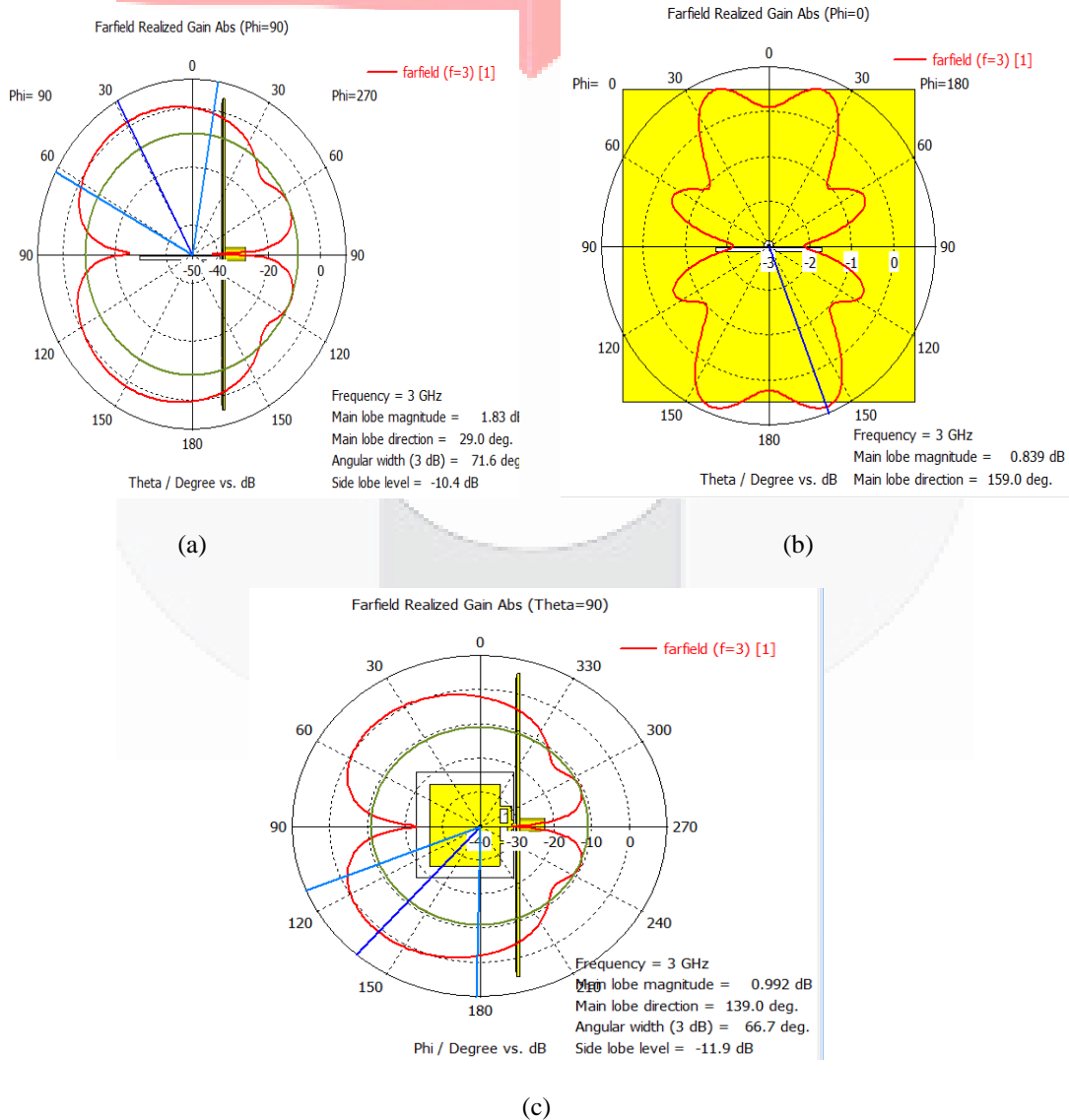
Gambar 3.6 Impedansi

Impedansi yang ditunjukkan pada gambar 3.6 merupakan pernyataan, bahwa pada frekuensi 3 GHz, impedansi yang dihasilkan mendekati impedansi ketetapan pada bidang RF, yaitu 50 Ω. Dengan hasil sebesar 47.949313+j2,531399 Ω.



Gambar 3.7 Gain dan polaradiasi

Dari gambar hasil simulasi yang diatas, gain yang dihasilkan sebesar 4,568 dB.

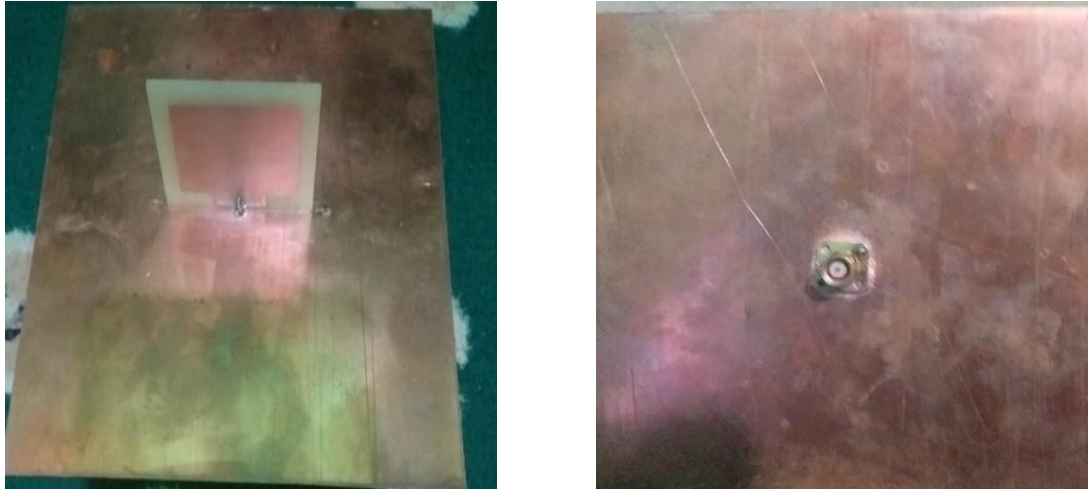


Gambar 3.8 Hasil simulasi perpotongan (a) Phi 90°, (b) Phi 0°, (c) theta 90°

Setelah didapatkan hasil optimasi simulasi yang telah sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan kemudian melakukan fabrikasi antenna dan pengukuran antenna.

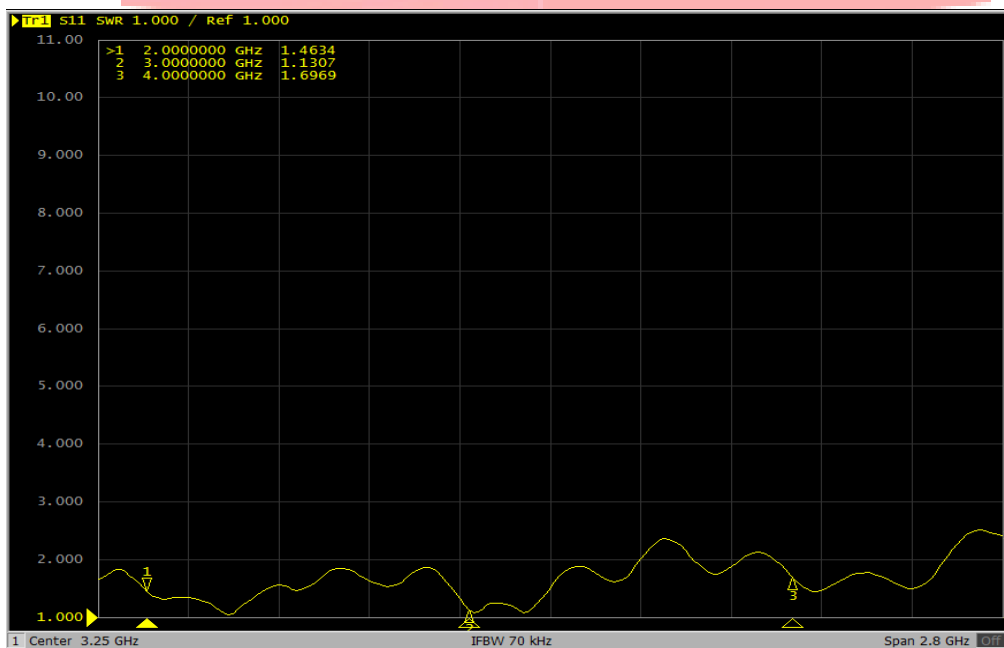
4. Pengukuran dan Analisis

Tahap selanjutnya antenna yang telah dirancang dan disimulasikan dengan *software*, kemudian direalisasikan dengan menggunakan bahan yang sudah ditentukan sebelumnya yaitu substrat FR-4 Epoxy.



Gambar 4.1 Realisasi Antena Tampak depan dan belakang

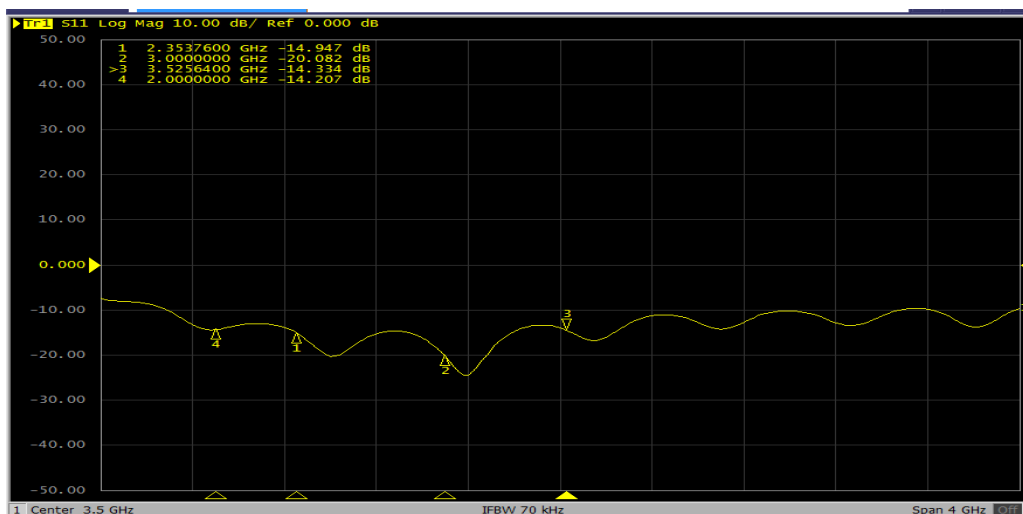
4.1 Hasil pengukuran VSWR



Gambar 4.2 Hasil pengukuran VSWR

Pada hasil pengukuran realisasi antenna, nilai VSWR yang didapat pada frekuensi tengah 3 GHz adalah 1.1307 sedangkan nilai VSWR pada simulasi adalah 1.079. Hasil pengukuran VSWR realisasi antenna sudah memenuhi spesifikasi yaitu ≤ 1.5 . Tetapi, nilai hasil pengukuran realisasi lebih kecil dibanding dengan simulasi. karena saat proses simulasi software yang digunakan memiliki kondisi lingkungan yang ideal, tetapi pada saat melakukan realisasi, tidak bisa mendapatkan kondisi lingkungan yang ideal seperti pada *software* simulasi. hal lain yang mempengaruhi pada saat proses fabrikasi karena antenna sangat sensitif pada perubahan variable sekecil apapun.

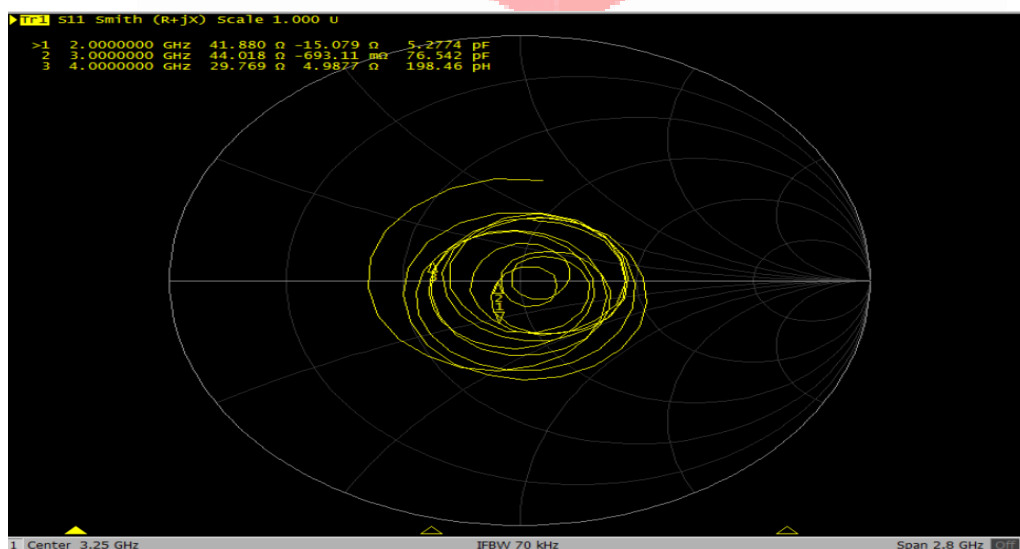
4.2 Hasil pengukuran *Return Loss* dan Bandwidth



Gambar 4.3 Hasil Pengukuran *Return Loss*

Pada hasil pengukuran realisasi antenna, nilai *Return Loss* yang didapat pada frekuensi tengah 3 GHz adalah -20.028 dB sedangkan nilai RL pada simulasi adalah -28.409 dB. Hasil pengukuran RL antenna sudah memenuhi spesifikasi yaitu ≤ -15 dB. Dimana bandwidth yang dihasilkan mulai dari frekuensi 2.3537 sampai 3.5256 menghasilkan nilai sebesar 1.172 MHz. Tetapi, nilai *Return Loss* hasil pengukuran realisasi lebih kecil dibanding dengan simulasi Hal ini dapat disebabkan oleh kurangnya tingkat ketelitian saat fabrikasi, proses penyolderan yang tidak sempurna dan loss serta kesensitifitasan dari kabel probe.

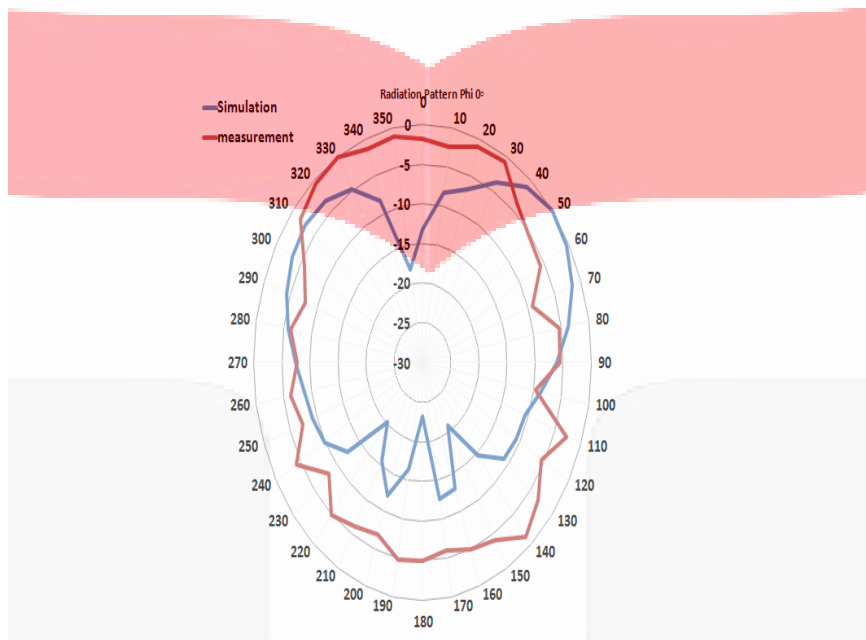
4.3 Hasil pengukuran impedansi



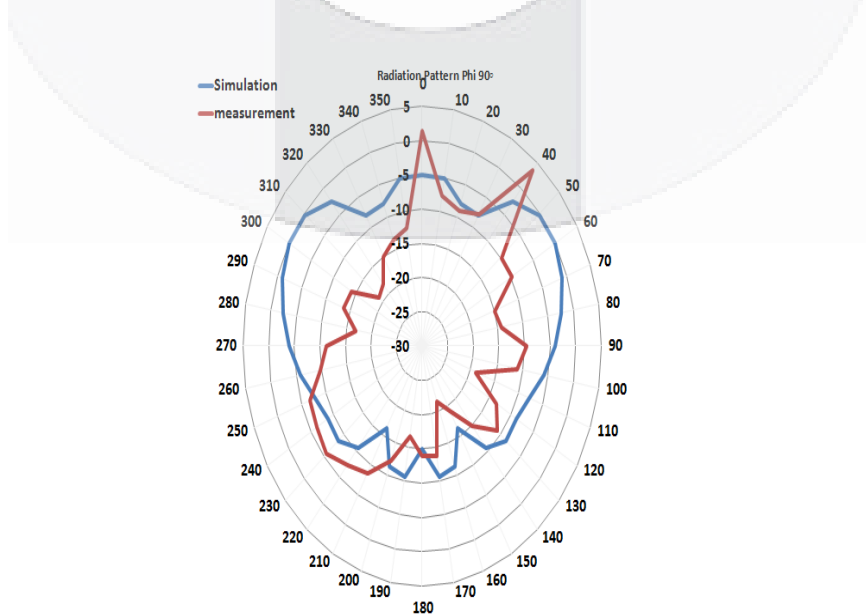
Gambar 4.4 Hasil Pengukuran Impedansi

Pengamatan impedansi pada pengukuran mengacu pada frekuensi yang sudah diukur sebelumnya pada VSWR dan *Return Loss*. Terdapat 3 titik frekuensi sampel yaitu 2 GHz, 3 GHz dan 4 GHz. Untuk pengamatan utama pada frekuensi 3 GHz dimana impedansi yang di dihasilkan sebesar $44.018\Omega -693,11\text{ m}\Omega$. Dengan impedansi sumber sebesar $50\ \Omega$, yang artinya hanya sedikit selisih yang di didapatkan, dengan kata lain pengukuran dinyatakan matching.

4.4 Pengukuran Polaradiasi dan Gain



Gambar 4.5 Perbandingan hasil simulasi dan pengukuran Azimuth pada frekuensi 3 GHz



Gambar 4.6 Perbandingan hasil simulasi dan pengukuran Elevasi pada frekuensi 3 GHz

Dari hasil yang didapatkan terlihat bahwa ada perbedaan pada polaradiasi baik arah azimuth maupun elevasi antara hasil simulasi dengan hasil realisasi. Hal ini terjadi karena ada beberapa faktor yang menyebabkan adanya penyimpangan hasil pengukuran dibandingkan hasil simulasi yaitu pengukuran yang dilakukan secara manual yang menyebabkan tidak pas dan pengarahannya dan adanya interferensi dari sinyal lain saat di ruang pengukuran. Tetapi dari hasil simulasi dan realisasi di atas menunjukkan bahwa jenis pola radiasi *unidirectional* karena adanya daya terbesar yang mengarah pada salah satu sudut. Hal ini sudah sesuai spesifikasi awal antenna yang diinginkan yaitu mempunyai polaradiasi *unidirectional*.

5. Kesimpulan dan saran

5.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan perancangan dan realisasi maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil VSWR yang didapat setelah optimasi dan hasil pengukuran realisasi antenna sudah memenuhi spesifikasi antenna yang diinginkan yaitu ≤ -1.5 dB.
2. Hasil *Return Loss* yang didapat setelah optimasi dan hasil pengukuran realisasi antenna sudah memenuhi spesifikasi antenna yang diinginkan yaitu ≤ -15 dB.
3. Polaradiasi antenna yg dirancang dan direalisasikan memiliki bentuk pola radiasi *Unidirectional*
4. Antenna memiliki polarisasi linier dengan nilai axial ratio 17.0996
5. Hasil pengukuran tidak sama persis dengan simulasi. Hal ini disebabkan karena adanya faktor dari tingkat ketelitian pada saat fabrikasi dan pengaruh kondisi lingkungan yang tidak ideal.
6. Antenna yang dirancang dengan *trident-shaped feed* menghasilkan *bandwidth* yang lebar dibandingkan dengan *single feed*
7. Penggunaan teknik pencatutan microstrip feed line sangat cocok dengan kebutuhan spesifikasi antenna, Penyepadanan impedansi pada teknik ini juga lebih sederhana jika dibandingkan dengan teknik pencatutan yang lain.

5.2 Saran

Saran penulis untuk mendapatkan performansi antenna ini lebih baik, terdapat beberapa saran yang bisa dijadikan sebagai pertimbangan sebagai berikut:

1. Dalam proses fabrikasi antenna lebih baik dilaksanakan dengan tingkat ketelitian yang tinggi agar hasilnya tidak jauh beda dengan simulasi karena perubahan sekecil apapun mempengaruhi hasil pada saat pengukuran.
2. Antenna hasil perancangan tugas akhir ini dapat dilakukan penelitian selanjutnya dengan menggunakan frekuensi lain pada ESM atau metode lain dimana memiliki dimensi yang lebih kecil tetapi memenuhi spesifikasi yang dibutuhkan untuk menghemat bahan.
3. Melakukan uji coba performansi lebih dalam lagi pada sistem Electronic Support Measure pada frekuensi S-Band.
4. Melakukan uji coba performansi lebih dalam lagi pada sistem *Electronic Support Measure* (ESM) pada frekuensi S-Band.

DAFTAR PUSAKA

- [1] T. PPET-LIPI, Penelitian dan Pengembangan RF Head dan Baseband Processing Electronic Support Measure (ESM), Bandung: LIPI, 2012.
- [2] H. Sulistiyo, Antena Susunan Log Periodik Dipole Cetak Untuk ESM S-Band, Bandung: Universitas Telkom, 2017.
- [3] Renita Danarianti, "Rancangan Bangun Dan Pengukuran Antena Monopole 145.95 MHz dan 436.915 MHz Untuk aplikasi nano satelit," Depok: Universitas Indonesia, 2012.

