

ANTENA CAKRAM UNTUK PENEMU ARAH 20 - 1300 MHz

DISK ANTENNA FOR DIRECTION FINDER 20 – 1300 MHz

Riski Handelta Ginting¹, Heroe Wijanto², Yuyu Wahyu³

Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom
Radar Telekomunikasi Indonesia (RTI), Bandung

¹ riskihandeltaginting23@gmail.com, ² heroe.wijanto@telkomuniversity.ac.id,

³ yuyu.wahyu@lipi.go.id

Abstrak

Antena berbentuk seperti cakram yang kegunaannya untuk *directional finder* dari *transmitter* musuh yang pengaplikasiannya pada bidang militer. Sebagai kegunaan untuk *directional finder*, polarisasi menjadi hal yang sangat mempengaruhi proses pendeteksian gelombang elektromagnetik dari *transmitter*, karena dibutuhkan hasil keterarahan yang maksimal pada satu sudut arah yang ingin dideteksi. Antena cakram adalah salah satu antena yang dapat menghasilkan polarisasi yang maksimal pada satu arah, yang terdiri dari elemen pasif menggunakan antena sirkular dan sebuah reflektor.

Disk antenna mampu berkerja pada frekuensi 70 – 1380 MHz, VSWR yang didapat yaitu 1,278 pada frekuensi 70 MHz, 2,083 pada frekuensi 660 MHz, dan 1,659 pada frekuensi 1300 MHz. Pola radiasi antena *unidirectional* dan berpolarisasi elips. Gain maksimum yang mampu dicapai antena hasil pabrikan adalah 8,614 dBi. Pada penggunaannya antena ini akan di letakkan pada markas militer tentara, kemudian dilakukan perubahan sudut sesuai arah yang diinginkan untuk *directional finder* yang diinginkan.

Kata Kunci : *Disk Antenna, Directional Finder, Reflector*

Abstract

Antenna shaped like a disc whose use is for the directional finder of enemy transmitters that have military applications. As a utility for the directional finder, the radiation pattern result greatly affect the electromagnetic wave detection process of the transmitter, because the maximum directional result is required to detect the intended angle. Disc antenna is one antenna that can produce maximum polar radiation in one direction, which consists of a passive element using a circular antenna and a reflector.

Disk antenna is able to work at a frequency of 70 – 1380 MHz, VSWR obtained were 1,278 at a frequency of 70 MHz, 2,083 at a frequency of 1300 MHz. The radiation pattern of the antenna is unidirectional and is elliptically polarised. The maximum gain achieved by a manufactured antenna is 8,614 dBi. The operation of this antenna will be based at an army military headquarters, where adjustments to the angle can be made according to the correct direction for the desired directional finder.

Keyword : *Disk Antenna, Directional Finder, Reflector*

1. Pendahuluan

Seiring berkembangnya zaman, teknologi semakin maju terlebih pada *Radio Detection and Ranging* (RADAR) sebagai suatu sistem yang dapat mendeteksi arah suatu *transmitter* yang memancarkan gelombang elektromagnetik. Antena *disk antenna directional finder* adalah salah satu alat yang digunakan untuk mendeteksi arah *transmitter* yang memancarkan gelombang elektromagnetik..

Pada antena ini digunakan frekuensi 20 – 1300 MHz yang bertujuan agar dapat mendeteksi *transmitter* yang memancarkan frekuensi rendah. *Disk antenna* dipilih karena mengingat frekuensi antena yang rendah dan mengakibatkan ukuran antena yang besar dan juga untuk menghasilkan keterarahan yang maksimal. Sedangkan bentuk patch circular sebagai elemen pasif dipilih karena diharapkan mampu memberikan sumbangsih perbaikan kinerja dalam hal polarisasi.

2. Dasar Teori

2.1 Directional Finding

Antena *directional finding* digunakan untuk mencari arah dari sumber gelombang radio. Konsepnya menggunakan dua atau lebih perhitungan dari sinyal yang sama, kemudian membandingkan perbedaan dari perhitungan dua sinyal tersebut untuk menentukan arah dari sumber gelombang. Salah satu aplikasi militer paling awal untuk radio adalah *directional finding* (DF), yang memungkinkan untuk menemukan posisi pesawat musuh dan kapal menggunakan empat komponen utama yaitu antena, *receiver*, prosesor, dan kontrol output sistem.

2.2 Antena

Antena didefinisikan sebagai sebuah atau sekelompok konduktor yang digunakan untuk memancarkan atau meneruskan gelombang elektromagnetik menuju ruang bebas atau menangkap gelombang elektromagnetik dari ruang bebas.

2.3 Antena Directional

Jenis antena ini digunakan pada sisi client dan mempunyai gain yang sangat tinggi yang diarahkan ke Access Point. Atau istilah yang biasanya disebutkan adalah antena narrow beamwidth, yaitu yang mempunyai sudut pemancar

yang kecil dengan daya lebih terarah, jarak jauh dan tidak bisa menjangkau area yang luas, antena *directional* seperti *grid*, *dish "parabolic"*, *yagi*, dan *antenna sectoral*.

2.4 Disk antenna (antena parabolik / parabola)

Antena parabola atau *disk antena* merupakan antena yang menggunakan *reflector* berbentuk parabola ataupun piringan, permukaan melengkung dengan bentuk penampang parabola, bisa juga menggunakan reflektor datar sama sisi untuk mengarahkan gelombang radio. Penggunaan antena parabolik dalam tugas akhir ini bertujuan untuk mendapatkan directivity tinggi.

2.4.1 Kontruksi Antena Parabola

2.4.1.1 Feeder

Feeder adalah bagian dari antena parabola yang berfungsi untuk mengumpulkan energy ke reflektor yang kemudian dipantulkan menuju kesatu arah. Feeder pada umumnya diletakkan pada bagian titik fokus reflektor. Perhitungan nilai titik fokus wajan dilakukan dengan menggunakan rumus :

$$fw = \frac{Dw^2}{16 dw}$$

Dimana:

Dw = Diameter wajan, dw = Kedalaman wajan, fw = Titik fokus

2.4.1.2 Reflektor

Pada antena parabola reflektor terdapat feed (sumber pemancar primer) yang terletak pada titik fokus yang pancarannya diarahkan ke reflektor parabola, sehingga jika berkas sinyal mengenainya, berkas ini direfleksikan sesuai dengan hukum Snellius, yaitu sudut datang = sudut pantul. Dengan adanya reflektor, energi pancaran bisa lebih dikonsentrasikan atau lebih bisa terarah menuju ke satu arah. Karena berkas sinyal akan paralel dan tidak menyebar diruang.

2.5 Model Radiasi Antena Parabola

Pola radiasi dari sebuah antena parabola yang prinsip kerjanya adalah seperti cermin cekung dimana sinyal yang datang dari arah depan difokuskan pada titik fokusnya sehingga lebih terarah dalam pancarannya dan di titik inilah terdapat level sinyal yang paling tinggi.

2.6 Gain Antena Parabola

Untuk mengetahui gain/penguatan dari antena parabola dapat menggunakan persamaan berikut :

$$G = 10 \text{ Log } Eff + 20 \text{ Log } f + 20 \text{ Log } D + 20,4$$

Dimana :

G = Gain (dB), Eff = Effisiensi parabola dish (pada umumnya 0,55), F = Frekuensi (GHz), D = Diameter parabola dish (m)

Gain dari antena parabola dipengaruhi oleh :

1. Panjang gelombang dari frekuensi kerja.
2. Diameter antena parabola.
3. Kedalaman antena parabola.

Untuk menghitung nilai efisiensi dapat digunakan persamaan berikut :

$$f = \frac{F}{D}$$

Dimana :

f = efisiensi, F = frekuensi, D = diameter parabola

3. Perancangan dan Simulasi

Untuk memudahkan proses perancangan dan pembuatan antena pada Tugas Akhir ini dibagi menjadi 4 tahapan. Pertama dilakukan dengan penentuan spesifikasi antena. Kedua menentukan dimensi antena dan reflektor sesuai perhitungan. Ketiga perancangan dengan software cst 2017 dan yang terakhir adalah realisasi antena sesuai dengan hasil simulasi yang telah dioptimasi.

3.1 Spesifikasi Antena

Berikut spesifikasi *disk antenna* yang direalisasikan:

1. Frekuensi Kerja : 660 MHz
2. Frekuensi Bawah : 20 MHz
3. Frekuensi Atas : 1300 MHz
4. VSWR : ≤ 2
5. Return Loss : ≤ -10 dB
6. Pola radiasi : *Unidirectional*
7. Polarisasi : Linier
8. Bandwidth : ≥ 1280 MHz
9. Gain : $8 \text{ dBi} \leq G \leq 18 \text{ dBi}$

- 10. Impedansi : 50 Ω konektor SMA

Tugas Akhir ini direalisasikan dengan menggunakan bahan aluminium pada *circular antenna* maupun reflektornya. Berikut spesifikasi aluminium yang digunakan:

- 1. Permittifitas dielektrik bahan (ϵ_r) : 9,5
- 2. Permiabilitas relative (μ_r) : ≤ 1
- 3. Tebal aluminium : 0,5 mm
- 4. Impedansi karakteristik saluran : 50 Ω

3.2 Perancangan Antena

3.2.1 Perancangan Dimensi Antena

Dimensi antena dipengaruhi oleh jenis bahan antena dan frekuensi antena tersebut. Semakin besar frekuensi yang dipakai maka semakin kecil dimensi antena yang dibuat, begitupun sebaliknya bila frekuensi yang dipakai kecil maka dimensi antena semakin besar.

3.2.2 Dimensi Patch dan Susunan Antena

Besar panjang gelombang pada frekuensi 20 – 1300 MHz yang dihitung dengan cara sebagai berikut :

- Panjang Gelombang

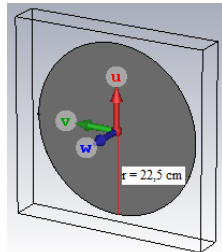
$$\lambda = \frac{3 \times 10^8}{660 \times 10^6} = 0,45 \text{ m}$$

- Dimensi patch

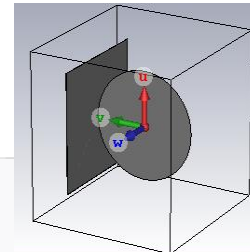
Menghitung jari-jari *disk antenna* dengan rumus keliling lingkaran sebagai berikut :

$$r = \frac{45 \text{ cm}}{2}$$

$$r = 22,5 \text{ cm}$$



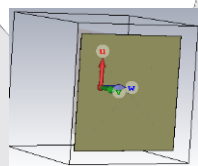
Gambar 3.2 Dimensi Awal Antena Sirkular



Gambar 3.3 Perancangan Dimensi Awal Antena

3.2.3 Dimensi Antena Reflektor

Dalam pembuatan *reflector antenna* biasanya sedikit lebih panjang dari *driven* elementnya atau *circular antenna*. Yang berfungsi untuk memblokir atau memantulkan radiasi yang mengarah ke belakang agar menuju ke depan. Panjang *reflector* sangat berpengaruh terhadap FBR (Front to Back Ratio) dan impedansi input antena. Bentuk *reflector* yang digunakan adalah jenis reflektor datar sama sisi.



Gambar 3.1 Dimensi Awal Reflektor

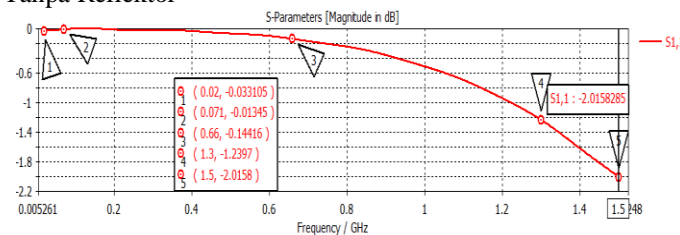
3.3 Simulasi dengan Software

Tahap selanjutnya dalam perancangan antena adalah melakukan simulasi terhadap desain dimensi antena yang dilakukan perhitungan. Simulator yang digunakan yakni CST Microwave Studio 2017.

3.4 Hasil Simulasi

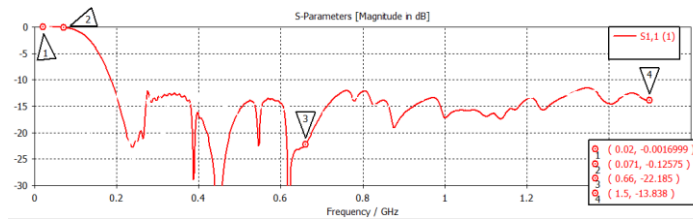
3.4.1 Hasil Return Loss

- Hasil Return Loss Tanpa Reflektor



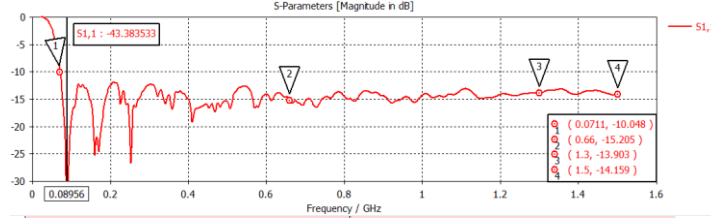
Gambar 3.2 Grafik return loss tanpa reflektor sebelum optimasi

- Hasil Return Loss Dengan Reflektor



Gambar 3.3 Grafik return loss dengan reflektor sebelum optimasi

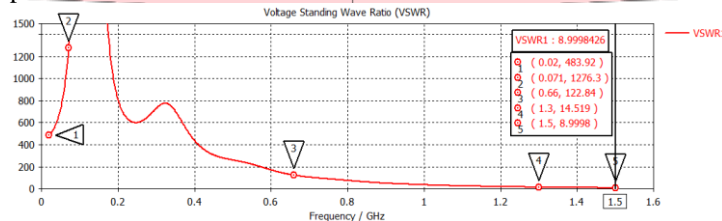
Berikut hasil grafik return loss *disk antenna* setelah dilakukan optimasi :



Gambar 3.4 Grafik return loss *disk antenna* setelah optimasi

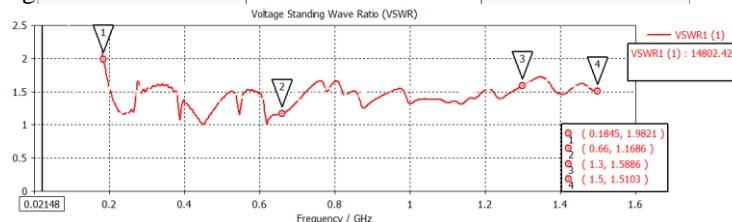
3.4.2 Hasil VSWR dan Bandwidth

- Hasil VSWR Tanpa Reflektor



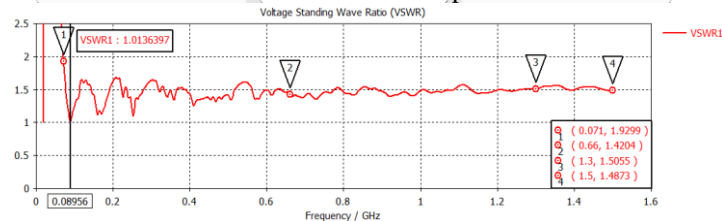
Gambar 3.5 Hasil VSWR tanpa reflektor simulasi awal

- Hasil VSWR Dengan Reflektor



Gambar 3.6 Hasil VSWR dengan reflektor simulasi awal

Berikut hasil nilai VSWR dan bandwidth setelah dilakukan optimasi :

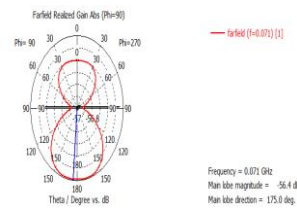
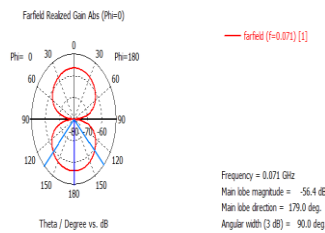


Gambar 3.7 Hasil VSWR setelah optimasi

3.4.3 Hasil Polaradiasi

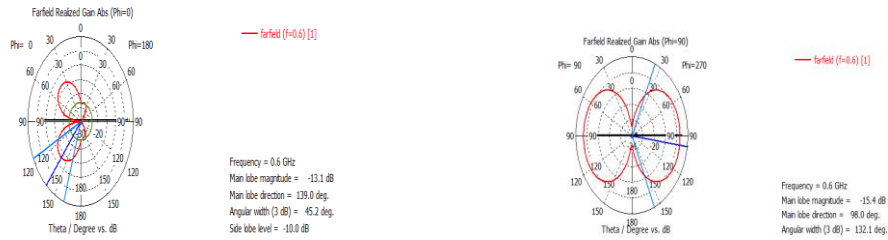
3.4.3.1 Hasil Polaradiasi Tanpa Reflektor

- Pada Frekuensi 71 MHz



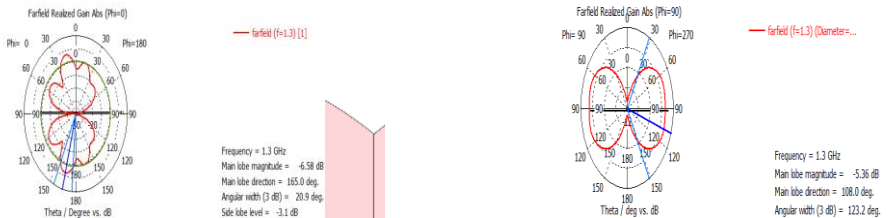
Gambar 3.8 Pola radiasi azimuth frekuensi 71 MHz tanpa reflektor, Gambar 3.9 Pola radiasi elevasi frekuensi 71 MHz tanpa reflektor

- Pada Frekuensi 660 MHz



Gambar 3.10 Pola radiasi azimuth frekuensi 660 MHz tanpa reflector, **Gambar 3.11** Pola radiasi elevasi frekuensi 660 MHz tanpa reflector

- Pada Frekuensi 1300 MHz



Gambar 3.12 Pola radiasi azimuth frekuensi 1300 MHz tanpa reflector, **Gambar 3.13** Pola radiasi elevasi frekuensi 1300 MHz tanpa reflector

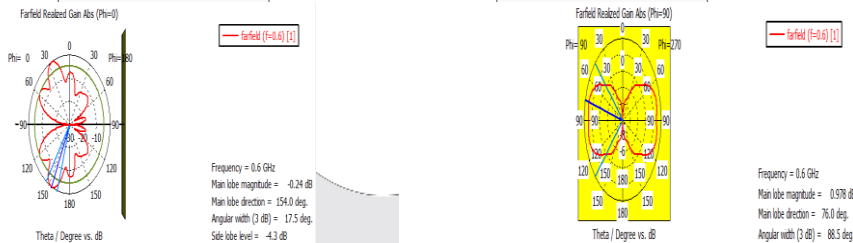
3.4.3.2 Hasil Polaradiasi dengan Reflektor

- Pada Frekuensi 71 MHz



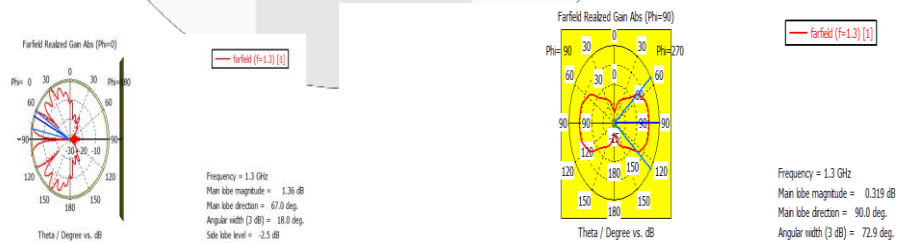
Gambar 3.14 Pola radiasi azimuth frekuensi 71 MHz dengan reflector, **Gambar 3.15** Pola radiasi elevasi frekuensi 71 MHz dengan reflector

- Pada Frekuensi 660 MHz



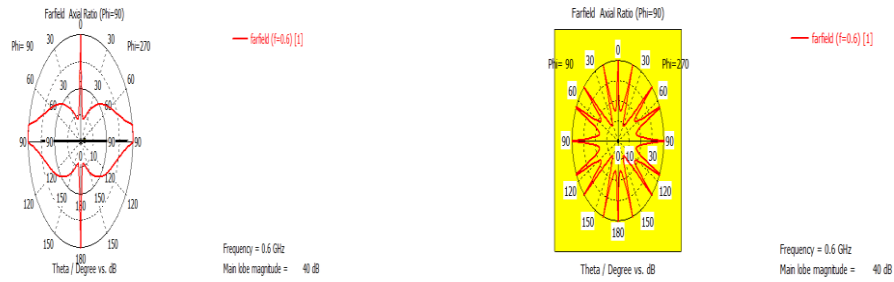
Gambar 3.16 Pola radiasi azimuth frekuensi 660 MHz dengan reflector, **Gambar 3.17** Pola radiasi elevasi frekuensi 660 MHz dengan reflector

- Pada Frekuensi 1300 MHz



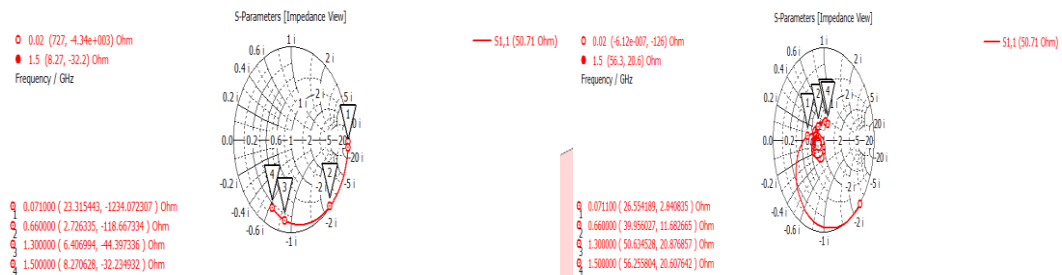
Gambar 3.18 Pola radiasi azimuth frekuensi 1300 MHz dengan reflector, **Gambar 3.19** Pola radiasi elevasi frekuensi 1300 MHz dengan reflector

3.4.4 Hasil Polarisasi



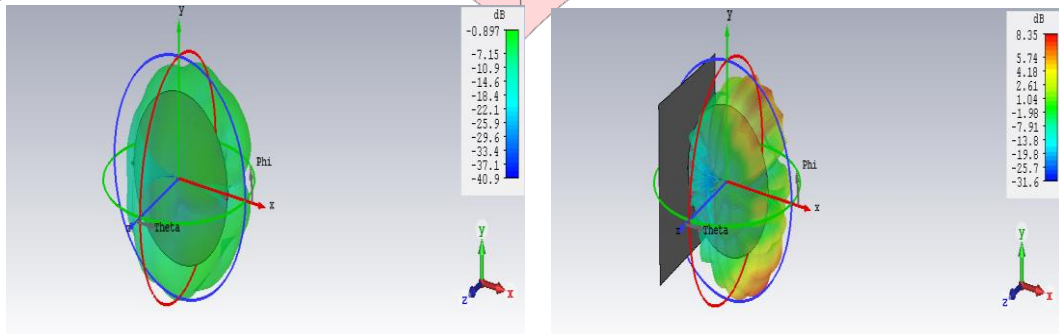
Gambar 3.20 Bentuk polarisasi antenna tanpa reflector, Gambar 3.21 Bentuk polarisasi antenna dengan reflector

3.4.5 Impedansi



Gambar 3.22 Simulasi impedansi antenna tanpa reflector, Gambar 3.23 Simulasi impedansi antenna dengan reflector

3.4.6 Gain



Gambar 3.24 Gain hasil simulasi tanpa reflector, Gambar 3.25 Gain hasil simulasi dengan reflector

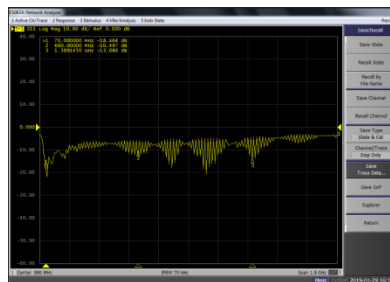
3.4.7 Pemodelan Prototype



Gambar 3.26 Prototype tampak depan

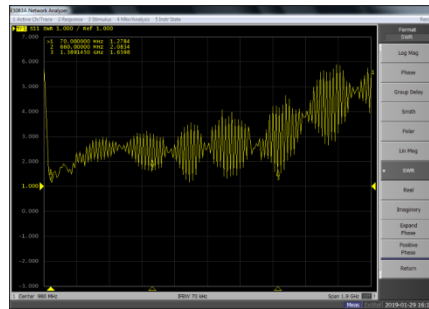
4. Hasil dan Analisis

4.1 Hasil Pengukuran dan Analisis Return Loss



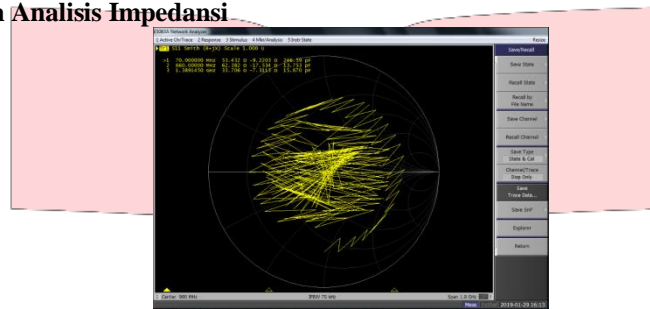
Gambar 4.1 Hasil pengukuran return loss

4.2 Hasil Pengukuran dan Analisis VSWR dan Bandwidth



Gambar 4.2 Hasil pengukuran VSWR

4.3 Hasil Pengukuran dan Analisis Impedansi



Gambar 4.3 Hasil pengukuran impedansi

4.4 Hasil Pengukuran dan Analisis Gain

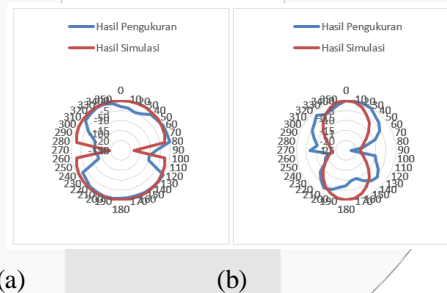
Setelah didapatkan hasil pengukuran gain yang kemudian dimasukkan kedalam rumus gain, mendapatkan nilai gain yaitu 8,614 dBi. Berikut perbandingan-gain hasil simulasi dan pengukuran :

| Gain Maksimum Simulasi | Gain Maksimum Pengukuran |
|------------------------|--------------------------|
| 8,35 dBi | 8,614 dBi |

Tabel 4.2 Perbandingan gain maksimum simulasi dan pengukuran

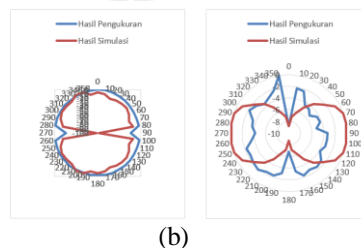
4.5 Hasil Pengukuran dan Analisis Polaradiasi

- Frekuensi 71 MHz



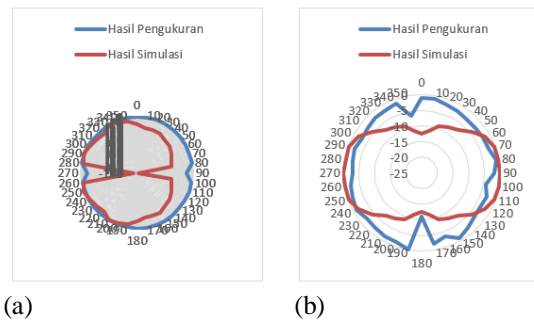
Gambar 4.4 Pola radiasi azimuth (a) dan pola radiasi elevasi (b) hasil pengukuran frekuensi 71 MHz

- Frekuensi 660 MHz



Gambar 4.5 Pola radiasi azimuth (a) dan pola radiasi elevasi (b) hasil pengukuran frekuensi 660 MHz

- Frekuensi 1300 MHz



Gambar 4.6 Pola radiasi azimuth (a) dan pola radiasi elevasi (b) hasil pengukuran frekuensi 1300 MHz

4.6 Hasil Pengukuran dan Analisis Polarisasi

- Frekuensi 71 MHz

$$\begin{aligned} \text{Rasio kuat medan elektrik(AR)} &= \sqrt{\frac{8,95 \times 10^{-8}}{1,13 \times 10^{-10}}} \\ &= 28,14_{\text{numerik}} \\ &= 14,49 \text{ dB} \end{aligned}$$

Karena nilai aksial rasio yang didapatkan diantara $3 \text{ dB} < AR < 40 \text{ dB}$ maka polarisasi yang didapat adalah elips.

- Frekuensi 660 MHz

$$\begin{aligned} \text{Rasio kuat medan elektrik(AR)} &= \sqrt{\frac{8,91 \times 10^{-8}}{2,08 \times 10^{-8}}} \\ &= 2,07_{\text{numerik}} \\ &= 3,15 \text{ dB} \end{aligned}$$

Karena nilai aksial rasio yang didapat diantara $3 \text{ dB} < AR < 40$, maka polarisasi yang didapatkan adalah elips.

- Frekuensi 1300 MHz

$$\begin{aligned} \text{Rasio kuat medan elektrik(AR)} &= \sqrt{\frac{5,82 \times 10^{-8}}{1,86 \times 10^{-9}}} \\ &= 5,59_{\text{numerik}} \\ &= 7,47 \text{ dB} \end{aligned}$$

Karena nilai aksial rasio yang didapat diantara $3 \text{ dB} < AR < 40$, maka polarisasi yang didapat adalah elips.

5. Kesimpulan

1. Antena yang telah direalisasikan pada tugas akhir ini dapat bekerja pada frekuensi 70 – 1310 MHz untuk directional finder.
2. Berdasarkan hasil pengukuran, dish antena ini sudah memenuhi spesifikasi yang diinginkan. $VSWR \leq 2$ pada rentang frekuensi 70 – 1310 MHz atau bandwidth 1310 MHz. $\text{Return loss} \leq -10$, dan gain maksimal sebesar 8,614 dBi.
3. Pada dish antena yang direalisasi, bandwidth antena sudah terpenuhi sebesar 1310 MHz.
4. Pada dish antena yang direalisasi terjadi peningkatan gain sebesar 0,264 dBi dan penurunan bandwidth sebesar 119 MHz dibandingkan dengan hasil simulasi
5. Pola radiasi yang dihasilkan adalah *unidirectional*, sesuai dengan spesifikasi antena yang diinginkan.
6. Polarisasi yang diinginkan adalah linier, sedangkan pada hasil pengukuran dihasilkan polarisasi elips (70 MHz), elips (660 MHz), dan elips (1310 MHz) yang disebabkan oleh area pengukuran yang tidak ideal.
7. Fungsi *reflector* pada *disk antenna* mempengaruhi karakteristik antena terutama pada gain dan pola radiasi sebuah antena.

6. Saran

1. Meningkatkan ketelitian dalam merealisasikan antena.
2. Mencoba memvariasikan bentuk *reflector* antena, dimensi, peletakan *reflector* dan jenis catuannya kemudian pengaruh terhadap parameter antena.
3. Pengukuran dilakukan di ruangan/area yang benar – benar memenuhi syarat pengukuran antena.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] "Radio Direction Finding Equipment", Encyclopedia of Espionage, Intelligence, and Security. Encyclopedia.com. 16 Mar. 2017 <<http://www.encyclopedia.com>>
- [2] R. D. Straw, Ed., *The 1998 ARRL Handbook for Radio Amateurs* (Newington, CT:ARRL), Chapter 23.
- [3] Laboratorium Antena, Modul Praktikum Antena dan Propagasi S1 Teknik Telekomunikasi.: Universitas Telkom, 2015.
- [4] Balanis, Constantine A. *Antenna Theory : Analysis and Design*. "Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 1982.
- [5] J.D. Krauss, *Antennas.*, United States: Wiley Inter Science, 1998.
- [6] Perez, Reinaldo, " *Wireless Communication Design.* ", 1998.