

TUGAS AKHIR

PERANCANGAN DAN ANALISA ANTENA *REFLECTARRAY* PADA FREKUENSI 14 GHZ

Diajukan guna melengkapi sebagai syarat dalam mencapai
gelar Sarjana Strata Satu (S1)



Disusun Oleh:

Nama : Ghina Esa Aprilia

NIM : 41418120078

Pembimbing : Prof. Dr. -Ing. Mudrik Alaydrus

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA

2020

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ghina Esa Aprilia
NIM : 41418120078
Fakultas : Teknik
Jurusan : Teknik Elektro
Judul Skripsi : PERANCANGAN DAN ANALISA ANTENA
REFLECTARRAY PADA FREKUENSI 14 GHz

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggung jawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan tata tertib di Universitas Mercu Buana. Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

Jakarta, Juli 2020



(Ghina Esa Aprilia)

UNIVERSITA
MERCU BUANA

HALAMAN PENGESAHAN

PERANCANGAN DAN ANALISA ANTENA *REFLECTARRAY*

PADA FREKUENSI 14 GHZ



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Disusun Oleh :

Nama : Ghina Esa Aprilia
NIM : 41418120078
Program Studi : Teknik Elektro

Mengetahui,

Pembimbing Tugas Akhir

(Prof. Dr. -Ing. Mudrik Alaydrus)

Kaprodi Teknik Elektro

(Dr. Setiyo Budiyanto, ST.MT)

Koordinator Tugas Akhir

(Muhammad Hafizd Ibnu Hajar, ST.M.Sc)

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur ke khadirat Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya. Hanya atas izin Allah penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“Perancangan dan Analisa Antena *Reflectarray* pada Frekuensi 14 GHz”**. Penulisan Tugas Akhir ini disusun sebagai persyaratan kelulusan pada Program Studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.

Penulis menyadari bahwa didalam penyelesaian tugas akhir ini mengalami kesulitan, namun berkat bimbingan, dukungan serta banyaknya bantuan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai dengan tahap penyusunan ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan rasa terima kasih kepada:

1. Allah SWT karena berkat rahmat dan lindungan-Nya penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir dengan baik.
2. Papa dan Mama yang selalu memberikan do'a dan motivasi, semangat tanpa hentinya dan tidak pernah lelah untuk selalu mendukung. serta Adikku tercinta yang menjadi penghibur penulis di sela-sela waktu.
3. Dr. Setiyo Budiyanto,ST, MT selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana selalu memberikan motivasi dan masukan yang menunjang dalam penyelesaian Tugas Akhir.
4. Prof. Dr.-Ing. Mudrik Alaydrus selaku Dosen Pembimbing yang telah telah memberikan ilmu dan bimbingan serta selalu menyediakan waktunya untuk mengarahkan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
5. Seluruh teman-teman seperjuangan dalam penyusunan tugas akhir ini dan masa perkuliahan di Program Studi Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih banyak kesalahan dan kekurangan, baik dari segi penulisan maupun penyajian. Oleh karenanya saran dan kritik yang membangun sangatlah penulis harapkan

Sehingga kesalahan dan kekurangan tersebut dapat diperbaiki pada penyusunan berikutnya.

Akhir kata penulis ucapkan terima kasih pada semua pihak yang telah berusaha membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini. Penulis berharap semoga Tugas Akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu khususnya bidang Antena dan Propagasi.

Jakarta, Juli 2020



Ghina Esa Aprilia



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

ABSTRAK

Perkembangan teknologi dan informasi yang semakin meningkat membuat kebutuhan masyarakat juga semakin meningkat salah satunya adalah kebutuhan akan teknologi telekomunikasi nirkabel. Alternatif solusinya adalah jaringan Ku-band pada rentang frekuensi 12-18 GHz karena dapat digunakan untuk TV satelit dan untuk sebagian besar sistem VSAT pada kapal pesiar. Maka dari itu diperlukan sebuah antenna yang memiliki polarisasi unidirectional dan salah satu antenna yang tepat yaitu antenna *reflectarray*. Antenna *reflectarray* merupakan antenna yang menggabungkan fitur reflektor dan konfigurasi *array* dalam satu antenna sehingga memiliki karakteristik pemancaran sinyal *point to point* dan pancaran lebih terfokus pada satu arah.

Pada Tugas Akhir ini telah direalisasikan antenna *reflectarray* 88 elemen pada 13X13 unit cell dengan frekuensi 14 GHz menggunakan material *substrate* jenis RO4003C dengan spesifikasi ($\epsilon_r=3.55$; $h=0.51\text{mm}$). Perancangan antenna disimulasikan menggunakan *Software Ansoft High Frequency Structure Simulator* (HFSS) V.15.0, dengan memodifikasi unit cell dipole.

Berdasarkan hasil simulasi dari antenna *reflectarray* menunjukkan nilai *gain* total sebesar 18,51 dBi dan untuk hasil dari Pola Radiasi pada simulasi dan pengukuran bersifat direksional (mengonsentrasikan sinyal ke arah tertentu). Hasil parameter tersebut menunjukkan bahwa antenna ini dapat bekerja dengan baik dan bersifat *high gain* ≥ 10 dBi.

Kata Kunci : *High Gain, Pola Radiasi, Reflectarray, Unit Cell*

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

ABSTRACT

The development of technology and information that is increasingly making the needs of the community also increase one of them is the need for wireless telecommunications technology. An alternative solution is the Ku-band network at a range frequency of 12-18 GHz because it can be used for satellite TV and for most VSAT systems on cruise ships. Therefore we need an antenna that has unidirectional polaradiation and one type of antenna that can be chosen is the reflectarray antenna. The reflectarray antenna is an antenna that combines the features of the reflector and array configuration in one antenna so that it has the characteristics of point to point transmission and the beam is more focused in one direction.

In this Final Project, a reflectarray 88 element antenna has been realized on 13X13 unit cell with a frequency of 14 GHz and using substrate type RO4003C with specifications ($\epsilon_r = 3.55$; $h = 0.51$ mm). The antenna design will be simulated using Ansoft High Frequency Structure Simulator (HFSS) V.15.0 Software, by modified the dipole unit cell.

Based on the simulation results of the reflectarray antenna refer a value total gain of 18.51 dBi and for the results of the Pola Radiation in the simulation and measurement are directional (concentrating the signal in a certain direction). The results of these parameters indicate this antenna can work well and character is high gain ≥ 10 dBi.

Keywords: *High Gain, Pola Radiasition, Reflectarray, Unit Cell*

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PERNYATAAN	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Metode Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.1.1 <i>Reflectarray Antenna Design Comprised of a Single-layer Double Circular Ring Element</i>	6
2.1.2 <i>Design and fabrication of a dual-polarized, dual-band reflectarray using optimal phase distribution</i>	8
2.1.3 <i>Design of High Gain Single Layer Reflectarray Antenna using Ring and Double Square Elements</i>	9
2.1.4 <i>Broadband Microstrip Reflectarray With Five Parallel Dipole Elements</i>	10
2.1.5 <i>Gain Enhancement For Low Cost Planar Reflectarray Antenna</i>	

<i>Using Hybrid Elements</i>	12
2.2 Pengertian Antena	15
2.3 Antena Mikrostrip	16
2.3.1 Dimensi Patch.....	17
2.4 Antena <i>Reflectarray</i>	18
2.4.1 Faktor Refleksi dan Fasa Antena <i>Reflectarray</i>	20
2.4.2 Unit <i>Cell</i> Antena <i>Reflectarray</i>	22
2.5 Teknik Pencatuan Mikrostrip Line	22
2.6 Parameter Antena	23
2.6.1 Faktor Refleksi	23
2.6.2 <i>Gain</i>	23
2.6.3 <i>Bandwidth</i>	23
2.6.4 Pola Radiasi.....	24
2.6.5 Polarisasi	25

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Perancangan	26
3.2 Penentuan Spesifikasi Antena <i>Reflectarray</i>	27
3.3 Karakteristik Bahan Substrate Antena.....	28
3.4 Perancangan Mekanik/Software	28
3.5 Perancangan Antena Mikrostrip <i>Reflectarray</i>	29
3.6 Skema Pengukuran Antena <i>Reflectarray</i>	30

BAB IV HASIL PENGUJIAN DAN ANALISA

4.1 Simulasi Awal Antena <i>Reflectarray</i>	32
4.1.1 Simulasi Antena <i>Reflectarray</i> Modifikasi Ukuran Menjadi Persegi	33
4.1.2 Simulasi Antena <i>Reflectarray</i> Modifikasi <i>patch</i> 4 dan 5 (L2).....	35
4.1.3 Hasil Simulasi Antena <i>Reflectarray</i> Setelah Optimasi.....	37
4.1.4 Hasil Simulasi Antena <i>Reflectarray</i> Utuh pada server dengan Antena Horn.....	42

4.2 Fabrikasi dan Pengukuran Antena <i>Reflectarray</i>	44
4.3 Analisa Hasil Pengukuran Pola Radiasi Antena <i>Reflectarray</i> 88 elemen.....	48
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan.....	51
5.2 Saran.....	52
DAFTAR PUSTAKA	53
LAMPIRAN	55



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Tabel Perbandingan Tinjauan Pustaka.....	14
Tabel 3.1	Spesifikasi Antena	28
Tabel 3.2	Spesifikasi Bahan PCB Rogers 4003C	28
Tabel 3.3	Parameter Perancangan Antena Reflectarray	30
Tabel 4.1	Dimensi Antena 5 Elemen Setelah <i>Optimization</i>	37
Tabel 4.2	Variasi perubahan $ S_{11} $ terhadap dimensi patch antena.....	39
Tabel 4.3	Hasil Perhitungan Fasa tiap element.....	41
Tabel 4.4	Hasil Pengukuran Transmisi S_{21}	48



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	unit-sel pada antenna reflectarray (a) response fasa pada 3 unit sel yang berbeda di frek 10GHz (b)	7
Gambar 2.2	Pola radiasi reflectarray antenna pada E-plane & H-plane	7
Gambar 2.3	Hasil simulasi pada gain <i>reflectarray</i>	7
Gambar 2.4	Design antenna (a) tampak samping dan (b) tampak atas	8
Gambar 2.5	Hasil Pada Frekuensi 14GHz (a) refleksi fasa dan (b) hasil normalisasi gain	9
Gambar 2.6	Hasil dari peak gain antenna reflectarray (a) tampak bawah dan (b) tampak atas	9
Gambar 2.7	Unit-Sel Pada Reflectarray	10
Gambar 2.8	Hasil Dari Polaradiasi 3D (a) dan Polaradiasi Normal (b)	10
Gambar 2.9	Design Antena Lima Dipole Element Paralel	11
Gambar 2.10	Hasil Simulasi Gain	11
Gambar 2.11	Hasil Simulasi Pola Radiasi Pada E-Plane Dan H-Plane	11
Gambar 2.12	(a) Fasa Refleksi (b) Element Reflectarray Pada 3 Lingkaran dan Segiempat Patch	12
Gambar 2.13	Tahap Pengukuran Antena (a) Hasil Simulasi Pada Gain (b)	13
Gambar 2.14	Hasil Simulasi Pola Radiasi Pada E-Plane Dan H-Plane	13
Gambar 2.15	Sistem Pemancar Dan Penerima Antena	16
Gambar 2.16	Struktur Antena Mikrostrip	16
Gambar 2.17	Bentuk <i>Patch</i> Antena Mikrostrip	17
Gambar 2.18	Panjang Efektif Antena Mikrostrip	18
Gambar 2.19	Geometri dari <i>offset-fed</i> antenna <i>reflectarray</i>	20
Gambar 2.20	<i>Reflectarray</i> dengan <i>printed patch elements</i>	20
Gambar 2.21	Konsep antenna <i>reflectarray</i>	20
Gambar 2.22	Bentuk patch antenna <i>reflectarray</i>	20
Gambar 2.23	Ilustrasi distribusi fasa antenna <i>reflectarray</i> yang dimiringkan 45^0	22
Gambar 2.24	Ilustrasi bagian unit <i>cell</i>	22

Gambar 2.25	Antena dengan Teknik Pencatuan Microstrip Line	23
Gambar 2.26	Pola Radiasi 2D	24
Gambar 3.1	Diagram Alir Perancangan Antena Reflectarray	27
Gambar 3.2	Desain Perancangan Antena Reflectarray	29
Gambar 3.3	Desain Unit Cell dari Antena Reflectarray.....	30
Gambar 3.4	Skema Pengukuran Reflectarray	31
Gambar 4.1	Desig Awal Unit Cell Antena <i>Reflectarray</i>	33
Gambar 4.2	Simulasi Design Awal Unit Cell Antena <i>Reflectarray</i>	33
Gambar 4.3	Design Modifikasi Unit Cell Menjadi Persegi	34
Gambar 4.4	Grafik Magnitude $ S_{11} $ Modifikasi Unit Cell Menjadi Persegi.....	34
Gambar 4.5	Grafik <i>Phasa</i> Modifikasi Unit Cell Menjadi Persegi	35
Gambar 4.6	Design Modifikasi Antena <i>Reflectarray</i> Dipole 4 dan 5	35
Gambar 4.7	Grafik $ S_{11} $ Modifikasi Antena <i>Reflectarray</i> Dipole 4 dan 5	36
Gambar 4.8	Grafik <i>Phasa</i> Modifikasi Antena <i>Reflectarray</i> Dipole 4 dan 5	36
Gambar 4.9	Design Modifikasi <i>patch</i> ke-1 setelah Optimasi	37
Gambar 4.10	Grafik Magnitude $ S_{11} $ Setelah Optimasi <i>patch</i> ke-1	38
Gambar 4.11	Grafik <i>Phasa</i> Setelah Optimasi <i>patch</i> ke-1	38
Gambar 4.12	Rancangan <i>Reflectarray</i> 13 x 13 Unit cell	40
Gambar 4.13	Simulasi Antena <i>Reflectarray</i> dengan Antena Horn pada server	42
Gambar 4.14	Hasil Simulasi <i>gain</i> Antena <i>Reflectarray</i> 3D	43
Gambar 4.15	Hasil Simulasi <i>gain</i> Antena <i>Reflectarray</i> 2D	44
Gambar 4.16	Film Negatif pada proses Photo Etching.....	45
Gambar 4.17	Realisasi antena <i>reflectarray</i> 88 elemen (tampak atas).....	45
Gambar 4.18	Detail Pada Saat Proses Pengukuran	46
Gambar 4.19	Jarak Antena Horn pemancar ke Antena <i>Reflectarray</i>	46
Gambar 4.20	Proses pengukuran menggunakan VNA dengan Antena Horn sebagai antena penerima dan pengirim.....	47
Gambar 4.21	Grafik Pola Radiasi Antena <i>Reflectarray</i> 88 elemen	49

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Simulasi Antena Reflectarray pada server	55
Lampiran 2.	Tabel detail data gain hasil simulasi antena reflectarray 88 elemen diserver.....	56
Lampiran 3.	Dokumentasi Pengukuran.....	58

