

# LAPORAN TUGAS AKHIR

## **Perancangan Antena *Metasurface Phase-Gradient* pada X-Band**

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



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

Disusun Oleh:  
Nama : Fradila Rani  
NIM : 41420120096  
Pembimbing : Prof. Dr. -Ing. Mudrik Alaydrus

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MERCU BUANA  
JAKARTA  
2022**

## HALAMAN PENGESAHAN

### Perancangan Antena *Metasurface Phase-Gradient* pada *X-Band*



Disusun Oleh:

Nama : Fradila Rani

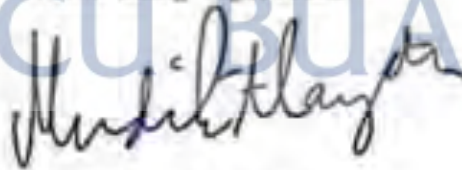
NIM : 41420120096

Program Studi: Teknik Elektro

UNIVERSITAS

Mengetahui,

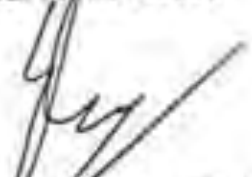
Pembimbing Tugas Akhir



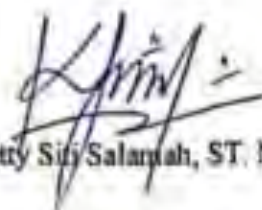
Prof. Dr. -Ing. Mudrik Alaydrus

Kaprodi Teknik Elektro

Koordinator Tugas Akhir



(Dr. Ir. Eko Ihsanto, M.Eng)



(Ketty Siti Salamah, ST. MT)

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Fradila Rani  
NIM : 41420120096  
Program Studi : Teknik Elektro  
Fakultas : Teknik  
Judul Tugas Akhir : Perancangan Antena *Metasurface Phase-Gradient*  
pada *X-Band*

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

Jakarta, 24 Juli 2022

UNIVERSI  
MERCU BUANA



(Fradila Rani)

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmatnya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini yang berjudul *Antena Metasurface Phase Gradient pada X-Band* dalam kurun waktu yang telah ditetapkan. Dalam melaksanakan Tugas Akhir, sampai dengan penyusunan Laporan Tugas Akhir ini, penulis mengakui semua tidak lepas dari bantuan, dukungan, serta bimbingan dari berbagai pihak, maka pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orang Tua dan Keluarga yang telah memberikan doa serta dukungan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Prof. Dr.-Ing Mudrik Alaydrus selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan dan arahan.
3. Dan kepada semua pihak yang telah membantu dan memberikan motivasi kepada penulis selama proses penyusunan Tugas Akhir ini.

Akhir kata penulis berharap semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi semua pihak dalam pengembangan ilmu pengetahuan teknologi dan ilmu pengetahuan teknik telekomunikasi.

Jakarta, 24 Juli 2022

(Fradila Rani)

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iii
KATA PENGANTAR .....	v
ABSTRAK .....	vi
ABSTRACT .....	vii
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL .....	xiii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Tujuan Penelitian .....	3
1.4. Batasan Masalah .....	3
1.5. Metode Penelitian .....	3
1.6. Sistematika Penulisan .....	4
BAB II LANDASAN TEORI .....	5
2.1 Studi Literatur .....	5
2.1.1 <i>X-Band Phase-Gradient Metasurface for High-Gain Lens Antenna Application</i> (H. Li et al., 2015) .....	5

2.1.2	<i>Single-layer Focusing Gradient Metasurface for Ultrathin Planar Lens Antenna Application</i> (H. Li et al., 2017).....	7
2.1.3	<i>Wideband Phase-Gradient Metasurface Antenna with Focused Beams</i> (Liang et al., 2019).....	9
2.1.4	<i>High-Gain Lens Antenna Using Transmissive Phase Gradient Metasurface</i> (H. Yu et al., 2018).....	11
2.1.5	<i>Design of high-gain lens antenna based on phase-gradient metasurface</i> (Z. Li et al., 2016).....	13
2.2	Antena.....	16
2.3	Antena Microstrip.....	16
2.4	Metasurface Phase Gradient.....	17
2.5	Parameter Antena.....	18
2.5.1	<i>Gain</i> .....	18
2.5.2	<i>Bandwidth</i> .....	19
2.5.3	Pola Radiasi.....	19
2.5.4	Faktor Refleksi.....	21
2.5.5	<i>Unit Cell Antena Metasurface Phase Gradient</i> .....	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		23
3.1	Diagram Alir.....	23
3.2	Penentuan Spesifikasi Antena Metasurface Phase Gradient.....	25
3.3	Penentuan dan Perancangan Unit <i>Cell</i> Antena.....	25
BAB IV PERANCANGAN DAN PENGUKURAN.....		28
4.1	Hasil Simulasi Unit <i>Cell</i> Antena <i>Metasurface Phase Gradient</i> .....	28
4.2	Perhitungan Elemen <i>Metasurface Phase Gradient</i> .....	33

4.3 Fabrikasi Antena <i>Metasurface Phase Gradient</i> 117 Elemen.....	41
4.4 Pengukuran Antena <i>Metasurface Phase Gradient</i> 117 Elemen.....	42
4.5 Diskusi dan Analisa.....	45
BAB V PENUTUP.....	48
5.1 Kesimpulan.....	48
5.2 Saran.....	48
DAFTAR PUSTAKA.....	50



UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 struktur phase gradient metasurface element (a) bentuk atas, (b) bentuk dari samping.....	6
Gambar 2. 2 Hasil simulasi dan pengukuran pola radiasi pada frekuensi 10GHz dari patch antenna dengan dan tanpa PGMS. (a) xoy-plane, (b) yoz-plane. ....	6
Gambar 2. 3 Struktur dari E1; (a) tampak atas (b) tampak samping.....	8
Gambar 2. 4 Struktur dari E2; (a) tampak atas (b) tampak samping.....	8
Gambar 2. 5 Pola radiasi Simulasi dan pengukuran 2D; (a) xoz-plane and (b) yoz-plane pada frekuensi 10GHz. ....	8
Gambar 2. 6 PGMS elemen: (a) tampak atas (b) tampak samping.....	9
Gambar 2. 7 Pola radiasi Simulasi dan pengukuran 2D; (a) xoz-plane and (b) yoz-plane pada frekuensi 10GHz .....	10
Gambar 2. 8 konfigurasi metasurface unit cell (a) tampak atas, (b) tampak samping (c) Schematic diagram of the boundary condition.....	11
Gambar 2. 9 Pola radiasi dari hasil simulasi antenna microstrip dan antenna microstrip dengan PGMS di 10GHz. (a) E-plane (b) H-plane.....	12
Gambar 2. 10 konfigurasi unit cell; (a) tampak atas. (b) tampak samping. ....	13
Gambar 2. 11 Pola radiasi hasil simulasi patch antenna dan PGMS antenna di frekuensi 10 GHz; (a) xoz-plane and (b) yoz-plane. ....	14
Gambar 2. 12 Peran antenna di sistem komunikasi nirkabel .....	16
Gambar 2. 13 Struktur Dasar Antena Mikrostrip .....	17
Gambar 2. 14 . Contoh layout bertekstur untuk penerapan Metasurface: (a) biji kopi (b) patch dengan slot, (c) beras gandum, (d) patch dengan cross slot (e) double $\pi$ (f) double anchor and details of the feed. ....	18
Gambar 2. 15 Pola Radiasi Antena .....	20
Gambar 2. 16 Pola Radiasi Antena .....	21



Gambar 3. 1 Diagram Alir Antena Metasurface Phase gradient pada X-Band.....	24
Gambar 3. 2 Design Unit Cell .....	27
Gambar 4. 1 Unit <i>Cell</i> Rancangan Pertama .....	28
Gambar 4. 2 Hasil magnitude dan fasa rancangan pertama .....	29
Gambar 4. 3 Unit Cell Rancangan Kedua .....	30
Gambar 4. 4 Hasil magnitude dan fasa rancangan kedua .....	30
Gambar 4. 5 Unit cell rancangan ketiga .....	31
Gambar 4. 6 Hasil Magnitude dan fasa rancangan ketiga.....	32
Gambar 4. 7 Perbandingan magnitude S21 dan fasa hasil optimasi .....	33
Gambar 4. 8 Rancangan Antena Metasurface Phase Gradient 117 Elemen .....	35
Gambar 4. 9 Desain Akhir Antena Metasurface Phase Gradient 117 Elemen.....	38
Gambar 4. 10 Pengukuran Antena Metasurface Phase Gradient 117 Elemen .....	39
Gambar 4. 11 Pola radiasi vertikal simulasi .....	39
Gambar 4. 12 Pola radiasi hotizontal simulasi.....	40
Gambar 4. 13 Antena Hasil Fabrikasi .....	41
Gambar 4. 14 Alat ukur Vector Network Anlyzer (VNA).....	42
Gambar 4. 15 Pengukuran antena metasurface phase gradient .....	42
Gambar 4. 16 Pengukuran antenna metasurface phase gradient; (a) tampak keseluruhan pengukuran antena horn ke antena metasurface phase gradient (b) jarak fokus tampak dekat.....	43
Gambar 4. 17 Diagram pola radiasi hasil pengukuran; jarak fokus 35 mm, 60 mm, 85 mm .....	44
Gambar 4. 18 Diagram pola radiasi hasil simulasi; jarak fokus 35 mm, 60 mm, 85 mm .....	45

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan Jurnal .....	15
Tabel 3. 1 Spesifikasi Antena .....	25
Tabel 3. 2 Dimensi unit cell antena.....	27
Tabel 4. 1 Hasil Simulasi Optimatric Unit Cell .....	34
Tabel 4. 2 Hasil Konversi fasa.....	36
Tabel 4. 3 Tabel ukuran L dan Phasa .....	37
Tabel 4. 4 Perbandingan hasil jurnal referensi dan hasil tugas akhir .....	47

