

SKRIPSI

**OPTIMASI GAIN ANTENA MIKROSTRIP BERBASIS
REFLECTARRAY DENGAN U-PATCH DAN SPLIT RING
RESONATOR UNTUK KOMUNIKASI SATELIT PADA
FREKUENSI C-BAND**



ZIDAN FIRGIAWAN

1513621058

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRONIKA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

2025

LEMBAR JUDUL

**OPTIMASI GAIN ANTENA MIKROSTRIP BERBASIS
REFLECTARRAY DENGAN U-PATCH DAN SPLIT RING
RESONATOR UNTUK KOMUNIKASI SATELIT PADA
FREKUENSI C-BAND**



ZIDAN FIRGIAWAN

1513621058

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRONIKA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

2025

LEMBAR PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI

Judul : Optimasi *Gain* Antena Mikrostrip Berbasis *Reflectarray* Dengan
U-Patch Dan *Split Ring Resonator* Untuk Komunikasi Satelit
Pada Frekuensi C-Band.
Penyusun : Zidan Firgiawan
NIM : 1513621058

Pembimbing I, Disetujui oleh:

Pembimbing II,



Prof. Dr. Efri Sandi, S.Pd., M.T.
NIP. 1975502022008121002



Dr. Baso Maruddani, S.T., M.T.
NIP. 198305022008011006

Pengesahan Panitia Ujian Skripsi

Ketua Penguji,

Sekretaris,

Dosen Ahli,



Dr. Aodah Diamah, S.T., M.Eng.
NIP. 197809192005012003



Ade Ayu Rahmawati, S.T., M.T.
NIP. 199608022025062011



Muhamad Wahyu Iqbal, M.T
NIP. 199611062024061000

Mengetahui,
Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika



Dr. Baso Maruddani, S.T., M.T.
NIP. 198305022008011006

HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini Saya menyatakan bahwa :

1. Skripsi ini merupakan karya asli dan belum pernah diajukan untuk mendapat gelar akademik sarjana, baik di Universitas Negeri Jakarta maupun di perguruan tinggi lain.
2. Skripsi ini belum dipublikasikan, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
3. Pernyataan Saya ini dibuat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan, maka Saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, 30 Juli 2025

Yang membuat pernyataan,



Zidan Firgiawan

1513621058



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
UPT PERPUSTAKAAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220

Telepon/Faksimili: 021-4894221

Laman: lib.unj.ac.id

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Zidan Firgiawan
NIM : 1513621058
Fakultas/Prodi : Teknik/Pendidikan Teknik Elektronika
Alamat email : zidanfirgiawan03@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:

☒ Skripsi ☐ Tesis ☐ Disertasi ☐ Lain-lain (.....)

yang berjudul :

Optimasi *Gain* Antena Mikrostrip Berbasis *Reflectarray* Dengan *U-Patch* Dan *Split Ring Resonator* Untuk Komunikasi Satelit Pada Frekuensi *C-Band*

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 1 Agustus 2025

Penulis


(Zidan Firgiawan)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, nikmat, dan hidayah-Nya sehingga saya dapat menyusun dan menyelesaikan skripsi ini yang berjudul "*Optimasi Gain Antena Mikrostrip Berbasis Reflectarray dengan U-patch dan Split Ring Resonator untuk Komunikasi Satelit pada Frekuensi C-Band*" dapat tersusun dengan baik dan lancar.

Penyusunan skripsi ini tentu tidak terlepas dari dukungan, bimbingan, dan doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, saya ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Efri Sandi, M.T. Dosen Pembimbing I yang telah sabar membimbing, memberikan arahan dan memberikan motivasi selama proses penyusunan skripsi ini.
2. Bapak Dr. Baso Maruddani, M.T. Dosen Pembimbing II yang telah membantu dan memberikan arahan selama penyusunan skripsi ini.
3. Ibu Mariyah tercinta, Adib Maulana dan Agung Jaelani Kakak yang senantiasa memberikan doa, semangat, dan dukungan tanpa henti, baik secara moral maupun materi.
4. Serta Teman-teman seperjuangan yang telah menjadi tempat berbagi ilmu, semangat, dan tawa di tengah proses penelitian ini.

Penyusun menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu, Penyusun sangat terbuka terhadap kritik dan saran yang membangun demi perbaikan ke depannya. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan menjadi referensi bagi Pembaca.

Jakarta, 30 Juni 2025

Penyusun



Zidan Firgiawan

Optimasi *Gain* Antena Mikrostrip Berbasis *Reflectarray* Dengan *U-patch* Dan *Split Ring Resonator* Untuk Komunikasi Satelit Pada Frekuensi C-Band.

Zidan Firgiawan (1513621058)

Dosen Pembimbing: Prof. Dr. Efri Sandi, M.T. dan Dr. Baso Maruddani, M.T.

ABSTRAK

Pada Penelitian ini mengembangkan rekayasa struktur antena parabola dengan rekayasa antena *reflectarray* untuk komunikasi satelit pada frekuensi 6 GHz (C-Band). Antena *reflectarray* memiliki kemampuan untuk menghasilkan pola radiasi yang baik serta memiliki ukuran yang kecil dibanding antena *reflector* parabola konvensional. Tujuan penelitian ini adalah dapat merancang dan menganalisis optimasi *gain* antena mikrostrip *reflectarray* dengan kombinasi *U-patch* dan *Split Ring Resonator* untuk jaringan komunikasi satelit pada frekuensi C-Band. Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini yaitu *Research and Development* (R&D) dengan metode pengembangan *rapid prototyping* merupakan pendekatan iteratif dalam pengembangan desain antena, di mana kebutuhan kinerja antena seperti *gain*, *bandwidth*, dan *VSWR* secara bertahap diwujudkan dalam bentuk desain yang disimulasikan. Desain tersebut kemudian diperbaiki dan dioptimalkan secara berulang melalui proses evaluasi dan validasi berbasis simulasi, hingga diperoleh konfigurasi antena *reflectarray* yang memenuhi spesifikasi yang diinginkan. Hasil dari penelitian terdapat peningkatan *gain* pada antena mikrostrip *reflectarray* dengan bahan substrat rogers RT-Duroid 5880 dengan konstanta dielektrik 2.2 dan kombinasi *U-patch* dan *Split Ring Resonator*. Kesimpulan dari penelitian ini antena mikrostrip *reflectarray* dengan kombinasi *U-patch* dan *Split ring Resonator* dengan array 8 x 8 menunjukkan kinerja baik dengan nilai *gain* 33.47 dBi, S_{11} -25.970 dB, *bandwidth* lebih dari 800 MHz, *VSWR* sebesar 1.105 dan telah mencapai spesifikasi yang telah ditentukan.

Kata Kunci : antena mikrostrip, C-band, *reflectarray*, *split ring resonator* , *U-patch*.

Optimization of Microstrip Antenna Gain Based on Reflectarray with U-patch and Split Ring Resonator for Satellite Communication at C-Band Frequency.

Zidan Firgiawan (1513621058)

Supervisor : Prof. Dr. Efri Sandi, M.T. and Dr. Baso Maruddani, M.T.

ABSTRACT

This study develops the structural design of a parabolic antenna with a reflectarray antenna design for satellite communication at a frequency of 6 GHz (C-Band). Reflectarray antennas have the ability to produce good radiation patterns and are smaller in size than conventional parabolic reflector antennas. The objective of this study is to design and analyze the optimization of the gain of a microstrip reflectarray antenna with a combination of U-patch and Split Ring Resonator for satellite communication networks at C-Band frequencies. The research method used in this study was Research and Development (R&D) with the rapid prototyping development method, which is an iterative approach in antenna design development, where antenna kinerjance requirements such as gain, bandwidth, and VSWR are gradually realized in the form of simulated designs. The design is then repeatedly improved and optimized through a simulation-based evaluation and validation process until a reflectarray antenna configuration that meets the desired specifications is obtained. The results of the study showed an increase in gain in the microstrip reflectarray antenna with Rogers RT-Duroid 5880 substrate material with a dielectric constant of 2.2 and a combination of U-patch and Split Ring Resonator. The conclusion of this study is that the microstrip reflectarray antenna with the combination of U-patch and Split Ring Resonator with array 8 x 8 shows good kinerjance with a gain value of 33.47 dBi, S_{11} of -25.970 dB, bandwidth exceeding 800 MHz, VSWR of 1.105, and has met the specified requirements.

Keywords : C-band , microstrip antenna, reflectarray, split ring resonator, U-patch.

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	4
1.3 Pembatasan Masalah.....	4
1.4 Perumusan Masalah	5
1.5 Tujuan Penelitian	5
1.6 Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Konsep Pengembangan Produk	7
2.2 Konsep Produk Yang Dikembangkan.....	7
2.3 Kerangka Teoritik	8
2.3.1 Definisi Optimasi.....	8

2.3.2 Antena.....	8
2.3.3 Antena Mikrostrip	9
2.3.4 Antena Parabola.....	22
2.3.5 Antena <i>Array</i>	25
2.3.6 Antenna <i>Reflectarray</i>	26
2.3.7 Sistem Komunikasi Satelit	30
2.3.8 Frekuensi <i>C-Band</i>	32
2.3.9 Perangkat Lunak <i>CST Microwave Studio Suite 2023</i>	32
2.4 Rancangan Produk.....	33
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	36
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	36
3.2 Metode Pengembangan Produk	36
3.3 Tujuan Pengembangan.....	36
3.4 Metode Pengembangan.....	36
3.5 Sasaran Produk.....	38
3.6 Instrumen	38
3.7 Prosedur Pengembangan.....	38
3.7.1 Tahap <i>Create/Update Prototype</i>	38
3.7.2 Tahap <i>Document Informal Architecture</i>	39
3.7.3 Tahap <i>Demonstrate Prototype</i>	42
3.8 Teknik Pengumpulan Data.....	45
3.9 Teknik Analisis Data.....	45
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	48
4.1 Hasil Pengembangan Produk.....	48

4.2	Kelayakan Produk (Teoritik dan Empiris).....	48
4.2.1	Perhitungan Dimensi Patch Antena.....	48
4.2.2	Perhitungan Dimensi <i>Substrate</i> dan <i>Ground Plane</i>	51
4.2.3	Perhitungan Dimensi <i>U-patch</i>	52
4.2.4	Perhitungan Dimensi <i>Split Ring Resonator</i>	53
4.2.5	Dimensi Antena <i>U-patch</i> Hasil Perhitungan	54
4.2.6	Dimensi <i>U-patch</i> Pada Antena	54
4.2.7	Dimensi <i>Split Ring Resonator</i> Pada Antena	67
4.2.8	Dimensi Antena <i>Feed Horn</i>	75
4.2.9	Percobaan Jumlah Array.....	76
4.3	Efektivitas Produk (Melalui Uji Coba).....	80
4.3.1	Hasil Uji Coba Antena.....	80
4.4	Pembahasan	99
BAB V KESIMPULAN DAN REKOMENDASI		108
5.1	Kesimpulan	108
5.2	Implikasi	108
5.3	Saran	109
DAFTAR PUSTAKA.....		110
LAMPIRAN.....		113
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		119

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul Tabel	Halaman
3. 1	Spesifikasi Antena	37
3. 2	Spesifikasi Jenis Substrat yang Digunakan	38
3. 3	Spesifikasi Bahan <i>Patch</i> dan <i>Groundplane</i>	39
3. 4	Dimensi Antena Mikrostrip <i>Reflectarray</i> Konvensional Hasil Perhitungan	39
3. 5	Dimensi Antena Mikrostrip <i>Reflectarray</i> Konvensional Hasil Optimasi	40
3. 6	Dimensi <i>U-patch</i> Antena Hasil Perhitungan	41
3. 7	Dimensi <i>Split Ring Resonator</i> Antena Hasil Perhitungan	41
3. 8	Hasil Simulasi	42
3. 9	Perbandingan Hasil Simulasi Antena	45
3.10	Peningkatan Antena Hasil Fabrikasi	45
4.1	Dimensi Antena <i>U-patch</i> Hasil Perhitungan	53
4.2	Dimensi Antena <i>U-patch</i> Hasil Optimasi	53
4.3	Dimensi <i>U-patch</i> Pada Antena Hasil Perhitungan	53
4.4	Dimensi <i>U-patch</i> Antena Hasil Percobaan iterasi	55
4.5	Dimensi <i>U-patch</i> Pada Antena Hasil Optimasi	57
4.6	Perbandingan Hasil Iterasi	59
4.7	Dimensi <i>Split Ring Resonator</i> Antena Hasil Perhitungan	60
4.8	Dimensi <i>Split Ring Resonator</i> Antena Hasil Optimasi	60
4.9	Perbandingan Hasil Iterasi	62
4.10	Dimensi Antena <i>Feed Horn</i>	64
4.11	Hasil Iterasi Percobaan Jumlah <i>Array</i>	65
4.12	Parameter Antena <i>U-patch 8x8 array</i> Hasil Optimasi	74
4.13	Parameter Hasil Uji Coba Antena <i>U-patch</i> dan <i>Split Ring Resonator 8x8 array</i>	79
4.14	Perbandingan Hasil Kinerja Antena <i>8x8 array</i>	79
4.15	Hasil Uji Coba <i>8x8 array</i> pada CST <i>Microwave studio suite 2023</i>	80
4.16	Peningkatan Antena Hasil Simulasi CST <i>Studio Microwave</i>	81
4.17	Perbandingan Hasil Penelitian dengan Penelitian yang Relevan	103

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul Gambar	Halaman
2.1	Struktur Antena Mikrostrip	8
2.2	Jenis-Jenis Antena Mikrostrip	11
2.3	Polarisasi <i>Linier</i>	14
2.4	Polarisasi <i>Circular</i>	14
2.5	Polarisasi <i>Ellips</i>	15
2.6	Dimensi Detail <i>U-patch</i> Antena Mikrostrip	16
2.7	Dimensi Detail <i>Split Ring Resonator</i>	19
2.8	Bentuk Umum Antena Parabola	21
2.9	(a) Bentuk umum dari F/D, (b) sudut <i>reflector</i> terhadap F/D	22
2.10	(a) Arsitektur Umum <i>Reflectarray</i> , (b) Fase dan amplitudo koefisien refleksi pada satu elemen kesatuan	24
2.11	Konfigurasi Antena <i>Reflectarray</i>	25
2.12	Ilustrasi Arah Pancaran Antena <i>Reflectarray</i>	26
2.13	Alokasi Frekuensi untuk Komunikasi Satelit	29
2.14	<i>flowchart</i> kerangka berpikir	32
3.1	Langkah-langkah penggunaan Metode <i>Research and Development</i> (R&D)	34
4.1	Nilai S_{11} <i>U-patch</i> hasil dari perhitungan	54
4.2	Nilai V_{SWR} <i>U-patch</i> hasil dari perhitungan	54
4.3	Nilai <i>gain</i> <i>U-patch</i> hasil dari perhitungan	55
4.4	<i>E-Plane antena hasil perhitungan</i>	55
4.5	<i>H-Plane antena hasil perhitungan</i>	55
4.6	Pola radiasi <i>U-patch</i> hasil dari percobaan iterasi-1	57
4.7	<i>E-Plane hasil iterasi-1</i>	57
4.8	<i>H-Plane hasil iterasi-1</i>	58
4.9	Nilai S_{11} <i>U-patch</i> hasil dari percobaan iterasi-1	58
4.10	Nilai V_{SWR} <i>U-patch</i> hasil dari percobaan iterasi-1	59
4.11	Pola radiasi <i>U-patch</i> hasil dari percobaan iterasi-2	60
4.12	Nilai S_{11} <i>U-patch</i> hasil dari percobaan iterasi-2	60
4.13	Nilai V_{SWR} <i>U-patch</i> hasil dari percobaan iterasi-2	61

4.14	Nilai S_{11} U-patch hasil dari optimasi	61
4.15	Nilai VSWR U-patch hasil dari optimasi	62
4.16	Nilai <i>gain</i> U-patch hasil dari optimasi	62
4.17	Hasil S_{11} dan <i>Bandwidth</i> antena U-patch dengan <i>Split Ring Resonator</i>	63
4.18	Hasil VSWR antena U-patch dengan <i>Split Ring Resonator</i>	64
4.19	Hasil <i>Gain</i> antena U-patch dengan <i>Split Ring Resonator</i>	64
4.20	E-Plane antena U-patch dengan <i>Split Ring Resonator</i>	65
4.21	E-Plane antena U-patch dengan <i>Split Ring Resonator</i>	65
4.22	Grafik Perbandingan S_{11}	67
4.23	Grafik Perbandingan VSWR	67
4.24	Grafik Perbandingan <i>Gain</i>	68
4.25	Dimensi <i>Feed Horn</i> WR-137	70
4.26	<i>Gain</i> hasil iterasi array 1 x 1	71
4.27	<i>Gain</i> hasil iterasi array 3 x 3	72
4.28	<i>Gain</i> hasil iterasi array 6 x 6	72
4.29	<i>Gain</i> hasil iterasi array 8 x 8	72
4.30	U-patch Tampak Depan	74
4.31	U-patch Tampak Belakang	74
4.32	U-patch dengan <i>Split Ring Resonator</i> Tampak Depan	75
4.33	U-patch dengan <i>Split Ring Resonator</i> Tampak Belakang	76
4.34	Antena U-patch Hasil Perhitungan	77
4.35	Antena U-patch Hasil Perhitungan 8 x 8	77
4.36	Antena <i>Reflectarray</i> U-patch Dengan <i>Feed Horn</i>	78
4.37	Grafik Uji Coba S_{11} Dan <i>Bandwidth</i> Antena U-patch Tanpa <i>Split Ring Resonator</i> 8 x 8 array	78
4.38	Grafik Uji Coba VSWR Antena U-patch Tanpa <i>Split Ring Resonator</i> 8 x 8 array	79
4.39	Grafik Uji Coba <i>Gain</i> Antena U-patch Tanpa <i>Split Ring Resonator</i> 8 x 8 array dengan pola radiasi <i>pencil beam</i>	79
4.40	E-Plane antena U-patch tanpa <i>Split Ring Resonator</i>	80
4.41	H-Plane antena U-patch tanpa <i>Split Ring Resonator</i>	80

4.42	Antena U-patch Dengan <i>Split Ring Resonator</i> Hasil Perhitungan	82
4.43	Antena <i>reflectarray</i> U-patch dengan <i>Split Ring Resonator</i> hasil perhitungan 8 x 8	82
4.44	Antena <i>Reflectarray</i> U-patch dan <i>Split Ring Resonator</i> dengan <i>Feed Horn</i>	83
4.45	Grafik Uji Coba S_{11} dan <i>Bandwidth</i> Antena U-patch dengan <i>Split Ring Resonator</i> 8 x 8 array	83
4.46	Grafik Uji Coba <i>VSWR</i> Antena U-patch dengan <i>Split Ring Resonator</i> 8 x 8 array	84
4.47	Grafik Uji Coba <i>Gain</i> Antena U-patch Dengan <i>Split Ring Resonator</i>	85
4.48	<i>E-Plane</i> antena U-patch dengan <i>Split Ring Resonator</i>	85
4.49	<i>H-Plane</i> antena U-patch dengan <i>Split Ring Resonator</i>	85
4.50	Grafik Perbandingan S_{11} Antena mikrostrip <i>reflectarray</i> U-patch tanpa <i>Split Ring Resonator</i> dan dengan <i>Split Ring Resonator</i>	88
4.51	Grafik Perbandingan <i>VSWR</i> Antena mikrostrip <i>reflectarray</i> U-patch tanpa <i>Split Ring Resonator</i> dan dengan <i>Split Ring Resonator</i>	88
4.52	Grafik Perbandingan <i>Gain</i> Antena mikrostrip <i>reflectarray</i> U-patch tanpa <i>Split Ring Resonator</i> dan dengan <i>Split Ring Resonator</i>	89
4.53	Grafik Perbandingan <i>Gain</i> Hasil Simulasi	91
4.54	Grafik Perbandingan S_{11} Hasil Simulasi	91
4.55	Grafik Perbandingan <i>VSWR</i> Hasil Simulasi	92

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul Lampiran	Halaman
Lampiran 1	Dokumentasi Penelitian	79
Lampiran 2	Lembar Konsultasi Dosen Pembimbing 1	83
Lampiran 3	Lembar Konsultasi Dosen Pembimbing 2	84
Lampiran 4	Daftar Riwayat Hidup	85

