

**SKRIPSI**

**RANCANG BANGUN ANTENA MIKROSTRIP ARRAY FREKUENSI 923  
MHz DENGAN TEKNIK *COMPLEMENTARY SPLIT RING RESONATOR*  
DAN *MULTI LAYER SUBSTRATE* UNTUK KOMUNIKASI LORA**



**FARAH KAMILAH**

**1513619029**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRONIKA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

**2023**

**LEMBAR JUDUL**

**RANCANG BANGUN ANTENA MIKROSTRIP ARRAY FREKUENSI 923  
MHz DENGAN TEKNIK *COMPLEMENTARY SPLIT RING RESONATOR*  
DAN *MULTI LAYER SUBSTRATE* UNTUK KOMUNIKASI LORA**



**FARAH KAMILAH**

**1513619029**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRONIKA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

**2023**

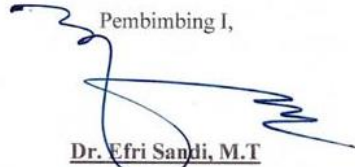
## LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

### LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Judul : Rancang Bangun Antena Mikrostrip *Array* Frekuensi 923  
MHz Dengan Teknik *Complementary Split Ring Resonator*  
dan *Multi Layer Substrate* Untuk Komunikasi LoRa  
Penyusun : Farah Kamilah  
NIM : 1513619029  
Tanggal Ujian : 14 Agustus 2023

Disetujui Oleh :

Pembimbing I,


  
Dr. Efri Sandi, M.T  
NIP. 197502022008121002

Pembimbing II,


  
Dr. Baso Maruddani, M.T  
NIP. 198305022008011006

Pengesahan Panitia Ujian Skripsi :


Ketua Penguji,

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

Sekretaris,

  
Rafiuddin Syam, S.T, M.Eng, Ph.D  
NIP. 197203301995121001

Dosen Ahli,

  
Dr. Wisnu Djatmiko, M.T  
NIP. 196702141992031001

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika

  
Dr. Baso Maruddani, M.T  
NIP. 198305022008011006

## LEMBAR PERNYATAAN

### LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Skripsi ini merupakan Karya asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan 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 ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, 09 Agustus 2023

Yang membuat pernyataan



Farah Kamilah

No. Reg. 1513619029

## LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA  
UPT PERPUSTAKAAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220  
Telepon/Faksimili: 021-4894221  
Laman: [lib.unj.ac.id](http://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 : Farah Kamilah  
NIM : 1513619029  
Fakultas/Prodi : Fakultas Teknik / Pendidikan Teknik Elektronika  
Alamat email : farahkamilah.fk@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 :

Rancang Bangun Antena Mikrostrip Array Frekuensi 923 MHz Dengan Teknik Complementary Split Ring Resonator Dan Multi Layer Substrate Untuk LoRa

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, 22 Agustus 2023

Penulis

(Farah Kamilah)



## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur peneliti panjatkan akan kehadiran Allah Subhanahu Wata'ala. Karena atas segala pertolongan, rahmat, limpahan kasih sayang dan karunia-Nya, peneliti dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Rancang Bangun Antena Mikrostrip Array Frekuensi 923 MHz dengan Teknik *Complementary Split Ring Resonator* dan *Multi Layer Substrate* untuk Komunikasi LoRa”.

Peneliti menyadari banyak pihak yang memberikan dukungan dan bantuan selama penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu penyusun ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Baso Maruddani, M.T selaku Kepala Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika.
2. Bapak Dr. Efri Sandi, M.T selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, saran, arahan serta motivasi sehingga penyusunan skripsi berjalan dengan lancar.
3. Bapak Dr. Baso Maruddani, M.T selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan serta arahan untuk menyelesaikan penyusunan skripsi ini.
4. Kedua Orang Tua serta keluarga yang telah memberikan doa, motivasi dan dukungan kepada saya.

Akhir kata, peneliti menyadari terdapat banyak ketidaksempurnaan dari penyusunan skripsi ini. Peneliti berharap agar skripsi ini dapat bermanfaat bagi peneliti maupun pembaca agar dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 09 Agustus 2023



Farah Kamilah

No. Reg. 1513619029

## ABSTRAK

LoRa adalah modulasi nirkabel yang dikembangkan khusus untuk mendukung aplikasi IoT yang memerlukan konektivitas jarak jauh, konsumsi daya rendah, dan biaya yang rendah. Teknologi ini sangat cocok untuk aplikasi seperti pemantauan lingkungan, pengukuran jarak jauh, pertanian pintar, manajemen aset, dan banyak lagi.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang, menganalisis, dan membandingkan hasil fabrikasi antena mikrostrip *array* frekuensi 923 MHz dengan teknik *complementary split ring resonator* dan *multi layer substrate* untuk komunikasi modul LoRa. Tujuan dari penerapan metode *array patch* dan *complementary split ring resonator* serta *multi layer substrate* adalah untuk meningkatkan *gain*, memperlebar *bandwidth*, serta mereduksi dimensi antena mikrostrip.

Pada penelitian ini, digunakan substrat FR-4 dengan konstanta dielektrik 4.3. Hasil fabrikasi pada penelitian ini didapatkan nilai dari parameter *gain* sebesar 3.36 dBi, *bandwidth* sebesar 84.9 MHz, *Return Loss* -36.65 dB, VSWR 1.14 dan berhasil mereduksi antena sebesar 33%. Dengan hasil yang didapatkan, desain antena *array* pada penelitian ini dapat diaplikasikan untuk komunikasi LoRa.

Kata Kunci : Antena Array, LoRa, Multi Layer Substrate, Complementary Split Ring Resonator

## ABSTRACT

*LoRa is a wireless modulation specially developed to support IoT applications that require long distance connectivity, low power consumption and low cost. This technology is perfect for applications such as environmental monitoring, remote metering, smart farming, asset management and many more.*

*This study aims to design, analyze, and compare the fabrication results of microstrip array antennas with a frequency of 923 MHz using the complementary split ring resonator technique and multi-layer substrate for LoRa module communication. The purpose of applying the patch array and complementary split ring resonator methods as well as multi-layer substrates is to increase the gain, widen the bandwidth, and reduce the dimensions of the microstrip antenna.*

*In this study, FR-4 substrate was used with a dielectric constant of 4.3. The results of the fabrication in this study obtained values from the gain parameters of 3.36 dBi, bandwidth of 84.9 MHz, Return Loss -36.65dB, VSWR 1.14 and succeeded in reducing the antenna by 33%. With the results obtained, the antenna array design in this study can be applied to LoRa communication.*

*Keywords : Array Antenna, LoRa, Multi Layer Substrate, Complementary Split Ring Resonator*





## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI</b> .....	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI</b> .....	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xiv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Identifikasi Masalah .....	2
1.3 Pembatasan Masalah .....	2
1.4 Perumusan Masalah .....	2
1.5 Tujuan Penelitian .....	3
1.6 Kegunaan Penelitian .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>4</b>
2. 1. Konsep Pengembangan Produk .....	4
2.1.1. Definisi Perancangan dan Menguji .....	4
2.1.2. Long Range (LoRa) .....	4
2.1.3. Antena .....	6
2.1.4. Antena Mikrostrip .....	6
2.1.4.1 Jenis Antena Mikrostrip .....	11
2.1.4.2 Parameter Antena Mikrostrip .....	12
2.1.5. Teknik <i>Array</i> .....	14
2.1.6. Teknik <i>Multilayer Substrate</i> .....	15
2.1.7. <i>Complementary Split Ring Resonator</i> .....	16
2. 2. Kerangka Berpikir .....	18

2. 3. Hipotesis Penelitian .....	21
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>22</b>
3. 1. Tempat dan Waktu Penelitian .....	22
3. 2. Metode Penelitian dan Pengembangan Produk .....	22
3.2.1 Tujuan Penelitian dan Pengembangan .....	22
3.2.2 Metode Penelitian dan Pengembangan .....	22
3.2.3 Sasaran Penelitian .....	23
3.2.4 Instrumen Penelitian .....	23
3. 3. Prosedur Pengembangan dan Penelitian .....	24
3.3.1 Tahap Penelitian dan Pengumpulan Data .....	24
3.3.2 Tahap Perencanaan .....	24
3.3.2.1 Menentukan Karakteristik Antena .....	24
3.3.2.2 Menentukan Jenis Material Antena .....	25
3.3.2.3 Menentukan Jenis Dimensi Antena .....	25
3.3.3 Tahap Perancangan .....	26
3.3.3.1 Perancangan Antena <i>Array</i> .....	26
3.3.3.2 Perancangan Antena Mikrostrip <i>Array</i> Konvensional .....	27
3.3.3.3 Perancangan Antena Mikrostrip <i>Array</i> dengan Complementary ...	27
3.3.4 Tahap Percobaan Rancangan .....	28
3.3.5 Tahap Uji Coba .....	28
3. 4. Teknik Pengumpulan Data .....	29
3. 5. Teknik Analisa Data .....	29
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>32</b>
4.1 Hasil Penelitian dan Pengembangan .....	32
4.2 Hasil Perencanaan Desain Produk .....	32
4.2.1 Perhitungan Dimensi Patch Antena .....	32
4.2.2 Perhitungan Dimensi Substrat dan Ground .....	33
4.2.3 Perhitungan Dimensi Saluran Pencatu .....	33
4.2.4 Perhitungan Dimensi Slot <i>Complementary Split Ring Resonator</i> .....	34
4.3 Hasil Pemodelan dan Simulasi .....	35
4.3.1 Dimensi Antena Konvensional .....	35

4.3.2 Dimensi Antena Dua.....	36
4.3.3 Dimensi Slot <i>Complementary Split Ring Resonator</i> .....	36
4.3.3.1 Hasil Perhitungan.....	36
4.3.3.2 Hasil Optimasi.....	37
4.4 Kelayakan Penelitian.....	38
4.4.1 Hasil Uji Coba Antena.....	38
4.4.1.1 Parameter Hasil Uji Coba Antena Mikrostrip Konvensional.....	39
4.4.1.2 Parameter Hasil Uji Coba Antena Satu.....	42
4.4.1.3 Parameter Hasil Uji Coba Antena Dua.....	45
4.4.2 Hasil Fabrikasi.....	50
4.4.2.1 Desain Antena Hasil Fabrikasi.....	51
4.4.2.2 Pengukuran Antena Hasil Fabrikasi.....	52
4.4.2.3 Pengukuran Pola Radiasi Antena.....	54
4.5 Pembahasan.....	55
<b>BAB V KESIMPULAN.....</b>	<b>57</b>
5.1 Kesimpulan.....	57
5.2 Saran.....	57
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>58</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>60</b>

## DAFTAR TABEL

Nomor	Judul Tabel	Halaman
2. 1	Konstanta Bahan Dielektrik	8
3. 1	Spesifikasi Jenis Material pada Substrate	25
3. 2	Spesifikasi Jenis Metal pada Patch dan Ground Plane	25
3. 3	Ukuran Dimensi Antena Array	27
3. 4	Optimasi Antena Array	27
3. 5	Hasil Fabrikasi Antena	29
3. 6	Tabel Parameter Hasil Percobaan pada CST	30
3. 7	Keberhasilan Reduksi Dimensi Antena	30
3. 8	Keberhasilan Penelitian	31
4. 1	Dimensi Antena Konvensional Hasil Perhitungan	35
4. 2	Dimensi Antena Konvensional Hasil Optimasi	36
4. 3	Dimensi Antena Dua Hasil Perhitungan	36
4. 4	Dimensi Antena Dua Hasil Uji Coba	36
4. 5	Tabel Hasil Perhitungan CSRR	37
4. 6	Tabel Hasil Optimasi CSRR	37
4. 7	Hasil Desain Antena Konvensional dan Antena Dua	38
4. 8	Rangkuman Hasil Uji Coba Antena Konvensional	42
4. 9	Rangkuman Hasil Uji Coba Antena Satu	44
4. 10	Rangkuman Hasil Uji Coba Antena Dua	47
4. 11	Parameter Hasil Uji Coba Antena Satu dan Antena Dua	48
4. 12	Parameter Hasil Uji Coba Antena Konvensional dan Antena Dua	49
4. 13	Keberhasilan Reduksi Dimensi Antena	50
4. 14	Dimensi Hasil Fabrikasi Antena	50
4. 15	Perbandingan Hasil Penelitian Terdahulu dan Penelitian Yang Dilakukan	56

## DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul Gambar	Halaman
2. 1	Arsitektur Jaringan LoRa-WAN	5
2. 2	Struktur Dasar Antena Mikrostrip	7
2. 3	Jenis - Jenis patch antena mikrostrip	11
2. 4	Rentang Bandwidth (lebar pita) yang ditentukan dari (a) Return Loss, (b) VSWR	12
2. 5	Dimensi Pola Radiasi	14
2. 6	Teknik array : (a). Linier Array, (b). Planar Array (c). Circular Array	15
2. 7	Teknik Multilayer Substrate	15
2. 8	(a) Struktur SRR, (b) Struktur CSRR	17
2. 9	Transformasi Resonator	18
2. 10	Flowchart Kerangka Berfikir	20
3. 1	Jarak Antar Elemen Peradiasi	26
3. 2	Desain Slot CSRR	28
4. 1	Desain Slot CSRR Pada Perangkat Lunak	37
4. 2	Tampak Depan Hasil Desain Antena Konvensional	39
4. 3	Tampak Belakang Hasil Desain Antena Konvensional	40
4. 4	Tampak Samping Hasil Desain Antena Konvensional	40
4. 5	Grafik Uji Coba Return Loss Antena Konvensional	40
4. 6	Grafik Uji Coba Bandwidth Antena Konvensional	41
4. 7	Grafik Uji Coba VSWR Antena Konvensional	41
4. 8	Grafik Uji Coba Gain Antena Konvensional	41
4. 9	Tampak Depan Hasil Desain Antena Satu	42
4. 10	Tampak Belakang Hasil Desain Antena Satu	42
4. 11	Tampak Samping Hasil Desain Antena Satu	43
4. 12	Grafik Uji Coba Return Loss Antena Satu	43
4. 13	Grafik Uji Coba Bandwidth Antena Satu	43
4. 14	Grafik Uji Coba VSWR Antena Satu	44
4. 15	Grafik Uji Coba Gain Antena Satu	44

4. 16	Tampak Depan Hasil Desain Antena Dua	45
4. 17	Tampak Belakang Hasil Desain Antena Dua	45
4. 18	Tampak Samping Hasil Desain Antena Dua	46
4. 19	Grafik Uji Coba Return Loss Antena Dua	46
4. 20	Grafik Uji Coba Pengukuran Bandwidth Antena Dua	46
4. 21	Grafik Uji Coba VSWR Antena Dua	47
4. 22	Grafik Uji Coba Gain Antena Dua	47
4. 23	Panjang Patch Antena Hasil Fabrikasi	51
4. 24	Lebar Patch Antena Hasil Fabrikasi	51
4. 25	Panjang Substrate dan Ground Antena Hasil Fabrikasi	52
4. 26	Lebar Substrate dan Ground Antena Hasil Fabrikasi	52
4. 27	Alat ukur Spectrum Analyzer	53
4. 28	Grafik Hasil Pengukuran Returnloss dan Bandwidth Menggunakan Spectrum Analyzer	53
4. 29	Grafik Hasil Pengukuran VSWR Menggunakan Spectrum Analyzer	54
4. 30	Pola Radiasi Antena Pada Perangkat Lunak	55
4. 31	Pola Radiasi Antena Hasil Pengukuran	55



## DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul Lampiran	Halaman
1	Lembar Pernyataan Kelayakan Judul	61
2	Surat Tugas Dosen Pembimbing Skripsi	62
3	Dokumentasi Penelitian	63
4	Daftar Riwayat Hidup	64

