

SKRIPSI

**REKAYASA KOMBINASI METAMATERIAL CSRR DENGAN
DGS PADA MIKROSTRIP ANTENA U-PATCH FREKUENSI C-
BAND UNTUK MENINGKATKAN KINERJA ANTENA**



ALYAA FAUZIAH

1513621066

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRONIKA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

2026

HALAMAN JUDUL

**REKAYASA KOMBINASI METAMATERIAL CSRR DENGAN
DGS PADA MIKROSTRIP ANTENA U-*PATCH* FREKUENSI C-
BAND UNTUK MENINGKATKAN KINERJA ANTENA**



ALYAA FAUZIAH

1513621066

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRONIKA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

2026

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Judul : Rekayasa Kombinasi Metamaterial CSRR Dengan DGS Pada
Mikrostrip Antena U-Patch Frekuensi C-Band Untuk
Meningkatkan Kinerja Antena

Penyusun : Alyaa Fauziah

NIM : 1513621066

Disetujui oleh:

Pembimbing I,



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

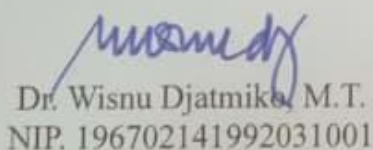
Pembimbing II,



Dr. Inf. Sc. Aodah Diamah, M.Eng.
NIP. 197809192005012003

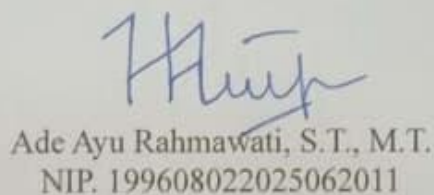
Pengesahan Panitia Ujian Skripsi:

Ketua Penguji,



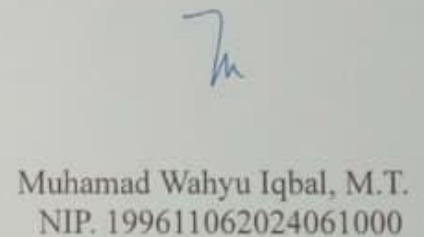
Dr. Wisnu Djatmika, M.T.
NIP. 196702141992031001

Sekretaris



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

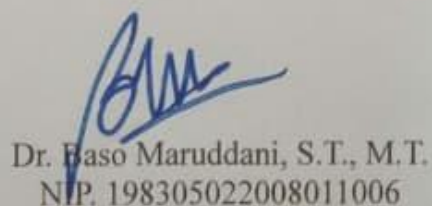
Dosen Ahli,



Muhamad Wahyu Iqbal, M.T.
NIP. 199611062024061000

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika



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



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 : Alyaa Fauziah
NIM : 1513621066
Fakultas/Prodi : Teknik/Pendidikan Teknik Elektronika
Alamat email : alyaa21fauziah@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 :

Rekayasa Kombinasi Metamaterial CSRR Dengan DGS Pada Mikrostrip Antena U-Patch
Frekuensi C-Band Untuk Meningkatkan Kinerja Antena

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, 02 Februari 2026

Penulis

(Alyaa Fauziah)

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, 5 Desember 2026

Yang membuat pernyataan



Alyaa Fauziah

1513621066

Intelligentia - Dignitas

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, karena atas rahmat dan karunia-Nya Peneliti dapat menyelesaikan penyusunan penelitian skripsi dengan judul “Rekayasa Kombinasi Metamaterial CSRR Dengan DGS Pada Mikrostrip Antena U-Patch Frekuensi C-Band Untuk Meningkatkan Kinerja Antena”.

Dalam proses penyusunan penelitian ini, Peneliti banyak memperoleh bimbingan, bantuan, dorongan, serta saran yang membangun dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini Peneliti mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Efri Sandi, M.T. selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi selama penyusunan skripsi ini.
2. Dr. Inf. Sc. Aodah Diamah, M.Eng. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan saran, arahan, dan masukan yang sangat berarti dalam penyelesaian penelitian ini.
3. Orang tua Peneliti, yang senantiasa memberikan doa, dukungan moral, serta motivasi yang tiada henti selama Peneliti menempuh pendidikan hingga penyusunan skripsi ini.

Peneliti menyadari bahwa dalam penyusunan penelitian ini masih terdapat keterbatasan dan kekurangan. Oleh karena itu, Peneliti mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar dapat menjadi bahan perbaikan dan pembelajaran di masa mendatang.

Intelligentia - Dignitas

Jakarta, 5 Januari 2026

Peneliti,



Alyaa Fauziah

Rekayasa Kombinasi Metamaterial CSRR Dengan DGS Pada Mikrostrip Antena U-Patch Frekuensi C-Band Untuk Meningkatkan Kinerja Antena

Alyaa Fauziah (1513621066)

Dosen Pembimbing:

Prof. Dr. Efri Sandi, M.T dan Dr. Inf. Sc. Aodah Diamah, M.Eng.

ABSTRAK

Antena mikrostrip banyak digunakan pada frekuensi gelombang mikro karena memiliki bentuk yang ringkas, ringan, dan mudah difabrikasi. Namun, antena mikrostrip umumnya memiliki keterbatasan pada parameter kinerja, seperti *bandwidth* yang sempit dan pencocokan impedansi yang kurang optimal. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menganalisis antena mikrostrip U-Patch dengan penerapan struktur *Complementary Split Ring Resonator* (CSRR) dan *Defected Ground Structure* (DGS) guna meningkatkan kinerja antena pada frekuensi kerja 5.8 GHz. Metode pengembangan yang digunakan pada penelitian ini adalah V-Model, yang meliputi tahapan analisis kebutuhan, perancangan sistem, perancangan detail, implementasi desain, serta proses pengujian dan validasi hasil. Proses perancangan dan simulasi dilakukan menggunakan perangkat lunak CST Studio Suite 2024. Parameter antena yang dianalisis meliputi frekuensi kerja, *bandwidth*, *return loss*, VSWR, dan *gain*. Hasil simulasi menunjukkan bahwa antena mikrostrip U-Patch dengan kombinasi struktur CSRR dan DGS mampu bekerja pada frekuensi 5.8 GHz dengan *bandwidth* sebesar 137 MHz, *return loss* -15,91 dB, VSWR 1,381, dan *gain* sebesar -0,3368 dBi. Pada simulasi tersebut juga dilakukan uji coba terhadap objek tanah basah dan kering. Hasil pengujian didapatkan bahwa nilai parameter pada antena juga dapat berubah. Berdasarkan hasil uji coba melalui simulasi CST menunjukkan bahwa penggabungan teknik CSRR dan DGS, antena mikrostrip U-patch menunjukkan peningkatan pada *bandwidth*, *return loss*, dan VSWR, namun nilai *gain* masih belum memenuhi spesifikasi yang ditentukan, tetapi antena mikrostrip dengan gabungan CSRR dan DGS layak digunakan untuk aplikasi pada frekuensi 5,8 GHz, begitu juga antena mikrostrip berpotensi sebagai sensor *microwave* kelembapan tanah. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi dalam pengembangan antena mikrostrip untuk aplikasi sensor mikrowave pada frekuensi tertentu.

Kata kunci: Antena Mikrostrip, U-Patch, CSRR, DGS, V-Model, 5.8 GHz.

**Combined Engineering of CSRR Metamaterials with DGS on C-Band
Frequency U-Patch Microstrip Antennas to Improve Antenna Performance**

Alyaa Fauziah (1513621066)

Supervisor: Prof. Dr. Efri Sandi, M.T and Dr. Inf. Sc. Aodah Diamah, M.Eng.

ABSTRACT

The microstrip antenna is commonly used at microwave frequencies systems because it is compact, lightweight, and easy to manufacture. However, microstrip antennas generally have limitations in terms of performance parameters, such as narrow bandwidth and less than optimal impedance matching. Therefore, this study aims to design and analyze a U-Patch microstrip antenna with the application of Complementary Split Ring Resonator (CSRR) and Defected Ground Structure (DGS) to improve antenna performance at an operating frequency of 5.8 GHz. The development method used in this study is the V-Model, which includes the stages of requirements analysis, system design, detailed design, design implementation, and testing and validation of results. The design and simulation processes were carried out using CST Studio Suite 2024 software. The antenna parameters analyzed include operating frequency, bandwidth, return loss, VSWR, and gain. The simulation results show that the U-Patch microstrip antenna with a combination of CSRR and DGS structures is capable of operating at a frequency of 5.8 GHz with a bandwidth of 137 MHz, return loss of -15.91 dB, VSWR of 1.381, and gain of -0.3368 dBi. The simulation also included tests on wet and dry soil objects. The test results show that the antenna parameters can also change. Based on the results of testing through CST simulation, it shows that the combination of CSRR and DGS techniques, the U-patch microstrip antenna shows an increase in bandwidth, return loss, and VSWR, but the gain value still does not meet the specified specifications. However, the microstrip antenna with a combination of CSRR and DGS is suitable for use in applications at a frequency of 5.8 GHz. Similarly, the microstrip antenna has the potential to be used as a microwave soil moisture sensor. Thus, this research is expected to serve as a reference in the development of microstrip antennas for microwave sensor applications at specific frequencies.

Intelligentia - Dignitas

Keywords: Microstrip Antenna, U-Patch, CSRR, DGS, V-Model, 5.8 GHz.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN REVISI HASIL UJIAN SKRIPSI.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
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	5
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	9
2.3. Kerangka Teoritik.....	10
2.3.1. Antena	10
2.3.2. Antena Mikrostrip	12
2.3.3. Metode U-Patch	19
2.3.4. Defected Ground Structure (DGS).....	20
2.3.5. Complementary Split Ring Resonator (CSRR).....	21
2.3.6. Frekuensi C-Band	22
2.3.7. Tanah	22
2.3.8. Antena Sebagai Sensor <i>Microwave</i> Kelembapan Tanah	23

2.4.	Rancangan Produk	24
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		27
3.1.	Tempat dan Waktu Penelitian.....	27
3.2.	Metode Pengembangan Produk.....	27
3.3.	Tujuan Pengembangan	27
3.4.	Metode Pengembangan	28
3.5.	Sasaran Produk.....	31
3.6.	Instrumen	32
3.7.	Prosedur Pengembangan	33
3.7.1.	Tahap Penelitian dan Pengumpulan Informasi.....	33
3.7.2.	Tahap Perencanaan	33
3.7.3.	Tahap Desain Produk	37
3.8.	Teknik Pengumpulan Data	39
3.9.	Teknik Analisis Data	41
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		43
4.1.	Hasil Pengembangan Produk	43
4.2.	Kelayakan Produk (Teoritik dan Empiris)	43
4.2.1.	Perhitungan Dimensi <i>Patch</i> Antena	43
4.2.2.	Perhitungan Dimensi Substrat dan <i>Ground plane</i>	43
4.2.3.	Perhitungan Dimensi <i>U-Patch</i>	43
4.2.4.	Perhitungan <i>Feedline</i>	44
4.2.5.	Dimensi Antena Konvensional.....	45
4.2.6.	Dimensi <i>U-Patch</i> Pada Antena	46
4.2.7.	Dimensi CSRR Pada Antena.....	49
4.2.8.	Dimensi DGS Pada Antena	55
4.2.9.	Hasil Simulasi Antena Mikrostrip <i>U-Patch</i> dengan CSRR dan DGS61	
4.2.10.	Hasil Simulasi Antena Mikrostrip <i>U-Patch</i> dengan CSRR dan DGS pada Tanah	63
4.2.11.	Hasil Fabrikasi	67
4.3.	Efektifitas Produk (Melalui Uji Coba).....	69
4.4.	Pembahasan.....	69

BAB V KESIMPULAN, IMPLIKASI, DAN SARAN	72
5.1. Kesimpulan	72
5.2. Implikasi.....	72
5.3. Saran.....	73
 DAFTAR PUSTAKA.....	 74
LAMPIRAN.....	79
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	83



DAFTAR TABEL

Nomor	Judul Tabel	Halaman
2.1	Konstanta Bahan Dielektrik	15
3.1	Spesifikasi Antena Tanpa Tanah	34
3.2	Spesifikasi Substrat	35
3.3	Spesifikasi <i>Patch</i> dan Groundplane	36
3.4	Dimensi Antena Mikrostrip Hasil Perhitungan	38
3.5	Dimensi Antena Mikrostrip Hasil Optimasi	38
3.6	Dimensi Antena Mikrostrip U- <i>Patch</i> Hasil Perhitungan	38
3.7	Data Penelitian Sebelumnya Antena Mikrostrip dengan CSRR	39
3.8	Data Penelitian Sebelumnya Antena Mikrostrip dengan DGS	40
3.9	Hasil Simulasi Antena Mikrostrip U- <i>Patch</i>	40
3.10	Hasil Simulasi Antena Mikrostrip U- <i>Patch</i> dengan CSRR	40
3.11	Hasil Simulasi Antena Mikrostrip U- <i>Patch</i> dengan DGS	41
3.12	Hasil Simulasi Antena Mikrostrip U- <i>Patch</i> dengan CSRR dan DGS	41
3.13	Hasil Simulasi Antena Mikrostrip U- <i>Patch</i> dengan CSRR dan DGS dengan Tanah	41
4.1	Dimensi Antena Konvensional Hasil Perhitungan	45
4.2	<i>Dimensi U-Patch</i> pada antena hasil perhitungan	46
4.3	Dimensi U- <i>Patch</i> Pada Antena Hasil Optimasi	47
4.4	Hasil Simulasi Antena Mikrostrip U- <i>Patch</i>	48
4.5	Iterasi Antena U- <i>Patch</i> dengan CSRR	50
4.6	Hasil Simulasi Antena Mikrostrip U- <i>Patch</i> dengan CSRR	55
4.7	Iterasi Antena U- <i>Patch</i> dengan DGS	56
4.8	Hasil Simulasi Antena Mikrostrip U- <i>Patch</i> dengan DGS	61
4.9	Hasil Simulasi Antena Mikrostrip U- <i>Patch</i> dengan CSRR dan DGS	63

4.10	Hasil Simulasi Antena Mikrostrip U- <i>Patch</i> dengan CSRR dan DGS dengan Tanah	67
4.11	Fabrikasi Antena	67
4.12	Perbandingan Antena	71



Intelligentia - Dignitas

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul Gambar	Halaman
2.1.	Metode V-Model	8
2.2.	Ilustrasi Antena	11
2.3.	Struktur dasar antena mikrostrip	15
2.4.	Bentuk Elemen Peradiasi	16
2.5.	Detail Dimensi U- <i>patch</i>	19
2.6.	Diagram Alir Perancangan Kombinasi Antena Mikrostrip U- <i>Patch</i> dengan CSRR dan DGS	26
3.1.	Langkah Pengembangan V-Model	29
3.2.	Detail Dimensi U- <i>Patch</i>	36
4.1.	<i>return loss</i> U- <i>Patch</i> hasil perhitungan	46
4.2.	VSWR U- <i>Patch</i> hasil perhitungan	46
4.3.	<i>return loss</i> U- <i>Patch</i> hasil optimasi	47
4.4.	VSWR U- <i>Patch</i> hasil optimasi	47
4.5.	Bentuk Antena Mikrostrip U- <i>Patch</i>	48
4.6.	Hasil <i>Gain</i> Antena U- <i>Patch</i> Optimasi	48
4.7. (a)	Tampak atas antena Mikrostrip U- <i>Patch</i> dengan CSRR	49
4.7. (b)	Tampak bawah antena Mikrostrip U- <i>Patch</i> dengan CSRR	49
4.8.	<i>Return loss</i> Iterasi 1	51
4.9.	VSWR Iterasi 1	51
4.10.	<i>Gain</i> Iterasi 1	51
4.11.	<i>Return loss</i> Iterasi 2	52
4.12.	VSWR Iterasi 2	52
4.13.	<i>Gain</i> Iterasi 2	52
4.14.	<i>Return loss</i> Iterasi 3	53
4.15.	VSWR Iterasi 3	53
4.16.	<i>Gain</i> Iterasi 3	53
4.17.	Hasil <i>return loss</i> Antena U- <i>Patch</i> dengan CSRR	54

4.18.	Hasil VSWR Antena U-Patch dengan CSRR	54
4.19.	Hasil <i>Gain</i> Antena U-Patch dengan CSRR	54
4.20. (a)	Tampak atas antena Mikrostrip U-Patch dengan DGS	55
4.20.(b)	Tampak bawah antena Mikrostrip U-Patch dengan DGS	55
4.21.	<i>Return loss</i> Iterasi 1	57
4.22.	VSWR Iterasi 1	57
4.23.	<i>Gain</i> Iterasi 1	57
4.24.	<i>Return loss</i> Iterasi 2	58
4.25.	VSWR Iterasi 2	58
4.26.	<i>Gain</i> Iterasi 2	58
4.27.	<i>Return loss</i> Iterasi 3	59
4.28	VSWR Iterasi 3	59
4.29.	<i>Gain</i> Iterasi 3	59
4.30.	Hasil <i>return loss</i> Antena U-Patch dengan DGS	60
4.31.	Hasil VSWR Antena U-Patch dengan DGS	60
4.32.	Hasil <i>Gain</i> Antena U-Patch dengan DGS	61
4.33. (a)	Tampak atas antena Mikrostrip U-Patch dengan CSRR dan DGS	61
4.33. (b)	Tampak bawah antena Mikrostrip U-Patch dengan CSRR dan DGS	61
4.34.	Hasil <i>return loss</i> Antena U-Patch dengan CSRR dan DGS	62
4.35.	Hasil VSWR Antena U-Patch dengan CSRR dan DGS	62
4.36.	Hasil <i>Gain</i> Antena U-Patch dengan CSRR dan DGS	62
4.37. (a)	Tampak atas antena Mikrostrip U-Patch dengan CSRR dan DGS dengan tanah	64
4.37. (b)	Tampak bawah antena Mikrostrip U-Patch dengan CSRR dan DGS dengan tanah	64
4.38.	<i>return loss</i> Antena Mikrostrip U-Patch dengan CSRR dan DGS dengan Tanah Kering	65
4.39.	VSWR Antena Mikrostrip U-Patch dengan CSRR dan DGS dengan Tanah Kering	65

4.40.	<i>Gain</i> Antena Mikrostrip U- <i>Patch</i> dengan CSRR dan DGS dengan Tanah Kering	65
4.41.	<i>return loss</i> Antena Mikrostrip U- <i>Patch</i> dengan CSRR dan DGS dengan Tanah Basah	66
4.42.	VSWR Antena Mikrostrip U- <i>Patch</i> dengan CSRR dan DGS dengan Tanah Basah	66
4.43.	<i>Gain</i> Antena Mikrostrip U- <i>Patch</i> dengan CSRR dan DGS dengan Tanah Basah	66



Intelligentia - Dignitas

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul Lampiran	Halaman
Lampiran 1	Dokumentasi Penelitian	79
Lampiran 2	Lembar Konsultasi Dosen Pembimbing 1	81
Lampiran 3	Lembar Konsultasi Dosen Pembimbing 2	82



Intelligentia - Dignitas