



**REDUKSI MUTUAL COUPLING ANTENA MIKROSTRIP
MIMO DENGAN *SLOTTED RING EBG* DAN *H-SHAPED DGS*
UNTUK APLIKASI 5G**

TESIS



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

EGIE OVELATAMA

5542211001

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA

2024



**REDUKSI MUTUAL COUPLING ANTENA MIKROSTRIP
MIMO DENGAN *SLOTTED RING EBG* DAN *H-SHAPED DGS*
UNTUK APLIKASI 5G**

TESIS

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister



**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**

EGIE OVELATAMA

5542211001

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA

2024

HALAMAN PERNYATAAN HASIL KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Egie Ovelatama

NIM : 55422110011

Program Studi : Magister Teknik Elektro

Judul Laporan Tesis : Reduksi *Mutual Coupling* Antena Mikrostrip MIMO
Dengan *Slotted Ring EBG* Dan *H-Shaped DGS* Untuk
Aplikasi 5G

Menyatakan bahwa Laporan Tesis ini adalah hasil karya saya sendiri dan bukan plagiat, serta semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar. Apabila ternyata ditemukan di dalam Laporan Tesis saya terdapat unsur plagiat, maka saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

Jakarta, September 2024



Egie Ovelatama

LEMBAR PENGESAHAN

Laporan Tesis ini diajukan oleh :

Nama : Egie Ovelatama
NIM : 55422110011
Program : Program Pascasarjana Magister Teknik Elektro
Konsentrasi : Manajemen Telekomunikasi
Judul : Reduksi *Mutual Coupling* Antena Mikrostrip *MIMO*
Dengan *Slotted Ring EBG* dan *H-Shaped DGS* Untuk
Aplikasi 5G

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan dewan penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Strata 2 pada Program Studi Magister Teknik Elektro, Fakultas Teknik/Program Pascasarjana Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh:

Pembimbing : Dr. Umaisaroh, S.ST
NIDN : 0315089106

Ketua Penguji : Prof. Dr. Ir. Setiyo Budiyanoto, S.T.,
M.T., I.P.M., Asean-Eng., APEC-Eng
NIDN : 0312118206

Penguji 1 : Dr. Dian Widi Astuti, ST.,MT
NIDN : 0330127810

()
()
()

Jakarta, September 2024

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi


Dr. Zulfa Fitri Ikatrinsari, M.T.


Prof. Dr. Ir. Setiyo Budiyanoto, S.T., M.T.,
I.P.M., Asean-Eng., APEC-Eng

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini dengan judul "*Reduksi Mutual Coupling Antena Mikrostrip MIMO Dengan Slotted Ring EBG Dan H-Shaped DGS Untuk Aplikasi 5G* " sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Teknik Elektro di Universitas Mercu Buana.

Tesis ini tidak akan terwujud tanpa bimbingan, dukungan, dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Prof. Dr. Andi Adriansyah, M.Eng, selaku Rektor Universitas Mercubuana
2. Prof. Dr.-Ing.Mudrik Alaydrus, selaku Direktur Program Pasca Sarjana Unviersita Mercubuana
3. Dr. Zulfa Fitri Ilkatrinasari, M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik Unviersitas Mercubuana
4. Prof. Dr. Setiyo Budiyanto, ST., MT., IPM., Asean-Eng., APEC-Eng, selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Elektro Unviersitas Mercubuana
5. Dr. Umaisaroh, S.ST., selaku pembimbing yang telah memberikan bimbingan, saran, dan arahan yang berharga dalam proses penulisan tesis ini.
6. Dr. Dian Widi Astuti, S.T., M.T., selaku dosen penguji Tesis atas koreksi dan arahan serta masukannya.
7. Ahmad Firdausi, S.T., M.T., atas bantuan-bantuannya dalam penelitian ini.
8. Semua pihak yang telah membantu dan mendukung penulis, baik secara langsung maupun tidak langsung, yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tesis ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang konstruktif demi kesempurnaan karya ini.

Tangerang, September 2024

Penulis

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Mercu Buana, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Egie Ovelatama
NIM : 55422110011
Program Studi : Magister Teknik Elektro
Judul Laporan Tesis : Reduksi *Mutual Coupling* Antena Mikrostrip MIMO
Dengan *Slotted Ring EBG* Dan *H-Shaped DGS* Untuk
Aplikasi 5G

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, dengan ini memberikan izin dan menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Mercu Buana Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas karya ilmiah saya yang berjudul di atas beserta perangkat yang ada (jika diperlukan).

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Universitas Mercu Buana berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan Laporan Tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, September 2024



Egie Ovelatama

ABSTRAK

Nama : Egie Ovelatama
NIM : 55422110011
Program Studi : Magister Teknik Elektro
Judul Tesis : Reduksi *Mutual Coupling* Antena Mikrostrip MIMO Dengan *Slotted Ring EBG* Dan *H-Shaped DGS* Untuk Aplikasi 5G
Pembimbing : Dr. Umaisaroh, S.ST

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menganalisis antena *Multiple Input Multiple Output (MIMO)* menggunakan metode *Defected Ground Structure (DGS)* dan *Electromagnetic Band Gap (EBG)* dalam rangka mengurangi mutual coupling dan meningkatkan performa antena pada frekuensi 3.5 GHz. Studi literatur dilakukan untuk memahami mekanisme beberapa metode dalam mengurangi interferensi antar elemen antena. Proses penelitian meliputi simulasi desain menggunakan perangkat lunak elektromagnetik, fabrikasi antena berdasarkan desain yang telah disimulasikan, serta pengukuran parameter untuk memvalidasi hasil simulasi. Hasil simulasi menunjukkan penerapan *DGS* dan *EBG* mampu mengurangi nilai mutual coupling hingga -33.51 dB pada frekuensi 3.5 GHz, dibandingkan dengan antena konvensional yang mencapai pengurangan 19.69 dB. Namun, hasil pengukuran menunjukkan faktor refleksi sebesar -12.16 dB, lebih rendah dari hasil simulasi -26.5 dB, yang menandakan adanya perbedaan yang memerlukan analisis lebih lanjut.

Metode *DGS* bekerja dengan menciptakan struktur cacat pada ground plane antena, yang efektif mengurangi mutual coupling melalui modifikasi aliran arus di area tersebut. Struktur ini membatasi interferensi antara elemen antena. Sementara itu, metode *EBG* digunakan untuk mencegah propagasi gelombang elektromagnetik pada frekuensi yang tidak diinginkan, memperluas bandwidth antena. Hasil simulasi menunjukkan pengurangan mutual coupling hingga -33.51 dB, sedangkan pengukuran menghasilkan -32.55 dB, mendekati hasil simulasi. Ini menunjukkan keberhasilan metode yang diterapkan. Selain itu, lebar pita 470 MHz tercapai untuk pita frekuensi 5G n78 (3300 – 3800 MHz), memberikan peningkatan performa antena. Pola radiasi yang omnidirectional juga menegaskan kecocokan antena untuk cakupan area luas yang diperlukan oleh *Base Station 5G*.

Implementasi *DGS* dan *EBG* terbukti efektif dalam meningkatkan kinerja antena *MIMO*, baik dari segi pengurangan interferensi antar elemen maupun peningkatan stabilitas transmisi data. Analisis lebih lanjut diperlukan untuk mengevaluasi perbedaan antara hasil simulasi dan pengukuran, yang bisa disebabkan oleh faktor proses fabrikasi atau kondisi lingkungan yang mempengaruhi performa antena. Optimalisasi desain untuk mencapai konsistensi kinerja di berbagai kondisi operasional juga menjadi fokus penelitian berikutnya, untuk memastikan kinerja yang stabil dalam implementasi nyata di lapangan.

Kata Kunci : *EBG, DGS, MIMO, 5G, Mutual Coupling*

ABSTRACT

Name : Egie Ovelatama
NIM : 55422110011
Study Program : Magister of Electrical Engineering
Thesis Title : Mutual Coupling Reduction in Microstrip MIMO Antennas
Using Slotted Ring EBG and H-Shaped DGS for 5G
Applications
Counsellour : Dr. Umaisaroh, S.ST

This research aims to design and analyze a Multiple Input Multiple Output (MIMO) antenna using Defected Ground Structure (DGS) and Electromagnetic Band Gap (EBG) methods to reduce mutual coupling and enhance antenna performance at a frequency of 3.5 GHz. A literature review was conducted to understand the mechanisms of several methods in reducing interference between antenna elements. The research process includes design simulations using electromagnetic software, antenna fabrication based on the simulated design, and parameter measurements to validate the simulation results. The simulation results show that the application of DGS and EBG can reduce mutual coupling by up to -33.51 dB at a frequency of 3.5 GHz, compared to a conventional antenna which achieves a reduction of 19.69 dB. However, the measurement results show a reflection factor of -12.16 dB, lower than the simulation result of -26.5 dB, indicating differences that require further analysis.

The DGS method works by creating defects in the antenna's ground plane, effectively reducing mutual coupling through the modification of current flow in that area. This structure limits interference between antenna elements. Meanwhile, the Electromagnetic Band Gap (EBG) method is used to prevent the propagation of electromagnetic waves at undesired frequencies, expanding the antenna's bandwidth. The simulation results show a mutual coupling reduction of up to -33.51 dB, while measurements yielded -32.55 dB, close to the simulation results. This demonstrates the success of the applied methods. Additionally, a bandwidth of 470 MHz was achieved for 5G n78 frequency band (3300 – 3800 MHz), providing enhanced antenna performance. The omnidirectional radiation pattern also confirms the suitability of the antenna for the wide area coverage required by 5G Base Stations.

The implementation of DGS and EBG has proven effective in improving MIMO antenna performance, both in terms of reducing interference between elements and enhancing data transmission stability. Further analysis is needed to evaluate the differences between simulation and measurement results, which may be due to fabrication processes or environmental conditions affecting antenna performance. Design optimization to achieve performance consistency under various operational conditions will also be a focus of future research to ensure stable performance in real-world field implementations.

Keywords : *EBG, DGS, MIMO, 5G, Mutual Coupling*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN HASIL KARYA SENDIRI	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
PERNYATAAN SIMILARITY CHECK.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Kontribusi Penelitian.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Studi Literatur.....	5
2.2 Antenna Mikrostrip	11
2.3 <i>Elektromagnetic Bandgap (EBG)</i>	12
2.4 <i>Mutual Coupling</i>	17
2.5 Dimensi Antena <i>Rectangular Patch</i>	18
2.6 <i>Deflected Ground Structure (DGS)</i>	20
2.7 Antena <i>MIMO</i>	24
BAB III METODOLOGI PENELEITIAN.....	27
3.1 Instrumen Penelitan	27
3.2 Prosedur Pengembangan dari literatur.....	27
3.3 Perencanaan Antena.....	29
3.4 Desain dan Simulasi Antena.....	31

3.5	Kebaharuan dan Modifikasi Dalam Penelitian.....	36
BAB IV	HASIL PENELITIAN.....	38
4.1	Hasil Simulasi Studi Parameter <i>DGS</i>	38
4.2	Hasil Simulasi Evolusi <i>EBG</i>	43
4.3	Perbandingan Tahap Evolusi Antena	45
4.4	Simulasi <i>E-Field</i> Pada Antena Yang Diajukan	47
4.5	Perbandingan Hasil Simulasi Dan Pengukuran	48
BAB V	KESIMPULAN.....	52
	DAFTAR PUSTAKA.....	53
	LAMPIRAN.....	57



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan Antar Penelitian Terdahulu	5
Tabel 3. 1 Perbandingan Metode-Metode Pengurangan Mutual Coupling	27
Tabel 3. 2 Spesifikasi Bahan Dan Frekuensi Antena yang Diajukan	31
Tabel 3. 3 Spesifikasi Parameter Dimensi Antena Konvensional	32
Tabel 3. 4 Optimasi Parameter (P) Antena Dan Dimensi (D) Dengan <i>DGS</i> Dalam mm ..	33
Tabel 3. 5 Parameter (P) Dan Dimensi (D) Dari Antena Dalam mm	36
Tabel 4. 1 Tabel Hasil Simulasi Studi Parameter <i>G_w</i> Terhadap S-Parameter	39
Tabel 4. 2 Tabel Hasil Simulasi Studi Parameter <i>G_{la}</i> Terhadap S-Parameter	41
Tabel 4. 3 Tabel Hasil Simulasi Studi Parameter <i>G_{lb}</i> Terhadap S-Parameter	43
Tabel 4. 4 Tabel Hasil Simulasi Tiap Generasi <i>EBG</i> Terhadap S-Parameter	44
Tabel 4. 5 Hasil Simulasi Evolusi Antena Terhadap S-Parameter	46
Tabel 4. 6 Tabel Perbandingan Hasil Simulasi dan Pengukuran	50



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Struktur Antena Mikrostrip	12
Gambar 2. 2 Rugi-Rugi Transmisi Efek Dari <i>Band Gap</i>	13
Gambar 2. 3 Rancangan Desain <i>Mushroom like EBG</i>	15
Gambar 2. 4 Tampilan Design <i>Mushroom Like EBG</i> pada Antena Mikrostrip.....	15
Gambar 2. 5 Grafik S-Parameter Dengan Dan Tanpa <i>Mushroom like EBG</i>	16
Gambar 2. 6 Grafik Perbandingan S_{21} Pada Penelitian Sebelum <i>EBG</i>	16
Gambar 2. 7 Klasifikasi Dasar <i>DGS</i> Dan Geometrinya.....	21
Gambar 2. 8 Tampilan Geometri <i>DGS</i>	22
Gambar 2. 9 Gambar Antena <i>MIMO</i> Dengan <i>DGS Dumbbell</i>	23
Gambar 2. 10 Parameter S_{11} dan S_{21} dari antena <i>MIMO</i> dengan <i>DGS Dumbbell</i>	23
Gambar 2. 11 Perbandingan S_{21} Dari Berbagai Metode	24
Gambar 2. 12 <i>MIMO Transmitter, Receiver, dan Channels</i>	25
Gambar 3. 1 Diagram Venn Posisi Penelitian	29
Gambar 3. 2 Diagram Alir Perencanaan Penelitian	30
Gambar 3. 3 Bentuk Konvensional Antena <i>MIMO</i>	32
Gambar 3. 4 Desain Antena dengan <i>DGS</i> dan Variabel Dimensi.....	33
Gambar 3. 5 Evolusi Desain <i>EBG</i>	34
Gambar 3. 6 Variabel Parameter Dimensi Antena Yang Diajukan.....	35
Gambar 3. 7 Detail Parameter Dimensi <i>EBG</i> Yang Diajukan.....	35
Gambar 3. 8 Tampilan <i>HFSS</i> Tampak Depan dan belakang Dari Antena Yang Diajukan	36
Gambar 3. 9 Desain <i>EBG</i> dan <i>DGS</i> dari Penelitian Terdahulu	37
Gambar 4. 1 Grafik Nilai S_{11} Untuk Setiap Perubahan Nilai Variabel G_w	38
Gambar 4. 2 Grafik Nilai S_{21} Untuk Setiap Perubahan Nilai Variabel G_w	39
Gambar 4. 3 Grafik Nilai S_{11} Untuk Setiap Perubahan Nilai Variabel G_{la}	40
Gambar 4. 4 Grafik Nilai S_{21} Untuk Setiap Perubahan Nilai Variabel G_{la}	41
Gambar 4. 5 Grafik Nilai S_{11} Untuk Setiap Perubahan Nilai Variabel G_{lb}	42
Gambar 4. 6 Grafik Nilai S_{21} Untuk Setiap Perubahan Nilai Variabel G_{lb}	42
Gambar 4. 7 Grafik Nilai S_{11} Untuk Setiap Generasi <i>EBG</i>	44
Gambar 4. 8 Grafik Nilai S_{21} Untuk Setiap Perubahan Generasi <i>EBG</i>	44
Gambar 4. 9 Grafik Nilai S_{11} dari Tahap Evolusi Antena yang Diajukan	45
Gambar 4. 10 Grafik Nilai S_{21} dari Tahap Evolusi Antena yang Diajukan.....	46
Gambar 4. 11 Visualisasi Medan Listrik <i>E-Field</i> Pada Antena Yang Diajukan	47
Gambar 4. 12 Grafik Nilai S_{11} Hasil Simulasi Dan Pengukuran.....	48
Gambar 4. 13 Grafik Nilai S_{21} Hasil Simulasi Dan Pengukuran	49
Gambar 4. 14 Foto Hasil Fabrikasi Antena Yang Diajukan	49
Gambar 4. 15 Pola Radiasi Dari Antena Yang Diajukan.....	50
Gambar 4. 16 Gambar 3D Pola Radiasi Hasil Evolusi Antena dengan Simulasi <i>HFSS</i> ...	51

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. 1 Foto Proses Pengambilan Data Pola Radiasi.....	57
Lampiran 1. 2 Foto Proses Pengambilan Data Dengan VNA ZVA 67.....	57
Lampiran 1. 3 Foto Pola Radiasi Hasil Pengukuran	58
Lampiran 1. 4 Foto Keadaan Pengukuran Pola Radiasi Tampak Jauh.....	58



PERNYATAAN *SIMILARITY CHECK*

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan, bahwa karya ilmiah saya ditulis oleh :

Nama : Egie Ovelatama
NIM : 55422110011
Program : Magister Teknik Elektro

Dengan judul “Reduksi *Mutual Coupling* Antena Mikrostrip MIMO Dengan *Slotted Ring EBG* Dan *H-Shaped DGS* Untuk Aplikasi 5G” telah dilakukan pengecekan *similarity* dengan sistem Turnitin pada tanggal 27 Agustus 2024 didapatkan nilai presentase sebesar 19%.

Jakarta, 2024

Administrator Turnitin



Saras Nur Praticha, S.Psi., MM