

**PENGEMBANGAN ANTENA MIKROSTRIP MIMO
BERBENTUK LINGKARAN DENGAN STRUKTUR
PARASITIC EBG PADA FREKUENSI 2,45 GHz UNTUK
MEREDUKSI EFEK *MUTUAL COUPLING***



UNIVERSITAS
MERCU BUANA



TESIS

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

OLEH

ANISA FITRI

55420110019

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

ABSTRAK

Perkembangan teknologi tanpa kabel sangat pesat seiring dengan kebutuhan pengguna akan kualitas sistem komunikasi yang berkecepatan tinggi, efisien, handal dan berkualitas. Salah satu teknologi yang diperbincangkan oleh pengguna layanan telekomunikasi saat ini adalah *wireless fidelity* (WiFi) yang sudah didukung oleh teknologi MIMO. *Multiple Input Multiple Output* (MIMO) adalah suatu sistem yang terdiri dari lebih dari satu terminal atau antena pada sisi pengirim dan penerima. Dengan penggunaan antena lebih dari satu antena, MIMO mendukung spesifikasi media transmisi yang membutuhkan kapasitas besar pada sistem komunikasinya.

Dengan menyusun antena secara spasial dan jarak yang sama, dapat menaikkan beberapa parameter antena yaitu memperlebar *bandwidth* dan memperbesar *gain*. Namun permasalahan yang muncul dalam teknik *array* adalah munculnya suatu efek yang dapat menginterferensi radiasi antena dari satu pancaran antena ke pancaran antena disebelahnya, atau yang biasa disebut efek *mutual coupling*. *Mutual coupling* ini perlu direduksi nilainya seminim-minimnya agar *bandwidth* antena dan *gain* antena dapat maksimal performanya, oleh karena itu, ada beberapa metode yang telah diusulkan untuk menghindari efek *mutual coupling*, seperti *slot elemen parasitic*, struktur tanah cacat (DGS), bidang tanah *slotted*, resonator *split-ring* komplementer (CSRR), resonator garis berpasangan paralel (PCR), antena resonator dielektrik (DRA), dan celah pita elektromagnetik (EBG).

Dari beberapa metode rujukan, penelitian ini mengusulkan antena MIMO yang terdiri dari dua antena *patch* melingkar identik yang dimodelkan menggunakan HFSS 15.0. Struktur 24 EBG mengelilingi MIMO yang dievaluasi pada frekuensi 2,45 GHz, sehingga cocok untuk aplikasi jaringan area lokal nirkabel (WLAN). Dimensi keseluruhan antena mikrostrip adalah 50,3 mm x 115,7 mm. Antena telah disimulasikan dan diukur untuk mengamati *mutual coupling*, *bandwidth*, dan *pola radiasi*. Antena dicetak pada substrat FR-4 dengan konstanta dielektrik, ϵ_r dan ketebalan, h masing-masing 4,3 dan 1,6 mm. Untuk pencatuan menggunakan impedansi input 50 Ω , hasil menunjukkan bahwa antena memiliki S_{11} -16 dB dengan simulasi dan pengukuran, sedangkan efek *mutual coupling* berkurang sedikit pada -23,60 dB.

Kata Kunci: Antenna, MIMO, *Mutual Coupling*, *Electromagnetic Band Gap* (EBG), *Circular Parasitic*

ABSTRACT

The development of wireless technology is very rapid along with the user's need for a high-speed, efficient, reliable and quality communication system. One of the technologies discussed by users of telecommunications services today is *Wireless Fidelity* (WiFi) which is supported by MIMO technology. *Multiple Input Multiple Output* (MIMO) is a system consisting of more than one terminal or antenna on the sending and receiving sides. With the use of more than one antenna, MIMO supports transmission media specifications that require large capacity in the communication system.

By arranging the antennas spatially and at the same distance, it is possible to increase several antenna parameters, namely to widen the *bandwidth* and increase the *gain*. However, the problem that arises in the *array* technique is the emergence of an effect that can interfere with the antenna radiation from one antenna beam to the antenna beam next to it, or what is commonly called the *mutual coupling* effect. The value of this *mutual coupling* needs to be reduced to a minimum so that the antenna *bandwidth* and antenna *gain* can be maximized. Therefore, there are several methods that have been proposed to avoid the effect of *mutual coupling*, such as *parasitic* element slots, defective ground structure (DGS), slotted ground planes, complementary split-ring resonator (CSRR), parallel paired line resonator (PCR), antenna dielectric resonator (DRA), and electromagnetic band gap (EBG).

From several reference methods, this study proposes a MIMO antenna consisting of two identical circular *patch* antennas modeled using HFSS 15.0. The 24 EBG structure surrounds the MIMO evaluated at a frequency of 2.45 GHz, making it suitable for wireless local area network (WLAN) applications. The overall dimensions of the microstrip antenna are 50.3 mm x 115.7 mm. The antenna has been simulated and measured to observe *mutual coupling*, *bandwidth*, and *radiation pattern*. The antenna was printed on an FR-4 substrate with a *dielectric* constant, ϵ_r and a thickness, h of 4.3 and 1.6 mm, respectively. for supply using an input impedance of 50 The results show that the antenna has S_{11} -16 dB by simulation and measurement, while the *mutual coupling* effect decreases slightly at -23.60 dB.

Keywords: Antenna, MIMO, *Mutual Coupling*, *Electromagnetic Band Gap (EBG)*, *Circular Parasitic*.

PENGESAHAN TESIS

Judul : Pengembangan Antena Mikrostrip
MIMO Berbentuk Lingkaran Dengan
Struktur *Parasitic* EBG Pada Frekuensi
2,45 GHz Untuk Mereduksi Efek Mutual
Coupling

Nama : Anisa Fitri

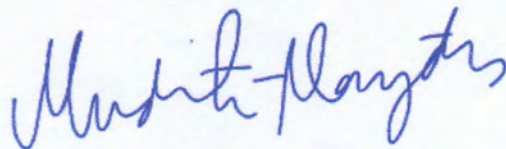
NIM : 55420110019

Program Studi : Magister Teknik Elektro

Tanggal : 05 September 2022

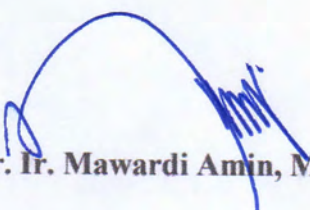
Mengesahkan

Pembimbing



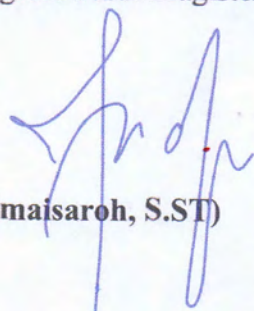
(Prof. Dr.-Ing. Mudrik Alaydrus)

Dekan Fakultas Teknik



(Dr. Ir. Mawardi Amin, M.T)

Ketua Program Studi Magister



(Dr. Umairah, S.ST)

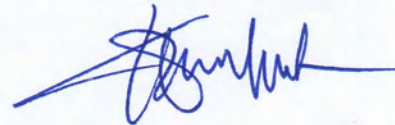
PERNYATAAN *SIMILARITY CHECK*

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

Nama : Anisa Fitri
NIM : 55420110019
Program Studi : Magister Teknik Elektro

Dengan judul “**Pengembangan Antena Mikrostrip MIMO Berbentuk Lingkaran Dengan Struktur *Parasitic* EBG Pada Frekuensi 2,45 GHz Untuk Mereduksi Efek Mutual Coupling**” telah dilakukan pengecekan *similarity* dengan *system* Turnitin pada tanggal 06 September 2022 didapatkan nilai presentase sebesar 16%.

Jakarta, 06 September 2022
Administrator Turnitin



Miyono, S.Kom

PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa semua pernyataan dalam Tesis ini:

Judul : Pengembangan Antena Mikrostrip MIMO Berbentuk Lingkaran Dengan Struktur *Parasitic* EBG Pada Frekuensi 2,45 GHz Untuk Mereduksi Efek Mutual Coupling
Nama : Anisa Fitri
NIM : 55420110019
Program Studi : Magister Teknik Elektro
Tanggal : 06 September 2022

Merupakan hasil studi pustaka, penelitian lapangan, dan karya saya sendiri dengan bimbingan Komisi Dosen Pembimbing yang ditetapkan dengan Surat Keputusan Ketua Program Studi Magister Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.

Karya ilmiah ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan pada program sejenis di perguruan tinggi lain. Semua informasi, data, dan hasil pengolahannya yang digunakan, telah dinyatakan secara jelas sumbernya dan dapat diperiksa kebenarannya.

Bekasi, 06 September 2022


(Anisa Fitri)

KATA PENGANTAR

Bismillaahirrahmaanirrahiim,

Puji syukur peneliti panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga peneliti dapat menyelesaikan tesis yang berjudul *“Pengembangan Antena Mikrostrip MIMO Berbentuk Lingkaran Dengan Struktur Parasitic EBG Pada Frekuensi 2,45 GHz Untuk Mereduksi Efek Mutual Coupling”*. Tesis ini disusun sebagai salah satu syarat dalam menempuh gelar Magister Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.

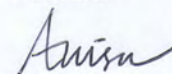
Dalam penyusunan tesis ini peneliti telah mendapat bimbingan, pengarahan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, peneliti mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Ibu Dr. Umairah. Selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana.
2. Bapak Prof. Dr.-Ing. Mudrik Alaydrus. Selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing dalam penyusunan tesis ini.
3. Orang tua yang telah memberikan dukungan dan semangat kepada peneliti dan Teman-teman yang telah memberikan semangat dan mendengarkan keluh kesah peneliti serta teman terdekat yang selalu membantu dan memberikan semangat dalam menyelesaikan tesis ini.
4. Semua pihak yang telah membantu peneliti dalam penyusunan tesis ini.

Peneliti menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari sempurna, masih banyak kekurangan baik dalam sistematika penelitian maupun dalam materinya. Oleh karena itu, peneliti sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun guna menyempurnakan tesis ini. Akhirnya, semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi peneliti pada khususnya dan bagi perkembangan ilmu telekomunikasi pada umumnya.

Bekasi, Juli 2022

Peneliti



(Anisa Fitri)

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
PENGESAHAN TESIS	iii
PERNYATAAN <i>SIMILARITY CHECK</i>	iv
PERNYATAAN.....	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	4
C. Tujuan Penelitian.....	4
D. Kontribusi dan Sasaran Penelitian.....	4
E. Batasan Masalah	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
A. <i>Literatur Review</i>	6
B. Antena.....	15
C. Jenis-jenis Bentuk <i>Patch</i> Antena MIMO.....	15
D. Antena MIMO <i>Patch</i> Lingkaran.....	16
E. Teknik Pencatuan	17
F. Saluran Pencatuan Mikrostrip (Mikrostrip Line)	17
G. Parameter Umum Antena	19
H. Polarisasi.....	19
I. Gain	21
J. Keterarahan (<i>Directivity</i>)	23
K. Impedansi Masukan.....	23
L. Pola Radiasi	24
M. <i>VSWR (Voltage Standing Wave Ratio)</i>	25
N. <i>Return Loss</i>	26
O. <i>Bandwidth</i>	27

P. Mutual Coupling	27
Q. Elemen Parasitik.....	32
R. Teknik Array	33
S. Struktur EBG.....	34
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	36
A. Metode Penelitian dan Pengembangan Antena	36
B. Instrumen Penelitian.....	36
C. Prosedur Pengembangan	36
D. Tahap Penelitian dan Pengumpulan Data.....	36
E. Tahap Perencanaan.....	37
F. Kerangka Berfikir.....	37
G. Tahap Desain dan Pengembangan Antena	38
H. Pemodelan dan Simulasi Desain	40
I. Simulasi Rancangan	41
J. Desain Antena MIMO dengan Struktur <i>Parasitic</i> EBG.....	42
K. Tahap Uji Coba Antena dan Pengembangan.....	43
BAB IV HASIL PENELITIAN	45
A. Hasil Penelitian dan Pengembangan	45
B. Hasil Perencanaan Desain Antena	45
C. Perhitungan Dimensi Patch Antena	45
D. Perhitungan Dimensi Saluran Pencatu	45
E. Hasil Pemodelan dan Simulasi	46
F. Kelayakan Penelitian.....	46
G. Hasil Simulasi Akhir	47
H. Fabrikasi Antena	51
I. Pengukuran Antena Fabrikasi	52
J. Hasil Pengukuran	52
K. Efektivitas Penelitian	56
BAB V KESIMPULAN	57
A. Kesimpulan	57
B. Saran.....	57
DAFTAR PUSTAKA	58

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Jurnal Rujukan dan Tema Penelitian	6
Tabel 3.1 Standar Karakteristik Antena Mikrostrip Frekuensi 2,45 GHz.....	38
Tabel 3.2 Karakteristik Material Antena Mikrostrip.....	39
Tabel 3.3 Ukuran Dimensi Antena Mikrostrip <i>Patch</i> Lingkaran.....	40
Tabel 3.4 Optimasi Antena Mikrostrip <i>Patch</i> Lingkaran.....	40
Tabel 3.5 Ukuran dimensi <i>Patch</i> Lingkaran Antena MIMO EBG	41
Tabel 3.6 Parameter antenna MIMO yang diusulkan	42
Tabel 3.7 Dimensi Antena Konvensional Hasil Perhitungan.....	43
Tabel 3.8 Tampilan Hasil Fabrikasi	44
Tabel 3.9 Pengukuran Antena Fabrikasi	44
Tabel 4.1 Hasil Simulasi Antena.....	50
Tabel 4.2 Desain Antena MIMO Pada Simulasi.....	51
Tabel 4.3 Tampilan Hasil Fabrikasi	51
Tabel 4.4 Perbandingan Hasil Simulasi dan Pengukuran	52

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Peran Antena di Sistem Komunikasi Nirkabel	15
Gambar 2.2 Mikrostrip Bentuk Lingkaran.....	16
Gambar 2.3 Pencatuan Secara Langsung.....	17
Gambar 2.4 Polarisasi Linier.....	20
Gambar 2.5 Polarisasi Eliptis.....	20
Gambar 2.6 Polarisasi Melingkar.....	21
Gambar 2.7 <i>Lobe</i> Radiasi Antena (Tiga Dimensi).....	24
Gambar 2.8 Plot Linier Pola Daya Radiasi	24
Gambar 2.9 Sudut Pola Radiasi Secara Tiga Dimensi.....	25
Gambar 2.10 Mutual Coupling Pada Antena Dua Elemen	28
Gambar 2.11 Jaringan Dua <i>port</i>	30
Gambar 2.12 <i>T-network Equivalent</i>	31
Gambar 2.13 Jarak Optimal Pada Dua Patch.....	34
Gambar 2.14 Gelombang Permukaan	34
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	38
Gambar 3.2 Bentuk Antena MIMO Patch Lingkaran	40
Gambar 3.3 Tampilan 3D antena MIMO menggunakan EBG	41
Gambar 3.4 Modifikasi desain antena MIMO menggunakan struktur parasitic EBG.....	42
Gambar 4.1 Hasil Simulasi S_{11} Antena Konvensional	47
Gambar 4.2 Hasil Simulasi S_{21} Antena Konvensional	48
Gambar 4.3 Hasil Simulasi Pola Radiasi Vertikal Antena Konvensional.....	48
Gambar 4.4 Hasil Simulasi Pola Radiasi Horizontal Antena Konvensional.....	49
Gambar 4.5 Performa S_{11} dari antena MIMO yang disimulasikan dan diukur dengan Struktur EBG	53
Gambar 4.6 Performa S_{21} dari antena MIMO yang disimulasikan dan diukur dengan struktur EBG.....	53

Gambar 4.7 Menampilkan pola radiasi secara horizontal (<i>H-Plane</i>) dan pola radiasi secara vertikal (<i>E-Plane</i>).....	54
Gambar 4.8 Menampilkan pola radiasi secara horizontal (<i>H-Plane</i>).....	55
Gambar 4.9 Menampilkan pola radiasi secara vertikal (<i>E-Plane</i>).....	55



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Daftar Riwayat Hidup.....	62
Lampiran 2. Dokumentasi Penelitian (Pengukuran Antena).....	63

