



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

**Perancangan Antena MIMO *Dual Band*
Menggunakan Teknik *Stacked Series Array* Untuk
Aplikasi *mmWave***

TESIS

UNIVERSITAS
MERCU BUANA
Oleh

RADEN HERNADI
NIM: 55417120035

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK ELEKTRO
UNIVERSITAS MERCU BUANA
2020**



**Perancangan Antena MIMO *Dual Band*
Menggunakan Teknik *Stacked Series Array* Untuk
Aplikasi *mmWave***

TESIS

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Pasca sarjana Program Magister Teknik Elektro

Oleh:

RADEN HERNADI

NIM: 55417120035

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK ELEKTRO

UNIVERSITAS MERCU BUANA

2020

Abstrak

Meningkatnya permintaan kebutuhan transfer data yang cepat dan dalam jumlah yang besar memerlukan lebar pita frekuensi yang lebih besar dari teknologi selular saat ini. Beberapa frekuensi yang menjadi pilihan teknologi 5G adalah 28 GHz dan 39 GHz, Namun penggunaan frekuensi tinggi sangat sensitif terhadap kondisi *rich scattering*, yaitu kondisi dimana lingkungan propagasi yang memberikan kondisi penuh dengan refleksi dan difraksi. Oleh karena itu untuk mengatasi hal ini perlu menerapkan teknik Multiple Input Multiple Output (MIMO). Selain itu untuk jenis antena dipilih antena mikrostrip karena memiliki struktur yang ringan, dimensi yang kecil dan mudah diintegrasikan.

Dalam penelitian dirancang antena mikrostrip MIMO menggunakan teknik stacked series array yang bekerja pada frekuensi 28 dan 39 GHz dengan menggunakan bahan substrate RT/Duroid 5880 double layer dengan konstanta dielektrik 2.17 ± 0.02 dan ketebalan bahan 0.79 mm, software yang digunakan HFSS v13.

Hasil pengukuran pada antena pertama didapatkan nilai frekuensi tengah 28.3 GHz dan 39.7 GHz dan return loss berturut-turut -21.1 dB dan -34.5 dB serta bandwidth berturut-turut sebesar 1.0 dan 2.9 GHz. Sementara pada antena kedua didapatkan frekuensi tengah 28.6 GHz dan 40.2 GHz dan return loss berturut-turut -20.8dB dan -33.7 dB serta bandwidth berturut-turut sebesar 1.7 GHz dan 2.9 GHz. Nilai mutual kopling berturut-turut -26.4 dB dan -25.5 dB.

Kata kunci : 5G, MIMO, Antena mikrostrip, Koefisien refleksi, Mutual kopling

Abstract

The increasing demand for faster and larger data transfer required a larger frequency band than current cellular technology. Some of the frequencies chosen by 5G technology are 28 GHz and 39 GHz, but the use of high frequencies is very sensitive to rich scattering conditions, namely conditions where the propagation environment provides conditions full of reflection and diffraction. Therefore, to overcome this, it is necessary to applied the Multiple Input Multiple Output (MIMO) technique.

Here, a MIMO microstrip antenna was designed using a stacked series array technique that works at a frequency of 28 and 39 GHz using a double layer RT / Duroid 5880 substrate material with a dielectric constant of 2.20 ± 0.02 and a material thickness of 0.79 mm, the software used is HFSS.

The measurement results on the first antenna obtained center frequency values of 28.3 GHz and 39.7 GHz and return loss of -21.1 dB and -34.5 dB, respectively, and bandwidth of 1.0 and 2.9 GHz, respectively. Meanwhile, the second antenna has a center frequency of 28.6 GHz and 40.2 GHz and a return loss of -20.8dB and -33.7 dB, respectively, and a bandwidth of 1.7 GHz and 2.9 GHz, respectively. The coupling mutual values are -26.4 dB and -25.5 dB, respectively.

Keywords: 5G, MIMO, Microstrip Antenna, Reflection coefficient, Coupling coefficient

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Alloh SWT, atas berkat, rahmat, dan karunia-Nya, kami dapat menyelesaikan penelitian dan penyusunan laporan tesis yang berjudul “Perancangan Antena MIMO Dual Band Menggunakan Teknik *Stacked Series Array* Untuk Aplikasi mmWave”. Tanpa pertolongan-Nya tentunya kami tidak akan mampu menyelesaikan tesis ini dengan baik. Shalawat serta salam semoga tercurah kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW yang mudah mudahan kita mendapatkan syafaatnya kelak di akhirat, aamiin.

Dalam penyusunan laporan tesis ini, tentunya tidak terlepas dari berbagai kendala, tetapi pada akhirnya dapat diselesaikan dengan baik berkat koreksi dan kritik yang membangun dari berbagai pihak. Oleh karena itu, kami menyampaikan terimakasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ing Mudrik Alaydrus, sebagai pembimbing penulis sekaligus direktur pascasarjana Universitas Mercu Buana Jakarta, atas arahan dan bimbingan yang telah diberikan.
2. Bapak Prof. Dr. Ir Andi Andriansyah, M.Eng, sebagai ketua program studi Magister Teknik Elektro Universitas Mercu Buana Jakarta, atas segala bantuan yang telah diberikan.
3. Ibu Dr. Umaisaroh, S.ST, sebagai dosen penguji.
4. Bapak Ahmad Firdausi, M.T, sebagai dosen jurusan Teknik Elektro Universitas Mercu Buana Jakarta.
5. Seluruh sahabat seperjuangan, mahasiswa Magister Teknik Elektro angkatan 22

Penulis tentu menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari kata sempurna dan masih banyak kekurangan di dalamnya. Untuk itu, kami mengharapkan kritik serta saran dari pembaca untuk tesis ini, supaya tesis ini nantinya dapat menjadi

tesis yang lebih baik lagi. Demikian, dan apabila terdapat banyak kesalahan pada tesis ini penulis mohon maaf yang sebesar-besarnya.

Jakarta, Pebruari 2021



(Raden Hernadi)

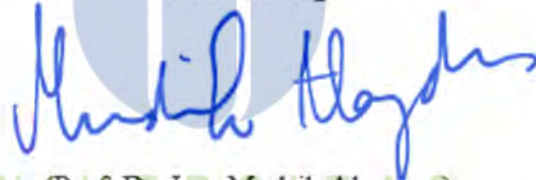


PENGESAHAN TESIS

Judul : Perancangan Antena MIMO Dual Band Menggunakan Teknik
Stacked Series Array Untuk Aplikasi mmWave
Nama : Raden Hernadi
NIM : 55417120035
Program : Magister Teknik Elektro
Konsentrasi : Teknologi Gelombang Mikro
Tanggal :

Mengesahkan

Pembimbing



UN (Prof. Dr. Ing. Mudrik Alaydrus)

MERCU BUANA

Direktur Pascasarjana

Ketua Program Studi



(Prof. Dr. Ing. Mudrik Alaydrus)



(Prof. Dr. Ir. Andi Andriansyah, M.Eng)

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Raden Hernadi
NIM : 55417120035
Program Studi : Pascasarjana Program Magister Teknik Elektro
Konsentrasi : Teknologi Gelombang Mikro

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa tesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dengan bimbingan pembimbing yang ditetapkan dengan surat keputusan Ketua Program Studi Magister Teknik Elektro Universitas Mercu Buana.

Tesis ini belum pernah diajukan oleh orang lain, semua informasi, data dan hasil pengolahannya, telah dinyatakan secara jelas sumbernya dan dapat diperiksa kebenarannya.

Jakarta, Pebruari 2021



(Raden Hernadi)

PERNYATAAN SIMILARITY CHECK

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

Nama : Raden Hernadi
NIM : 55417120035
Program Studi : Pascasarjana Program Magister Teknik Elektro

dengan judul

“Perancangan Antena MIMO Dual Band Menggunakan Teknik Stacked Series Array Untuk Aplikasi mmWave”,
telah dilakukan pengecekan similarity dengan sistem Turnitin pada tanggal 16 januari 2021, didapatkan nilai persentase sebesar 18 %.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, Januari 2021

Administrator Turnitin



Arie Pangudi, A.Md

DAFTAR ISI

	Halaman
COVER	i
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	v
PENGESAHAN TESIS	vii
PERNYATAAN KEASLIAN	viii
PERNYATAAN <i>SIMILARITY CHECK</i>	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR SINGKATAN	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
BAB 2 KAJIAN PUSTAKA	
2.1 Studi Jurnal	4
2.2 Antena Mikrostrip.....	8
2.3 Parameter Antena	
2.3.1 Pola Radiasi.....	9
2.3.2 Keterarahan (Directivity).....	10
2.3.3 Gain (Penguatan)	11

2.3.4 Lebar Pita (Bandwidth)	12
2.3.5 Return Loss	13
2.3.6 Impdansi Masukan	14
2.4 Perhitungan Antena	14
2.5 Teknik StackedSeries Array	15
2.6 Teknik MIMO	16
2.7 Regulasi Frekuensi 5G	18
 BAB 3 PERANCANGAN ANTENA	
3.1 Prosedur Perancangan	21
3.2 Perlengkapan yang digunakan.....	23
3.4 Perancangan Antena Mikrostrip	23
 BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Perancangan Antena Tunggal	26
4.2 Hasil Simulasi	
4.2.1 Antena Tunggal.....	27
4.2.2 Antena MIMO	31
4.3 Hasil Pengukuran	
4.3.1 Antena Hasil Pabrikasi	36
4.3.2 Parameter S	
4.3.2.1 Pengukuran Parameter S	37
4.3.2.2 Koefisien Refleksi S11	38
4.3.2.3 Koefisien Refleksi S22	41
4.3.2.4 Mutual Kopleng S12	43
 BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	45

5.2 Saran	46
DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN	



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bentuk Antena yang dibuat	4
Gambar 2.2 Variasi Nilai Gain	4
Gambar 2.3 Antena Hasil Pabrikasi	5
Gambar 2.4 Perbandingan Hasil Simulasi dan Pengukuran	5
Gambar 2.5 Tahapan Rancangan Antena Array MIMO	6
Gambar 2.6 Rancangan Akhir Antena Array MIMO	7
Gambar 2.7 Grafik ECC Antena Array MIMO	7
Gambar 2.8 Grafik Hasil Simulasi S11 dan S22 Antena Array MIMO.....	8
Gambar 2.9 Layout Antena MIMO Slot Doughnut.....	8
Gambar 2.10 Return loss Antena MIMO Dual band	9
Gambar 2.11 Gain Antena Slot Doughnut	9
Gambar 2.12 Struktur Antena Mikrostrip	10
Gambar 2.13 Pola Radiasi Antena	11
Gambar 2.14 Main Lobe, Side Lobe dan Back lobe	12
Gambar 2.15 Bandwidth	14
Gambar 2.16 Antena Stacked Array 2x2	18
Gambar 2.17 Antena MIMO	19
Gambar 3.1 Diagram Alir Perancangan	22
Gambar 4.1 Rancangan Awal Antena Sebelum Optimasi	27
Gambar 4.2 Grafik Pergeseran Frekuensi hasil simulasi	28

Gambar 4.3 Grafik S11 Antena Tunggal Hasil Optimasi	29
Gambar 4.4 Pola Radiasi Antena Tunggal Hasil Optimasi	30
Gambar 4.5 Gain Antena Tunggal Hasil Optimasi	30
Gambar 4.6 Konfigurasi Antena MIMO	31
Gambar 4.7 Grafik Mutual Kopling Masing-masing Konfigurasi	32
Gambar 4.8 Grafik Return loss S11 Antena MIMO Hasil Simulasi	34
Gambar 4.9 Grafik Return loss S22 Antena MIMO Hasil Simulasi	34
Gambar 4.10 Pola Radiasi Antena MIMO Hasil Optimasi.....	34
Gambar 4.11 Gain Antena MIMO	35
Gambar 4.12 Rancangan Akhir Antena MIMO 2x2 di Simulator HFSS....	35
Gambar 4.13 Antena MIMO 2x2 Hasil Pabrikasi.....	36
Gambar 4.14 Pengukuran Parameter S Antena MIMO.....	37
Gambar 4.15 Grafik Perbandingan S11 Hasil Simulasi dan Pengukuran...	38
Gambar 4.16 Grafik Perbandingan S22 Hasil Simulasi dan Pengukuran...	41
Gambar 4.17 Grafik Perbandingan S12 Hasil Simulasi dan Pengukuran...	44

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Bandwidth dan Frekuensi Hasil Simulasi dengan Hasil Pengukuran	6
Tabel 2.2 Perbandingan antar referensi	10
Tabel 3.1 Perbandingan sumber referensi dan usulan	21
Tabel 3.2 Parameter Substrate	23
Tabel 4.1 Dimensi Antena menurut Perhitungan Rumus.....	26
Tabel 4.2 Parameter Hasil Simulasi Antena Satu Tumpukan Patch.....	27
Tabel 4.3 Pengaruh Posisi dan Arah Antena terhadap Mutual Kopling.....	32
Tabel 4.4 Pengaruh Jarak antar Antena terhadap Mutual Kopling.....	33
Tabel 4.5 Dimensi Antena MIMO hasil Optimasi.....	33
Tabel 4.6 Perbandingan Usulan, Hasil Simulasi dengan Referensi.....	36
Tabel 4.7 Perbandingan Hasil Simulasi dengan Pengukuran Koefisien Refleksi S11 serta Bandwidth.....	40
Tabel 4.8 Perbandingan Hasil Simulasi dengan Pengukuran Koefisien Refleksi S22 serta Bandwidth.....	43

DAFTAR SINGKATAN

HFSS	: High Frequency Structure Simulator
MIMO	: Multiple Input Multiple Output
mmWAVE	: milimeter Wave
VNA	: Vector Network Analyzer
FCC	: Federal Communications Commission
BW	: Bandwidth
dB	: Decibel
KOMINFO	: Kementrian Komunikasi dan Informatika
PCB	: Printed Circuit Board
ECC	: Envelope Correlation Coefficient
5G	: 5th Generation
GHz	: giga hertz
SMA	: SubMiniature version A
PCCAD	: Personal Computer Aided Antenna Design