



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**RANCANG BANGUN ANTENA MIKROSTRIP ARRAY DUAL BAND
FREKUENSI 2.4 GHZ DAN 5.8 GHZ
UNTUK WI-FI JAMMER**

SKRIPSI

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

**Fransisca Liany Zahara
2003421016**

**PROGRAM STUDI BROADBAND MULTIMEDIA
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2024



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**RANCANG BANGUN ANTENA MIKROSTRIP ARRAY DUAL BAND
FREKUENSI 2.4 GHZ DAN 5.8 GHZ
UNTUK WI-FI JAMMER**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Fransisca Liany Zahara

2003421016

**PROGRAM STUDI BROADBAND MULTIMEDIA
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2024



HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah karya saya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Fransisca Liany Zahara

NIM : 2003421016

Tanda Tangan :

Tanggal : 8 Agustus 2024



POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Skripsi diajukan oleh :

Nama : Fransisca Liany Zahara

NIM : 2003421016

Program Studi : Broadband Multimedia

Judul Skripsi : Rancang Bangun Antena Mikrostrip *Array Dual Band*
Frekuensi 2.4 GHz dan 5.8 GHz untuk *Jammer Wi-Fi*


Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Skripsi pada Kamis, 8 Agustus 2024 dan dinyatakan LULUS.

Pembimbing I : Asri Wulandari, S.T., M.T.
NIP. 19750301 199903 2 001



POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA
Depok, 27 Agustus 2024
Disahkan oleh
Ketua Jurusan Teknik Elektro




Dr. Murie Dwiyanti, S.T., M.T.
NIP. 197803312003122002

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak mengutipkan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan Rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Terapan Politeknik. Skripsi ini membahas ini membahas antena mikrostrip *array dual band* Frekuensi 2.4 GHz dan 5.8 GHz yang akan diimplementasikan untuk *Jammer* Wi-Fi.

Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak sejak masa awal perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Asri Wulandari, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk mengarahkan penulis dan memberi masukan dalam penyusunan skripsi ini;
2. Nanang Kurniawan, S.Pd dan seluruh karyawan PT Sapta Cakra Manunggal selaku pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga dan dan pikiran untuk mengarahkan penulis menyelesaikan skripsi ini;
3. Teristimewa kepada Mama dan seluruh keluarga yang telah memberikan semangat, do'a, serta dukungan material dan moral dalam menyelesaikan skripsi ini;
4. Sahabat dan rekan-rekan prodi Broadband Multimedia yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata, penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Depok, 1 Agustus 2024

Penulis

Rancang Bangun Antena Mikrostrip Array Dual Band

Frekuensi 2.4 GHz dan 5.8 GHz untuk Wi-Fi Jammer

Abstrak

Perlindungan terhadap informasi sensitif dan pencegahan akses yang tidak sah merupakan aspek yang sangat krusial. Salah satu teknologi nirkabel yang sering digunakan dalam pertukaran data adalah Wi-Fi, yang memanfaatkan gelombang radio untuk pertukaran data dan akses internet. Namun, Wi-Fi rentan terhadap serangan, seperti Evil Twin, di mana jaringan palsu diciptakan untuk mencuri data atau menyebarkan malware. Untuk menghindari adanya Evil Twin dirancanglah antenna mikrostrip array dual band frekuensi 2.4 GHz dan 5.8 GHz yang difungsikan untuk Wi-Fi jammer. Hasil perancangan disimulasikan menggunakan CST Studio Suite 2019 mendapatkan nilai parameter return loss -35.34 dB dan -15.86 dB, VSWR 1.03 dan 1.38, gain 4.72 dBi dan 6.54 dBi serta pola radiasi unidireksional pada masing-masing frekuensi. Pengukuran antenna mikrostrip array dual band frekuensi 2.4 GHz dan 5.8 GHz yang telah difabrikasi mendapatkan nilai parameter return loss -39.34 dB dan -19.63 dB, VSWR 1.02 dan 1.23, gain 4.92 dBi dan 6.55 dBi serta pola radiasi unidireksional pada masing-masing frekuensi. Pengujian antenna mikrostrip array dual band frekuensi 2.4 GHz dan 5.8 GHz dilakukan pada skenario line of sight dan non-line of sight berhasil mengganggu gelombang radio Wi-Fi sejauh 13 meter pada kondisi indoor, jarak jangkauan yang diuji berhasil mengganggu sinyal Wi-Fi sejauh 50 meter pada kondisi outdoor.

Kata Kunci: Antena Mikrostrip, Array, Dual Band, Jammer Wi-Fi, Nirkabel



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

*Design and Build of Dual Band Microstrip Array Antennas
with 2.4 GHz and 5.8 GHz Frequency for Wi-Fi Jammer*

Abstract

The protection of sensitive information and prevention of unauthorized access are crucial aspects in today's digital landscape. Wi-Fi, a widely used wireless technology for data exchange and internet access, relies on radio waves for communication. However, Wi-Fi is vulnerable to attacks such as the Evil Twin, where a rogue network is created to steal data or spread malware. To mitigate the risk of an Evil Twin attack, a dual band microstrip array antenna operating at 2.4 GHz and 5.8 GHz was designed to function as a Wi-Fi jammer. The design was simulated using CST Studio Suite 2019, yielding results with return loss values of -35.34 dB and -15.86 dB, VSWR of 1.03 and 1.38, gain of 4.72 dBi and 6.54 dBi, and a unidirectional radiation pattern at each frequency. The fabricated dual band microstrip array antenna was then measured, resulting in return loss values of -39.34 dB and -19.63 dB, VSWR of 1.02 and 1.23, gain of 4.92 dBi and 6.55 dBi, and a unidirectional radiation pattern at each frequency. Testing of the dual-band microstrip array antenna at 2.4 GHz and 5.8 GHz was conducted in both line-of-sight and non-line-of-sight scenarios. The jammer successfully disrupted Wi-Fi signals at a distance of 13 meters in indoor conditions. In extended range testing, the jammer was able to interfere with Wi-Fi signals up to 50 meters in outdoor settings.

Keywords: Antena Mikrostrip, Array, Dual Band, Wi-Fi Jammer, Wireless



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPEL	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR PERSAMAAN	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Luaran	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Antena	4
2.1.1 Parameter Antena	4
2.1.2 Antena Mikrostrip	10
2.2 Wi-Fi (Wireless Fidelity)	20
2.3 Jammer	21
2.4 CST Studio Suite.....	22
BAB III PERANCANGAN & REALISASI.....	24
3.1 Rancangan Antena.....	24
3.2 Realisasi Antena	28
3.2.1 Simulasi Perancangan Antena	29
3.2.2 Fabrikasi.....	56
3.2.3 Konfigurasi <i>Jammer</i> Wi-Fi	66
3.3 Mekanisme Skenario Pengujian Sistem.....	68
3.3.1 Mekanisme Skenario Pengujian Line of Sight (<i>Indoor</i>)	69



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3.3.2	Mekanisme Skenario Pengujian <i>Non-Line of Sight (Indoor)</i>	70
3.3.3	Mekanisme Skenario Pengujian Jarak Jangkauan (<i>Outdoor</i>)	72
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		74
4.1	Pengukuran Parameter	74
4.1.1	Pengukuran Parameter <i>Return Loss</i> , <i>VSWR</i> dan <i>Bandwidth</i>	74
4.1.2	Pengukuran <i>Gain</i>	88
4.1.3	Pengukuran Pola Radiasi.....	95
4.1.4	Analisa Hasil Pengukuran Parameter.....	100
4.2	Pengujian Sistem.....	102
4.2.1	Pengujian Skenario <i>Line of Sight (Indoor)</i>	102
4.2.2	Pengujian Skenario <i>Non-Line of Sight (Indoor)</i>	111
4.2.3	Pengujian Jarak Jangkauan (<i>Outdoor</i>)	121
4.2.4	Analisa Pengujian Sistem.....	127
BAB V PENUTUP.....		129
5.1	Kesimpulan	129
5.2	Saran.....	129
DAFTAR PUSTAKA.....		131
LAMPIRAN.....		134

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Bandwidth</i>	7
Gambar 2.2 Pola Radiasi Antena	8
Gambar 2.3 Polariasasi <i>Linear</i>	10
Gambar 2.4 (a) Polarisasi Sirkular <i>Left-Hand</i> (b) Polarisasi Sirkular <i>Right-Hand</i>	10
Gambar 2.5 Polariasasi Elips.....	11
Gambar 2.6 Antena Mikrostrip	11
Gambar 2.7 Bentuk <i>Patch</i> Antena Mikrostrip.....	12
Gambar 2.8 Pertambahan Panjang (ΔL).....	13
Gambar 2.9 <i>Fringing effect</i>	13
Gambar 2.10 <i>T-Junction</i>	18
Gambar 2.11 Transformator $\lambda/4$	19
Gambar 2.12 Teknik Pencatu <i>Feedline</i>	20
Gambar 2.13 Teknik Pencatu <i>Coaxial Probe</i>	20
Gambar 2.14 Teknik Pencatu <i>Aperture Coupling</i>	21
Gambar 2.15 Teknik Pencatu <i>Proximity Coupling</i>	21
Gambar 2.16 Rangkaian <i>Jammer</i> Wi-Fi.....	23
Gambar 2.17 CST Studio Suite.....	24
Gambar 2.18 Wi-Fi Analyzer.....	25
Gambar 2.19 Arinst Virtual Lab.....	26
Gambar 3.2 Ilustrasi Cara Kerja Antena Mikrostrip <i>Array Dual Band</i> Frekuensi 2.4 GHz dan 5.8 GHz.....	28
Gambar 3.3 Diagram Blok Sistem	30
Gambar 3.4 <i>Flowchart</i> Realisasi Antena	31
Gambar 3.5 <i>Flowchart</i> Simulasi Perancangan Antena	33
Gambar 3.6 Desain Antena Mikrostrip <i>Array Dual Band</i> Frekuensi 2.4 GHz dan 5.8 GHz Tampak Depan (Kiri) dan Tampak Belakang (Kanan)	47
Gambar 3.7 <i>Return Loss</i> Antena Mikrostrip <i>Array</i> Frekuensi 2.4 GHz	48
Gambar 3.8 <i>VSWR</i> Antena Mikrostrip <i>Array</i> Frekuensi 2.4 GHz	49
Gambar 3.9 <i>Gain</i> Antena Mikrostrip <i>Array</i> Frekuensi 2.4 GHz.....	49
Gambar 3.10 Pola Radiasi Antena Mikrostrip <i>Array</i> Frekuensi 2.4 GHz.....	50
Gambar 3.11 <i>Return Loss</i> Antena Mikrostrip <i>Array</i> Frekuensi 5.8 GHz.....	50
Gambar 3.12 <i>VSWR</i> Antena Mikrostrip <i>Array</i> Frekuensi 5.8 GHz	51
Gambar 3.13 <i>Gain</i> Antena Mikrostrip <i>Array</i> Frekuensi 5.8 GHz.....	51
Gambar 3.14 Pola Radiasi Antena Mikrostrip <i>Array</i> Frekuensi 5.8 GHz.....	52
Gambar 3.15 Optimasi Desain Antena Mikrostrip <i>Array Dual Band</i> Frekuensi 2.4 GHz dan 5.8 GHz Tampak Depan (Kiri) dan Tampak Belakang (Kanan).....	54
Gambar 3.16 Hasil Optimasi <i>Return Loss</i> Antena Mikrostrip <i>Array</i> Frekuensi 2.4 GHz	55



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 3.17 Hasil Optimasi VSWR Antena Mikrostrip <i>Array</i> Frekuensi 2.4 GHz ..	55
Gambar 3.18 Hasil Optimasi <i>Gain</i> Antena Mikrostrip <i>Array</i> Frekuensi 2.4 GHz.....	56
Gambar 3.19 Hasil Optimasi Pola Radiasi Antena Mikrostrip <i>Array</i> Frekuensi 2.4 GHz	56
Gambar 3.20 Hasil Optimasi Return Loss Antena Mikrostrip <i>Array</i> Frekuensi 5.8 GHz	57
Gambar 3.21 Hasil Optimasi VSWR Antena Mikrostrip <i>Array</i> Frekuensi 5.8 GHz ..	57
Gambar 3.22 Hasil Optimasi <i>Gain</i> Antena Mikrostrip <i>Array</i> Frekuensi 5.8 GHz.....	58
Gambar 3.23 Hasil Optimasi Pola Radiasi Antena Mikrostrip <i>Array</i> Frekuensi 5.8 GHz	58
Gambar 3.24 <i>Flowchart</i> Fabrikasi	59
Gambar 3.25 Ekspor Desain <i>Vector</i>	60
Gambar 3.26 Mempersiapkan Material FR-4	60
Gambar 3.27 Proses <i>Exposure & Development</i>	61
Gambar 3.28 Proses <i>Etching</i>	61
Gambar 3.29 Proses <i>Tint Plating</i>	62
Gambar 3.30 Pemasangan Konektor SMA	62
Gambar 3.31 Hasil Fabrikasi Antena Mikrostrip <i>Array Dual Band</i> Frekuensi 2.4 GHz dan 5.8 GHz Tampak Depan (Kiri) dan Tampak Belakang (Kanan)	63
Gambar 3.32 Pengujian Hasil Fabrikas pada Frekuensi 2.4 GHz untuk Antena Mikrostrip <i>Array</i> Frekuensi 2.4 GHz	64
Gambar 3.33 Pengujian Hasil Fabrikas pada Frekuensi 5.8 GHz untuk Antena Mikrostrip <i>Array</i> Frekuensi 5.8 GHz	65
Gambar 3.34 Pengujian Hasil Fabrikas Setelah Optimasi pada Frekuensi 2.4 GHz untuki Antena Mikrostrip <i>Array</i> Frekuensi 2.4 GHz	68
Gambar 3.35 Pengujian Hasil Fabrikas Setelah Optimasi pada Frekuensi 5.8 GHz untuki Antena Mikrostrip <i>Array</i> Frekuensi 5.8 GHz	68
Gambar 3.36 <i>Flowchart</i> Konfigurasi Jammer Wi-Fi.....	69
Gambar 3.37 Konfigurasi Antena Mikrostrip <i>Array Dual Band</i> Frekuensi 2.4 GHz dan 5.8 GHz dengan Jammer Wi-Fi Frekuensi 2.4 GHz dan 5.8 GHz	70
Gambar 3.38 Mekanisme Pengujian Frekuensi 2.4 GHz Kondisi <i>Line of Sight</i>	72
Gambar 3.39 Mekanisme Pengujian Frekuensi 5.8 GHz Kondisi <i>Line of Sight</i>	72
Gambar 3.40 Mekanisme Pengujian Frekuensi 2.4 GHz dan 5.8 GHz Kondisi <i>Line of Sight</i>	73
Gambar 3.41 Mekanisme Pengujian Frekuensi 2.4 GHz Kondisi <i>Non-Line of Sight</i> . 74	
Gambar 3.42 Mekanisme Pengujian Frekuensi 5.8 GHz Kondisi <i>Non-Line of Sight</i> 74	
Gambar 3.43 Mekanisme Pengujian Frekuensi 2.4 GHz dan 5.8 GHz Kondisi <i>Non-Line of Sight</i>	75
Gambar 3.44 Mekanisme Pengujian Jarak Jangkauan	75
Gambar 4.1 Prosedur Pengukuran <i>Return Loss</i>	77
Gambar 4.2 Skema Pengukuran <i>Return Loss</i> , VSWR dan <i>Bandwidth</i>	78



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4.3 <i>Return Loss</i> Frekuensi 2.4 GHz	79
Gambar 4.4 <i>Return Loss</i> Frekuensi 5.8 GHz	80
Gambar 4.5 VSWR Frekuensi 2.4 GHz	80
Gambar 4.6 VSWR Frekuensi 5.8 GHz	81
Gambar 4.7 Prosedur Pengukuran <i>Gain</i>	91
Gambar 4.8 Antena Mikrostrip <i>Array</i> Frekuensi 2.4 GHz Sebagai Pemancar	92
Gambar 4.9 Antena Mikrostrip <i>Array</i> Frekuensi 2.4 GHz Sebagai Penerima	92
Gambar 4.10 Antena Mikrostrip <i>Array</i> Frekuensi 5.8 GHz Sebagai Pemancar	93
Gambar 4.11 Antena Mikrostrip <i>Array</i> Frekuensi 5.8 GHz Sebagai Penerima	93
Gambar 4.12 Level Daya Antena Mikrostrip <i>Array</i> Frekuensi 2.4 GHz	94
Gambar 4.13 Level Daya Antena <i>Horn</i> Frekuensi 2.4 GHz	94
Gambar 4.14 Level Daya Antena Mikrostrip <i>Array</i> Frekuensi 5.8 GHz	95
Gambar 4.15 Level Daya Antena <i>Horn</i> Frekuensi 5.8 GHz	96
Gambar 4.16 Prosedur Pengukuran Pola Radiasi	98
Gambar 4.17 Skema Pengukuran Pola Radiasi Frekuensi 2.4 GHz	99
Gambar 4.18 Skema Pengukuran Pola Radiasi Frekuensi 5.8 GHz	99
Gambar 4.19 Pola Radiasi Antena Frekuensi 2.4 GHz	100
Gambar 4.20 Pola Radiasi Antena Frekuensi 5.8 GHz	101
Gambar 4.21 Skema Pengujian Skenario <i>Line of Sight</i> Frekuensi 2.4 GHz	106
Gambar 4.22 Skema Pengujian Skenario <i>Line of Sight</i> Frekuensi 5.8 GHz	106
Gambar 4. 23 Skema Pengujian Skenario <i>Line of Sight</i> Frekuensi <i>Dual Band</i>	107
Gambar 4.24 Prosedur Pengujian <i>Line of Sight</i>	107
Gambar 4.25 Hasil Pengujian <i>Line of Sight</i> Frekuensi 2.4 GHz	111
Gambar 4.26 Hasil Pengujian <i>Line of Sight</i> Frekuensi 5.8 GHz	112
Gambar 4.27 Hasil Pengujian <i>Line of Sight</i> Frekuensi <i>Dual Band</i>	113
Gambar 4.28 Skema Pengujian Skenario <i>Non-Line of Sight</i> Frekuensi 2.4 GHz	115
Gambar 4.29 Skema Pengujian Skenario <i>Non-Line of Sight</i> Frekuensi 5.8 GHz	115
Gambar 4.30 Skema Pengujian Skenario <i>Non-Line of Sight</i> Frekuensi <i>Dual Band</i>	116
Gambar 4.31 Prosedur Pengujian <i>Non-Line of Sight</i>	116
Gambar 4.32 Hasil Pengujian <i>Non-Line of Sight</i> Frekuensi 2.4 GHz	120
Gambar 4.33 Hasil Pengujian <i>Non-Line of Sight</i> Frekuensi 5.8 GHz	121
Gambar 4.34 Hasil Pengujian <i>Non-Line of Sight</i> Frekuensi <i>Dual Band</i>	122
Gambar 4.35 Skema Pengujian Jarak Jangkauan	123
Gambar 4.36 Prosedur Pengujian Jarak Jangkauan	124
Gambar 4.37 Pengujian Jarak Jangkauan Sebelum Sistem <i>Jammer On</i>	127
Gambar 4.38 Pengujian Jarak Jangkauan Sesudah Sistem <i>Jammer On</i>	128



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Spesifikasi Parameter Antena.....	29
Tabel 3.2 Spesifikasi <i>Material</i> Antena.....	29
Tabel 3.3 Hasil Perhitungan Dimensi Antena.....	46
Tabel 3.4 Nilai Parameter Spesifikasi dan Simulasi.....	52
Tabel 3.5 Hasil Optimasi Dimensi Antena.....	53
Tabel 3.6 Nilai Parameter Spesifikasi dan Simulasi Setelah Optimasi.....	59
Tabel 3.7 Optimasi Dimensi <i>Patch</i>	67
Tabel 4.1 Pengukuran <i>Bandwidth</i> Frekuensi 2.4 GHz.....	82
Tabel 4.2 Pengukuran <i>Bandwidth</i> Frekuensi 5.8 GHz.....	83
Tabel 4.3 Perhitungan dan Pengukuran <i>Return Loss</i>	84
Tabel 4.4 Simulasi dan Pengukuran <i>Return Loss</i>	85
Tabel 4.5 Perhitungan, Simulasi dan Pengukuran <i>Return Loss</i>	85
Tabel 4.6 Perhitungan dan Pengukuran VSWR.....	87
Tabel 4.7 Perhitungan, Simulasi dan Pengukuran VSWR.....	87
Tabel 4.8 Simulasi dan Pengukuran <i>Bandwidth</i>	89
Tabel 4.9 Pengukuran Parameter <i>Gain</i>	97
Tabel 4.10 Hasil Pengukuran Parameter.....	102
Tabel 4.11 Perbandingan Parameter Simulasi dan Fabrikasi.....	103
Tabel 4.12 Target Pengujian <i>Line of Sight</i>	105
Tabel 4.13 Data Hasil Pengujian <i>Line of Sight</i> Frekuensi 2.4 GHz.....	108
Tabel 4.14 Data Hasil Pengujian <i>Line of Sight</i> Frekuensi 5.8 GHz.....	109
Tabel 4.15 Data Hasil Pengujian <i>Line of Sight</i> Frekuensi Dual Band.....	110
Tabel 4.16 Target Pengujian <i>Non-Line of Sight</i>	114
Tabel 4.17 Data Hasil Pengujian <i>Non-Line of Sight</i> Frekuensi 2.4 GHz.....	117
Tabel 4.18 Data Hasil Pengujian <i>Non-Line of Sight</i> Frekuensi 5.8 GHz.....	118
Tabel 4.19 Data Hasil Pengujian <i>Non-Line of Sight</i> Frekuensi <i>Dual Band</i>	119
Tabel 4. 20 Target Pengujian Jarak Jangkauan.....	123
Tabel 4.21 Data Hasil Pengujian Jarak Jangkauan.....	125



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 2.1 Koefisien Refleksi.....	4
Persamaan 2.2 <i>Return Loss</i>	5
Persamaan 2.3 VSWR.....	5
Persamaan 2.4 <i>Gain</i>	6
Persamaan 2.5 <i>Bandwidth</i>	7
Persamaan 2.6 Level Daya.....	8
Persamaan 2.7 Normalisasi.....	9
Persamaan 2.8 Level Daya Normalisasi.....	9
Persamaan 2.9 <i>Patch</i>	11
Persamaan 2.10 Pertambahan Panjang.....	12
Persamaan 2.11 Konstanta Dielektrik	13
Persamaan 2.12 Panjang Efektif	13
Persamaan 2.13 Lebar <i>Patch</i>	13
Persamaan 2.14 Impedansi Saluran.....	14
Persamaan 2.15 Lebar Saluran Transmisi.....	14
Persamaan 2.16 Konstanta Dielektrik Saluran Transmisi.....	14
Persamaan 2.17 Panjang Gelombang Pandu.....	15
Persamaan 2.18 Panjang Saluran Transmisi.....	15
Persamaan 2.19 Lebar <i>Inset-Fed</i>	15
Persamaan 2.20 Lebar <i>Ground Plane</i>	16
Persamaan 2.21 Panjang <i>Ground Plane</i>	16
Persamaan 2.22 Jarak Antar Elemen.....	16
Persamaan 2.23 Optimasi.....	17
Persamaan 2.24 Transformator $\lambda/4$	18

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR LAMPIRAN

L- 1 Parameter List Simulasi	134
L- 2 Parameter List Setelah Optimasi	134
L- 3 Parameter List Fabrikasi.....	135
L- 4 Data Hasil Pengukuran Pola Radiasi Frekuensi 2.4 GHz	135
L- 5 Data Hasil Pengukuran Pola Radiasi Frekuensi 5.8 GHz	136
L- 6 Hasil Pengujian Setelah Fabrikasi Antena Mikrostrip Array Frekuensi 2.4 GHz	137
L- 7 Hasil Pengujian Setelah Fabrikasi Antena Mikrostrip Array Frekuensi 5.8 GHz	138
L- 8 Hasil Pengujian Return Loss Antena Mikrostrip 2.4 GHz	138
L- 9 Hasil Pengujian Return Loss Antena Mikrostrip 5.8 GHz	139
L- 10 Hasil Pengujian VSWR Antena Mikrostrip 2.4 GHz	139
L- 11 Hasil Pengujian VSWR Antena Mikrostrip 5.8 GHz	140
L- 12 Hasil Pengujian Gain Antena Mikrostrip 2.4 GHz.....	140
L- 13 Hasil Pengujian Gain Antena Mikrostrip 5.8 GHz.....	141
L- 14 Pengujian Pola Radiasi	142
L- 15 Surat Keterangan Penelitian dan Pengujian Alat.....	143
L- 16 Denah Pengujian Skenario <i>Line of Sight</i>	143
L- 17 Denah Pengujian Skenario <i>Non-Line of Sight</i>	144
L- 18 Denah Pengukuran Jarak Jangakaun	145
L- 19 Perhitungan Pengukuran Jarak Jangakaun	145

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teknologi nirkabel, seperti Wi-Fi, penting dalam pertukaran data via gelombang radio yang digunakan untuk akses ke internet/jaringan. Namun, Wi-Fi rentan terhadap serangan seperti, *Evil Twin* yang menciptakan jaringan palsu untuk mencuri data atau menyebarkan *malware* (Nugraha & Wulandari, 2021). Dalam mengantisipasi penyalahgunaan teknologi nirkabel khususnya pada Wi-Fi, PT Sapta Cakra Manunggal sebagai mitra industri yang bergerak di bidang militer akan mengembangkan dan menerapkan beberapa teknologi *jammer wireless*.

Jammer bekerja dengan mengganggu sinyal radio pada frekuensi yang sama dengan target menggunakan *gain* yang lebih tinggi, sehingga untuk mencegah penyalahgunaan teknologi *wireless*, khususnya Wi-Fi, dirancang sebuah antena mikrostrip yang difungsikan untuk *jammer* Wi-Fi. (Agustiningsih et al., 2018). Antena mikrostrip merupakan jenis antena yang memiliki banyak keunggulan, seperti bentuknya yang kecil, kemampuannya untuk beroperasi pada berbagai rentang frekuensi, serta biaya produksinya yang rendah, sehingga banyak digunakan dalam berbagai aplikasi komunikasi nirkabel (Alam et al., 2020).

Pada penelitian antena *cylindrical dielectric resonator* yang digunakan untuk *jammer* Wi-Fi yang dilakukan oleh Bhushan & Yaduvanshi (2022) mendapatkan nilai parameter *return loss* -28.88 dB, VSWR 1.07, *gain* 4.1 dBi dan pola radiasi unidireksional yang digunakan untuk *jammer* Wi-Fi frekuensi 2.4 GHz. Nathaniel et al. menyatakan antena mikrostrip *single patch dual band* frekuensi 2.4 GHz dan 5.8 GHz dengan nilai *return loss* <-10 dB, VSWR < 2 dan *gain* masing-masing 1.57 dBi dan 0.33 dBi. Namun, *gain* belum memenuhi target penelitian sebelumnya. Oleh karena itu, metode *array* diperlukan untuk meningkatkan *gain*. Andriyani et al. menggunakan metode *array* 4 elemen dengan catuan *feedline* mendapatkan hasil



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

VSWR < 2 dan *gain* masing-masing 3.05 dBi dan 4.32 dBi menggunakan catuan *feedline*. Nsidibe-Emmanuel et al. merancang antenna microstrip *array* 2x2 elemen menggunakan *patch* yang berbeda pada frekuensi 2.4 GHz dan 5.2 GHz mendapatkan hasil *return loss* < -10 dB, VSWR < 2 *gain* masing-masing 9.25 dB dan 8.66 dB. Hilyawan et al. menunjukkan bahwa penambahan slot dilakukan untuk meningkatkan *gain* dari 5.37 dBi menjadi 8.11 dBi.

Berdasarkan penjelasan diatas, PT Sapta Cakra Manunggal sebagai mitra industri akan mengembangkan antenna yang difungsikan sebagai *jammer* Wi-Fi pada dua frekuensi berbeda. Oleh karena itu, antenna mikrostrip *array dual band* frekuensi 2.4 GHz dan 5.8 GHz dirancang untuk meningkatkan efisiensi *jamming* Wi-Fi di lapangan dengan berkerja pada frekuensi *dual band* yang mempunyai *port* berbeda pada setiap frekuensinya. Antena ini memiliki desain sederhana dan menggunakan metode *array* serta *slot* untuk meningkatkan daya pancarnya. Setiap frekuensi menggunakan dua *port* yang berbeda, direalisasikan dengan *material* FR-4. Antena ini diimplementasikan pada produk *jammer* Wi-Fi di PT Sapta Cakra Manunggal.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang diuraikan diatas berikut merupakan perumusan masalah yang akan dibahas pada topik ini adalah sebagai berikut.

- 1) Bagaimana merancang antenna mikrostrip *array dual band* yang dapat bekerja pada frekuensi 2.4 GHz dan 5.8 GHz?
- 2) Bagaimana hasil pengujian dan analisa parameter *retun loss*, VSWR, *gain* dan pola radiasi antenna mikrostrip *array dual band* frekuensi 2.4 GHz dan 5.8 GHz untuk *jammer* Wi-Fi?
- 3) Bagaimana cara mengaplikasikan antenna mikrostrip *array dual band* untuk *jammer* Wi-Fi pada frekuensi 2.4 GHz dan 5.8 GHz?

Adapun batasan masalah dalam penyusunan skripsi ini sebagai berikut.

- 1) Pengujian hanya dilakukan pada Wi-Fi frekuensi 2.4 GHz dan 5.8 GHz.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- 2) Pengujian skenario *line of sight* dan *non-line of sight* dilakukan berdasarkan tata letak PT Sapta Cakra Manunggal.
- 3) Tidak melakukan perancangan dan fabrikasi *jammer* Wi-Fi.

1.3 Tujuan

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam topik ini adalah sebagai berikut.

- 1) Merancang antena mikrostrip *array dual band* yang dapat bekerja pada frekuensi 2.4 GHz dan 5.8 GHz.
- 2) Menguji dan menganalisa parameter antena mikrostrip *array dual band* frekuensi 2.4 GHz dan 5.8 GHz untuk *jammer* Wi-Fi.
- 3) Mengaplikasikan antena mikrostrip *array dual band* untuk *jammer* Wi-Fi pada frekuensi 2.4 GHz dan 5.8 GHz.

1.4 Luaran

Luaran yang didapatkan dari pembuatan skripsi ini adalah sebagai berikut.

- 1) Menghasilkan artikel ilmiah prosiding yang akan di seminarikan pada Seminar Nasional Inovasi Vokasi (SNIV) serta akan dipublikasikan terindex *Google Scholar* yang dilaksanakan 6 Juni 2024.
- 2) Menghasilkan produk antena mikrostrip *array dual band* yang bekerja pada frekuensi 2.4 GHz dan 5.8 GHz yang akan diimplementasikan pada sistem *jammer* Wi-Fi.
- 3) Laporan skripsi yang akan diserahkan pada program studi Broadband Multimedia.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan data yang diperoleh dari pembahasan dan pengujian yang telah dilakukan, maka mendapatkan kesimpulan sebagai berikut.

1. Perancangan antenna mikrostrip *array dual band* frekuensi 2.4 GHz dan 5.8 GHz menggunakan CST Studi Suite 2019 mendapatkan nilai parameter *return loss* -35.34 dB dan -15.86 dB, VSWR 1.03 dan 1.38, *gain* 4.72 dBi dan 6.54 dBi, dan pola radiasi unidireksional pada masing-masing frekuensi.
2. Antena mikrostrip *array dual band* frekuensi 2.4 GHz dan 5.8 GHz yang difabrikasi menunjukkan nilai parameter *return loss* -39.34 dB dan -16.63 dB, VSWR 1.02 dan 1.23, *gain* 4.92 dBi dan 6.55 dBi, serta pola radiasi unidireksional pada masing-masing frekuensi.
3. Pengujian sistem *jammer* Wi-Fi menggunakan antenna mikrostrip *array dual band* frekuensi 2.4 GHz dan 5.8 GHz pada skenario *line of sight* dan *non-line of sight* berhasil mengganggu sinyal Wi-Fi frekuensi 2.4 GHz dan 5.8 GHz sejauh 13 meter yang dilakukan didalam ruangan (*indoor*). Pengujian jarak jangkauan yang dilakukan di luar ruangan (*outdoor*) berhasil mengganggu sinyal Wi-Fi sejauh 50 meter.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, saran yang diberikan antara lain.

1. Mitra Industri
 - a. Dengan adanya antenna mikrostrip *array dual band* frekuensi 2.4 GHz dan 5.8 GHz dapat menjadi bahan pertimbangan untuk sistem *jammer* Wi-Fi di PT Sapta Cakra Manunggal.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2. Bagi Peneliti Selanjutnya

- a. Peneliti selanjutnya melakukan pengujian skenario *line of sight* dan *non-line of sight* saat dilakukan di dalam ruangan dengan mengukur dan menganalisis semua benda yang ada, termasuk meja, kursi, tembok dan benda-benda yang ada di ruang pengujian. Selain itu, peneliti selanjutnya juga melakukan pengukuran kekuatan level sinyal Wi-Fi.





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- Affandi, M. A., Setia Nugraha, E., & Alia, D. (2018). *Perancangan Antena Mikrostrip MIMO 2x2 Array Rectangular Patch Dengan I-Slot Untuk Aplikasi LTE*. 326–331.
- Akbarrizky, F., Munadi, R., & Walidainy, H. (2021). Perancangan dan Pengujian Antena Microstrip Circular Patch Array Dua Elemen untuk Aplikasi Wimax 2,3 GHz. *Jurnal Komputer, Informasi Teknologi, Dan Elektro*, 2(4), 21–28.
- Andriyani, C., Sumajudin, B., & Yunita, T. (2020). Perbandingan Antena Mikrostrip Array Dual Band Dengan Pencatuan Microstrip Line Dan Electromagnetically Coupled (Emc). *TEKTRIKA - Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Telekomunikasi, Kendali, Komputer, Elektrik, Dan Elektronika*, 5(1), 19. <https://doi.org/10.25124/tektrika.v5i1.3241>
- Bhushan, S., & Yaduvanshi, R. S. (2022). Cylindrical Dielectric Resonator Antenna for WiFi Jammer for blocking WiFi calls at prison. *2022 IEEE 6th Conference on Information and Communication Technology, CICT 2022*. <https://doi.org/10.1109/CICT56698.2022.9997924>
- Dase, S., Jurusan, D., Elektro, T., Negeri, P., & Pandang, U. (2021). Perhitungan Akurat Inset-Fed Pada Antena Microstrip Rectangular Patch. *Teknik Komputer & Jaringan*, 128–133.
- Hakim, T. D. (2020).) *Sebesar 1,5 Watt Dan Daya Pantulnya (P. 8(2)*.
- Hilyawan, M. R., Alam, S., & Surjati, I. (2023). Antena Mikrostrip Triple-Band untuk Aplikasi LTE dan L-Band Radar. *Jurnal Telematika*, 18(1), 7–14. <https://doi.org/10.61769/telematika.v18i1.554>
- Khairani, S. (2023). *Perancangan Dan Realisasi Antena Planar UWB tingular untuk kenker otak*. 10(5), 4285–4293.
- Kirana, N. W. (2021). Desain dan Analisis Antena Mikrostrip Rectangular Dengan Slot “ m ” Untuk Aplikasi WLAN 2,4 GHZ. *JE-Unisla*, 6(1), 453. <https://doi.org/10.30736/je.v6i1.581>
- Kristanto, W., Surjati, I., Tjahjadi, G., Elektro, M. T., Trisakti, U., Elektro, J. T., & Trisakti, U. (2021). Perancangan Antena Microstrip Patch Multi Band. *Jurnal Kajain Teknik Elektro*, 3(1), 72–82.
- Melathi, F., #1, C., Yovita, E., & Utami, D. (2019). Simulasi Perbandingan Konfigurasi Patch EMA dengan EMB pada Antena Mikrostrip Elips untuk Pembaca RFID Frekuensi UHF. *Jurnal Telematika*, 14(2), 51–58.
- Nathaniel, E., Wijanto, H., & Edward. (2019). Perancangan dan Realisasi Antena Mikrostrip Celah Pita-Ganda 2,4 dan 5,8 GHz untuk Drone. *E-Proceeding of Engineering*, 6(2), 4539–4544.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Nsidibe-Emmanuel, N., Udofia, K. M., & Obot, A. B. (2019). Dual Band Rectangular Microstrip Antenna Array for Wireless Communication. *European Journal of Basic and Applied Sciences*, 6(1), 37–44. www.idpublications.org
- Nugraha, M. I., & Wulandari, A. (2021). *RANCANG BANGUN SISTEM KEAMANAN ANTI EVIL TWIN (ANET) BERBASIS RASPBERRY PI*.
- Prahara, H. G. A., Nurhayati, Buditjahjanto, I. G. P. A., & Agustin, H. P. (2022). Antena Microstrip Triangular Array 2x1 untuk Aplikasi Wireless Fidelity (Wi-Fi) pada Frekuensi 5.4 GHz. *Jurnal Teknik Elektro*, 11(3), 416–423.
- Pratama, S. Y., & Ananda, F. E. (2022). Desain Antena Mikrostrip Rectangular Patch dengan Inset-feed dan Teknik DGS untuk Meningkatkan Bandwidth pada WiFi 2,45 GHz. *Spektral*, 3(2), 145–150. <https://doi.org/10.32722/spektral.v3i2.5359>
- Rahayu, E. S., Galang Persada, A., Sitorus, M. R., Aliefananda, A., & Alkamil, R. P. (2020). *Perancangan Antena Mikrostrip untuk Jamming Bluetooth*.
- Ruliyanta, R., & Nugroho, E. R. (2021). Rancang Bangun Antena Mikrostrip Patch Rectangular Array 4x1 pada Frekuensi 1800 MHz-2300 MHz. *Jurnal Ilmiah Giga*, 24(1), 35. <https://doi.org/10.47313/jig.v24i1.1144>
- Simanjuntak, I. U. V., Rochendi, A. D., Salamah, K. S., & Safitri, D. S. (2021). Design Of Triangular Array Microstrip Patch For Antenna 5g Application. *Journal of Informatics and Telecommunication Engineering*, 5(1), 176–186. <https://doi.org/10.31289/jite.v5i1.4927>
- Subastari, C., Amir, A., & Astuti Cahyasiwi, D. (2016). Rancang Bangun Antena V-Double Dipole pada Frekuensi Kerja LTE (Long Term Evolution) 710 Mhz. *Seminar Nasional TEKNOKA_FT UHAMKA*, 100–111.
- Utami, Y. D. (2020). *Peningkatan Gain dengan Teknik Multilayer Parasitic (E*.
- Yulianti, N. D., & Elisma. (2020). Perancangan Antena Mikrostrip Array 2x4 Patch Lingkaran Segitiga Untuk Aplikasi Wireless Local Area Network pada Frekuensi Kerja 2,4 Ghz. *Irwans*, 2, 26–27.
- Yuni Amaelia, F., & Hugeng, dan. (2013). Sistem Antena Array Paralel untuk Menghasilkan Lobe Radiasi Utama dalam Arah Bervariasi. *Tesla*, 15(2), 1–20.
- Yusfarino, Y., & Safrianti, E. (2017). Simulasi Antena Mikrostrip H-Shaped Planar Array 4 Elemen Menggunakan Circular Slot Dengan Pencatuan Microstrip Line Untuk Aplikasi Cpe Fixed Wimax Pada Frekuensi 3,5 Ghz (3,4-3,6 Ghz). *Jom FTEKNIK*, 4(1), 1.
- Yusup, N. L., Nugraha, E. S., & Goran, P. K. (2021). Perancangan Antena Mikrostrip Rectangular Array Untuk Teknologi 5G Pada Frekuensi 28 GHz. *Jurnal Telekomunikasi Dan Komputer*, 11(2), 100. <https://doi.org/10.22441/incomtech.v11i2.10814>



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS

Fransisca Liany Zahara

Lahir di Bogor, 12 September 2001. Lulus dari SDN Citayam 01 tahun 2013, SMP Citayam Plus tahun 2016 dan SMK PGRI 2 Depok tahun 2019. Penulis melanjutkan studi D4 Program Studi Broadband Multimedia, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta.





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN

L- 1 Parameter List Simulasi

Name	Expression	Value	Description
wg	= 130	130	
lg	= 170	170	
t	= 0.035	0.035	
h	= 1.6	1.6	
wp1	= 38.29	38.29	
lp1	= 29.779	29.779	
wp2	= 15.8	15.8	
lp2	= 11.8	11.8	
wf50	= 3.23	3.23	
wf70	= 1.4	1.4	
wf100	= 0.9	0.9	
If50	= 17.3	17.3	
If70	= 17.8	17.8	
If100	= 18.2	18.2	
x0	= 1	1	
y0	= 9.07	9.07	
y1	= 3.62	3.62	
x1	= 1	1	
a1	= 4	4	
a2	= 1	1	
a4	= 2	2	
a3	= 0.5	0.5	
If701	= 7.36	7.36	
If1001	= 7.466	7.466	
If501	= 7.16	7.16	
<new parameter>			

L- 2 Parameter List Setelah Optimasi

Name	Expression	Value	Description
wg	= 130	130	
lg	= 170	170	
t	= 0.035	0.035	
h	= 1.6	1.6	
wp1	= 37.58	37.58	
lp1	= 29.14	29.14	
wp2	= 16.62	16.62	
lp2	= 12.65	12.65	
wf50	= 3	3	
wf70	= 1.7	1.7	
wf100	= 1.1	1.1	
If50	= 17.3	17.3	
If70	= 17.8	17.8	
If100	= 26	26	
x0	= 1	1	
y0	= 5	5	
wf501	= 2.4	2.4	
y1	= 4	4	
x1	= 0.8	0.8	
wf701	= 0.9	0.9	
wf1001	= 0.7	0.7	
a1	= 4	4	
a2	= 1	1	
a4	= 2	2	
a3	= 0.5	0.5	
If701	= 7.36	7.36	
If1001	= 7.466	7.466	
If501	= 7.16	7.16	
<new parameter>			



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

L- 3 Parameter List Fabrikasi

Name	Expression	Value	Description
wg	= 130	130	
lg	= 170	170	
t	= 0.035	0.035	
h	= 1.6	1.6	
wp1	= 39.6*op1	40.0687346938776	
lp1	= 29.6*op1	29.9503673469388	
wp2	= 15*op2	16.3706896551724	
lp2	= 11.8*op2	12.878275862069	
wf50	= 3	3	
wf70	= 1.7	1.7	
wf100	= 1.1	1.1	
If50	= 17.3	17.3	
If70	= 17.8	17.8	
If100	= 26	26	
x0	= 1	1	
y0	= 5	5	
op1	= 2.479/2.45	1.01183673469388	
op2	= 6.33/5.8	1.09137931034483	
wf501	= 2.4	2.4	
y1	= 4	4	
x1	= 0.8	0.8	
wf701	= 0.9	0.9	
wf1001	= 0.7	0.7	
a1	= 4	4	
a2	= 1	1	
a4	= 2	2	
a3	= 0.5	0.5	
If701	= 7.36	7.36	
If1001	= 7.466	7.466	
If501	= 7.16	7.16	

L- 4 Data Hasil Pengukuran Pola Radiasi Frekuensi 2.4 GHz

Sudut (°)	Level Daya (dBm)	Level Daya (Db)	Normalisasi (Db)	Level Daya (W)
0	-42	-12	0	0
10	-43	-13	-1	-1
20	-46	-16	-4	-4
30	-45	-15	-3	-3
40	-47	-17	-5	-5
50	-48	-18	-6	-6
60	-51	-21	-9	-9
70	-52	-22	-10	-10
80	-51	-21	-9	-9
90	-51	-21	-9	-9
100	-51	-21	-9	-9
110	-52	-22	-10	-10
120	-57	-27	-15	-15
130	-62	-32	-20	-20



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Sudut (°)	Level Daya (dBm)	Level Daya (Db)	Normalisasi (Db)	Level Daya (W)
140	-57	-27	-15	-15
150	-55	-25	-13	-13
160	-59	-29	-17	-17
170	-61	-31	-19	-19
180	-70	-40	-28	-28
190	-70	-40	-28	-28
200	-62	-32	-20	-20
210	-63	-33	-21	-21
220	-56	-26	-14	-14
230	-62	-32	-20	-20
240	-60	-30	-18	-18
250	-68	-38	-26	-26
260	-59	-29	-17	-17
270	-57	-27	-15	-15
280	-52	-22	-10	-10
290	-51	-21	-9	-9
300	-52	-22	-10	-10
310	-51	-21	-9	-9
320	-51	-21	-9	-9
330	-48	-18	-6	-6
340	-46	-16	-4	-4
350	-45	-15	-3	-3

L- 5 Data Hasil Pengukuran Pola Radiasi Frekuensi 5.8 GHz

Sudut (°)	Level Daya (dBm)	Level Daya (dB)	Normalisasi (dB)	Level Daya (W)
0	-51	-21	0	0
10	-52	-22	-1	-1
20	-53	-23	-2	-2
30	-54	-24	-3	-3
40	-55	-25	-4	-4
50	-61	-31	-10	-10
60	-60	-30	-9	-9
70	-60	-30	-9	-9
80	-61	-31	-10	-10
90	-61	-31	-10	-10
100	-66	-36	-15	-15
110	-67	-37	-16	-16
120	-61	-31	-10	-10
130	-64	-34	-13	-13



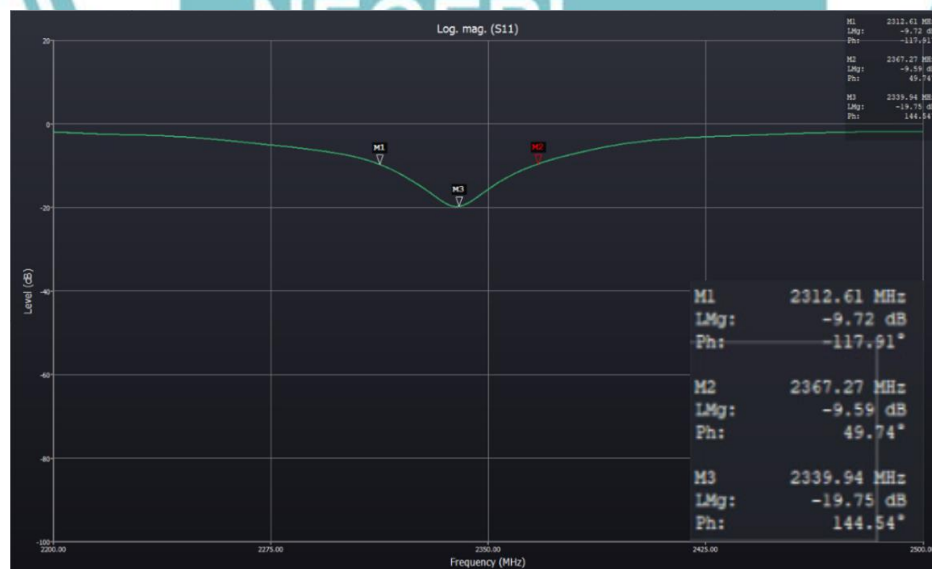
© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Sudut (°)	Level Daya (dBm)	Level Daya (dB)	Normalisasi (dB)	Level Daya (W)
140	-65	-35	-14	-14
150	-67	-37	-16	-16
160	-68	-38	-17	-17
170	-66	-36	-15	-15
180	-66	-36	-15	-15
190	-67	-37	-16	-16
200	-68	-38	-17	-17
210	-66	-36	-15	-15
220	-65	-35	-14	-14
230	-66	-36	-15	-15
240	-65	-35	-14	-14
250	-64	-34	-13	-13
260	-62	-32	-11	-11
270	-60	-30	-9	-9
280	-59	-29	-8	-8
290	-58	-28	-7	-7
300	-57	-27	-6	-6
310	-56	-26	-5	-5
320	-55	-25	-4	-4
330	-54	-24	-3	-3
340	-53	-23	-2	-2
350	-53	-23	-2	-2

L- 6 Hasil Pengujian Setelah Fabrikasi Antena Mikrostrip Array Frekuensi 2.4 GHz

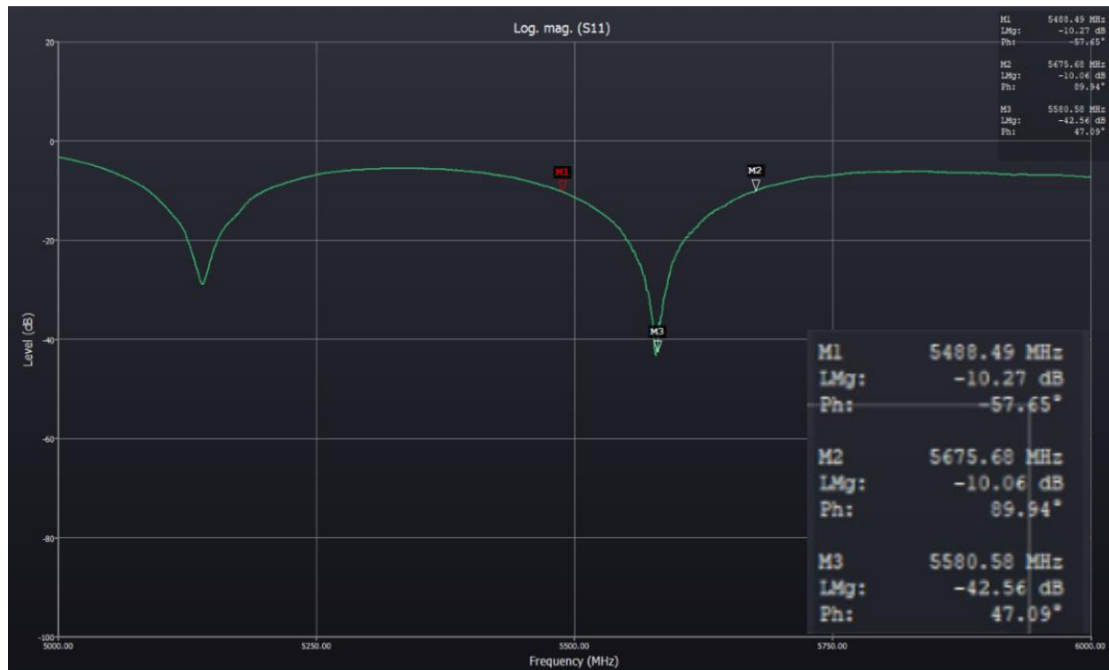




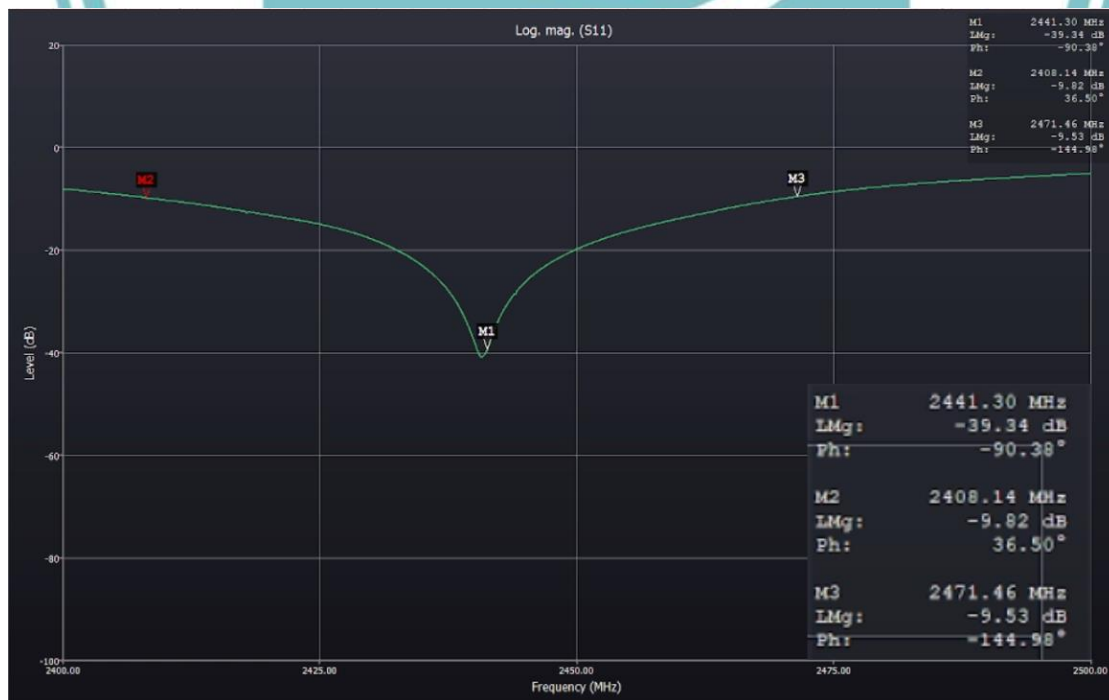
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

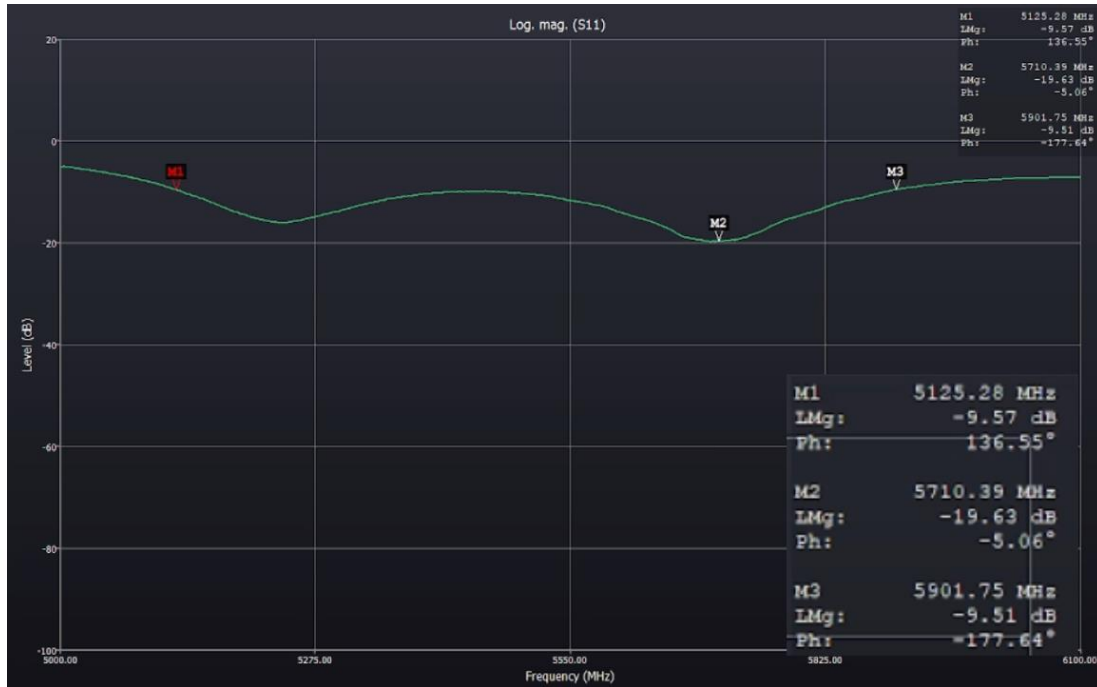
L- 7 Hasil Pengujian Setelah Fabrikasi Antena Mikrostrip Array Frekuensi 5.8 GHz



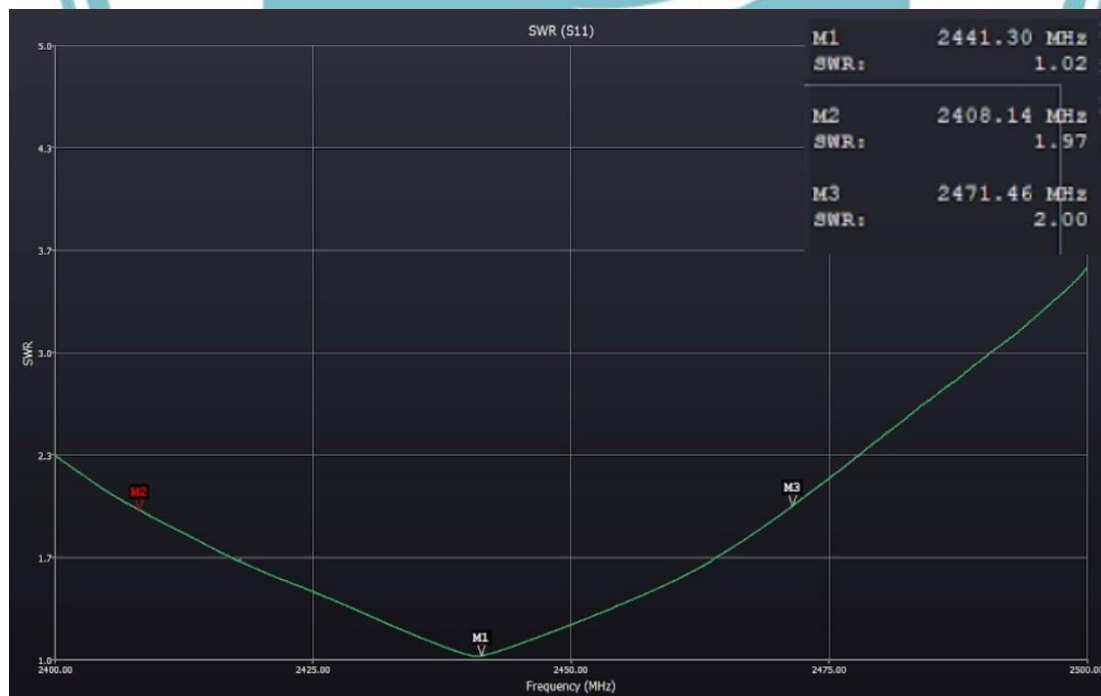
L- 8 Hasil Pengujian Return Loss Antena Mikrostrip 2.4 GHz



L- 9 Hasil Pengujian Return Loss Antena Mikrostrip 5.8 GHz



L- 10 Hasil Pengujian VSWR Antena Mikrostrip 2.4 GHz

**Hak Cipta :**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

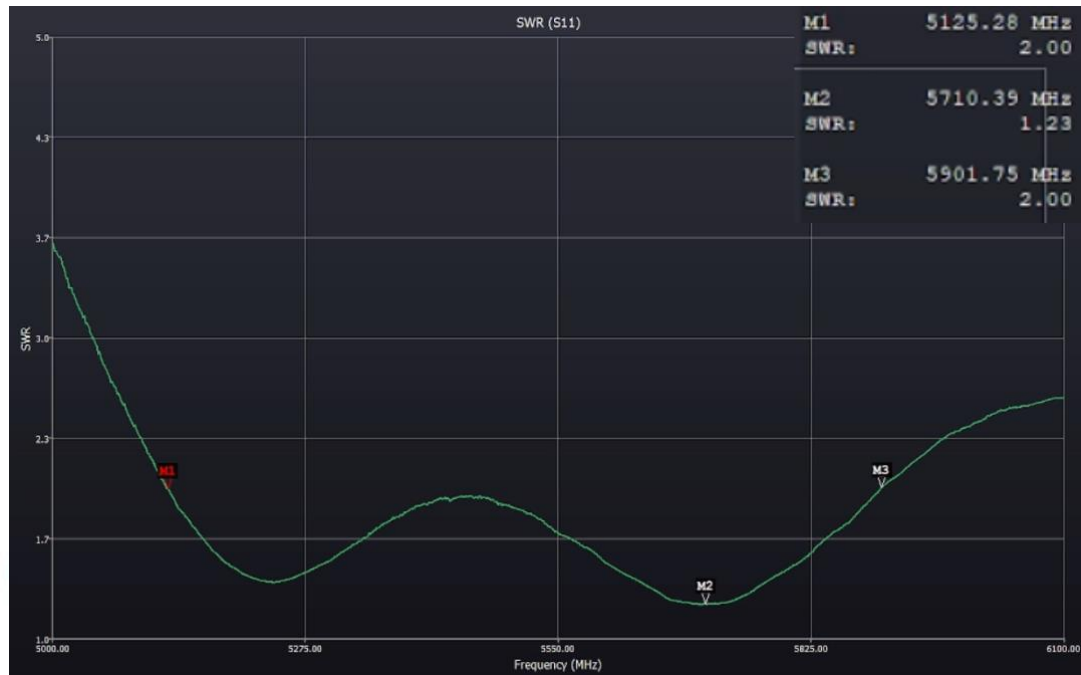


© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

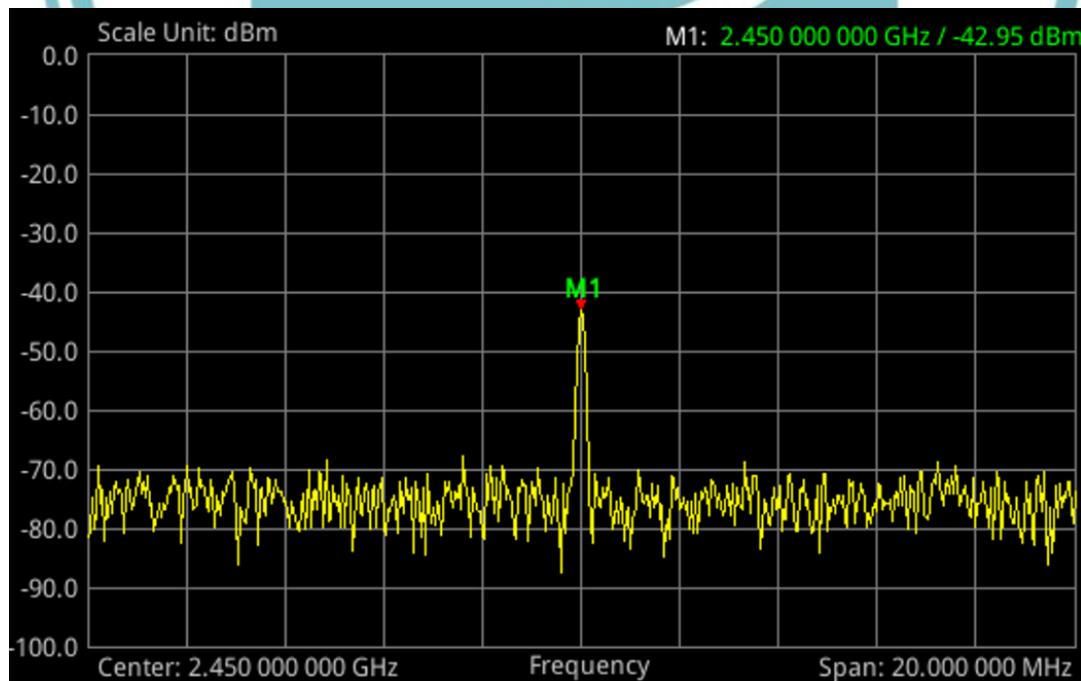
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

L- 11 Hasil Pengujian VSWR Antena Mikrostrip 5.8 GHz



L- 12 Hasil Pengujian Gain Antena Mikrostrip 2.4 GHz

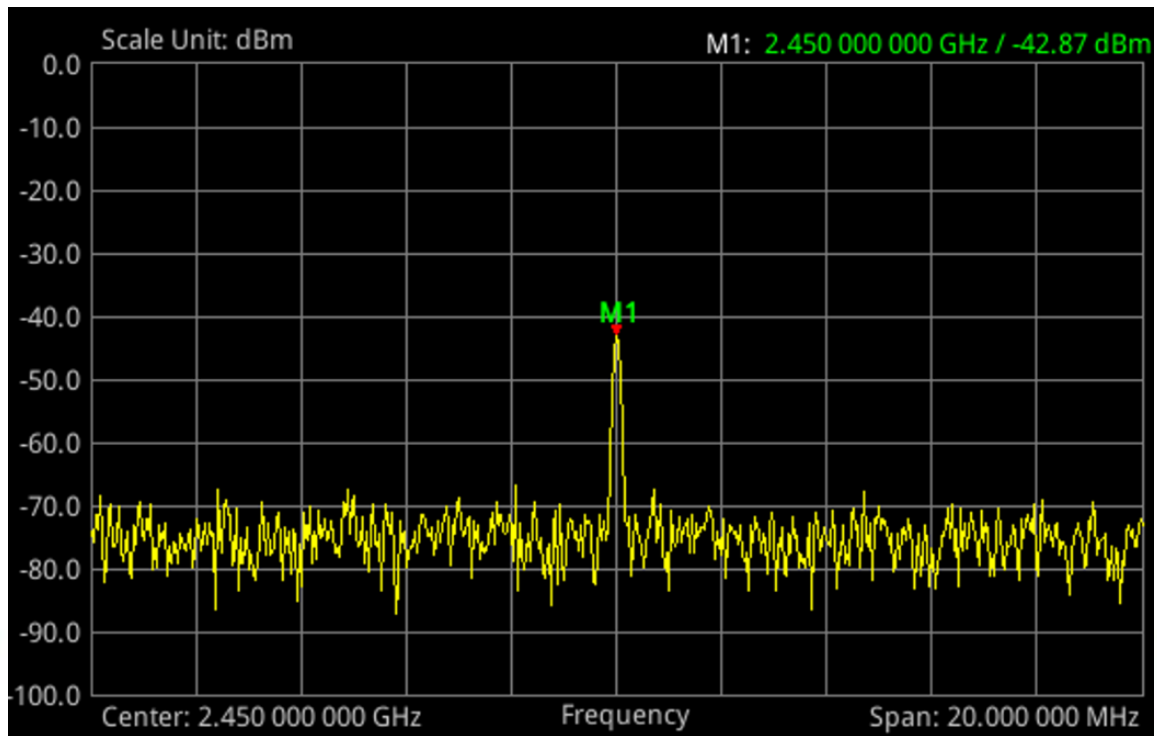




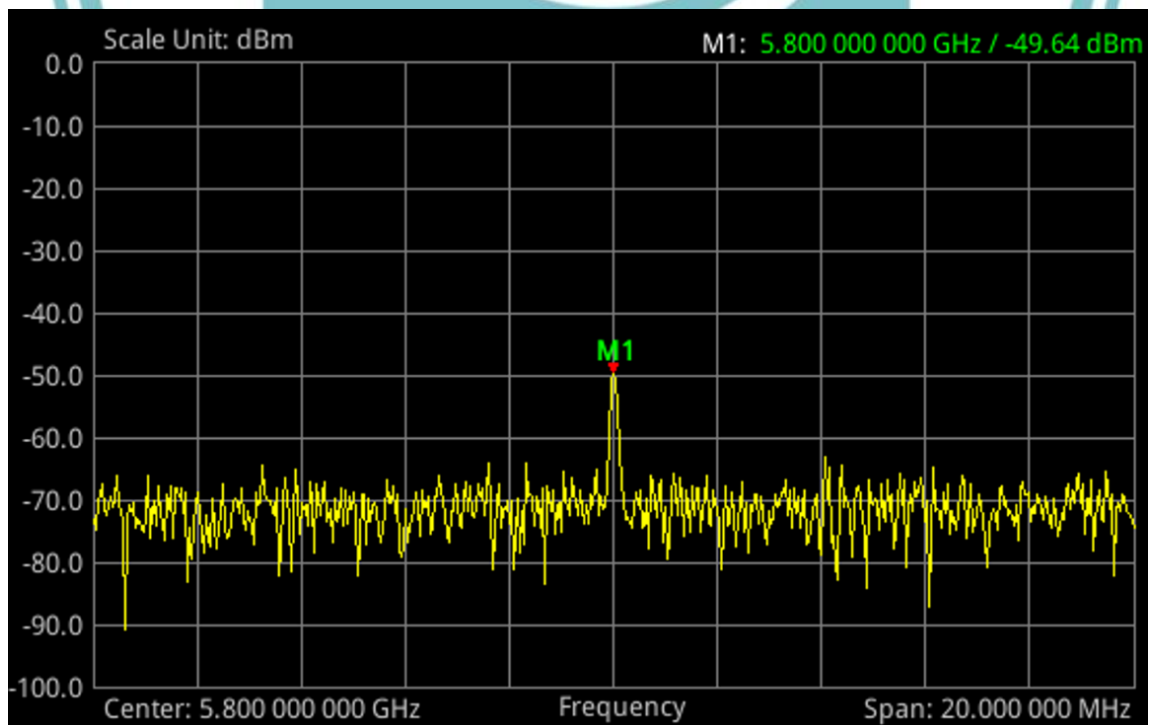
© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



L- 13 Hasil Pengujian Gain Antena Mikrostrip 5.8 GHz

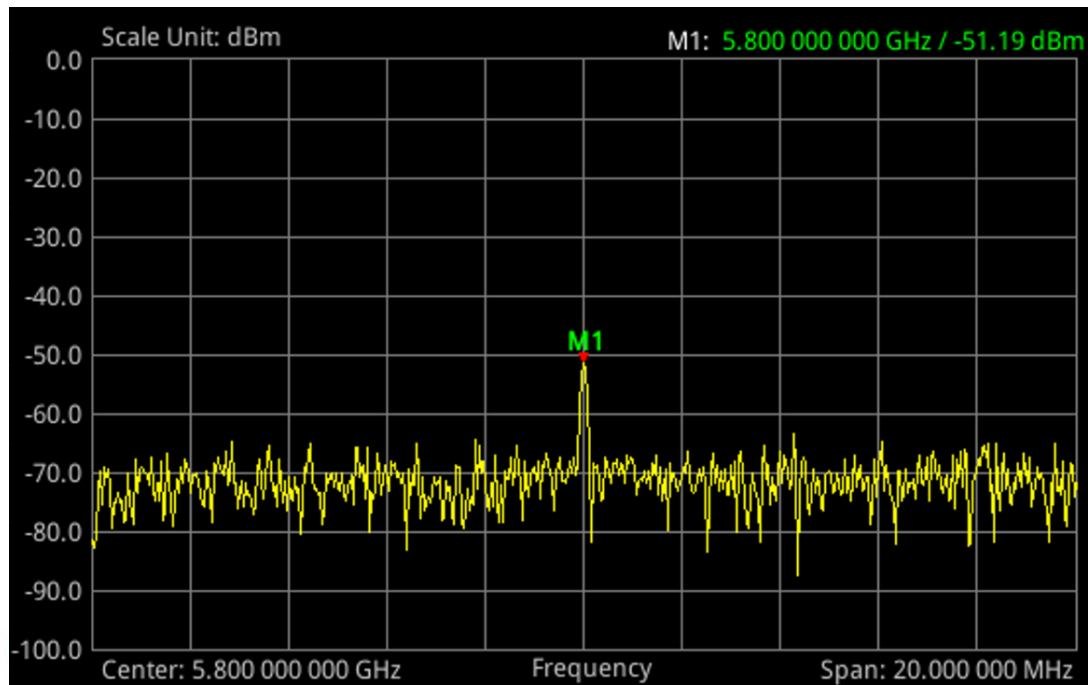




© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



L- 14 Pengujian Pola Radiasi



L- 15 Surat Keterangan Penelitian dan Pengujian Alat



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah , penulisan laporan , penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



PT SAPTA CAKRA MANUNGGAL
Victory Without Gun

SURAT KETERANGAN

Nomor : 134/SK.SCMM/1/2024

Dengan ini menerangkan bahwa:

Nama : **Fransisca Liany Zahara**
 NIM : 2003421016
 Perguruan Tinggi : Politeknik Negeri Jakarta
 Jurusan/Prodi : Teknik Elektro, Broadband Multimedia

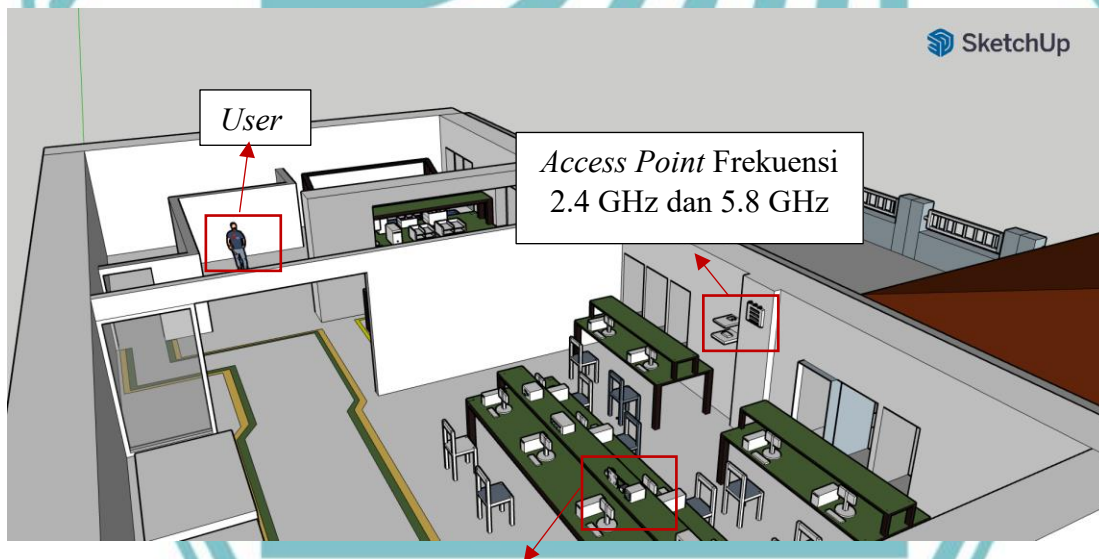
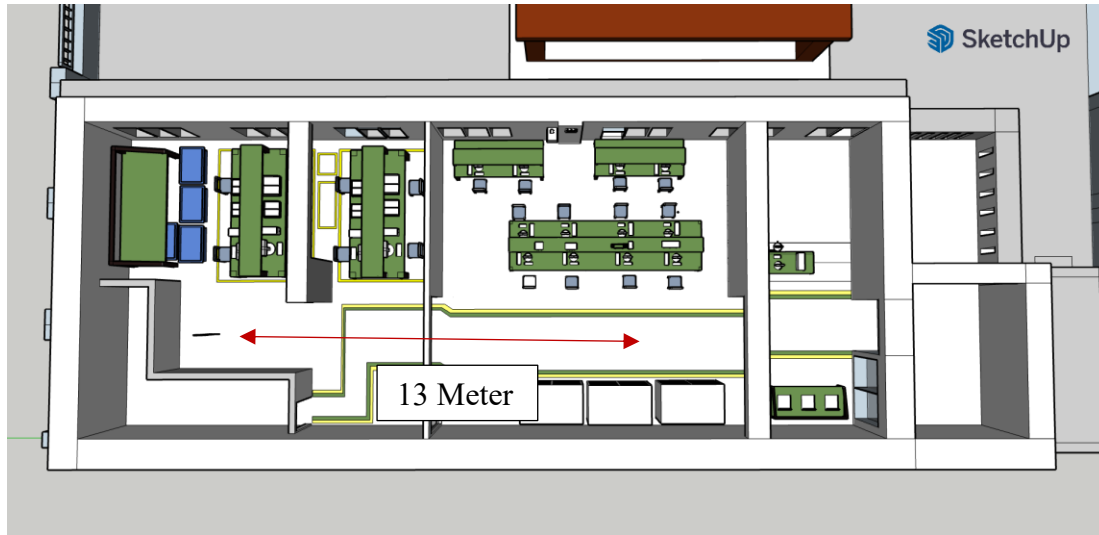
Telah melaksanakan penelitian dan pengujian alat di PT Sapta Cakra Manunggal dalam rangka penyusunan penelitian skripsi dengan judul

"Rancang Bangun Antena Mikrostrip Array Dual Band Frekuensi 2.4 Ghz dan 5.8 Ghz untuk Jammer Wi-Fi"

Sleman, 03 Juni 2024
 PT Sapta Cakra Manunggal



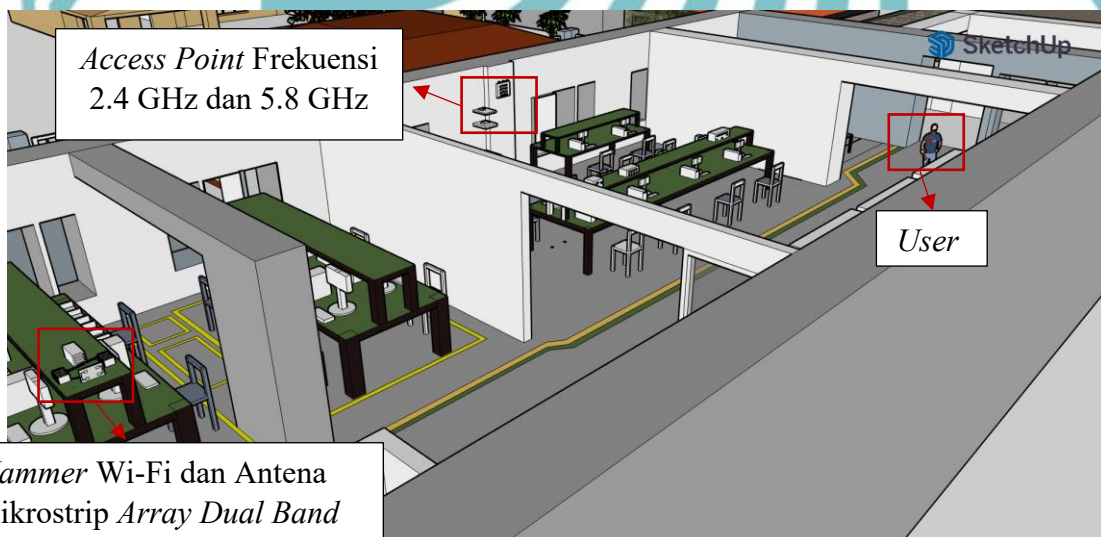
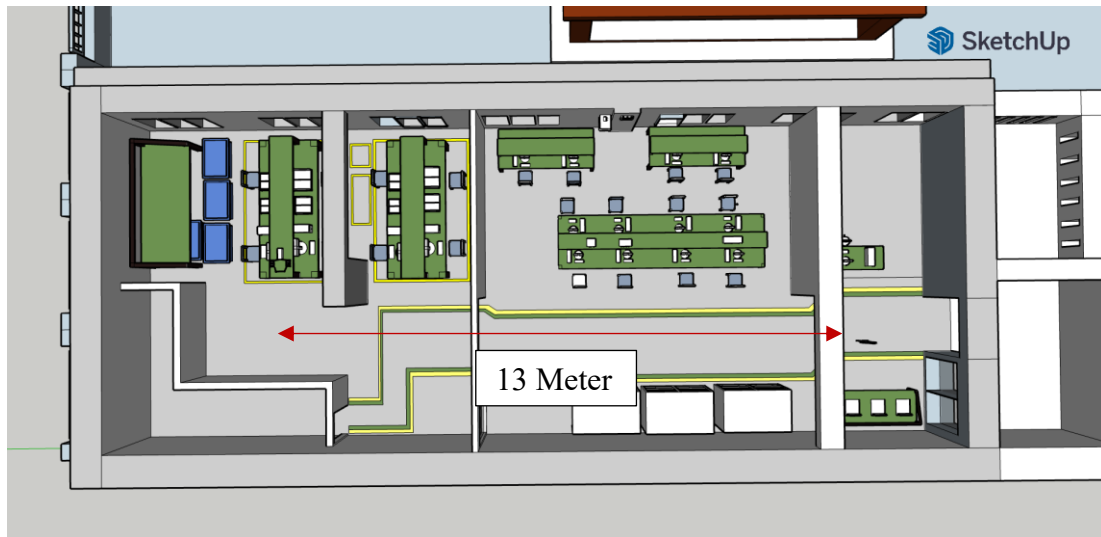
Dikka Pragola
Direktur Utama

L-16 Denah Pengujian *Line of Sight*

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

L-17 Denah Pengujian *Non-Line of Sight*

Jammer Wi-Fi dan Antena Mikrostrip Array Dual Band Frekuensi 2.4 GHz dan 5.8 GHz

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

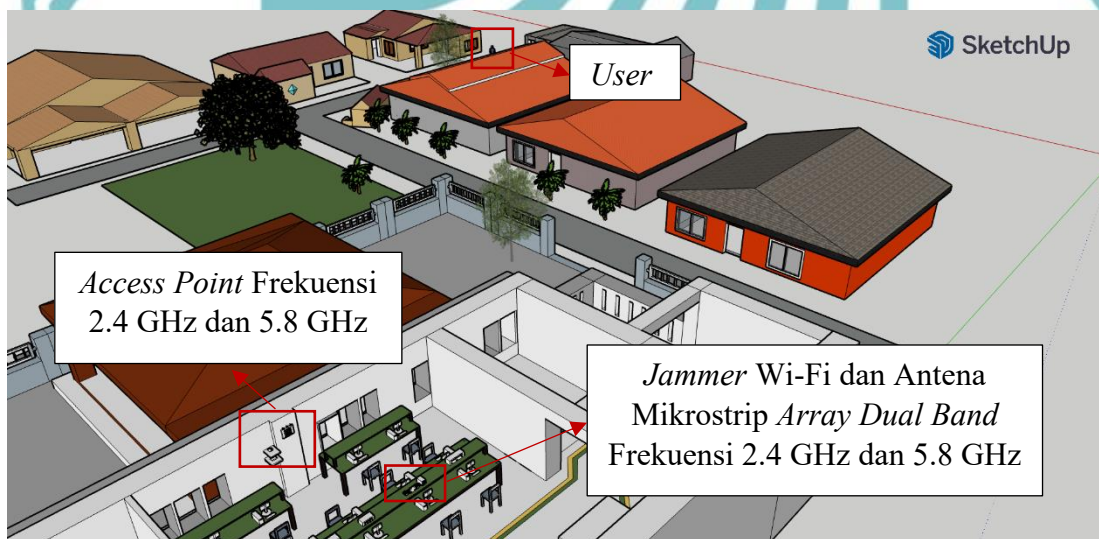
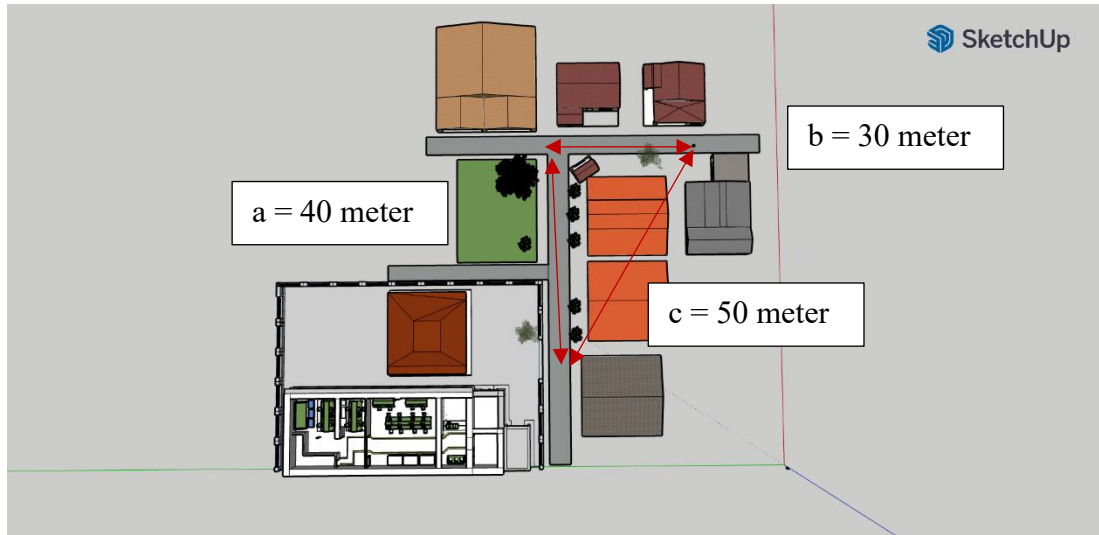




Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

L-18 Denah Pengujian Jarak Jangkauan



L-19 Perhitungan Jarak Jangkauan

$$c = \sqrt{(a)^2 + (b)^2} = \sqrt{(40)^2 + (30)^2} = 50 \text{ meter}$$

Dimana:

$$a = 40 \text{ meter}$$

$$b = 30 \text{ meter}$$