



© 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



**DESAIN DAN IMPLEMENTASI ANTENA MIKROSTRIP
RECTANGULAR ARRAY 915 MHz UNTUK APLIKASI
BERBASIS LORA (LONG RANGE)**

SKRIPSI

**Muhammad Zaki Raya
2103421047**

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

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

2025



© 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



**DESAIN DAN IMPLEMENTASI ANTENA MIKROSTRIP
RECTANGULAR ARRAY 915 MHz UNTUK APLIKASI
BERBASIS *LORA (LONG RANGE)***

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

**Muhammad Zaki Raya
2103421047**

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

2025



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

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Muhammad Zaki Raya

NIM : 2103421047

Tanda Tangan : 

Tanggal : 21 Juli 2025

**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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Skripsi diajukan oleh :

Nama : Muhammad Zaki raya
NIM : 2103421047
Program Studi : Broadband Multimedia
Judul Tugas Akhir : Teknik Elektro

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Tugas Akhir pada Kamis, 10 Juli 2025 dan dinyatakan **LULUS**.

Pembimbing I : Shita Herfiah, S.Pd., M.T.,
NIP. 199707232024062002

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Depok, 21 Juli 2025

Disahkan oleh

Ketua Jurusan Teknik Elektro



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

NIP. 197803312003122002



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

KATA PENGANTAR

Puji Syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini. Penulisan Skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Terapan Politeknik. Skripsi ini berisikan tentang "Desain dan Implementasi Antena Mikrostrip *Rectangular Array* 915 MHz Untuk Aplikasi Berbasis *Lora (Long Range)*".

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

1. Shita Herfiah, S.Pd., M.T., selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dan memberi masukan dalam penyusunan skripsi ini;
2. Teristimewa kepada Orang Tua dan keluarga penulis yang telah memberikan semangat, do'a, serta bantuan dukungan material dan moral dalam menyelesaikan skripsi ini;
3. Seluruh Staf Pengajar dan Karyawan Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Jakarta, khususnya Program Studi Broadband Multimedia;
4. Abang dan Kakak alumni Kontrakan Telkom BM PNJ yang sudah mendorong semangat penulis untuk menyelesaikan skripsi ini;
5. Rekan-rekan sejawat dan teman-teman yang telah memberikan bantuan, saran, dan masukan dalam penyelesaian skripsi ini;
6. Nadya Galuh Kinanti yang telah membersamai penulis selama magang di PT. Sapta Cakra Manunggal Yogyakarta sampai proses pengerjaan skripsi ini selesai.

Akhir kata, penulis berharap Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, 29 Juni 2025

Penulis



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

Desain dan Implementasi Antena Mikrostrip Rectangular Array 915 MHz Untuk Aplikasi Berbasis LoRa (Long Range)

Abstrak

Kebutuhan akan sistem komunikasi nirkabel yang efisien dan hemat daya terus meningkat seiring dengan berkembangnya aplikasi Internet of Things (IoT). LoRa (Long Range) merupakan salah satu teknologi yang menjawab kebutuhan ini dengan kemampuan transmisi data jarak jauh berdaya rendah pada frekuensi ISM 915 MHz. Namun, antena mikrostrip yang umum digunakan memiliki keterbatasan seperti bandwidth sempit dan gain rendah. Penelitian ini merancang dan mengimplementasikan antena mikrostrip rectangular array 1x2 dengan teknik Inset-Slit dan Defected Ground Structure (DGS) untuk aplikasi LoRa Gateway guna meningkatkan gain dan efisiensi radiasi. Desain dilakukan menggunakan perangkat lunak CST Studio Suite, dilanjutkan fabrikasi dan pengujian. Hasil simulasi menunjukkan return loss -28,57 dB, VSWR 1,07, dan pola radiasi unidirectional. Hasil pengukuran antena menunjukkan performa baik dengan return loss -20,364 dB, VSWR 1,2121, dan gain 5,195 dBi. Meskipun terjadi sedikit pergeseran frekuensi dan kenaikan VSWR, antena tetap memenuhi spesifikasi. Pengujian terhadap antena bawaan LoRa dalam kondisi Line of Sight (LOS) dan Non-Line of Sight (NLOS) menunjukkan bahwa antena yang dirancang memiliki nilai RSSI yang lebih baik pada kondisi LOS, yaitu -62 dBm pada jarak 10 meter dan -82 dBm pada 100 meter. Sementara pada kondisi NLOS, antena bawaan memiliki nilai RSSI yang lebih baik yaitu -92dBm pada jarak 80 meter dan -97 dBm pada jarak 100 meter.

Kata Kunci: Antena Mikrostrip, Lora, 915MHz, Gain, RSSI

**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

Design and Implementation of a 915 MHz Rectangular Microstrip Array Antenna for LoRa-Based Applications

Abstract

The demand for efficient and low-power wireless communication systems continues to grow alongside the development of Internet of Things (IoT) applications. LoRa (Long Range) is one of the technologies that addresses this need with its ability to transmit data over long distances at low power within the 915 MHz ISM frequency band. However, commonly used microstrip antennas face limitations such as narrow bandwidth and low gain. This study designs and implements a 1x2 rectangular microstrip array antenna using Inset-Slit and Defected Ground Structure (DGS) techniques for LoRa Gateway applications to improve gain and radiation efficiency. The design was carried out using CST Studio Suite software, followed by fabrication and testing. Simulation results showed a return loss of -28.57 dB, a VSWR of 1.07, and a unidirectional radiation pattern. Measured antenna performance demonstrated good results with a return loss of -20.364 dB, a VSWR of 1.2121, and a gain of 5.195 dBi. Although there was a slight frequency shift and an increase in VSWR, the antenna still met the required specifications. Performance testing compared to the default LoRa antenna under Line of Sight (LOS) and Non-Line of Sight (NLOS) conditions showed that the designed antenna achieved better RSSI values under LOS conditions, with -62 dBm at a distance of 10 meters and -82 dBm at 100 meters. Meanwhile, under NLOS conditions, the default antenna performed better, with RSSI values of -92 dBm at 80 meters and -97 dBm at 100 meters.

Keywords: Antena Microstrip, Lora, 915MHz, Gain, RSSI

**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

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iv
KATA PENGANTAR	v
<i>Abstrak</i>	vi
<i>Abstract</i>	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR RUMUS	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Luaran	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 <i>State of The Art</i>	4
2.2 Antena	6
2.3 Antena Mikrostrip	6
2.4 Antena Mikrostrip <i>Patch Rectangular</i>	8
2.5 Antena Mikrostrip <i>Array</i>	10
2.6 <i>Defected Ground Structure (DGS)</i>	10
2.7 <i>Inset-Slit</i>	11
2.8 Teknik Pencatutan Antena Mikrostrip	11
2.8.1 <i>Microstrip Line Feeding</i>	11
2.8.2 <i>Quarter Wavelength Transformer</i>	13
2.9 Parameter Antena Mikrostrip	14
2.9.1 <i>Return Loss</i>	14
2.9.2 <i>Voltage Standing Wave Ratio (VSWR)</i>	15
2.9.3 Penguatan (<i>Gain</i>)	15
2.9.4 Pola Radiasi	16
2.9.5 <i>Bandwidth</i>	18
2.10 <i>Dragino Lora Shield</i>	19
2.11 <i>CST Studio Suite</i>	20
2.12 <i>RSSI (Received Signal Strength Indicator)</i>	21
BAB III PERENCANAAN DAN REALISASI	23



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

3.1	Metodologi	23
3.1.1	Deskripsi Antena	25
3.1.2	Cara Kerja Antena	25
3.1.3	Spesifikasi Antena	26
3.2	Realisasi Antena	27
3.2.1	Perancangan Antena Satu Elemen	27
3.2.2	Pemodelan Variasi Satu Elemen Antena	30
3.2.3	Perancangan Antena <i>Array 1 × 2</i>	46
3.2.4	Skenario Pengujian	51
BAB IV PENGUKURAN DAN IMPLEMENTASI		53
4.1	Pengukuran Parameter Antena	53
4.1.1	Deskripsi Pengukuran <i>Return Loss</i>	53
4.1.2	Prosedur Pengukuran <i>Return Loss</i>	54
4.1.3	Data Hasil Pengukuran <i>Return Loss</i>	55
4.1.4	Deskripsi Pengukuran <i>VSWR</i>	55
4.1.5	Prosedur Pengukuran <i>VSWR</i>	56
4.1.6	Data Hasil Pengukuran <i>VSWR</i>	57
4.1.7	Deskripsi Pengukuran <i>Gain</i>	57
4.1.8	Prosedur Pengukuran <i>Gain</i>	58
4.1.9	Data Hasil Pengukuran <i>Gain</i>	59
4.1.10	Deskripsi Pengukuran Pola Radiasi	59
4.1.11	Prosedur Pengukuran Pola Radiasi	60
4.1.12	Data Hasil Pengukuran Pola Radiasi	61
4.2	Perbandingan Simulasi dan Pengukuran	61
4.3	Implementasi	66
4.4	Perbandingan Kinerja Dengan Antena Bawaan	68
4.4.1	Pengujian Kondisi <i>LOS</i>	68
4.4.2	Pengujian Kondisi <i>NLOS</i>	69
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		72
5.1	Kesimpulan	72
5.2	Saran	73
DAFTAR PUSTAKA		75
DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS		78



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur Dasar Antena Mikrostrip.....	7
Gambar 2.2 Bentuk Patch Antena Mikrostrip.....	8
Gambar 2.3 Microstrip Line Feeding.....	13
Gambar 2.4 Pola Radiasi Unidirectional.....	16
Gambar 2.5 Pola Radiasi Omnidirectional.....	17
Gambar 2.6 Bandwidth	18
Gambar 2.7 Dragino Lora Shield	20
Gambar 2.8 CST Studio Suite 2024	21
Gambar 3.1 Flowchart Realisasi Antena.....	23
Gambar 3.2 Ilustrasi Rangkaian Sistem.....	25
Gambar 3.3 Tampak Depan Satu Elemen Antena	28
Gambar 3.4 Tampak Belakang Satu Elemen Antena.....	28
Gambar 3.5 Hasil Simulasi Return Loss Antena Satu Elemen	28
Gambar 3.6 Hasil Simulasi VSWR Antena Satu Elemen.....	29
Gambar 3.7 Hasil Simulasi Gain Antena Satu Elemen.....	29
Gambar 3.8 Hasil Simulasi Pola Radiasi Antena Satu Elemen	30
Gambar 3.10 Tampak Belakang Antena Satu Elemen Inset-Fed.....	31
Gambar 3.9 Tampak Depan Antena Satu Elemen Inset-Fed	31
Gambar 3.11 Hasil Simulasi Return Loss Antena Inset-Fed	31
Gambar 3.12 Hasil Simulasi VSWR Antena Inset-Fed	32
Gambar 3.13 Hasil Simulasi Gain Antena Inset-Fed.....	32
Gambar 3.14 Hasil Simulasi Pola Radiasi Antena Inset-Fed.....	33
Gambar 3.15 Tampak Depan Antena Satu Elemen U-Slot.....	34
Gambar 3.16 Tampak Belakang Antena Satu Elemen U-Slot	34
Gambar 3.17 Hasil Return Loss Antena U-Slot.....	34
Gambar 3.18 Hasil VSWR Antena U-Slot.....	35
Gambar 3.19 Hasil Gain Antena U-Slot	35
Gambar 3.20 Hasil Simulasi Pola Radiasi Antena U-Slot	36
Gambar 3.22 Tampak Belakang Antena Satu Elemen U-Slot dan Inset-Fed	37
Gambar 3.21 Tampak Depan Antena Satu Elemen U-Slot dan Inset-Fed.....	37
Gambar 3.23 Hasil Simulasi Return Loss Antena U-Slot & Inset-Fed.....	37
Gambar 3.24 Hasil Simulasi VSWR Antena U-Slot & Inset-Fed	38
Gambar 3.25 Hasil Simulasi Gain Antena U-Slot & Inset-Fed	38
Gambar 3.26 Hasil Simulasi Pola Radiasi Antena U-Slot & Inset-Fed.....	39
Gambar 3. 27 Tampak Depan Antena Satu Elemen Inset-Slit.....	40
Gambar 3. 28 Tampak Belakang Antena Satu Elemen Inset-Slit.....	40
Gambar 3. 29 Hasil Simulasi Return Loss Antena Inset-Slit.....	40
Gambar 3. 30 Hasil Simulasi VSWR Antena Inset-Slit.....	41
Gambar 3. 31 Hasil Simulasi Gain Antena dengan Inset-Slit.....	41
Gambar 3. 32 Hasil Simulasi Pola Radiasi Antena Inset-Slit	42
Gambar 3. 33 Tampak Depan Antena Satu Elemen Inset-Slit dan DGS	43
Gambar 3. 34 Tampak Belakang Antena Satu Elemen Inset-Slit dan DGS	43
Gambar 3. 35 Hasil Simulasi Return Loss Antena Inset-Slit dan DGS	43
Gambar 3. 36 Hasil Simulasi VSWR Antena Inset-Slit dan DGS.....	44
Gambar 3. 37 Hasil Simulasi Gain Antena Inset-Slit dan DGS.....	44
Gambar 3. 38 Hasil Simulasi Pola Radiasi Antena Inset-Slit dan DGS	45

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



© 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

Gambar 3. 39 Tampak Depan Antena Array 1×2 Inset-Slit dan DGS.....	47
Gambar 3. 40 Tampak Belakang Antena Array 1×2 Inset-Slit dan DGS	47
Gambar 3. 41 Hasil Simulasi Return Loss Antena Array Inset-Slit dan DGS.....	47
Gambar 3. 42 Hasil Simulasi VSWR Antena Array Inset-Slit dan DGS.....	48
Gambar 3. 43 Hasil Simulasi Gain Antena Array dengan Inset-Slit + DGS	48
Gambar 3. 44 Hasil Simulasi Pola Radiasi Antena Array Inset-Slit dan DGS	49
Gambar 3. 45 Grafik Pengaruh Lebar DGS Terhadap Nilai Gain	49
Gambar 3. 46 Grafik Pengaruh Panjang DGS Terhadap Nilai Gain.....	50
Gambar 3. 47 Realisasi Antena Rectangular Array 1×2 Inset-Slit dan DGS.....	50
Gambar 3. 48 Mekanisme Skenario LOS	51
Gambar 3. 49 Mekanisme Skenario NLOS.....	52
Gambar 4. 1 Hasil Pengukuran Return Loss.....	55
Gambar 4. 2 Hasil Pengukuran VSWR.....	57
Gambar 4. 3 Hasil Pengukuran Pola Radiasi	61
Gambar 4. 4 Perbandingan hasil simulasi dan pengukuran return loss.....	62
Gambar 4.5 Perbandingan hasil simulasi dan pengukuran VSWR.....	63
Gambar 4. 6 Hasil Simulasi Pola Radiasi	65
Gambar 4.7 Implementasi Antena sisi pengirim (Transmitter)	66
Gambar 4. 8 Implementasi Antena sisi penerima (Receiver)	67

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian terdahulu terkait antenna mikrostrip untuk aplikasi LoRa.....	4
Tabel 2.2 Spesifikasi Lora Shield Arduino	19
Tabel 2. 3 Standar Signal Strength.....	22
Tabel 3. 1 Spesifikasi Parameter Antena	27
Tabel 3. 2 Spesifikasi Material Antena	27
Tabel 3. 3 Dimensi Antena Single Element	27
Tabel 3. 4 Dimensi Antena Satu Elemen dengan Teknik Inset-Fed	30
Tabel 3. 5 Dimensi Antena Satu Elemen dengan Teknik U-Slot.....	33
Tabel 3. 6 Dimensi Antena Satu Elemen dengan Teknik U-Slot dan Inset-Fed...	36
Tabel 3. 7 Dimensi Antena Satu Elemen dengan Teknik Inset-Slit.....	39
Tabel 3. 8 Dimensi Antena Satu Elemen dengan Teknik Inset-Slit dan DGS.....	42
Tabel 3. 9 Rangkuman Pemodelan Antena Satu Elemen.....	45
Tabel 3. 10 Dimensi Akhir Antena Array 1x2.....	46
Tabel 4. 1 Hasil Pengukuran Gain	59
Tabel 4. 2 Perbandingan Hasil Simulasi dan Pengukuran Gain	64
Tabel 4.3 Data Pengujian LOS.....	69
Tabel 4. 4 Data Pengujian NLOS.....	70

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

**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

DAFTAR RUMUS

(2.1) Lebar Substrat dan <i>Groundplane</i>	8
(2.2) Panjang Substrat dan <i>Groundplane</i>	8
(2.3) Lebar Patch Antena	8
(2.4) Konstantan Dielektrik Efektif.....	9
(2.5) Panjang efektif Patch Antena	9
(2.6) Perpanjangan Panjang Efektif	9
(2.7) Panjang Patch Antena.....	10
(2.8) Lebar Inset-Fed.....	11
(2.9) Impedansi Saluran	12
(2.10) Lebar Saluran Transmisi.....	12
(2.11) Panjang Gelombang Pandu.....	12
(2.12) Panjang Saluran Transmisi.....	13
(2.13) Quarter Wavelength Transformer.....	13
(2.14) Koefisien refleksi tegangan	14
(2.15) Return Loss.....	14
(2.16) VSWR	15
(2.17) Gain	15
(2.18) Gain(dB).....	15
(2.19) Level Daya (dB)	17
(2.20) Level Daya yang Dinormalisasikan (dB)	17
(2.21) Level Daya yang di Normalisasikan (W)	18
(2.22) Bandwidth	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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR LAMPIRAN

L-1 Pengukuran Antena Mikrostrip Rectangular Array 915 MHz	79
L-2 Hasil Pengukuran Antena Mikrostrip Rectangular Array 915MHz.....	80
L-3 Pengujian Antena Default dan Antena Rectangular Array 915 MHz	82



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 I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam era digital saat ini, kebutuhan akan sistem komunikasi yang efisien, andal, dan hemat daya semakin meningkat seiring berkembangnya berbagai aplikasi Internet of Things (IoT). Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi yang sangat pesat saat ini telah mendorong kebutuhan akan sistem komunikasi nirkabel yang mampu menjangkau area luas dengan konsumsi daya rendah. Salah satu teknologi yang menjawab kebutuhan tersebut adalah *LoRa (Long Range)*, yang dirancang untuk mengirim data berukuran kecil pada jarak jauh dengan konsumsi daya yang sangat rendah, bahkan mampu menjangkau lebih dari 15 km di area terbuka (Panjaitan & Putra, 2021). *LoRa* beroperasi pada frekuensi *ISM (Industrial, Scientific, and Medical)*, salah satunya 915 MHz. Frekuensi 915 MHz dipilih karena kestabilannya dan cakupan jangkauan yang memadai untuk aplikasi Internet of Things (IoT) (Talpur et al., 2023). Teknologi ini telah banyak diadopsi dalam berbagai aplikasi *monitoring* lingkungan, pertanian cerdas, hingga sistem peringatan dini, karena keunggulannya dalam efisiensi energi dan biaya implementasi.

Dalam sistem komunikasi *LoRa*, antena merupakan komponen vital yang sangat mempengaruhi jangkauan, kekuatan sinyal, dan reliabilitas komunikasi. Antena mikrostrip menjadi salah satu pilihan utama karena desainnya yang sederhana, ringan, mudah diproduksi, dan biaya produksinya relatif rendah. Namun, antena mikrostrip juga memiliki beberapa keterbatasan, seperti *bandwidth* yang sempit, efisiensi yang rendah, dan *gain* yang kecil, sehingga dapat membatasi performa sistem secara keseluruhan (Ramadhan Rachmatullah & Ardita, 2022). Untuk mengatasi masalah tersebut, berbagai inovasi telah dilakukan, salah satunya dengan menerapkan teknik *array* dan modifikasi struktur seperti *inset-slit* serta *Defected Ground Structure (DGS)*, yang terbukti mampu menurunkan nilai *return loss*, memperbaiki *VSWR*, dan meningkatkan *gain* antena (Praja et al., 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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Peningkatan performa antenna mikrostrip juga dapat dicapai dengan mengatur beberapa elemen dalam bentuk *array*. Teknik *array* dirancang untuk menghasilkan pola radiasi yang lebih fokus dan *gain* yang lebih tinggi, sehingga sangat cocok untuk aplikasi komunikasi jarak jauh berbasis LoRa (Talpur et al., 2023). Selain teknik *array*, pemilihan substrat dan dimensi patch juga berpengaruh signifikan terhadap kinerja antenna. Penggunaan substrat FR-4 dipilih karena mudah didapatkan di pasaran, serta biaya pembuatannya lebih terjangkau dan lebih mudah difabrikasi, sehingga cocok untuk desain prototipe dan produksi massal (Praja et al., 2024). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa konfigurasi *array* pada frekuensi 915 MHz mampu menghasilkan *return loss* hingga -33 dB dan *gain* sebesar 3,86 dBi, dengan pola radiasi yang mendukung aplikasi LoRa (Panjaitan & Putra, 2021).

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini berfokus pada rancang bangun antenna mikrostrip *array* dua elemen berbentuk *rectangular* yang dioptimalkan untuk aplikasi *LoRa Gateway* pada frekuensi 915 MHz. Kebaharuan dari penelitian ini terletak pada kombinasi teknik *inset-slit* dan *DGS* pada konfigurasi *array* 1x2 yang dirancang secara khusus untuk *LoRa Gateway*. Dengan harapan, rancangan ini mampu menghasilkan antenna dengan *gain* lebih tinggi untuk mendukung komunikasi jarak jauh berbasis LoRa secara optimal.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang antenna mikrostrip *array* yang memenuhi spesifikasi teknologi LoRa untuk mendukung komunikasi jarak jauh dengan konsumsi daya rendah?
2. Bagaimana performa antenna mikrostrip *array* terkait parameter *return loss*, *VSWR*, *gain*, dan pola radiasi untuk aplikasi berbasis LoRa?
3. Bagaimana perbandingan kinerja antenna mikrostrip *array* yang dirancang dengan antenna bawaan LoRa dalam kondisi *Line of Sight* dan *Non-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

1.3 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Merancang antenna mikrostrip *array* yang dapat bekerja optimal pada frekuensi *LoRa* untuk mendukung komunikasi jarak jauh dengan konsumsi daya rendah
2. Mendapatkan hasil pengujian dan analisis parameter antenna mikrostrip *array* meliputi *return loss*, *VSWR*, *gain*, dan pola radiasi yang sesuai dengan spesifikasi aplikasi *LoRa*
3. Menganalisis perbandingan kinerja antenna mikrostrip *array* dengan antenna bawaan *LoRa* melalui pengujian dalam kondisi *LOS* dan *NLOS* untuk mengetahui peningkatan performa komunikasi.

1.4 Luaran

Luaran yang akan dibahas pada skripsi ini adalah:

1. Antena mikrostrip rectangular array yang dapat bekerja pada frekuensi 915 MHz yang akan diimplementasikan pada Sistem Monitoring dan Otomatisasi Proses Pupuk Pompos Berbasis Lora dan Terintegrasi dengan web site di Smart Lab Politeknik Negeri Jakarta.
2. Artikel ilmiah tentang perancangan antenna mikrostrip *rectangular array* 915MHz dengan Teknik *Inset-Slit* dan *DGS* untuk Aplikasi *Lora Gateway* yang dipresentasikan di Seminar Nasional Inovasi Vokasi (SNIV) 2025, yang diselenggarakan oleh Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta.
3. Laporan Skripsi tentang desain dan pengaplikasian antenna mikrostrip *rectangular array* dengan Teknik *Inset-Slit* dan *DGS* untuk Aplikasi *Lora Gateway* 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

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, simulasi, realisasi, dan pengujian antenna mikrostrip *rectangular array* 915 MHz untuk aplikasi berbasis *LoRa*, maka dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

1. Perancangan antenna mikrostrip *array* yang sesuai dengan spesifikasi teknologi *LoRa* berhasil dilakukan dengan menerapkan teknik *Inset-Slit* dan *Defected Ground Structure (DGS)* pada konfigurasi *array* 1x2. Hasil simulasi menunjukkan bahwa antenna mampu bekerja pada frekuensi 915 MHz dengan parameter yang memenuhi standar, yaitu nilai *return loss* sebesar -28,57 dB, *VSWR* sebesar 1,07, dan pola radiasi *unidirectional*. Jika dibandingkan dengan antenna mikrostrip *rectangular* biasa yang memiliki *return loss* sebesar -17,25 dB, *VSWR* sebesar 1,31, dan *gain* sebesar 1,128 dBi, maka desain yang diusulkan menunjukkan peningkatan performa yang signifikan. Antenna dengan teknik *Inset-Slit* dan *DGS* mampu mencapai *gain* yang lebih tinggi serta efisiensi radiasi yang lebih baik, serta mempertahankan arah radiasi yang *unidirectional*. Penerapan kedua teknik ini terbukti efektif dalam mengoptimalkan karakteristik antenna untuk aplikasi komunikasi *LoRa*.
2. Pengukuran performa antenna mikrostrip *rectangular array* 915 MHz menunjukkan kinerja yang sangat baik dan konsisten dengan hasil simulasi. Pada tahap simulasi, antenna menunjukkan *return loss* sebesar -28,57 dB, *VSWR* sebesar 1,07, *gain* sebesar 4,120 dBi, dan pola radiasi *unidirectional*. Sementara itu, hasil pengukuran menunjukkan *return loss* sebesar -20,364 dB, *VSWR* sebesar 1,2121, dan *gain* sebesar 5,195 dBi, dengan pola radiasi yang tetap terarah (*unidirectional*). Perbandingan ini menunjukkan bahwa antenna hasil rancang bangun tidak hanya berhasil direalisasikan sesuai desain, tetapi juga menunjukkan peningkatan *gain* saat diuji secara nyata. Hal ini membuktikan bahwa desain dan optimasi melalui teknik *Inset-Slit* dan *DGS* mampu menghasilkan antenna yang sesuai dengan spesifikasi sistem *LoRa Gateway* dan layak untuk diterapkan dalam komunikasi jarak jauh.



© 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

3. Perbandingan kinerja antara antenna mikrostrip rectangular array 915 MHz dan antenna bawaan LoRa telah dilakukan dalam dua skenario, yaitu *Line of Sight* (LOS) dan *Non-Line of Sight* (NLOS). Berdasarkan hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa antenna mikrostrip *Rectangular Array* 915 MHz menunjukkan performa yang lebih unggul dibandingkan antenna bawaan dalam kondisi LOS, tetapi memiliki keterbatasan pada kondisi NLOS. Pada pengujian LOS, antenna mikrostrip mempertahankan kualitas sinyal yang tinggi dengan nilai RSSI mulai dari -62 dBm pada jarak 10 meter hingga -82 dBm pada jarak 100 meter, tetap berada dalam kategori Sangat Bagus hingga Bagus. Sebaliknya, antenna bawaan menunjukkan penurunan drastis, terutama pada jarak 20–30 meter dengan RSSI -96 dBm hingga -97 dBm (kategori Sedang), bahkan mencapai -105 dBm (kategori Buruk) di jarak 100 meter. Namun, pada pengujian NLOS, performa antenna mikrostrip mengalami penurunan yang lebih cepat, di mana pada jarak 80–100 meter nilai RSSI mencapai -107 dBm hingga -121 dBm (kategori Buruk), sedangkan antenna bawaan tetap berada dalam rentang kategori Sedang dengan nilai RSSI -92 dBm hingga -97 dBm. Dengan demikian, antenna mikrostrip sangat cocok digunakan pada komunikasi jarak menengah hingga jauh dalam kondisi LOS, namun perlu penyesuaian atau penguatan tambahan ketika digunakan pada lingkungan NLOS.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan implementasi yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat dipertimbangkan untuk pengembangan antenna mikrostrip *rectangular array* 915 MHz di masa mendatang, yaitu:

1. Penggunaan material substrat dengan *konstanta dielektrik* lebih rendah, disarankan untuk menggunakan bahan substrat dengan nilai permitivitas relatif (ϵ_r) sebesar 4,3 atau lebih rendah, seperti Rogers RT/Duroid atau bahan FR-4 dengan ketebalan yang sesuai. Material dengan *konstanta dielektrik* rendah dapat meningkatkan *bandwidth* dan efisiensi radiasi antenna, serta memperbaiki kualitas pola radiasi secara keseluruhan.



© 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

2. Mengganti metode pencatutan antenna, dalam penelitian ini, metode pencatutan menggunakan teknik *inset-fed*. Untuk penelitian selanjutnya, dapat dipertimbangkan penggunaan teknik pencatutan lainnya seperti *coaxial probe feed*, *aperture coupling*, atau *proximity coupling* yang berpotensi memberikan impedansi yang lebih optimal, fleksibilitas desain yang lebih tinggi, serta performa radiasi yang lebih baik tergantung pada kebutuhan aplikasi.
3. Optimasi dimensi fisik antenna, disarankan untuk melakukan miniaturisasi antenna dengan tetap mempertahankan kinerja parameter antenna, seperti *gain*, *return loss*, dan *VSWR*. Pendekatan seperti teknik *meander line*, *slotting*, atau penggunaan struktur metamaterial dapat dipertimbangkan untuk mengurangi ukuran fisik antenna tanpa menurunkan performanya secara signifikan, sehingga lebih praktis untuk diintegrasikan dalam perangkat *LoRa* berskala kecil.





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

- Adli Cenca Perdana, Bambang Setia Nugroho, & Edwar. (2022). *Perancangan Antena Mikrostrip Untuk Lora Pada Frekuensi 922 Mhz*.
- Agustini, R. (2021). Improvement Of Coplanar Vivaldi Antenna Radiation Patterns With Fractal Structure For Ultra-Wideband Applications. In *Indonesian Journal of Electronics Engineering* (Vol. 04).
- Alam, S., Media Rizka, N., Surjati, I., Dewi Marlina, P., & Tjahjadi, G. (2020). Desain Antena Mikrostrip dengan Multi Band Frekuensi Menggunakan Metode Parasitik. *Jurnal Teknik: Media Pengembangan Ilmu Dan Aplikasi Teknik*, 19(01), 18–23.
- Andrieyani, C., Sumajudin, B., & Yunita, T. (2019). PERBANDINGAN ANTENA MIKROSTRIP ARRAY DUAL BAND DENGAN PENCATUAN MICROSTRIP LINE DAN EMC (ELECTROMAGNETICALLY COUPLED) (Comparison of Dual Band Microstrip Array Antenna with Microstrip Line Feeding and Electromagnetically Coupled Feeding). *E-Proceeding of Engineering*, 6(2), 4625–4633.
- Anindito, A., Putranto, A., Surjati, I., Alam, S., Sari, L., & Vaswani, R. (2021). Desain Antena Mikrostrip Array 2x1 Elemen dengan Teknik Inset dan Slit untuk Sistem Komunikasi 5G. *Jurnal Telematika*, 16(1), 18–24.
- Ariessaputra, S., Mustiko, C., Muvianto, O., Mariyanto, S., Sasongko, A., Aldiansyah, B., & Elektro, J. T. (2024). Prosiding SAINTEK DESAIN ANTENA MIKROSTRIP PATCH E-SHAPE ARRAY MENGGUNAKAN REFLEKTOR GANDA UNTUK APLIKASI LONG RANGE (LoRa) PADA FREKUENSI 915 MHz. *LPPM Universitas Mataram*, 6.
- Ariq Bhagaskara Bhana Sokya. (2021). *Rancang Bangun Sistem Perawatan Tanaman Tomat Menggunakan Komunikasi Long Range Berbasis Internet Of Things*.
- Balanis, C. A. (2005). *Antenna Theory Analysis and Design Third Edition*. www.copyright.com.
- Budi Rijadi, B., & Rodiah Machdi, A. (2024). DISTANCE TESTING ON POINT TO POINT COMMUNICATION WITH LORA BASD ON RSSI AND LOG NORMAL SHADOWING MODEL. *JEEE JOURNAL OF ENERGY AND ELECTRICAL ENGINEERING*, 5, 89–93.
- CST Studio Suite. (2025). <https://www.3ds.com/products/simulia/cst-studio-suite>
- Dase, S., Jurusan, D., Elektro, T., Negeri, P., & Pandang, U. (2021). PERHITUNGAN AKURAT INSET-FED PADA ANTENNA MICROSTRIP RECTANGULAR PATCH. *Prosiding 5th Seminar Nasional Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat*.
- Hania Silva Khairani, Levy Olivia Nur, & Edwar. (2023). Perancangan Dan Realisasi Antena Planar Ultra Wideband Patch Berbentuk Triangular Untuk Deteksi Kanker Otak. *E-Proceeding of Engineering*, 10, 4285–4293.
- Harrou, M., Benkhadda, O., Saih, M., Rhazi, Y., & Reha, A. (2024). Design of Patch antenna with Various shapes and various feeding techniques for IoT in the 2.45 GHz ISM Band. *ITM Web of Conferences*, 69, 04015. <https://doi.org/10.1051/itmconf/20246904015>
- Harry Ramza. (2020). *Antena dan Propagasi Gelombang_high Res*.
- Kopbay, K., Nurgaliyev, M., Saymbetov, A., Kuttybay, N., Bolatbek, A.,



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

- Orynbassar, S., & Zholamanov, B. (2025). Design and simulation of rectangular patch antenna arrays with high bandwidth for 2.4 GHz ISM band applications. *TELKOMNIKA (Telecommunication Computing Electronics and Control)*, 23(3), 574. <https://doi.org/10.12928/telkomnika.v23i3.26344>
- Made Febriani Hapsari, Levy Olivia Nur, & Harfan Hian Ryanu. (2024). Perancangan Antena Mimo 2x2 Menggunakan Polarisasi Diversitas Pada Frekuensi 2.1 Ghz. *E-Proceeding of Engineering*, 11, 968–975.
- Marini, S., Bakri, M. A., & Wicaksono, D. (2020). Perancangan Antena Super J-Pole 146 MHz Band Radio Amatir. *Jurnal Telekomunikasi Dan Komputer*, 10(3), 155. <https://doi.org/10.22441/incomtech.v10i3.8866>
- Maulana, A., & Sulisty, W. (2024). Analisis Kualitas Signal Wireless Menggunakan Received Signal Strength Indicator (RSSI) di SMP NEGERI 10 SALATIGA. *IT-EXPLORE Jurnal Penerapan Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, 3(1), 63–78.
- Panjaitan, L. H., & Putra, E. H. (2021). *PERANCANGAN ANTENA MIKROSTRIP ARRAY PADA FREKUENSI 915 MHz UNTUK APLIKASI LONG RANGE (LoRa)*.
- Praja, M. P. K., Pradana, Z. H., & Romadhona, S. (2024). Optimized Design of Microstrip LoRa Antenna at 920-923 MHz Using DGS and Slit Methods for Enhanced Performance. *COMNETSAT 2024 - IEEE International Conference on Communication, Networks and Satellite*, 699–704. <https://doi.org/10.1109/COMNETSAT63286.2024.10862417>
- Rahmawati, Y., Goran, P. K., & Ulitama, V. (2023). Modifikasi Antena Mikrostrip Berbasis Defected Ground Structure (DGS) Berbentuk Patch Puzzle untuk Aplikasi Sub-6 GHz 5G. *Journal of Telecommunication Electronics and Control Engineering (JTECE)*, 5(2), 109–118. <https://doi.org/10.20895/jtece.v5i2.1090>
- Ramadhan Rachmatullah, R., & Ardita, M. (2022). Seminar Nasional 2022 ITN Malang. *SENIATI*, 13, 706–714.
- Reiza Medina, F. (2018). *PERANCANGAN DAN SIMULASI MULTI LAYER PARASITIC ANTENA ARRAY MIKROSTRIP 1X2 DENGAN PATCH PERSEGI UNTUK APLIKASI 2,45 GHZ* (Vol. 17).
- Rizqa, F., Arseno, D., & Yunita, T. (2020). Analisis Dan Desain Antena Mikrostrip Untuk Komunikasi Satelit Pada Frekuensi Ka-Band. *AVITEC*, 1(2). <https://doi.org/10.28989/avitec.v2i1.590>
- Talpur, H., Muneer, B., Shaikh, F. K., & Korai, U. A. (2023). Design of Phased Array Antenna System for LoRa Applications. *IMTIC 2023 - 7th International Multi-Topic ICT Conference 2023: AI Convergence towards Sustainable Communications*. <https://doi.org/10.1109/IMTIC58887.2023.10178639>
- Van Den Biggelaar, A. J., Geluk, S. J., Jamroz, B. F., Williams, D. F., Smolders, A. B., Johannsen, U., & Bronckers, L. A. (2021). Accurate gain measurement technique for limited antenna separations. *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, 69(10), 6772–6782. <https://doi.org/10.1109/TAP.2021.3069583>
- Wulandari, A., Martha Fitriani, R., & Fadli Kurniawan, dan. (2017). Rancang Bangun Antena Mikrostrip MIMO 2x2 Untuk Aplikasi WIFI 802.11n di Frekuensi 2,4 GHZ. *POLITEKNOLOGI*, 16(2), 131–138.



© 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

<https://doi.org/https://doi.org/10.32722/pt.v16i2.999>

Yanda Pratama, S., & Elvira Ananda, F. (2022). Desain Antena Mikrostrip Rectangular Patch dengan Inset-feed dan Teknik DGS untuk Meningkatkan Bandwidth pada WiFi 2,45 GHz. *SPEKTRAL : Journal Of Communications, Antennas and Propagation*, 3, 145–150.

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>



DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS



Muhammad Zaki Raya

Lahir di Cirebon, 29 September 2003. Lulus dari SDN Harapan Baru 2 Kota Bekasi tahun 2015, SMPN 21 Kota Bekasi tahun 2018, dan SMAN 2 Babelan pada tahun 2021. Penulis melanjutkan studi D4 Program Studi Broadband Multimedia, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta.

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

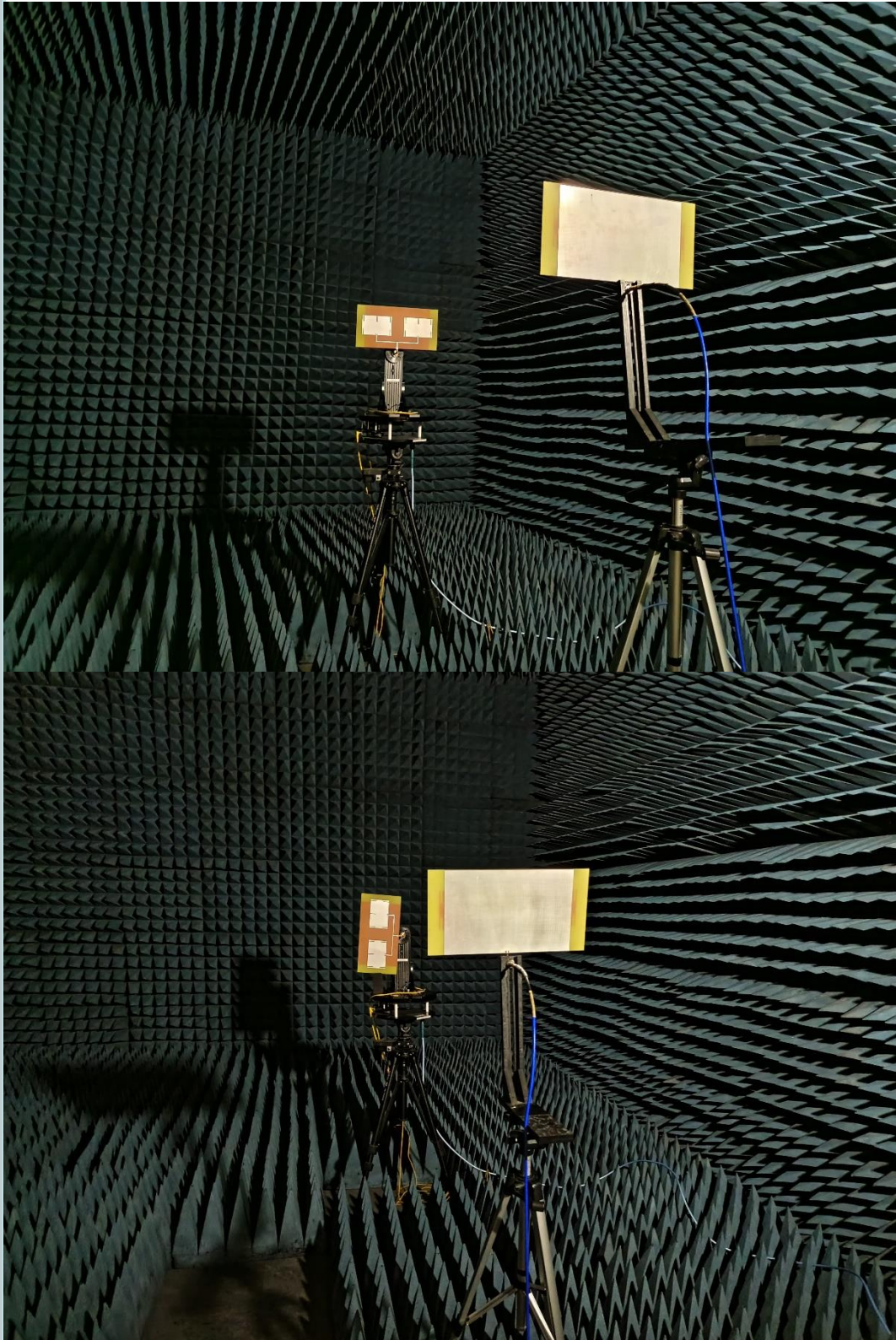
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

L-1 Pengukuran Antena Mikrostrip *Rectangular Array* 915 MHz

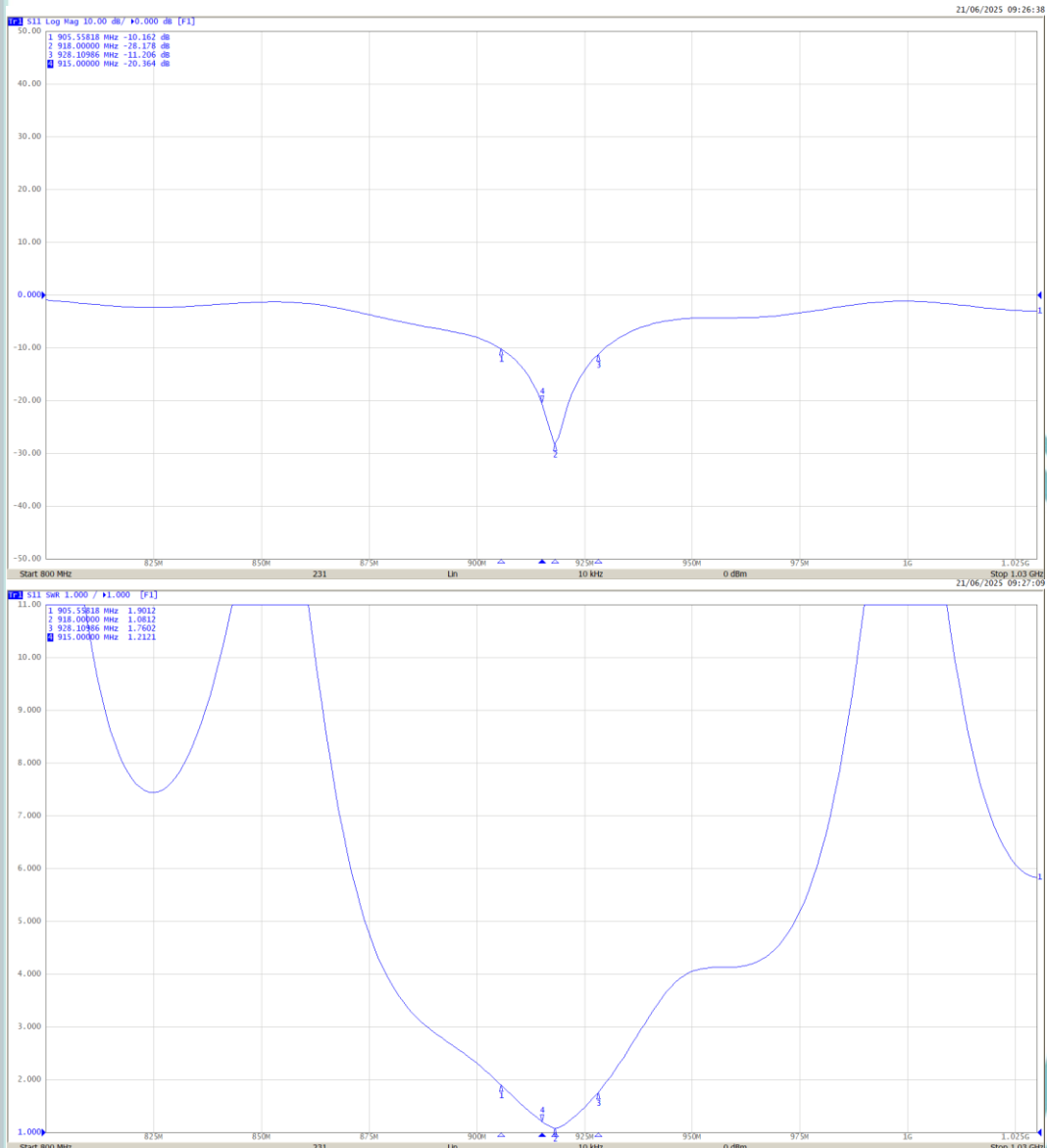


Hak Cipta :

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

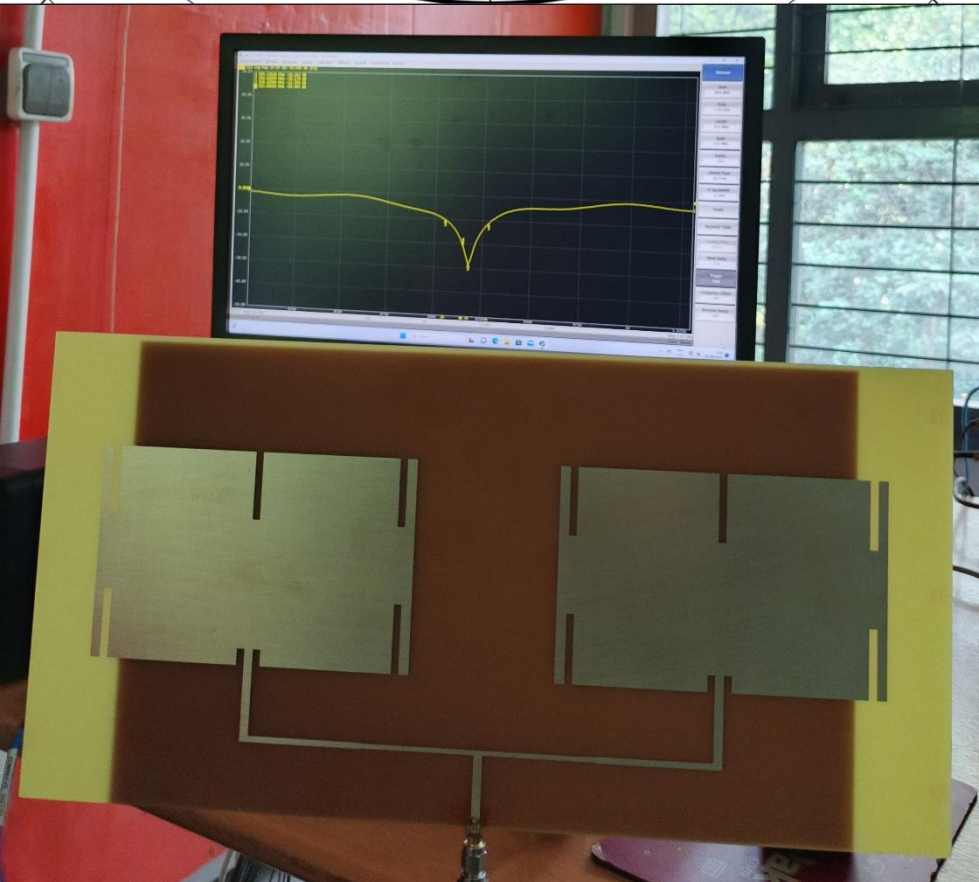
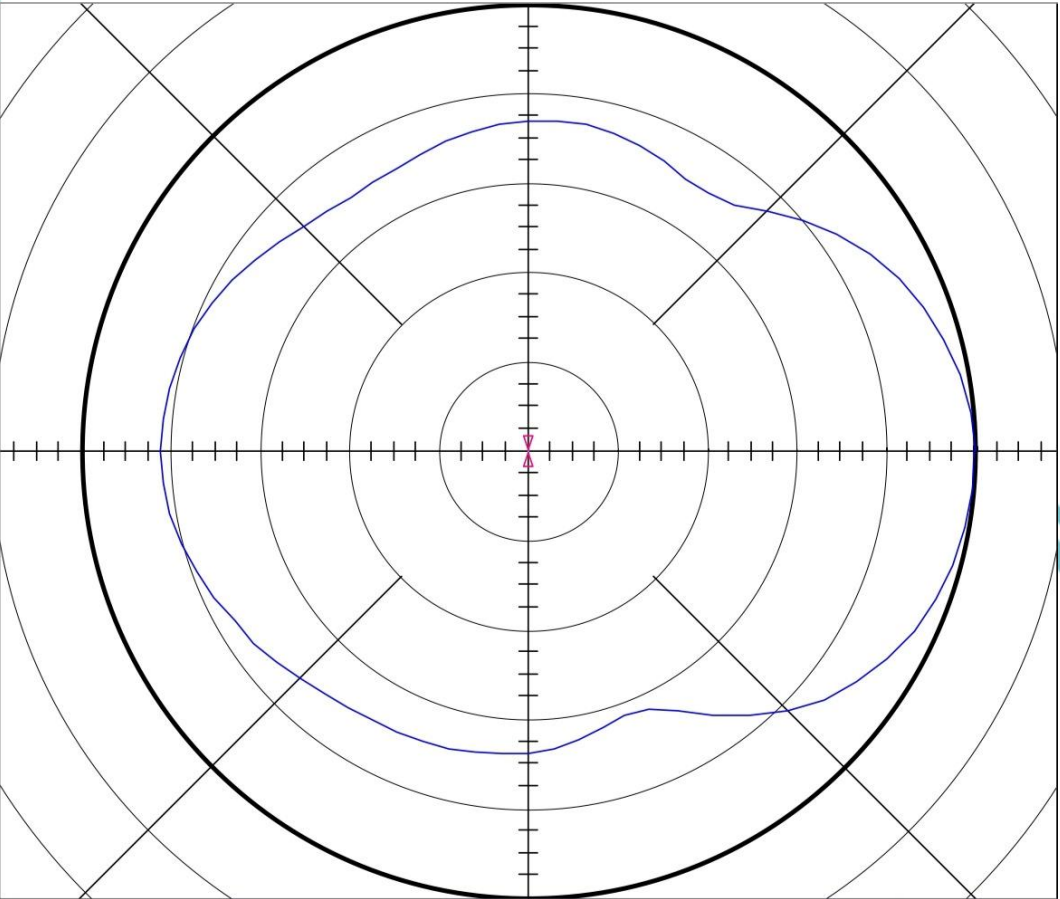


L-2 Hasil Pengukuran Antena Mikrostrip *Rectangular Array* 915MHz



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



© 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



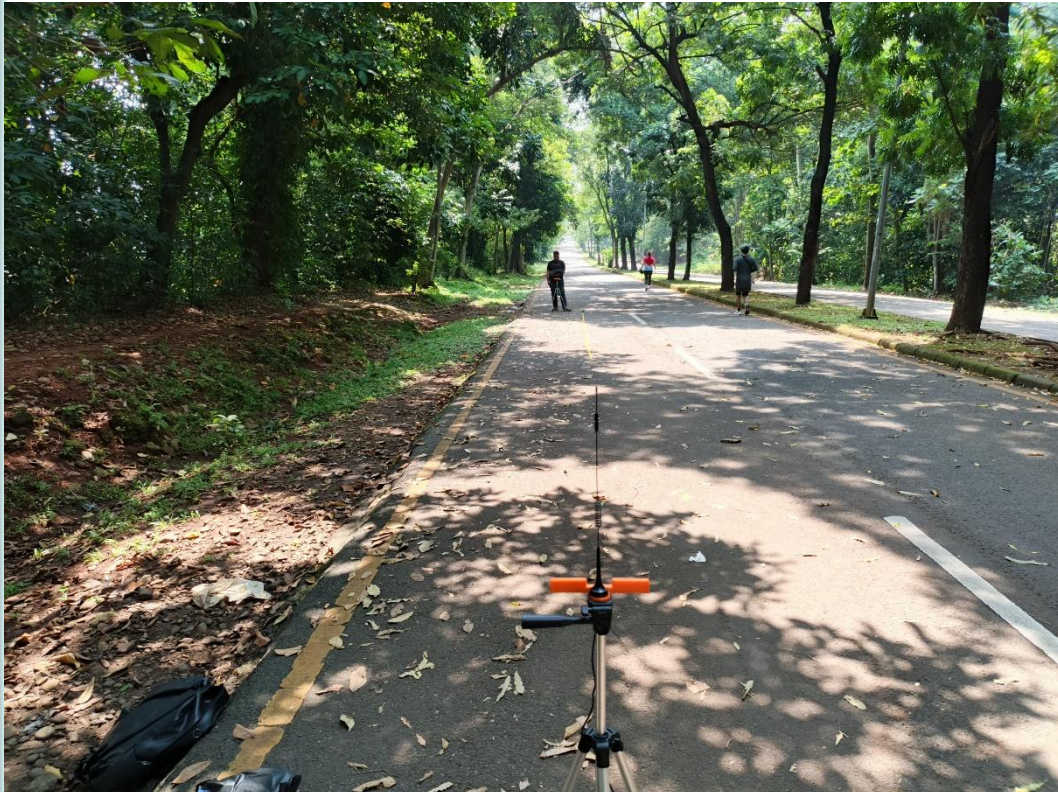


© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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-3 Pengujian Antena Default dan Antena Rectangular Array 915 MHz





© 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

