



© 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



**IMPLEMENTASI ANTENA MIKROSTRIP
ELLIPTICAL PATCH SERIES MIMO
PADA 5G BERBASIS USRP B210
DI SMARTLAB PNJ**

SKRIPSI

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Muhammad Roby Meidiansyah

2203421026

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

2026



© 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



**IMPLEMENTASI ANTENA MIKROSTRIP
ELLIPTICAL PATCH SERIES MIMO
PADA 5G BERBASIS USRP B210
DI SMARTLAB PNJ**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Terapan**

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Muhammad Roby Meidiansyah

2203421026

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

2026



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 Roby Meidiansyah

NIM : 2203421026

Tanda Tangan :

Tanggal : Jumat, 26 Juni 2026

**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

LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI

Skripsi diajukan oleh :

Nama : Muhammad Roby Meidiansyah

NIM : 2203421026

Program Studi : Broadband Multimedia

Judul Skripsi : Implementasi Antena Mikrostrip *Elliptical Patch Series* MIMO Pada 5G Berbasis USRP B210 Di SMARTLAB PNJ

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Skripsi pada **Jumat. 26 Juni 2026** dan dinyatakan **LULUS**

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

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Depok, 21 Juli 2026

Disahkan oleh

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Dr. Murie Dwiyaniti, 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 "Implementasi Antena Mikrostrip *Elliptical Patch Series* MIMO Pada 5G Berbasis USRP B210 Di SMARTLAB PNJ". 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. Ibu dan keluarga penulis yang telah memberikan semangat, do'a, serta bantuan dukungan material dan moral dalam menyelesaikan skripsi ini;
3. Seluruh Dosen dan Staff Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Jakarta, khususnya Program Studi Broadband Multimedia;
4. Tessa Monica yang telah membimbing penulis selama proses pengerjaan skripsi ini hingga selesai;
5. Teman-teman BM-B 22 yang telah membantu penulis dalam penyelesaian laporan 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 khususnya di bidang telekomunikasi.

Depok, 22 Juni 2026

Penulis



Implementasi Antena Mikrostrip *Elliptical Patch Series* MIMO Pada 5G Berbasis USRP B210 Di SMARTLAB PNJ

Abstrak

Perkembangan jaringan 5G menuntut teknologi antena yang mampu memenuhi kebutuhan kapasitas kanal tinggi dan efisiensi spektral, sehingga konfigurasi MIMO menjadi solusi utama dibandingkan antena tunggal konvensional. Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun antena mikrostrip elliptical patch series array MIMO 2x2 dengan teknik inset feed yang bekerja pada band frekuensi N41 (2,6 GHz) untuk diimplementasikan pada sistem 5G berbasis USRP B210 di SmartLab PNJ. Antena dirancang dan disimulasikan menggunakan CST Studio Suite 2021, kemudian difabrikasi dan diukur menggunakan Vector Network Analyzer serta diuji pada chamber anechoic untuk memperoleh nilai return loss, VSWR, bandwidth, gain, pola radiasi, mutual coupling, ECC dan diversity gain. Hasil simulasi menunjukkan return loss -31,842 dB, VSWR 1,052, gain 11,28 dBi dan gain port 1 8,28 dB, mutual coupling -46,05 dB, ECC $2,06 \times 10^{-8}$, dan diversity gain 9,9999999 dB pada frekuensi 2,6 GHz. Hasil pengukuran fabrikasi menunjukkan return loss -14,103 dB, VSWR 1,491, bandwidth 409 MHz yang mencakup keseluruhan band N41, gain konektor 1 7,8 dB dengan pola radiasi unidirectional, mutual coupling -32,876 dB, ECC $8,685 \times 10^{-5}$, dan *diversity gain* 9,999999962 dB, sehingga seluruh parameter telah memenuhi spesifikasi yang ditetapkan. Antena fabrikasi diuji pada sistem 5G berbasis USRP B210 dan dibandingkan dengan antena industri directional dan omnidirectional melalui parameter SS-RSRP dan SS-SINR pada skenario LOS dan NLOS. Hasil pengujian menunjukkan antena fabrikasi memberikan performa sinyal terbaik dibandingkan kedua antena industri pada hampir seluruh skenario pengujian. Penelitian ini membuktikan bahwa antena mikrostrip MIMO elliptical patch series array yang dirancang layak diimplementasikan pada sistem 5G skala laboratorium.

Kata kunci: Antena mikrostrip, *elliptical patch*, *series array*, sistem 5G

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



Implementation of Elliptical Patch Series MIMO Microstrip Antenna to USRP B210-Based 5G at SMARTLAB PNJ

Abstract

The development of 5G networks demands antenna technology capable of supporting high channel capacity and spectral efficiency, making MIMO configurations a primary solution over conventional single antennas. This study designs and builds a 2x2 MIMO elliptical patch series array microstrip antenna with an inset feed operating on N41 frequency band (2.6 GHz) on implementation in a USRP B210-based 5G system at SmartLab PNJ. The antenna was designed and simulated using CST Studio Suite 2021, then fabricated and measured using a Vector Network Analyzer and tested in an anechoic chamber to obtain return loss, VSWR, bandwidth, gain, radiation pattern, mutual coupling, ECC and diversity gain. Simulation results showed return loss of -31.842 dB, VSWR of 1.052, gain of 11.28 dBi and gain of port 1 8.28 dB, mutual coupling of -46.05 dB, ECC of 2.06×10^{-8} , and diversity gain of 9.9999999 dB at 2.6 GHz. Fabrication measurements showed return loss of -14.103 dB, VSWR of 1.491, a bandwidth of 409 MHz covering the entire N41 band, gain of port 1 7.8 dB with a unidirectional pattern mutual coupling of -32.876 dB, ECC 8.685×10^{-5} , and diversity gain 9.999999962 dB, meeting all specifications. The fabricated antenna was tested on a USRP B210-based 5G system and compared with industrial directional and omnidirectional antennas through SS-RSRP and SS-SINR parameters under LOS and NLOS scenarios. Results showed the fabricated antenna delivered the best consistent signal performance across nearly all test scenarios. This research proves that the designed antenna is feasible for implementation in a laboratory-scale 5G system.

Keywords: *microstrip antenna, elliptical patch, series array, 5G system*

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 :

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 SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iv
KATA PENGANTAR	v
Abstrak	vi
Abstract	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR PERSAMAAN.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan.....	5
1.4 Luaran.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 State of The Art	6
2.2 Antena	10
2.3 Parameter Antena	11
2.3.1 S-Parameter	11
2.3.2 Return Loss	11
2.3.3 VSWR	12
2.3.4 Bandwidth	13
2.3.5 Gain	14
2.3.6 Pola Radiasi.....	15
2.3.7 Mutual Coupling	17
2.3.8 ECC dan Diversity Gain.....	17
2.4 Antena Mikrostrip	18
2.4.1 Antena Mikrostrip Elliptical Patch	19
2.5 Teknik Pencatuan Antena Mikrostrip.....	21
2.5.1 Microstrip Line Feeding.....	22



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

2.5.2	Inset Feed	23
2.6	Antena Mikrostrip Array	24
2.6.1	Konfigurasi Array Seri Planar.....	24
2.7	Antena Mikrostrip MIMO	26
2.8	CST Studio Suite 2021	27
2.9	Jaringan 5G NR	27
2.9.1	gNodeB	28
2.9.2	5GC	29
2.10	Standarisasi 5G	30
2.11	Jaringan Privat 5G	31
2.12	Parameter Performa Sinyal Jaringan 5G.....	32
2.11.1	SS-RSRP	33
2.11.2	SS-SINR.....	33
2.13	USRP B210.....	34
2.14	Open5Gs	34
2.15	srsRAN.....	35
2.16	G-NetTrack	35
2.17	Samsung Service Mode (*#0011#).....	36
BAB III	PERENCANAAN DAN REALISASI.....	37
3.1	Rancangan Alat	37
3.2	Realisasi Alat.....	80
3.2.1	Fabrikasi Antena MIMO 2x2 Series Array 4x2 dengan Inset Feed	80
3.2.2	Implementasi Antena Pada Sistem 5G berbasis USRP B210	81
BAB IV	PEMBAHASAN.....	84
4.1	Pengujian I.....	84
4.1.1	Deskripsi Pengujian	84
4.1.2	Prosedur Pengujian	85
4.1.3	Data Hasil Pengujian.....	86
4.1.4	Analisis Data	88
4.2	Pengujian II	93
4.2.1	Deskripsi Pengujian	93
4.2.2	Prosedur Pengujian	94
4.2.3	Data Hasil Pengujian.....	95
4.2.4	Analisis Data	97
4.3	Pengujian III	99
4.3.1	Deskripsi Pengujian	99



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

4.3.2	Prosedur Pengujian	100
4.3.3	Data Hasil Pengujian.....	102
4.3.4	Analisis Data	111
BAB V PENUTUP.....		119
5.1	Kesimpulan.....	119
5.2	Saran.....	120
DAFTAR PUSTAKA		121
DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS		125
LAMPIRAN.....		126



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 GAMBAR

Gambar 2.1 Grafik S-parameter (<i>return loss</i>) Sumber: (Zulhelman, et al., 2025)	12
Gambar 2.2 Grafik VSWR Sumber: Dokumentasi pribadi.....	13
Gambar 2.3 <i>Bandwidth</i> berdasarkan <i>return loss</i> Sumber: (Dhanyswari, et al., 2022)	14
.....	14
Gambar 2.4 Grafik <i>gain</i> terhadap frekuensi Sumber: (Alam, et al., 2022).....	15
Gambar 2.5 Pola Radiasi 1D Polar Sumber: (Zulhelman, et al., 2025)	16
Gambar 2.6 Ilustrasi <i>mutual coupling</i> pada antena 4 elemen	17
Gambar 2.7 Grafik ECC dan DG terhadap frekuensi Sumber: (Dwivedi et al., 2020)	18
.....	18
Gambar 2.8 Antena mikrostrip <i>rectangular patch</i> Sumber: (Dhanyswari, et al., 2023)	19
Gambar 2.9 Antena Mikrostrip <i>Elliptical Patch</i> Sumber: (Jassim & Thaher, 2018)	21
.....	21
Gambar 2.10 Antena mikrostrip dengan <i>line feeding</i> Sumber: (Pandey, 2019) ...	22
Gambar 2.11 Antena mikrostrip <i>rectangular patch</i> menggunakan metode <i>inset feed</i> Sumber: (Dase & Razak, 2023)	23
Gambar 2.12 Antena mikrostrip <i>array</i> 1x4 elemen Sumber: (Amanto, 2024)	24
Gambar 2.13 Konfigurasi <i>series array</i> Sumber: (Alam, et al., 2022).....	25
Gambar 2.14 Antena mikrostrip MIMO 2x2 Sumber: (Amanto, 2024)	26
Gambar 2.15 CST Studio Suite 2021	27
Gambar 2.16 <i>Use case</i> dan KPI 5G berdasarkan standar IMT-2020 oleh ITU Sumber: (Hutajulu, 2021).....	28
Gambar 2.17 Arsitektur gNodeB Sumber: (Rinaldi, et. al., 2021).....	29
Gambar 2.18 Arsitektur 5GC Sumber: (Rinaldi, et. al., 2021)	29
Gambar 2.19 Arsitektur 5G SA Sumber: (Erunkulu, et. al., 2021).....	30
Gambar 2.20 Arsitektur 5G NSA Sumber: (Erunkulu, et. al., 2021).....	31
Gambar 2.21 Arsitektur Open5Gs Sumber: (Open5GS Project, 2023)	35
Gambar 2.22 G-netrack Lite	36
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Perancangan Antena.....	37
Gambar 3.2 Ilustrasi sistem 5G berbasis USRP B210	39



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 3.3 Diagram blok sistem 5G berbasis USRP B210.....	41
Gambar 3.4 Tampak depan (a) dan belakang (b) antenna <i>single element</i>	42
Gambar 3.5 Hasil <i>return loss</i> antenna <i>single element</i>	43
Gambar 3.6 Hasil VSWR antenna <i>single element</i>	44
Gambar 3.7 Hasil <i>gain</i> antenna <i>single element</i>	44
Gambar 3.8 Hasil pola radiasi antenna <i>single element</i>	45
Gambar 3.9 Hasil iterasi nilai eksentrisitas dari 0,4-0,9	46
Gambar 3.10 Tampak depan (a) dan belakang (b) antenna <i>single element</i> optimasi	47
Gambar 3.11 Hasil <i>return loss</i> dan <i>bandwidth</i> antenna <i>single element</i> optimasi ...	48
Gambar 3.12 Hasil VSWR antenna <i>single element</i> optimasi.....	48
Gambar 3.13 Hasil <i>gain</i> antenna <i>single element</i> optimasi.....	49
Gambar 3.14 Hasil pola radiasi antenna <i>single element</i> optimasi.....	50
Gambar 3.15 Tampak depan (a) dan belakang (b) antenna <i>single element</i> optimasi dengan <i>inset-feed</i>	51
Gambar 3.16 Hasil <i>return loss</i> dan <i>bandwidth</i> antenna <i>single element</i> optimasi dengan <i>inset-feed</i>	52
Gambar 3.17 Hasil VSWR antenna <i>single element</i> optimasi dengan <i>inset-feed</i>	53
Gambar 3.18 Hasil <i>gain</i> antenna <i>single element</i> optimasi dengan <i>inset-feed</i>	53
Gambar 3.19 Hasil pola radiasi antenna <i>single element</i> optimasi dengan <i>inset-feed</i>	54
Gambar 3.20 Pengaruh nilai linset (a) dan winset (b) terhadap <i>return loss</i>	56
Gambar 3. 21 Pengaruh nilai linset (a) dan winset (b) terhadap <i>gain</i>	57
Gambar 3.22 Tampak depan (a) dan belakang (b) antenna <i>series array</i> 1x2 dengan <i>inset-feed</i>	59
Gambar 3.23 Hasil <i>return loss</i> dan <i>bandwidth</i> antenna <i>series array</i> 1x2 dengan <i>inset-feed</i>	59
Gambar 3.24 Hasil VSWR antenna <i>series array</i> 1x2 dengan <i>inset-feed</i>	60
Gambar 3.25 Hasil <i>gain</i> antenna <i>series array</i> 1x2 dengan <i>inset-feed</i>	61
Gambar 3.26 Hasil pola radiasi antenna <i>series array</i> 1x2 dengan <i>inset-feed</i>	61
Gambar 3.27 Tampak depan (a) dan belakang (b) antenna <i>series array</i> 2x2 dengan <i>inset-feed</i>	62



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 3.28 Hasil <i>return loss</i> dan <i>bandwidth</i> antenna <i>series array</i> 2x2 dengan <i>inset-feed</i>	63
Gambar 3.29 Hasil VSWR antenna <i>series array</i> 2x2 dengan <i>inset-feed</i>	64
Gambar 3.30 Hasil <i>gain</i> antenna <i>series array</i> 2x2 dengan <i>inset-feed</i>	64
Gambar 3.31 Hasil pola radiasi antenna <i>series array</i> 2x2 dengan <i>inset-feed</i>	65
Gambar 3.32 Tampak depan (a) dan belakang (b) antenna <i>series array</i> 4x2 dengan <i>inset-feed</i>	66
Gambar 3.33 Hasil <i>return loss</i> dan <i>bandwidth</i> antenna <i>series array</i> 4x2 dengan <i>inset-feed</i>	67
Gambar 3.34 Hasil VSWR antenna <i>series array</i> 4x2 dengan <i>inset-feed</i>	68
Gambar 3.35 Hasil <i>gain</i> antenna <i>series array</i> 4x2 dengan <i>inset-feed</i>	69
Gambar 3.36 Hasil pola radiasi antenna <i>series array</i> 4x2 dengan <i>inset-feed</i>	69
Gambar 3.37 Tampak depan (a) dan belakang (b) antenna MIMO 2x2 <i>series array</i> 4x2 dengan <i>inset-feed</i>	70
Gambar 3.38 Hasil <i>return loss</i> dan <i>bandwidth</i> antenna MIMO 2x2 <i>series array</i> 4x2 dengan <i>inset-feed</i>	71
Gambar 3.39 Hasil VSWR antenna MIMO 2x2 <i>series array</i> 4x2 dengan <i>inset-feed</i>	72
Gambar 3.40 Hasil <i>gain</i> antenna MIMO 2x2 <i>series array</i> 4x2 dengan <i>inset-feed</i> ..	73
Gambar 3.41 Hasil pola radiasi antenna MIMO 2x2 <i>series array</i> 4x2 dengan <i>inset-feed</i>	73
Gambar 3.42 Hasil <i>mutual coupling</i> antenna MIMO 2x2 <i>series array</i> 4x2 dengan <i>inset-feed</i>	74
Gambar 3.43 Hasil ECC (a) dan <i>diversity gain</i> (b) antenna MIMO 2x2 <i>series array</i> 4x2 dengan <i>inset-feed</i>	75
Gambar 3.44 Desain final antenna	76
Gambar 3.46 Tampak depan (a) dan belakang (b) hasil Fabrikasi antenna MIMO 2x2 <i>Series Array</i> 4x2 dengan <i>Inset Feed</i>	80
Gambar 3.47 Implementasi antenna fabrikasi pada sistem 5G berbasis USRP B210	81
Gambar 4.1 Skema pengukuran menggunakan VNA	85
Gambar 4.2 Perbandingan nilai <i>return loss</i> pada hasil pengukuran dan simulasi ..	86



© 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 4.3 Perbandingan nilai VSWR pada hasil pengukuran dan simulasi	87
Gambar 4.4 Perbandingan nilai <i>mutual coupling</i> pada hasil pengukuran dan simulasi	87
Gambar 4.5 Perbandingan nilai ECC dan DG pada hasil pengukuran dan simulasi	88
Gambar 4.6 Skema pengukuran pada ruangan <i>chamber anechoic</i>	94
Gambar 4.7 Perbandingan nilai <i>gain</i> dan bentuk pola radiasi 3D pada hasil pengukuran (a) dan simulasi (b) untuk <i>port</i> 1	95
Gambar 4.8 Perbandingan bentuk pola radiasi 1D pada hasil pengukuran dan simulasi untuk ϕ 90° (a) dan ϕ 0° (b)	96
Gambar 4.9 Perbandingan <i>main lobe</i> & F/B <i>ratio</i> dari hasil pengukuran dan simulasi	97
Gambar 4.10 Hasil pola radiasi <i>port</i> 1 antenna simulasi	97
Gambar 4.11 Skema pengujian antenna-antena pada sistem 5G	101
Gambar 4.12 Diagram SS-RSRP (a) dan SS-SINR (b) hasil pengujian secara LOS dari ketiga antenna menggunakan G-NetTrack Lite	112
Gambar 4.13 Diagram SS-RSRP (a) dan SS-SINR (b) hasil pengujian 1-6 dan <i>mean</i> secara NLOS dari ketiga antenna menggunakan G-NetTrack Lite	114
Gambar 4.14 Diagram SS-RSRP (a) dan SS-SINR (b) hasil pengujian secara LOS dari ketiga antenna menggunakan Service Mode	116
Gambar 4.15 Diagram SS-RSRP (a) dan SS-SINR (b) hasil pengujian 1-6 dan <i>mean</i> secara NLOS dari ketiga antenna menggunakan Service Mode	117

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 TABEL

Tabel 2.1 Penelitian terdahulu mengenai antena mikrostrip untuk aplikasi 5G	6
Tabel 2.2 Tabel rentang nilai SS-RSRP Sumber: (Wulandari, et al., 2022)	33
Tabel 2.3 Rentang nilai SS-SINR Sumber: (Wulandari, et al., 2022)	34
Tabel 3.1 Spesifikasi antena yang ditetapkan	40
Tabel 3.2 Parameter antena dengan nilai yang ditetapkan	40
Tabel 3.3 Dimensi awal antena mikrostrip <i>elliptical patch single element</i>	42
Tabel 3.4 Dimensi antena <i>single element</i> optimasi	46
Tabel 3.5 Dimensi <i>inset-feed</i>	50
Tabel 3.6 Hasil iterasi nilai <i>linset</i> dan <i>winset</i> terhadap <i>return loss</i> dan <i>gain</i>	55
Tabel 3.7 Dimensi antena <i>series array</i> 1x2 dengan <i>inset-feed</i>	58
Tabel 3.8 Dimensi substrat antena <i>series array</i> 2x2 dengan <i>inset-feed</i>	62
Tabel 3.9 Dimensi yang mengalami perubahan antena <i>series array</i> 4x2	66
Tabel 3.10 Dimensi substrat antena MIMO 2x2 <i>series array</i> 4x2 dengan <i>inset-feed</i>	70
Tabel 3.11 Dimensi antena berdasarkan desain final	77
Tabel 3.12 Alat-alat yang digunakan pada sistem jaringan 5G	81
Tabel 3.13 <i>Software</i> yang digunakan pada sistem jaringan 5G	82
Tabel 4.1 Rangkuman perbandingan nilai <i>return loss</i> hasil pengukuran dan simulasi	89
Tabel 4.2 Rangkuman perbandingan nilai <i>bandwidth</i> hasil pengukuran dan simulasi	89
Tabel 4.3 Rangkuman perbandingan nilai VSWR hasil pengukuran dan simulasi	90
Tabel 4.4 Rangkuman perbandingan nilai <i>mutual coupling</i> hasil pengukuran dan simulasi	91
Tabel 4.5 Rangkuman perbandingan nilai <i>gain</i> hasil pengukuran dan simulasi ..	97
Tabel 4.6 Rangkuman perbandingan nilai <i>gain</i> hasil pengukuran dan simulasi ..	98
Tabel 4.7 Data SS-RSRP dan SS-SINR hasil pengujian secara LOS dari ketiga antena pada jaringan 5G berbasis USRP B210	102



Tabel 4.8 Data SS-RSRP dan SS-SINR hasil pengujian secara NLOS dari ketiga antenna pada jaringan 5G berbasis USRP B210	111
--	-----



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 :

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

(2.1) <i>Return Loss</i> Dalam Satuan dB.....	12
(2.2) Hubungan Matematis VSWR Dengan Koefisien Refleksi.....	13
(2.3) <i>Bandwidth</i>	14
(2.4) HPBW	16
(2.5) F/B <i>Ratio</i>	16
(2.6) SLL	16
(2.7) Jari-Jari (a) <i>Circular Patch</i>	20
(2.8) Nilai <i>Fringing Effect</i>	20
(2.9) Jari Jari Efektif (a_e) <i>Circular Patch</i>	20
(2.10) Hubungan Antara Sumbu Mayor Dan Minor.....	21
(2.11) Nilai Lebar <i>Rectangular Patch</i>	21
(2.12) Lebar <i>Line Feeding</i>	22
(2.13) Konstanta B Pada <i>Line Feeding</i>	22
(2.14) Panjang <i>Line Feeding</i>	23
(2.15) Panjang <i>Inset-Feed</i>	23
(2.16) Jarak Antar Elemen <i>Patch</i> Horizontal.....	25
(2.17) Nilai Impedansi <i>Stub</i>	25

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 Parameter Antena Mikrostrip <i>Elliptical Patch Series Array</i> MIMO 2x2 dengan <i>Inset-Feed</i>	126
L-2 Pengujian Antena Fabrikasi, Industri <i>Directional</i> , dan Industri <i>Omnidirectional</i> Pada Sistem 5G Berbasis USRP.....	128
L-3 Konfigurasi file yml gnb Pada srsRAN.....	130
L-4 Contoh Data Hasil Pengujian Ketiga Antena dari G-NetTrack Lite dan Samsung Service Mode.....	130



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

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Standar seluler generasi kelima (5G) menghadirkan peningkatan signifikan dibandingkan 4G, terutama dalam *peak data rate*, kapasitas jaringan, dan latensi rendah yang mendukung aplikasi lanjutan seperti *augmented reality*, *smart city*, dan *autonomous vehicle* (Raj, et al., 2023; Yang, et al., 2025). Untuk mencapai performa tersebut, terdapat dua *frequency range destination* yang ditetapkan oleh 3GPP (*3rd Generation Partnership Project*) (ETSI, 2021) yaitu FR1 yang mencakup sub-1GHz dan sub-6GHz (410 MHz – 7125 MHz), serta FR2 yang digunakan pada *millimeter wave* (mmWave) yaitu pita frekuensi diatas 20 GHz (24250 MHz – 52600 MHz) (Yang, et al., 2025).

Salah satu frekuensi yang umum digunakan untuk jaringan 5G adalah frekuensi *middle band* 2,6 GHz yang mana frekuensi tersebut berada pada *band* N7 (*uplink*: 2500 MHz – 2570 MHz dan *downlink*: 2620 MHz – 2690 MHz) dan N41 (*uplink* dan *downlink*: 2496 MHz – 2690 MHz) (ETSI, 2021). Implementasi 5G pada spektrum 2,6 GHz telah banyak dilakukan di berbagai negara seperti Tiongkok, Amerika Serikat, Thailand, hingga Arab Saudi, terutama menggunakan band N41 berbasis *time division duplex* (TDD), yang terbukti mampu memberikan kapasitas tinggi dan kecepatan data yang lebih baik untuk layanan *enhanced mobile broadband* (eMBB) di area urban padat (GSMA, 2024).

Di Indonesia sendiri, pemanfaatan frekuensi 2,6 GHz direncanakan sebagai salah satu kandidat utama untuk pengembangan 5G ke depan, di mana pemerintah melalui Kementerian Komunikasi dan Digital (Komdigi) bersama berbagai pemangku kepentingan tengah menyusun roadmap spektrum yang mencakup optimalisasi pita 2,6 GHz guna mendukung kapasitas jaringan dan ekosistem perangkat yang sudah matang secara global (GSMA, 2025). Semakin luasnya implementasi dan rencana pengembangan spektrum tersebut, maka diperlukan dukungan teknologi yang mampu mengoptimalkan pemanfaatan frekuensi tersebut secara efisien, khususnya pada sisi antena sebagai komponen utama dalam sistem komunikasi nirkabel modern.



© 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

Sistem 5G membutuhkan teknologi antena yang dapat memenuhi tuntutan trafik data yang semakin besar (Abdelghany, et al., 2024). Antena tunggal konvensional tidak lagi memadai dari sisi *gain*, *bandwidth*, dan kapasitas, sehingga teknologi *multi-antenna* seperti MIMO (*Multiple-Input Multiple-Output*) menjadi solusi utama. Pemanfaatan keragaman spasial dan *spatial multiplexing* pada antena MIMO mampu meningkatkan efisiensi spektral, keandalan *link*, serta kapasitas kanal secara signifikan, sebagaimana dijelaskan oleh Raj, et al. (2023). Oleh karena itu, desain antena MIMO serta dengan penambahan konfigurasi *array* merupakan kebutuhan fundamental dalam jaringan 5G modern.

Seiring meningkatnya kebutuhan sistem 5G akan kapasitas kanal dan efisiensi spektral yang tinggi, antena mikrostrip berpotensi dikonfigurasi sebagai antena MIMO yang mengombinasikan karakteristik unggul struktur mikrostrip dengan kemampuan sistem MIMO dalam mengoptimalkan *spectral efficiency*, *diversity gain*, dan *multiplexing gain*. Antena mikrostrip sendiri merupakan antena yang umumnya difabrikasi dari material konduktif seperti tembaga atau emas dalam geometri dua dimensi yang sederhana, sehingga proses perancangan dan produksinya tergolong ekonomis (Pandey, 2019).

Dari beragam geometri *patch* yang dapat digunakan, seperti persegi, persegi panjang, maupun lingkaran, antena mikrostrip *elliptical patch* dinilai memberikan fleksibilitas perancangan yang lebih besar karena mempunyai rentang pita frekuensi operasi yang lebih luas dibandingkan bentuk lingkaran, sekaligus menjadikan nilai eksentrisitas sebagai parameter tambahan yang memperluas ruang desain antena (Hasan et al., 2020). Penelitian mengenai antena mikrostrip *elliptical patch* merupakan topik yang relatif masih terbatas pembahasannya dalam literatur ilmiah yang ada, sehingga memberikan ruang yang signifikan bagi pengembangan dan kontribusi ilmiah lebih lanjut.

Validasi performa antena mikrostrip MIMO frekuensi 2,6 GHz pada *band* N41 dapat dilakukan secara *end-to-end* pada sistem 5G skala laboratorium telekomunikasi menggunakan platform seperti *Software-Defined Radio* (SDR). USRP B210 dapat difungsikan sebagai *front-end* RF gNodeB pada pita sub-6 GHz, sementara Open5GS dan srsRAN menyediakan implementasi *core network* dan RAN 5G yang lengkap sehingga memungkinkan pengujian antena secara langsung



© 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

pada band frekuensi N41 di lingkungan laboratorium seperti *Smart Integrated Telecommunication Laboratory* Politeknik Negeri Jakarta (SmartLab PNJ), hasil pengukuran merepresentasikan kondisi sistem 5G sesungguhnya dan relevan untuk penelitian antenna MIMO 5G.

Beberapa penelitian telah mengembangkan antenna mikrostrip MIMO untuk aplikasi 5G dengan berbagai pendekatan. Rusdiyanto et al. (2022) merancang antenna MIMO 2×2 berbentuk persegi panjang dengan modifikasi *slot* dan *ground* yang menghasilkan *bandwidth* lebih dari 2 GHz, namun *gain* masih relatif rendah (2,98–3,87 dB). Hasan et al. (2020) merancang antenna *patch* elips pada frekuensi 3,5 GHz dengan *bandwidth* mencapai 2,1562 GHz, namun *gain* yang diperoleh masih rendah dan penelitian hanya dilakukan melalui simulasi. Alam et al. (2024) mengusulkan antenna MIMO dengan konfigurasi *planar series array* 4×2 yang berhasil meningkatkan *bandwidth* hingga 600 MHz dan *gain* mencapai 12,52 dB, meskipun hanya menggunakan *rectangular patch* konvensional. Sementara itu, Annisah et al. (2021) mengembangkan antenna *array* MIMO 2×2 dengan metode *slit* yang mampu mereduksi ukuran antenna serta menghasilkan *gain* 11,13 dB dan *isolation loss* -74,34 dB, namun masih terbatas pada hasil simulasi tanpa fabrikasi dan pengukuran langsung. Drissi et al. (2022) merancang untuk sistem MIMO 2×2 di frekuensi 3,48 GHz, yang menghasilkan *gain* sebesar 5,8114 dB, *beamwidth* 40°, dan *return loss* minimum -30 dB. Meskipun antenna ini mampu mendukung polarisasi sirkular dengan axial ratio 0,7 dB pada frekuensi resonansi, *bandwidth* yang terukur hanya mencapai 100 MHz, lebih sempit 200 MHz dibandingkan hasil simulasi, sehingga antenna bukan merupakan antenna *wideband*.

Beberapa penelitian mengenai perancangan sistem 5G berbasis perangkat USRP dengan antenna yang diterapkan juga dikaji pada penelitian ini, seperti pada Noviansyah (2025) yang mengimplementasikan sistem 5G SA berbasis *open source* dengan USRP B210 sebagai SDR. Sistem diuji menggunakan *smartphone* komersial sebagai UE untuk validasi end-to-end dengan antenna yang digunakan adalah Antenna Vert 900. Mamushiane et al. (2023) berfokus pada pembangunan *testbed* 5G SA yang stabil, integrasi UE, *troubleshooting*, dan persiapan menuju *network slicing* menggunakan perangkat SDR USRP X300. Penelitian ini hanya menjelaskan konfigurasi antenna yang diterapkan tanpa menjelaskan jenis antenna



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

yang digunakan, yaitu menggunakan konfigurasi SISO (*Single Output Single Input*) dan menggunakan kedua konfigurasi SISO dan MIMO. Drissi et al. (2022) mengimplementasikan sistem MIMO 2×2 berbasis SDR menggunakan USRP B210 untuk aplikasi telekomunikasi 5G pada frekuensi 3,48 GHz. Antena yang diterapkan adalah mikrostrip *array circular patch* 4 elemen yang berperan langsung dalam proses transmisi dan penerimaan sinyal AM yang diproses melalui MATLAB/Simulink sebagai *host* pemrosesan sinyal. Meskipun begitu, penelitian Drissi et al. hanya terbatas pada pengujian modulasi AM dan tidak merancang sistem 5G berbasis USRP B210 seperti pada penelitian ini.

Berdasarkan kedua pokok penelitian yang telah dikaji dari penelitian-penelitian terdahulu tersebut, diketahui bahwa pada penelitian antena mikrostrip MIMO untuk implementasi sistem 5G umumnya tidak menerapkan antena yang telah diteliti pada sistem 5G secara langsung, sedangkan pada penelitian perancangan sistem 5G berbasis USRP B210 umumnya antena yang digunakan adalah antena pabrikan industri dan tidak menggunakan antena mikrostrip yang telah dirancang sebelumnya. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan Implementasi Antena Mikrostrip *Elliptical Patch Series* MIMO Pada 5G Berbasis USRP B210 Di Smartlab PNJ. Dari penelitian ini, diharapkan dapat menghasilkan antena mikrostrip dengan konfigurasi *array* secara *series planar* dengan *elliptical patch* sebanyak 4x2 elemen dan konfigurasi MIMO 2x2 yang bekerja pada band frekuensi N41 (2,6 GHz) dan memiliki nilai parameter antena yang sesuai dengan kebutuhan untuk diimplementasikan pada sistem 5G skala laboratorium berbasis USRP B210.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, dalam skripsi berikut akan membahas beberapa permasalahan seperti berikut:

- a. Bagaimana merancang antena mikrostrip MIMO pada frekuensi band frekuensi N41 yang mendukung implementasi pada sistem 5G berbasis USRP B210?
- b. Bagaimana kinerja/performa antena mikrostrip MIMO yang dirancang untuk aplikasi sistem 5G ditinjau dari parameter *return loss*, VSWR, *gain*, pola radiasi 3D dan 1D, serta parameter antena MIMO seperti *mutual coupling*, ECC, dan *diversity gain*?



© 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

- c. Bagaimana hasil data pengujian dari implementasi antenna mikrostrip MIMO yang dirancang pada sistem 5G berbasis USRP B210?

1.3 Tujuan

- a. Menciptakan antenna mikrostrip MIMO yang secara optimal bekerja pada band frekuensi N41 yang mendukung implementasi pada sistem 5G berbasis USRP B210.
- b. Mendapatkan data kinerja/performa antenna mikrostrip MIMO yang dirancang untuk implementasi sistem 5G ditinjau dari parameter *return loss*, *VSWR*, *gain*, pola radiasi 3D dan 1D, serta parameter antenna MIMO seperti *mutual coupling* ECC, dan *diversity gain*.
- c. Mendapatkan data hasil pengujian dari implementasi antenna mikrostrip MIMO pada sistem 5G berbasis USRP B210.

1.4 Luaran

- a. Menghasilkan antenna mikrostrip *elliptical patch series array* MIMO 2x2 dengan band frekuensi N41 yang digunakan pada sistem 5G berbasis USRP B210
- b. Menghasilkan laporan skripsi
- c. Menghasilkan paper ilmiah untuk Seminar Nasional Inovasi Vokasi (SNIV)

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

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, fabrikasi, pengukuran, dan pengujian yang telah dilakukan pada antenna mikrostrip *elliptical patch series array* MIMO 2x2 dengan *inset feed* untuk sistem 5G berbasis USRP B210 di Smartlab PNJ, dapat dijabarkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Antena mikrostrip MIMO 2x2 *elliptical patch series array* dengan *inset-feed* berhasil dirancang dan bekerja pada *band* frekuensi N41 dengan frekuensi kerja utama 2,6 GHz. Hasil simulasi menunjukkan *return loss* -31,842 dB, VSWR 1,052, *gain* 11,28 dB dan *gain* pada *port* 1 sebesar 8,28 dB dengan pola radiasi *unidirectional*, *mutual coupling* -46,05 dB, ECC $2,06 \times 10^{-8}$, dan *diversity gain* 9,9999999 dB, sehingga seluruh parameter desain telah memenuhi standar yang ditetapkan untuk aplikasi 5G.
2. Pada *band* frekuensi N41 dengan frekuensi kerja utama 2,6 GHz, didapatkan hasil pengukuran antenna fabrikasi menunjukkan *return loss* -14,103 dB dan *bandwidth* 409 MHz yang mencakup keseluruhan *band* N41 pada frekuensi kerja utama, VSWR 1,491, *gain* konektor 1 sebesar 7,8 dB dengan pola radiasi *unidirectional*, *mutual coupling* -32,876 dB, ECC $8,685 \times 10^{-5}$, dan *diversity gain* 9,999999962 dB. Meskipun terdapat sedikit pergeseran nilai dibandingkan hasil simulasi akibat toleransi fabrikasi dan kondisi pengukuran, seluruh parameter tersebut masih berada dalam batas spesifikasi yang ditetapkan sebelumnya.
3. Hasil pengujian implementasi antenna fabrikasi pada sistem 5G berbasis USRP B210 menunjukkan bahwa antenna yang dirancang mampu memberikan nilai SS-RSRP dan SS-SINR yang lebih unggul dan lebih konsisten dibandingkan antenna industri *directional* maupun *omnidirectional*, baik pada skenario *Line of Sight* maupun *Non-Line of Sight*, sebagaimana divalidasi melalui dua alat pengukuran yaitu G-NetTrack Lite dan Samsung Service Mode yang menghasilkan data dengan pola yang serupa untuk ketiga antenna. Dari hasil tersebut, diketahui bahwa antenna mikrostrip *elliptical patch series array* MIMO



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

2x2 dengan *inset feed* yang dirancang pada penelitian ini telah berhasil memenuhi seluruh tujuan penelitian dan terbukti layak diimplementasikan sebagai antenna pendukung sistem 5G skala laboratorium.

5.2 Saran

Berdasarkan pengalaman selama proses penelitian dan hasil yang diperoleh, terdapat beberapa saran yang dapat dipertimbangkan untuk pengembangan penelitian selanjutnya seperti berikut:

1. Eksplorasi terhadap teknik pengurangan *mutual coupling* tambahan, seperti penggunaan *defected ground structure* atau penambahan struktur parasitik, dapat dipertimbangkan guna memvariasikan metode untuk meningkatkan isolasi antar elemen pada sistem MIMO dan nilai ECC pada kondisi antenna yang telah difabrikasi.
2. Penelitian selanjutnya dapat mengeksplorasi penggunaan substrat bermutu lebih tinggi seperti Rogers RT/Duroid 5880 PTFE untuk mengurangi rugi-rugi dielektrik dan meningkatkan efisiensi radiasi antenna, serta mempertimbangkan konfigurasi MIMO dengan jumlah *port* lebih dari dua guna mendukung skenario *spatial multiplexing* yang lebih kompleks pada sistem 5G.
3. Pengujian antenna pada sistem 5G berbasis USRP B210 yang lebih kompleks, seperti penambahan jumlah perangkat SDR yang digunakan dan konfigurasi sistem 5G yang beragam seperti penambahan konfigurasi untuk VoNR, sehingga nantinya data yang didapatkan akan lebih variatif.



DAFTAR PUSTAKA

- Abdelghany, M. A., Ibrahim, A. A., Mohamed, H. A., & Tammam, E. (2024). Compact Sub-6 GHz Four-Element Flexible Antenna for. *5G Applications*, 13(3), 537.
- Akinola, S., Hashimi, I., & Singh, G. (2019). Gain and Bandwidth Enhancement Techniques of Microstrip Antenna: A Technical Review. *International Conference on Computational Intelligence and Knowledge Economy (ICCIKE)*, 175-180.
- Alam, S., Surjati, I., Ningsih, Y. K., Sari, L., Suryadi, Mardian, R., . . . Astuti, D. W. (2024). Antena Mikrostrip MIMO dengan Teknik Planar Series Array 4x2 elemen untuk Sistem Komunikasi 5G. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 12(2), 441–452.
- Alam, S., Surjati, I., Sari, L., Hilyawan, M. R., Zakaria, Z., Shairi, N. A., . . . Firmansyah, T. (2022). Triple Band Notched Microstrip Antenna Using Planar Series 2x2 Element Array for 5G Communication System. *JOURNAL OF NANO- AND ELECTRONIC PHYSICS*, 14(1), 01019-1-01019-5.
- Al-Nasrawi, M., Makki, S. A.-D., & Al-Sabbagh, A. (2024). KPI analysis of 4G/5G networks. *PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY*, 7. 67-71. doi:10.15199/48.2024.07.15.
- Amanto, A. (2024). *Rancang Bangun Antena Mikrostrip MIMO 2x2 Rectangular Array 1800 MHz untuk Teknologi 4G LTE*. Teknik Elektro: Politeknik Negeri Jakarta.
- Annisah, D., Alam, S., Surjati, I., Sari, L., Trihantoro, G., & Dhanyswari, A. A. (2021). Perancangan Antena Mikrostrip Array MIMO 2x2 dengan Metode Slit pada Frekuensi Kerja 3,5 GHz untuk Sistem Komunikasi 5G. *JTERA (Jurnal Teknologi Rekayasa)*, 6(2), 253–262.
- Barua, H. R., & Chowdhury, I. A. (2025). Design and analysis of mm-wave MIMO antenna with DGS for 5G applications. *Journal of Electrical Systems and Inf Technol*, 12:17, 1-18.
- Chhabra, V., & Sharma, S. D. (2019). A Paper On Performance Analysis Of Microstrip Rectangular Patch Antenna. *International Journal of Technical Research & Science (Special Issue) (ICRDET)*, 35-38. DOI: 10.30780/specialissue-ICRDET-2019/006-2019/006.
- Chhaule, N., Koley, C., Mandal, S., Onen, A., & Ustun, T. S. (2024). A Comprehensive Review on Conventional and Machine Learning-Assisted Design of 5G Microstrip Patch Antenna. *Electronics*, 13(19), 3819. <https://doi.org/10.3390/electronics13193819>.
- Chizhik, D., Du, J., Feick, R., Rodriguez, M., Castro, G., & Valenzuela, R. A. (2020). Path Loss and Directional Gain Measurements at 28 GHz for Non-Line-of-Sight Coverage of Indoors With Corridors. *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, 68(6), 4820-4830.
- Couraud, B., Vauche, R., Daskalakis, S. N., Flynn, D., Deleruyelle, T., Kussener, E., & Assimonis, S. (2021). Internet of Things: A Review on Theory Based Impedance Matching Techniques for Energy Efficient RF Systems. *Journal*

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 :

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

- of *Low Power Electronics and Applications*, 11(2), 16. <https://doi.org/10.3390/jlpea11020016>.
- Dase, S., & Razak, I. (2023). Optimization of an inset-fed calculations for rectangular microstrip antenna. *Computer Science and Information Technologies*, 4(2), 143-148.
- Dassault Systèmes. (2021). *CST Studio Suite 2021: Electromagnetic field simulation software*. Diambil kembali dari DS Simulia: <https://www.3ds.com/products/simulia/cst-studio-suite>
- Dhanyswari, A. A., Alam, S., & Surjati, I. (2023). Design of dual-band microstrip linear array MIMO antenna with U slot for 5G communication system. *Jurnal Ecotipe*, 10(1), 32–41.
- Dwivedi, A. K., Sharma, A., Singh, A. K., & Singh, V. (2020). Circularly Polarized Two Port MIMO Cylindrical DRA for 5G Applications. *2020 International Conference on UK-China Emerging Technologies (UCET)*, 1-4. doi: 10.1109/UCET51115.2020.9205408.
- Erunkulu, O. O., Zungeru, A. M., Lebekwe, C., Mosalaosi, M., & Chuma, J. (2021). 5G Mobile Communication Applications: A Survey and Comparison of Use Cases. *IEEE Access*, vol. 9, 97251-97295.
- Esa, R. N., Hikmaturokhman, A., & Danisya, A. R. (2020). 5G NR Planning at Frequency 3.5 GHz : Study Case in Indonesia Industrial Area. *International Conference on Industrial Electrical and Electronics (ICIEE)*, 187-193.
- Eswaran, S., & Honavalli, P. (2022). Private 5G networks: a survey on enabling technologies, deployment models, use cases and research directions. *Telecommunication Systems*, 82(1) :3-26. DOI:10.1007/s11235-022-00978-z.
- ETSI. (2021). *5G;NR; Base Station (BS) radio transmission and reception (3GPP TS 38.104 version 15.14.0 Release 15)*. ETSI 3rd Generation Partnership Project (3GPP).
- Ettus Research. (2020). *USRP B200/B210 bus series*. Diambil kembali dari National Instruments: <https://www.ettus.com/all-products/ub210-kit/>
- Godara, L. C. (2018). *Handbook of antennas in wireless communications*. CRC Press.
- GSMA. (2024). *Accelerating 5G and 5G-Advanced in Thailand: A roadmap for success*. Windsor Place Consulting.
- GSMA. (2025). *Accelerating 5G in Indonesia: A spectrum roadmap for success*. Windsor Place Consulting.
- Gyokov Solutions. (2026). *G-NetTrack*. Diambil kembali dari Gyokov Solutions: <https://gyokovsolutions.com/g-nettrack/>
- Hasan, M. M., Rahman, Z., Shaikh, R., Alam, I., Islam, M. A., & Alam, M. S. (June 2020). Design and Analysis of Elliptical Microstrip Patch Antenna at 3.5 GHz for 5G Applications. *IEEE Region 10 Symposium (TENSYP)*, 981-984.
- Herfiah, S., Hariyadi, T., & Pantjawati, A. B. (2020). Design and realization of multi-section sum and diff 8 ways Wilkinson Power Divider at S-Band frequency for 3 dimensional radar application. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 850. 1-10.
- Hutajulu, S. (2021). *5G TECHNOLOGY DEVELOPMENT FRAMEWORK FOR INDONESIAN TELECOMMUNICATION INDUSTRY USING SCENARIO*



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

- PLANNING AND AGENT-BASED MODELLING*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- ITU. (2023). *Detailed specifications of the terrestrial radio interfaces of International Mobile Telecommunications-2020 (IMT-2020). Recommendation ITU-R M.2150-2*. International Telecommunication Union.
- Jassim, A. K., & Thaher, R. H. (2018). Design and analysis of broadband elliptical microstrip patch antenna for wireless communication. *TELKOMNIKA (Telecommunication Computing Electronics and Control)*, 16(6), 2492-2499.
- Jose, J. V., Rekh, A. S., & J, J. M. (2019). Design Techniques for Elliptical Micro-Strip Patch Antenna and Their Effects on Antenna Performance. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE)*, 8(12), 2317-2326.
- Kumar, A., Ansari, A. Q., Kanaujia, B. K., Kishor, J., & Matekovits, L. (2021). A Review on Different Techniques of Mutual Coupling Reduction Between Elements of Any MIMO Antenna. Part 1: DGSs and Parasitic Structures. *Radio Science*, 56(2), 1-25.
- Lazar, R. G., Militaru, A. V., Caruntu, C. F., Pascal, C., & Sultanoiu, C. P. (2023). Real-Time Data Measurement Methodology to Evaluate the 5G Network Performance Indicators. *IEEE Access*, vol. 11. 43909-43924.
- Malik, B. T., Doychinov, V., Zaid, S. R., Robertson, I. D., & Somjit, N. (2019). Antenna Gain Enhancement by Using Low-Infill 3D-Printed Dielectric Lens Antennas. *IEEE Access*, 7, 102467-102476.
- Mamushiane, L., Lysko, A., Kobo, H., & Mwangama, J. (2023). Deploying a Stable 5G SA Testbed Using srsRAN and Open5GS: UE Integration and Troubleshooting Towards Network Slicing. *2023 International Conference on Artificial Intelligence, Big Data, Computing and Data Communication Systems (icABCD)*, 1-10. doi: 10.1109/icABCD59051.2023.10220512.
- Meriem, D., Benjelloun, N., Descamps, P., & Gharsallah, A. (2022). Designing the MIMO SDR-based Antenna Array for 5G Telecommunication. *Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal*, 7(6). 167-173. <https://dx.doi.org/10.25046/aj070617>.
- Noviansyah, N. R. (2025). *Implementasi Jaringan 5G Standalone (SA) Menggunakan Open5Gs dan SRSRAN dengan Perangkat Universal Software Radio Peripheral (USRP) B210*. Palembang: Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Open5GS Project. (2023). *Open5GS: Open source implementation for 5G core and EPC*. Diambil kembali dari Open5GS: <https://open5gs.org/>
- Pandey, A. (2019). *Practical Microstrip and Printed Antenna Design*. Norwood: Artech House.
- Raj, T., Mishra, R., Kumar, P., & Kapoor, A. (2023). Advances in MIMO Antenna Design for 5G: A Comprehensive Review. *Sensors*, 23(14), 6329.
- Rifan. (2024, December 5). *Bongkar Rahasia Jaringan HP Samsung: Semua Kode Dial yang Wajib Kamu Tahu*. Diambil kembali dari DARITEKNO: <https://daritekno.com/kode-rahasia-samsung-untuk-jaringan/>
- Rinaldi, F., Raschella, A., & Pizzi, S. (2021). 5G NR system design: a concise survey of key features and capabilities. *Wireless Netw* 27, 5173–5188.



© 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

- Rusdiyanto, D., Astuti, D. W., Muslim, Alam, S., & Adhiyoga, Y. G. (2022). Design of 2x2 Wide Bandwidth MIMO Antenna For LTE And 5G Sub-6GHz. *JITE (Journal of Informatics and Telecommunication Engineering)*, 5(2), 225–237.
- SAMSUNG. (2021). 5G Standalone Architecture. *Technical White Paper*, 1-22.
- Silver, H. (2019). *The ARRL antenna book for radio communications*. 24th edn. Newington: CT: American Radio Relay League.
- Stutzman, W. L., & Thiele, G. A. (2018). *Antenna theory and design*. 4th edn. Hoboken: NJ: John Wiley & Sons.
- Utami, E. Y., Syailendra, N. P., & Febrianto, A. A. (2023). Perancangan antena mikrostrip dual band patch persegi panjang dengan slot pada frekuensi 2,6 dan 5 GHz. *Jurnal Fokus Elektroda*, 8(4), 264–271.
- Volakis, J. L. (2019). *Antenna Engineering Handbook 5th edition* (5th ed.). McGraw-Hill.
- Wulandari, A., Marfani, H., & Hikmaturokhman, A. (2022). Private 5G Network Capacity and Coverage Deployment for Vertical Industries: Case Study in Indonesia. *IEEE International Conference on Communication, Networks and Satellite (COMNETSAT)*, 1-6.
- Yang, Y., Mao, M., Xu, J., Liu, H., Wang, J., & Song, K. (2025). Millimeter-Wave Antennas for 5G Wireless Communications: Technologies, Challenges, and Future Trends. *Sensor*, 25(17), 5424.
- Zulhelman, Meidiansyah, M. R., Putra, R. P., Salsabila, S., Frendiana, V., & Ananda, F. E. (2025). Study of LHCP Polarization Method in 5G Communication MIMO Antenna Configuration. *Proceedings of the 8th International Conference on Applied Engineering (ICAE 2025)*, 469-480.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS



Muhammad Roby Meidiansyah

Lahir di Bogor, 15 Mei 2003. Lulus dari SDN Satria Jaya 03 tahun 2015, SMPN 7 Tambun Selatan tahun 2018, dan SMAN 3 Tambun Selatan 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



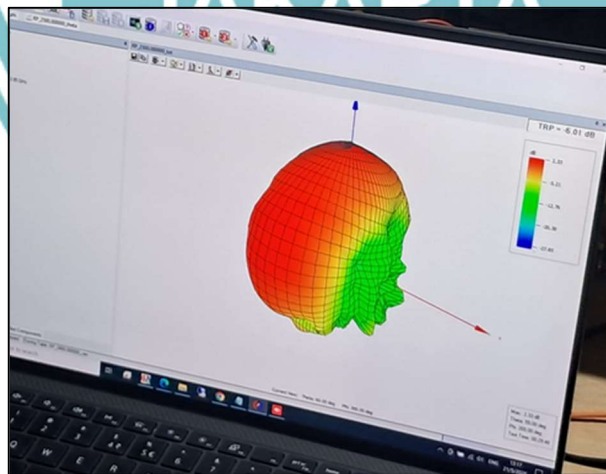
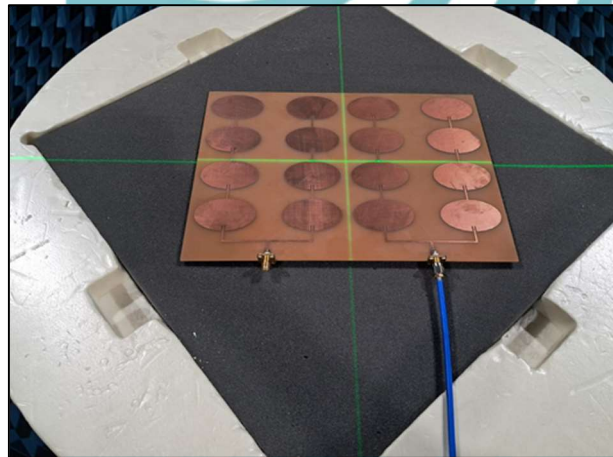


Hak Cipta :

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

LAMPIRAN

L-1 Pengukuran Parameter Antena Mikrostrip *Elliptical Patch Series Array* MIMO 2x2 dengan *Inset-Feed*

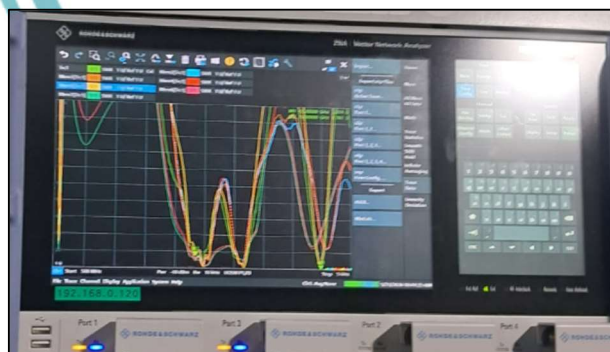
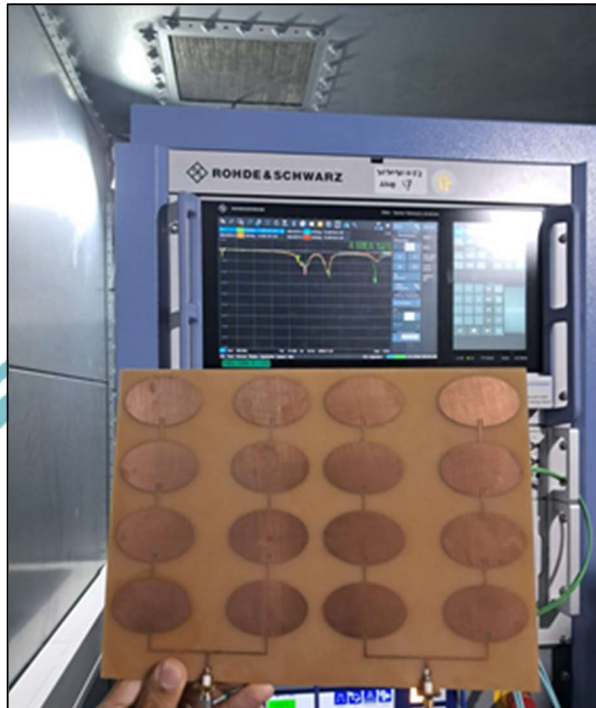




© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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-2 Pengujian Antena Fabrikasi, Industri *Directional*, dan Industri *Omnidirectional* Pada Sistem 5G Berbasis USRP

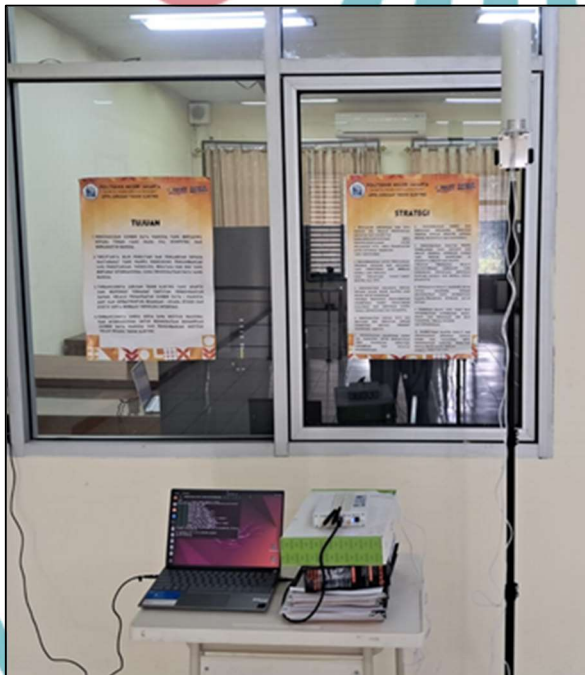
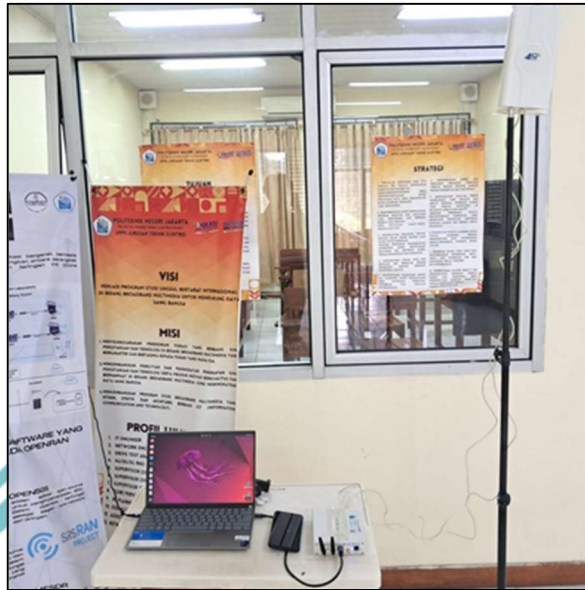




© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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 Konfigurasi file yml gnb Pada srsRAN

```
GNU nano 6.2 gnb_rf_b200_tdd_n41_40mhz.yml
anf:
  addr: 127.0.1.100
  port: 38412
  bind_addr: 127.0.0.1
  supported_tracking_areas:
    - tac: 7
      plmn_list:
        - plmn: "00101"
          tai_slice_support_list:
            - sst: 1

ru_sdr:
  device_driver: uhd
  device_args: type=b200,num_recv_frames=64,num_send_frames=64
  clock: internal
  srates: 46.08
  otw_format: sc12
  tx_gain: 80
  rx_gain: 40

cell_cfg:
  dl_arfcn: 516000
  band: 41
  channel_bandwidth_MHz: 40
  common_scs: 30
  plmn: "00101"
  tac: 7
  pci: 1

log:
  filename: /tmp/gnb.log
  all_level: warning
```

L-4 Contoh Data Hasil Pengujian Ketiga Antena dari G-NetTrack Lite dan Samsung Service Mode

ServiceMode

BASIC INFORMATION (SIM1)

HPLMN(001-01) sim_state(1)

Slot 1 with DDS

Serving PLMN(001-01) - Update

Service(Available-2)

NW sel: Auto

NR RRC: CONNECTED

NR Band: 41, NARFCN: 512910

NR PCI: 1, SCS: 30 KHz

NR CHBW: 40, BWP ID: 0

NR SSB ID: 0

NR RSRP: -62, RSRQ: 1

NR RSSI: -64, SINR: 30

NR AvgRSRP: -62, AvgRSRQ: 1

NR RI: 0, CQI: 15

NR TX Pwr: -16

TP DL ALL: 0.0 Mbps

MCS DL Idx 1: 27, Type 1: 256QA

MCS DL Idx 2: 255, Type 2: -

MCS UL Idx: 27, Type: 256QAM

of DL layer: 1, DL BLER: 0

of UL layer: 1

[0]:2

Best Serving SSB ID: 0, RSRP: -

Idle DRX cycle: 1280 ms

Global Cell Id: 6733824

Cyclic Prefix: 0

G-NetTrack Lite v19.6

Operator: Roby Wilvan

MCC: 001 MNC: 01 TAC: 7 Jenis: 5G SA

gNB: 822 CID: 0 PCI: 1 TA:

ARFCN: 512910 BAND: N41 BW:

F DL: 2564.6 MHz F UL: 2564.6 MHz

RSRP: -68 RSRQ: -2 SNR: 33.0

Bujur: 106.82289 Lintang: -6.372310

Kecepatan: 0 km/h Arah: 0° N GPS Akurasi: 10m

Tinggi: 87m Ketinggian: 87m Tanah: 0m

UL: 328 kbps DL: 186 kbps

Data: Roby Wilvan-5G SA DATA

WAKTU	ACARA	AC	CELLID	C	ARFCN	KEKUAL	KUALI	JENIS	SERV
11:39:32	7	822-0	1	512910	-60	-2	5G	40	
11:40:11	CRSG40	43676	460297	268	2450	-340	-	4G	2
11:40:19	CRSG40	31205	317527	5	1625	-340	-	4G	68
11:41:21	CRSG40	7	822-0	1	512910	-69	-2	5G	

Waktu pengujian: 21s

SEL TET SEL PETA INFO MOBIL