



© 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



**PERANCANGAN ANTENA MIKROSTRIP MIMO CIRCULAR
POLARIZATION UNTUK FWA LTE DENGAN DASHBOARD
MONITORING DI LAB TELEKOMUNIKASI PNJ**

SKRIPSI

Purbo Dwi Junianto

2203421016

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

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



**PERANCANGAN ANTENA MIKROSTRIP MIMO CIRCULAR
POLARIZATION UNTUK FWA LTE DENGAN DASHBOARD
MONITORING DI LAB TELEKOMUNIKASI PNJ**

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Terapan

SKRIPSI

Purbo Dwi Junianto
2203421016
POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

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

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Purbo Dwi Junianto

NIM : 2203421029

Tanda Tangan :

Tanggal : 26 Juni 2026

**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 : Purbo Dwi Junianto
NIM : 2203421016
Program Studi : Broadband Multimedia
Judul Skripsi : Perancangan Antena Mikrostrip MIMO *Circular Polarization* Untuk FWA LTE Dengan *Dashboard Monitoring* Di Lab Telekomunikasi PNJ

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Tugas Akhir pada Jum'at, 26 Juni 2026 dan dinyatakan **LULUS**.

Pembimbing I : Shita Herfiah, S.Pd., M.T.
NIP. 199707223024062002

()

Pembimbing II :

- **POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

NIP. ()

Depok, 22 Juli 2026

Disahkan oleh

Ketua Jurusan Teknik Elektro



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

NIP. 197833312003122002



Hak Cipta :

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

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Perancangan Antena Mikrostrip Mimo *Circular Polarization* Untuk FWA LTE Dengan *Dashboard Monitoring* Di Lab Telekomunikasi PNJ”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Politeknik Negeri Jakarta.

Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, sejak masa perkuliahan hingga 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 dalam penyusunan skripsi ini.
2. Orang tua dan keluarga penulis yang telah banyak memberikan bantuan serta dukungan, baik secara material maupun moral.
3. Rekan-rekan penulis, yaitu Zaki Abdussalam, Roby Meidiansyah, Wilvan Nugraha, Reza Febrian, Gavin Nibras, Surya Permana, dan Pupun Raharja yang telah memberikan bantuan teknis, diskusi, serta dukungan selama proses perancangan, implementasi, dan pengujian dalam penelitian ini.
4. Teman-teman dan sahabat penulis yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah memberikan dukungan dan motivasi selama penyusunan skripsi ini.

Akhir kata, penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa membalas segala kebaikan seluruh pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Depok, Juni 2026

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

Perancangan Antena Mikrostrip MIMO *Circular Polarization* untuk FWA LTE dengan *Dashboard Monitoring* di Lab Telekomunikasi PNJ

Abstrak

Penelitian ini mengimplementasikan dan menguji kelayakan sistem fixed wireless access (FWA) berbasis Long Term Evolution (LTE) pada Laboratorium Telekomunikasi Politeknik Negeri Jakarta (PNJ). Sistem FWA beroperasi pada LTE Band 3 (1800 MHz) berjarak sekitar 291 meter. Untuk meningkatkan kualitas penerimaan sinyal, dirancang dan direalisasikan antena mikrostrip circular patch array 1×4 MIMO dual-port berpolarisasi sirkular pada frekuensi 1,8 GHz menggunakan substrat FR-4 Epoxy. Polarisasi sirkular diperoleh melalui teknik perturbation slot, sedangkan isolasi antar elemen antena ditingkatkan menggunakan teknik Defected Ground Structure (DGS). Hasil pengukuran antena menunjukkan return loss -21,33 dB, VSWR 1,19, gain 3,65 dBi, axial ratio ≤ 3 dB, mutual coupling -47,88 dB, ECC 0,0000014, dan diversity gain 9,999991 dB. Sebagai sarana pemantauan, dikembangkan Monitoring System (Dashboard Monitoring) berbasis web bernama Performance Router Monitor untuk memantau parameter LTE dan QoS secara semi real-time. Pengujian kelayakan sistem FWA menunjukkan bahwa antena MIMO memberikan peningkatan RSRP sebesar 7,69 dB, SINR sebesar 7,10 dB, throughput sebesar 43,02% menjadi 32,15 Mbps, serta penurunan jitter sebesar 72,74% dibandingkan antena bawaan router. Sistem Dashboard Monitoring memperoleh nilai functional suitability 100%, performance efficiency 90,52%, dan usability SUS 75,79. Hasil penelitian menyimpulkan bahwa sistem FWA berbasis LTE dengan antena mikrostrip MIMO berpolarisasi sirkular layak diimplementasikan sebagai akses internet tetap pada lingkungan laboratorium telekomunikasi.

Kata Kunci: *Fixed Wireless Access, LTE Band 3, Antena Mikrostrip Circular Patch Array, MIMO, Polarisasi Sirkular, Defected Ground Structure, Network Monitoring 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Design of MIMO Circular Polarization Microstrip Antenna for LTE Fixed Wireless Access with Monitoring Dashboard

Abstract

This study presents the implementation and feasibility testing of a Long Term Evolution (LTE)-based Fixed Wireless Access (FWA) system at the Telecommunications Laboratory of Jakarta State Polytechnic. The FWA system operates on LTE Band 3 (1800 MHz) approximately 291 meters away. To enhance signal reception quality, a 1×4 circular patch array MIMO dual-port microstrip antenna with circular polarization was designed and fabricated at 1.8 GHz using FR-4 Epoxy substrate. Circular polarization was achieved through the perturbation slot technique, while inter-element isolation was improved using the Defected Ground Structure (DGS) technique. Antenna measurements yielded a return loss of -21.33 dB, VSWR of 1.19, gain of 3.65 dBi, axial ratio ≤ 3 dB, mutual coupling of -47.88 dB, ECC of 0.00010, and diversity gain of 10 dB. A web-based Network Monitoring System (Dashboard Monitoring) named Performance Router Monitor was developed to monitor LTE signal quality and Quality of Service (QoS) parameters in semi-real-time. FWA feasibility testing results showed that the MIMO antenna improved RSRP by 7.69 dB, SINR by 7.10 dB, throughput by 43.02% to 32.15 Mbps, and reduced jitter by 72.74% compared to the router's built-in antenna. The Dashboard Monitoring achieved a functional suitability score of 100%, performance efficiency of 90.52%, and a usability SUS score of 75.79. These results confirm that the LTE-based FWA system with a circularly polarized MIMO microstrip antenna is feasible for implementation as a fixed broadband access solution in a telecommunications laboratory environment.

Keywords: *Fixed Wireless Access, LTE Band 3, Circular Patch Array Microstrip Antenna, MIMO, Circular Polarization , Defected Ground Structure, Network Monitoring 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
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 RUMUS	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Luaran	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 <i>State of The Art</i>	5
2.2 <i>Fixed Wireless Access</i>	9
2.3 <i>Long Term Evolution (LTE)</i>	10
2.3.1 <i>User Equipment (UE)</i>	11
2.3.2 <i>E-UTRAN</i>	12
2.3.3 <i>Evolved Packet Core (EPC)</i>	12
2.3.4 <i>Pita Frekuensi LTE</i>	13
2.4 <i>Parameter Kualitas Sinyal LTE</i>	13
2.4.1 <i>Reference Signal Received Power (RSRP)</i>	14
2.4.2 <i>Reference Signal Received Quality (RSRQ)</i>	14
2.4.3 <i>Received Signal Strength Indicator (RSSI)</i>	15
2.4.4 <i>Signal to Interference plus Noise Ratio (SINR)</i>	16
2.5 <i>Quality of Service (QoS)</i>	17
2.5.1 <i>Throughput</i>	18
2.5.2 <i>Delay</i>	18
2.5.3 <i>Jitter</i>	19



Hak Cipta :

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

2.5.4 Packet Loss	20
2.6 Antena	20
2.6.1 Antena Mikrostrip	21
2.6.2 Antena Patch Circular	22
2.6.3 Teknik Pencatutan Microstrip Line Feeding.....	23
2.6.4 Antena Mikrostrip Array.....	25
2.6.5 Defected Ground Structure (DGS)	25
2.6.6 Perturbation Slot.....	25
2.7 Antena Polarisasi Sirkular.....	26
2.8 Parameter Antena Microstrip.....	28
2.8.1 Return Loss	28
2.8.2 Voltage Standing Wave Ratio (VSWR)	29
2.8.3 Mutual Coupling	29
2.8.4 Envelope Correlation Coefficient (ECC).....	30
2.8.5 Diversity Gain (DG).....	30
2.8.6 Gain.....	31
2.8.7 Pola Radiasi.....	32
2.8.8 Bandwidth	32
2.8.9 Axial Ratio.....	33
2.9 CST Studio Suite 2025.....	33
2.10 Sistem Monitoring Jaringan.....	34
2.11 ISO/IEC 25010: Standar Evaluasi Kualitas Perangkat Lunak	34
2.11.1 Functional Suitability	35
2.11.2 Performance Efficiency.....	35
2.11.3 Usability.....	37
BAB III PERENCANAAN DAN REALISASI.....	38
3.1 Rancangan Tugas Akhir.....	38
3.1.1 Perancangan Sistem	38
3.1.2 Arsitektur Sistem.....	40
3.2 Perancangan Antena Mikrostrip.....	44
3.2.1 Deskripsi Antena.....	44
3.2.2 Realisasi Antena.....	46
3.3 Perancangan Sistem Monitoring (PRM)	77
3.3.1 Konsep dan Sistem PRM	77



Hak Cipta :

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

3.3.2 Realisasi Sistem Monitoring	79
3.3.3 Parameter yang Dimonitor dan Metode Pengambilan Data.....	88
3.3.4 Realisasi Antarmuka Website.....	90
3.3.5 Realisasi Deploy Website.....	96
3.4 Implementasi Antena pada Sistem FWA LTE.....	100
3.4.1 Integrasi Antena dengan Panel Box.....	100
3.4.2 Instalasi Perangkat Keras	102
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	106
4.1 Pengukuran Parameter Antena	106
4.1.1 Deskripsi Pengukuran <i>Return Loss</i> , <i>Mutual Coupling</i> , dan <i>VSWR</i> ...	106
4.1.2 Deskripsi Pengukuran <i>Gain</i> dan Pola Radiasi	112
4.1.3 Deskripsi Pengukuran <i>ECC</i> dan <i>Diversity Gain</i>	118
4.1.4 Deskripsi Pengukuran <i>Axial Ratio</i>	122
4.2 Verifikasi Frekuensi Antena Setelah Implementasi.....	125
4.2.1 Deskripsi Pengukuran <i>Return Loss</i> , dan <i>VSWR</i>	125
4.2.2 Prosedur Pengukuran <i>Return Loss</i> dan <i>VSWR</i>	126
4.2.3 Data Hasil Pengukuran <i>Return Loss</i>	127
4.2.4 Data Hasil Pengukuran <i>VSWR</i>	129
4.3 Uji Kelayakan Sistem <i>Performance Router Monitor</i>	131
4.3.1 Pengujian <i>Functional Suitability</i>	131
4.3.2 Pengujian <i>Performance Efficiency</i>	135
4.3.3 Pengujian <i>Usability</i>	137
4.4 Implementasi FWA	140
4.4.1 Deskripsi Pengujian FWA	140
4.4.2 Prosedur pengujian FWA.....	140
4.4.3 Hasil Pengujian Kualitas LTE dan QOS.....	141
4.4.4 Hasil Pengujian <i>Speedtest User</i>	147
BAB V.....	151
PENUTUP.....	151
5.1 Kesimpulan	151
5.2 Saran.....	152
DAFTAR PUSTAKA	153
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	158
LAMPIRAN.....	159

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 2.2 Arsitektur Sistem Fwa LTE.....	10
Gambar 2.3 Arsitektur LTE	11
Gambar 2.4 Struktur Dasar Antena Mikrostrip.....	21
Gambar 2.5 Bentuk <i>Patch</i> Antena Mikrostrip	22
Gambar 2.6 <i>Microstrip Line Feed</i>	24
Gambar 2.7 <i>Microstrip Array</i> 1x2	25
Gambar 2.8 <i>Circular Patch</i> Dengan <i>Perturbation Slot</i>	26
Gambar 2.9 Ilustrasi Polarisasi <i>Circular</i> Dan <i>Linear</i>	27
Gambar 2.10 Cst Studio Suite 2025.....	34
Gambar 3.2 <i>Flowchart</i> Pengerjaan Sistem.....	39
Gambar 3.3 Arsitektur Sistem.....	40
Gambar 3.4 Ilustrasi Implementasi Antena.....	44
Gambar 3. 5 Tampak Depan Satu Elemen Antena	46
Gambar 3. 6 Tampak Belakang Satu Elemen Antena.....	46
Gambar 3.7 Hasil Simulasi <i>Return Loss</i> Satu Elemen.....	47
Gambar 3.8 Hasil Simulasi VSWR Satu Elemen	47
Gambar 3.9 Hasil Simulasi <i>Gain</i> Satu Elemen.....	48
Gambar 3.10 Hasil Simulasi Pola Radiasi Satu Elemen.....	48
Gambar 3.11 Hasil Simulasi <i>Axial Ratio</i> Satu Elemen.....	49
Gambar 3.12 Tampak Depan Satu Elemen Dengan <i>Perturbation Slot</i>	50
Gambar 3.13 Tampak Belakang Satu Elemen Dengan <i>Perturbation Slot</i>	50
Gambar 3. 14 Hasil Simulasi <i>Return Loss</i> Satu Elemen <i>Perturbation Slo</i>	51
Gambar 3.15 Hasil Simulasi VSWR Satu Elemen Dengan <i>Perturbation Slot</i>	51
Gambar 3.16 Hasil Simulasi <i>Gain</i> Satu Elemen Dengan <i>Perturbation Slot</i>	52
Gambar 3.17 Hasil Simulasi Pola Radiasi Satu Elemen <i>Perturbation Slot</i>	52
Gambar 3.18 Hasil Simulasi <i>Axial Ratio</i> Satu Elemen <i>Perturbation Slot</i>	53
Gambar 3.19 Tampak Depan <i>Array</i> 1×2.....	54
Gambar 3.20 Tampak Belakang <i>Array</i>	54
Gambar 3.21 Hasil Simulasi <i>Return Loss</i> <i>Array</i> 1×2.....	55
Gambar 3.22 Hasil Simulasi VSWR <i>Array</i> 1×2	55



Hak Cipta :

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

Gambar 3.23 Hasil Simulasi <i>Gain Array</i> 1×2.....	56
Gambar 3.24 Hasil Simulasi Pola Radiasi <i>Array</i> 1×2.....	56
Gambar 3.25 Hasil Simulasi <i>Axial Ratio Array</i> 1×2.....	57
Gambar 3. 26 Tampak Depan <i>Array</i> 1×4.....	58
Gambar 3.27 Tampak Belakang <i>Array</i> 1×4	58
Gambar 3.28 Hasil Simulasi <i>Return Loss Array</i> 1×4.....	59
Gambar 3.29 Hasil Simulasi <i>VSWR Array</i> 1×4	59
Gambar 3.30 Hasil Simulasi <i>Gain Array</i> 1×4.....	60
Gambar 3.31 Hasil Simulasi <i>Gain Array</i> 1×4.....	60
Gambar 3.32 Hasil Simulasi <i>Axial Ratio Array</i> 1×4.....	61
Gambar 3.33 Tampak Depan <i>Array</i> 1×4 Dengan <i>Truncated Feeding</i>	62
Gambar 3.34tampak Belakang <i>Array</i> 1×4 Dengan <i>Truncated Feeding</i>	62
Gambar 3.35 Hasil Simulasi <i>Return Loss Array</i> 1×4 Dengan <i>Truncated Feeding</i> 63	
Gambar 3.36 Hasil Simulasi <i>VSWR Array</i> 1×4 Dengan <i>Truncated Feeding</i>	63
Gambar 3.37 Hasil Simulasi <i>Gain Array</i> 1×4 Dengan <i>Truncated Feeding</i>	64
Gambar 3.38 Hasil Simulasi Pola Radiasi <i>Array</i> 1×4 <i>Truncated Feeding</i>	64
Gambar 3.39 Hasil Simulasi <i>Axial Ratio Array</i> 1×4 Dengan <i>Truncated Feeding</i> 65	
Gambar 3.40 Tampak Depan Antena MIMO	66
Gambar 3.41 Tampak Belakang Antena MIMO.....	66
Gambar 3.42 Hasil Simulasi <i>Return Loss</i> Dan <i>Mutual Coupling</i> Antena MIMO 67	
Gambar 3. 43 Hasil Simulasi <i>VSWR</i> MIMO.....	67
Gambar 3.44 Hasil Simulasi <i>Gain</i> MIMO	68
Gambar 3.45 Hasil Simulasi Pola Radiasi MIMO	68
Gambar 3.46 Hasil Simulasi <i>Axial Ratio</i> MIMO	69
Gambar 3. 47 Tampak Depan Antena Mimo Dengan DGS.....	70
Gambar 3. 48 Tampak Belakang Antena Mimo Dengan DGS.....	70
Gambar 3.49 Hasil Simulasi <i>Return Loss</i> Dan <i>Mutual Coupling</i> MIMO DGS... 71	
Gambar 3.50 Hasil Simulasi <i>VSWR</i> MIMO Dengan DGS	71
Gambar 3. 51 Hasil Simulasi <i>Gain</i> MIMO Dengan DGS.....	72
Gambar 3.52 Hasil Simulasi Pola Radiasi MIMO Dengan DGS.....	72
Gambar 3. 53 Hasil Simulasi <i>Axial Ratio</i> MIMO Dengan DGS	73
Gambar 3.54 Pengaruh DGS Terhadap <i>Axial Ratio</i>	74



© 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

Gambar 3.55 Realisasi Antena Mikrostrip <i>Circular Patch Array</i> 1×4 MIMO.....	76
Gambar 3.56 Diagram Alur Sistem Prm.....	78
Gambar 3.57 Struktur Folder Program	78
Gambar 3.58 <i>Source Code Login</i> Ke Perangkat Lte	80
Gambar 3. 59 <i>Source Code</i> Pengambilan Data Parameter Lte	81
Gambar 3.60 <i>Source Code Parsing Cell Id</i>	81
Gambar 3. 61 <i>Source Code Config Qos Collection</i>	82
Gambar 3.62 <i>Source Code Throughput Collection</i>	83
Gambar 3.63 <i>Source Code Delay Collection</i>	83
Gambar 3.64 <i>Source Code Jitter Collection</i>	84
Gambar 3.65 <i>Source Code Packet Loss Collection</i>	84
Gambar 3.66 <i>Source Code Create Database</i>	85
Gambar 3.67 <i>Source Code Insert Database</i>	85
Gambar 3.68 <i>Api Key Server</i>	86
Gambar 3.69 <i>Restore Ac Power Loss</i>	87
Gambar 3.70 Tampilan Halaman <i>Login</i>	90
Gambar 3.71 Tampilan Halaman <i>Dashboard</i>	91
Gambar 3.72 Tampilan Halaman <i>Chart</i>	92
Gambar 3.73 Tampilan Halaman <i>Tables</i>	92
Gambar 3. 74 Hasil Unduhan Dengan <i>Export</i>	93
Gambar 3.75 Tampilan <i>File Picker</i> Fitur <i>Export</i>	93
Gambar 3.76 Tampilan Konfirmasi Hapus Data.....	94
Gambar 3.77 Tampilan Halaman <i>Users</i>	94
Gambar 3. 78tampilan Fitur Tambah <i>User</i>	95
Gambar 3. 79tampilan Fitur Edit <i>User</i>	95
Gambar 3.80 Tampilan Tombol <i>Logout</i>	96
Gambar 3.81 Konfigurasi <i>Name Server Domain</i> Dan <i>Hosting</i>	96
Gambar 3.82 Halaman Manajemen <i>Domain</i> Pada <i>Cpanel</i>	97
Gambar 3.83 Akses Direktori <i>Domain</i> Melalui <i>File Manager Cpanel</i>	97
Gambar 3.84 Proses Unggah <i>Source Code Website</i>	97
Gambar 3.85 Pemindahan <i>File Project</i> Ke Direktori <i>Domain</i>	98
Gambar 3.86 Pembuatan Aplikasi Python Pada <i>Hosting</i>	98



© 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

Gambar 3.87 Konfigurasi Lingkungan Aplikasi Python	98
Gambar 3.88 Pembuatan Basis Data Pada Server	99
Gambar 3.89 Pembuatan Dan Konfigurasi Pengguna Basis Data	99
Gambar 3.90 Import Basis Data Ke Server	99
Gambar 3.91 Verifikasi Tabel Hasil Migrasi Basis Data.....	100
Gambar 3. 92tampilan Website Prm Setelah Deploy	100
Gambar 3. 93 Antena Di Panel Box.....	101
Gambar 3.94 Uji Identitas Jaringan BTS Pada Lokasi Pengujian	102
Gambar 3.95 Jarak Dan Elevasi BTS Dengan Lab	102
Gambar 3.96 Titik Antena Simulasi Cambium Link Planner	103
Gambar 3.97 Hasil Simulasi Cambium Link Planner	103
Gambar 3. 98 Instalasi Antena	105
Gambar 3. 99 Router LTE Dan Mini PC	105
Gambar 4.1 Hasil Pengukuran <i>Return Loss</i> Dan <i>Mutual Coupling</i>	108
Gambar 4.2 Perbandingan <i>Return Loss</i> Simulasi Dan Pengukuran.....	109
Gambar 4.3 Perbandingan <i>Mutual Coupling</i> Simulasi Dan Pengukuran.....	110
Gambar 4.4 Hasil Pengukuran VSWR.....	111
Gambar 4.5 Perbandingan VSWR Simulasi Dan Pengukuran.....	112
Gambar 4.6 <i>Gain</i> Antena Referensi ke Antena Uji.....	114
Gambar 4.7 <i>Gain</i> Antena Referensi ke Antena Referensi	114
Gambar 4.8 Hasil Pengukuran Pola Radiasi	117
Gambar 4.9 Perbandingan Pola Radiasi Simulasi Dan Pengukuran	117
Gambar 4.10 Perbandingan ECC Simulasi Dan Pengukuran	120
Gambar 4.11 Perbandingan <i>Diversity Gain</i> Simulasi Dan Pengukuran	121
Gambar 4.12 Perbandingan <i>Axial Ratio</i> Vs <i>Azimuth</i> Simulasi dan Pengukuran	124
Gambar 4.13 Perbandingan <i>Axial Ratio</i> Vs Frekuensi Simulasi dan Pengukuran	124
Gambar 4.14 Hasil Pengukuran <i>Return Loss</i> Setelah Implementasi.....	127
Gambar 4.15 Perbandingan <i>Return Loss</i> Uji Laboratorium Dan Implementasi .	128
Gambar 4.16 Hasil Pengukuran VSWR Setelah Implementasi FWA	129
Gambar 4.17 Perbandingan VSWR Uji Laboratorium Dan Implementasi FWA	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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 <i>State Of The Art</i>	5
Tabel 2.2 Band Lte Yang Tersedia Pada Lokasi Penelitian.....	13
Tabel 2.3 Standarisasi Rsrp Menurut Industrial Networking Solution (Ins)	14
Tabel 2.4 Standarisasi Rsrq Menurut Industrial Networking Solution (Ins)	15
Tabel 2.5 Standarisasi Rssi Menurut Industrial Networking Solution (Ins)	16
Tabel 2.6 Standarisasi Sinr Menurut Industrial Networking Solution (Ins)	17
Tabel 2.7 Kategori <i>Throughput</i> Berdasarkan Standar Tiphon	18
Tabel 2.8 Kategori <i>Delay</i> Berdasarkan Standar Tiphon	19
Tabel 2.9 Kategori <i>Jitter</i> Berdasarkan Standar Tiphon	19
Tabel 2.10 Kategori <i>Packet Loss</i> Berdasarkan Standar Tiphon (Pasaribu).....	20
Tabel 2.11 Standarisasi Skor <i>Performance</i> Google Lighthouse	36
Tabel 2.12 Standarisasi Skor <i>Performance</i> Google Lighthouse	36
Tabel 2.13 Standarisasi Skor <i>Performance</i> Google Lighthouse	37
tabel 3.1 Perangkat Keras Yang Digunakan.....	42
Tabel 3.2 Perangkat Lunak Yang Digunakan	43
Tabel 3.3 Spesifikasi Target Parameter Antenna (Hussain Et Al., 2022).....	45
Tabel 3.4 Spesifikasi Material Substrat Dan <i>Patch</i>	45
Tabel 3.5 Dimensi Antena <i>Circular</i> Satu Elemen	46
Tabel 3.6 Dimensi Antena <i>Circular</i> Satu Elemen Dengan <i>Perturbation Slot</i>	50
Tabel 3.7 Dimensi Antena <i>Circular Array</i> 1×2	54
Tabel 3.8 Dimensi Antena <i>Circular Array</i> 1×4	58
Tabel 3.9 Dimensi Antena <i>Circular Array</i> 1×4 Dengan <i>Truncated Feeding</i>	62
Tabel 3.10 dimensi Antena MIMO	66
Tabel 3.11 Dimensi Antena MIMO Dengan DGS	70
Tabel 3.12 Hasil Optimasi Simulasi Bertahap	75
Tabel 3.13 Perhitungan Redaman Panel Box Dan Kabel	101
Tabel 4.1 Tabel Antenna Factor LB-20180-NF.....	115
Tabel 4.2 Tabel Perbandingan <i>Gain</i> Simulasi Dan Pengukuran.....	116
Tabel 4.3 Skenario Pengujian <i>Functional Suitability</i>	133
Tabel 4.4 Hasil Pengujian <i>Performance Efficiency</i>	136
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Dan Pengolahan Data Aspek <i>Usability</i>	138



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 4.6 Skenario Pengujian FWA.....	140
Tabel 4.7 Jumlah Data Hasil Pengujian FWA	142
Tabel 4.8 Hasil Pengujian FWA Dengan Antena <i>Monopole</i>	143
Tabel 4.9 Hasil Pengujian FWA Dengan Antena MIMO.....	144
Tabel 4.10 Peningkatan Antena MIMO Terhadap Antena <i>Monopole</i>	145



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

DAFTAR RUMUS

(2.1) Jari-Jari <i>Patch</i>	22
(2.2) Nilai F Jari-Jari <i>Patch</i>	22
(2.3) Jari-Jari Efektif <i>Patch</i>	23
(2.4) Lebar Saluran Pencatu 50 Ω	23
(2.5) Nilai B Lebar Saluran Pencatu 50 Ω	24
(2.6) Panjang Saluran Pencatu	24
(2.7) Hubungan Antara S-Parameter Dan Koefisien Refleksi.....	28
(2.8) Koefisien Refleksi.....	28
(2.9) <i>Return Loss</i> Dalam Satuan Desibel.....	28
(2.10) VSWR	29
(2.11) <i>Mutual Coupling</i>	29
(2.12) <i>Envelope Correlation Coefficient</i>	30
(2.13) <i>Diversity Gain</i>	31
(2.14) Gain	31
(2.15) Menghitung <i>Gain</i> Antena Uji.....	31
(2.16) <i>Bandwidth</i>	32
(2.17) <i>Axial Ratio</i>	33
(2.18) <i>Axial Ratio</i> Dalam Bentuk Desibel.....	33
(2.19) Nilai <i>Functional Suitability</i>	35
(3.1) Redaman Dielektrik Abs	102
(3.2) Redaman Refleksi Abs	102
(3.3) Total Redaman Abs ..	102
(3.4) Redaman LMR400 (2M).....	102
(3.5) Total Redaman Implementasi	102

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

Ketersediaan akses internet yang andal merupakan kebutuhan penting dalam mendukung kegiatan akademik, khususnya pada lingkungan laboratorium telekomunikasi yang digunakan untuk praktikum dan pengujian sistem jaringan. Pada umumnya, akses internet di lingkungan kampus disediakan melalui jaringan kabel seperti fiber optik karena mampu menyediakan kapasitas *bandwidth* yang besar dan kestabilan koneksi. Namun, beberapa studi menunjukkan bahwa pada kondisi tertentu, seperti keterbatasan infrastruktur fisik, kompleksitas instalasi, serta kebutuhan implementasi yang cepat, jaringan kabel tidak selalu dapat diterapkan secara optimal sehingga diperlukan alternatif akses yang lebih fleksibel dan efisien (Ariyanti & Perdana, 2020).

Salah satu alternatif dalam penyediaan akses internet tetap tanpa pembangunan infrastruktur kabel hingga ke sisi pengguna adalah pemanfaatan jaringan seluler sebagai media transmisi pada layanan *Fixed Wireless Access* (FWA). FWA dirancang untuk menyediakan layanan internet pada lokasi tetap dengan waktu implementasi yang relatif singkat dan biaya yang lebih rendah dibandingkan jaringan kabel konvensional. Teknologi *Long Term Evolution* (LTE) masih banyak digunakan sebagai basis layanan FWA karena memiliki cakupan luas dan kemampuan menyediakan layanan data dengan kualitas yang memadai (Harahap et al., 2021). Penelitian yang dilakukan oleh Wulandari et al. (2019) merancang dan menganalisis implementasi layanan LTE *Home* berbasis jaringan 4G LTE pada frekuensi 2300 MHz dengan mengevaluasi parameter *Quality of Service* (QoS) seperti *throughput*, *delay*, *jitter*, dan *packet loss* serta parameter *Radio Frequency* (RF) seperti RSRP dan RSRQ. Selain itu, penelitian oleh Yuhane et al. (2023) menganalisis pengaruh jarak antara *User Equipment* (UE) dan eNodeB terhadap kualitas sinyal LTE pada frekuensi 1800 MHz dengan parameter RSRP dan SINR, yang menunjukkan bahwa kualitas sinyal cenderung menurun seiring bertambahnya jarak antara perangkat pengguna dan *base station* serta dipengaruhi oleh kondisi lingkungan propagasi.



© 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

Penelitian oleh Harahap et al. (2021) menunjukkan bahwa kualitas penerimaan sinyal LTE sangat dipengaruhi oleh konfigurasi perangkat penerima, termasuk arah dan ketinggian pemasangan antenna. Optimasi parameter tersebut berperan penting dalam meningkatkan kualitas sinyal yang diterima oleh perangkat pengguna serta berdampak pada performa layanan jaringan. Selain itu, penelitian oleh Widyasmoro et al. (2019) juga menunjukkan bahwa kondisi lingkungan propagasi seperti keberadaan bangunan atau penghalang fisik dapat menyebabkan kondisi *Non-Line-of-Sight* (NLOS) yang berdampak pada penurunan kualitas sinyal dan kestabilan koneksi pada jaringan LTE. Dalam implementasi jaringan yang digunakan secara tetap seperti pada layanan *Fixed Wireless Access*, pemantauan performa jaringan juga menjadi penting agar kondisi kualitas sinyal dan performa layanan dapat diamati secara berkelanjutan. Oleh karena itu, penggunaan sistem monitoring jaringan seperti *Network Monitoring System (Dashboard Monitoring)* dapat membantu dalam memantau parameter radio maupun performa layanan jaringan secara lebih terstruktur.

Berdasarkan kajian dari beberapa penelitian yang telah dibahas sebelumnya, dapat dilihat bahwa masing-masing penelitian memiliki fokus yang berbeda dalam mengevaluasi performa jaringan LTE maupun penerapan *Fixed Wireless Access*. Sebagian penelitian membahas kualitas sinyal radio seperti RSRP dan SINR, sementara penelitian lainnya mengevaluasi performa layanan jaringan melalui parameter *Quality of Service*. Penelitian-penelitian tersebut umumnya masih dilakukan secara terpisah dan belum menggabungkan optimasi antenna eksternal dengan pemantauan performa jaringan secara berkelanjutan dalam satu implementasi sistem FWA yang terukur. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengimplementasikan sistem *Fixed Wireless Access* berbasis LTE pada lingkungan telekomunikasi Politeknik Negeri Jakarta dengan melakukan optimasi antenna eksternal serta mengembangkan *Network Monitoring System (Dashboard Monitoring)* yang mampu memonitor performa jaringan *Fixed Wireless Access* berbasis LTE secara *semi real-time*, dengan memantau parameter RSRP, RSRQ, SINR, RSSI, *throughput*, *delay*, *jitter*, dan *packet loss*, sehingga proses evaluasi kelayakan sistem FWA dapat dilakukan secara lebih komprehensif.



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

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, permasalahan yang dirumuskan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik kualitas sinyal radio LTE pada implementasi sistem *Fixed Wireless Access* di Laboratorium Telekomunikasi PNJ?
2. Bagaimana merancang antena mikrostrip *array* 1×4 dengan konfigurasi MIMO berpolarisasi *circular* pada frekuensi 1,8 GHz untuk aplikasi *Fixed Wireless Access* (FWA) berbasis LTE?
3. Bagaimana karakteristik antena hasil perancangan berdasarkan parameter *return loss*, *VSWR*, *gain*, pola radiasi, *axial ratio*, serta parameter MIMO seperti isolasi antar elemen dan *Envelope Correlation Coefficient* (ECC)?
4. Bagaimana pengaruh penggunaan antena hasil perancangan terhadap kualitas sinyal LTE pada sistem *Fixed Wireless Access* di Laboratorium Telekomunikasi PNJ?
5. Bagaimana implementasi sistem monitoring berbasis *Network Management System* (*Dashboard Monitoring*) untuk memantau parameter radio dan performa layanan pada sistem *Fixed Wireless Access* berbasis LTE di Laboratorium Telekomunikasi PNJ?

1.3 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dalam penyusunan skripsi ini adalah:

1. Menganalisis karakteristik kualitas sinyal radio LTE pada implementasi sistem *Fixed Wireless Access* di Laboratorium Telekomunikasi PNJ.
2. Merancang dan merealisasikan antena mikrostrip *array* 1×4 dengan konfigurasi MIMO berpolarisasi *circular* pada frekuensi 1,8 GHz untuk aplikasi *Fixed Wireless Access* (FWA) berbasis LTE.
3. Menganalisis karakteristik antena berdasarkan parameter *return loss*, *VSWR*, *gain*, pola radiasi, *axial ratio*, serta parameter MIMO seperti isolasi antar elemen dan *Envelope Correlation Coefficient* (ECC).
4. Menganalisis pengaruh penggunaan antena hasil perancangan/modifikasi terhadap kualitas sinyal LTE pada sistem *Fixed Wireless Access* di Laboratorium Telekomunikasi PNJ.



© 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

5. Mengimplementasikan sistem monitoring berbasis *Network Management System (Dashboard Monitoring)* untuk memantau parameter radio dan performa layanan pada sistem *Fixed Wireless Access* berbasis LTE di Laboratorium Telekomunikasi PNJ.

1.4 Luaran

Luaran yang ingin dicapai dalam pembuatan proposal Skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Antena mikrostrip *array* 1×4 MIMO berpolarisasi *circular* yang bekerja pada frekuensi 1,8 GHz dan dapat digunakan sebagai antena penerima (RX) pada aplikasi *Fixed Wireless Access* (FWA) berbasis LTE.
2. Tersusunnya sistem monitoring kinerja jaringan FWA berbasis LTE untuk memantau *throughput*, latency, dan kestabilan koneksi.
3. Tersusunnya sistem *Fixed Wireless Access* berbasis LTE yang diimplementasikan pada Laboratorium Telekomunikasi PNJ beserta hasil pengujian kelayakan radio dan optimasi antena penerima.
4. Diperolehnya evaluasi kelayakan sistem FWA sebagai akses internet tetap untuk mendukung aktivitas laboratorium, termasuk melalui pemantauan kinerja jaringan.
5. Tersusunnya laporan skripsi, artikel ilmiah yang dapat dipublikasikan pada jurnal nasional terakreditasi SINTA 4.

Hak Cipta :

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

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai implementasi dan pengujian kelayakan sistem *Fixed Wireless Access* (FWA) berbasis LTE di Laboratorium Telekomunikasi Politeknik Negeri Jakarta, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem FWA berbasis LTE yang diimplementasikan di Laboratorium Telekomunikasi PNJ beroperasi pada LTE Band 3 (1800 MHz) berjarak sekitar 291 meter. Pengukuran menggunakan antenna bawaan *router* menghasilkan RSRP $-70,22$ dBm (*Excellent*), RSRQ $-9,44$ dB (*Good*), SINR $3,25$ dB (*Fair*), *throughput* $22,48$ Mbps, *delay* $34,10$ ms, *jitter* $14,05$ ms, dan *packet loss* $0,01\%$, yang menunjukkan bahwa lokasi pengujian memiliki kualitas sinyal yang layak sebagai akses internet tetap.
2. Antena mikrostrip *circular patch array* 1×4 MIMO *dual-port* berpolarisasi sirkular berhasil dirancang pada frekuensi $1,8$ GHz menggunakan substrat FR-4 Epoxy ($\epsilon_r = 4,3$, $h = 1,6$ mm). Polarisasi sirkular diperoleh melalui teknik *perturbation slot*, sedangkan penambahan *Defected Ground Structure* (DGS) digunakan untuk memperbaiki isolasi antar elemen dan mempertahankan karakteristik polarisasi sirkular pada konfigurasi MIMO.
3. Pengukuran antenna hasil fabrikasi menghasilkan *return loss* $-21,33$ dB pada $1,84$ GHz, VSWR $1,19$, *gain* $3,65$ dBi, pola radiasi *unidirectional*, *axial ratio* ≤ 3 dB (polarisasi sirkular terpenuhi), *mutual coupling* $-47,88$ dB, ECC $0,00010$, dan *Diversity Gain* 10 dB. Pergeseran frekuensi resonansi dari $1,8$ GHz ke $1,84$ GHz diduga disebabkan oleh perbedaan nilai ϵ_r substrat FR-4 aktual terhadap model simulasi, namun antenna tetap beroperasi pada rentang LTE Band 3 dan memenuhi sebagian besar spesifikasi yang ditetapkan.
4. Penggunaan antenna mikrostrip MIMO meningkatkan RSRP sebesar $7,69$ dB, SINR sebesar $7,10$ dB (dari kategori *Fair* menjadi *Excellent*), dan *throughput* sebesar $43,02\%$ menjadi $32,15$ Mbps, serta menurunkan *jitter* sebesar $72,74\%$ menjadi $3,83$ ms dan *delay* sebesar $10,12\%$ dibandingkan antenna bawaan *router*. Hasil tersebut menunjukkan bahwa antenna mikrostrip MIMO *dual-port* polarisasi sirkular yang dirancang layak diimplementasikan sebagai 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

eksternal penerima pada sistem FWA LTE di Laboratorium Telekomunikasi PNJ.

5. Pengujian *Speedtest User* menunjukkan bahwa sistem FWA LTE mampu menyediakan layanan internet yang stabil pada skenario *single user* maupun *multi-user*. Rata-rata kecepatan *download* mencapai 48,19 Mbps (Ookla) dan 34,64 Mbps (Google Speed Test) pada *single user*, serta 4,87 Mbps (5 pengguna) dan 1,83 Mbps (10 pengguna) pada *multi-user*, sehingga sistem dinilai layak digunakan untuk mendukung akses internet di Laboratorium Telekomunikasi PNJ.
6. Sistem monitoring *Performance Router Monitor* (PRM) berhasil diimplementasikan dan mampu memantau parameter LTE dan QoS secara *semi real-time* dengan hasil pengujian ISO/IEC 25010 meliputi Functional Suitability 1,00 (100%), *Performance Efficiency* rata-rata 90,52% (*Good*) dengan LCP rata-rata 0,37 detik (*Fast*), serta *Usability SUS* sebesar 75,79 (*Good*). Hasil tersebut menyatakan bahwa sistem PRM layak digunakan sebagai sarana monitoring kinerja jaringan FWA berbasis LTE di lingkungan laboratorium.

5.2 Saran

Berdasarkan keterbatasan yang ditemukan dalam penelitian ini, saran yang dapat dipertimbangkan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Proses fabrikasi antena disarankan menggunakan nilai konstanta dielektrik substrat yang diperoleh dari pengukuran langsung, atau menggunakan substrat berpresisi tinggi seperti Rogers RO4003C ($\epsilon_r = 3,55$) untuk mengurangi rugi-rugi dielektrik dan meningkatkan efisiensi antena yang dihasilkan.
2. Optimasi lebih lanjut pada jaringan pencatu antena diperlukan untuk meningkatkan nilai *gain* fabrikasi agar mencapai spesifikasi target ≥ 5 dBi, misalnya melalui perbaikan desain *corporate feed network* atau minimalisasi rugi-rugi konektor.
3. Pengujian sistem FWA perlu diperluas ke kondisi NLOS yang lebih ekstrem, seperti hambatan fisik lebih banyak atau jarak BTS yang lebih jauh, untuk menghasilkan evaluasi kelayakan yang lebih representatif terhadap kondisi nyata di lapangan.



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

- (3GPP), 3rd Generation Partnership Project. (2025). *3rd Generation Partnership Project (3GPP)* (TS 22.261; Release 19). 3GPP.
- (3GPP), 3rd Generation Partnership Project. (2026). *System Architecture for the 5G System (5GS)* (TS 23.501; Release 18). 3GPP.
- 3GPP TS 36.101. (2022). *ETSI TS 136 101—V17.6.0—LTE; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); User Equipment (UE) radio transmission and reception (3GPP TS 36.101 version 17.6.0 Release 17)*.
- Agustini, R., & Nurhayati, N. (2021). Improvement of Coplanar Vivaldi Antenna Radiation Patterns with Fractal Structure for Ultra-Wideband Applications. *INAJEEE Indonesian Journal of Electrical and Eletronics Engineering*, 4(2), 44–50. <https://doi.org/10.26740/inajeee.v4n2.p44-50>
- A-INFO INC. (2024). *LB-20180-NF* [Dataset].
- Alam, S., Wijanto, E., Harsono, B., Samandatu, F., Upa, M., & Surjati, I. (2018). Design Of Array and Circular Polarization Microstrip Antenna For LTE Communication. *MATEC Web of Conferences*, 218, 03006. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201821803006>
- Angelia, P., Munadi, R., & Adriansyah, N. M. (2022). Frequency recommendation for long term evolution network implementation using simple multi attribute rating technique. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 25(3), 1563. <https://doi.org/10.11591/ijeecs.v25.i3.pp1563-1570>
- Ariyanti, S., & Perdana, D. (2020). Analisis Kelayakan Implementasi Teknologi LTE 1.8 GHz Bagi Operator Seluler di Indonesia. *Buletin Pos dan Telekomunikasi*, 1(1), 63. <https://doi.org/10.17933/bpostel.2015.130105>
- Aulia, S., Gaputra, I., Yusnita, S., & Sartika, D. (2025). *Design and implementation of 4G LTE network on 1800 MHz frequency using outdoor LTE-A modem for bad coverage*. 030019. <https://doi.org/10.1063/5.0295019>
- Balanis, C. A. (2016). *Antenna Theory: Analysis and Design* (1st ed). John Wiley & Sons, Incorporated.
- Dako, R. D., & Ridwan, W. (2021). Pengujian karakteristik Functional Suitability dan Performance Efficiency tesadaptif.net. *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 3(2), 66–71. <https://doi.org/10.37905/jjee.v3i2.10787>
- De Beelde, B., Vantorre, M., Castellanos, G., Pickavet, M., & Joseph, W. (2023). MmWave Physical Layer Network Modeling and Planning for Fixed Wireless Access Applications. *Sensors*, 23(4), 2280. <https://doi.org/10.3390/s23042280>



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

- Elahi, M., Trinh-Van, S., Yang, Y., Lee, K.-Y., & Hwang, K.-C. (2021). Compact and High Gain 4×4 Circularly Polarized Microstrip Patch Antenna Array for Next Generation Small Satellite. *Applied Sciences*, 11(19), 8869. <https://doi.org/10.3390/app11198869>
- Emmanuel, T., Michel, D. D. E., & Agbor, E. O. B. (2024). Virtualization of a 4G Evolved Packet Core Network Using Network Function Virtualization (NFV) Technology with NS3 for Enterprise and Educational Purpose. *American Journal of Networks and Communications*, 13(1), 1–18. <https://doi.org/10.11648/j.ajnc.20241301.11>
- Emran, M., Thayananthan, V., Umair, M., Kotuliak, I., Qureshi, M. S., & Qureshi, M. B. (2022). The Handover and Performance Analysis of LTE Network with Traditional and SDN Approaches. *Wireless Communications and Mobile Computing*, 2022(1), 7387737. <https://doi.org/10.1155/2022/7387737>
- Fitrian, H. P., Ramadani, D., Hariri, D. M., Aisyah, S. M. N., Nabila, N., & No, J. C. I. (2025). *Pengaruh Pengelolaan Bandwidth Berbasis QoS Terhadap Kinerja Jaringan dan Layanan Pendidikan di Perguruan Tinggi: Analisis Literatur*. 8(1).
- Harahap, P., Pasaribu, F. I., & Siregar, C. A. (2021a). Network Quality Comparison 4g LTE X And Y in Campus UMSU. *Journal of Physics: Conference Series*, 1858(1), 012010. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1858/1/012010>
- Harahap, P., Pasaribu, F. I., & Siregar, C. A. (2021b). Network Quality Comparison 4g LTE X And Y in Campus UMSU. *Journal of Physics: Conference Series*, 1858(1), 012010. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1858/1/012010>
- 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), 012058. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/850/1/012058>
- Hussain, N., Pham, T., & Tran, H.-H. (2022). Circularly Polarized MIMO Antenna with Wideband and High Isolation Characteristics for C-Band Communication Systems. *Micromachines*, 13(11), 1894. <https://doi.org/10.3390/mi13111894>
- Irfansyah, A., Harianto, B. B., & Pambudiyatno, N. (2021). Design of Rectangular Microstrip Antenna 1x2 Array for 5G Communication. *Journal of Physics: Conference Series*, 2117(1), 012028. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2117/1/012028>
- Isabona, J., Imoize, A. L., Ojo, S., Venkatareddy, P., Hinga, S. K., Sánchez-Chero, M., & Ancca, S. M. (2023). Accurate Base Station Placement in 4G LTE Networks Using Multiobjective Genetic Algorithm Optimization. *Wireless Communications and Mobile Computing*, 2023, 1–9. <https://doi.org/10.1155/2023/7476736>



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

- Kim, I.-H., & Min, K.-S. (2013). Design for Triple Band Patch Array Antenna with High Detection Ability. *Journal of Electromagnetic Engineering and Science*, 13(4), 214–223. <https://doi.org/10.5515/JKIEES.2013.13.4.214>
- Kim-Thi, P., & The-Lam Nguyen, T. (2023). Circularly polarized MIMO patch antenna with high isolation and wideband characteristics for WLAN applications. *Heliyon*, 9(9), e19450. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e19450>
- Kukushkin, A. (2018). *Introduction to Mobile Network Engineering: SGM, 3G-WCDMA, LTE and the Road to 5G* (1st ed.). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781119484196>
- Lemos, M. (2023). Potential Applications of 5G FWA. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 12(1), 1092–1096. <https://doi.org/10.21275/SR23126111026>
- Mammen, S. (2015, April 2). Making Sense of Signal Strength/Signal Quality Readings for Cellular Modems. 2015.
- Mohd Marzuki, A. S., Yusoff Alias, M., Bujang, S., Mohd Hassan, S. M., Bin Salleh, A., & Bin Mohamad Nor, M. H. (2024). Enhancing Rural Connectivity with FWA solution: A Focus on Uplink Performance. *2024 IEEE Asia-Pacific Conference on Applied Electromagnetics (APACE)*, 339–342. <https://doi.org/10.1109/APACE62360.2024.10877307>
- Muliandhi, P., Jayati, A. E., & Hidayati, L. (2023). Analisa Jaringan 4G LTE Provider H3I Menggunakan Software Genex Probe 5.1. *Elektrika*, 15(1), 55. <https://doi.org/10.26623/elektrika.v15i1.6013>
- Najim, H. S., Mosleh, M. F., & Abd-Alhameed, R. A. (2023). Design and simulate a new and simple circular polarization antenna for applications in C-band. 020004. <https://doi.org/10.1063/5.0154505>
- Novanana, S., & Hikmaturokhman, A. (2023). 4G Radio Access Network Simulator for Lab as a Service: Operation, Administration and Maintenance Scenarios in Indonesia. *Journal of Electrical, Electronic, Information, and Communication Technology*, 5(1), 38. <https://doi.org/10.20961/jeeict.5.1.68748>
- Pandey, A. (2019). *Practical microstrip and printed antenna design*. Artech house.
- Pasaribu, M. R. F., & Parenreng, J. M. (2025). Analisis Kualitas Jaringan 4G-LTE Kota Makassar Menggunakan Parameter Quality of Service Dengan Sistem Komunikasi Bergerak Cepat (Drive-Test).
- Patlayenko, M., Osharovska, O., & Solodka, V. (2021). Comparison of LTE Coverage Areas in Three Frequency Bands. *2021 IEEE 4th International Conference on Advanced Information and Communication Technologies (AICT)*, 212–215. <https://doi.org/10.1109/AICT52120.2021.9628960>



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

- Penttinen, J. T. J. (2015). LTE-Advanced Architecture. In J. T. J. Penttinen (Ed.), *The LTE-Advanced Deployment Handbook* (1st ed., pp. 59–84). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781118678879.ch03>
- Pratama, S. Y., & Ananda, F. E. (2022). Desain Antena Mikrostrip Rectangular Patch dengan Inset-feed dan Teknik DGS untuk Meningkatkan Bandwidth pada WiFi 2,45 GHz. *Spektral*, 3(2), 145–150. <https://doi.org/10.32722/spektral.v3i2.5359>
- Putra, F. P. E., Surur, M., & Arifin, G. (2025). *Internet Network QOS Analysis at Yala Kopitiam pamekasan Using Wireshak*. 5(1).
- Rahmawati, Y., Krisnawati, L., & Raihan, M. (2025). Development of Rectangular Microstrip Antenna Array for RFID-Based Automatic Locker Monitoring System Communication. *Journal of Telecommunication Electronics and Control Engineering (JTECE)*, 7(2), 199–211. <https://doi.org/10.20895/jtece.v7i2.1975>
- Ratnaduhita, N., Sudianto, Y., & Kusumawati, A. (2023). ISO/IEC 25010: Analisis Kualitas Sistem E-learning sebagai Media Pembelajaran Online. *Journal of Information System, Graphics, Hospitality and Technology*, 5(1), 8–20. <https://doi.org/10.37823/insight.v5i1.302>
- Sharma, P., Tiwari, R. N., Singh, P., Kumar, P., & Kanaujia, B. K. (2022). MIMO Antennas: Design Approaches, Techniques and Applications. *Sensors*, 22(20), 7813. <https://doi.org/10.3390/s22207813>
- Tran, H.-H., Nguyen, T. T.-L., & Pham, T. D. (2023). Circularly Polarized MIMO Antenna Based on Microstrip Patch and Metasurface Structures. *Electronics*, 12(2), 384. <https://doi.org/10.3390/electronics12020384>
- Widiastuti, N. I., & Susanto, R. (2014). Kajian sistem monitoring dokumen akreditasi teknik informatika unikom. *Majalah Ilmiah UNIKOM*, 12(2). <https://doi.org/10.34010/miu.v12i2.28>
- Wulandari, A., Supriyanto, T., & Itsnan, M. (2019). Perancangan dan Analisa Implementasi LTE Home pada Jaringan 4G LTE di Frekuensi 2300 Mhz. *JST (Jurnal Sains Terapan)*, 5(1). <https://doi.org/10.32487/jst.v5i1.585>
- Wulandari, A., Supriyanto, T., Rifa'i, A., & Hidayatullah, A. (2025). *PERANCANGAN DAN ANALISIS 5G FIXED WIRELESS ACCESS UNTUK AKSELERASI TRANSFORMASI DIGITAL*. 11(1).
- Yuhanef, A., Chandra, D., Thaibah, B., & Setiawan, H. (2023). Analysis Of The Effect Of Distance Between User Equipment and eNodeB On Rsrp And Sinr Value In 1800 Mhz Lte Technology. *Brilliance: Research of Artificial Intelligence*, 3(2), 162–169. <https://doi.org/10.47709/brilliance.v3i2.3030>



© 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

Yungka, Y. R., & Widiyanto, D. C. (2023). 4G LTE NETWORK WALK TEST ANALYSIS USING ANDROID APPLICATION G-NET TRACK ON SWCU FTI BUILDING. *Jurnal Teknik Informatika (Jutif)*, 4(2), 441–448. <https://doi.org/10.52436/1.jutif.2023.4.2.727>

Zapata, J. L., & Ramchandran, H. (2024). *AN EMPIRICAL STUDY ON THE DEPLOYMENT AND PERFORMANCE OF CITIZENS BROADBAND RADIO SERVICE IN 4G LTE COMMERCIAL NETWORKS*. (24).



DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Purbo Dwi Junianto lahir pada tahun 2004. Penulis memulai pendidikan dasar di SDN Tales 1 Kediri. Selanjutnya penulis melanjutkan pendidikan menengah pertama di MTsN Kanigoro Kediri. Setelah menyelesaikan pendidikan menengah pertama, penulis melanjutkan pendidikan di SMKN 17 Jakarta. Pada tahun 2022, penulis melanjutkan pendidikan tinggi di Politeknik Negeri Jakarta pada Program Studi Teknik Broadband Multimedia, Jurusan Teknik Elektro.

© 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



**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

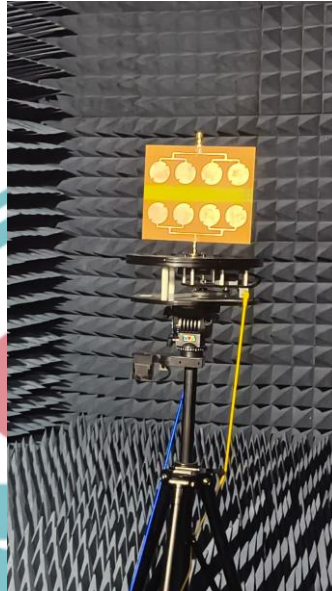


Hak Cipta :

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

LAMPIRAN

1. Pengujian Antena Gain dan Pola Radiasi di *Chamber* Laboratorium Telekomunikasi Radio dan Gelombang Mikro Institut Teknologi Bandung



2. Hasil Pengujian Antena VNA di Laboratorium Telekomunikasi Radio dan Gelombang Mikro Institut Teknologi Bandung



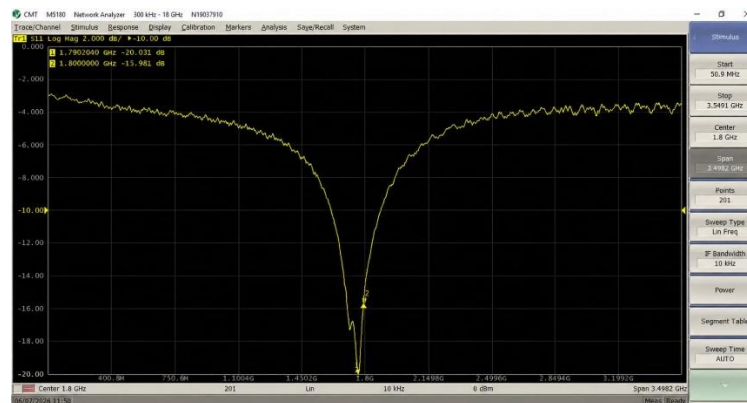


© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

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

3. Pengukuran *Return Loss* dengan VNA saat antenna diimplementasikan di Lab Telekomunikasi G302



4. Pertanyaan Uji *Suitability* PRM
 - Saya merasa sistem PRM dapat membantu proses monitoring jaringan dengan lebih mudah.
 - Saya merasa sistem PRM terlalu rumit untuk digunakan.
 - Saya merasa sistem PRM mudah digunakan.
 - Saya membutuhkan bantuan orang lain untuk memahami dan menggunakan sistem PRM.
 - Saya merasa fitur-fitur pada sistem PRM terintegrasi dengan baik.
 - Saya merasa terdapat banyak ketidakkonsistenan pada sistem PRM.
 - Saya merasa sebagian besar pengguna dapat mempelajari penggunaan sistem PRM dengan cepat.
 - Saya merasa sistem PRM membingungkan untuk digunakan.
 - Saya dapat mengoperasikan fitur-fitur pada sistem PRM dengan baik.
 - Saya perlu mempelajari banyak hal terlebih dahulu sebelum dapat menggunakan sistem PRM.

Responden : Berjumlah 20 Orang yang merupakan mahasiswa aktif program studi Broadband Multimedia PNJ

5. Link Dokumentasi Github Program PRM
<https://github.com/PurboJawa/PRM>