

**RANCANG BANGUN ANTENA *PHASED ARRAY* SECTORAL 3,5 GHZ
HIGH-GAIN UNTUK IMPLEMENTASI PROTOTIPE GNODEB 5G
DENGAN *SOFTWARE DEFINED RADIO* USRP B210**



TUGAS AKHIR

**Disusun Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan
Sarjana Terapan Pada Jurusan Teknik Elektro
Program Studi Teknik Telekomunikasi**

**Oleh:
M. Fhadli Haryadi
062240352311**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG**

2026

TUGAS AKHIR

**RANCANG BANGUN ANTENA *PHASED ARRAY SECTORAL* 3,5 GHZ
HIGH-GAIN UNTUK IMPLEMENTASI PROTOTIPE GNODEB 5G
DENGAN *SOFTWARE DEFINED RADIO* USRP B210**



**Disusun Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan
Sarjana Terapan Pada Jurusan Teknik Elektro
Program Studi Teknik Telekomunikasi**

OLEH:

Nama	: M. Fhadli Haryadi
Dosen Pembimbing I	: Ir. Lindawati, S.T. , M. T. I.
Dosen Pembimbing II	: Sopian Soim, S.T., M.T.

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG**

2026

LEMBAR PENGESAHAN

**RANCANG BANGUN ANTENA PHASED ARRAY SECTORAL 3,5 GHZ
HIGH-GAIN UNTUK IMPLEMENTASI PROTOTYPE GNODEB 5G
DENGAN SOFTWARE DEFINED RADIO USRP B210**



TUGAS AKHIR

**Disusun Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan
Sarjana Terapan Pada Jurusan Teknik Elektro
Program Studi Teknik Telekomunikasi**

OLEH:

M. FALADLI HARYADI

962240352311

Menyetujui,

Pembimbing I

**Palembang, Agustus 2026
Pembimbing II**


Ir. Lindawati, S.T., M.T.I.
NIP. 197105282006042001


Soplan Soim, S.T., M.T.
NIP. 197103142001121601

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro

**Koordinator Program
Studi Sarjana Terapan
Teknik Telekomunikasi**




Dr. Ir. Selamat Muslimin, S.T., M.Kom., IPM.
NIP. 1979061222008011007


Mohammad Fadhli, S.Pd., M.T.
NIP. 199004032018031001

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan:

Nama : M. Fhadli Haryadi
Jenis Kelamin : Laki - Laki
Tempat, Tanggal Lahir : Palembang, 18 September 2004
Alamat : Jl. K.H. Azhari No. 61
NPM : 062240352311
Program Studi : Sarjana Terapan Teknik Telekomunikasi
Jurusan : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Antena *Phased Array Sectoral*
3,5 GHz *High-Gain* Untuk Implementasi Prototipe
gNodeB 5G Dengan *Software Defined Radio* USRP
B210

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa:

1. Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri serta bebas dari tindakan plagiasi dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.
2. Dapat menyelesaikan segala urusan terkait pengumpulan revisi Tugas Akhir yang sudah disetujui oleh dewan penguji paling lama 1 bulan setelah ujian Tugas Akhir.
3. Dapat menyelesaikan segala urusan peminjaman/penggantian alat/buku dan lainnya paling lama 1 bulan setelah ujian Tugas Akhir.

Apabila di kemudian hari diketahui ada pernyataan yang terbukti tidak benar dan tidak dapat dipenuhi, maka saya siap bertanggung jawab dan menerima sanksi tidak diikutsertakan dalam prosesi wisuda serta dimasukkan dalam daftar hitam oleh jurusan Teknik Elektro sehingga berdampak tertundanya pengambilan Ijazah & Transkrip (ASLI & COPY). Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya dan dalam keadaan sadar tanpa paksaan.



Palembang, Agustus 2026
Yang Menyatakan,



(M. Fhadli Haryadi)

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

“People who don’t work hard, don’t have the right to envy the people who do.”
(Hachiman Hikigaya)

“Kadang kita itu terlalu pintar buat bikin rencana, tapi terlalu takut untuk memulai.”
(Forrest Gump)

Segala puji syukur saya panjatkan ke hadirat Allah SWT, yang dengan kasih dan rahmat-Nya, tugas akhir ini dapat terselesaikan. Dengan penuh rasa hormat dan cinta, karya sederhana ini saya persembahkan kepada:

1. Ayah dan Ibu tercinta, yang selalu menjadi sumber kekuatan, doa, dan kasih sayang tiada henti.
2. Saudara-saudara dan keluarga besar, yang senantiasa mendukung dalam doa dan semangat.
3. Dosen Pembimbing saya Ibu Ir. Lindawati, S.T., M. T. I. dan Bapak Sopian Soim, S.T., M.T. yang tak henti membagi ilmu dan bimbingan.
4. Para Sahabat Tercinta yang setia menjadi teman diskusi, berbagi tawa, keluh kesah, hingga detik terakhir perjuangan.
5. Almamater tercinta, tempat saya menimba ilmu, belajar berdiri, dan mengukir mimpi.
6. Dan terakhir, untuk diri saya sendiri, sebagai pengingat bahwa usaha, doa, dan tawakal adalah kunci untuk meraih mimpi.

ABSTRAK

**RANCANG BANGUN ANTENA *PHASED ARRAY SECTORAL* 3,5 GHz
HIGH-GAIN UNTUK IMPLEMENTASI PROTOTIPE GNODEB 5G
DENGAN *SOFTWARE DEFINED RADIO* USRP B210
(2026: XIV+70 Halaman+20 Gambar+10 Tabel+Daftar Pustaka+Lampiran)**

M. FHADLI HARYADI

062240352311

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK TELEKOMUNIKASI
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA**

Jaringan 5G Sub-6 GHz pada frekuensi 3,5 GHz (band n78) menjadi fokus utama dalam pengembangan sistem komunikasi modern karena mampu memberikan keseimbangan antara kapasitas data tinggi, cakupan luas, dan latensi rendah. Namun, pada implementasi prototipe gNodeB berbasis Software Defined Radio (SDR), penggunaan antena konvensional omni-directional masih memiliki keterbatasan dalam menghasilkan *gain* tinggi serta pola radiasi yang terarah sehingga performa sistem belum optimal. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang, memfabrikasi, dan mengimplementasikan antena *phased array sectoral* mikrostrip patch 4×4 dengan penerapan Defected Ground Structure (DGS) dan jaringan pencatu *corporate feed* berbasis Wilkinson *power divider* untuk meningkatkan *gain*, *bandwidth*, serta kualitas pencocokan impedansi antena pada frekuensi 3,5 GHz. Metode penelitian yang digunakan adalah Action Research yang meliputi tahapan diagnosing, planning, action, evaluation, dan learning. Proses perancangan dilakukan melalui simulasi menggunakan ADS dengan substrat FR-4 untuk memperoleh performa elektromagnetik yang optimal. Antena hasil fabrikasi kemudian diuji menggunakan Vector Network Analyzer (VNA), diintegrasikan dengan perangkat Universal Software Radio Peripheral (USRP) B210 sebagai platform SDR, serta diuji secara *Over-the-air* (OTA). Penelitian ini menghasilkan implementasi antena *phased array* yang mampu mendukung pengujian sistem komunikasi 5G berbasis SDR serta dapat menjadi referensi pengembangan antena *phased array* berbiaya lebih terjangkau.

Kata Kunci: 5G Sub-6 GHz, Antena Susunan Berfase, DGS, Jaringan Pencatuan Korporat, SDR, USRP, *gNodeB*.

ABSTRACT

DESIGN AND FABRICATION OF 3.5 GHZ HIGH GAIN SECTORAL PHASED ARRAY ANTENNA FOR 5G GNODEB PROTOTYPE USING USRP B210

(2026: XIV+70 Pages+28 Figures+10 Tables+bibliography+appendices)

M. FHADLI HARYADI

062240352311

DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING

BACHELOR OF APPLIED SCIENCE IN TELECOMMUNICATION

STATE POLYTECHNIC OF SRIWIJAYA

The 5G Sub-6 GHz network operating at 3.5 GHz (band n78) has become a major focus in modern communication system development due to its ability to provide a balance between high data capacity, wide coverage, and low latency. However, in Software Defined Radio (SDR)-based gNodeB prototype implementations, conventional omni-directional antennas still have limitations in providing high gain and directional radiation patterns, resulting in suboptimal system performance. Therefore, this study aims to design, fabricate, and implement a 4×4 microstrip patch sectoral phased array antenna by applying Defected Ground Structure (DGS) and a corporate feed network based on a Wilkinson power divider to improve gain, bandwidth, and antenna impedance matching performance at 3.5 GHz. The research method employed is Action Research consisting of diagnosing, planning, action, evaluation, and learning stages. The design process was carried out through simulation using ADS with a FR-4 substrate to obtain optimal electromagnetic performance. The fabricated antenna was then tested using a Vector Network Analyzer (VNA), integrated with the Universal Software Radio Peripheral (USRP) B210 as the SDR platform, and evaluated through Over-the-air (OTA) testing. The results of this study are expected to produce an antenna with performance that meets design specifications and support the implementation of SDR-based 5G communication systems as a reference for developing more affordable phased array antenna solutions.

Keywords: 5G Sub-6 GHz, Phased Array Antenna, DGS, Corporate feed, SDR, USRP, gNodeB.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Allah SWT atas limpahan berkat dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **“RANCANG BANGUN ANTENA PHASED ARRAY SECTORAL 3,5 GHZ HIGH-GAIN UNTUK IMPLEMENTASI PROTOTIPE GNODEB 5G DENGAN SOFTWARE DEFINED RADIO USRP B210”**. Tugas akhir ini dibuat untuk memenuhi salah satu kurikulum di Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Telekomunikasi Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang.

Dengan selesainya Tugas Akhir ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada Ibu Ir. Lindawati, S.T., M.T. dan Bapak Sopian Soim, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan banyak bimbingan dan masukan yang membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Selain itu penulis juga mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Selamat Muslimin, S.T., M.Kom., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Bapak Mohammad Fadhli, S.Pd., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Telekomunikasi.
3. Ibu Ir. Hj. Emilia Hesti, S. T., M.Kom selaku Ketua Penguji Seminar TA.
4. Ibu R.A. Halimatussa'diyah, S. T., M.Kom selaku Penilai Seminar TA.
5. Ibu Ir. Nurhajar Anugraha, S. T., M.T. selaku Penilai Seminar TA.
6. Bapak dan Ibu dosen penguji Program Studi Teknik Telekomunikasi yang telah membimbing dan memberikan ilmu kepada penulis.
7. Orang tua dan keluarga yang selalu memberikan doa, dukungan serta motivasi dalam menyelesaikan studi ini.
8. Juan, Ucup, Rifki, Juri, Anas, Nisa, Jhessica, Ghina dan semua sahabat saya yang tidak bisa saya sebut satu persatu, yang telah memberikan semangat, bantuan dan masukan mengenai tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini masih terdapat kekurangan dan kekeliruan, baik mengenai isi maupun cara penulisan. Untuk itu penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang membangun. Akhirnya, penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat, khusus nya bagi penulis sendiri dan umumnya bagi para pembaca.

Palembang, Agustus 2026

M. Fhadli Haryadi

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iii
SURAT PERNYATAAN	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	15
1.1 Latar Belakang	15
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan.....	5
1.5 Manfaat.....	5
1.6 Metode Penulisan	6
1.7 Sistematika Penulisan.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Antena Microstrip Patch.....	8
2.2 Antena <i>Phased Array</i>	9
2.3 Teknologi 5G Sub-6 GHz.....	11
2.4 Teknik <i>Beamforming</i> pada Sistem Antena <i>Array</i>	12
2.5 Parameter Kinerja Antenna	14
2.5.1 Return loss dan VSWR.....	14
2.5.2 Bandwidth	15
2.5.3 Gain dan Efisiensi	15
2.5.4 Pola Radiasi.....	15
2.6 Defected Ground Structure (DGS)	16
2.7 Jaringan Pencatu (Feed network) Corporate feed	17
2.8 Substrat FR-4.....	19
2.9 Konsep Dasar Perancangan Antena <i>Phased Array</i>	21
2.9.1 Penentuan Spesifikasi	21
2.9.2 Pemilihan Elemen.....	22
2.9.3 Penentuan Substrat	22
2.9.4 Perhitungan Dimensi Awal	23
2.9.5 Perancangan Jaringan Pencatu	23
2.9.6 Penyusunan Konfigurasi Antena <i>Array</i>	24
2.9.7 Simulasi dan Optimasi Desain Antena	24
2.9.8 Fabrikasi Antena.....	25
2.9.9 Pengujian dan Validasi Kinerja Antena	25
2.10 Keysight Advanced Design System (ADS).....	26
2.11 Software Defined Radio (SDR).....	27
2.12 USRP (Universal Software Radio Peripheral)	28

2.13	Penguat RF (RF Power Amplifier).....	29
2.14	gNodeB 5G Berbasis SDR	31
2.15	Simulasi dan Fabrikasi Antena.....	32
2.16	Pengujian dan Pengukuran Antena.....	33
2.17	Penelitian Terdahulu.....	34
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	36
3.1	Diagram Alur (Flowchart).....	36
3.2	Diagram Blok Sistem	39
3.3	Perancangan Antena Phased Array Sectoral 4x4	40
3.3.1	Penentuan Spesifikasi Antena	40
3.3.2	Perhitungan Dimensi Antena.....	40
3.3.3	Konfigurasi Array 4×4	44
3.4	Pemodelan dan Simulasi	45
3.5	Metode Pengujian Antena	46
3.5.1	Pengujian Parameter S (VNA)	46
3.5.2	Pengujian Pola Radiasi dan Gain	47
3.5.3	Pengujian Integrasi dengan USRP	47
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	48
4.1	Hasil Perancangan dan Realisasi Antena	48
4.1.1	Hasil Simulasi Antena	48
4.1.2	Hasil Fabrikasi Antena	52
4.2	Hasil Pengujian Antena	54
4.2.1	Pengujian Menggunakan VNA	54
4.2.2	Pengujian Menggunakan Spectrum Analyzer	55
4.2.3	Analisis Perhitungan, Simulasi dan Fabrikasi	57
4.3	Hasil Implementasi Sistem.....	58
4.3.1	Integrasi Antena dengan USRP B210	58
4.3.2	Konfigurasi srsRAN dan Open5GS.....	59
4.3.3	Pengujian OTA.....	59
4.4	Analisa Keseluruhan.....	61
4.4.1	Evaluasi Target Desain.....	61
4.4.2	Keterbatasan Penelitian	62
4.4.3	Pembahasan Hasil.....	62
BAB V	PENUTUP.....	64
5.1	Kesimpulan.....	64
5.2	Saran.....	65
DAFTAR PUSTAKA.....		67
LAMPIRAN.....		71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Microstrip Patch Antenna Array.....	8
Gambar 2. 2. Antenna Phased Array	10
Gambar 2. 3. Ilustrasi pembentukan beam (<i>beamforming</i>)	13
Gambar 2. 4. Variasi bentuk DGS	16
Gambar 2. 5. Struktur jaringan pencatu.....	18
Gambar 2. 6. Substrat FR-4	19
Gambar 2. 7. Tampilan awal CST	26
Gambar 2. 8. Diagram Arsitektur SDR	27
Gambar 2. 9. USRP B210.....	29
Gambar 2. 10. RF Power Amplifier	30
Gambar 2. 11. gNodeB 5G menggunakan USRP.....	31
Gambar 3. 1. Flowchart Tahapan Penelitian.	37
Gambar 3. 2. Diagram Blok.....	39
Gambar 3. 3. Desain Antena Array 4×4 dengan <i>Corporate feed</i>	44
Gambar 3. 4. Pemodelan Antena Patch tunggal.	45
Gambar 3. 5. Pemodelan Antena Patch Array 4x4.....	46
Gambar 4. 1. Geometri Antena Hasil Perancangan.....	49
Gambar 4. 2 Grafik Return loss (S11) hasil simulasi	49
Gambar 4. 3. Grafik VSWR Hasil Simulasi.....	50
Gambar 4. 4. Parameter Antena Hasil Simulasi	51
Gambar 4. 5. Pola Radiasi Tiga Dimensi Hasil Simulasi	51
Gambar 4. 6. Antena phased array sectoral hasil fabrikasi	53
Gambar 4. 7. Hasil Pengukuran Antena Menggunakan nano NanoVNA	54
Gambar 4. 8. Hasil Pengukuran Sebelum Penambahan Amplifier.....	55
Gambar 4. 9. Hasil Pengukuran Setelah Penambahan Amplifier.....	56
Gambar 4. 10. Integrasi Fisik Antena Hasil Fabrikasi dengan USRP B210	58
Gambar 4. 11. Dokumentasi pengujian OTA pada jarak 100 meter	60
Gambar 4. 12. Tampilan pada Smartphone saat pengujian OTA.....	61

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Perbandingan karakteristik material substrat	20
Tabel 2. 2. Penelitian Terdahulu.....	34
Tabel 3. 1. Spesifikasi Target Antena Phased <i>Array</i> 4×4.	40
Tabel 4. 1. Ringkasan Hasil Simulasi Antena	52
Tabel 4. 2. Dimensi Akhir Antena Hasil Fabrikasi	53
Tabel 4. 3. Hasil Pengujian NanoVNA pada Antena Fabrikasi	55
Tabel 4. 4. Perbandingan Level Sinyal dengan dan Tanpa Amplifier.....	56
Tabel 4. 5. Perbandingan Hasil Simulasi dan Realisasi	57
Tabel 4. 6. Parameter Konfigurasi Sistem srsRAN dan Open5GS	59
Tabel 4. 7. Hasil Pengujian OTA	59

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1** Daftar Riwayat Hidup
- Lampiran 2** Lembar Kesepakatan Bimbingan TA Pembimbing 1
- Lampiran 3** Lembar Kesepakatan Bimbingan TA Pembimbing 2
- Lampiran 4** Lembar Bimbingan TA Pembimbing 1
- Lampiran 5** Lembar Bimbingan TA Pembimbing 2
- Lampiran 6** Lembar Rekomendasi Ujian TA
- Lampiran 7** Lembar Pelaksanaan Revisi Tugas Akhir
- Lampiran 8** *Letter of Acceptance* (LoA)
- Lampiran 9** Manuskrip Jurnal
- Lampiran 10** Dokumentasi Penelitian