

**RANCANG BANGUN *RADIO FREQUENCY POWER AMPLIFIER*
UNTUK EKSTENSI JANGKAUAN JARINGAN *PRIVATE 4G LTE*
BERBASIS USRP B210**



TUGAS AKHIR

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

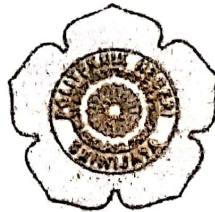
Oleh :

R.A.RAHMADINA FITRIAH

062240352317

**POLITEKNIK NEGERI SRWIJAYA
PALEMBANG
2026**

LEMBAR PENGESAHAN
RANCANG BANGUN *RADIO FREQUENCY POWER AMPLIFIER* UNTUK
EKSTENSI JANGKAUAN JARINGAN *PRIVATE 4G LTE*
BERBASIS USRP B210



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

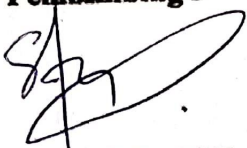
Oleh:

R.A.Rahmadina Fitriah
062240352317

Menyetujui,

Palembang, Agustus 2026

Dosen Pembimbing I


Sopian Soim, S.T., M.T.
NIP. 197103142001121001

Dosen Pembimbing II


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

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Dr. Ir. Selamat Muslima, S.T., M.Kom., IPM.
NIP. 197907222008011007

Koordinator Program Studi
Sarjana Terapan Teknik
Telekomunikasi


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

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan :

Nama : R.A.Rahmadina Fitriah
Jenis Kelamin : Perempuan
Tempat, Tanggal Lahir : Palembang, 19 Oktober 2004
Alamat : Jl. Kopral Umar Said No.1615-D
NIM : 062240352317
Program Studi : Sarjana Terapan Teknik Telekomunikasi
Jurusan : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun *Radio Frequency Power Amplifier* Untuk Ekstensi Jangkauan Jaringan *Private 4G LTE* Berbasis 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 dikemudian 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, 6 Agustus 2026

Yang Menyatakan



R.A.Rahmadina Fitriah

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

“Believe in yourself, for you are capable of achieving extraordinary things.”

"Even the darkest hours can lead to the brightest chapters."

“You could be the greatest, you can be the best”

(The Script, Hall of Fame)

Dengan penuh rasa syukur yang tak terhingga, karya ini dipersembahkan bukan sekadar tumpukan kata dan angka, melainkan jejak perjalanan batin yang berlabuh dalam doa, usaha, dan harapan.

1. Untuk Allah SWT, sumber cahaya dan ilmu yang tiada batas, yang dengan rahmat-Nya membimbing langkahku, menanamkan kesabaran di setiap tantangan, dan mengajarkan aku arti keikhlasan yang hakiki.
2. Untuk mama tersayang, Kamaliah tiang kehidupan yang selalu menguatkan dengan cinta dan doa tanpa henti.
3. Untuk kakak-kakakku, R.A.Ledi Aprini dan R.A.Ranti Maharani, pemberi motivasi dan arahan ketika walaupun hanya via online tapi kehadirannya tetap terasa baik suka maupun duka.
4. Untuk diriku sendiri, pejuang gigih yang terus melangkah meski jalan tak selalu sesuai ekspektasi, setiap tetes keringat, air mata dan doa adalah jejak sunyi dari tekad yang tak pernah padam.
5. Untuk dosen pembimbingku, Bapak Sopian Soim, S.T., M.T. dan Bapak Mohammad Fadhli, S.Pd., M.T, penerang dalam kegelapan data dan kebingungan teori, yang sabar membimbing setiap langkahku.
6. Untuk sahabat-sahabatku yang tidak dapat disebutkan satu-persatu, jiwa-jiwa yang tumbuh bersamaku dari dulu sampai sekarang, menapaki jejak hari-hari penuh tawa, air mata, dan semangat tanpa lelah. Terima kasih telah menjadi bagian dari kisah yang tak ternilai, sumber cahaya dalam gelap, dan kekuatan dalam lelah.

ABSTRAK

RANCANG BANGUN *RADIO FREQUENCY POWER AMPLIFIER* UNTUK EKSTENSI JANGKAUAN JARINGAN PRIVATE 4G LTE BERBASIS USRP B210

(2026 : xv + 87 Halaman + 16 Gambar + 19 Tabel + 37 Daftar Pustaka)

R.A.RAHMADINA FITRIAH

062240352317

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

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

USRP B210 sebagai perangkat *Software Defined Radio* (SDR) memiliki keterbatasan daya pancar hanya 10–20 dBm, sehingga jangkauan jaringan *private* 4G LTE yang dihasilkan sangat terbatas. Penelitian ini merancang dan mengimplementasikan RF *power amplifier* berbasis MMIC TQP7M9102 pada frekuensi 1.800 MHz (LTE Band 3) menggunakan pendekatan kelas operasi C dengan jaringan pencocokan impedansi L-Network pada substrat PCB FR-4, yang dioptimasi menggunakan Keysight ADS. Pengujian dilakukan dengan membandingkan kondisi tanpa dan dengan RF PA, meliputi parameter kinerja (Gain, PAE, P1dB, IP3) dan parameter kualitas sinyal (RSRP, RSRQ, RSSI). Hasil pengujian menunjukkan RF PA menghasilkan Gain terukur sebesar 4,50 dB dengan estimasi P1dB +21,47 dBm dan OIP3 +31,47 dBm. Integrasi RF PA meningkatkan RSRP rata-rata dari -93,4 dBm menjadi -74,1 dBm ($\pm 19,3$ dB), RSRQ dari -20,9 dB (Sangat Buruk) menjadi -5,4 dB (Sangat Baik), dan RSSI dari -71,0 dBm menjadi -53,0 dBm (± 18 dB). Seluruh titik pengukuran pada jarak 1–7 meter berhasil mencapai kategori Sangat Baik setelah integrasi RF PA, membuktikan bahwa RF *power amplifier* secara efektif memperluas jangkauan jaringan *private* 4G LTE berbasis USRP B210.

Kata Kunci: RF *Power Amplifier*, MMIC TQP7M9102, USRP B210, 4G LTE, RSRP, RSRQ, RSSI

ABSTRACT

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF RADIO FREQUENCY POWER AMPLIFIER FOR RANGE EXTENSION OF PRIVATE 4G LTE NETWORK BASED ON USRP B210

(2026 : xv + 87 Pages + 16 Figures + 19 Tables + 37 References)

R.A.RAHMADINA FITRIAH

062240352317

DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING

BACHELOR OF APPLIED TELECOMMUNICATION ENGINEERING

STATE POLYTECHNIC OF SRIWIJAYA

USRP B210 as a Software Defined Radio (SDR) device has a limited transmit power of only 10–20 dBm, resulting in restricted coverage of the private 4G LTE network. This study designs and implements an RF power amplifier based on MMIC TQP7M9102 at 1,800 MHz (LTE Band 3) using a Class C operating approach with an L-Network impedance matching network on an FR-4 PCB substrate, optimized through Keysight ADS simulation. Testing was conducted by comparing conditions without and with RF PA integration, evaluating performance parameters (Gain, PAE, P1dB, IP3) and signal quality parameters (RSRP, RSRQ, RSSI). Results show the RF PA achieves a measured Gain of 4.50 dB with an estimated P1dB of +21.47 dBm and OIP3 of +31.47 dBm. RF PA integration improved average RSRP from -93.4 dBm to -74.1 dBm (± 19.3 dB), RSRQ from -20.9 dB (Very Poor) to -5.4 dB (Very Good), and RSSI from -71.0 dBm to -53.0 dBm (± 18 dB). All measurement points at 1–7 meters achieved the Very Good category after RF PA integration, confirming that the RF power amplifier effectively extends the coverage of the USRP B210-based private 4G LTE network.

Keywords : RF Power Amplifier, MMIC TQP7M9102, USRP B210, 4G LTE, RSRP, RSRQ, RSSI

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir sebagai syarat menyelesaikan Pendidikan Sarjana Terapan Teknik Telekomunikasi Politeknik Negeri Sriwijaya.

Dengan selesainya tahapan persiapan tugas akhir ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Sopian Soim, S.T., M.T. selaku pembimbing 1 dan Bapak Mohammad Fadhli, S.Pd.,M.T. selaku Koordinator Program Studi Sarjana Terapan Teknik Telekomunikasi.dan dosen pembimbing 2 yang telah memberikan banyak bimbingan dan masukan yang membantu penulis dalam menyelesaikan tahapan persiapan tugas akhir ini. Selain itu penulis juga mengucapkan terima kasih kepada :

1. Orang tua dan anggota keluarga lain yang telah memberikan bantuan, masukan, dan dorongan moral maupun material selama menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak Dr. Ir. Selamat Muslimin, S.T., M.Kom., IPM. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Ibu Lindawati, S.T.,M.T.I. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Segenap dosen dan seluruh staff karyawan Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Teman-teman seperjuangan TEM yang selalu memberikan dukungan serta masukan selama penyusunan tugas akhir.
6. Teman-teman mahasiswa program studi D-IV teknik telekomunikasi angkatan 22 yang memberikan semangat dan dukungan selama perkuliahan.
7. Teman- teman pekokrat dan djl yang sudah memberikan motivasi dan juga saran selama penyusunan tugas akhir.
8. Teman-teman lain yang memberikan masukan, saran dan semangat yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang dapat menyempurnakan tugas akhir ini di masa yang akan datang. Penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca.

Palembang, Agustus 2026

Penulis

R.A.Rahmadina Fitriah

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR RUMUS	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	16
1.1. Latar Belakang	16
1.2. Rumusan Masalah	17
1.3. Batasan Masalah.....	18
1.4. Tujuan	19
1.5. Manfaat	20
1.6. Metode Penelitian.....	20
1.7. Sistematika Penulisan	21
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	23
2.1. <i>Fixed Wireless Access</i> (FWA)	23
2.2. Jaringan 4G LTE	24
2.2.1 Evolusi Jaringan Seluler.....	24
2.2.2 Arsitektur Jaringan 4G	27
2.2.3 Teknik Transmisi OFDM pada 4G LTE	29
2.2.4 Frekuensi Band dan Parameter Daya 4G LTE di Indonesia	30
2.3. <i>RF Power Amplifier</i>	31
2.3.1 Peran RF Power Amplifier pada Sistem Pemancar LTE	32
2.3.2 Kelas Operasi <i>Amplifier</i>	33
2.3.3 Konsep Desain RF <i>Power Amplifier</i>	34

2.3.4	Parameter Kinerja.....	41
2.3.5	Parameter Kualitas Sinyal.....	44
2.4.	<i>Monolithic Microwave Integrated Circuit (MMIC)</i>	47
2.5.	USRP B210	50
2.6.	<i>State of The Art</i>	51
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		55
3.1.	Kerangka Penelitian	55
3.2.	Alat dan Bahan yang Digunakan.....	58
3.2.1.	Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	58
3.2.2.	Perangkat Lunak (<i>Software</i>) Pendukung.....	59
3.2.3.	Bahan dan Komponen Rangkaian	60
3.3.	Perancangan Sistem	61
3.4.	Perancangan RF <i>Power Amplifier</i>	61
3.4.1	Diagram Blok Sistem RF <i>Power Amplifier</i>	62
3.4.2	Pemilihan Kelas <i>Power Amplifier</i>	63
3.4.3	Penentuan Titik Bias	64
3.4.4	Perancangan <i>Impedance Matching</i>	64
3.4.5	Spesifikasi Perancangan.....	68
3.5.	Pembuatan Alat	69
3.6.	Pengujian RF <i>Power Amplifier</i>	70
3.6.1	Perhitungan Gain.....	71
3.6.2	Perhitungan PAE.....	71
3.6.3	Perhitungan P1dB.....	72
3.6.4	Perhitungan IP3	72
3.6.5	Perhitungan Parameter Kualitas Sinyal (RSRP, RSRQ, RSSI).....	72
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		73
4.1.	Hasil Fabrikasi RF <i>Power Amplifier</i>	73
4.1.1	Realisasi Alat dan Bahan.....	73
4.1.2	Realisasi RF <i>Power Amplifier</i>	75
4.2.	Hasil Pengujian	77
4.2.1	Hasil Pengujian Gain.....	77
4.2.2	Hasil Pengujian Linearitas	81

4.1.3	Hasil Evaluasi Parameter Kualitas Sinyal.....	84
BAB V PENUTUP.....		96
5.1	Kesimpulan	96
5.2	Saran.....	97
DAFTAR PUSTAKA.....		98
DOKUMENTASI.....		103

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Evolusi Jaringan Seluler.	24
Gambar 2. 2 Arsitektur Jaringan 4G	27
Gambar 2. 3 Contoh RF <i>power amplifier</i>	32
Gambar 2. 4 Alur Kerja RF <i>Power Amplifier</i>	32
Gambar 2. 5 Skematik rangkaian umum RF <i>power amplifier</i>	35
Gambar 2. 6 TQP7M9102	48
Gambar 2. 7 <i>Universal Software Radio Peripheral (USRP) B210</i>	50
Gambar 3. 1 Kerangka Kerja Keseluruhan.....	55
Gambar 3. 2 <i>Flowchart</i> Penelitian.....	57
Gambar 3. 3 Topologi Perencanaan.....	61
Gambar 3. 4 Blok Diagram Sistem RF <i>Power Amplifier</i>	62
Gambar 3. 5 Skematik Rangkaian RF <i>Power Amplifier</i>	70
Gambar 4. 1 Realisasi Fisik Power Amplifier di Antena.....	74
Gambar 4. 2 Realisasi RF Power Amplifier	76
Gambar 4. 3 Pengujian RF Power Amplifier menggunakan Spectrum Analyzer	78
Gambar 4. 4 Pengujian Tanpa RF Power Amplifier menggunakan Spectrum Analyzer	78

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Alokasi Frekuensi 4G LTE di Indonesia	31
Tabel 2. 2 Kategori Penilaian RSSI	45
Tabel 2. 3 Standar Penilaian RSRP	46
Tabel 2. 4 Standar Penilaian RSRQ	47
Tabel 2. 5 Spesifikasi TQP7M9102	49
Tabel 2. 6. Tabel Spesifikasi USRP B210	50
Tabel 2. 7 <i>State of The Art</i>	51
Tabel 3. 1 Daftar Perangkat Keras yang Digunakan	59
Tabel 3. 2 Daftar Perangkat Lunak yang Digunakan.....	59
Tabel 3. 3 Daftar Bahan dan Komponen Rangkaian	60
Tabel 3. 4 Spesifikasi Target RF Power Amplifier	69
Tabel 4. 1 Alat dan Bahan yang Digunakan dalam Implementasi.....	74
Tabel 4. 2 Hasil Pengukuran Level Daya Keluaran RF Power Amplifier pada Rentang Frekuensi 1.700–1.800 MHz	80
Tabel 4. 3 Hasil Pengukuran tanpa RF <i>Power Amplifier</i>	85
Tabel 4. 4 Hasil Pengukuran dengan RF Power Amplifier.....	86
Tabel 4. 5 Perbandingan Peningkatan Jangkauan.....	87
Tabel 4. 6 Hasil Perhitungan N _{RB} Berdasarkan Data RSSI dan RSRP pada Setiap Titik Jarak.....	90
Tabel 4. 7 Hasil Perhitungan RSRQ Teoritis (N _{RB} = 6) Dibandingkan dengan RSRQ Terukur pada Setiap Titik Jarak	92
Tabel 4. 8 Hasil Perhitungan ΔP_{signal} Berdasarkan Selisih RSSI pada Setiap Titik Jarak.....	94

DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1	Kondisi penetapan titik bias Kelas C
Rumus 2.2	Sudut konduksi (θ)
Rumus 2.3	Reaktansi induktif RF choke (X_L)
Rumus 2.4	Reaktansi kapasitif kapasitor kopling/bypass (X_C)
Rumus 2.5	Koefisien refleksi (Γ)
Rumus 2.6	Return Loss (RL)
Rumus 2.7	Faktor kualitas (Q) jaringan L-Network
Rumus 2.8	Elemen reaktif seri (X_s)
Rumus 2.9	Elemen reaktif shunt (X_p)
Rumus 2.10	Impedansi karakteristik mikrostrip (Z_0 , untuk $W/H \leq 1$)
Rumus 2.11	Impedansi karakteristik mikrostrip (Z_0 , untuk $W/H > 1$)
Rumus 2.12	Konstanta dielektrik efektif (ϵ_{eff})
Rumus 2.13	Panjang gelombang saluran transmisi (λ_g)
Rumus 2.14	Penguatan (Gain)
Rumus 2.15	<i>Power Added Efficiency (PAE)</i>
Rumus 2.16	<i>Point 1 dB Compression (P1dB)</i> kondisi ideal
Rumus 2.17	<i>Point 1 dB Compression (P1dB)</i> nonlinier
Rumus 2.18	<i>Output Third-Order Intercept Point (OIP3)</i>
Rumus 2.19	<i>Input Third-Order Intercept Point (IIP3)</i>
Rumus 2.20	<i>Received Signal Strength Indicator (RSSI)</i>
Rumus 2.21	<i>Reference Signal Received Power (RSRP)</i>
Rumus 2.22	<i>Reference Signal Received Quality (RSRQ)</i>

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Lembar Kesepakatan Bimbingan Tugas Akhir
Lampiran 2	Lembar Bimbingan Tugas Akhir
Lampiran 3	Lembar Rekomendasi Ujian Tugpas Akhir
Lampiran 4	Lembar Pelaksanaan Revisi Ujian Tugas Akhir
Lampiran 5	<i>Letter of Acceptence</i> (LoA)
Lampiran 6	Dokumentasi Alat