

**ANALISIS PENGARUH *THERMAL MANAGEMENT* TERHADAP
KINERJA RADIO FREKUENSI *POWER AMPLIFIER* PADA
SISTEM *SOFTWARE DEFINED RADIO* BERBASIS
*UNIVERSAL SOFTWARE RADIO PERIPHERAL***



TUGAS AKHIR

**Disusun untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Tugas Akhir
Pendidikan Sarjana Terapan Pada Jurusan Teknik Elektro
Program Studi Teknik Telekomunikasi
Jurusan Teknik Elektro**

Oleh :

Jhessica Amanda Putri

062240352259

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG**

2026

TUGAS AKHIR

ANALISIS PENGARUH *THERMAL MANAGEMENT* TERHADAP KINERJA RADIO FREKUENSI *POWER AMPLIFIER* PADA SISTEM *SOFTWARE DEFINED RADIO* BERBASIS *UNIVERSAL SOFTWARE RADIO PERIPHERAL*



**Disusun untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Tugas Akhir
Pendidikan Sarjana Terapan Pada Jurusan Teknik Elektro
Program Studi Teknik Telekomunikasi
Jurusan Teknik Elektro**

Oleh:

Nama	: Jhessica Amanda Putri
NIM	: 062240352259
Dosen Pembimbing I	: Ir. Lindawati, S.T., M.T.I.
Dosen Pembimbing II	: Sopian Soim, S.T., M.T.

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

PALEMBANG

2026

**ANALISIS PENGARUH *THERMAL MANAGEMENT* TERHADAP
KINERJA RADIO FREKUENSI *POWER AMPLIFIER* PADA
SISTEM *SOFTWARE DEFINED RADIO* BERBASIS
*UNIVERSAL SOFTWARE RADIO PERIPHERAL***



**Disusun untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Tugas Akhir
Pendidikan Sarjana Terapan Pada Jurusan Teknik Elektro
Program Studi Teknik Telekomunikasi
Jurusan Teknik Elektro**

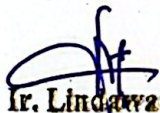
Oleh:

Jhessica Amanda Putri

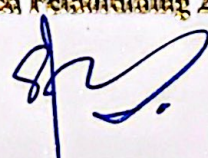
062240352259

Menyetujui,

Dosen Pembimbing 1

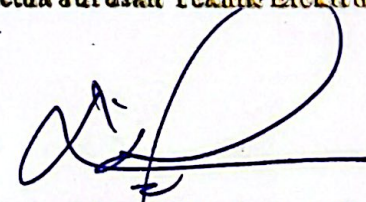

Ir. Lindawati, S.T., M.T.L.
NIP. 197105282006042001

Palembang, Agustus 2026
Dosen Pembimbing 2

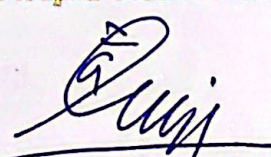

Septian Saim, S.T., M.T.
NIP. 197103014060112109

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro


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

**Koordinator Program Studi Sarjana
Terapan Teknik Telekomunikasi**


Mohammad Fadhil, S.Pd., M.T.
NIP. 199004032012031001

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan:

Nama : Jhessica Amanda Putri
Jenis Kelamin : Perempuan
Tempat, Tanggal Lahir : Pagaram, 08 April 2005
Alamat : Desa Karang Anyar, Kelurahan Kance Diwe,
Kecamatan Dempo Selatan, Kota Pagaram, Sumatera
Selatan, 30162
NIM : 062240352259
Program Studi : Sarjana Terapan Teknik Telekomunikasi
Jurusan : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : Analisis Pengaruh *Thermal Management*
Terhadap Kinerja Radio Frekuensi *Power*
Amplifier Pada Sistem *Software Defined Radio*
Berbasis *Universal Software Radio Peripheral*

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa:

1. Skripsi/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 skripsi/tugas akhir yang sudah disetujui oleh dewan penguji paling lama 1 bulan setelah ujian skripsi/tugas akhir.
3. Dapat menyelesaikan segala urusan peminjaman/penggantian alat/buku dan lainnya paling lama 1 bulan setelah ujian skripsi/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 & tranksip (ASLI & COPY). Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya dan dalam keadaan sadar tanpa paksaan.



g, Juli 2026
nyatakan,

Jhessica Amanda Putri

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmannirahim

"Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan ."
(QS. Al-Insyirah: 6)

"Success is the sum of small efforts, repeated day in and day out."
(Robert Collier)

MOTTO:

"Tidak ada perjalanan yang mudah menuju sebuah keberhasilan. Teruslah berusaha, tetaplah berdoa, dan percayalah bahwa setiap proses akan menemukan waktunya untuk berbuah."

PERSEMBAHAN:

Alhamdulillahirabbil'alamin, puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan kemudahan-Nya sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan. Tugas Akhir ini saya persembahkan kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, Ayah, Ibu dan Adek Ezza, atas doa, kasih sayang, pengorbanan, dan dukungan yang selalu mengiringi setiap langkah saya. Kalian adalah alasan terbesar saya untuk terus berjuang.
2. Seorang terkasih Riki, terima kasih atas doa, dukungan, perhatian, dan semangat yang selalu diberikan selama proses penyusunan tugas akhir ini. Kehadiranmu menjadi salah satu sumber kekuatan bagi saya untuk terus bertahan dan menyelesaikan perjalanan ini.
3. Sahabat tercinta Nisa, Arum, Eliza, Ghelifira, dan Ghina. Terima kasih atas kebersamaan, dukungan, serta berbagai cerita dan perjuangan yang telah kita lalui bersama selama masa perkuliahan.
4. Almamater tercinta, Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Untuk Diri saya sendiri, terima kasih karena telah bertahan, terus berjuang, dan tidak menyerah hingga mampu menyelesaikan tugas akhir ini. Perjalanan ini menjadi bukti bahwa setiap usaha akan membawa pada hasil yang terbaik.

ABSTRAK

Analisis Pengaruh *Thermal Management* Terhadap Kinerja Radio Frekuensi Power Amplifier Pada Sistem *Software Defined Radio* Berbasis *Universal Software Radio Peripheral*
(2026:XIV + 83 halaman + 26 gambar + 10 tabel)

JHESSICA AMANDA PUTRI

062240352259

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

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

Keterbatasan daya keluaran pada Software Defined Radio (SDR) USRP B210 menyebabkan diperlukan RF Power Amplifier (RF PA) untuk meningkatkan daya pancar sistem. Namun, RF Power Amplifier menghasilkan panas yang dapat mempengaruhi karakteristik elektriknya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penggunaan heatsink sebagai *manajemen termal* terhadap kinerja RF Power Amplifier TQP7M9102 pada frekuensi 3,5 GHz serta menghasilkan peningkatan daya pancar sistem SDR. Metode penelitian dilakukan dengan mengimplementasikan RF Power Amplifier TQP7M9102 pada sistem SDR berbasis USRP B210 dan melakukan pengujian pada dua kondisi, yaitu tanpa heatsink dan menggunakan heatsink. Parameter yang diukur meliputi temperatur, daya keluaran (*Output Power*), gain, daya DC (*Direct Current Power*), *Power Added Efficiency* (PAE), serta daya sinyal menggunakan Spectrum Analyzer. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan heatsink mampu menurunkan suhu kerja RF Power Amplifier dari 69,0°C menjadi 40,8°. Selain itu, gain dapat dipertahankan hingga 23,92 dB, daya DC menurun dari 0,796 W menjadi 0,738 W, dan nilai PAE meningkat dari 0,67% menjadi 0,94% dibandingkan kondisi tanpa heatsink. Implementasi RF Power Amplifier juga meningkatkan level daya sinyal yang diterima dari -45,00 dBm menjadi -18,50 dBm, atau sebesar 26,50 dB. Berdasarkan hasil penelitian, penerapan heatsink sebagai *manajemen termal* mampu menjaga kestabilan suhu kerja sehingga meningkatkan kestabilan kinerja RF Power Amplifier. Selain itu, implementasi RF Power Amplifier TQP7M9102 berhasil meningkatkan kinerja sistem Software Defined Radio (SDR) pada frekuensi 3,5 GHz.

.

Kata Kunci: 5G, RF Power Amplifier, TQP7M9102, Software-Defined Radio, USRP B210, Thermal Management, Self-Heating, Heatsink.

ABSTRACT

Analysis of the Effect of Thermal Management on the Performance of Radio Frequency Power Amplifiers in Software Defined Radio Systems Based on Universal Software Radio Peripherals
(2026:XIV + 83 pages + 26 pictures + 10 tables)

JHESSICA AMANDA PUTRI

062240352259

ELECTRICAL ENGINEERING DEPARTEMENT

PROGRAM OF STUDY IN APPLIED BACHELOR DEGREE OF

TELECOMMUNICATION ENGINEERING

STATE POLYTECHNIC OF SRIWIJAYA

The limited output power of the USRP B210 Software Defined Radio (SDR) requires an RF Power Amplifier (RF PA) to increase the system's transmit power. However, RF Power Amplifiers generate heat that can affect their electrical characteristics. This study aims to analyze the effect of using a heatsink as thermal management on the performance of the TQP7M9102 RF Power Amplifier at a frequency of 3.5 GHz and to increase the transmit power of the SDR system. The research method is carried out by implementing the TQP7M9102 RF Power Amplifier on a USRP B210-based SDR system and testing in two conditions, namely without a heatsink and using a heatsink. The parameters measured include temperature, output power, gain, DC power (Direct Current Power), Power Added Efficiency (PAE), and signal power using a Spectrum Analyzer. The results show that the use of a heatsink can reduce the working temperature of the RF Power Amplifier from 69.0°C to 40.8°C. In addition, the gain can be maintained up to 23.92 dB, the DC power decreases from 0.796 W to 0.738 W, and the PAE value increases from 0.67% to 0.94% compared to the condition without a heatsink. The implementation of the RF Power Amplifier also increases the received signal power level from -45.00 dBm to -18.50 dBm, or by 26.50 dB. Based on the research results, the application of a heatsink as thermal management is able to maintain the stability of the working temperature thereby increasing the stability of the RF Power Amplifier performance. In addition, the implementation of the RF Power Amplifier TQP7M9102 successfully improves the performance of the Software Defined Radio (SDR) system at a frequency of 3.5 GHz.

Keywords: 5G, RF Power Amplifier, TQP7M9102, Software-Defined Radio, USRP B210, Thermal Management, Self-Heating, Heatsink.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunianya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul “**ANALISIS PENGARUH *THERMAL MANAGEMENT* TERHADAP KINERJA RADIO FREKUENSI *POWER AMPLIFIER* PADA SISTEM *SOFTWARE DEFINED RADIO* BERBASIS *UNIVERSAL SOFTWARE RADIO PERIPHERAL*”**. Laporan tugas akhir ini dibuat untuk memenuhi salah satu mata kuliah di Jurusan Teknik Elektro Program Studi Sarjana Terapan Teknik Telekomunikasi Politeknik Negeri Sriwijaya. Selesaiannya penulisan Tugas Akhir ini, penulis mengucapkan terimakasih kepada Ibu **Ir. Lindawati, S.T., M.T.I.** selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro dan dosen pembimbing pertama dan Bapak **Sopian Soim, S.T., M.T.** selaku dosen pembimbing kedua yang telah memberikan bimbingan, pengarahan dan nasihatnya kepada penulis dalam menyelesaikan laporan tugas akhir. Selain itu, penulis juga mengucapkan terimakasih kepada :

1. Orang tua dan keluarga yang telah memberikan dukungan secara moril maupun material selama menempuh kegiatan kerja praktik.
2. Bapak Ir. Irawan Rusnandi, M.T. selaku Direktur politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Bapak Dr. Ir. Selamat Muslimin, S.T., M.Kom., IPM. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Bapak Mohammad Fadhli, S.Pd., M.T. selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknik Telekomunikasi Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Bapak/Ibu Dosen Program Studi DIV Teknik Telekomunikasi Politeknik Negeri Sriwijaya.
6. Seluruh teman-teman kelas 8 TEA dan teman-teman di Jurusan Teknik Elektro Program Studi D.IV Teknik Telekomunikasi Politeknik Negeri Sriwijaya.
7. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian laporan ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari masih terdapat kekurangan dalam pembuatan dan penulisan laporan tugas akhir ini, oleh karena itu kritik dan saran dari semua pihak yang

bersifat membangun sangat penulis perlukan untuk menyempurnakan laporan tugas akhir ini.

Palembang, Juni 2026

Penulis

DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan.....	4
1.5 Manfaat.....	5
1.6 Metode Penelitian.....	5
1.7 Sistematika Penulisan.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 RF Power Amplifier	8
2.2 Konsep Desain RF Power Amplifier.....	9
2.2.1 Input Matching Network	12
2.2.2 Active Device	13
2.2.3 Output Matching Network	15
2.2.4 RF Choke dan Bias Network.....	16
2.3 Parameter Kinerja Power Amplifier.....	18
2.3.1 Gain	18
2.3.2 Daya Keluaran (Output Power, Pout)	19
2.3.3 Power-Added Efficiency (PAE).....	19
2.3.4 Hubungan Parameter Kinerja Temperatur	20
2.4 Fenomena Self-Heating pada Power Amplifier	21
2.5 Thermal Management	22
2.5.1 Konsep Thermal Management	23

2.5.2	Mekanisme Perpindahan Panas	25
2.5.3	Thermal Resistance	29
2.5.4	Junction Temperature	31
2.5.5	Heatsink.....	33
2.6	Electro-thermal analysis	36
2.7	Jaringan 5G	37
2.8	Arsitektur 5G <i>Standalone</i> (5G SA)	39
2.9	Software Defined Radio (SDR).....	40
2.10	Universal Software Radio Peripheral (USRP B210).....	41
2.11	Penelitian Terdahulu	43
BAB III	METODOLOGI	46
3.1	Kerangka Penelitian	46
3.2	Diagram Alir Penelitian	47
3.3	Perancangan Sistem.....	50
3.4	Perancangan Alat.....	51
3.4.1.	Penentuan Spesifikasi RF Power Amplifier.....	51
3.4.2.	Perancangan Skematik RF Power Amplifier	52
3.4.3.	Perancangan Layout PCB.....	53
3.4.4.	Perancangan Thermal Management	53
3.5	Simulasi RF Power Amplifier	54
3.6	Pembuatan Alat	55
3.5.1	Fabrikasi PCB	55
3.5.2	Perakitan Komponen RF Power Amplifier	56
3.5.3	Pemasangan Heatsink.....	56
3.6	Implementasi RF Power Amplifier pada SDR.....	57
3.7	Metode Pengujian.....	58
3.7.1	Skenario Pengujian RF Power Amplifier.....	58
3.7.2	Alat Pengujian	59
3.7.3	Parameter Pengujian.....	60
3.8	Metode Analisis Data	60
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	62
4.1	Hasil Pengujian RF Power Amplifier.....	62
4.1.1	Pengujian RF Power Amplifier Tanpa Heatsink.....	62
4.1.2	Pengujian RF Power Amplifier Dengan Heatsink	64

4.2 Hasil Perhitungan Gain	66
4.3 Hasil Perhitungan Daya DC	68
4.4 Hasil Perhitungan Power Added Efficiency (PAE)	70
4.5 Hasil Pengujian Daya Pancar Sistem SDR	72
4.6 Pembahasan Pengaruh Thermal Managaement terhadap Kinerja RF Power Amplifier	75
BAB V PENUTUP	78
5.1 Kesimpulan.....	78
5.2 Saran.....	79
DAFTAR PUSTAKA	81
LAMPIRAN.....	84

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Contoh RF Power Amplifier [13]	8
Gambar 2.2 Blok diagram dasar RF Power Amplifier [31]	11
Gambar 2.3 IC TQP7M9102 [32]	15
Gambar 2.4 Mekanisme Perpindahan Panas Secara Konduksi [25]	26
Gambar 2.5 Mekanisme Perpindahan Panas Secara Konveksi [25].....	27
Gambar 2.6 Mekanisme Perpindahan Panas Secara Radiasi [25]	28
Gambar 2.7 Analogi Thermal Resistance pada Perpindahan Panas secara Konduksi [25]	29
Gambar 2.8 Jaringan Hambatan Thermal Ekuivalen pada Paket Semikonduktor yang menggunakan Heatsink [25].....	32
Gambar 2.9 Jenis Heatsink [38]	34
Gambar 2. 10 Jaringan Arsitektur 5G [28].....	38
Gambar 2.11 Arsitektur Sederhana Software Defined Radio [34].....	40
Gambar 2.12 Perangkat USRP B210 [37]	41
Gambar 3.1 Kerangka Penelitian.....	46
Gambar 3.2 Flowchart Penelitian	48
Gambar 3.3 Perancangan Sistem Keseluruhan.....	50
Gambar 3.4 Skematik RF Power Amplifier	52
Gambar 3.5 Layout PCB RF Power Amplifier	53
Gambar 3.6 Hasil Simulasi S-Parameter RF Power Amplifier	54
Gambar 3.7 Hasil Fabrikasi PCB RF Power Amplifier.....	55
Gambar 3.8 Hasil Perakitan Komponen RF Power Amplifier	56
Gambar 3.9 RF Power dengan Heatsink Aluminium	57
Gambar 3.10 Implementasi RF Power Amplifier pada SDR Berbasis USRP.....	57
Gambar 4.1 Setup Pengujian RF Power Amplifier tanpa Heatsink	63
Gambar 4.2 Setup Pengujian RF Power Amplifier dengan Heatsink	65
Gambar 4.3 Hasil Pengukuran Daya Sinyal Sistem SDR Sebelum Implementasi RF Power Amplifier	73

Gambar 4. 4 Hasil Pengukuran Daya Sinyal Sistem SDR Setelah Implementasi	
RF Power Amplifier	74

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu.....	44
Tabel 3.1 Spesifikasi RF Power Amplifier	51
Tabel 3.2 Skenario Pengujian RF Power Amplifier.....	58
Tabel 3.3 Alat Pengujian	59
Tabel 3.4 Parameter Pengujian RF Power Amplifier.....	60
Tabel 4.1 Hasil Pengujian RF Power Amplifier Tanpa Heatsink	63
Tabel 4.2 Hasil Pengujian RF Power dengan Heatsink.....	65
Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Gain Tanpa Heatsink dan Dengan Heatsink.....	67
Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Daya DC Tanpa Heatsink dan Dengan Heatsink....	69
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan PAE Tanpa Heatsink dan Dengan Heatsink.....	71
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Implementasi Sebelum dan Sesudah RF Power Amplifier	74

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1** Lembar Kesepakatan Bimbingan Dosen Pembimbing I
- Lampiran 2** Lembar Kesepakatan Bimbingan Dosen Pembimbing II
- Lampiran 3** Lembar Bimbingan Dosen Pembimbing I
- Lampiran 4** Lembar Bimbingan Dosen Pembimbing II
- Lampiran 5** Lembar Rekomendasi Ujian Tugas Akhir
- Lampiran 6** Lembar Revisi Ujian Tugas Akhir
- Lampiran 7** Letter of Acceptance (LoA)