

***MONITORING SPEKTRUM FREKUENSI RADIO BERBASIS MACHINE
LEARNING UNTUK KLASIFIKASI JENIS SINYAL DAN KUALITAS
SINYAL SERTA REKOMENDASI AMPLIFIER***



LAPORAN TUGAS AKHIR

**Disusun Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Laporan Tugas Akhir
Pendidikan Sarjana Terapan pada Jurusan Teknik Elektro
Program Studi Teknik Telekomunikasi**

OLEH :

ADINDA KAMILASARI

062240352276

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

PALEMBANG

2026

TUGAS AKHIR
MONITORING* SPEKTRUM FREKUENSI RADIO BERBASIS *MACHINE
***LEARNING* UNTUK KLASIFIKASI JENIS SINYAL DAN KUALITAS**
SINYAL SERTA REKOMENDASI *AMPLIFIER*



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

OLEH :

Nama	: Adinda Kamilasari
Dosen Pembimbing I	: Ir. Ciksadan, S.T., M.Kom.
Dosen Pembimbing II	: Mohammad Fadhli, S.Pd., M.T.

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG

2026

LEMBAR PENGESAHAN

MONITORING SPEKTRUM FREKUENSI RADIO BERBASIS MACHINE LEARNING UNTUK KLASIFIKASI JENIS SINYAL DAN KUALITAS SINYAL SERTA REKOMENDASI AMPLIFIER



TUGAS AKHIR

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

OLEH :
ADINDA KAMILASARI
062240352276

Menyetujui,

Palembang, Agustus 2026

Dosen Pembimbing I,

Dosen Pembimbing II,


Ir. Ciksadan, S.T., M.Kom.
NIP. 196809071993031003

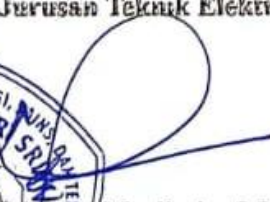

Mohammad Fadli, S.Pd., M.T.
NIP. 199004032018031001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro,

Koordinator Program Studi
Sarjana Terapan Teknik
Telekomunikasi,




Dr. Ir. Selamat Muslimin, S.T., M.Kom. IPM.
NIP. 197907272008011007


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

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: Adinda Kamilasari
Jenis Kelamin	: Perempuan
Tempat, Tanggal lahir	: Baturaja, 10 Juni 2004
Alamat	: Jl. Lintas Baturaja Peninjauan, Desa Durian, Kec. Peninjauan, Kab. OKU
NPM	: 062240352276
Program Studi	: Sarjana Terapan Teknik Telekomunikasi
Jurusan	: Teknik Elektro
Judul Skripsi/Laporan Akhir	: <i>Monitoring Spektrum Frekuensi Radio Berdasarkan Machine Learning Untuk Klasifikasi Jenis Sinyal Dan Kualitas Sinyal Serta Rekomendasi Amplifier</i>

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa:

1. Laporan Akhir ini adalah hasil karya 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 Laporan Akhir yang sudah disetujui oleh dewan penguji paling lama 1 bulan setelah ujian Laporan 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 dan Transkrip (Asli dan Copy). Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya dan dalam keadaan sadar tanpa paksaan.



Palembang, Juli 2026
Yang Menyatakan,


Adinda Kamilasari

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

“Keberhasilan bukanlah milik orang yang pintar. Keberhasilan adalah kepunyaan mereka yang senantiasa berusaha.”

B.J. Habibie

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, kasih sayang, dan karunia-Nya sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.

Dengan penuh rasa hormat, cinta, dan terima kasih, laporan tugas akhir ini penulis persembahkan kepada:

1. Ayah dan Ibu tercinta, yang senantiasa menjadi sumber kekuatan, doa, kasih sayang, serta dukungan yang tidak pernah berhenti dalam setiap langkah penulis.
2. Kakak perempuan saya, adik laki laki saya tercinta dan seluruh keluarga besar, yang selalu memberikan doa, semangat, serta dukungan moral selama proses penyusunan laporan akhir ini.
3. Dosen pembimbing, Bapak Ir. Ciksadan, S.T., M.Kom. dan Bapak Mohammad Fadhli, S.Pd., M.T., yang dengan sabar telah memberikan ilmu, arahan, bimbingan, serta motivasi kepada penulis hingga tugas akhir ini ini dapat terselesaikan.
4. M. Ghalib, yang senantiasa memberikan dukungan, saran, semangat, dan motivasi selama proses penyusunan tugas akhir ini.
5. Rekan-rekan satu tim tugas akhir, atas bantuannya dalam pengumpulan data hingga penelitian ini selesai.
6. Sahabat-sahabat seperjuangan, yang selalu hadir sebagai teman berdiskusi, berbagi cerita, tawa, semangat, dan keluh kesah selama menjalani proses perjuangan ini.
7. Almamater tercinta, tempat penulis menimba ilmu, mengembangkan diri, belajar tentang kehidupan, serta merangkai harapan dan cita-cita.

ABSTRAK

MONITORING SPEKTRUM FREKUENSI RADIO BERBASIS MACHINE LEARNING UNTUK KLASIFIKASI JENIS SINYAL DAN KUALITAS SINYAL SERTA REKOMENDASI AMPLIFIER

(2026:xiv + 77 Halaman + 18 Gambar + 22 Tabel + 8 Lampiran)

Adinda Kamilasari

062240352276

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK TELEKOMUNIKASI

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

Spektrum frekuensi radio (RF) yang padat membuat analisis sinyal menjadi semakin kompleks akibat tingginya *noise* dan interferensi. Saat ini, Monitoring spektrum masih banyak dilakukan secara manual melalui pengamatan visual pada *Software Defined Radio* (SDR) sehingga hasilnya sangat bergantung pada operator dan kurang efisien. Oleh karena itu, penelitian bertujuan mengotomatisasi klasifikasi jenis modulasi AM dan FM sekaligus kualitas sinyal menggunakan pendekatan *Machine Learning*. Data yang dianalisis mencakup citra spektrogram serta parameter sinyal (*Peak Power* dan *Noise Floor*) yang didapatkan melalui perangkat RTL-SDR dan GQRX. Sistem ini dikembangkan melalui tiga modul terintegrasi, yaitu: *MobileNetV2* untuk mengklasifikasikan jenis modulasi, *Principal Component Analysis* (PCA) untuk mereduksi dimensi *Fitur* visual, serta *Feature fusion* yang menggabungkan *Fitur* PCA dengan parameter fisik untuk diproses oleh *Random Forest*. Model ini mengklasifikasikan kualitas sinyal ke dalam lima kategori standar TIPHON (*Outstanding, Excellent, Good, Fair, Bad*). Hasil klasifikasi akhir tersebut kemudian dijadikan dasar oleh *Rule-Based Mapping* untuk merekomendasikan penggunaan *amplifier* yang sesuai. Sistem yang dikembangkan ini diharapkan mampu membuat proses analisis spektrum frekuensi radio menjadi jauh lebih otomatis, objektif, dan efisien dibandingkan metode manual.

Kata kunci: Radio Frequency, Machine Learning, Klasifikasi Sinyal, Feature fusion, Random Forest.

ABSTRACT

RADIO FREQUENCY SPECTRUM *MONITORING* BASED ON *MACHINE LEARNING* FOR SIGNAL TYPE AND QUALITY CLASSIFICATION ALONG WITH AMPLIFIER RECOMMENDATION

(2026: xiv + 77 Pages + 18 Figures + 22 Tables + 8 Appendices)

Adinda Kamilasari

062240352276

DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING

**APPLIED BACHELOR PROGRAM IN TELECOMMUNICATION
ENGINEERING STATE POLYTECHNIC OF SRIWIJAYA**

The congested radio frequency (RF) spectrum renders signal analysis increasingly complex due to high levels of noise and interference. Currently, spectrum monitoring is largely performed manually via visual observation using Software Defined Radio (SDR), making results highly operator-dependent and inefficient. Therefore, this research aims to automate the classification of AM and FM modulation types and signal quality using a Machine Learning approach. The analyzed data comprises spectrogram images and signal parameters (Peak Power and Noise Floor) obtained via RTL-SDR hardware and GQRX software. The system is developed using three integrated modules: MobileNetV2 for classifying modulation types, Principal Component Analysis (PCA) for reducing visual feature dimensionality, and Feature fusion, which combines PCA features with physical parameters for processing by a Random Forest model. The model classifies signal quality into five standard TIPHON categories (Outstanding, Excellent, Good, Fair, Bad). These final classification results serve as the basis for a Rule-Based Mapping component to recommend the appropriate amplifier. The developed system is expected to make the radio frequency spectrum analysis process significantly more automated, objective, and efficient compared to manual methods.

Keywords: Radio Frequency, Machine Learning, Signal Classification, Feature fusion, Random Forest.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal pra tugas akhir yang berjudul **“MONITORING SPEKTRUM FREKUENSI RADIO BERBASIS *MACHINE LEARNING* UNTUK KLASIFIKASI JENIS SINYAL DAN KUALITAS SINYAL SERTA REKOMENDASI *AMPLIFIER*”**. Laporan tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memenuhi kurikulum pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi DIV Teknik Telekomunikasi Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang.

Dalam penyusunan laporan tugas akhir ini, penulis menyadari bahwa banyak pihak yang telah memberikan bantuan, dukungan, serta bimbingan sehingga proposal ini dapat diselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Irawan Rusnandi, M.T. selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
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.TI. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Bapak Mohammad Fadhli, S.Pd., M.T. selaku Ketua Program Studi DIV Teknik Telekomunikasi Politeknik Negeri Sriwijaya serta Dosen Pembimbing II yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan saran dalam penyusunan laporan ini.
5. Bapak Ir. Ciksadan, S.T., M.Kom., selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan saran dalam penyusunan laporan ini.
6. Bapak/Ibu dosen Program Studi DIV Teknik Telekomunikasi Politeknik Negeri Sriwijaya yang telah memberikan ilmu pengetahuan selama masa perkuliahan.
7. Ayah dan Ibu tercinta, yang senantiasa menjadi sumber kekuatan, doa, kasih sayang, serta dukungan yang tidak pernah berhenti dalam setiap langkah penulis.

8. Kakak perempuan saya, adik laki laki saya tercinta dan seluruh keluarga besar, yang selalu memberikan doa, semangat, serta dukungan moral selama proses penyusunan laporan akhir ini.
9. M. Ghalib, yang senantiasa memberikan dukungan, saran, semangat, dan motivasi selama proses penyusunan tugas akhir ini.
10. Rekan-rekan satu tim tugas akhir, atas bantuannya dalam pengumpulan data hingga penelitian ini selesai.
11. Sahabat-sahabat seperjuangan mahasiswa Program Studi DIV Teknik Telekomunikasi, yang selalu hadir sebagai teman berdiskusi, berbagi cerita, tawa, semangat, dan keluh kesah selama menjalani proses perjuangan ini.
12. Semua pihak yang telah membantu dan memberikan dukungan dalam penyusunan proposal tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan proposal tugas akhir ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi penyempurnaan laporan ini di masa yang akan datang. Penulis berharap semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan khususnya dalam bidang klasifikasi sinyal komunikasi radio.

Palembang, Juli 2026

Penulis

DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR.....	ii
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.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah.....	5
1.4 Tujuan Penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	6
1.6 Metode Penelitian.....	6
1.7 Sistematika Penulisan.....	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	10
2.1 Sinyal Komunikasi Radio.....	10
2.2 <i>Machine Learning</i> dalam Analisis Sinyal Komunikasi Radio	12
2.3 <i>Deep Learning</i> dalam Analisis Sinyal Komunikasi Radio	13
2.4 Perbandingan Metode untuk berbagai Aplikasi Sinyal Komunikasi Radio	14
2.5 Arsitektur <i>Machine Learning</i> untuk Analisis Sinyal Komunikasi Radio	18
2.5.1 Arsitektur <i>MobileNetV2</i>	18
2.5.2 <i>Feature fusion</i>	21
2.6 Metode yang digunakan dalam Penelitian.....	25
2.7 Analisis Perbandingan Penelitian Terdahulu.....	27
BAB III METODE PENELITIAN	35
3.1 Kerangka Penelitian	35
3.2 Pengumpulan Data	40
3.3 <i>Preprocessing</i> Data.....	43
3.4 Pemodelan <i>Machine Learning</i>	45
3.4.1 Klasifikasi Jenis sinyal <i>MobileNetV2</i>	46
3.4.2 Reduksi Dimensi (PCA)	48
3.4.3 <i>Feature fusion</i> & Klasifikasi Kualitas Sinyal	51
3.5 Pengujian dan Evaluasi Model	55
3.5.1 <i>Training</i> dan <i>Testing</i>	56
3.5.2 <i>Confusion Matrix</i>	56
3.5.3 Akurasi Model	57
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	59
4.1 Klasifikasi Jenis Modulasi Sinyal	59
4.1.2 Hasil Ekstraksi <i>Fitur MobileNetV2</i>	62
4.1.3 Hasil Pelatihan Model <i>MobileNetV2</i>	63
4.1.4 <i>Confusion Matrix</i> Klasifikasi Jenis sinyal	64

4.2 Hasil Reduksi Dimensi PCA dan <i>Feature Fusion</i>	65
4.2.1 Hasil Reduksi Dimensi PCA	65
4.2.2 Hasil <i>Feature fusion</i>	66
4.3 Hasil Klasifikasi Kualitas Sinyal dan Rekomendasi <i>Amplifier</i>	68
4.3.1 Penentuan Label Kualitas Berdasarkan Standar TIPHON	68
4.3.2 <i>Confusion Matrix</i> Klasifikasi Kualitas Sinyal Menggunakan <i>Random Forest</i>	69
4.3.3 Evaluasi Kestabilan Model Menggunakan <i>5-Fold Cross-Validation</i> ...	71
4.3.4 Hasil Rekomendasi Amplifier Berdasarkan Rule-Based Mapping	72
4.3.5 Hasil Kategori Kualitas Sinyal dan Prediksi Model	73
4.4 Pembahasan	75
BAB V PENUTUP	76
5.1 Kesimpulan	76
5.2 Saran	76
DAFTAR PUSTAKA	78

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Arsitektur <i>Inverted Residual Block</i> pada <i>MobileNetV2</i> [39].....	19
Gambar 2. 2 Arsitektur <i>Random Forest</i>	22
Gambar 3. 1 Bagan Keseluruhan	36
Gambar 3. 2 Bagan Penelitian	37
Gambar 3. 3 Tahapan Kerja Penelitian	38
Gambar 3. 4 Proses Pengumpulan Data.....	40
Gambar 3. 5 <i>Flowchart</i> Alur <i>Preprocessing</i>	43
Gambar 3. 6 Proses Klasifikasi Jenis sinyal	46
Gambar 3. 7 Proses Reduksi Dimensi (PCA)	49
Gambar 3. 8 Proses Clustering dan Rekomendasi <i>Amplifier</i>	51
Gambar 4. 1 bentuk visual spektrum dengan modulasi frekuensi (FM).....	61
Gambar 4. 2 Contoh bentuk visual spektrum modulasi amplitudo (AM).....	62
Gambar 4. 3 Kurva Akurasi dan Loss Pelatihan Model <i>MobileNetV2</i>	63
Gambar 4. 4 Confusion Matrix Klasifikasi Jenis Sinyal.....	64
Gambar 4. 5 Grafik <i>Explained Variance Ratio</i> PCA	66
Gambar 4. 6 Grafik Tingkat Kepentingan Fitur	67
Gambar 4. 7 <i>Confusion Matrix</i> Kualitas Sinyal	70
Gambar 4. 8 <i>Heatmap</i> Kualitas Sinyal RF Spasial	74

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Pengalokasian Spektrum Frekuensi Radio [12]	10
Tabel 2. 2 Perbandingan <i>Machine Learning</i> dalam Analisis Sinyal Komunikasi. 12	
Tabel 2. 3 Perbandingan Metode <i>Deep Learning</i> dalam Analisis Sinyal.....	13
Tabel 2. 4 Penerapan Metode <i>MobileNetV2</i> pada berbagai Aplikasi.....	15
Tabel 2. 5 Penerapan Metode <i>Random Forest</i> pada berbagai Aplikasi.....	16
Tabel 2. 6 Penerapan Metode <i>Feature fusion</i> pada berbagai Aplikasi	17
Tabel 2. 7 Metode yang digunakan dalam Penelitian	25
Tabel 2. 8 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Metode <i>MobileNetV2</i>	27
Tabel 2. 9 Penelitian Terdahulu Metode <i>Principal Component Analysis</i> (PCA)..	29
Tabel 2. 10 Penelitian Terdahulu dengan Metode <i>Feature fusion</i>	30
Tabel 2. 11 Penelitian Terdahulu <i>Random Forest</i>	32
Tabel 3. 1 <i>Rule-Based</i> Rekomendasi <i>Amplifier</i> Menggunakan TIPHON	54
Tabel 4. 1 Sebaran Spasial Sampel Dataset Berdasarkan Wilayah dan Jarak.....	59
Tabel 4. 2 Karakteristik Statistik Parameter RF Numerik Dataset	60
Tabel 4. 3 Laporan Evaluasi Klasifikasi Model <i>MobileNetV2</i>	65
Tabel 4. 4 Pemetaan Nilai SNR ke Kategori Berdasarkan Standar TIPHON	68
Tabel 4. 5 <i>Confusion Matrix</i> Klasifikasi Kualitas Sinyal.....	69
Tabel 4. 6 Laporan Evaluasi Klasifikasi Kualitas Sinyal.....	70
Tabel 4. 7 Hasil <i>5-Fold Cross-Validation</i> Model <i>Random Forest</i>	71
Tabel 4. 8 Aturan <i>Rule-Based Mapping</i> Rekomendasi <i>Amplifier</i>	72
Tabel 4. 9 Kategori Kualitas Sinyal dan Prediksi Model	73

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 *Letter of Acceptance* Jurnal
- Lampiran 7 Lembar Revisi Ujian Sidang Tugas Akhir
- Lampiran 8 Lembar Pelaksanaan Revisi Tugas Akhir