

**PENDEKATAN BERBASIS AI UNTUK MENDETEKSI  
PENYALAHGUNAAN PERIZINAN FREKUENSI RADIO**



**TESIS**

**ARIA DINATA  
ENTERPRISE IT INFRASTRUCTURE  
232420009**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA - S2  
PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS BINA DARMA  
PALEMBANG  
2025**

**PENDEKATAN BERBASIS AI UNTUK MENDETEKSI  
PENYALAHGUNAAN PERIZINAN FREKUENSI RADIO**



**Tesis ini diajukan sebagai salah satu syarat  
untuk memperoleh gelar**

**MAGISTER KOMPUTER**

**ARIA DINATA  
ENTERPRISE IT INFRASTRUCTURE  
232420009**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA – S2  
PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS BINA DARMA  
PALEMBANG  
2025**

## HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING TESIS

Judul Tesis: **PENDEKATAN BERBASIS AI UNTUK MENDETEKSI  
PENYALAHGUNAAN PERIZINAN FREKUENSI RADIO**

Oleh ARIA DINATA, NIM 232420009, Tesis ini telah disetujui dan disahkan oleh Pembimbing Program Studi Teknik Informatika – S2 konsentrasi ENTERPRISE IT INFRASTRUCTURE, Program Pascasarjana Universitas Bina Darma pada 29 Agustus 2025 dan telah dinyatakan LULUS.

Palembang, 29 Agustus 2025  
Mengetahui,  
Ketua Program Studi  
Teknik Informatika – S2  
Universitas Bina Darma



.....  
Dr. Usman Ependi, S.Kom., M.Kom

Pembimbing



.....  
M. Izman Heridansyah, M.M.Ph.D

## HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI TESIS

Judul Tesis: **PENDEKATAN BERBASIS AI UNTUK MENDETEKSI  
PENYALAHGUNAAN PERIZINAN FREKUENSI RADIO**

Oleh **ARIA DINATA**, NIM 232420009, Tesis ini telah disetujui dan disahkan oleh Tim Penguji Program Studi Teknik Informatika – S2 konsentrasi ENTERPRISE IT INFRASTRUCTURE, Program Pascasarjana Universitas Bina Darma pada 29 Agustus 2025 dan telah dinyatakan LULUS.

Palembang, 29 Agustus 2025  
Mengetahui,  
Program Pascasarjana  
Universitas Bina Darma  
Direktur,


  
UNIVERSITAS BINA DARMA  
PROGRAM PASCASARJANA

.....  
**Prof. Dr. Ir. Achmad Syarifudin, M.Sc.**

Penguji I,



.....  
**M. Izman Heridansyah, M.M.Ph.D**  
Penguji II,

  
.....  
**Dr. Ari Muzakir, S.Kom., M.Cs**  
Penguji III,

  
.....  
**Wydyanto, M.M, M.Kom., Ph.D.**

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : **ARIA DINATA**

NIM : 232420009

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Karya tulis Saya (Tesis, Skripsi, Tugas Akhir) ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik baik (Magister, Sarjana, dan Ahli Madya) di Universitas Bina Darma;
2. Karya tulis ini murni gagasan, rumusan dan penelitian Saya sendiri dengan arahan tim pembimbing;
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dikutip dengan mencantumkan nama pengarang dan memasukkan ke dalam daftar pustaka;
4. Karena yakin dengan keaslian karya tulis ini, Saya menyatakan bersedia Tesis/Skripsi/Tugas Akhir, yang Saya hasilkan di unggah ke internet;
5. Surat Pernyataan ini Saya tulis dengan sungguh-sungguh dan apabila terdapat penyimpangan atau ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka Saya bersedia menerima sanksi dengan aturan yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Palembang, 29 Agustus 2025

Yang Membuat Pernyataan,



**ARIA DINATA**

NIM: 232420009

## ABSTRAK

Permintaan spektrum frekuensi radio di Indonesia yang terus meningkat menghadirkan tantangan bagi otoritas regulasi dalam mendeteksi ketidakteraturan dan penyalahgunaan izin. Metode manual terbukti kurang efektif menghadapi skala dan kompleksitas data perizinan, sehingga diperlukan pendekatan otomatis berbasis kecerdasan buatan. Penelitian ini mengusulkan kerangka deteksi anomali menggunakan dua algoritma pembelajaran mesin tanpa pengawasan, yaitu Isolation Forest dan Local Outlier Factor (LOF). Dataset berlabel yang terdiri atas 162.494 catatan izin frekuensi dari tahun 2022–2024, diperoleh dari Balai Monitor Spektrum Frekuensi Radio Kelas I Palembang, digunakan dalam pelatihan dan evaluasi model. Data diproses melalui prapemrosesan, pemilihan fitur, serta reduksi dimensi yang mencakup indikator teknis, regulasi, spasial, dan finansial. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa Isolation Forest memberikan kinerja terbaik, dengan akurasi 80,13%, skor AUC 86,70%, serta recall 68,02%. Visualisasi dengan UMAP dan kurva ROC memperkuat temuan tersebut. Sebuah prototipe API juga dikembangkan untuk demonstrasi prediksi real-time dan potensi integrasi ke dalam sistem pemantauan regulasi. Penelitian ini mendukung transformasi digital dalam tata kelola spektrum frekuensi dengan menyediakan solusi AI yang efektif dan skalabel untuk mendeteksi anomali, menekan kecurangan, serta meningkatkan pengawasan regulasi.

**Kata kunci:** Deteksi Anomali; *Isolation Forest*; Pembelajaran Mesin; Perizinan Frekuensi; Pemantauan Spektrum.

## ABSTRACT

*The increasing demand for radio frequency spectrum in Indonesia poses challenges for regulatory authorities in detecting irregularities and license abuse. Manual methods have proven to be ineffective in dealing with the scale and complexity of licensing data, necessitating an automated approach based on artificial intelligence. This study proposes an anomaly detection framework using two unsupervised machine learning algorithms, namely Isolation Forest and Local Outlier Factor (LOF). A labeled dataset consisting of 162,494 frequency license records from 2022–2024, obtained from the Palembang Class I Radio Frequency Spectrum Monitoring Center, was used in model training and evaluation. The data was processed through preprocessing, feature selection, and dimensionality reduction covering technical, regulatory, spatial, and financial indicators. The evaluation results showed that Isolation Forest provided the best performance, with an accuracy of 80.13%, an AUC score of 86.70%, and a recall of 68.02%. Visualization with UMAP and ROC curves reinforced these findings. An API prototype was also developed to demonstrate real-time predictions and potential integration into regulatory monitoring systems. This research supports digital transformation in frequency spectrum governance by providing effective and scalable AI solutions to detect anomalies, reduce fraud, and improve regulatory oversight.*

**Keywords:** Anomaly Detection; Isolation Forest; Machine Learning; Frequency Licensing; Spectrum Monitoring.

## HALAMAN PERSEMBAHAN

“Maka apabila engkau telah selesai dari sesuatu urusan, tetaplah bekerja keras untuk urusan yang lain” (Q.S Al-insyirah : 07)

“Perjuangan dalam hidup ibarat frekuensi yang terus dipancarkan. Meskipun terhalang oleh rintangan, gelombang itu akan menemukan jalannya, sampai akhirnya akan beresonansi dengan keberhasilan.”

Tesis ini ku persembahkan untuk :

1. Allah Subhanahu wa Ta'ala, yang merupakan sumber segala kekuatan, penolong di setiap do'a yang terucap, dan pemilik takdir terbaik. Hanya dengan rahmat dan penolong-Mu, Langkah ini mencapai garis akhir
2. Kedua Orang tua , Sosok teladan yang tak pernah lelah memberi doa, restu, dan dukungan tanpa syarat.
3. Keluarga Kecilku, Istri dan keempat anak-anakku yang selalu menjadi tempat pulang, memberi semangat untuk terus berjuang sampai titik darah penghabisan. Semoga bisa menjadi inspirasi untuk anak anak kedepannya dalam hal akademik.
4. Sahabat-sahabat terbaikku yang telah meberikan sumbangsih saran dan waktunya untuk tesis ini dan teman teman MTI A angkatan 29 yang sudah sama sama berjuang .
5. Bapak M. Izman Herdiansyah, M.M. P.h.D, Dosen pembimbing yang dengan kesabaran, arahan, dan ilmunya telah menuntun saya untuk tetap fokus dan tidak menyerah dalam menyelesaikan karya ini.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah Subhanahu wa ta'ala yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga tesis yang berjudul **“PENDEKATAN BERBASIS AI UNTUK MENDETEKSI PENYALAHGUNAAN PERIZINAN FREKUENSI RADIO”** dapat diselesaikan dengan tepat waktu. Dalam penulisan tesis ini penulis menyadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan maupun kesalahan. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik, saran serta masukan yang membangun dari pembaca sekalian. Penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Achmad Syarifudin, M.Sc. selaku Direktur Pascasarjana Universitas Bina Darma;
2. Dr Usman Ependi, M.Kom., selaku ketua Program Studi Magister Teknik Informatika Universitas Bina Darma;
3. M.Izman Herdiansyah, M.M.Ph.D, sebagai pembimbing yang telah memberikan arahan dan masukan untuk penulisan Tesis ini;
4. Dr. Ari Muzakir, S.Kom., M.Cs selaku Penguji satu saya
5. Wydyanto, M.M, M.Kom.,Ph.D. selaku Penguji dua saya
6. Agus Sumitro, S.Kom, M.Kom., selaku Plt Kepala Balai Monitor Kelas I Palembang yang telah memberikan saran dalam melakukan penelitian ini;
7. Orang tua, keluarga, kerabat dan teman-teman seperjuangan MTI 29A yang telalu memberikan dukungan dalam penelitian ini.

Palembang, 29 Agustus 2025

Penulis,

Aria Dinata  
NIM :232420009

## DAFTAR ISI

COVER.....	i
HALAMAN DEPAN.....	i
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING TESIS .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI TESIS .....	iii
SURAT PERNYATAAN .....	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah .....	4
1.4 Tujuan Penelitian .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	5
1.6 Ruang Lingkup .....	5
1.7 Sistematika Penulisan .....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	8
2.1 Tinjauan Pustaka.....	8
2.2 Landasan Teori .....	10
2.3 Frekuensi.....	13
2.3.1. Pengertian Frekuensi.....	13
2.3.2 Konsep Dasar Spektrum Frekuensi Radio .....	14
2.3.3 Parameter Teknis Kunci Dan Standar.....	15
2.3.4 Dampak penyalahgunaan .....	16
2.3.5 Teori kepatuhan & penegakan .....	16

2.3.6 Definisi Operasional .....	17
2.4 Isolation Forest .....	18
2.4.1 Definisi Isolation Forest.....	18
2.4.2 Prinsip Kerja Isolation Forest .....	18
2.4.3 Model Matematika Isolation Forest.....	19
2.4.4 Keunggulan Isolation Forest.....	20
2.4.5 Kekurangan Isolation Forest.....	20
2.5 <i>Local Outlier Factor (LOF)</i> .....	21
2.5.1 Definisi Local Outlier Factor (LOF).....	21
2.5.2 Prinsip Kerja Local Outlier Factor.....	21
2.5.3 Keunggulan LOF .....	23
2.5.4 Kekurangan LOF .....	24
2.6 Metrik Evaluasi.....	25
2.6.1 Akurasi (Accuracy).....	25
2.6.2 Precision, Recall, dan F1-Score .....	26
2.6.3 Area Under the Curve - Receiver Operating Characteristic (AUC-ROC).....	27
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>30</b>
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	30
3.2 Desain dan Jadwal Penelitian.....	30
3.3 Metode Pengumpulan Data.....	31
3.4 Metode Penelitian .....	38
3.5 Deteksi Anomali .....	41
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>43</b>
4.1 Implementasi Sistem Deteksi Anomali Berbasis AI.....	43
4.1.1 Pengumpulan Data.....	44
4.1.2 Pra-pemrosesan Data .....	45
4.1.3 Rekrayasa Data.....	46
4.1.4 Pemartisian Dataset.....	48
4.1.5 Model Development .....	52
4.1.6 Isolation Forest .....	53
4.2 Analisis Perbandingan Isolation Forest dan LOF .....	55
4.3 Evaluasi Kinerja Model dengan Metrik Akurasi .....	58

4.3.1 Analisis Perbandingan ROC .....	58
4.3.2 Analisis Kurva ROC Isolation Forest .....	58
4.3.3 Analisis Kurva ROC LOF .....	59
4.4 Visualisasi Hasil Deteksi dan Dashboard Intelijen Interaktif.....	59
4.4.1 Analisis Deteksi AI.....	60
4.4.2 Analisis UMAP Isolation Forest.....	65
4.4.3 Analisis UMAP Faktor Outlier Lokal.....	65
4.4.4 Implikasi Visualisasi.....	65
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	68
5.1 Kesimpulan .....	68
5.2 Saran .....	69
DAFTAR PUSTAKA .....	71
LAMPIRAN.....	75



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Contoh Data Normal Pengajuan Perizinan Spektrum Radio. ....	33
Gambar 3. 2 Contoh Data Anomali Pengajuan Perizinan Spektrum Radio. ....	35
Gambar 4. 1 Dataset sumber. ....	44
Gambar 4. 2 . Distribusi $y_{train}$ dan $y_{test}$ (tidak seimbang) .....	49
Gambar 4. 3 Potongan kode Python untuk pengembangan model .....	53
Gambar 4. 4. Confusion Matriks dan Kurva ROC dari Algoritma Isolation Forest. ....	56
Gambar 4. 5. Confusion Matriks dan Kurva ROC dari Algoritma Local Outlier Factor. .	56
Gambar 4. 6 Penerapan Model Isolation Forest .....	62
Gambar 4. 7. Hasil visualisasi UMAP. ....	64

## DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Jadwal Penelitian .....	30
Tabel 3. 2 Data Normal Pengajuan Perizinan Spektrum Radio.....	33
Tabel 3. 3 Data Anomali Pengajuan Perizinan Spektrum Radio .....	35
Tabel 4. 1 Penjelasan kolom yang ada di dalam data .....	47
Tabel 4. 2 Contoh Data Frekuensi Anomali .....	51
Tabel 4. 3 Hasil Perbandingan Algoritma .....	55
Tabel 4. 4 Perbandingan Penelitian Terdahulu.....	66



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Daftar Riwayat Hidup.....	76
Lampiran 2 Data Anomali .....	77
Lampiran 3 Formulir Perbaikan Tesis .....	99
Lampiran 4 Formulir Kelayakan Penjilidan .....	100

