

Analisis Komparatif Algoritma Artificial Neural Network (ANN) dan Random Forest untuk Prediksi Banjir dengan Integrasi Blockchain

SKRIPSI SARJANA

Karya ilmiah sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Informatika dari Fakultas Teknologi Komunikasi dan Informatika

Disusun oleh:

FATTAN REZKY MELANZA

227064516027



**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI KOMUNIKASI
DAN INFORMATIKA
UNIVERSITAS NASIONAL
2025/2026**

**Analisis Komparatif Algoritma Artificial Neural
Network (ANN) dan Random Forest untuk Prediksi
Banjir dengan Integrasi Blockchain**

SKRIPSI SARJANA

Karya ilmiah sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Informatika
dari Fakultas Teknologi Komunikasi dan Informatika

Disusun oleh:

FATTAN REZKY MELANZA

227064516027



**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI KOMUNIKASI
DAN INFORMATIKA
UNIVERSITAS NASIONAL
2025/2026**

HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

Analisis Komparatif Algoritma Artificial Neural Network (ANN) dan
Random Forest untuk Prediksi Banjir dengan Integrasi Blockchain



Dosen Pembimbing 1

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Djarot Hindarto'.

(Djarot Hindarto, S.Kom., M.Kom)

Dosen Pembimbing 2

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Bayu Yasa Wedha'.

(Bayu Yasa Wedha, M.Kom)

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan judul :

Analisis Komparatif Algoritma Artificial Neural Network (ANN) dan Random Forest untuk
Prediksi Banjir dengan Integrasi Blockchain

Yang dibuat untuk melengkapi salah satu persyaratan menjadi Sarjana Komputer pada Program Studi Informatika, Fakultas Teknologi Komunikasi dan Informatika Universitas Nasional, sebagaimana yang saya ketahui adalah bukan merupakan tiruan atau publikasi dari Tugas Akhir yang pernah diajukan atau dipakai untuk mendapatkan gelar di lingkungan Universitas Nasional maupun perguruan tinggi atau instansi lainnya, kecuali pada bagian – bagian tertentu yang menjadi sumber informasi atau acuan yang dicantumkan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 02 Maret 2026



Fattan Rezky Melanza

227064516027

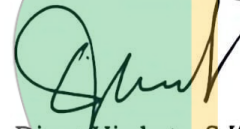
LEMBAR PERSETUJUAN REVIEW AKHIR

Tugas Akhir dengan judul :

Analisis Komparatif Algoritma Artificial Neural Network (ANN) dan Random Forest untuk Prediksi Banjir dengan Integrasi Blockchain

Dibuat untuk melengkapi salah satu persyaratan menjadi Sarjana Komputer pada Program Studi Informatika, Fakultas Teknologi Komunikasi dan Informatika Universitas Nasional. Tugas Akhir ini diujikan pada Sidang Review Akhir Semester Ganjil 2021-2022 pada tanggal (isi tanggal) Tahun 2022

Dosen Pembimbing 1



Djarot Hindarto, S.Kom., M.

Kom

0317016905

Ketua Program Studi



Rani Ari Kusuma Sari, S.

MM.

0301038302



LEMBAR PERSETUJUAN JUDUL YANG TIDAK ATAU YANG DIREVISI

Nama : Fattan Rezky Melanza
NPM : 227064516027
Fakultas/Akademi : Fakultas Teknologi Komunikasi dan Informatika
Program Studi : Informatika
Tanggal Sidang : 25 Februari 2026

JUDUL DALAM BAHASA INDONESIA :

Analisis Komparatif Algoritma Artificial Neural Network (ANN)
dan Random Forest untuk Prediksi Banjir dengan Integrasi
Blockchain

JUDUL DALAM BAHASA INGGRIS :

Comparative Analysis of Artificial Neural Network (ANN) and
Random Forest Algorithms for Flood Prediction with Blockchain
Integration

TANDA TANGAN DAN TANGGAL

Pembimbing 1	Kaprodi	Mahasiswa
TGL : 2-3-2026	TGL :	TGL :
		

LEMBAR PERSETUJUAN JUDUL YANG TIDAK ATAU YANG DIREVISI

Nama : Fattan Rezky Melanza
NPM : 227064516027
Fakultas/Akademi : Fakultas Teknologi Komunikasi dan Informatika
Program Studi : Informatika
Tanggal Sidang : 25 Februari 2026

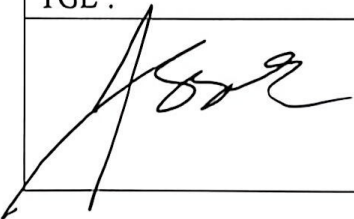
JUDUL DALAM BAHASA INDONESIA :

Analisis Komparatif Algoritma Artificial Neural Network (ANN)
dan Random Forest untuk Prediksi Banjir dengan Integrasi
Blockchain

JUDUL DALAM BAHASA INGGRIS :

Comparative Analysis of Artificial Neural Network (ANN) and
Random Forest Algorithms for Flood Prediction with Blockchain
Integration

TANDA TANGAN DAN TANGGAL

Pembimbing 2	Ka. Prodi	Mahasiswa
TGL :	TGL :	TGL :
		

ABSTRAK

Program Sarjana Informatika Universitas Nasional

Program Studi Informatika

Skripsi, 10 Desember 2025

Banjir merupakan bencana hidrometeorologi yang berdampak signifikan terhadap wilayah perkotaan, terutama pada kawasan dengan urbanisasi cepat dan perubahan penutup lahan. Penelitian ini bertujuan membandingkan kinerja Artificial Neural Network (ANN) dan Random Forest (RF) untuk klasifikasi kejadian banjir (banjir vs non-banjir), sekaligus merancang mekanisme audit trail berbasis blockchain agar hasil prediksi dapat ditelusuri dan diverifikasi. Dataset disusun dari ekstraksi variabel geospasial-hidrometeorologi melalui Google Earth Engine (GEE) pada wilayah Jabodetabek dan Bandung Raya, dengan total 4.000 observasi seimbang (2.000 banjir dan 2.000 non-banjir). Variabel yang digunakan mencakup curah hujan rata-rata/maksimum, temperatur, NDVI, elevasi, slope, kelas penutup lahan, serta atribut spasial-administratif (kabupaten, provinsi, lintang, bujur).

Proses penelitian meliputi pra-pemrosesan (pembersihan data, encoding variabel kategorikal, standardisasi fitur numerik), pelatihan model ANN dan RF, serta evaluasi pada final test set menggunakan accuracy, precision, recall, F1-score, dan ROC-AUC. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa Random Forest memberikan performa yang lebih tinggi dibanding ANN, terutama dalam menekan kesalahan false negative pada kelas banjir. Selain itu, implementasi blockchain pada jaringan lokal Ganache (EVM) menunjukkan bahwa ringkasan prediksi dapat dicatat melalui smart contract dan menghasilkan jejak transaksi (tx hash) serta event log yang mendukung auditabilitas. Penelitian ini menyimpulkan bahwa RF lebih sesuai untuk klasifikasi banjir pada dataset tabular yang digunakan, sementara integrasi blockchain layak digunakan sebagai lapisan kepercayaan untuk meningkatkan keterlacakan keluaran model.

Kata kunci: prediksi banjir, Artificial Neural Network, Random Forest, Google Earth Engine, blockchain, Ganache, audit trail.

ABSTRACT

Undergraduate Program in Informatics, Universitas Nasional

Informatics Study Program

Thesis, 10 December 2025

Flooding is a major hydrometeorological hazard in urban areas, amplified by rapid land-use change and increasing extreme rainfall events. This study compares the performance of Artificial Neural Network (ANN) and Random Forest (RF) for binary flood classification (flood vs non-flood) and proposes a blockchain-based audit trail to improve traceability and verifiability of model outputs. The dataset was constructed from Google Earth Engine (GEE) extractions covering Greater Jakarta (Jabodetabek) and Bandung Metropolitan Area, consisting of 4,000 balanced observations (2,000 flood and 2,000 non-flood). Features include average/maximum rainfall, temperature, NDVI, elevation, slope, land cover class, and spatial-administrative attributes (district/province, latitude, longitude).

The pipeline includes data cleaning, categorical encoding, numerical feature standardization, model training for ANN and RF, and evaluation on a held-out test set using accuracy, precision, recall, F1-score, and ROC-AUC. Experimental results indicate that Random Forest consistently outperforms ANN, particularly by reducing false negatives for the flood class—an important requirement for early warning contexts. In addition, blockchain integration using a local Ganache (EVM) network demonstrates that prediction summaries can be recorded via a smart contract, producing transaction hashes and event logs that support auditing and

integrity checks. The study concludes that RF is more suitable for the evaluated tabular flood dataset, while blockchain-based logging is feasible as a trust layer to enhance accountability of prediction outcomes.

Keywords: flood prediction, Artificial Neural Network, Random Forest, Google Earth Engine, blockchain, Ganache, audit trail.



DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	2
ABSTRAK.....	5
ABSTRACT.....	6
DAFTAR ISI.....	8
DAFTAR TABEL.....	11
DAFTAR GAMBAR.....	12
BAB I PENDAHULUAN.....	13
1.1 Latar Belakang.....	13
1.2 Rumusan Masalah.....	17
1.3 Tujuan Penelitian.....	17
1.4 Batasan Masalah.....	18
1.5 Kontribusi Penelitian.....	18
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	20
2.1 Konsep Banjir dan Prediksi Banjir.....	20
2.2 Data Geospasial dan Variabel Penyebab Banjir dalam Dataset.....	21
2.3 Data Mining, Machine Learning, dan Prediksi Banjir.....	22
2.4 Artificial Neural Network (ANN).....	23
2.5 Random Forest.....	24
2.6 Evaluasi Model Klasifikasi dan Uji Signifikan.....	26
2.7 Blockchain, Smart Contract, dan Audit Trail.....	27
2.8 Integrasi Blockchain dalam Pipeline Prediksi Banjir.....	27
2.9 Indikator Integritas dan Overhead Blockchain.....	28
2.10 Penelitian Terdahulu.....	28
2.11 Research Gap dan Novelty Penelitian.....	34

2.12	Kerangka Konseptual Penelitian.....	35
2.13	Definisi Operasional dan Indikator Variabel.....	35
BAB III METODOLOGI.....		37
3.1	Lokasi Penelitian.....	37
3.2	Waktu Penelitian.....	37
3.3	Penentuan Subjek Penelitian.....	38
3.4	Fokus Penelitian.....	38
3.5	Sumber Data.....	38
3.6	Desain Penelitian.....	39
3.6.1	Tahapan Penelitian.....	39
3.6.2	Prosedur Pengumpulan Data.....	40
3.6.3	Pra-Pemrosesan Data dan Rekayasa Fitur.....	40
3.6.4	Penetapan Label dan Formulasi Masalah.....	41
3.6.5	Perancangan Model Artificial Neural Network (ANN).....	41
3.6.6	Perancangan Model Random Forest (RF).....	42
3.6.7	Skema Pelatihan dan Pengujian Model.....	42
3.6.8	Evaluasi Kinerja Model dan Uji Signifikansi.....	43
3.6.9	Rancangan Integrasi Blockchain untuk Audit Trail.....	44
3.6.10	Pengukuran Integritas Audit Trail dan Overhead Blockchain...45	
3.6.11	Teknik Analisis dan Penyusunan Rekomendasi.....	47
3.6.12	Platform Blockchain, Mekanisme Biaya, dan Strategi Pengendalian Overhead.....	47
3.6.13	Skema Validasi dan Pembagian Data yang Ditetapkan (Tidak Ambigu)	48

3.6.14	Penanganan Autokorelasi Spasial dan Pencegahan Spasial Leakage	48
3.6.15	Prosedur Hyperparameter Tuning yang Terstruktur dan Dapat Direplikasi	49
BAB IV HASIL DAN DISKUSI.....		51
4.1	Dataset.....	51
4.2	Tahap Pre-Processing Data.....	53
4.3	Pembangunan Model Artificial Neural Network dan Random Forest	53
4.3.1	Pembangunan Model Artificial Neural Network (ANN).....	53
4.3.2	Pembangunan Model Random Forest (RF).....	54
4.4	Evaluasi Kinerja Model Menggunakan Metrik Pengujian.....	55
4.5	Uji Signifikansi Perbandingan Model (McNemar dan DeLong) Serta Perhitungan Manual ANN dan Random Forest.....	60
4.5.1	Uji McNemar.....	60
4.5.2	Uji DeLong (Perbandingan ROC-AUC).....	61
4.5.3	Perhitungan Manual ANN (Contoh Satu Sampel).....	61
4.5.4	Perhitungan Manual Random Forest (Contoh Split dan Voting)	63
4.6	Pembahasan Hasil Penelitian.....	64
4.6.1	Implementasi Blockchain (Ganache) sebagai Audit Trail.....	65
4.7	Pengukuran Overhead Blockchain (Ganache–MetaMask).....	68
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		69
5.1	Kesimpulan.....	69
5.2	Keterbatasan Penelitian.....	70
5.3	Saran.....	71

DAFTAR PUSTAKA.....	72
---------------------	----



DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Ringkasan karakteristik dataset penelitian.....	49
Tabel 4. 2 Statistik deskriptif variabel numerik (n=4.000).....	50
Tabel 4. 3 Perbandingan metrik kinerja ANN dan Random Forest pada final test set.....	56
Tabel 4. 4 Hasil uji McNemar dan DeLong.....	59
Tabel 4. 5 menunjukkan nilai fitur mentah, rentang minimum–maksimum pada dataset, serta hasil normalisasi min-max.....	59
Tabel 4. 6 hitung pre-aktivasi hidden z_h dan aktivasi $a_h = \text{sigmoid}(z_h)$	59
Tabel 4. 7 hitung logit output $z_{out} = \sum_j (w_{out,j} \cdot a_{hj}) + \text{bias}_{out}$, kemudian probabilitas prediksi $y_{hat} = \text{sigmoid}(z_{out})$	60
Tabel 4. 8 Gradien dan pembaruan parameter pada layer output ANN.....	60
Tabel 4. 9 Gradien pada layer hidden ANN (dL/dz_h).....	60
Tabel 4. 10 Pembaruan bobot input-ke-hidden ANN untuk neuron $h1$	60
Tabel 4. 11 Kandidat threshold dan perhitungan Gini serta gain (ΔGini) pada split pohon.....	61
Tabel 4. 12 Contoh prediksi tiga pohon (tree) Random Forest untuk satu sampel.....	61
Tabel 4. 13 Agregasi prediksi Random Forest (rata-rata probabilitas dan majority vote).....	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Desain penelitian.....	37
Gambar 4. 1 Dataset Jabodetabek dan Bandung.....	50
Gambar 4. 2 Riwayat pelatihan ANN (akurasi dan loss pada data latih vs validasi).....	52
Gambar 4. 3 Feature importance Random Forest (Top 15 fitur).....	53
Gambar 4. 4 Confusion matrix hasil prediksi ANN pada final test set.....	54
Gambar 4. 5 Confusion matrix hasil prediksi Random Forest pada final test set	55
Gambar 4. 6 Kurva ROC perbandingan ANN dan Random Forest (AUC ANN=0,8590; RF=0,9650).....	56
Gambar 4. 7 Perbandingan metrik utama (accuracy, precision, recall, F1-score, dan AUC).....	57
Gambar 4. 8 Perbandingan precision, recall, dan F1-score per kelas untuk ANN dan Random Forest.....	57

