

**PREDIKSI BENCANA BANJIR DI INDONESIA
BERBASIS ANALISIS DATA CUACA DENGAN
ALGORITMA *MACHINE LEARNING***

Tugas Akhir

**Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Mencapai Derajat
Sarjana Komputer**



Dibuat Oleh:

RHEMA STELLA SEMAYA SUTARTO

210711071

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA**

2025

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir Berjudul

PREDIKSI BENCANA BANJIR DI INDONESIA BERBASIS ANALISIS DATA CUACA DENGAN ALGORITMA
MACHINE LEARNING

yang disusun oleh

Rhema Stella Semaya Sutarto

210711071

dinyatakan telah memenuhi syarat pada tanggal 26 Juli 2025

		Keterangan
Dosen Pembimbing 1	: Wilfridus Bambang Triadi H, ST., M.Cs	Telah Menyetujui
Dosen Pembimbing 2	: Prof. Dr. Pranowo, S.T., M.T.	Telah Menyetujui
Tim Penguji		
Penguji 1	: Wilfridus Bambang Triadi H, ST., M.Cs	Telah Menyetujui
Penguji 2	: Aloysius Gonzaga Pradnya Sidhawara, S.T., M.Eng.	Telah Menyetujui
Penguji 3	: Prof. Dr. Ir. Alb. Joko Santoso, M.T.	Telah Menyetujui

Yogyakarta, 26 Juli 2025

Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Teknologi Industri

Dekan

ttd.

Dr. Ir. Parama Kartika Dewa SP., S.T., M.T.

Dokumen ini merupakan dokumen resmi UAJY yang tidak memerlukan tanda tangan karena dihasilkan secara elektronik oleh Sistem Bimbingan UAJY. UAJY bertanggung jawab penuh atas informasi yang tertera di dalam dokumen ini

PERNYATAAN ORISINALITAS & PUBLIKASI ILMIAH

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Rhema Stella Semaya Sutarto
NPM : 210711071
Program Studi : Informatika
Fakultas : Teknologi Industri
Judul Penelitian : Prediksi Bencana Banjir di Indonesia Berbasis
Analisis Data Cuaca Dengan Algoritma *Machine Learning*

Menyatakan dengan ini:

1. Tugas Akhir ini adalah benar tidak merupakan Salinan Sebagian atau keseluruhan dari karya penelitian lain.
2. Memberikan kepada Universitas Atma Jaya Yogyakarta atas penelitian ini, berupa Hak untuk menyimpan, mengelola, mendistribusikan, dan menampilkan hasil penelitian selama tetap mencantumkan nama penulis.
3. Bersedia menanggung secara pribadi segala bentuk tuntutan hukum atas pelanggaran Hak Cipta dalam pembuatan Tugas Akhir ini.

Demikian Pernyataan ini dibuat dan dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 28 Juli 2025

Yang menyatakan,



Rhema Stella Semaya Sutarto

210711071

HALAMAN PERSEMBAHAN

**"Efforts and courage are not enough without
purpose and direction."**

– John F. Kennedy

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena berkat Rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan pembuatan tugas akhir “Prediksi Bencana Banjir di Indonesia Berbasis Analisis Data Cuaca Dengan Algoritma *Machine Learning*” ini dengan baik.

Penulisan tugas akhir ini bertujuan untuk memenuhi salah satu syarat untuk mencapai derajat sarjana komputer dari Program Studi Informatika, Fakultas Teknologi Industri di Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa dalam pembuatan tugas akhir ini penulis telah mendapatkan bantuan, bimbingan, dan dorongan dari banyak pihak. Untuk itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Tuhan Yesus Kristus yang selalu membimbing dalam iman-Nya, memberikan berkat-Nya, dan menyertai penulis selalu.
2. Bapak Dr. Ir. Parama Kartika Dewa SP., S.T., M.T. IPU., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
3. Bapak Wilfridus Bambang Triadi H, ST., M.Cs., selaku dosen pembimbing I yang telah membimbing dan memberikan masukan serta motivasi kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Bapak Prof. Dr. Pranowo, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing II yang telah membimbing dan memberikan masukan serta motivasi kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.

Demikian laporan tugas akhir ini dibuat, dan penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Yogyakarta, 28 Juli 2025



Rhema Stella Semaya Sutarto

210711071

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS & PUBLIKASI ILMIAH	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL.....	x
INTISARI.....	xi
BAB I	1
PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Batasan Masalah.....	3
D. Tujuan Penelitian.....	4
E. Metode Penelitian.....	4
F. Sistematika Penulisan.....	6
BAB II.....	8
TINJAUAN PUSTAKA.....	8
A. Prediksi Cuaca dengan <i>Machine Learning</i>	8
B. Prediksi Banjir dan Penanganan Data Tidak Seimbang	9
C. Prediksi dan Implementasi Sistem Banjir	11
D. Analisis Faktor Penyebab dan Kombinasi Model	11
E. Implementasi Sistem Prediksi Berbasis Web dan Hardware	12
F. GAP Penelitian.....	13
G. Tabel Perbandingan Penelitian	14

BAB III.....	17
LANDASAN TEORI	17
A. <i>Machine Learning</i> untuk Prediksi Cuaca dan Banjir	17
B. Algoritma Machine Learning Utama	18
C. Permasalahan Data Tidak Seimbang (<i>Imbalanced Data</i>)	22
D. Evaluasi Model Klasifikasi dan Regresi	23
BAB IV	29
DATASET DAN PENGEMBANGAN MODEL	29
A. Deskripsi Problem.....	29
B. Dataset.....	30
C. Pengembangan Model.....	70
BAB V.....	105
IMPLEMENTASI MODEL DAN PENGUJIAN SISTEM	105
A. Implementasi Model.....	105
B. Implementasi Sistem	111
C. Pengujian Sistem.....	119
BAB VI	134
PENUTUP.....	134
A. Kesimpulan	134
B. Saran.....	135
DAFTAR PUSTAKA	137
LAMPIRAN.....	141

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Perbandingan Overfitting, Underfitting, dan Balance.....	28
Gambar 4. 1 Grafik Bencana Banjir Tahun 2018-2023 (Provinsi) di Indonesia...	33
Gambar 4. 2 Rata - rata Curah Hujan Bulanan	40
Gambar 4. 3 Distribusi Suhu Rata - rata Harian	41
Gambar 4. 4 Distribusi Kelembapan Udara	41
Gambar 4. 5 Gambar Curah Hujan vs Jumlah Banjir Per Bulan (DIY).....	42
Gambar 4. 6 Gambar Curah Hujan vs Jumlah Banjir Per Bulan (Jawa Barat)	43
Gambar 4. 7 Distribusi Kelembapan Udara DIY dan Jawa Barat.....	44
Gambar 4. 8 Perbandingan Kecepatan Angin DIY dan Jawa Barat.....	44
Gambar 4. 9 Hasil Pengecekan Tipe Data.....	49
Gambar 4. 10 Kolom Dataset Sebelum Penambahan Fitur.....	52
Gambar 4. 11 Kolom Dataset Setelah Penambahan Fitur	52
Gambar 4. 12 Gambar List Kolom Missing Value.....	53
Gambar 4. 13 Distribusi Musim - DIY	64
Gambar 4. 14 Distribusi Musim - Jawa Barat.....	64
Gambar 4. 15 Matriks Korelasi Fitur Cuaca dan Target - DIY	66
Gambar 4. 16 Matriks Korelasi Fitur Cuaca dan Target - Jawa Barat	67
Gambar 4. 17 Grafik Learning Curve - Random Forest (Jawa Barat).....	82
Gambar 4. 18 Grafik Learning Curve - XGBoost (Jawa Barat)	82
Gambar 4. 19 Grafik Learning Curve - LightGBM (Jawa Barat).....	83
Gambar 4. 20 Grafik Learning Curve - Random Forest (DIY).....	84
Gambar 4. 21 Grafik Learning Curve - XGBoost (DIY)	84
Gambar 4. 22 Grafik Learning Curve - LightGBM (DIY)	85
Gambar 4. 23 Threshold Random Forest - DIY	89
Gambar 4. 24 Threshold XGBoost - DIY	89
Gambar 4. 25 Threshold LightGBM - DIY.....	90
Gambar 4. 26 Threshold Random Forest - Jawa Barat	91
Gambar 4. 27 Threshold XGBoost - Jawa Barat.....	91
Gambar 4. 28 Threshold LightGBM - Jawa Barat.....	92
Gambar 4. 29 Confusion Matrix - Random Forest (DIY).....	94

Gambar 4. 30 Confusion Matrix - XGBoost (DIY)	95
Gambar 4. 31 Confusion Matrix - LightGBM (DIY)	96
Gambar 4. 32 Confusion Matrix - Random Forest (Jawa Barat)	97
Gambar 4. 33 Confusion Matrix - XGBoost (Jawa Barat).....	98
Gambar 4. 34 Confusion Matrix - LightGBM (Jawa Barat).....	99
Gambar 4. 35 Kinerja Model Sebelum vs Sesudah Threshold Tuning (DIY)	102
Gambar 4. 36 Kinerja Model Sebelum vs Sesudah Threshold Tuning (Jawa Barat)	103
Gambar 5. 1 Tampilan Awal Web Flask	112
Gambar 5. 2 Gambar Hasil Prediksi Cuaca	113
Gambar 5. 3 Gambar Marker Peta Sesuai Provinsi.....	113
Gambar 5. 4 Prediksi Banjir di Jawa Barat	116
Gambar 5. 5 Prediksi Banjir di DIY.....	117
Gambar 5. 6 Tampilan pilihan provinsi.....	118
Gambar 5. 7 Flowchart Alur Interaksi Pengguna.....	119
Gambar 5. 8 Hasil Prediksi Cuaca Real-time.....	121
Gambar 5. 9 Gambar Hasil Prediksi Dari BMKG	121

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Tabel Perbandingan Penelitian	14
Tabel 4. 1 Tabel Atribut Dataset.....	34
Tabel 4. 2 Tabel Dataset Cuaca	36
Tabel 4. 3 Tabel Dataset Banjir – DIY	37
Tabel 4. 4 Tabel Dataset Banjir – Jawa Barat.....	37
Tabel 4. 5 Statistik Deskriptif Utama Setelah Proses Pembersihan Data	39
Tabel 4. 6 Rekap Hasil Evaluasi Model di Data Testing.....	72
Tabel 4. 7 Rekap Model Prediksi Cuaca	74
Tabel 4. 8 Perbandingan Recall dan F1-Score	80
Tabel 5. 1 Tabel Pembuktian Kejadian Banjir.....	126

INTISARI

PREDIKSI BENCANA BANJIR DI INDONESIA BERBASIS ANALISIS DATA CUACA DENGAN ALGORITMA *MACHINE LEARNING*

Intisari

Rhema Stella Semaya Sutarto

210711071

Bencana hidrometeorologi seperti banjir dan cuaca ekstrem menjadi tantangan utama di Indonesia, terutama akibat tingginya variasi curah hujan dan iklim tropis. Informasi prediksi cuaca dan peringatan dini banjir yang akurat sangat dibutuhkan untuk mitigasi risiko dan mendukung pengambilan keputusan. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem prediksi cuaca multi-skala (*real-time* dan mingguan) untuk 34 provinsi di Indonesia, serta sistem peringatan risiko banjir untuk wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) dan Jawa Barat, berbasis *model ensemble machine learning*.

Data penelitian terdiri atas data cuaca historis dari BMKG, data kejadian banjir dari BNPB, serta data *real-time* dari *API OpenWeatherMap*, dan *OpenStreetMap* pada rentang tahun 2018–2023. Tahapan penelitian meliputi pembersihan data, rekayasa fitur, pelatihan model *Random Forest*, *XGBoost*, dan *LightGBM*, *tuning threshold* untuk penanganan data tidak seimbang, serta *ensemble voting* untuk meningkatkan performa prediksi. Evaluasi model dilakukan menggunakan metrik akurasi, presisi, *recall*, *F1-score* (untuk klasifikasi banjir), serta *MAE*, *RMSE*, dan R^2 (untuk regresi cuaca). Seluruh model terintegrasi dalam aplikasi *web* berbasis *Flask*.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa metode *ensemble* mampu menghasilkan prediksi cuaca yang presisi dan peringatan banjir yang adaptif meskipun menghadapi tantangan data banjir yang sangat tidak seimbang. Sistem yang dibangun diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam mendukung mitigasi bencana dan perencanaan aktivitas di Indonesia.

Kata kunci: prediksi cuaca, banjir, *ensemble machine learning*, *Random Forest*, *XGBoost*, *LightGBM*, data *real-time*, aplikasi *web*, Indonesia.

Dosen Pembimbing I : Wilfridus Bambang Triadi H, ST., M.Cs.

Dosen Pembimbing II : Prof. Dr. Pranowo, S.T., M.T.

Jadwal Sidang Tugas Akhir : 25 Juli 2025