

**SISTEM PERINGATAN DINI CUACA EKSTREM BERBASIS
MACHINE LEARNING UNTUK MITIGASI BENCANA
HIDROMETEOROLOGI**



**Universitas
Harkat Negeri**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan Studi
Pada Program Studi Sarjana Terapan Teknik Informatika

Oleh:

Karel Trisnanto Utomo

NIM. 22090120

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS HARKAT NEGERI
2026**

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Karel Trisnanto Utomo

NIM : 22090120

Adalah mahasiswa Program Studi Sarjana Terapan Teknik Informatika Universitas Harkat Negeri, dengan ini saya menyatakan bahwa laporan Skripsi yang berjudul :

“SISTEM PERINGATAN DINI CUACA EKSTREM BERBASIS MACHINE LEARNING UNTUK MITIGASI BENCANA HIDROMETEOROLOGI”

Merupakan hasil pemikiran sendiri secara orisinil dan saya susun secara mandiri dengan tidak melanggar kode etik hak karya cipta. Pada laporan skripsi ini juga bukan merupakan karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik tertentu di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari ternyata laporan skripsi ini terbukti melanggar kode etik cipta atau merupakan karya yang dikategorikan mengandung unsur plagiarisme, maka saya bersedia untuk melakukan penelitian baru dan menyusun laporannya sebagai laporan skripsi, sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan sesungguhnya.

Tegal, 25 Juni 2026

Yang memberi pernyataan,



Karel Trisnanto Utomo

NIM. 22090120

HALAMAN REKOMENDASI

Pembimbing Skripsi memberikan rekomendasi kepada:

Nama : Karel Trisnanto Utomo

NIM : 22090120

Program Studi : Sarjana Terapan Teknik Informatika

Judul Skripsi : Sistem Peringatan Dini Cuaca Ekstrem Berbasis Machine
Learning Untuk Mitigasi Bencana Hidrometeorologi

Untuk mengikuti Ujian Skripsi karena telah memenuhi persyaratan yang telah
ditentukan.

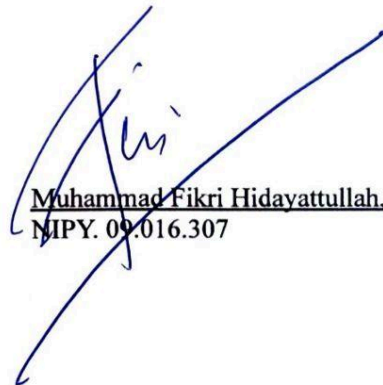
Tegal, 25 Juni 2026

Pembimbing I

Pembimbing II



Ir. Gnanjar Wiro Sasmito, M.Kom.,
M.B.A., IPM., ASEAN Eng.
NIPY. 10.007.032



Muhammad Fikri Hidayattullah, S.T., M.Kom.
NIPY. 09.016.307

UNIVERSITAS HARKAT NEGERI	Kode/No :
	Tanggal :
FORMULIR LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	Revisi :
	SEKOLAH VOKASI

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

SISTEM PERINGATAN DINI CUACA EKSTREM BERBASIS MACHINE LEARNING UNTUK MITIGASI BENCANA HIDROMETEOROLOGI

Oleh:

Karel Trisnanto Utomo

NIM. 22090120

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian
persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada
Program Studi Sarjana Terapan Teknik Informatika Universitas Harkat Negeri.

Tim Penguji

Dwi Intan Af'idah, S.T., M.Kom. : 1.....
NIDN. 0620089203

Dega Surono Wibowo, S.T., M.Kom. : 2.....
NIDN. 0607108202

Muhammad Fikri Hidayattullah, S.T., M.Kom. : 3.....
NIDN. 0623108801

Tegal, 5 Agustus 2026

Menyetujui,

Fakultas Sekolah Vokasi
Dekan

Program Studi Sarjana Terapan Teknik Informatika
Ketua Program Studi


Universitas
Harkat Negeri
Sekolah Vokasi

Dr. apt. Heru Nurcahyo, S.Farm., M.Sc.
NIPY. 10.007.038


Universitas
Harkat Negeri
Sekolah Vokasi

Dyah Apriliani, S.T., M.Kom.
NIPY. 09.015.225

ABSTRAK

Indonesia sangat rentan terhadap bencana alam akibat dampak perubahan iklim global. Berdasarkan catatan BNPB pada tahun 2024, dari 3.472 kejadian bencana berskala nasional, 99,34% di antaranya didominasi oleh bencana hidrometeorologi. Ancaman ini berdampak signifikan di Provinsi Jawa Tengah yang risikonya diperparah oleh penyusutan lahan hijau serta ketiadaan platform mitigasi spasial hiperlokal. Penelitian ini merancang prototype perangkat lunak peringatan dini berbasis *Web-based Geographic Information System* (WebGIS). Arsitektur sistem dikembangkan menggunakan Laravel, MySQL, LeafletJS, dan Flask. Prediksi potensi ancaman dieksekusi menggunakan algoritma machine learning CatBoost yang dilatih dengan data cuaca historis dan parameter topografi wilayah, menghasilkan akurasi sebesar 95,2%. Selain itu, sistem juga mengintegrasikan model Deep Learning berarsitektur Bidirectional LSTM untuk memproyeksikan tren fluktuasi bencana dengan margin error (MAE) di kisaran 2 kejadian. Evaluasi black box testing pada 19 skenario operasional menunjukkan perangkat lunak berfungsi sesuai rancangan. Sementara itu, pengukuran tingkat kebergunaan (*usability*) terhadap 48 responden menggunakan instrumen *System Usability Scale* (SUS) memperoleh skor rata-rata 78,50 (Grade B). Perolehan metrik ini mengindikasikan bahwa antarmuka sistem cukup intuitif dan dapat diterima dengan baik oleh pengguna. Sistem ini diharapkan dapat menjadi alternatif solusi untuk mempercepat penyebaran informasi peringatan dini dan mendukung pengambilan keputusan kebencanaan.

Kata Kunci: Bencana Hidrometeorologi, CatBoost, LSTM, Peringatan Dini, Prototype, WebGIS.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat, kasih, dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan laporan skripsi yang berjudul “Sistem Peringatan Dini Cuaca Ekstrem Berbasis Machine Learning Untuk Mitigasi Bencana Hidrometeorologi” dengan baik dan lancar.

Skripsi merupakan suatu kewajiban yang harus dilaksanakan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan dalam mencapai derajat Sarjana Sains Terapan pada program studi Sarjana Terapan Teknik Informatika Universitas Harkat Negeri. Selama melaksanakan penelitian dan kemudian tersusun dalam laporan skripsi ini, banyak pihak yang telah memberikan bantuan, dukungan dan bimbingan.

Pada kesempatan ini, tidak lupa penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Sudirman Said, Ak, M.B.A. selaku Rektor Universitas Harkat Negeri
2. Bapak Dr. apt. Heru Nurcahyo, S.Farm., M.Sc. selaku Dekan Fakultas Vokasi Universitas Harkat Negeri
3. Ibu Dyah Apriliani, S.T., M.Kom. selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknik Informatika Universitas Harkat Negeri.
4. Bapak Ir. Ginanjar Wiro Sasmito, M.Kom., M.B.A., IPM., ASEAN Eng., selaku Dosen Pembimbing I
5. Bapak Muhammad Fikri Hidayattullah, S.T., M.Kom., selaku Dosen Pembimbing II
6. Semua pihak yang telah mendukung, membantu serta mendoakan penyelesaian laporan skripsi ini.

Semoga laporan skripsi ini dapat memberikan sumbangan untuk pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Tegal, 25 Juni 2026

Penulis,



Karel Trisnanto Utomo

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN.....	ii
HALAMAN REKOMENDASI.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
ABSTRAK.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Batasan Masalah.....	4
1.3. Tujuan dan Manfaat.....	5
1.3.1. Tujuan.....	5
1.3.2. Manfaat.....	5
1.4. Tinjauan Pustaka.....	7
1.5. Data Penelitian.....	12
1.5.1. Bahan Penelitian.....	12
1.5.2. Alat Penelitian.....	14
BAB II PRODUK.....	17
2.1. Perancangan.....	17
2.1.1. Perancangan Aplikasi.....	17
2.1.2. Pembuatan Aplikasi.....	69
2.2. Kesimpulan dan Saran.....	111
2.2.1. Kesimpulan.....	111
2.2.2. Saran.....	112
BAB III HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI).....	114
3.1. Proses Pendaftaran.....	114
3.2. Identitas Pencatatan HKI.....	114
DAFTAR PUSTAKA.....	116
LAMPIRAN.....	A-1

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Grafik Jumlah Kejadian Bencana per Provinsi.....	1
Gambar 1.2 Grafik Jumlah Bencana di Provinsi Jawa Tengah.....	2
Gambar 1.3 Dataset Cuaca Historis.....	12
Gambar 1.4 Dataset Riwayat Bencana.....	13
Gambar 1.5 Dataset Topografi Wilayah.....	13
Gambar 1.6 Pendekatan Risiko Bencana (PERKA BNPB No 02 Tahun 2012)....	14
Gambar 1.7 Matriks Risiko Bencana (World Meteorological Organization).....	14
Gambar 2.1 Use Case Diagram Aplikasi Weathora.....	18
Gambar 2.2 Activity Diagram Registrasi Akun.....	22
Gambar 2.3 Activity Diagram Login.....	23
Gambar 2.4 Activity Diagram Lupa Kata Sandi.....	24
Gambar 2.5 Activity Diagram Profil.....	25
Gambar 2.6 Activity Diagram Dashboard Prakiraan Cuaca.....	26
Gambar 2.7 Activity Diagram Edukasi Awan.....	27
Gambar 2.8 Activity Diagram Siaga Bencana Mandiri.....	28
Gambar 2.9 Activity Diagram Sky-Scan.....	29
Gambar 2.10 Activity Diagram AI Insight Riwayat Bencana.....	30
Gambar 2.11 Activity Diagram Radar AI.....	31
Gambar 2.12 Activity Diagram Spatial Monitor.....	32
Gambar 2.13 Activity Diagram Analisis Bencana.....	33
Gambar 2.14 Activity Diagram Ekspansi Wilayah.....	34
Gambar 2.15 Activity Diagram Manajemen Pengguna.....	35
Gambar 2.16 Activity Diagram Manajemen Sesi Pengguna.....	36
Gambar 2.17 Activity Diagram Log Aktivitas Sistem.....	37
Gambar 2.18 Sequence Diagram Login.....	38
Gambar 2.19 Sequence Diagram Register.....	39
Gambar 2.20 Sequence Diagram Lupa Kata Sandi.....	39
Gambar 2.21 Sequence Diagram Profil.....	40
Gambar 2.22 Sequence Diagram Dashboard Prakiraan Cuaca.....	41
Gambar 2.23 Sequence Diagram Edukasi Awan.....	42
Gambar 2.24 Sequence Diagram Siaga Bencana Mandiri.....	43
Gambar 2.25 Sequence Diagram Sky-Scan.....	44
Gambar 2.26 Sequence Diagram AI Insight Riwayat Bencana.....	45
Gambar 2.27 Sequence Diagram Radar AI.....	46
Gambar 2.28 Sequence Diagram Spatial Monitor (Admin).....	47
Gambar 2.29 Sequence Diagram Analisis Bencana (Admin).....	48
Gambar 2.30 Sequence Diagram Ekspansi Wilayah (Admin).....	49
Gambar 2.31 Sequence Diagram Manajemen Pengguna (Admin).....	50
Gambar 2.32 Sequence Diagram Manajemen Sesi Pengguna (Admin).....	51

Gambar 2.33 Sequence Diagram Log Aktivitas Sistem (Admin).....	52
Gambar 2.34 Class Diagram.....	53
Gambar 2.35 Arsitektur Sistem.....	56
Gambar 2.36 Tampilan Dataset Prakiraan Cuaca (Weather Data).....	66
Gambar 2.37 Tampilan Dataset Bencana Historis Gabungan.....	67
Gambar 2.38 Tampilan Dataset Topografi Wilayah.....	68
Gambar 2.39 Implementasi Pelatihan dan Kalibrasi Model AI.....	70
Gambar 2.40 Grafik Perbandingan Akurasi 5 Model AI Terkalibrasi.....	71
Gambar 2.41 Hasil Evaluasi Metrik MAE dan RMSE.....	72
Gambar 2.42 Contoh Implementasi Migration pada Laravel.....	74
Gambar 2.43 Contoh Implementasi Seeder Data Wilayah.....	74
Gambar 2.44 Contoh Implementasi Model Eloquent.....	75
Gambar 2.45 Contoh Implementasi Route Endpoint.....	76
Gambar 2.46 Contoh Implementasi Controller Laravel.....	77
Gambar 2.47 Inisialisasi Keamanan dan Pemanggilan Model AI.....	79
Gambar 2.48 Logika Pemrosesan Endpoint Prediksi (Inference) pada Flask.....	80
Gambar 2.49 Logika Pemrosesan Endpoint Prediksi LSTM pada Flask.....	82
Gambar 2.50 Contoh Implementasi Layout Utama Menggunakan Blade.....	85
Gambar 2.51 Contoh Penerapan Utility Classes Tailwind CSS.....	86
Gambar 2.52 Implementasi Rendering Data Dinamis Dengan Logika Blade.....	86
Gambar 2.53 Implementasi Pengambilan Data Asinkron Dengan Fetch API.....	87
Gambar 2.54 Dashboard Deployment dan Metrik Evaluasi Model Roboflow.....	88
Gambar 2.55 Implementasi Roboflow Inference API secara Asinkron.....	89
Gambar 2.56 Implementasi Pengambilan Data AI Insight dengan Fetch API.....	90
Gambar 2.57 Tampilan Antarmuka Landing Page, Autentikasi dan Profil.....	93
Gambar 2.58 Tampilan Halaman Dashboard Cuaca dan AI Insight.....	95
Gambar 2.59 Tampilan Halaman Peta Radar AI dan Simulasi Bencana.....	96
Gambar 2.60 Tampilan Halaman Weathora Sky-Scan (Computer Vision).....	96
Gambar 2.61 Tampilan Halaman Siaga Bencana Mandiri dan Edukasi.....	96
Gambar 2.62 Tampilan Halaman Spatial Monitor Administrator.....	98
Gambar 2.63 Tampilan Halaman Analisis Bencana dan Ekspansi Wilayah.....	98
Gambar 2.64 Tampilan Halaman Manajemen Pengguna, Sesi dan Log Sistem....	99
Gambar 2.65 Grafik Demografi Usia Responden.....	104
Gambar 2.66 Grafik Demografi Pendidikan Responden.....	104

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Gap Penelitian (Research Gap).....	9
Tabel 1.2 Alat Penelitian.....	14
Tabel 2.1 Tabel Database Users.....	59
Tabel 2.2 Tabel Database Regions.....	60
Tabel 2.3 Tabel Database Weather Forecasts.....	61
Tabel 2.4 Tabel Database Disaster Histories.....	62
Tabel 2.5 Tabel Database User Wilayah Pantauan.....	63
Tabel 2.6 Tabel Database Logs.....	64
Tabel 2.7 Hasil Pengujian Fungsionalitas Aplikasi.....	100
Tabel 2.8 Daftar Pernyataan Pengujian SUS.....	106
Tabel 2.9 Skala Penilaian Skor.....	107
Tabel 2.10 Perhitungan Hasil Pengujian SUS Responden.....	107
Tabel 2.11 SUS Score Percentile Rank.....	110

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Lembar Kesediaan Pembimbing.....	A-1
Lampiran 2. Surat Keterangan Penelitian.....	B-1
Lampiran 3. Surat Pernyataan Pengajuan HKI.....	C-1
Lampiran 4. Surat Pengalihan HKI.....	D-1
Lampiran 5. Syarat Pengajuan HKI.....	E-1
Lampiran 6. Sertifikat HKI.....	F-1
Lampiran 7. Lembar Bimbingan.....	G-1
Lampiran 8. Surat Pernyataan Validasi Ahli.....	H-1
Lampiran 9. Dokumentasi Penelitian.....	I-1
Lampiran 10. Dokumentasi Blackbox Testing (Selenium Katalon Recorder).....	J-1
Lampiran 11. Dokumentasi Usability Testing.....	K-1