

**PREDIKSI CURAH HUJAN DI KABUPATEN BOGOR
MENGUNAKAN *LONG SHORT-TERM
MEMORY* DAN *GEMMA 2***

SKRIPSI

Oleh:

**Indra Wijaya
202110715103**



**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BHAYANGKARA JAKARTA RAYA**

2025

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

(DIGUNAKAN UNTUK TUGAS AKHIR)

Judul Tugas Akhir : Prediksi Curah Hujan DI kabupaten
Bogor Menggunakan *Long Short-Term Memory*
dan *GEMMA 2*

Nama Mahasiswa : Indra Wijaya

Nomor Pokok Mahasiswa : 202110715103

Program Studi/Fakultas : Informatika/Illmu Komputer

Tanggal Lulus Ujian : 07 – 07 – 2025

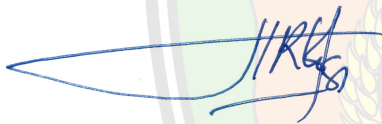
Skripsi

Jakarta, 2025

MENYETUJUI,

Pembimbing I

Pembimbing II



Dr. Herlawati, S.S., M.M., M.Kom

NIDN: 0311097302



Rafika Sari S.Si., M.Si

NIDN: 0329098902

Ketua Program Studi



Ahmad Fathurrozi, S.E., M.M.S.I

NIP: 2012486

PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BHAYANGKARA JAKARTA RAYA
2025

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir : Prediksi Curah Hujan Di Kabupaten Bogor
Menggunakan *Long Short-Term Memory*
dan *GEMMA 2*

Nama Mahasiswa : Indra Wijaya

Nomor Pokok Mahasiswa : 202110715103

Program Studi/Fakultas : Informatika / Ilmu Komputer

Jakarta, 18 07 2025

MENGESAHKAN,

Ketua Tim Penguji : Prof. Dr. Mujiono Sadikin, S.T., M.T.
NIDN : 0406127002

Penguji I : Muhammad Yasir, S.Si., M.Kom
NIDN : 0317129002

Penguji II : Dr. Herlawati, S.Si., M.M., M.Kom.
NIDN : 0311097302

Ketua
Program Studi Informatika

Ahmad Fathurrozi, SE., M.M.S.I
NIP: 2012486

Dekan
Fakultas Ilmu Komputer

Dr. Robertus Suraji, S.S, M.M
NIP : 1408206



UNIVERSITAS BHAYANGKARA JAKARTA RAYA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
PROGRAM STUDI INFORMATIKA

LEMBAR PERNYATAAN BUKAN PLAGIASI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Indra Wijaya
NPM : 202110715103
Program Studi : Informatika
Fakultas : Ilmu Komputer
Judul Tugas Akhir : Prediksi Curah Hujan Di Kabupaten Bogor Menggunakan
Long Short Term Memory Dan GEMMA 2

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan skripsi yang telah saya buat ini merupakan **hasil karya saya sendiri dan benar keasliannya**. Apabila dikemudian hari penulisan skripsi ini merupakan plagiat atau menjiplak terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi tata tertib di Universitas Bhayangkara Jakarta Raya.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan dari pihak manapun.

Bekasi 18-07-2025

Penulis



Indra wijaya

ABSTRAK

Indra Wijaya.202110715103. Prediksi Curah Hujan Di Kabupaten Bogor Menggunakan *Long Short-Term Memory* Dan *GEMMA 2*. Bekasi: Fakultas Ilmu Komputer. Universitas Bhayangkara Jakarta raya. 2025

Kabupaten Bogor adalah daerah sering mengalami curah hujan berkepanjangan, terlebih pada musim hujan. Curah hujan yang tinggi menimbulkan permasalahan seperti banjir dan tanah longsor. Oleh karena itu prediksi curah hujan yang akurat penting untuk berbagai kebutuhan terutama dalam mitigasi bencana. Studi ini bertujuan mengimplementasikan algoritma *Long Short-Term Memory* (LSTM) sebagai model untuk prediksi dari data historis curah hujan dan menggunakan *Large Language Model* (LLM) *GEMMA 2* untuk memberikan interpretasi hasil prediksi serta rekomendasi berdasarkan hasil prediksi. Metode yang digunakan meliputi pengumpulan data dari *website data online* BMKG yang berjumlah 1804 data, pra-pemrosesan data, pembuatan model, evaluasi performa model, serta interpretasi hasil menggunakan LLM. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa LSTM menghasilkan nilai MSE sebesar 201,92 mm² dan RMSE 14,21 mm, dengan nilai R² sebesar 0,24. Meskipun nilai R² tergolong rendah karena fluktuasi data yang tinggi, nilai RMSE yang berada di bawah standar deviasi data (16,43 mm) menunjukkan bahwa model mampu memprediksi dengan kesalahan yang relatif kecil dan konsisten.. Selain itu interpretasi yang diberikan oleh LLM *GEEMA 2* untuk membantu memahami prediksi dan memberikan rekomendasi praktis untuk mitigasi bencana akibat curah hujan.

Kata Kunci : Curah hujan, Prediksi, LSTM, *GEMMA 2*, Bogor.

ABSTRACT

Indra Wijaya 202110715103. *Prediction of Rainfall in Bogor District Using Long Short-Term Memory and GEMMA 2.* Bekasi: Faculty of Computer Science. Bhayangkara University, Jakarta Raya. 2025

Bogor Regency is an area that often experiences prolonged rainfall, especially during the rainy season. High rainfall levels cause issues such as flooding and landslides. Therefore, accurate rainfall prediction is crucial for various needs, particularly in disaster mitigation. This study aims to implement the Long Short-Term Memory (LSTM) algorithm as a model for predicting rainfall based on historical data and uses the Large Language Model (LLM) GEMMA 2 to interpret prediction results and provide recommendations based on those predictions. The methods used include data collection from the BMKG online data website, which contains 1,804 data points, data preprocessing, model creation, model performance evaluation, and result interpretation using LLM. The results of this study show that LSTM produces an MSE value of 201.92 mm² and an RMSE of 14.21 mm, with an R² value of 0.24. Although the R² value is relatively low due to high data fluctuations, the RMSE value being below the data standard deviation (16.43 mm) indicates that the model can predict with relatively small and consistent errors. Additionally, the interpretations provided by the GEMMA 2 LLM help in understanding the predictions and offer practical recommendations for mitigating disasters caused by rainfall.

Keywords: Rainfall, Prediction, LSTM, GEMMA 2, Bogor.

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK

Sebagai sivitas akademik Universitas Bhayangkara Jakarta Raya, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Indra Wijaya
NPM : 202110715103
Program Studi : Informatika
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Bhayangkara Jakarta Raya **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (Non-Exclusive Royalty Free Rights)**, atas karya ilmiah saya yang berjudul :

Prediksi Curah Hujan Di Kabupaten Bogor Menggunakan *Long Short-Term Memory* dan *GEMMA 2*

Beserta perangkat yang (bila diperlukan). Dengan hak bebas royalti non eksklusif ini, Universitas Bhayangkara Jakarta Raya berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data(*database*), mendistribusikannya, dan mempublikasikannya di internet atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis dan sebagai pemilik hak cipta.

Segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran hak cipta dalam karya ilmiah ini menjadi tanggung jawab saya pribadi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bekasi
Pada tanggal : 18-07-2025

Yang Menvatakan


Indra Wijaya

KATA PENGANTAR

Puji serta syukur di panjatkan atas ke hadirat Allah SWT yang sudah melimpahkan segala rahmat dan hidayah-Nya hingga saat ini, sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “**Prediksi Curah Hujan Kabupaten Bogor Menggunakan *Long Short-Term Memory* Dan *GEMMA 2***” dengan tepat waktu. Tujuan dari penulisan penelitian ini adalah untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan jenjang strata satu di program studi informatika, fakultas ilmu komputer, Universitas Bhayangkara Jakarta Raya.

Dalam penyusunan skripsi ini, bantuan dari berbagai pihak sangat berarti. Oleh karena itu, rasa terima kasih yang tulus disampaikan kepada:

1. Bapak Irjen. Pol. (Purn) Dr., Drs. H. Bambang Karsono, S.H, M.M., Ph.D., D.Crim (Honoriscausa) selaku Rektor Universitas Bhayangkara Jakarta Raya.
2. Bapak Dr. Robertus Suraji, S.S, M.M. Selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Bhayangkara Jakarta Raya.
3. Bapak Ahmad Fathurrozi, S.E., M.M.S.I Selaku Ketua Program Studi Informatika Universitas Bhayangkara Jakarta Raya.
4. Ibu Dr. Herlawati, S.Si., M.M., M.Kom Selaku dosen pembimbing I dalam penyusunan skripsi serta senantiasa memberikan arahan dan masukan yang mudah dipahami pada proses bimbingan.

5. Ibu Rafika Sari, S.Si., M.Si. Selaku dosen pembimbing II dalam penyusunan skripsi serta senantiasa memberikan arahan dan masukan yang mudah dipahami pada proses bimbingan.
6. Bapak Dani S.Kom., M.Kom. Selaku dosen pembimbing akademik Program Studi Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Bhayangkara Jakarta Raya.
7. Bapak dan ibu dosen serta Fakultas Ilmu Komputer Universitas Bhayangkara Jakarta Raya, atas dorongan dan bantuannya selama melakukan kuliah di Universitas Bhayangkara.
8. Ibu, Pakde, Agra dan Mas Titok yang selalu mendoakan dan selalu memberi semangat.
9. Oxana, Tata, Marsyanda, Reza, Meri, Nur'aeni, Michelle, krisna dan okta yang ikut membantu memberikan saran, dan masukan dalam penyusunan skripsi ini.

Penyusunan skripsi ini tentu masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu segala bentuk kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi perbaikan dimasa yang akan datang. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat serta menjadi kontribusi positif dalam pengembangan ilmu pengetahuan.

Bekasi, ...2025

Hormat Saya

Indra Wijaya

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN BUKAN PLAGIASI	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Rumusan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Batasan Masalah.....	6
1.7 Sistematika Penulisan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Penelitian Terdahulu.....	8
2.2 Landasan Teori	14
2.2.1 <i>Artificial Intelligence</i>	14

2.2.2	<i>Machine Learning</i>	16
2.2.3	<i>Deep Learning</i>	16
2.2.4	<i>Generative AI</i>	17
2.2.5	<i>Large Language Model</i>	18
2.2.6	<i>Data Mining</i>	19
2.2.7	<i>Cross-Industry Standard Practice for Data mining</i>	19
2.2.8	<i>Prediksi</i>	20
2.2.9	<i>Curah Hujan</i>	21
2.2.10	<i>Google Colab</i>	21
2.2.11	<i>Python</i>	22
2.2.12	<i>Long Short-Term Memory</i>	23
2.2.13	<i>Evaluasi Model</i>	27
2.2.14	<i>HuggingFace</i>	29
2.2.15	<i>GEMMA 2</i>	29
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		31
3.1	<i>Objek dan Tempat Penelitian</i>	31
3.2	<i>Kerangka Penelitian</i>	32
3.2.1	<i>Business Understanding</i>	33
3.2.2	<i>Data Understanding</i>	34
3.2.3	<i>Data Preparation</i>	35
3.2.4	<i>Modeling</i>	36
3.2.5	<i>Evaluation</i>	37
3.2.6	<i>Deployment</i>	38
3.3	<i>Metode Pengumpulan Data</i>	39
3.4	<i>Analisis kebutuhan sistem</i>	39
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		41
4. 1	<i>Business Understanding</i>	41
4. 2	<i>Data Understanding</i>	41
4. 3	<i>Data Preparation</i>	52
4.3.1	<i>Penanganan Missing Value</i>	53

4.3.2	Deteksi outlier	54
4.3.3	Pemisahan fitur dan target (x dan y)	56
4.3.4	Normalisasi	56
4. 4	<i>Modeling</i>	61
4. 5	<i>Evaluation</i>	73
4.5.1	<i>LSTM Non-Tuning</i>	73
4.5.2	<i>LSTM Parameter Tuning</i>	78
4. 6	<i>Deployment</i>	84
4.6.1	Prototype Dengan Gradio Di <i>Huggingface</i> Space	85
4.6.2	Deployment Menggunakan <i>Flask</i>	99
4.6.3	Evaluasi Gemma 2	105
BAB V PENUTUP		107
5.1	Kesimpulan	107
5.2	Saran.....	107
DAFTAR PUSTAKA		110
LAMPIRAN		115

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terkait.....	8
Tabel 4. 1 Dataset Penelitian.....	45
Tabel 4.2 Hasil Normalisasi RobustScaler.....	61



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Peta Curah Hujan Kabupaten Bogor (2021)	2
Gambar 2.1 Diagram Artificial intillegence.....	15
Gambar 2.2 Struktur LSTM	23
Gambar 3. 1 Peta Kabupaten Bogor.....	31
Gambar 3. 2Website Data Online BMKG	32
Gambar 3. 3 Kerangka Penelitian	33
Gambar 3. 4 Tinjauan Data Curah Hujan Januari 2020 Yang Akan Di Unduh ...	35
Gambar 3. 5 Diagram Pemodelan.....	36
Gambar 4.1 Tampilan Awal Website BMKG	42
Gambar 4.2 Tampilan Menu Data Harian	43
Gambar 4.3 Pilihan Pengunduhan Pada Web Dataonline BMKG	43
Gambar 4.4 Data Curah Hujan Kabupaten Bogor Bulan Januari 2020	44
Gambar 4.5 Folder Dataset Yang Sudah Di Unduh	45
Gambar 4.6 Sampel Data Mentah Dari Situs Dataonline BMKG	47
Gambar 4.7 Struktur Dan Tipe Data	48
Gambar 4.8 Missing Value.....	49
Gambar 4.9 Grafik Curah Hujan Bulanan Kabupaten Bogor	49
Gambar 4.10 Distribusi Variabel.....	50
Gambar 4.11 Korelasi Antar Variabel	51
Gambar 4.12 Penggabungan Dataset	53
Gambar 4.13 Penanganan Mising Value	54
Gambar 4.14 Deteksi Outlier	55
Gambar 4.15 Outlier Pada Kolom RR	55
Gambar 4.16 Pemisahan Fitur Dan Target	56
Gambar 4.17 Kode Rbustscaler.....	57
Gambar 4.18 Satastik Deskripsi Dari Data Yang Digunakan.....	58
Gambar 4.19 Model LSTM Non-Tuning	62
Gambar 4.20 Weighted MSE	62
Gambar 4.21 Arsitektur LSTM Non-Tuning.....	63
Gambar 4.22 Import Library optuna	66

Gambar 4.23 Fungsi Trial Pada Optuna.....	66
Gambar 4.24 Latih Model Dengan Parameter	67
Gambar 4.25 Comple Model Untuk Optuna	68
Gambar 4.26 Training Dengan Earli Stopping.....	68
Gambar 4.27 Membuat Studi Optuna	69
Gambar 4.28 Hasil Pencarian Parameter terbaik	69
Gambar 4.29 Pelatihan Ulang Model LSTM	70
Gambar 4.30 Arsitektur LSTM Tuning.....	71
Gambar 4.31 Training And Validation Loss LSTM non-tuning	73
Gambar 4.32 Total Error kuadrat Non-Tuning Skala Robust	74
Gambar 4.33 Total Error Kuadrat LSTM Non-Tuning Skala Asli.....	75
Gambar 4.34 Proses perhitungan nilai SS_{res} dan $SS_{tot non tuning}$	76
Gambar 4.35 Grafik Prediksi Curah Hujan LSTM Dengan Data Asli.....	77
Gambar 4.36 Hasil Prediksi LSTM non tuning	78
Gambar 4.37 Training And Validation Loss LSTM non-tuning	79
Gambar 4.38 Total Error kuadrat Tuning Skala Robust.....	79
Gambar 4.39 Total Error Kuadrat LSTM Tuning Skala Asli	81
Gambar 4.40 Proses perhitungan nilai SS_{res} dan $SS_{tot non tuning}$	82
Gambar 4.41 Grafik Prediksi Curah Hujan LSTM Tuning Dengan Data Asli	83
Gambar 4.42 Hasil Prediksi LSTM Tuning	84
Gambar 4.43 Halaman Utama <i>Huggingface</i>	85
Gambar 4.44 halaman Log-in <i>Huggingface</i>	86
Gambar 4.45 Menu Profile <i>Huggingface</i>	87
Gambar 4.46 Membuat Space Baru	87
Gambar 4.47 Pemilihan SDK.....	88
Gambar 4.48 Tampilan Awal Space	89
Gambar 4.49 Menyimpan model LSTM.....	89
Gambar 4.50 Pengunduhan Scaler X Dan Scaler Y	90
Gambar 4.51 Menu Files Pada Space	91
Gambar 4.52 Menu Upload Space	92
Gambar 4.53 Proses Pembuatan Requirements.txt	92

Gambar 4.54 Kode awal App.py	93
Gambar 4.55 Prompt Untuk <i>GEMMA 2</i>	94
Gambar 4.56 Kode Gradio App	95
Gambar 4.57 Menu Setting Pada Space	96
Gambar 4.58 Menu Access token.....	96
Gambar 4.59 Pembuatan Acces token	97
Gambar 4.60 Pembuatan Secret Pada Space.....	97
Gambar 4.61 Menu App Pada Space.....	98
Gambar 4.62 Hasil Prediksi Dan Interpretasi hujan ringan	98
Gambar 4.63 Folder Deploy <i>Flask</i>	100
Gambar 4.64 Susunan Direktori Dari Folder Deploy	101
Gambar 4.65 Indexs.html	101
Gambar 4.66 App.py	102
Gambar 4.67 Style.css.....	103
Gambar 4.68 Pembuatan virtual Environment.....	104
Gambar 4.69 Hasil Prediksi Hujan Lebat	104
Gambar 4.70 Hasil Interpretasi <i>GEMMA 2</i> Ketika Hujan Sedang.....	105

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran Data Penelitian	116
Lampiran Plagiarisme	159
Biodata Mahasiswa	160
Kartu Bimbingan Pembimbing 1	161
Kartu Bimbingan Pembimbing 2	163
Rekomendasi Dari pembimbing 1	164
Rekomendasi Dari Pembimbing 2	165

