

PREDIKSI CURAH HUJAN HARIAN MENGGUNAKAN FUZZY NEURAL NETWORK: STUDI KASUS KOTA JAKARTA UTARA

AHMAD EKA ALFARI



**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**

PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Prediksi Curah Hujan Harian Menggunakan *Fuzzy Neural Network*: Studi Kasus Kota Jakarta Utara” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juli 2025

Ahmad Eka Alfari
G5401211053

ABSTRAK

AHMAD EKA ALFARI. Prediksi Curah Hujan Harian Menggunakan *Fuzzy Neural Network*: Studi Kasus Kota Jakarta Utara. Dibimbing oleh PRAPTO TRI SUPRIYO dan ELIS KHATIZAH.

Perubahan iklim global menyebabkan peningkatan ketidakpastian curah hujan harian, terutama di wilayah tropis seperti Jakarta Utara yang rawan banjir. Penelitian ini bertujuan membangun dan mengevaluasi model prediksi curah hujan harian menggunakan *Fuzzy Neural Network* (FNN) berbasis ANFIS. Model dikembangkan dalam lima lapisan utama yang mencakup *input*, fuzzifikasi, aturan fuzzy, inferensi, dan defuzzifikasi. Model dilatih menggunakan data tahun 2020–2023, diuji pada data tahun 2024, dan dievaluasi dengan tiga skenario, yaitu data latih, data uji dengan prediksi *direct multi-step forecasting* dan prediksi *recursive forecasting*. Hasil menunjukkan bahwa model FNN mampu mempelajari pola hujan nonlinier dengan baik pada data latih, serta mempertahankan performa baik pada data uji dengan prediksi *direct multi-step forecasting*. Performa kedua model menurun pada data uji dengan prediksi *recursive forecasting*, namun model FNN tetap unggul, yang menunjukkan bahwa model tetap mampu menangkap pola utama. Hasil ini menunjukkan bahwa model FNN berbasis ANFIS lebih unggul, efektif, dan interpretatif untuk prediksi curah hujan harian di wilayah tropis.

Kata kunci: adaptif, ANFIS, curah hujan, fuzzy, prediksi harian

ABSTRACT

AHMAD EKA ALFARI. Daily Rainfall Prediction Using Fuzzy Neural Network: Case Study of North Jakarta City. Supervised by PRAPTO TRI SUPRIYO and ELIS KHATIZAH.

Global climate change has led to increased uncertainty in daily rainfall, particularly in tropical regions such as North Jakarta, which is prone to flooding. This study aims to develop and evaluate a daily rainfall prediction model using a Fuzzy Neural Network (FNN) based on ANFIS. The model was developed in five main layers, including inputs, fuzzification, fuzzy rules, inference, and defuzzification. The model was trained using data from 2020–2023, tested on data from 2024, and evaluated with three scenarios: training data, test data with direct-multi step forecasting prediction, and recursive forecasting prediction. The results show that the FNN model is capable of learning nonlinear rainfall patterns well on training data and maintaining good performance on test data with direct-multi step forecasting prediction. The performance of both models decreases on test data with recursive forecasting prediction, indicating that the model is still capable of capturing the main trends. These results indicate that the ANFIS-based FNN model is superior, effective, and interpretable for daily rainfall prediction in tropical regions.

Keywords: adaptive, ANFIS, daily prediction, fuzzy, rainfall



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2025
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

PREDIKSI CURAH HUJAN HARIAN MENGGUNAKAN FUZZY NEURAL NETWORK: STUDI KASUS KOTA JAKARTA UTARA

AHMAD EKA ALFARI

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Matematika pada
Program Studi Matematika

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Penguji pada Ujian Skripsi:
Mohamad Khoirun Najib, S.Si., M.Mat.

Judul Skripsi : Prediksi Curah Hujan Harian Menggunakan *Fuzzy Neural Network*: Studi Kasus Kota Jakarta Utara

Nama : Ahmad Eka Alfari

NIM : G5401211053

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Drs. Prapto Tri Supriyo, M.Kom.

Pembimbing 2:

Elis Khatizah, S.Si., M.Si., Ph.D.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:

Dr. Donny Citra Lesmana, S.Si., M.Fin.Math.

NIP 197902272005011001

Tanggal Ujian: 26 Juni 2025

Tanggal Lulus:



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Januari 2025 sampai bulan Mei 2025 ini ialah riset operasi, dengan judul “Prediksi Curah Hujan Harian Menggunakan *Fuzzy Neural Network*: Studi Kasus Kota Jakarta Utara”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada:

1. Bapak Suhardi dan Ibu Fatatun selaku orang tua penulis dan keluarga besar penulis yang telah memberikan doa dan dukungan selama proses perkuliahan hingga selesai.
2. Bapak Drs. Prapto Tri Supriyo, M.Kom. selaku Dosen Pembimbing I, Ibu Elis Khatizah, S.Si., M.Si., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing II, serta Bapak Mohamad Khoirun Najib, S.Si., M.Mat. selaku Dosen Penguji yang telah memberikan bimbingan selama proses pengerjaan karya ilmiah ini hingga selesai.
3. Seluruh dosen, tenaga pendidik, dan civitas Program Studi Matematika yang telah memberikan dukungan selama proses perkuliahan hingga selesai.
4. Kemdikbudristek RI yang telah memberikan dukungan berupa beasiswa KIP Kuliah selama menempuh pendidikan di IPB University.
5. Data Online Direktorat Data dan Komputasi BMKG yang telah memberikan kemudahan dalam proses pengumpulan data historis curah hujan harian untuk penelitian dalam karya ilmiah ini.
6. Keluarga SAPTA (Aira, Dena, Tita, Wira) yang selalu berjuang bersama selama proses perkuliahan di Program Studi Matematika hingga selesai.
7. Para Sahabat (Divana, Alivia, Taqy, Fira, Ais, Jeni, Nynna, Andi, Yusuf) yang selalu memberikan doa dan dukungan selama proses perkuliahan hingga selesai.
8. BPH Swarsa, BPH Pionir Muda IPB *Batch* 6, Sainpres 2023, PIC dan Bendahara AGSN 2023–2024, BPH Ancalamerta, Tim My Potential, yang telah memberikan kesempatan untuk mengembangkan *skill* selama proses perkuliahan hingga selesai.
9. Teman-teman Program Studi Matematika angkatan 58 yang telah kebersamai perkuliahan hingga selesai.
10. Diri sendiri yang telah berjuang mendapatkan gelar Sarjana serta rekan sejawat penulis lainnya yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juli 2025

Ahmad Eka Alfari

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Prediksi Curah Hujan	3
2.2 Jaringan Syaraf Tiruan (<i>Artificial Neural Network/ANN</i>)	4
2.3 Logika Fuzzy	6
2.4 <i>Fuzzy Inference System</i>	6
2.5 <i>Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System</i>	7
2.6 Fungsi Keanggotaan Gaussian	10
2.7 Optimasi dan Pelatihan Model	10
2.8 Evaluasi Model	12
III METODE	14
3.1 Pengumpulan Data	14
3.2 <i>Preprocessing Data</i>	14
3.3 Arsitektur Model <i>Fuzzy Neural Network</i>	16
3.4 Pelatihan dan Evaluasi Model	19
3.5 Arsitektur Model <i>Artificial Neural Network</i>	21
3.6 Perangkat Lunak dan <i>Tools</i>	22
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1 Hasil <i>Preprocessing Data</i>	23
4.2 Alur Kerja Model <i>Fuzzy Neural Network</i>	28
4.3 Alur Kerja Model <i>Artificial Neural Network</i>	30
4.4 Hasil Evaluasi dan Visualisasi Model <i>Fuzzy Neural Network</i>	32
4.5 Hasil Evaluasi dan Visualisasi Model <i>Artificial Neural Network</i>	34
4.6 Perbandingan antara Model ANN dengan Model FNN	35
V SIMPULAN DAN SARAN	38
5.1 Simpulan	38
5.2 Saran	38
DAFTAR PUSTAKA	39
LAMPIRAN	44



DAFTAR TABEL

1	Contoh hasil transformasi tanggal dan ekstraksi fitur waktu	23
2	Contoh hasil transformasi musiman sinusoidal	24
3	Contoh hasil penambahan fitur historis (<i>lag</i> dan rata-rata)	24
4	Statistik curah hujan sebelum dan sesudah pembersihan data	25
5	Contoh kasus data curah hujan harian dengan <i>missing values</i>	25
6	Contoh kasus data curah hujan harian untuk deteksi <i>outlier</i>	26
7	Contoh kasus data curah hujan harian	27
8	Contoh hasil standarisasi data	27
9	Hasil evaluasi model FNN	32
10	Hasil evaluasi model ANN	34
11	Perbandingan hasil evaluasi model ANN dan FNN	36
12	Perbandingan durasi <i>running</i> kode model ANN dan FNN	37

DAFTAR GAMBAR

1	Diagram arsitektur sederhana model ANN	5
2	Fungsi keanggotaan Gaussian	10
3	Diagram arsitektur model FNN-ANFIS	17
4	Diagram arsitektur model ANN	21
5	Visualisasi perbandingan antara data aktual dan hasil prediksi curah hujan harian model FNN 2024. (a) hasil prediksi <i>direct</i> ; (b) hasil prediksi <i>recursive</i> .	33
6	Visualisasi perbandingan antara data aktual dan hasil prediksi curah hujan harian model ANN 2024. (a) hasil prediksi <i>direct</i> ; (b) hasil prediksi <i>recursive</i> .	35



DAFTAR LAMPIRAN

1	Sintaks prediksi curah hujan harian menggunakan <i>fuzzy neural network</i> (FNN) dengan arsitektur ANFIS	45
2	<i>Output</i> sampel numerik dari model <i>fuzzy neural network</i> (FNN) dengan arsitektur ANFIS	55
3	Visualisasi <i>output</i> per <i>layer</i> sampel numerik model <i>fuzzy neural network</i> (FNN) dengan arsitektur ANFIS	58
4	Contoh hasil prediksi curah hujan harian model <i>fuzzy neural network</i> (FNN) dengan arsitektur ANFIS	59
5	Sintaks prediksi curah hujan harian menggunakan <i>artificial neural network</i> (ANN) sebagai perbandingan model FNN	60
6	<i>Output</i> sampel numerik dari sintaks prediksi curah hujan harian menggunakan <i>artificial neural network</i> (ANN)	67
7	Visualisasi <i>output</i> per <i>layer</i> sampel numerik model <i>artificial neural network</i> (ANN)	68
8	Contoh hasil prediksi curah hujan harian model <i>artificial neural network</i> (ANN)	69