



**PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM KLASIFIKASI
CUACA BERBASIS ALGORITMA *MULTILAYER PERCEPTRON*
MENGUNAKAN LORA PADA STASIUN CUACA**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat menyelesaikan pendidikan pada
Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Otomasi
Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi
Universitas Diponegoro

Oleh:

Putri Laela Syafa'ati

40040321650015

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNOLOGI REKAYASA
OTOMASI
DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI
SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS DIPONEGORO
2026**

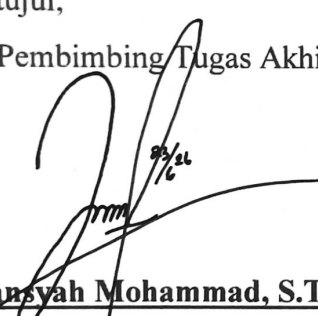
HALAMAN PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

**PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM KLASIFIKASI CUACA
BERBASIS ALGORITMA MULTILAYER PERCEPTRON MENGGUNAKAN
LORA PADA STASIUN CUACA**

Diajukan oleh:
Putri Laela Syafa'ati
40040321650015

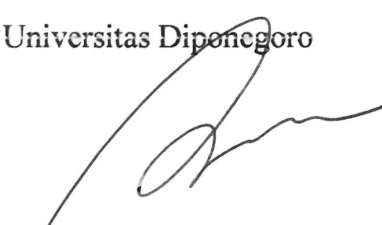
TELAH DISETUJUI DAN DITERIMA DENGAN BAIK OLEH

Menyetujui,
Dosen Pembimbing Tugas Akhir,


Luthfansyah Mohammad, S.Tr.T., M.T.
NIP.H.7. 199609132022041001

18 Juni 2026

Mengetahui,
Ketua Program Studi S.Tr. Teknologi Rekayasa Otomasi
Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi
Universitas Diponegoro


Priyo Sasmoko, S.T., M. Eng.
NIP. 197009161998021001

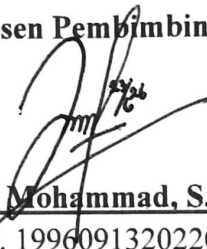
18 Juni 2026

HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR
PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM KLASIFIKASI CUACA
BERBASIS ALGORITMA MULTILAYER PERCEPTRON MENGGUNAKAN
LORA PADA STASIUN CUACA


Disusun oleh:
Putri Laela Syafa'ati
40040321650015

Telah diujikan dan dinyatakan lulus oleh Tim Penguji
Pada Tanggal Kamis 18 Juni 2026

Tim Penguji,
Dosen Pembimbing


Luthfansyah Mohammad, S.Tr.T., M.T.
NIP.H.7. 199609132022041001

Penguji 1

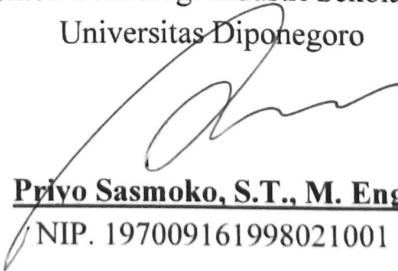

Ahmad Ridlo H.T., S.Si., M.Si.
NPPU H.7.199504152022041001

Penguji 2


Aulia Istiqomah S.ST., M.T.
NIP. 199306122024062002

Mengetahui,

Ketua Program Studi S.Tr. Teknologi Rekayasa Otomasi
Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi
Universitas Diponegoro


Priyo Sasmoko, S.T., M. Eng.
NIP. 197009161998021001

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Putri Laela Syafa'ati
NIM : 40040321650015
Program Studi : Teknologi Rekayasa Otomasi
Judul Tugas Akhir : Perancangan dan Implementasi Sistem Klasifikasi Cuaca
Berbasis Algoritma Multilayer Perceptron Menggunakan
LoRa Pada Stasiun Cuaca

Dengan ini menyatakan bahwa tugas akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh derajat keahlian 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 di kemudian hari terbukti terdapat plagiasi dalam tugas akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai Peraturan Mendiknas RI No. 17 Tahun 2010 dan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Samarang, 18 Juni 2026

Penulis


Putri Laela Syafa'ati

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, taufik, dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan judul “Perancangan dan Implementasi Sistem Klasifikasi Cuaca Berbasis Algoritma Multilayer Perceptron Menggunakan LoRa Pada Stasiun Cuaca”. Dalam proses penyusunan laporan ini, penulis memperoleh banyak bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis dengan penuh rasa hormat dan terima kasih kepada:

1. Prof Dr. Ir. Budiyo, M.Si., selaku Dekan Sekolah Vokasi
2. Bapak Priyo Sasmoko, S.T., M.Eng., selaku Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi.
3. Bapak Luthfansyah Mohammad, S.Tr.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah meluangkan waktu, membrikan arahan, serta bimbingan selama proses penyusunan laporan ini.
4. Seluruh dosen dan staf pengajar yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan dan bantuan administratif selama masa perkuliahan.
5. Tim Laboratorium Teaching Factory Elektronika Terpadu, yang telah memberikan dukungan, ruang diskusi, dan pengalaman belajar bagi penulis.
6. Rekan-rekan Mavros Kavalaris 21 yang telah menggugah semangat penulis untuk segera menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih memiliki banyak keterbatasan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan demi penyempurnaan di masa yang akan datang. Semoga karya ini dapat memberikan manfaat dan menjadi bahan referensi bagi pihak-pihak yang membutuhkan.

Semarang, 18 Juni 2026

Penulis


Putri Laela Syafa'ati

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	ii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR SINGKATAN DAN SIMBOL	xiv
ABSTRAK	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	4
1.4 Manfaat	4
1.5 Batasan Masalah	5
1.6 Sistematika Tugas Akhir	6
BAB II DASAR TEORI	7
2.1 Tinjauan Pustaka	7
2.2 Cuaca dan Parameter Meteorologi	9
2.2.1 Iklim dan Cuaca	9
2.2.2 Klasifikasi Cuaca dan Hubungan Parameternya	10
2.2.3 Data Cuaca Kompleks Universitas Diponegoro	11
2.3 Sistem Stasiun Cuaca dan Komunikasi Data	12
2.3.1 IoT	12
2.3.2 LoRa	13
2.3.3 LoRa 32 V2.1_1.6	15
2.3.4 Sensor Cuaca Honde HD-WSM-U-07	17
2.3.5 Protokol RS-485	20
2.3.6 Modbus dan Modbus RTU	21
2.3.7 UART TTL to RS-485 Converter	23
2.3.8 SMPS 12V-5A	24
2.3.9 Buck Converter 5V LM2596	25

2.3.10 DIP Switch 2 pin	26
2.3.11 Push Button 4 Kaki.....	27
2.3.12 LED	28
2.4 Perangkat Lunak	28
2.4.1 Python.....	28
2.4.2 MQTT	29
2.4.3 Client-Server	29
2.4.4 Laravel	30
2.4.5 Laragon.....	31
2.4.6 Visual Studio Code.....	31
2.4.7 Arduino IDE.....	32
2.4.8 XGBoost	32
2.4.9 PostgreSQL	33
2.5 Statistik Deskriptif	33
2.6 <i>Artificial Neural Network - Multilayer Perceptron</i>	35
2.6.1 <i>Feed forward Back Propagation</i>	37
2.6.2 Fungsi Aktivasi Rectified Linear Unit (ReLU).....	38
2.6.3 <i>Adam Optimizer</i>	39
2.7 Evaluasi Model Klasifikasi.....	40
2.7.1 K-Fold Cross Validation.....	41
2.7.2 <i>Confusion Matrix</i>	41
2.7.3 Metrik Evaluasi	42
BAB III METODE PENELITIAN	44
3.1 Diagram Blok dan Diagram Alir.....	44
3.1.1 Rangkaian Elektrikal Sistem Keseluruhan	48
3.1.2 Rangkaian Elektrikal Modul Komunikasi	50
3.1.3 Diagram Alir Sistem Utama.....	54
3.1.4 Diagram Proses Komunikasi Data	56
3.1.5 Diagram Alir Sistem Klasifikasi	57
3.2 Proyeksi 3 Dimensi Perangkat Keras Sistem	58
3.3 Teknik Fabrikasi	60
3.3.1 Alat dan Bahan.....	60
3.3.2 Perancangan Perangkat Keras.....	60
3.4 Perancangan Algoritma Klasifikasi.....	62

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA	69
4.1 Pengujian Variabel Cuaca pada Sensor Honde.....	69
4.2 Pengujian Akuisisi Data Sensor Fungsi RS-485.....	72
4.3 Pengujian Penyimpanan Data pada SD Card LoRa Transmitter	76
4.4 Pengujian Pengiriman Data LoRa.....	77
4.5 Pengujian Penyimpanan Data pada SD Card LoRa Receiver	81
4.6 Pengujian Pengiriman Data melalui MQTT	82
4.7 Dataset Acuan untuk Pembuatan Model	85
4.7.1 Analisis Data AWS Undip.....	85
4.7.2 Analisis Data Sensor Honde	89
4.7.3 Analisis Perbandingan Data Sensor Honde dan Data Eksternal	95
4.8 Hasil dan Analisis Perbandingan Prediksi XGBoost dan Aktual	99
4.9 Hasil dan Analisis Prediksi XGBoost dengan Visual Crossing.....	103
4.10 Pengujian Sistem Klasifikasi	106
4.10.1 Rancangan dan Konfigurasi Model MLP	107
4.10.2 Hasil Pelatihan dan Validasi Model	110
4.10.3 Struktur Model Hasil pelatihan dan Bobot-Bias	121
4.10.4 Proses Klasifikasi MLP pada Satu Sampel Data.....	125
4.10.5 Evaluasi Performa Model pada Data Uji	133
4.11 Tampilan Dashboard Monitoring dan Prediksi Cuaca	140
BAB V PENUTUP	142
5.1 Kesimpulan.....	142
5.2 Saran.....	143
DAFTAR PUSTAKA.....	144
LAMPIRAN.....	150

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Kompleks Universitas Diponegoro	3
Gambar 2. 1 Frame LoRa.....	14
Gambar 2. 2 Arsitektur LoRa P2P	15
Gambar 2. 3 Pin LoRa	16
Gambar 2. 4 Sensor Cuaca Honde.....	18
Gambar 2. 5 Kabel Komunikasi RS-485 pada Sensor Cuaca Honde.....	19
Gambar 2. 6 Transmisi Data Half-Duplex	20
Gambar 2. 7 Master-Slave pada Modbus.....	22
Gambar 2. 8 Frame pada Modbus RTU.....	22
Gambar 2. 9 UART/TTL to RS-485 Converter.....	23
Gambar 2. 10 Rangkaian UART/TTL Converter dengan LoRa32	24
Gambar 2. 11 SMPS	24
Gambar 2. 12 Rangkaian Buck Converter	26
Gambar 2. 13 DIP Switch 2 Pin	27
Gambar 2. 14 Push Button 4 Kaki.....	27
Gambar 2. 15 LED.....	28
Gambar 2. 16 Skema Pengiriman Data pada MQTT.....	29
Gambar 2. 17 <i>Client-Server</i>	30
Gambar 2. 18 Diagram Model Neuron	35
Gambar 2. 19 Diagram <i>Multi Layer Perceptron</i>	36
Gambar 2. 20 Fungsi Aktivasi ReLU	38
Gambar 2. 21 <i>K-Fold Cross Validation</i>	41
Gambar 2. 22 <i>Confusion Matrix</i>	42
Gambar 3. 1 Diagram Blok Modul Transmitter	44
Gambar 3. 2 Diagram Blok Modul Receiver	47
Gambar 3. 3 Rangkaian Elektrikal Modul Transmitter	48
Gambar 3. 4 Rangkaian Elektrikal Modul Receiver.....	49
Gambar 3. 5 Rangkaian Blok Power	50
Gambar 3. 6 Rangkaian Blok <i>Input</i>	51
Gambar 3. 7 Rangkaian Blok Kontrol	52

Gambar 3. 8 Rangkaian Blok <i>Output</i>	53
Gambar 3. 9 Diagram Alir Sistem Utama.....	54
Gambar 3. 10 Diagram Proses Komunikasi Data.....	56
Gambar 3. 11 Diagram Alir Sistem Klasifikasi.....	57
Gambar 3. 12 Ilustrasi Housing.....	59
Gambar 3. 13 Ilustrasi Instalasi Luar Ruangan	59
Gambar 4. 1 Tampilan OLED MCU	73
Gambar 4. 2 Jarak Transmitter-Receiver	80
Gambar 4. 3 Lokasi Penempatan Sensor dan Transmitter	80
Gambar 4. 4 Lokasi Penempatan Receiver	81
Gambar 4. 5 Grafik Iradiasi AWS UNDIP	85
Gambar 4. 6 Grafik Suhu AWS UNDIP	86
Gambar 4. 7 Grafik Kelembapan AWS UNDIP	87
Gambar 4. 8 Grafik Curah Hujan AWS UNDIP	87
Gambar 4. 9 Heatmap Korelasi Parameter AWS UNDIP	88
Gambar 4. 10 Grafik Suhu Sensor Honde.....	89
Gambar 4. 11 Grafik Kelembapan Sensor Honde	90
Gambar 4. 12 Grafik Iradiasi Sensor Honde.....	91
Gambar 4. 13 Grafik Curah Hujan Sensor Honde.....	92
Gambar 4. 14 Heatmap Korelasi Parameter Cuaca (Sensor Honde).....	94
Gambar 4. 15 Grafik Parameter Suhu Sensor Honde dan AWS Undip	95
Gambar 4. 16 Grafik Parameter Kelembapan Sensor Honde dan AWS Undip....	96
Gambar 4. 17 Grafik Parameter Iradiasi Sensor Honde dan AWS Undip.....	97
Gambar 4. 18 Grafik Parameter Curah Hujan Sensor Honde dan AWS Undip....	98
Gambar 4. 19 Grafik Nilai Suhu Prediksi dan Aktual	99
Gambar 4. 20 Grafik Nilai Kelembapan Prediksi dan Aktual.....	100
Gambar 4. 21 Grafik Nilai Iradiasi Prediksi dan Aktual	101
Gambar 4. 22 Grafik Nilai Curah Hujan Prediksi dan Aktual	102
Gambar 4. 23 Grafik Nilai Suhu XGBoost dan Visual Crossing	103
Gambar 4. 24 Grafik Nilai Kelembapan XGBoost dan Visual Crossing	104
Gambar 4. 25 Grafik Nilai Iradiasi XGBoost dan Visual Crossing	105

Gambar 4. 26 Grafik Nilai Curah Hujan XGBoost dan Visual Crossing	106
Gambar 4. 27 Arsitektur MLP pada Sistem Klasifikasi LoRa	109
Gambar 4. 28 Confussion Matrix Model	114
Gambar 4. 29 Grafik Curah Hujan XGboost.....	115
Gambar 4. 30 Confussion Matrix Model (Update).....	117
Gambar 4. 31 Learning Curve Final Model	118
Gambar 4. 32 Learning Curve Loss dan Accuracy 5 Fold.....	120
Gambar 4. 33 Confussion Matrix Holdout Independen.....	134
Gambar 4. 34 Cuaca Berawan	139
Gambar 4. 35 Cuaca Cerah	139
Gambar 4. 36 Dashboard Data Cuaca Real-Time	140
Gambar 4. 37 Dashboard Klasifikasi Data Prediksi Cuaca.....	140
Gambar 4. 38 Dashboard Hasil Prediksi Cuaca Selama Tiga Hari	141

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tinjauan Pustaka	7
Tabel 2. 2 Nilai Parameter Cuaca Kompleks Universitas Diponegoro	10
Tabel 2. 3 Data Hasil Prediksi XGBoost	11
Tabel 2. 4 Perbandingan Teknologi Komunikasi pada Sistem IoT.....	13
Tabel 2. 5 Spesifikasi LoRa32	16
Tabel 2. 6 Spesifikasi Teknik Sensor Honde HD-WSM-U-07	17
Tabel 2. 7 Alamat Komunikasi RS-485.....	19
Tabel 2. 8 Fungsi Kode pada Modbus RTU	20
Tabel 2. 9 Spesifikasi RS-485	21
Tabel 2. 10 Spesifikasi UART/TTL to RS-485 Converter	24
Tabel 2. 11 Spesifikasi SMPS 12V-5A.....	25
Tabel 2. 12 Spesifikasi Buck Converter LM2596.....	26
Tabel 3. 1 Konfigurasi Mode DIP Swtitch.....	46
Tabel 3. 2 Konfigurasi Pin I/O	52
Tabel 3. 3 Alat dan Bahan.....	60
Tabel 3. 4 Konsumsi Daya Sistem.....	62
Tabel 3. 5 Karakteristik Anomali Cuaca.....	63
Tabel 3. 6 Hasil Analisis Statistik Dataset AWS Undip.....	64
Tabel 3. 7 Karakteristik Pengelompokan Curah Hujan	64
Tabel 3. 8 Ground Truth berdasarkan Hasil Analisis Statistik AWS Undip.....	65
Tabel 3. 9 Kategori Pelabelan Data pada Tahap <i>Preprocessing</i>	65
Tabel 3. 10 Distribusi Label.....	66
Tabel 3. 11 Struktur Model Sistem Klasifikasi	67
Tabel 4. 1 Hasil Perbandingan Nilai Temperatur Sensor Honde dan Alat Ukur ..	69
Tabel 4. 2 Hasil Perbandingan Nilai Kelembapan Sensor Honde dan Alat Ukur .	70
Tabel 4. 3 Hasil Perbandingan Nilai Iradiasi Sensor Honde dan Alat Ukur.....	70
Tabel 4. 4 Hasil Perbandingan Nilai Curah Hujan Sensor Honde dan Alat Ukur.	71
Tabel 4. 5 Alamat Register Modbus	72
Tabel 4. 6 Hasil Akuisisi Data Sensor Melalui RS-485.....	74
Tabel 4. 7 Hasil Pengujian Latency RS-485	75

Tabel 4. 8 Hasil Penyimpanan Data pada SD Card Transmitter	76
Tabel 4. 9 Hasil Transmisi Data Melalui LoRa.....	78
Tabel 4. 10 Hasil Penyimpanan Data pada SD Card Receiver	81
Tabel 4. 11 Hasil Pengiriman Data Melalui MQTT	83
Tabel 4. 12 Konfigurasi Pelatihan Model	107
Tabel 4. 13 Hasil Class Weight	109
Tabel 4. 14 Hasil Evaluasi Metrik	114
Tabel 4. 15 Treshold Curah Hujan	116
Tabel 4. 16 Hasil Evaluasi Metrik (Update)	117
Tabel 4. 17 Hasil 5-Fold Cross Validation.....	119
Tabel 4. 18 Struktur Bobot dan Bias Model.....	121
Tabel 4. 19 Bobot Input Layer ke Hidden Layer 1.....	122
Tabel 4. 20 Bias Hidden Layer 1	122
Tabel 4. 21 Bobot Hidden Layer 1 ke Hidden Layer 2.....	123
Tabel 4. 22 Bias Hidden Layer 2	123
Tabel 4. 23 Bobot Hidden Layer 2 ke Hidden Layer 3.....	123
Tabel 4. 24 Bias Hidden Layer 3	124
Tabel 4. 25 Bobot Hidden Layer 3 ke Output Layer	124
Tabel 4. 26 Bias Output Layer	125
Tabel 4. 27 Normalisasi Input (StandarScaler)	126
Tabel 4. 28 Neuron Hidden Layer 1	127
Tabel 4. 29 Neuron Hidden Layer 2	128
Tabel 4. 30 Neuron Hidden Layer 3	129
Tabel 4. 31 Neuron Output Layer Pre-Aktivasi	129
Tabel 4. 32 Hasil Probabilitas Softmax Output Layer.....	130
Tabel 4. 33 MLP Confidence Classification	130
Tabel 4. 34 MLP Confidence Setelah Temperature Scalling.....	132
Tabel 4. 35 Hasil Evaluasi Metrik Holdout Independen.....	133
Tabel 4. 36 Perbandingan Klasifikasi MLP dengan Layanan Cuaca Eksternal..	135
Tabel 4. 37 Hasil Analisis Sliding Window.....	137
Tabel 4. 38 Evaluasi Hasil Klasifikasi MLP Terhadap Cuaca Aktual	138

DAFTAR SINGKATAN DAN DEFINISI

Singkatan	Definisi
AC	<i>Alternating Current (Arus Bolak-balik)</i>
ADC	<i>Analog to Digital Converter</i>
ANN	<i>Artificial Neural Network (Jaringan Syaraf Tiruan)</i>
AP	<i>Atmospheric Pressure</i>
API	<i>Application Programming Interface</i>
AWS	<i>Automatic Weather Station</i>
BMKG	<i>Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika</i>
BW	<i>Bandwidth</i>
CF	<i>Carrier Frequency</i>
CR	<i>Coding Rate</i>
CRC	<i>Cyclic Redundancy Check</i>
DC	<i>Direct Current (Arus Searah)</i>
DIP	<i>Dual In-line Package (Jenis sakelar)</i>
FN	<i>False Negative</i>
FP	<i>False Positive</i>
GPIO	<i>General Purpose Input Output</i>
HTTP	<i>Hypertext Transfer Protocol</i>
Hum	<i>Humidity</i>
I2C	<i>Inter-Integrated Circuit</i>
IDE	<i>Integrated Development Environment</i>
IoT	<i>Internet of Things</i>
IPCC	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>
Ir	<i>Iradiasi</i>
JSON	<i>JavaScript Object Notation</i>
LAN	<i>Local Area Network</i>
LED	<i>Light Emitting Diode</i>
LPWAN	<i>Low Power Wide Area Network</i>
MAE	<i>Mean Absolute Error</i>

Singkatan	Definisi
MCU	<i>Microcontroller Unit</i>
MLP	<i>Multilayer Perceptron</i>
MQTT	<i>Message Queuing Telemetry Transport</i>
MSE	<i>Mean Squared Error</i>
MVC	<i>Model-View-Controller</i>
NC	<i>Normally Closed</i>
NO	<i>Normally Open</i>
NWP	<i>Numerical Weather Prediction</i>
ORDBMS	<i>Object-Relational Database Management System</i>
OSI	<i>Open Systems Interconnection</i>
P2P	<i>Peer-to-Peer</i>
PCB	<i>Printed Circuit Board</i>
PLN	<i>Perusahaan Listrik Negara</i>
ReLU	<i>Rectified Linear Unit</i>
RMSE	<i>Root Mean Square Error</i>
RSSI	<i>Received Signal Strength Indicator</i>
RTU	<i>Remote Terminal Unit</i>
SF	<i>Spreading Factor</i>
SGD	<i>Stochastic Gradient Descent</i>
SMPS	<i>Switch Mode Power Supply</i>
SNR	<i>Signal to Noise Ratio</i>
SPI	<i>Serial Peripheral Interface</i>
SPST	<i>Single Pole Single Throw</i>
SQL	<i>Structured Query Language</i>
Temp	<i>Temperature</i>
TN	<i>True Negative</i>
TP	<i>Transmission Power (dalam konteks LoRa)</i>
TP	<i>True Positive (dalam konteks evaluasi)</i>
TTL	<i>Transistor-Transistor Logic</i>
UART	<i>Universal Asynchronous Receiver-Transmitter</i>

Singkatan	Definisi
WCIS	<i>Weather and Climate Information Services</i>
WD	<i>Wind Direction</i>
Wi-Fi	<i>Wireless Fidelity</i>
WRF	<i>Weather Research and Forecasting</i>
WS	<i>Wind Speed</i>
XGBoost	<i>Extreme Gradient Boosting</i>

DAFTAR SINGKATAN DAN SIMBOL

Simbol	Keterangan	Satuan
V	Tegangan listrik	Volt
A	Arus listrik	Ampere
W	Daya listrik	Watt
Ω	Resistansi	Ω
T	Suhu udara	$^{\circ}\text{C}$
RH	Kelembapan relatif	%
RR	Curah hujan	mm/h
I	Intensitas radiasi matahari	W/m^2
x_i	Nilai data/input ke-i	–
w_i	Bobot neuron ke-i	–
w_{ij}	Bobot dari neuron i ke neuron j	–
b	Bias neuron	–
b_j	Bias pada neuron ke-j	–
z	Nilai input neuron sebelum aktivasi	–
z_i	Nilai input neuron ke-i sebelum aktivasi	–
z_j	Nilai input neuron ke-j sebelum aktivasi	–
y_j	Output neuron ke-j	–
f(z)	Fungsi aktivasi	–
P(y_i)	Probabilitas kelas hasil softmax	–
K	Jumlah kelas output	–

Simbol	Keterangan	Satuan
μ	Mean (rata-rata)	—
σ	Standar deviasi	—
n	Jumlah data/input	—
E	Nilai error/loss	—
∂E	Turunan fungsi error	—
∂w	Turunan error terhadap bobot	—
g_t	Gradien pada iterasi ke-t	—
g_t^2	Kuadrat gradien pada iterasi ke-t	—
m_t	Estimasi momen pertama (Adam)	—
v_t	Estimasi momen kedua (Adam)	—
\hat{m}_t	Momen pertama terkoreksi bias	—
\hat{v}_t	Momen kedua terkoreksi bias	—
β_1	Parameter peluruhan momen pertama	—
β_2	Parameter peluruhan momen kedua	—
α	Learning rate	—
ε	Konstanta kecil stabilitas numerik	—
θ_t	Parameter model pada iterasi ke-t	—
k	Jumlah fold pada K-Fold Validation	—
z	Nilai hasil normalisasi Z-Score	—
N	Jumlah total data	—
C	Jumlah kelas klasifikasi	—
\hat{y}	Label hasil prediksi model	—
y	Label aktual	—
p_i	Probabilitas kelas ke-i	—
l_i	Logit kelas ke-i sebelum softmax	—
T_s	Parameter pada temperature scaling	—

ABSTRAK

PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM KLASIFIKASI CUACA MENGGUNAKAN ALGORITMA *MULTILAYER PERCEPTRON* PADA STASIUN CUACA BERBASIS LORA

Putri Laela Syafa'ati

Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi, Sekolah Vokasi, Universitas
Diponegoro

Cuaca merupakan faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap berbagai aktivitas manusia, seperti pertanian, transportasi, dan perencanaan wilayah. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan sistem klasifikasi cuaca berbasis algoritma Multilayer Perceptron (MLP) pada stasiun cuaca berbasis Long Range (LoRa) di Universitas Diponegoro. Sistem menggunakan sensor HONDE HD-WSM-U-07 untuk mengukur suhu udara, kelembapan, curah hujan, dan radiasi matahari yang dikirimkan melalui jaringan LoRa serta disimpan dalam basis data PostgreSQL menggunakan protokol MQTT. Dataset yang digunakan merupakan gabungan data historis Automatic Weather Station (AWS) Universitas Diponegoro dan data sensor HONDE secara real-time dengan total 72.630 data. Model XGBoost digunakan untuk memprediksi parameter cuaca, sedangkan hasil prediksi tersebut menjadi masukan bagi model MLP untuk mengklasifikasikan kondisi cuaca ke dalam empat kategori, yaitu cerah, berawan, hujan sedang, dan hujan lebat. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem LoRa mencapai tingkat keberhasilan transmisi sebesar 91,86% pada jarak 136,87 m, sedangkan MQTT mencapai tingkat kelengkapan data sebesar 99,88%. Model MLP memperoleh akurasi validasi sebesar 99,91% dan akurasi holdout sebesar 99,96%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu menyajikan informasi cuaca secara real-time dengan performa klasifikasi yang sangat baik.

Kata Kunci: Stasiun Cuaca, LoRa, Klasifikasi Cuaca, *Multilayer Perceptron*, Evaluasi Metrik