

**PENGEMBANGAN SISTEM PREDIKSI CUACA
DENGAN METODE KLASIFIKASI BERBASIS
*INTERNET OF THINGS***

Skripsi

**Disusun untuk memenuhi salah satu syarat
memperoleh gelar Sarjana Sains**










**Febrian Zulmi
1306620032**

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
2024**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI
PENGEMBANGAN SISTEM PREDIKSI CUACA DENGAN METODE
KLASIFIKASI BERBASIS INTERNET OF THINGS

Nama : Febrian Zulmi
 No. Registrasi : 1306620032

Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Penanggung Jawab		
Dekan : Prof. Dr. Muktiningsih N., M.Si NIP. 196405111989032001		31/07'24
Wakil Penanggung Jawab		
Wakil Dekan I : Dr. Esmar Budi, M.T NIP. 197207281999031002		19/07'24
Ketua : Syafrima Wahyu, M.Si NIP. 199110132023211021		22/07'24
Sekretaris : Dr. Umiatin, M.Si NIP. 197901042006042001		23/07'24
Anggota		
Pembimbing I : Dr. Widyaningrum Indrasari, M.Si NIP. 197705102006042001		25/07'24
Pembimbing II : Haris Suhendar, M.Sc NIP. 199404282022031006		19/07'24
Penguji : Dr. Hadi Nasbey, M.Si NIP. 197909162005011004		22/07'24

Dinyatakan lulus ujian skripsi tanggal 18 Juli 2024.

LEMBAR ORIGINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul "Pengembangan Sistem Prediksi Cuaca Dengan Metode Klasifikasi Berbasis *Internet Of Things*" yang disusun sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains dari Program Studi Fisika Universitas Negeri Jakarta adalah hasil karya ilmiah saya yang dilakukan dengan arahan dari dosen pembimbing. Sumber informasi yang saya peroleh dari penulis lain yang telah dipublikasikan dan disebutkan dalam teks skripsi ini, telah dicantumkan secara lengkap dalam Daftar Pustaka sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya menyadari bahwa jika dikemudian hari ditemukan sebagian besar skripsi ini bukan hasil karya saya sendiri dalam bagian-bagian tertentu, saya dengan tegas bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya sandang dan sanksi-sanksi lainnya sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku. Saya bertanggung jawab sepenuhnya atas orisinalitas dan keabsahan karya ini. Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan ditandatangani dengan kesadaran penuh.





KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
UPT PERPUSTAKAAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220
Telepon/Faksimili: 021-4894221
Laman: lib.unj.ac.id

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Febrian.Zulmi
NIM : 1306620088
Fakultas/Prodi : FMIPA/Fisika
Alamat email : febrianzulmi10@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:

Skripsi Tesis Disertasi Lain-lain (.....)

yang berjudul :

Pengembangan Sistem Prediksi Cuaca Dengan Metode Klasifikasi Berbasis Internet Of Things

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 04 Agustus 2024

Penulis

Febrian Zulmi

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan YME. Atas berkat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengembangan Sistem Prediksi Cuaca Dengan Metode Klasifikasi Berbasis *Internet Of Things*”. Penulis menyadari bahwa penyusunan tak terlepas dari bantuan dari berbagai pihak, sehingga penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dr. Widyaningrum Indrasari, M.Si selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan ilmu serta arahan dan saran selama penelitian.
2. Bapak Haris Suhendar, M.Sc selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan saran, arahan serta materi *machine learning*.
3. Orang tua dan keluarga yang selalu mendoakan dan memberikan *support* selama penelitian.
4. Dr. Umiatin, M.Si. selaku Koordinator Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta atas segala arahan yang diberikan selama masa studi.
5. Seluruh Dosen serta Staff Laboratorium Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta yang telah memberikan ilmu selama masa studi dan menyediakan fasilitas selama kegiatan penelitian.
6. Catur Anthony Hermanta, M. Rofiid Ramdhan, Daffa Viandika, Annisa Feby, M. Rayhan Izzati, Bintang Ramadhan, Lily Amanda, Aulia Putri dan Elsa Regita sebagai teman seperjuangan fisika yang banyak membantu, mendukung, memberi masukan serta melewati waktu bersama selama masa studi.
7. Teman-teman seperbimbingan instrumentasi yang selalu menemani dan berjuang bersama saat di lab.
8. Seluruh teman-teman angkatan 2020 Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta atas dukungan dan kebersamaan selama masa perkuliahan.

Penulis menyadari bahwa selama penulisan Skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, dengan sangat rendah hati penulis sangat terbuka atas kritik dan saran yang membangun dari pembaca. Akhir kata, semoga penulisan Skripsi ini dapat memberikan manfaat serta kontribusi yang berarti bagi pengembangan ilmu pengetahuan di masa depan.

Jakarta, 18 Juli 2024



Febrian Zulmi



ABSTRAK

FEBRIAN ZULMI. Pengembangan Sistem Prediksi Cuaca Dengan Metode Klasifikasi Berbasis *Internet Of Things*. Di bawah Bimbingan WIDYANINGRUM INDRASARI., HARIS SUHENDAR.

Cuaca memiliki dampak besar terhadap berbagai aspek kehidupan manusia dalam kegiatan sehari-hari. Pada masa digitalisasi saat ini, masyarakat sangat membutuhkan sebuah perangkat yang praktis dan mudah digunakan untuk mendapatkan informasi tentang cuaca yang akurat. Namun, pengembangan sistem prakiraan cuaca tradisional sering kali membutuhkan komponen yang rumit, data dalam jumlah besar, dan biaya yang tinggi. Disinilah peran *machine learning* menjadi relevan yang memungkinkan prediksi cuaca dengan akurasi tinggi. Oleh karena itu, dikembangkanlah alat prediksi cuaca menggunakan model *machine learning* berbasis metode klasifikasi seperti cerah, berawan, hujan ringan, dan hujan lebat, yang diintegrasikan dengan teknologi *Internet of Things* (IoT). Alat ini dirancang lebih murah, lebih *compact*, fleksibel, dan *portable* sehingga dapat ditempatkan dan dimonitor di berbagai lokasi dengan memanfaatkan berbagai atribut cuaca seperti suhu, kelembapan, tekanan udara, dan kecepatan angin. Data historis cuaca dari NASA's POWER digunakan sebagai basis pelatihan model *machine learning* dengan metode klasifikasi *random forest classifier*, yang menghasilkan akurasi sebesar 88,14%. Sistem ini dilengkapi dengan sensor BME280 untuk mendeteksi suhu, kelembapan, dan tekanan udara, serta anemometer untuk mengukur kecepatan angin. Setelah model dilatih dan diuji, sistem diimplementasikan pada *Raspberry Pi 4B* untuk memprediksi cuaca satu jam ke depan. Selain itu, hasil prediksi dan pemantauan cuaca dapat diakses secara *realtime* melalui *dashboard website* secara *online* dan LCD TFT secara *offline* yang memungkinkan alat berfungsi tanpa jaringan internet. Pengguna juga dapat mengunduh laporan cuaca harian, mingguan, dan bulanan. Dengan demikian, sistem ini diharapkan mampu memberikan prediksi cuaca yang akurat dan memudahkan pemantauan kondisi cuaca.

Kata kunci. *Random Forest, Machine Learning, Internet of Things.*

ABSTRACT

FEBRIAN ZULMI. Development of a Weather Prediction System Using an Internet of Things Based Classification Method. Supervised by WIDYANINGRUM INDRASARI., HARIS SUHENDAR.

Weather has a big impact on various aspects of human life in daily activities. In this era of digitalization, people really need a device that is practical and easy to use to get accurate weather information. However, the development of traditional weather forecasting systems often requires complex components, large amounts of data, and high costs. This is where the role of machine learning becomes relevant which enables weather predictions with high accuracy. Therefore, a weather prediction tool was developed using a machine learning model based on classification methods such as sunny, cloudy, light rain and heavy rain, which was integrated with Internet of Things (IoT) technology. This tool is designed to be cheaper, more compact, flexible and portable so that it can be placed and monitored in various locations by utilizing various weather attributes such as temperature, humidity, air pressure and wind speed. Historical weather data from NASA's POWER was used as the basis for training a machine learning model using the random forest classifier classification method, which produced an accuracy of 89.90%. This system is equipped with a BME280 sensor to detect temperature, humidity and air pressure, as well as an anemometer to measure wind speed. Once the model was drilled and tested, the system was implemented on a Raspberry Pi 4B to predict the weather one hour ahead. In addition, weather prediction and monitoring results can be accessed in real time via the online dashboard website and offline TFT LCD, allowing the tool to function without an internet network. Users can also download daily, weekly and monthly weather reports. Thus, this system is expected to be able to provide accurate weather predictions and make it easier to monitor weather conditions.

Keywords. *Random Forest, Machine Learning, Internet of Things.*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	2
LEMBAR ORIGINALITAS	3
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	4
KATA PENGANTAR	5
ABSTRAK	7
ABSTRACT.....	8
DAFTAR ISI.....	9
DAFTAR GAMBAR	11
DAFTAR SINGKATAN	13
DAFTAR TABEL.....	14
BAB I PENDAHULUAN	16
A. Latar Belakang	16
B. Rumusan Masalah	22
C. Tujuan Penelitian.....	23
D. Manfaat Penelitian.....	23
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	25
A. <i>Machine Learning</i>	25
B. Klasifikasi <i>Machine Learning</i>	27
C. <i>Scikit-Learn</i>	29
D. Model <i>Random Forest Classifier</i>	30
E. Parameter Cuaca.....	33
F. Instrumen dan <i>Software</i> Pendukung.....	39
G. Kerangka Berpikir	45
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	47
A. Tempat dan Waktu Penelitian	47
B. Metode Penelitian.....	47
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	51
A. Pembangunan model <i>machine learning</i>	51
B. Kalibrasi Sensor	62
C. Uji Coba Sensor dan Optimasi Waktu	73
D. Uji Coba Model <i>Machine learning</i>	75
E. Pengujian Alat Prediksi Cuaca.....	78

F. Peta Hasil Penelitian.....	80
BAB V KESIMPULAN.....	83
A. Kesimpulan.....	83
B. Saran.....	84
DAFTAR PUSTAKA	85
LAMPIRAN.....	90
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	93



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Tipe Model Machine Learning.....	25
Gambar 2. 2	Klasifikasi Machine Learning	27
Gambar 2. 3	Logo Scikit-Learn	29
Gambar 2. 4	Perbedaan Region dan Nodes dalam Decision Tree	31
Gambar 2. 5	Klasifikasi Random Forest.....	32
Gambar 2. 6	Perangkat Penakar Hujan pada Balai Pengamatan Hujan BMKG.....	38
Gambar 2. 7	Automatic Weather Station BMKG	39
Gambar 2. 8	Raspberry Pi 4B	40
Gambar 2. 9	Efek Hall dan Sensor Anemometer.....	42
Gambar 2. 10	Sensor BME280	42
Gambar 2. 11	Komponen BME280	43
Gambar 2. 12	Logo Jupyter Notebook.....	45
Gambar 3. 1	Diagram Alir Penelitian	50
Gambar 4. 1	Import Library	52
Gambar 4. 2	Prepare Dataset Cuaca BMKG.....	52
Gambar 4. 3	Feature Selection dan Menghilangkan NaN.....	53
Gambar 4. 4	Pengecekan Missing Value	54
Gambar 4. 5	Kategori Label.....	54
Gambar 4. 6	Informasi Dataset Setelah Pre-Processing.....	55
Gambar 4. 7	Pengujian Model SVM.....	55
Gambar 4. 8	Grafik Feature Importance SVM.....	56
Gambar 4. 9	Pengujian Model Gradient Boosting.....	56
Gambar 4. 10	Grafik Feature Importance Gradient Boosting.....	57
Gambar 4. 11	Pengujian Model Decision Tree.....	57
Gambar 4. 12	Grafik Feature Importance Decision Tree.....	58
Gambar 4. 13	Pengujian Model Random Forest.....	58
Gambar 4. 14	Grafik Feature Importance Random Forest.....	59
Gambar 4. 15	Grafik Perbandingan Akurasi Model	60
Gambar 4. 16	Cara Kerja Model Random Forest	60
Gambar 4. 17	Skema Rangkaian Kalibrasi Sensor BME280.....	63
Gambar 4. 18	Kalibrasi Suhu pada Sensor BME280.....	64
Gambar 4. 19	Grafik Kalibrasi Suhu pada Sensor BME280 terhadap Termometer	65
Gambar 4. 20	Kalibrasi Kelembaban pada Sensor BME280.....	67
Gambar 4. 21	Grafik Kalibrasi Kelembaban pada Sensor BME280 terhadap Kelembaban pada Lutron ABH-4244.....	68
Gambar 4. 22	Grafik kalibrasi sensor tekanan BME280 terhadap alat ukur Lutron ABH-4244	70
Gambar 4. 23	Kalibrasi sensor anemometer terhadap alat ukur UNI-T UT363	72

Gambar 4. 24 Grafik kalibrasi sensor anemometer terhadap alat ukur UNI-T UT363.....	72
Gambar 4. 25 Grafik Uji Coba sensor pada BME280 terhadap Lutron ABH-4244	75
Gambar 4. 26 Uji coba model untuk prediksi cerah (a) aplikasi pembanding (b) hasil prediksi dari model	76
Gambar 4. 27 Uji coba model untuk prediksi berawan (a) aplikasi pembanding (b) hasil prediksi dari model	76
Gambar 4. 28 Uji coba model untuk prediksi hujan ringan (a) aplikasi pembanding (b) hasil prediksi dari model.....	77
Gambar 4. 29 Uji coba model untuk prediksi hujan lebat (a) aplikasi pembanding (b) hasil prediksi dari model.....	77
Gambar 4. 30 Pengujian Alat Prediksi Cuaca di Pantai Ancol.....	78



DAFTAR SINGKATAN

AI	: <i>Artificial Intelligence</i>
AMQP	: <i>Advanced Message Queuing Protocol</i>
API	: <i>Application Programming Interface</i>
ASOS	: <i>Automatic Surface Observing System</i>
AWS	: <i>Automatic Weather Station</i>
AWOS	: <i>Automatic Weather Observing System</i>
BMKG	: <i>Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika</i>
CSS	: <i>Cascading Style Sheets</i>
°C	: <i>Celsius</i>
EDA	: <i>Exploratory Data Analysis</i>
°F	: <i>Fahrenheit</i>
HTTP	: <i>HyperText Transfer Protocol</i>
HTML	: <i>HyperText Markup Language</i>
IoT	: <i>Internet Of Things</i>
K	: <i>Kelvin</i>
kPa	: <i>kilopascal</i>
LCD	: <i>Liquid Crystal Display</i>
LTSM	: <i>Long Short-Term Memory</i>
M2M	: <i>Machine to Machine</i>
ML	: <i>Machine Learning</i>
Mm	: <i>Millimeter</i>
MQTT	: <i>Message Queuing Telemetry Transport</i>
NaN	: <i>Not a Number</i>
POWER	: <i>Prediction Of Worldwide Energy Resources</i>
PHP	: <i>Hypertext Preprocessor</i>
R ²	: <i>R-Squared</i>
RabbitMQ	: <i>Rabbit Message Queuing</i>
RDBMS	: <i>Relational Database Management System</i>
RH	: <i>Relative Humidity</i>
Sklearn	: <i>Scikit-learn</i>
SVM	: <i>Support Vector Machine</i>
TFT	: <i>Thin-Film Transistor</i>
UV	: <i>Ultraviolet</i>
m/s	: <i>Meters per second</i>

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Rincian kegiatan penelitian.....	47
Tabel 3. 2 Alat dan bahan penelitian beserta fungsinya.....	48
Tabel 4. 31 Rata-rata Optimasi Waktu Pengukuran Sensor BME280 (A) terhadap Lutron ABH-4244 (B).....	74
Tabel 4. 42 Hasil Pengujian Alat Prediksi Cuaca di Pantai Ancol	79
Tabel 4. 57 Tabel Peta Hasil Penelitian	80



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dataset Cuaca NASA'S POWER91

