IPB University
Bogor Indonesia
@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.
IPB University
Perpustakaan IPB University

IMPLEMENTASI *EARLY WARNING SYSTEM* (EWS) MENGGUNAKAN PREDIKSI METODE SARIMA PADA MODUL *ENVIRONMENTAL MONITORING SYSTEM* (EMS) BERBASIS IOT

ROIS AFIF ANGGORO

TEKNOLOGI REKAYASA KOMPUTER
SEKOLAH VOKASI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026

IPB University
Bogor Indonesia
@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.
IPB University
Perpustakaan IPB University

PERNYATAAN MENGENAI LAPORAN PROYEK AKHIR DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan proyek akhir dengan judul "Implementasi *Early Warning System* (EWS) Menggunakan Prediksi Metode Sarima pada Modul *Environmental Monitoring System* (EMS) Berbasis IoT" 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 laporan laporan akhir ini.

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

Bogor, Juli 2026

Rois Afif Anggoro
J0404221040

IPB University
Bogor Indonesia
@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.
IPB University
Perpustakaan IPB University

ABSTRAK

ROIS AFIF ANGGORO. Implementasi *Early Warning System* (EWS) Menggunakan Prediksi Metode Sarima pada Modul *Environmental Monitoring System* (EMS) Berbasis IoT. Dibimbing oleh INNA NOVIANTY.

Penelitian ini mengembangkan *Environmental Monitoring System* (EMS) berbasis *Internet of Things* (IoT) yang dilengkapi fitur *Early Warning System* (EWS) menggunakan metode *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average* (SARIMA) untuk meningkatkan keandalan pemantauan ruang server. Sistem monitoring konvensional yang bersifat reaktif dinilai kurang efektif dalam mengurangi risiko *downtime* karena peringatan baru diberikan setelah kondisi kritis terjadi. Sistem yang dikembangkan memantau suhu, kelembapan, potensi api, dan *response time* server secara *real-time* menggunakan mikrokontroler ESP8266 dan sensor pendukung, kemudian menyimpan data historis ke dalam basis data. Model SARIMA dilatih menggunakan data historis untuk menghasilkan prediksi kondisi hingga dua jam ke depan sebagai dasar pemberian peringatan dini. Hasil implementasi menunjukkan bahwa sistem mampu mengintegrasikan proses pemantauan dan prediksi secara otomatis sehingga dapat memberikan peringatan sebelum parameter mencapai ambang batas kritis.

Kata Kunci: DHT22, EMS, EWS, IoT, SARIMA.

ABSTRACT

ROIS AFIF ANGGORO. Implementation of Early Warning System (EWS) Using Sarima Method Prediction in IoT-Based Environmental Monitoring System (EMS) Module. Supervised by INNA NOVIANTY.

This study develops an Internet of Things (IoT)-based Environmental Monitoring System (EMS) equipped with an Early Warning System (EWS) using the Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average (SARIMA) method to improve the reliability of server room monitoring. Conventional monitoring systems are generally reactive, providing alerts only after critical conditions have occurred, making them less effective in reducing the risk of server downtime. The proposed system monitors temperature, humidity, fire potential, and server response time in real time using an ESP8266 microcontroller and supporting sensors, while storing historical data in a database. The SARIMA model is trained using historical data to predict environmental conditions up to two hours in advance, providing the basis for proactive early warnings. The implementation results demonstrate that the system successfully integrates real-time monitoring with predictive analytics, enabling early warnings before monitored parameters reach critical thresholds.

Keywords: DHT22, EMS, EWS, IoT, SARIMA.

IPB University
Bogor Indonesia
@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.
Perpustakaan IPB University

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
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.

IPB University

IPB University
Bogor Indonesia
@Hak cipta milik IPB University
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.
Perpustakaan IPB University

Penguji pada ujian Laporan Akhir: Endang Purnama Giri, S.Kom., M.Kom.

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 Juli 2025 sampai bulan Januari 2026 ini ialah IoT System, dengan judul " Implementasi *Early Warning System* (EWS) Menggunakan Prediksi Metode Sarima pada Modul *Environmental Monitoring System* (EMS) Berbasis IoT".

Terima kasih penulis ucapkan atas dukungan semua pihak yang membantu diantaranya:

1. Ibu Dr. Inna Novianty, S.Si., M.Si, selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, bimbingan, serta masukan yang sangat berharga.
2. Supervisi IT Business Application PT Amerta Indah Otsuka beserta seluruh staf yang telah memberikan kesempatan, fasilitas, serta dukungan selama pelaksanaan proyek dan pengujian sistem.
3. Bapak Hilman Abdurahman Achmad dan Bapak Rudy Budiana sebagai Pembimbing lapangan di PT Amerta Indah Otsuka, yang telah memberikan bimbingan teknis, pengetahuan, dan pengalaman selama kegiatan magang dan penelitian berlangsung.
4. Kedua orang tua serta keluarga penulis yang senantiasa memberikan doa, kasih sayang, dan motivasi tanpa henti hingga karya ilmiah ini dapat terselesaikan.
5. Orang terkasih dan sahabat yang telah memberi semangat dan dukungan selama proses perkuliahan hingga penyusunan tugas akhir ini.
6. Rekan-rekan magang Bang Iqsan, Ghaeril dan King Mardi yang telah membantu, memberi semangat, dan telah berjuan bersama-sama selama proses magang.
7. Rekan-rekan mahasiswa Program Studi Teknologi Rekayasa Komputer angkatan 59, yang telah berjuang bersama-sama dari awal sampai akhir.

Penulis menyadari bahwa karya ilmiah ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan karya ini di masa mendatang. Semoga proposal ini dapat bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan

Bogor, Juli 2026

Rois Afif Anggoro

IPB University
Bogor Indonesia
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.
Perpustakaan IPB University

Judul Proyek Akhir : Implementasi *Early Warning System* (EWS) Menggunakan Prediksi Metode Sarima pada Modul *Environmental Monitoring System* (EMS) Berbasis IoT

Nama : Rois Afif Anggoro

NIM : J0404221040

Disetujui oleh

Pembimbing :
Dr. Inna Novianty, S.Si., M.Si.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Dr. Inna Novianty, S.Si., M.Si.
NPI. 201811198611192001

Dekan Sekolah Vokasi:
Dr. Ir. Aceng Hidayat, M.T.
NIP. 196607171992031003

Tanggal Presentasi: 24 Juli 2026

Tanggal Lulus:

IPB University
Bogor Indonesia
@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.
IPB University
Perpustakaan IPB University

IPB University
Bogor Indonesia
@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.
IPB University
Perpustakaan IPB University

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL xii

DAFTAR GAMBAR xii

DAFTAR LAMPIRAN xiii

I PENDAHULUAN 1
- 1.1 Latar Belakang 1
- 1.2 Rumusan Masalah 3
- 1.3 Tujuan 3
- 1.4 Manfaat 3
- 1.5 Ruang Lingkup 3

II TINJAUAN PUSTAKA 4
- 2.1 *Internet of Things* (IoT) 4
- 2.2 *Environmental Monitoring System* (EMS) 4
- 2.3 *Early Warning System* (EWS) 5
- 2.4 Metrik Evaluasi *Mean Absolute Error* (MAE) 5
- 2.5 Metrik Evaluasi *Root Mean Squared Error* (RMSE) 6
- 2.6 *Augmented Dickey-Fuller* (ADF) *Test* 6
- 2.7 Mikrokontroler ESP8266 7
- 2.8 Modul Sensor DHT22 7
- 2.9 Modul Sensor Api HW-484 8
- 2.10 Modul *Active Piezoelectric Buzzer* 8
- 2.11 Modul LCD 16x2 9
- 2.12 *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average* (SARIMA) 9
- 2.13 RESTful API 10
- 2.14 Bahasa Pemrograman Javascript 10
- 2.15 Bahasa Pemrograman Python 11
- 2.16 Penelitian Terdahulu 11

III METODE 13
- 3.1 Lokasi dan Waktu 13
- 3.2 Prosedur Kerja 13
- 3.3 Teknik Pengumpulan Data 16
- 3.4 Analisis Data 17

IV HASIL DAN PEMBAHASAN 18
- 4.1 Analisis Kebutuhan 18
- 4.2 Perancangan 20
- 4.3 Implementasi 32
- 4.4 Pengujian 34

V SARAN DAN KESIMPULAN 62
- 5.1 Simpulan 62
- 5.2 Saran 62

DAFTAR PUSTAKA 63

LAMPIRAN 66

DAFTAR RIWAYAT HIDUP 70

IPB University
Bogor Indonesia
@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.
IPB University
Perpustakaan IPB University

DAFTAR TABEL

1	Penelitian terdahulu	11
2	Kebutuhan *software*	18
3	Kebutuhan *hardware*	19
4	Data pengujian sensor DHT22	34
5	Hasil pengujian ADF *test*	39
6	Hasil pengukuran akurasi pada parameter suhu ruang *server*	49
7	Hasil pengukuran akurasi pada parameter suhu rak *server*	50
8	Hasil pengukuran akurasi pada parameter kelembaban ruang *server*	51
9	Hasil pengukuran akurasi pada parameter kelembaban rak *server*	52
10	Hasil pengukuran akurasi *response time server*	53
11	Rekapitulasi data pengujian akurasi model	55

DAFTAR GAMBAR

1	Simulasi *Internet of Things* (IoT)	4
2	Cakupan *Environmental Monitoring System* (EMS)	4
3	Proses *Early Warning System* (EWS)	5
4	Rumus metrik *Mean Absolute Error* (MAE)	5
5	Rumus metrik *Root Mean Square Error* (RMSE)	6
6	Proses *Augmented Dicky-Fuller (*ADF) *Test*	6
7	Mikrokontroller ESP8266	7
8	Modul sensor DHT22	7
9	Modul sensor api HW-484	8
10	Modul *active piezoelectric buzzer*	8
11	Modul *Liquid Crystal Display* (LCD)	9
12	Model SARIMA	9
13	Pengertian RESTful API	10
14	Logo Javascript	10
15	Logo Python	11
16	Diagram prosedur kerja	13
17	Diagram alir *hardware*	20
18	Diagram alir *website*	20
19	Diagram alir SARIMA	21
20	Gambar desain 3D alat EMS-IoT	22
21	Skematik rangkaian alat EMS-IoT	23
22	Desain PCB alat EMS-IoT	24
23	Relasi tabel pada database EMS	25
24	Simulasi *use case diagram website*	26
25	Desain tampilan utama *website*	27
26	*Activity diagram login website* EMS	28
27	*Activity diagram dashboard website* IT Infra Security	29
28	*Activity diagram dashboard website* EMS IT Infra Security	30
29	*Activity diagram dashboard website* EMS IT Developer	31
30	Komponen elektronik alat EMS-IoT	32
31	Alat *monitoring* EMS-IoT	33

32 Data pengujian fungsionalitas *hardware* 35
33 Flowchart pemilihan model 36
34 Kode fungsi untuk mengambil data dari *database* 37
35 Kode fungsi untuk *resampling* data 38
36 Visualisasi ACF dan PACF suhu rak 41
37 Visualisasi ACF dan PACF kelembaban rak 42
38 Visualisasi ACF dan PACF suhu ruangan 43
39 Visualisasi ACF dan PACF kelembaban ruangan 44
40 Visualisasi ACF dan PACF *respons time server* 45
41 Grafik prediksi dan aktual suhu rak SARIMA 46
42 Grafik prediksi dan aktual kelembaban rak SARIMA 46
43 Grafik prediksi dan aktual suhu ruangan SARIMA 47
44 Grafik prediksi dan aktual kelembaban ruangan SARIMA 47
45 Grafik prediksi dan aktual *respons time* SARIMA 48
46 Hasil perbandingan antar indikator SARIMA 54
47 Kode fungsi RESTful API prediksi 56
48 Validasi data menggunakan postman 57
49 Tampilan halaman *dashboard* pada *website* EMS-IoT 58
50 Tampilan halaman *prediction* pada *website* EMS-IoT 59
51 Tampilan halaman *report* pada *website* EMS-IoT 60
52 Tampilan halaman *activities* pada *website* EMS-IoT 61

DAFTAR LAMPIRAN

1 Kode pengambilan data karakteristik lingkungan dan ADF *test* 64
2 Kode penentuan plot ACF dan PCAF 65
3 Kode *training* model SARIMA 65
4 Desain PCB alat EMS-IoT 66

IPB University
Bogor Indonesia
@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.
IPB University
Perpustakaan IPB University