

**IMPLEMENTASI METODE ISOLATION FOREST UNTUK
MENDETEKSI PENYIMPANGAN SUHU DAN KELEMBAPAN
PADA SISTEM MONITORING INKUBATOR TELUR
BEBASIS INTERNET OF THINGS**



LAPORAN TUGAS AKHIR

**Disusun Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Proposal Tugas Akhir
Pendidikan Sarjana Terapan Pada Jurusan Teknik Elektro
Program Studi Teknik Telekomunikasi**

Oleh:

Yusuf Qardhawi Harahap

062240352320

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

2026

LEMBAR PENGESAHAN
IMPLEMENTASI METODE ISOLATION FOREST UNTUK
MENDETEKSI PENYIMPANGAN SUHU DAN KELEMBAPAN
PADA SISTEM MONITORING INKUBATOR TELUR
BEBASIS INTERNET OF THINGS



LAPORAN TUGAS AKHIR

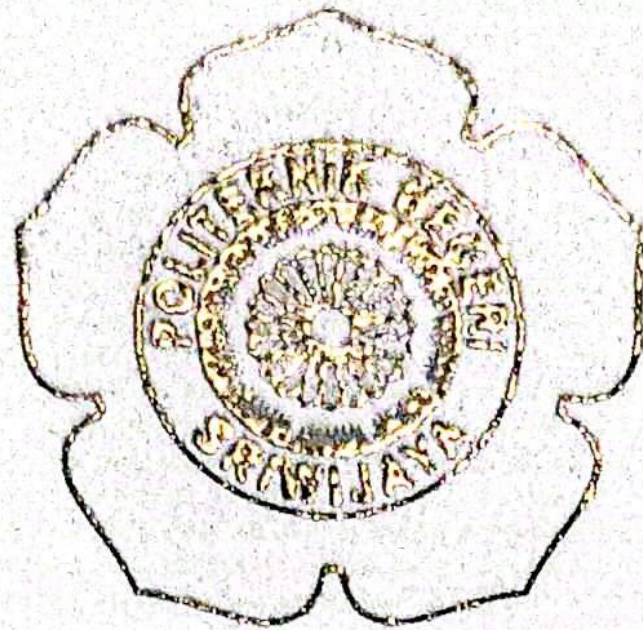
Disusun Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Proposal Tugas Akhir
Pendidikan Sarjana Terapan Pada Jurusan Teknik Elektro
Program Studi Teknik Telekomunikasi

Oleh:

Nama	: Yusuf Qardhawi Harahap (062240352320)
Pembimbing I	: Ir. Lindawati, S.T., M.T.I.
Pembimbing II	: M. Zakuan Agung, S.T., M.Kom.

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2026

**IMPLEMENTASI METODE ISOLATION FOREST UNTUK
MENDETEKSI PENYIMPANGAN SUHU DAN KELEMBAPAN
PADA SISTEM MONITORING INKUBATOR TELUR BEBASIS
INTERNET OF THINGS**



LAPORAN TUGAS AKHIR

**Disusun Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Proposal Tugas Akhir
Pendidikan Sarjana Terapan Pada Jurusan Teknik Elektro
Program Studi Teknik Telekomunikasi**

Oleh:

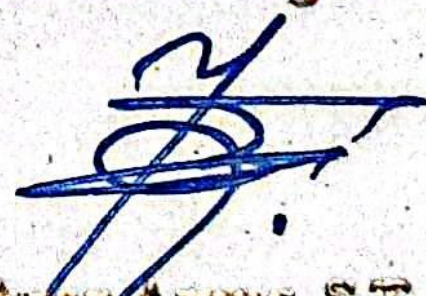
**Yusuf Qardhawi Harahap
062240352320**

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I


**Ir. Lindawati S.E., M.T.E.
NIP.197105282006042001**

**Pekalongan, 2026
Dosen Pembimbing II**


**M. Zuhdan Arsyah S.T., M.Kom.
NIP.196907291973031004**

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Elektro


**Dr. Ir. Selamat Muslimin, S.T., M. Kom., IPM.
NIP.197307222008011007**

**Koordinator Program Studi
Sarjana Terapan Teknik
Telekomunikasi**


**Mohammad Fadhil, S.Pd., M.T.
NIP.199004032018031001**

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan:

Nama	: Yusuf Qardhawi Harahap
Jenis Kelamin	: Laki-Laki
Tempat, Tanggal Lahir	: 15-juli-2003
Alamat	: Lrg. Muhajirin IV, GG Buyut II, Bedeng Abu, Lorok Pakjo, Ilir Barat I, Kota Palembang, Sumatera Selatan.
NIM	: 062240352320
Program Studi	: Sarjana Terapan Teknik Telekomunikasi
Jurusan	: Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir	: Implementasi Metode Isolation Forest Untuk Mendeteksi Penyimpangan Suhu Dan Kelembapan Pada Sistem Monitoring Inkubator Telur Bebas Internet Of Things

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa;

1. Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri serta bebas dari tindakan plagiasi dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.
2. Dapat menyelesaikan segala urusan terkait urusan pengumpulan revisi Tugas Akhir yang sudah di setujui oleh dewan penguji lama 1 bulan setelah ujian Tugas Akhir.
3. Dapat Menyelesaikan segala urusan peminjaman/penggantian alat/buku dan lainnya plain lama 1 bulan setelah ujian Tugas Akhir.

Apabila Kemudian hari diketahui ada pernyataan yang terbukti tidak benar dan tidak dapat dipenuhi, maka saya siap bertanggung jawab dan menerima sanksi tidak diikuti sertakan dalam prosesi wisuda serta dimasukkan dalam daftar hitam oleh Jurusan Teknik Elektro. Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenar benarnya dan dalam keadaan sadar tanpa paksaan.



Palembang, 2026
Yang Menyatakan

Yusuf Qardhawi Harahap

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

“Boleh jadi kamu membenci sesuatu, padahal ia baik bagimu; dan boleh jadi kamu menyukai sesuatu, padahal ia buruk bagimu. Allah mengetahui, sedangkan kamu tidak mengetahui.”(QS Al-Baqarah:216).

“Maka apabila engkau telah selesai dari suatu urusan, tetaplah bekerja keras untuk urusan yang lain.”(QS. *Al-Insyirah*: 7).

“Dan barang siapa bersungguh-sungguh, maka sesungguhnya kesungguhannya itu untuk dirinya sendiri.”(QS. *Al-Anqabut*:6).

Tugas Akhir ini Saya persembahkan Kepada:

1. Allah SWT, atas segala rahmat, karunia, kemudahan, dan kekuatan yang senantiasa diberikan sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.
2. Kedua orang tua tercinta, atas doa yang tiada henti, kasih sayang yang tulus, serta dukungan moril dan materiil yang tak pernah putus sepanjang perjalanan studi ini.
3. Ibu Ir. Lindawati, S.T., M.T.I., dan Bapak M. Zakuan Agung, S.T., M.Kom. selaku dosen pembimbing, atas bimbingan dan arahan selama penyusunan tugas akhir ini.
4. Keluarga dan saudara, atas semangat, doa, dan dukungan yang menjadi kekuatan dalam menyelesaikan setiap penelitian ini.
5. Sahabat dan teman-teman seperjuangan, khususnya Anas Haetami Putra Ramadhan, S.Tr.T., M. Rifki Rahman S.Tr.T., M. Fahdli Haryadi S.Tr.T., dan masih banyak yang lainnya yang tidak dapat penulis satu persatu atas dukungan, bantuan, dan kebersamaan selama masa kuliah.
6. Almamater Politeknik Negeri Sriwijaya, tempat menimba ilmu dan membentuk diri menjadi pribadi yang lebih baik.

ABSTRAK

**IMPLEMENTASI METODE ISOLATION FOREST UNTUK MENDETEKSI
PENYIMPANGAN SUHU DAN KELEMBAPAN PADA SISTEM MONITORING
INKUBATOR TELUR BEBASIS INTERNET OF THINGS
(2026:XII + 91 halaman + 26 gambar + 9 tabel + lampiran)**

YUSUF QARDHAWI HARAHAHAP

062240352320

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK TELEKOMUNIKASI

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

Keberhasilan proses penetasan telur dipengaruhi oleh kestabilan suhu dan kelembapan di dalam inkubator. Penyimpangan pada kedua parameter tersebut dapat mengganggu perkembangan embrio dan menurunkan tingkat keberhasilan penetasan. Meskipun sistem monitoring berbasis Internet of Things (IoT) telah banyak dikembangkan, sebagian besar penelitian masih berfokus pada pemantauan kondisi lingkungan secara real-time tanpa memanfaatkan data historis untuk mendeteksi penyimpangan secara otomatis. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring suhu dan kelembapan inkubator telur berbasis IoT yang terintegrasi dengan metode Isolation Forest untuk mendeteksi anomali pada data sensor. Sistem dikembangkan menggunakan mikrokontroler ESP32 dan sensor DHT22 sebagai perangkat akuisisi data, kemudian data dikirim ke platform ThingSpeak melalui jaringan Wi-Fi untuk penyimpanan dan pemantauan secara real-time. Selanjutnya, data divisualisasikan melalui dashboard berbasis Streamlit dan dianalisis menggunakan metode Isolation Forest untuk mengidentifikasi kondisi normal maupun anomali. Model dibangun menggunakan algoritma unsupervised machine learning dengan nilai contamination sebesar 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu melakukan monitoring suhu dan kelembapan secara real-time, menampilkan data pada dashboard, serta mendeteksi anomali secara otomatis berdasarkan pola data historis. Dari sebanyak 905 data pengamatan, model berhasil mengidentifikasi 860 data normal (95,03%) dan 45 data anomali (4,97%). Hasil tersebut menunjukkan bahwa metode Isolation Forest mampu mendukung proses analisis data sensor secara otomatis sehingga dapat membantu pengguna mengidentifikasi penyimpangan kondisi inkubator lebih dini dibandingkan sistem monitoring konvensional yang hanya menampilkan data pengukuran. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi dalam pengembangan sistem monitoring berbasis IoT yang dilengkapi kemampuan deteksi anomali pada berbagai aplikasi pemantauan lingkungan.

Kata Kunci: Internet of Things, Inkubator Telur, Isolation Forest, Deteksi Anomali, ESP32, DHT22, Streamlit.

ABSTRACT
**IMPLEMENTATION OF THE ISOLATION FOREST METHOD FOR
DETECTING TEMPERATURE AND HUMIDITY ANOMALIES IN AN
IOT-BASED EGG INCUBATOR MONITORING SYSTEM**
(2026:XII + 91 pages + 26 pictures + 9 tables + appendices)

YUSUF QARDHAWI HARAHA

062240352320

DAPARTEMEN OF ELECTRICAL ENGINEERING

**BACHELOR OF APPLIED TELECOMMUNICATION ENGINEERING PROGRAM
POLYTECHNIC STATE OF SRIWIJAYA**

The success of the egg incubation process is highly dependent on maintaining stable temperature and humidity conditions inside the incubator. Deviations in these environmental parameters may interfere with embryo development and reduce hatchability. Although Internet of Things (IoT)-based monitoring systems have been widely developed, most existing studies primarily focus on real-time environmental monitoring without utilizing historical sensor data for automatic anomaly detection. This study aims to design and implement an IoT-based egg incubator monitoring system integrated with the Isolation Forest algorithm to detect anomalies in temperature and humidity data. The proposed system employs an ESP32 microcontroller and a DHT22 sensor for data acquisition. The collected data are transmitted via Wi-Fi to the ThingSpeak cloud platform for real-time storage and monitoring. Furthermore, the data are visualized through a Streamlit-based dashboard and analyzed using the Isolation Forest algorithm to distinguish between normal and anomalous conditions. The model was developed using an unsupervised machine learning approach with a contamination value of 5%. Experimental results demonstrate that the proposed system successfully performs real-time monitoring, presents environmental data through an interactive dashboard, and automatically detects anomalous conditions based on historical sensor patterns. From a total of 905 observations, the model identified 860 normal instances (95.03%) and 45 anomalous instances (4.97%). These findings indicate that the Isolation Forest algorithm effectively enhances sensor data analysis by automatically identifying abnormal environmental conditions, providing earlier detection than conventional monitoring systems that only display measurement values. Therefore, the proposed system can serve as a reference for the development of IoT-based environmental monitoring systems equipped with intelligent anomaly detection capabilities.

Keywords: Internet of Things, Egg Incubator, Isolation Forest, Anomaly Detection, ESP32, DHT22, Streamlit.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur yang mendalam penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas limpahan rahmat, hidayah, serta karunianya yang tak terhingga, penulis dapat menyelesaikan penyusunan Laporan Tugas Akhir yang berjudul Implementasi Metode Isolation Forest Untuk Mendeteksi Penyimpangan Suhu Dan Kelembapan Pada Sistem Monitoring Inkubator Telur Bebas Internet Of Things. tepat pada waktunya. Proposal ini disusun tidak hanya sebagai salah satu syarat kelulusan program, tetapi juga sebagai bentuk pertanggungjawaban.

Penulis menyadari bahwa kelancaran dalam penyelesaian Laporan ini tidak lepas dari campur tangan, dan bimbingan dari Ibu **Ir. Lindawati, S.T.,M.T.I.** dan Bapak **Muhammad Zakuan Agung S,T., M,Kom.** Selaku Dosen Pembimbing I dan II, serta dukungan moral dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, yang senantiasa memberikan doa tulus, dukungan tanpa henti, serta kasih sayang yang menjadi sumber motivasi dan kekuatan terbesar bagi penulis dalam menempuh setiap tahapan pendidikan dan program ini.
2. Bapak Ir. H. Irawan Rusnadi, M.T. Selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Bapak Dr. Ir. Selamat Muslimin,S.T., M.Kom.,IPM., Selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Ibu Ir.Lindawati, S.T.,M.T.I. Selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya, sekaligus Dosen Pembimbing I yang telah memberikan arahan, ilmu, dan kesabarannya dalam membimbing penulis.
5. Bapak Mohammad Fadhli,S.Pd.,M.T. Selaku Kepala Prodi Sarjana Terapan Teknik Telekomunikasi Politeknik Negeri Sriwijaya.
6. Bapak Muhammad Zakuan Agung, S,T.,M.Kom. Selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan arahan, ilmu, dan kesabarannya dalam membimbing penulis.

Penulis menyadari bahwa Laporan ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan di masa mendatang. Akhir kata, semoga Laporan ini dapat memberikan manfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang Teknik Telekomunikasi.

Palembang, 2026

Penulis

Yusuf Qardhawi Harahap
NIM. 062240352320

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	ii
ABSTRAK	iv
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	4
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Metode Penulisan	5
1.7 Sistematika Penulisan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Inkubator Telur	7
2.2 <i>Internet Of Think</i> (IoT)	9
2.3 <i>Machine Learning</i>	10
2.3.1 <i>Isolation Forest</i>	12
2.3.2 Cara Kerja <i>Isolation Forest</i>	14
2.3.3 <i>Anomaly Score</i>	15
2.4 Komponen Perangkat Keras	16
2.4.1 Sensor Suhu DHT22	18
2.4.2 Sensor Kelembaban DHT22	19
2.4.3 ESP32 (<i>Mikrokontroler</i>)	20
2.4.4 Pemanas (heater)	21
2.5 Integrasi Suhu dan Kelembapan dalam Model <i>Isolation Forest</i>	22
2.6 ThinkSpeak	23
2.6.1 Arsitektur ThingSpeak	24
2.7 Dashboard Web	24

2.7.1 Fungsi <i>Dashboard Web</i>	25
2.8 Streamlit	25
2.8.1 Kelebihan Streamlit	26
2.9 Penelitian Terdahulu	27
BAB III METODOLOGI	30
3.1 Kerangka Penelitian	30
3.2 Arsitektur Sistem	32
3.2.1 Rangkaian Alat	34
3.3 Pengumpulan Data	36
3.4 Perancangan Sistem	36
3.4.1 Flowchart Sistem	37
3.4.2 Flowchart Program ESP32	39
3.4.3 Alur Dashboard Monitoring	41
3.5 Preprocessing Data	42
3.5.1 Pengambilan Data dari ThingSpeak	43
3.5.2 Pembersihan Data (<i>Data Cleaning</i>)	43
3.5.3 Seleksi Atribut	44
3.6 Perancangan Model Isolation Forest	44
3.6.1 Pelatihan (Training) Model Isolation Forest	45
3.6.2 Konfigurasi Model Isolation Forest	46
3.6.3 Mekanisme Penerapan Model pada Dashboard	46
3.7 Perancangan Perangkat Keras	47
3.7.1 Perancangan Pengiriman Data ke ThingSpeak	48
3.7.2 Perancangan Dashboard Monitoring	49
3.8 Pengujian Sistem	50
3.8.1 Pengujian Sensor DHT22	50
3.8.2 Pengujian Pengiriman Data ke ThingSpeak	51
3.8.3 Pengujian Dashboard Monitoring	52
3.8.4 Pengujian Deteksi Anomali	52
3.8.5 Parameter Pengujian	53
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	54

4.1 Implementasi Sistem	54
4.1.1 Implementasi Hardware	54
4.1.2 Implementasi Software	55
4.2 Hasil Pengujian Sistem	57
4.2.1 Hasil Pengujian Sensor DHT22	58
4.3 Hasil Pengujian Pengiriman Data ke ThinkSpeak	59
4.4 Implementasi Dashboard Monitoring	60
4.4.1 Halaman Dashboard Utama	61
4.4.2 Grafik Monitoring Suhu dan Kelembapan	62
4.4.3 Hasil Deteksi Anomali	63
4.4.4 Riwayat Data Monitoring	64
4.5 Hasil Deteksi Anomali Menggunakan Metode Isolation Forest	65
4.5.1 Hasil Prediksi Model Isolation Forest	65
4.5.2 Analisis Sebaran Data Normal dan Anomali	66
4.5.3 Analisis Data Anomali	67
4.6 Pembahasan	68
4.6.1 Analisis Pengaruh Parameter Contamination	69
4.6.2 Kelebihan dan Keterbatasan Sistem	69
BAB V PENUTUP	69
5.1 Kesimpulan	69
5.2 Saran	70
Daftar Pustaka	71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sesnosr Suhu DHT22.....	18
Gambar 2.2 Sesnosr Kelembapan DHT22.....	19
Gambar 2.3 ESP32 Mikrocontroller.....	21
Gambar 3.1 Flowchart Penelitian.....	30
Gambar 3.2 Blok Penelitian.....	31
Gambar 3.3 Arsitektur Sistem.....	32
Gambar 3.4 Rangkaian Alat.....	35
Gambar 3.5 Flowchart Sistem.....	38
Gambar 3.6 Flowchart ESP32.....	40
Gambar 3.7 Alur Dashboard Monitoring.....	41
Gambar 3.8 Desain Alat.....	47
Gambar 3.9 Dashboard Monitoring Inkubator.....	49
Gambar 3.10 Diagram Pengujian Komunikasi Data.....	51
Gambar 4.1 Rangkaian ESP32 dan DHT22.....	55
Gambar 4.2 Tampilan Channel ThinkSpeak.....	56
Gambar 4.3 Program ESP32 pada Visual Studio Code.....	57
Gambar 4.4 Program pelatihan model pada Google Colab.....	57
Gambar 4.5 Hasil Pengujian Sensor DHT22 dan Pengiriman Data ke ThingSpeak melalui Serial Monitor.....	58
Gambar 4.6 Hasil Pengiriman Data dari ESP32 ke ThingSpeak.....	60
Gambar 4.7 Halaman Dashboard Monitoring.....	61
Gambar 4.8 Grafik Monitoring Suhu.....	62
Gambar 4.9 Grafik Monitoring Kelembapan.....	62
Gambar 4.10 Hasil Deteksi Anomali pada Dashboard.....	63
Gambar 4.11 Tabel Monitoring.....	64
Gambar 4.12 Tabel Riwayat Data Anomali.....	64
Gambar 4.13 Visualisasi Sebaran Data Normal dan Data Anomali Menggunakan Scatter Plot.....	66

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu.....	27
Tabel 3.1 Spesifikasi Komponen.....	33
Tabel 3.2 Preprocessing Data.....	42
Tabel 3.3 Dataset Penelitian.....	45
Tabel 3.4 Parameter Isolation Forest.....	46
Tabel 3.5 Parameter Pengujian Sistem.....	53
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Data Ke Thingspeak.....	60
Tabel 4.2 Hasil Prediksi Model Isolation Forest.....	65
Tabel 4.4 Contoh Data yang Terdeteksi Sebagai Anomali.....	67

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1** Lembar Kesepakatan Bimbingan Tugas Akhir Pembimbing I
- Lampiran 2** Lembar Kesepakatan Bimbingan Tugas Akhir Pembimbing II
- Lampiran 3** Lembar Bimbingan Tugas Akhir
- Lampiran 4** Letter of Acceptance (LoA)
- Lampiran 5** Lembar Rekomendasi Ujian Tugas Akhir
- Lampiran 6** Lembar Revisi Tugas Akhir
- Lampiran 7** Lembar Pelaksanaan Revisi Tugas Akhir
- Lampiran 8** Lembar Source Code Tugas Akhir
- Lampiran 9** Dokumentasi