

**RANCANG BANGUN *SMART FARMING* DENGAN SISTEM PENGUSIR
HAMA BURUNG OTOMATIS MENGGUNAKAN DETEKSI OBJEK**

LAPORAN TUGAS AKHIR



Diajukan sebagai salah satu syarat menyelesaikan pendidikan pada
Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Otomasi

Oleh:

Muhammad Rakha Abdullah

40040321650037

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

2026

HALAMAN PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

**RANCANG BANGUN *SMART FARMING* DENGAN SISTEM PENGUSIR
HAMA BURUNG OTOMATIS MENGGUNAKAN DETEKSI OBJEK**

Diajukan oleh:

Muhammad Rakha Abdullah

40040321650037

TELAH DISETUJUI DAN DITERIMA BAIK OLEH

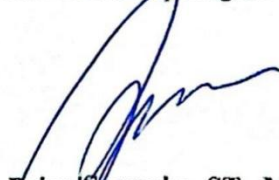
DOSEN PEMBIMBING



Afi Bawono Putranto, S.Si., M.Si
NIP. 198501252019031007

Semarang, 15 Januari 2026

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



Priyo Sasmoko, ST., M.Eng
NIP. 197009161998021001

Semarang, 15 Januari 2026

HALAMAN PENGESAHAN

RANCANG BANGUN *SMART FARMING* DENGAN SISTEM PENGUSIR HAMA BURUNG OTOMATIS MENGGUNAKAN DETEKSI OBJEK

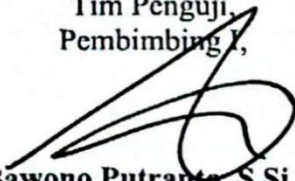
Disusun Oleh:

Muhammad Rakha Abdullah

40040321650037

Telah diujikan dan dinyatakan lulus oleh Tim Penguji pada
Kamis, 15 Januari 2026

Tim Penguji,
Pembimbing I,


Ari Bawono Putranto, S.Si., M.Si
NIP. 198501252019031007

Penguji I,


Ahmad Ridlo Hamfudin Tahier, S.Si., M.Si.
NPPU H.7.199504152022041001

Penguji II,


Luthfansyah Mohammad, S.Tr.T., M.T
NPPU H.7.1995091320220411001

Mengetahui

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


Priyo Sasnoko, ST., M.Eng
NIP. 197009161998021001

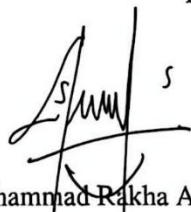
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Muhammad Rakha Abdullah
NIM : 40040321650037
Program Studi : Teknologi Rekayasa Otomasi
Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun *Smart Farming* Dengan Sistem
Pengusir Hama Burung Otomatis Menggunakan
Deteksi Objek

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 ini ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti plagiat dalam tugas akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan Mendiknas RI No. 17 Tahun 2010 dan Peraturan Perundang-undangan yang berlaku.

Semarang, 15 Januari 2026
Penulis,



Muhammad Rakha Abdullah
40040321650037

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir berjudul "Rancang Bangun *Smart Farming* Dengan Sistem Pengusir Hama Burung Otomatis Menggunakan Deteksi Objek" . Tersusunnya laporan ini tentu tidak lepas dari bantuan, dukungan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Penulis menyampaikan terima kasih kepada :

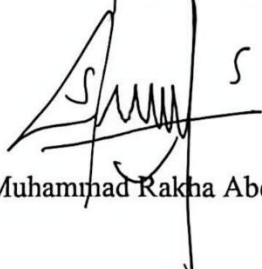
1. Allah SWT yang telah memberikan Kesehatan, rezeki, kekuatan dan kemudahan kepada penulis dan orang tua penulis sehingga dapat Menyusun tugas akhir dengan lancar.
2. Kedua orang tua tersayang, Ayah dan Bunda, yang selalu memberikan dukungan berupa doa dan materi sehingga penulis bisa tumbuh besar dan menimba ilmu hingga saat ini.
3. Prof Dr. Ir. Budiyo, M.Si., Selaku Dekan Sekolah Vokasi
4. Bapak Priyo Sasmoko, S.T., M.Eng., selaku Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi.
5. Bapak Ari Bawono Putranto, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan arahan, kritik, dan saran selama proses pengerjaan Tugas Akhir.
6. Rekan-rekan Mavros Kavalaris 2021, yang telah menjadi teman diskusi dan penyemangat dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir.
7. Riya Kirani Setya Dewi, yang telah memberikan dukungan, motivasi, kesabaran, serta semangat kepada penulis selama proses penyusunan Tugas Akhir ini, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan ini dengan baik.
8. Fadhli Dina Permana, Zefanya Alfa Pramurdianto, dan Muhammad Zaidane Aflah, selaku teman-teman kos Wisma Tentrem yang telah memberikan kebersamaan, dukungan, serta semangat kepada penulis selama masa perkuliahan dan proses penyusunan Tugas Akhir ini.
9. Muhammad Rizky Putra Adji, Naurah Elfrida Anargya, Zefanya Alfa Pramurdianto, Rama Indwa, dan Aprillia Ainun Rahmi, selaku rekan-rekan

seimbang atas kebersamaan dan dukungannya selama penyusunan Tugas Akhir.

10. Aldean Tegar Gemilang, atas konten hiburan dan inspiratif yang secara tidak langsung memberikan dukungan moral kepada penulis selama penyusunan Tugas Akhir.

Penulis menyadari bahwa pengerjaan laporan Tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk penyempurnaan di masa mendatang. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang membutuhkan.

Semarang, 15 Januari 2026



Muhammad Rakha Abdullah

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
ABSTRAK	xv
<i>ABSTRACT</i>	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Tugas Akhir.....	3
1.4 Manfaat Tugas Akhir.....	3
1.5 Pembatasan Masalah	4
1.6 Sistematika Tugas Akhir	4
BAB II DASAR TEORI.....	7
2.1 Tinjauan Pustaka	7
2.2 Edge Impulse dan TinyML.....	8
2.3.1 <i>Data Acquisition</i>	9
2.3.2 <i>Labeling</i>	9
2.3.3 <i>Feature Extraction</i>	10
2.3.4 <i>Training</i>	10
2.3.5 <i>Model Testing & Evaluation</i>	10
2.3.6 <i>Deployment ke Perangkat</i>	10
2.3 Deteksi Objek.....	10
2.4 <i>Confusion Matrix</i>	11
2.5 Fomo (<i>Faster Object, More Object</i>)	13
2.6 Firebase	15

2.7	<i>Smart Farming</i>	16
2.8	Tanaman Tomat	16
2.9	Hama Burung	17
2.10	ESP 32	17
2.11	ESP 32 CAM.....	18
2.12	<i>Capacitive Soil Moisture</i>	20
2.13	<i>Real Time Clock</i> DS3231 (RTC).....	20
2.14	DHT22.....	21
2.15	Sensor Hujan	22
2.16	<i>Pump Motor</i> 12v	23
2.17	Servo Motor MG996R	24
2.18	<i>Power Supply</i>	25
2.19	<i>Buck Converter</i> 5V LM2596.....	26
2.20	Modul Relay 5v.....	27
2.21	<i>Buzzer</i> Aktif.....	28
2.22	Sensor BH1750	29
2.23	LCD 20x4.....	30
2.24	Inter Integrated Circuit.....	31
2.25	Arduino IDE.....	31
2.26	Protokol Komunikasi UART.....	32
BAB III METODE PENELITIAN		34
3.1	Waktu dan Tempat Pelaksanaan	34
3.2	Alat dan Bahan.....	34
3.3	Blok Diagram dan Flowchart.....	35
3.3.1	Blok Diagram.....	35
3.3.2	<i>Flowchart</i> Keseluruhan.....	39
3.4	Gambar 3D.....	42
3.5	Spesifikasi dan Fitur Alat.....	44
3.5.1	Spesifikasi	44
3.5.2	Fitur	45
3.6	Teknik Fabrikasi.....	45
3.6.1	Perancangan Perangkat Keras	45

3.6.2	Perancangan Elektrikal.....	47
3.6.2.1	Perancangan Desain Sistem Elektrikal.....	47
3.6.2.2	Pembuatan PCB Sistem.....	48
3.6.2.3	Perakitan <i>Wiring Panel Box</i>	49
3.6.3	Perancangan Model Deteksi.....	51
BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA		60
4.1	Pengujian Komponen.....	60
4.1.1	Pengujian Catu Daya.....	60
4.1.2	Pengujian Buck Converter LM2596	61
4.1.3	Pengujian <i>Capacitive Soil Moisture</i>	61
4.1.4	Pengujian DHT22.....	63
4.1.5	Pengujian Sensor BH1750	64
4.1.6	Pengujian Sensor Hujan	66
4.1.7	Pengujian <i>Real Time Clock</i> DS3231	67
4.1.8	Pengujian Modul Relay.....	68
4.1.9	Pengujian ESP32 CAM.....	69
4.1.9.1	Pengujian Kecepatan.....	69
4.1.9.2	Pengujian Jarak	71
4.1.9.3	Pengujian Pixel Kamera.....	72
4.2	Pengujian Keseluruhan Sistem.....	74
4.2.1	Pengujian Sistem <i>Smart Farming</i>	74
4.2.1.1	Pengujian kelembapan dibawah 60	75
4.2.1.2	Pengujian penyiraman waktu pagi	79
4.2.1.3	Pengujian berdasarkan waktu sore	83
4.2.2	Pengujian Sistem Deteksi Objek untuk Mengusir Hama Burung.....	87
4.2.2.1	Confusion Matrix	87
4.2.2.2	Pengujian Kamera Tidak Mendeteksi Burung	90
4.2.2.3	Pengujian Kamera Mendeteksi Burung	92
BAB V PENUTUP.....		95
5.1	Kesimpulan	95
5.2	Saran.....	96

Daftar Pustaka.....	97
LAMPIRAN.....	101

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Dashboard Edge Impulse	9
Gambar 2.2 Deteksi Objek [12].....	11
Gambar 2.3 Grid Fomo [15]	14
Gambar 2.4 Visual Centroid [10]	14
Gambar 2.5 Tahapan klasifikasi citra dengan metode CNN [10].....	15
Gambar 2.6 ESP32 [22].....	18
Gambar 2.7 ESP32-Cam [22].....	19
Gambar 2.8 Sensor Kelembapan Tanah [24]	20
Gambar 2.9 Real Time Clock DS3231 (RTC) [26]	21
Gambar 2.10 Sensor DHT22 [27].....	21
Gambar 2.11 Sensor Hujan [28]	22
Gambar 2.12 Pompa Air DC 12V [29]	23
Gambar 2.13 Motor Servo [30]	24
Gambar 2.14 Power Supply SMPS [33]	25
Gambar 2.15 Buck Converter LM2596 [34]	27
Gambar 2.16 Modul Relay [35].....	28
Gambar 2.17 Buzzer Aktif [36]	29
Gambar 2.18 Sensor BH1750[38]	30
Gambar 2. 19 Inter Intgerated Circuit [26].....	31
Gambar 2.20 Dashboard Arduino IDE	32
Gambar 2.21 Ilustrasi Komunikasi UART	33
Gambar 3.1 Blok Diagram Skema Alat	36
Gambar 3.2 Flowchart keseluruhan sistem.....	40
Gambar 3.3 3D Alat.....	43
Gambar 3.4 Ukuran Alat.....	43
Gambar 3.5 Detail Komponen.....	44
Gambar 3. 6 Baja Ringan C75 untuk rangka utama	45
Gambar 3. 7 Pipa Paralon 1 ½ inci	46
Gambar 3. 8 Rangka utama alat.....	46
Gambar 3.9 Rancangan Rangkaian Elektrikal Sistem	47

Gambar 3. 10 Desain Rangkaian PCB.....	48
Gambar 3. 11 Tampilan Depan Panel Box.....	49
Gambar 3. 12 Rangkain Panel Box	50
Gambar 3.13 Pipeline Pembuatan Model	52
Gambar 4.1 Pengujian Real Time Clock DS3231	67
Gambar 4. 2 Pengujian Kecepatan	70
Gambar 4. 3 Pengujian Jarak.....	71
Gambar 4. 4 Kondisi Alat	75
Gambar 4. 5 Kondisi LCD Ketika Tanah dibawah 60.....	76
Gambar 4. 6 Dashboard Ketika Tanah dibawah 60	76
Gambar 4. 7 Dabsboard Mode Otomatis	77
Gambar 4. 8 Dashboard Tanah diatas 80	78
Gambar 4. 9 Kondisi setelah 2 menit	79
Gambar 4. 10 Kondisi Sebelum Jam 8	80
Gambar 4. 11 Kondisi LCD saat Jam 8	81
Gambar 4. 12 Kondisi saat Jam 8	81
Gambar 4. 13 Kondisi LCD saat Kelembapan diatas 80.....	82
Gambar 4. 14 Kondisi Kelembapan diatas 80	83
Gambar 4. 15 Sebelum Jadwal Jam 16.00.....	84
Gambar 4. 16 Kondisi LCD saat Jam 16.00	84
Gambar 4. 17 Waktu Tepat 16.00	85
Gambar 4. 18 Kondisi LCD saat kelembapan diatas 80.....	86
Gambar 4. 19 Kelembapan diatas 80.....	86
Gambar 4. 20 Kondisi Servo dan Buzzer tidak ada burung	91
Gambar 4. 21 Kondisi Buzzer dan Servo Ketika Terdeteksi Burung	92
Gambar 4. 22 Tampilan Notifikasi Ketika Mendeteksi Burung	94

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Struktur Confusion Matrix.....	12
Tabel 2.2 Spesifikasi ESP32.....	18
Tabel 2.3 Spesifikasi ESP32-Cam.....	19
Tabel 2.4 Spesifikasi Sensor Kelembapan Tanah	20
Tabel 2.5 Spesifikasi Sensor DHT22.....	22
Tabel 2.6 Spesifikasi Sensor Hujan	23
Tabel 2.7 Spesifikasi Pompa Air DC 12V	24
Tabel 2.8 Spesifikasi Motor Servo	25
Tabel 2.9 Spesifikasi Power Supply SMPS	26
Tabel 2.10 Spesifikasi Buck Converter LM2596	27
Tabel 2.11 Spesifikasi Modul Relay	28
Tabel 2.12 Spesifikasi Buzzer Aktif	29
Tabel 2.13 Spesifikasi Sensor BH1750	30
Tabel 3.1 Alat Penelitian.....	34
Tabel 3.2 Bahan Penelitian	34
Tabel 3.3 Konfigurasi Pin I/O.....	47
Tabel 4.1 Pengujian Catu Daya	60
Tabel 4.2 Pengujian Buck Converter LM2596.....	61
Tabel 4.3 Pengujian Capacitive Soil Moisture	62
Tabel 4.4 Pengujian DHT22	64
Tabel 4.5 Pengujian Sensor BH1750.....	65
Tabel 4.6 Pengujian Sensor Hujan.....	66
Tabel 4.7 Pengujian Modul Relay	68
Tabel 4.8 Pengujian Kecepatan Kamera.....	70
Tabel 4.9 Pengujian Jarak Kamera	71
Tabel 4.10 Pengujian Pixel yang dapat Dideteksi	73
Tabel 4.11 Struktur Nilai Confusion Matrix	87

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Program Mikrokontroller Esp32	101
Lampiran 2. Program Mikrokontroller Esp32-Cam	118
Lampiran 3. Datasheet Sensor Dht22	129
Lampiran 4. Datasheet Sensor BH1750	131
Lampiran 5. Pengujian Buck Converter 3,3V	132
Lampiran 6. Pengujian Buck Converter 5V	132
Lampiran 7. Pengujian Catu Daya	133
Lampiran 8. Pengujian Sensor Capacitive Soil Moisture 1.....	133
Lampiran 9. Pengujian Sensor Capacitive Soil Moisture 2.....	134
Lampiran 10. Pengujian Sensor Capacitive Soil Moisture 3.....	134
Lampiran 11. Pengujian Sensor BH1750	135
Lampiran 12. Pengujian Sensor DHT22	135
Lampiran 13. Pengujian Sensor Hujan.....	136
Lampiran 14. Pengujian Pixel yang Dideteksi	136
Lampiran 15. Data Penyiraman Hari 1	138
Lampiran 16. Data Penyiraman Hari 2.....	140
Lampiran 17. Data Penyiraman Hari 3.....	142
Lampiran 18. Data Penyiraman Hari 4.....	143
Lampiran 19. Data Penyiraman Hari 5.....	145
Lampiran 20. Data Penyiraman Hari 6.....	146
Lampiran 21. Data Penyiraman Hari 7.....	148
Lampiran 22. Data Penyiraman Hari 8.....	149
Lampiran 23. Data Penyiraman Hari 9.....	151
Lampiran 24. Data Penyiraman Hari 10.....	152
Lampiran 25. Data Penyiraman 1 Hari Penuh.....	154

ABSTRAK

RANCANG BANGUN *SMART FARMING* DENGAN SISTEM PENGUSIR HAMA BURUNG OTOMATIS MENGGUNAKAN DETEKSI OBJEK

Muhammad Rakha Abdullah

Teknologi Rekayasa Otomasi, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro

Pemanfaatan teknologi pada sektor pertanian diperlukan untuk meningkatkan kualitas budidaya dan mengurangi kerugian akibat hama, termasuk burung yang sering merusak tanaman tomat pada fase pematangan. Penelitian ini merancang sistem smart farming yang terintegrasi dengan perangkat IoT untuk memantau kondisi lingkungan sekaligus mengusir hama burung secara otomatis menggunakan metode deteksi objek. Tujuan penelitian ini adalah merancang, mengimplementasikan, serta menguji sistem yang mampu membaca kondisi tanah dan lingkungan, melakukan penyiraman otomatis, serta mengaktifkan mekanisme pengusir hama berbasis deteksi objek secara *real-time*. Metode yang digunakan meliputi perancangan perangkat keras berbasis ESP32, pembangunan model deteksi burung menggunakan Edge Impulse dengan algoritma FOMO, serta integrasi sensor kelembapan tanah, suhu dan kelembapan udara, intensitas cahaya, sensor hujan, dan aktuator berupa pompa air, motor servo, dan buzzer. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu menjaga kelembapan tanah pada kisaran ideal 60–80% melalui mode penyiraman otomatis dan terjadwal. Sistem deteksi objek berhasil mendeteksi keberadaan burung pada jarak 60–70 cm dan memicu respons berupa pergerakan servo serta bunyi buzzer sebagai pengusir. Keberhasilan alat ditunjukkan oleh seluruh fungsi sistem yang berjalan sesuai dengan perancangan dan mampu mendukung proses pemeliharaan tanaman tomat serta pengusiran hama burung secara otomatis.

Kata Kunci: *Smart Farming*, IoT, Deteksi Objek, ESP32, FOMO, Hama Burung.

ABSTRACT

DESIGN AND DEVELOPMENT OF A SMART FARMING SYSTEM WITH AN AUTOMATIC BIRD PEST REPELLENT USING OBJECT DETECTION

Mzuhammad Rakha Abdullah

Automation Engineering Technology, Vocational School, Diponegoro University

The application of technology in the agricultural sector is required to improve cultivation quality and reduce losses caused by pests, including birds that frequently damage tomato plants during the ripening stage. This study designs a smart farming system integrated with IoT devices to monitor environmental conditions while automatically repelling bird pests using an object detection method. The purpose of this study is to design, implement, and evaluate a system capable of monitoring soil and environmental conditions, performing automatic irrigation, and activating a pest-repelling mechanism based on real-time object detection. The method includes the development of ESP32-based hardware, construction of a bird detection model using Edge Impulse with the FOMO algorithm, and the integration of soil moisture sensors, air temperature and humidity sensors, light intensity sensors, a rain sensor, and actuators such as a water pump, servo motor, and buzzer. Test results indicate that the system is able to maintain soil moisture within the ideal range of 60–80% through automatic and scheduled irrigation modes. The object detection system successfully identifies the presence of birds within a distance of 60–70 cm and triggers servo movement and buzzer sound as a repelling response. The successful operation of the system is demonstrated by all components functioning as designed and supporting automated tomato plant maintenance and bird pest control.

Key Words: *Smart Farming, IoT, Object Detection, ESP32, FOMO, Bird Pest.*