

**RANCANG BANGUN DETEKSI TINGKAT KELEMBAPAN
TANAH PERTANIAN BERBASIS *ESP32-CAM*
TERINTERGRASI PLATFORM *EDGE IMPULSE* SEBAGAI
ACUAN IRIGASI BAGI PETANI**

SKRIPSI



Oleh:

HERI RISMAWAN
NIM. 2103030006

**PROGRAM STUDI S1 FISIKA
FAKULTAS SAINS TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH LAMONGAN**

2025

**RANCANG BANGUN DETEKSI TINGKAT KELEMBAPAN
TANAH PERTANIAN BERBASIS *ESP32-CAM*
TERINTERGRASI PLATFORM *EDGE IMPULSE* SEBAGAI
ACUAN IRIGASI BAGI PETANI**

SKRIPSI

**Diajukan kepada Program Studi S1 Fisika Fakultas Sains Teknologi dan
Pendidikan Universitas Muhammadiyah Lamongan sebagai Salah Satu
Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Sains Bidang Fisika**

Oleh:

**HERI RISMAWAN
NIM. 2103030006**

**PROGRAM STUDI S1 FISIKA
FAKULTAS SAINS TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH LAMONGAN**

2025

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Heri Rismawan
NIM : 2103030006
Tempat, Tanggal Lahir : Tuban, 17 Juli 2002
Institut : Prodi S1 Fisika Fakultas Sains Teknologi dan
Pendidikan Universitas Muhammadiyah
Lamongan

Menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “Rancang Bangun Deteksi Tingkat Kelembapan Tanah Pertanian Berbasis *ESP32-CAM* Terintegrasi Platform *Edge Impulse* Sebagai Acuan Irigasi Bagi Petani” adalah bukan skripsi orang lain baik sebagian maupun keseluruhan, kecuali dalam bentuk kutipan yang sudah disebutkan sumbernya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya, dan apabila pernyataan ini tidak benar, saya bersedia mendapatkan sanksi akademik.

Lamongan, 30 Juli 2025



Heri Rismawan

NIM.2103030006

LEMBAR PERSETUJUAN

Skripsi dengan judul:

**Rancang Bangun Deteksi Tingkat Kelembapan Tanah Pertanian Berbasis
ESP32-CAM Terintegrasi Platform *Edge Impulse* Sebagai Acuan Irigasi
Bagi Petani**

Oleh:

Heri Rismawan

NIM. 2103030006

Telah dilakukan pembimbingan Skripsi dan dinyatakan layak untuk mengikuti ujian skripsi pada Program Studi Fisika Fakultas Sains, Teknologi, dan Pendidikan Universitas Muhammadiyah Lamongan.

Lamongan, 30 Juli 2025

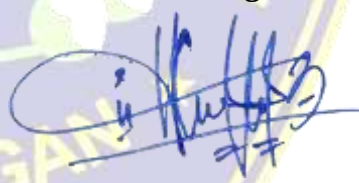
Mengetahui,

Pembimbing I



Muhamad Azwar Annas, M.Si
NPP. 19940405 202202 225

Pembimbing II



Muktamar Cholifah Aisiyah, M.Si
NPP. 19930524 202103 205

LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI

Judul : Rancang Bangun Deteksi Tingkat Kelembapan Tanah
Pertanian Berbasis *ESP32-CAM* Terintegrasi Platform
Edge Impulse Sebagai Acuan Irigasi Bagi Petani

Penyusun : Heri Rismawan

NIM : 2103030006

Tanggal Seminar : 7 Juli 2025

Telah diuji dan disetujui oleh Tim Penguji pada Ujian Sidang Skripsi
di Program Studi S1 Fisika Fakultas Sains Teknologi dan Pendidikan

Universitas Muhammadiyah Lamongan

Tanggal : 06 Agustus 2025

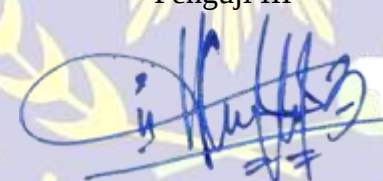
Penguji I


Uswatun Chasanah, M.Si
NPP. 19901123 201903 099

Penguji II

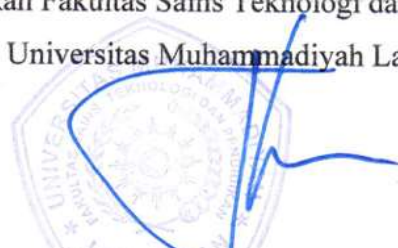

Muhamad Azwar Annas, M.Si
NPP. 19940405 202202 225

Penguji III


Muktamar Cholifah Aisiyah, M.Si
NPP. 19930524 202103 205

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains Teknologi dan Pendidikan
Universitas Muhammadiyah Lamongan


Eko Handoyo, S. Kom., M.Kom
NPP. 19910217 201905 105

RANCANG BANGUN DETEKSI TINGKAT KELEMBAPAN TANAH PERTANIAN BERBASIS *ESP32-CAM* TERINTERGRASI PLATFORM *EDGE IMPULSE* SEBAGAI ACUAN IRIGASI BAGI PETANI

ABSTRAK

Penelitian ini mengembangkan sistem klasifikasi kelembapan tanah berbasis citra menggunakan *ESP32-CAM* yang terintegrasi dengan platform *Edge Impulse*. Metode penelitian yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif dan pelatihan model pembelajaran mesin menggunakan dataset citra tiga jenis tanah: ladang, sawah, dan tanah merah. Citra diambil dengan berbagai parameter fisik: intensitas cahaya 270, 150, dan 100 lux, jarak kamera 10, 20, dan 30 cm, serta sudut kamera 90°, 60°, dan 45°. Sistem mendeteksi tiga tingkat kelembapan: kering, lembap, dan basah melalui fitur visual warna dan tekstur. Hasil pengujian menunjukkan bahwa tanah ladang memiliki kinerja terbaik dengan akurasi rata-rata 72,08% dan *F1-Score* 76,13%. Parameter optimal diperoleh pada jarak 10 cm, iluminasi 270 lux, dan sudut 90°. Sistem ini mendukung irigasi Presisi dengan memberikan rekomendasi kebutuhan irigasi berdasarkan hasil klasifikasi citra waktu nyata. Hasil klasifikasi ini digunakan sebagai acuan irigasi, di mana tanah kering (0–30%) direkomendasikan untuk disiram, sedangkan tanah lembap (31–70%) dan tanah basah (71–100%) tidak. Pendekatan ini mendukung konsep irigasi Presisi dengan memberikan rekomendasi berbasis data visual secara *real-time*.

Kata kunci: *Citra digital; Edge Impulse; ESP32-CAM; Irigasi Presisi; Kelembapan tanah.*

MANAGEMENT OF AGRICULTURAL IRRIGATION THROUGH THE DESIGN AND DEVELOPMENT OF AGRICULTURAL SOIL MOISTURE DETECTION BASED ON ESP32 CAM INTEGRATED WITH THE *EDGE IMPULSE* PLATFORM

ABSTRACT

This study developed an image-based soil moisture classification system using ESP32-CAM integrated with the Edge Impulse platform. The research method used was a quantitative approach and Machine Learning model training using image datasets of three types of soil: fields, paddy fields, and red soil. Images were taken with various physical parameters: light intensity of 270, 150, and 100 lux, camera distance of 10, 20, and 30 cm, and camera angle of 90°, 60°, and 45°. The system detects three moisture levels: dry, moist, and wet through visual features of color and texture. The test results showed that field soil had the best performance with an average accuracy of 72.08% and an F1 Score of 76.13%. Optimal parameters were obtained at a distance of 10 cm, an illumination of 270 lux, and an angle of 90°. This system supports Presisi irrigation by providing irrigation requirement recommendations based on real-time image classification results. The results of this classification are used as a reference for irrigation, where dry soil (0–30%) is recommended for irrigation, while moist soil (31–70%) and wet soil (71–100%) are not. This approach supports the concept of Presisi irrigation by providing real-time, visual data-driven recommendations.

Keywords: Digital image; Edge Impulse; ESP32-CAM; Presisi irrigation; Soil moisture.

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

خير الناس أنفعهم للناس

“sebaik-baik manusia adalah orang yang paling bermanfaat bagi manusia”

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT atas limpahan rahmat, taufik, hidayah, dan inayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan tepat waktu. Skripsi ini penulis persembahkan kepada:

1. Teruntuk Bapak Karsam dan Ibundaku tercinta, Supriyatmi

Dua sosok paling berarti dan paling berjasa dalam hidup saya. Terima kasih atas segala hal yang telah Bapak dan Ibu berikan. Terima kasih karena tak pernah sekalipun membanding-bandingkan saya dengan orang lain. Terima kasih telah dengan bangga menyebut nama anakmu ini di hadapan siapa pun. Seandainya semua rasa syukur ini kutuliskan, mungkin naskah skripsi ini tak akan pernah cukup tebal untuk menampung seluruh cinta dan pengorbanan kalian. Ibu, aku masih sangat ingat ucapanmu yang begitu membekas: "Anak petani tidak boleh dipandang sebelah mata oleh siapa pun." Kalimat itu menjadi suluh yang menuntunku hingga sejauh ini. Setinggi apa pun pendidikan yang saya tempuh, tak akan pernah bisa melebihi derajat dan kemuliaan Bapak dan Ibu. Gelar apa pun yang saya sandang, tidak akan pernah sebanding dengan gelar kehidupan yang kalian perjuangkan selama ini: sebagai orang tua yang tulus, kuat, dan penuh cinta. Jika hari ini aku mampu berdiri di titik ini, itu bukan semata karena usahaku, tapi karena ada tangan-tangan penuh kasih yang mendorongku dari belakang. Semoga setiap kata yang kutulis di halaman skripsi ini menjadi bukti bahwa perjuangan kalian tidak sia-sia. Semoga kalian bangga, karena anak petani ini akan terus melangkah bukan hanya untuk dirinya sendiri, tapi untuk nama kalian yang begitu mulia.

2. Dosen Pembimbing dan seluruh Dosen di Program Studi Fisika

Terima kasih yang sebesar-besarnya saya haturkan atas segala ilmu, arahan, serta bimbingan yang telah diberikan selama masa perkuliahan hingga proses penyusunan skripsi ini. Setiap wejangan dan koreksi yang Bapak/Ibu sampaikan menjadi bekal berharga dalam proses belajar dan bertumbuh saya. Saya menyadari bahwa tanpa kesabaran dan dedikasi Bapak/Ibu dalam membimbing, perjalanan akademik ini tak akan sampai pada titik akhir. Semoga segala ilmu dan kebaikan yang telah ditanamkan menjadi amal jariyah yang terus mengalir, membawa keberkahan yang tiada putus.

3. Teman-teman seperjuangan Mahasiswa Fisika

Terima kasih untuk setiap langkah yang kita lewati bersama dari tawa, lelah, diskusi panjang, hingga tekanan saat menyusun laporan dan menghadapi ujian. Kalian bukan hanya rekan belajar, tapi juga sahabat yang membuat perjalanan ini lebih ringan dan penuh warna. Di balik setiap grafik yang sulit dimengerti, setiap praktikum yang melelahkan, dan setiap malam lembur menyusun laporan, ada canda dan semangat yang membuat semuanya terasa mungkin. Terima kasih telah menjadi bagian dari proses belajar, tumbuh, dan bertahan. Semoga kelak kita bisa mengenang masa-masa ini sebagai fondasi dari mimpi-mimpi besar yang satu per satu akan kita wujudkan. Terima kasih, kawan-kawan seperjuangan. Fisika tak akan seindah ini tanpa kalian.

4. Diriku sendiri

Terima Terima kasih telah terus melangkah, terima kasih telah tetap percaya, meski sering kali diragukan. Terima kasih telah memilih bertahan, ketika menyerah tampak lebih mudah. Kamu tahu betapa kerasnya perjuangan ini. Betapa banyak luka yang tidak terlihat, doa yang diam-diam kau panjatkan di malam-malam yang sepi. Namun lihatlah, hari ini kamu berdiri. Bukan karena tak pernah jatuh, tapi karena selalu memilih bangkit. Bukan karena tak pernah lelah, tapi karena tahu bahwa impianmu layak diperjuangkan. Perjalanan ini masih panjang.

5. Almamater tercinta, Universitas Muhammadiyah Lamongan

Terima Terima kasih telah menjadi tempat saya tumbuh, belajar, dan menempa diri. Di kampus ini, saya tidak hanya memperoleh ilmu, tetapi juga nilai-nilai kehidupan, keberanian untuk bermimpi, dan keyakinan untuk terus melangkah. Setiap sudut kampus ini menyimpan jejak perjalanan, dari ruang kelas yang penuh diskusi hingga momen-momen sederhana yang membentuk cara pandang saya terhadap dunia. Universitas Muhammadiyah Lamongan bukan hanya tempat belajar, tetapi juga rumah kedua yang mengajarkan arti perjuangan, pengabdian, dan keikhlasan. Semoga almamater tercinta ini terus mencetak generasi yang tangguh, berilmu, dan berakhlak mulia. Dengan bangga, saya akan selalu membawa nama baikmu ke mana pun langkah ini menuju.



KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kehadirat Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan naskah skripsi yang berjudul "Rancang Bangun Deteksi Tingkat Kelembapan Tanah Pertanian Berbasis *ESP32-CAM* Terintegrasi Platform *Edge Impulse* Sebagai Acuan Irigasi Bagi Petani" sesuai waktu yang ditentukan. Naskah skripsi ini saya susun sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana Fisika di Fakultas Sains Teknologi dan Pendidikan Universitas Muhammadiyah Lamongan. Dalam penyusunan, penulis mendapatkan banyak pengarahan dan bantuan dari berbagai pihak, untuk itu saya tidak lupa mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat Bapak/Ibu:

1. Prof. Dr. Abdul Aziz Alimul Hidayat, S.Kep., Ns., M. Kep, selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Lamongan.
2. Eko Handoyo, S. Kom., M.Kom selaku Dekan Fakultas Sains Teknologi dan Pendidikan Universitas Muhammadiyah Lamongan.
3. Muhamad Azwar Annas, M.Si selaku Kaprodi S1 Fisika Fakultas Sains Teknologi dan Pendidikan Universitas Muhammadiyah Lamongan. dan selaku pembimbing I, yang telah banyak memberikan petunjuk, saran, dorongan moril selama penyusunan naskah skripsi ini.
4. Muktamar Cholifah Aisiyah, M.Si, selaku Dosen Pembimbing II, yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta masukan yang berharga dengan penuh perhatian dan ketulusan selama proses penyusunan skripsi ini.
5. Uswatun Chasanah, M.Si, Dosen S1 Fisika Fakultas Sains Teknologi dan Pendidikan Universitas Muhammadiyah Lamongan, selaku penguji yang telah memberikan masukan, arahan, dan evaluasi yang membangun demi penyempurnaan naskah skripsi ini.
6. Semua pihak yang telah memberikan dukungan moral dan materil demi terselesaikannya naskah skripsi ini.

Semoga Allah SWT memberi balasan pahala atas semua amal kebaikan yang di berikan. Saya menyadari naskah skripsi ini masih banyak kekurangan, untuk itu segala kritik dan saran yang bersifat membangun sangat saya harapkan,

akhirnya saya berharap semoga naskah skripsi ini bermanfaat bagi penulis pada khususnya dan bagi semua pembaca pada umumnya.

Lamongan, 30 Juli 2025

Penyusun,



Heri Rismawan



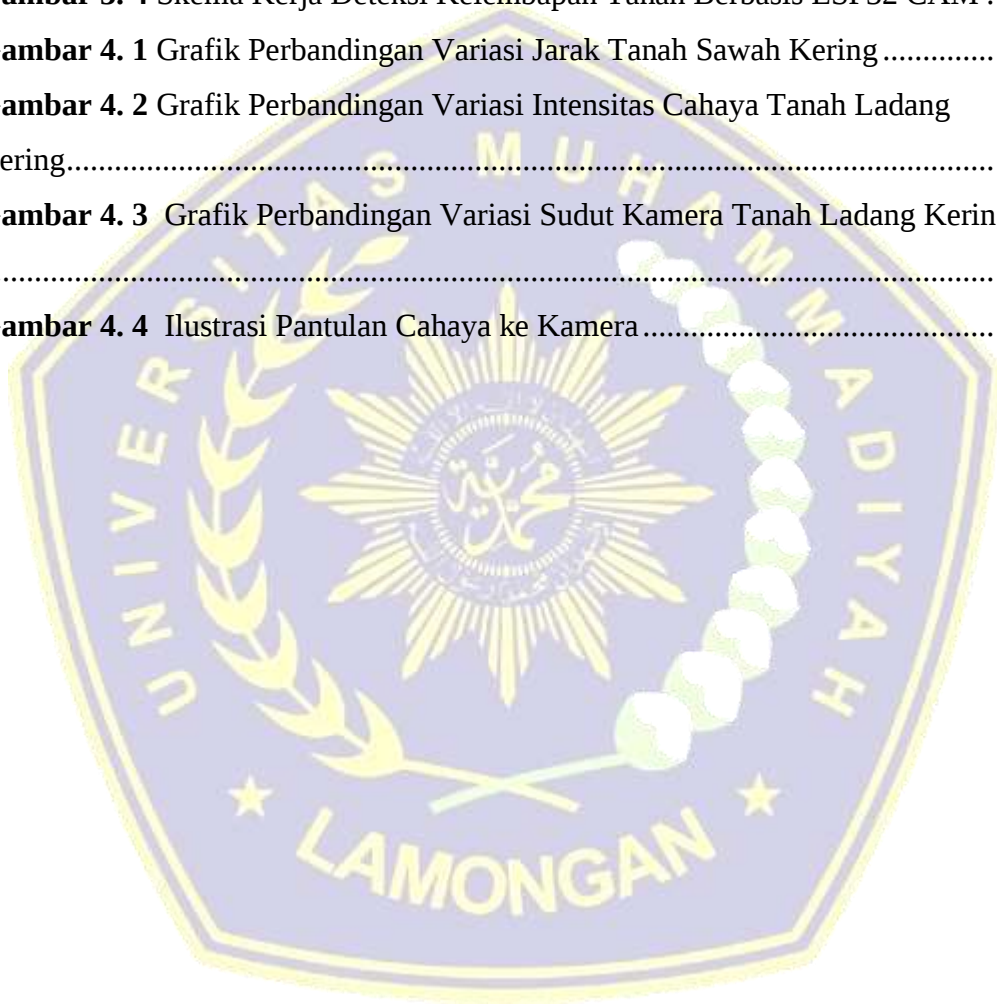
DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN	iii
LEMBAR PERSETUJUAN.....	iv
LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI.....	v
ABSTRAK	vi
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	viii
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Hipotesis.....	3
1.6 Manfaat	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Dasar Teori.....	6
2.2.1 Kelembapan Tanah.....	6
2.2.2 Pengelolaan Citra Digital	7
2.2.3 Mikrokontroler ESP32-CAM.....	9
2.1.4 Intensitas Cahaya.....	10
2.1.5 Machine Learning	12
2.1.7 Confusion Matrix	13
BAB III METODE PENELITIAN.....	16
3.1 Tempat dan Waktu	16
3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	16
3.2.1 Alat penelitian	16
3.2.2 Bahan Penelitian.....	17
3.3 Prosedur Penelitian.....	17
3.3.1 Rangkaian Alat.....	18

3.3.2 Merangkai Alat.....	18
3.3.3 Prinsip Kerja Deteksi Kelembapan Tanah Berbasis Esp32 am	18
3.2.4 Akuisisi Data.....	19
3.3.5 Pelatihan Model di Edge Impulse	20
3.3.6 Pengujian Akurasi Model Pada Edge Impulse.....	21
3.3.7 Pengujian di Dalam Ruang Laboratorium.....	21
3.3.8 Analisis Data	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	26
4.1 Hasil Penelitian	26
4.1.1 Confusion Matrix	26
4.1.2 Proses Pengambilan Citra	29
4.1.3 Confusion Matrix dan Dampaknya terhadap Acuan Irigasi.....	29
4.1.4 Hubungan Sistem dengan Acuan Irigasi Petani.....	30
4.1.5 Hasil Pengujian Di Dalam Ruangan Laboratorium	31
4.2 Pembahasan.....	37
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	42
5.1 Kesimpulan	42
5.2 Saran.....	43
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN.....	48
Lampiran 1 : Tabel Hasil.....	48
Lampiran 2 : Perhitungan.....	89
Lampiran 3 : Grafik Perbandingan.....	93
Lampiran 4 : Codingan Alat.....	103
Lampiran 5 : Dokumentasi.....	114
Lampiran 6 : Biodata.....	118

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 2 ESP32 CAM	10
Gambar 2. 3 Software Edge Impulse.....	13
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	17
Gambar 3. 2 Rangkaian alat deteksi Kelembapan Tanah.....	18
Gambar 3. 3 Prototipe Deteksi Kelembapan Tanah	18
Gambar 3. 4 Skema Kerja Deteksi Kelembapan Tanah Berbasis ESP32 CAM .	19
Gambar 4. 1 Grafik Perbandingan Variasi Jarak Tanah Sawah Kering	33
Gambar 4. 2 Grafik Perbandingan Variasi Intensitas Cahaya Tanah Ladang Kering.....	34
Gambar 4. 3 Grafik Perbandingan Variasi Sudut Kamera Tanah Ladang Kering	35
Gambar 4. 4 Ilustrasi Pantulan Cahaya ke Kamera	38



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Keterangan <i>Confusion Matrix</i> Pada Klasifikasi Tanah	14
Tabel 3.1 Kategori Kelembapan Tanah.....	20
Tabel 4. 1 Validasi Model	26
Tabel 4. 2 Evaluasi Matrix	28
Tabel 4. 3 Acuan Irigasi Petani	30
Tabel 4. 4 Tanah Sawah Kering Variasi Jarak 10 cm.	31
Tabel 4. 5 Perbandingan Jarak Setiap Tanah Kering	33
Tabel 4. 6 Perbandingan Intensitas Cahaya Setiap Tanah Kering.....	34
Tabel 4. 7 Perbandingan Sudut Kamera Perbandingan Setiap Tanah Lembap....	36
Tabel 4. 8 Rata rata Evaluasi Kinerja Model Klasifikasi Citra Tanah	36

