



**ANALISIS SISTEM INTERNET OF THINGS (IOT) BERBASIS ESP  
UNTUK PENGATURAN KELEMBAPAN PERTUMBUHAN TANAMAN  
DI BANJARBARU**

**SKRIPSI**

Untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan program Sarjana S-1 PS Ilmu  
Komputer di FMIPA ULM

**Oleh**

**MUHAMMAD ALFITRIAN ANANDA**

**NIM 2111016210013**

**PROGRAM STUDI S-1 ILMU KOMPUTER  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT  
BANJARBARU  
DESEMBER 2025**



**ANALISIS SISTEM INTERNET OF THINGS (IOT) BERBASIS ESP  
UNTUK PENGATURAN KELEMBAPAN PERTUMBUHAN TANAMAN  
DI BANJARBARU**

**SKRIPSI**

Untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan program Sarjana S-1 PS Ilmu  
Komputer di FMIPA ULM

Oleh

**MUHAMMAD ALFITRIAN ANANDA**

**NIM 2111016210013**

**PROGRAM STUDI S-1 ILMU KOMPUTER  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT  
BANJARBARU  
DESEMBER 2025**

# SKRIPSI

## Analisis Sistem Internet Of Things (Iot) Berbasis ESP Untuk Pengaturan Kelembapan Pada Pertumbuhan Tanaman Di Banjarbaru

Oleh:

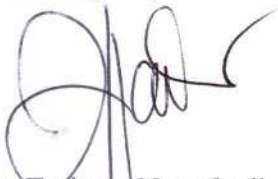
**Muhammad Alfitriyan Ananda**

**NIM. 2111016210013**

Telah dipertahankan di depan Dosen Penguji pada tanggal 09 Januari 2026.

Susunan Dosen Penguji:

**Pembimbing I**



Dodon Turiyanto Nugrahadi, S.Kom, M.Eng

NIP. 198001122009121002

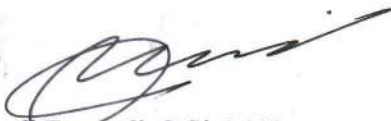
**Dosen Penguji I**



Muhammad Itqan Mazdadi, S.Kom., M.Kom

NIP. 199006122019031013

**Pembimbing II**



Andi Farmadi, S.Si, M.T

NIP. 197307252008011006

**Dosen Penguji II**



Friska Abadi, S.Kom, M.Kom

NIP. 198809132023211010

Banjarbaru, 12 Januari 2026

**Koordinator Program Studi Ilmu Komputer**



Dwi Kartini, S.Kom., M.Kom

NIP. 1987042120121220033

## **PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Pustaka.

Banjarbaru, 15 Desember 2025



**Muhammad Alfitri Ananda**

**NIM. 2111016210013**

## ABSTRAK

### **ANALISIS SISTEM INTERNET OF THINGS (IOT) BERBASIS ESP UNTUK PENGATURAN KELEMBAPAN PERTUMBUHAN TANAMAN DI BANJARBARU**

(Oleh: Muhammad Alfitrian Ananda; Pembimbing: Dodon Turianto Nugrahadi, S.Kom, M.Eng, dan Andi Farmadi, S.Si, M.T; 2025; 59 halaman)

Pengelolaan penyiraman tanaman luar ruangan di Banjarbaru menghadapi tantangan berupa suhu lingkungan yang tinggi serta kelembapan tanah yang fluktuatif. Penelitian ini berfokus pada perancangan dan implementasi sistem perangkat lunak berbasis Internet of Things (IoT) untuk mendukung pengaturan kelembapan pertumbuhan tanaman melalui mekanisme penyiraman berbasis spray secara otomatis. Sistem dibangun menggunakan perangkat berbasis ESP yang dilengkapi sensor suhu dan kelembapan tanah, serta didukung oleh aplikasi backend berbasis web yang berperan sebagai decision engine dalam pengolahan data, pengambilan keputusan, dan pencatatan riwayat penyiraman. Metode Fuzzy Mamdani diimplementasikan sebagai engine pengambilan keputusan di sisi server, di mana proses fuzzifikasi, inferensi, dan defuzzifikasi dilakukan berdasarkan data sensor yang tersimpan dalam basis data. Seluruh konfigurasi fuzzy, termasuk variabel, himpunan keanggotaan, aturan, dan pemetaan output, dirancang secara terstruktur dan dikelola melalui basis data sehingga sistem dapat dikonfigurasi dan dikembangkan secara terpusat tanpa memerlukan perubahan langsung pada perangkat keras sensor dan aktuator. Data riwayat penyiraman yang digunakan dalam penelitian ini berjumlah 31.607 record dan dianalisis melalui sistem IoT serta simulasi ulang menggunakan Python Colab sebagai pembanding. Evaluasi dilakukan melalui analisis inferensi fuzzy, defuzzifikasi centroid, serta pengujian kesesuaian menggunakan metrik MAE, RMSE, persentase durasi identik, dan analisis himpunan output. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem Fuzzy Mamdani mampu menghasilkan keputusan durasi penyiraman spray yang bersifat gradual dan adaptif terhadap kondisi lingkungan. Perbandingan antara sistem IoT dan simulasi Python Colab menunjukkan tingkat kesesuaian yang tinggi dengan nilai MAE sebesar 0,5222 detik, RMSE sebesar 2,5968 detik, persentase durasi identik sebesar 86,11%, serta kesesuaian aturan fuzzy sebesar 100%. Perbedaan yang terjadi pada sebagian kecil data disebabkan oleh faktor numerik pada proses defuzzifikasi, bukan oleh perbedaan logika aturan. Dengan demikian, sistem IoT berbasis ESP yang dikembangkan efektif dalam pengelolaan penyiraman otomatis berbasis spray serta menunjukkan penerapan prinsip rekayasa perangkat lunak terintegrasi pada sistem otomasi pertanian berbasis IoT.

**Kata kunci:** IoT, ESP, Fuzzy Mamdani, sistem perangkat lunak, penyiraman otomatis, spray tanaman

## ABSTRACT

### **ANALYSIS OF AN ESP-BASED INTERNET OF THINGS (IoT) SYSTEM FOR CONTROL OF PLANT GROWTH HUMIDITY IN BANJARBARU CITY**

(By : Muhammad Alfitrian Ananda; Pembimbing: Dodon Turianto Nugrahadi, S.Kom, M.Eng, and Andi Farmadi, S.Si, M.T; 2025; 59 halaman)

*Outdoor plant watering management in Banjarbaru faces challenges due to high ambient temperatures and fluctuating soil moisture levels. This research focuses on the design and implementation of an Internet of Things (IoT)-based software system to support automatic plant growth moisture control through a spray-based watering mechanism. The system utilizes ESP-based devices equipped with temperature and soil moisture sensors and is supported by a web-based backend application that functions as a centralized decision engine for data processing, decision-making, and watering history management. The Mamdani Fuzzy Method is implemented as a server-side decision engine, where fuzzification, inference, and defuzzification processes are performed based on sensor data stored in the database. All fuzzy configurations, including variables, membership functions, rule bases, and output mappings, are structured and managed through the database, allowing centralized configuration and system development without requiring direct modifications to the hardware code of sensors and actuators. The watering history dataset used in this study consists of 31,607 records and is analyzed through the IoT system and recalculated using Python Colab simulations for comparison. Evaluation was conducted through fuzzy inference analysis, centroid defuzzification, and suitability testing using MAE, RMSE, percentage of identical durations, and output set analysis. The results indicate that the Mamdani Fuzzy System produces gradual and adaptive spray watering duration decisions based on environmental conditions. The comparison between the IoT system and Python Colab simulation demonstrates a high level of agreement, with an MAE of 0.5222 seconds, an RMSE of 2.5968 seconds, an identical duration percentage of 86.11%, and a fuzzy rule agreement of 100%. Minor discrepancies were caused by numerical factors in the defuzzification process rather than differences in rule logic. Therefore, the developed ESP-based IoT system is effective for automatic spray-based watering management and demonstrates the application of integrated software engineering principles in IoT-based agricultural automation systems.*

**Keywords:** : IoT, ESP, Mamdani Fuzzy, software system, automatic watering, plant spray system

## **PRAKATA**

Puji syukur kepada Tuhan kita Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul **ANALISIS SISTEM INTERNET OF THINGS (IOT) BERBASIS ESP UNTUK PENGATURAN KELEMBAPAN PERTUMBUHAN TANAMAN DI BANJARBARU** sebagai syarat memperoleh gelar Sarjana Ilmu Komputer di Fakultas MIPA, Universitas Lambung Mangkurat. Penulis juga mengucapkan Terima Kasih kepada :

1. Allah SWT, karena atas karunia-Nya lah penulis dapat menyelesaikan skripsi ini hingga selesai.
2. Ayah, Sacitria Norsyah, dan Ibu, R.A Sri Banduarti, atas cinta, doa, dan dukungan yang tak ternilai.
3. Adik Muhammad Aryan Anugrah atas hiburan karna mau di jahili dikala stress.
4. Bapak Dodon Turianto Nugrahadi, S.Kom, M.Eng dan Bapak Andi Farmadi, S.Si, M.T., selaku dosen pembimbing yang telah memberi arahan dan masukan berharga.
5. Dwi Kartini, S.Kom., M.Kom., Ketua Prodi Ilmu Komputer, serta seluruh dosen dan staf Fakultas MIPA ULM.
6. Sela Septiana atas kesabaran, kasih, dan dukungannya selama proses penyusunan.
7. Teman-teman Ilmu Komputer 2021 dan sahabat seperjuangan atas semangat dan dukungannya.
8. Semua pihak yang telah membantu, yang tidak dapat disebutkan satu per satu

Akhir kata penulis menyadari sepenuhnya bahwa penulisan ini jauh dari sempurna. Semoga penulisan ini bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan bermanfaat bagi yang membaca, serta mendapat keridhaan Allah SWT

Banjarbaru, 15 Desember 2025

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Alfi' with a stylized flourish below it.

Muhammad Alfitri Ananda  
NIM. 2111016210013

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Keaslian Penelitian.....	23
Tabel 2. Perancangan Penelitian .....	24
Tabel 3. Alat Penelitian .....	32
Tabel 4. Komponen Penyusun Perangkat Keras .....	41
Tabel 5. Struktur Database Pendukung Fuzzy Inference System .....	44
Tabel 6. Sampel Random Data Penelitian Hasil Uji Lapangan .....	52
Tabel 7. Hasil Black-Box testing pada website .....	60
Tabel 8. Himpunan Kelembapan Tanah.....	67
Tabel 9. Himpunan Suhu Udara.....	67
Tabel 10. Himpunan Output Fuzzy (Durasi Penyiraman).....	67
Tabel 11. Rule Base Fuzzy.....	68
Tabel 12. Data Setelah Dilakukan Inferensi Fuzzy Mamdani .....	70

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Data Triwulan 1 - 2024	Gambar 2. Data Triwulan 2 – 2024	16
Gambar 3. ESP Microcontroller .....		26
Gambar 4. Soil Moisture Sensor.....		26
Gambar 5. Sensor DHT 22 .....		27
Gambar 6. Relay.....		27
Gambar 7. Servo Motor .....		28
Gambar 8. Pompa Air DC.....		29
Gambar 9. Website Spectani.online .....		30
Gambar 10. Alur Penelitian .....		33
Gambar 11. Diagram Blok Fuzzy Inference Sistem .....		36
Gambar 12. Flowchart Fuzzy Inference Sistem .....		37
Gambar 13. Rancangan Arsitektur Sistem Otomatisasi.....		40
Gambar 14. Rancangan Database.....		43
Gambar 15. Mekanisme MQTT .....		43
Gambar 16. Alur Kerja Perangkat Lunak Sistem Penyiraman Otomatis.....		44
Gambar 17. Mekanisme Decision Engine dan Antrian Eksekusi .....		46
Gambar 18. Usecase perangkat lunak sistem penyiraman otomatis .....		47
Gambar 19. Entity Relationship Diagram (ERD) penyiraman otomatis .....		49
Gambar 20. Grafik Histogram Kelembapan Tanah .....		51
Gambar 21. Grafik Histogram Suhu Udara .....		51
Gambar 22. Tampilan Menu Manajemen Alat Pada Website .....		53
Gambar 23. Tampilan Menu Manajemen Sensor Pada Website.....		54
Gambar 24. Tampilan Menu Manajemen History Pada Website.....		55
Gambar 25 Tampilan Menu Dashboard Fuzzy Logic (Variabel) Pada Website...		56
Gambar 26. Tampilan Menu Dashboard Fuzzy Logic (Sets) Pada Website .....		56
Gambar 27. Tampilan Menu Dashboard Fuzzy Logic (Rules) Pada Website.....		57
Gambar 28. Tampilan Menu Dashboard Fuzzy Logic (Output Maps) Pada Website .....		57
Gambar 29. Grafik Fungsi Keanggotaan Kelembapan Tanah.....		71

Gambar 30. Grafik Fungsi Keanggotaan Suhu Udara .....	72
Gambar 31. Histogram Distribusi Delay Response .....	73
Gambar 32. Surface Plot 3D Moisture vs Temperature vs Duration .....	74
Gambar 33. Heatmap Intensitas Durasi .....	75
Gambar 34. Selisih Error Antara Dataset Final(Fuzzy) dengan Dataset (History)	76
Gambar 35. Grafik Timeseries Penyiraman Dataset Final(Fuzzy) dengan Dataset (History) .....	77
Gambar 36. Grafik Frekuensi Durasi Penyiraman Dataset Final(Fuzzy) dengan Dataset (History) .....	77
Gambar 37. Scatter Plot Hubungan Antara Kelembapan Tanah Dan Durasi Penyiraman .....	78
Gambar 38. Scatter plot Error vs Moisture dan Error vs Temperature.....	79
Gambar 39. Scatter Plot Paired Comparison .....	81
Gambar 40. Confidence Interval MAE .....	82
Gambar 41. Confidence Interval RMSE .....	82

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Pengujian sensor untuk kalibrasi .....	90
Lampiran 2. Pengujian Sensor untuk Kalibrasi .....	90
Lampiran 3. Pengujian Sensor untuk Kalibrasi .....	91
Lampiran 4. Penyesuaian Ulang Sensor .....	92
Lampiran 5. Uji coba penyiraman servo .....	93
Lampiran 6. Perbaikan kerusakan pada blackbox .....	94

## DAFTAR ISI

IHALAMAN PENGESAHAN.....	II
ABSTRAK.....	IV
ABSTRACT .....	V
PRAKATA.....	VI
DAFTAR TABEL.....	VIII
DAFTAR GAMBAR .....	IX
DAFTAR LAMPIRAN.....	XI
DAFTAR ISI .....	XII
BAB I.....	16
PENDAHULUAN.....	16
1.1 LATAR BELAKANG .....	16
1.2 RUMUSAN MASALAH.....	18
1.3 TUJUAN PENELITIAN.....	19
1.4 MANFAAT PENELITIAN .....	19
1.5 BATASAN MASALAH.....	19
BAB II.....	21
TINJAUAN PUSTAKA .....	21
2.1 KAJIAN TERDAHULU.....	21
2.2 LANDASAN TEORI .....	25
2.2.1 <i>Taman Tanaman Luar Ruangan</i> .....	25
2.2.2 <i>ESP Microcontroller</i> .....	25
2.2.3 <i>Sensor Soilmoisture</i> .....	26
2.2.4 <i>Sensor DHT22</i> .....	26
2.2.5 <i>Relay</i> .....	27
2.2.6 <i>Servo Motor</i> .....	28
2.2.7 <i>Pompa Air DC</i> .....	28
2.2.8 <i>Website Spectani.online</i> .....	29
2.2.9 <i>Fuzzy Logic Control</i> .....	30
BAB III .....	32
METODE PENELITIAN .....	32

3.1	ALAT PENELITIAN .....	32
3.2	BAHAN PENELITIAN .....	33
3.3	ALUR PENELITIAN .....	33
3.3.1	<i>Identifikasi Masalah dan Studi Literatur</i> .....	34
3.3.2	<i>Studi Literatur</i> .....	34
3.3.3	<i>Pengembangan Sistem Fuzzy Logic Control</i> .....	34
3.3.4	<i>Simulasi dan Analisis pada Python Collab</i> .....	34
3.3.5	<i>Evaluasi Performa Sistem IoT</i> .....	35
3.3.6	<i>Perbandingan Efektivitas IoT Berbasis ESP dan PYTHON</i> <i>COLLAB</i>	35
3.3.7	<i>Penyusunan Kesimpulan dan Rekomendasi</i> .....	35
3.4	DESAIN SISTEM FUZZY .....	35
3.4.1	<i>Arsitektur Fuzzy Inference System (FIS)</i> .....	35
3.4.2	<i>Flowchart Sistem Inferensi</i> .....	37
3.5	METODE ANALISIS DATA .....	38
3.5.1	<i>Library Python Yang Digunakan</i> .....	38
3.5.2	<i>Evaluasi Metrik Error</i> .....	39
3.5.3	<i>Uji Statistik Inferensial</i> .....	39
3.6	PERANCANGAN PERANGKAT KERAS .....	39
3.7	PERANCANGAN PERANGKAT LUNAK .....	41
3.7.1	<i>Arsiteksur sistem website</i> .....	41
3.7.2	<i>Alur data dan mekanisme MQTT</i> .....	42
3.7.3	<i>Arsitektur Perangkat Lunak Sistem IoT</i> .....	43
3.7.4	<i>Mekanisme Pengelolaan Keputusan dan Antrian Eksekusi</i> ..	45
3.7.5	<i>Use Case Perangkat Lunak Sistem Penyiraman Otomatis</i> ...	46
3.7.6	<i>Perancangan Basis Data sebagai Rule Engine Fuzzy</i> .....	48
BAB IV	.....	50
HASIL DAN PEMBAHASAN	.....	50
4.1	DESKRIPSI STATISTIK DATA PENELITIAN .....	50
4.1.1	<i>Variabel utama data penelitian</i> .....	50
4.1.2	<i>Statistik durasi Penyiraman Sistem IoT</i> .....	51

4.2	IMPLEMENTASI WEBSITE SEBAGAI SERVER PUSAT .....	52
4.2.1	<i>Menu Manajemen Alat</i> .....	52
4.2.2	<i>Menu Manajemen Sensor</i> .....	53
4.2.3	<i>Menu Manajemen History</i> .....	54
4.2.4	<i>Menu Dashboard Fuzzy Logic</i> .....	55
4.3	IMPLEMENTASI BASIS DATA SEBAGAI RULE ENGINE FUZZY .....	58
4.4	ANALISIS WEBSITE SEBAGAI SISTEM PENGAMBIL KEPUTUSAN..	59
4.5	PENGUJIAN BLACK-BOX .....	60
4.6	IMPLEMENTASI FUZZY MAMDANI PADA SISTEM IOT .....	66
4.5.1	<i>Variabel Fuzzy</i> .....	66
4.5.2	<i>Rule Base (Aturan Fuzzy)</i> .....	67
4.5.3	<i>Proses Inferensi Fuzzy Mamdani</i> .....	68
4.5.4	<i>Hasil Proses Inferensi Fuzzy Mamdani pada Dataset History</i> 70	
4.7	ANALISIS KINERJA SISTEM SECARA REAL-TIME .....	72
4.6.1	<i>Delay Response dan Waktu Pemrosesan</i> .....	72
4.6.2	<i>Reliability dan Keandalan Sistem</i> .....	73
4.8	ANALISIS PENGARUH KOMBINASI INPUT TERHADAP OUTPUT ....	74
4.9	PERBANDINGAN PYTHON COLLAB DENGAN IOT (DATASET FUZZY Vs HISTORY)	75
4.8.1	<i>Perbandingan Time-Series Durasi Penyiraman</i> .....	77
4.8.2	<i>Perbandingan Kelembapan Tanah terhadap durasi penyiraman</i>	78
4.10	ANALISIS ERROR DAN AKAR PENYEBAB.....	78
4.11	ANALISIS STATISTIK INFERENSIAL .....	80
4.10.1	<i>Paired T-Test</i> .....	80
4.10.2	<i>Confidence Interval untuk MAE</i> .....	82
4.10.3	<i>Confidence Interval untuk RMSE</i> .....	82
4.12	PEMBAHASAN DAN IMPLIKASI UNTUK PERTANIAN .....	83
4.11.1	<i>Pembahasan Perbandingan Sistem IoT dan Python Collab</i> .	83

4.11.2	<i>Efektivitas Sistem IoT dalam Pengelolaan Penyiraman Otomatis</i>	83
4.11.3	<i>Implikasi terhadap Rekayasa Perangkat Lunak IoT.....</i>	83
4.11.4	<i>Keterbatasan penelitian dan arah selanjutnya .....</i>	84
BAB V	.....	85
KESIMPULAN DAN SARAN	.....	85
5.1	KESIMPULAN .....	85
5.2	SARAN .....	86
DAFTAR PUSTAKA	.....	87