

**Sistem Monitoring dan Pengkondisian Lingkungan Greenhouse  
Untuk Budidaya Tanaman Berbasis Internet Of Things Dengan  
Visualisasi Grafana**

**Tugas Akhir**

disusun sebagai salah satu syarat untuk  
menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Diploma IV

oleh

Muhammad Fadli Arrasyid

221441042



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA OTOMASI  
JURUSAN TEKNIK OTOMASI MANUFAKTUR DAN MEKATRONIKA  
POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG**

**2025**

**LEMBAR PENGESAHAN**

Tugas Akhir yang berjudul:  
**Sistem Monitoring dan Pengkondisian Lingkungan Greenhouse  
untuk Budidaya Tanaman Berbasis Internet Of Things Dengan  
Visualisasi Grafana**

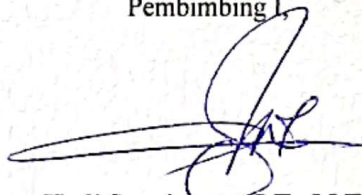
Oleh:  
Muhammad Fadli Arrasyid  
221441042

Telah direvisi, disetujui, dan disahkan sebagai Tugas Akhir penutup program  
pendidikan Sarjana Terapan (Diploma IV)  
Politeknik Manufaktur Bandung

Bandung, 23 Juli 2025

Disetujui,

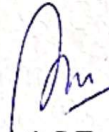
Pembimbing I,



Hadi Supriyanto, S.T., M.T.

NIP. 196911081993031002

Pembimbing II,



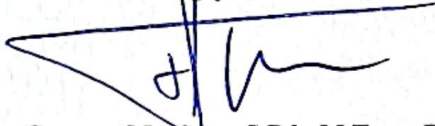
Nurvahti, S.T., M.Sc.

NIP. 197604262009122002

Disahkan,

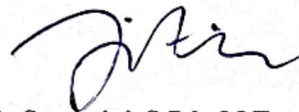
Penguji II,

Penguji I,



Gungun Maulana, S.Pd., M.T.

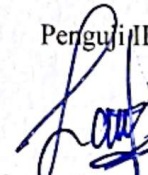
NIP. 198204272014041001



Fitria Suryatini, S.Pd., M.T.

NIP. 198804242018032001

Penguji III,



Aan Eko Setiawan, S.T., M.T.

NIP. 199306082024061002

## PERNYATAAN ORISINALITAS

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Fadli Arrasyid  
NIM : 221441042  
Jurusan : Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika  
Program Studi : Teknologi Rekayasa Otomasi  
Jenjang Studi : Diploma 4  
Jenis Karya : Tugas Akhir  
Judul Karya : Sistem Monitoring dan Pengkondisian Lingkungan Greenhouse Untuk Budidaya Tanaman Berbasis Internet Of Things Dengan Visualisasi Grafana

Menyatakan bahwa:

1. Tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri (orisinal) atas bimbingan para Pembimbing.
2. Dalam tugas akhir ini tidak terdapat keseluruhan atau sebagian tulisan orang lain yang saya ambil dengan cara menyalin atau meniru dalam bentuk rangkaian kalimat atau simbol yang menunjukkan gagasan atau pendapat atau pemikiran dari penulis lain, yang saya akui seolah-olah sebagai tulisan saya sendiri, dan/atau tidak terdapat bagian atau keseluruhan tulisan yang saya salin, tiru, atau yang saya ambil dari tulisan orang lain tanpa memberikan pengakuan penulis aslinya (referensi).
3. Bila kemudian terbukti bahwa saya melakukan tindakan yang bertentangan dengan hal tersebut di atas, baik disengaja atau tidak, saya bersedia menerima akibatnya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung  
Pada tanggal : 23 – Juli – 2025  
Yang Menyatakan,



(Muhammad Fadli Arrasyid)  
NIM 221441042

## PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Fadli Arrasyid  
NIM : 221441042  
Jurusan : Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika  
Program Studi : Teknologi Rekayasa Otomasi  
Jenjang Studi : Diploma 4  
Jenis Karya : Tugas Akhir  
Judul Karya : Sistem Monitoring dan Pengkondisian Lingkungan Greenhouse Untuk Budidaya Tanaman Berbasis Internet Of Things Dengan Visualisasi Grafana

Menyatakan/menyetujui bahwa:

1. Segala bentuk Hak Kekayaan Intelektual terkait dengan tugas akhir tersebut menjadi milik Institusi Politeknik Manufaktur Bandung, yang selanjutnya pengelolaanya berada dibawah Jurusan dan Program Studi, dan diatur sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
2. Memberikan kepada Politeknik Manufaktur Bandung Hak Bebas Royalti Noneklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas hasil tugas akhir saya tersebut. beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif ini, maka Politeknik Manufaktur Bandung berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama-nama Dosen Pembimbing dan nama saya sebagai anggota penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung  
Pada tanggal : 23 – Juli – 2025  
Yang Menyatakan,



Muhammad Fadli Arrasyid  
NIM 221441042

## **MOTO PRIBADI**

“ Setiap hari adalah kesempatan baru, jangan sia-siakan kesempatanmu untuk menjadi lebih baik ”

Tugas akhir ini saya persembahkan untuk kedua orang tua saya tercinta dan adik saya, teman-teman saya dan semua pihak yang telah membantu saya menyelesaikan tugas akhir ini. Saya ucapkan banyak terimakasih kepada semua pihak yang ikut berpartisipasi dalam kemajuan tugas akhir ini.

## KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah yang hanya kepadaNya kami memuji, memohon pertolongan, dan mohon keampunan. Kami berlindung kepadaNya dari kekejian diri dan kejahatan amalan kami. Barang siapa yang diberi petunjuk oleh Allah maka tidak ada yang dapat menyesatkan, dan barang siapa yang tersesat dari jalanNya maka tidak ada yang dapat memberinya petunjuk. Dan aku bersaksi bahwa tiada sembah yang berhak disembah melainkan Allah saja, yang tiada sekutu bagiNya. Dan aku bersaksi bahwa Muhammad adalah hambaNya dan RasulNya.

Atas petunjuk dan pertolongan-Nya, Alhamdulillah penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul: “Sistem Monitoring dan Pengkondisian Lingkungan Greenhouse untuk Budidaya Tanaman Selada Menggunakan ESP32 Berbasis Internet Of Things Dengan Visualisasi Grafana.”.

Tugas akhir dibuat dalam rangka memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan (Diploma-IV) pada Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi di Politeknik Manufaktur Bandung.

Terselesaikannya tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak, sehingga pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati dan penuh rasa hormat penulis menghaturkan terima kasih yang sebesar-besarnya bagi semua pihak yang telah memberikan bantuan moril maupun materil baik langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai, terutama kepada yang saya hormati:

1. Direktur Politeknik Manufaktur Bandung, Bapak Darma Firmansyah U., S.ST., M.T.
2. Ketua Jurusan Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika, Bapak Ridwan, S. ST., M.Eng.
3. Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi, Ibu Nuryanti, S.T., M.Sc.
4. Para Pembimbing tugas akhir Bapak Hadi Supriyanto, S.T., M.T. dan Ibu Nuryanti, S.T., M.Sc.
5. Para Penguji sidang tugas akhir Bapak Gunung Maulana, S.Pd., M.T. , Ibu Fitria Suryatini, S.Pd., M.T. , dan Bapak Aan Eko Setiawan, S.T., M.T.
6. Para Bapak/Ibu panitia tugas akhir.

7. Teristimewa kepada Orang Tua penulis Sri Sumiati dan Hasanudin yang selalu mendoakan, memberikan motivasi dan pengorbanannya baik dari segi moril, materi kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Untuk adik saya yang selalu mendoakan dan memberikan motivasi.
9. Buat sahabat – sahabat saya yang telah membantu dalam kelancaran tugas akhir ini, terutama untuk para sahabat saya di kopi limasan yang telah banyak berkontribusi dalam penyelesaian tugas akhir saya.

Akhir kata penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Karena itu, penulis memohon saran dan kritik yang sifatnya membangun demi kesempurnaannya dan semoga bermanfaat bagi kita semua. Aamiin Ya Robbal Alamin.

Bandung, 23 Juli 2025

Penulis

## ABSTRAK

Produktivitas budidaya selada di Indonesia seringkali terhambat karena pengelolaan faktor lingkungan krusial yang masih bersifat konvensional dan tidak efisien, sehingga kesulitan memenuhi permintaan pasar yang tinggi. Untuk mengatasi hal tersebut, dikembangkan sebuah sistem *greenhouse* berbasis *Internet of Things* (IoT) yang mampu memantau dan mengendalikan seluruh proses secara otomatis, guna menciptakan lingkungan ideal bagi pertumbuhan tanaman. Pengujian menyeluruh terhadap sistem yang dibangun menunjukkan performa yang andal, baik dari segi akurasi sensor, responsivitas kontrol, maupun stabilitas operasional. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor DHT22 memiliki rata-rata nilai error suhu MAPE 0,6% dan error kelembapan MAPE 14,22%. Sensor pH memiliki rata-rata nilai error MAPE 1,7%. Sensor HC-SR04 memiliki rata-rata nilai error 0,3. Sensor TDS memiliki nilai rata-rata error MAPE 0,6%. Serta sensor BH1750 memiliki akurasi yang baik dengan nilai rata-rata error 0,15. Sistem juga mendukung pemantauan *real-time* jarak jauh melalui dashboard Grafana dengan maksimal pengujian monitoring sejauh 23 km. Pengendalian pada plant berfungsi dengan baik dan perubahan pada grafana dengan delay rata-rata 5 detik. Selain itu, fitur switching daya otomatis menggunakan Modul Mini UPS ATS YX850 bekerja dengan baik meskipun sistem mengalami restart saat perpindahan sumber daya dengan delay 7 detik. Dibandingkan dengan metode konvensional, sistem ini menunjukkan potensi peningkatan efisiensi dari segi pengairan yang memanfaatkan kelembapan sebagai syarat aktif aktuator apabila berada dibawah 30% dan kebutuhan nutrisi yang diberikan setiap 10 hari sekali. Serta pengendalian pertumbuhan tanaman yang lebih optimal dengan pemberian cahaya ultraviolet yang aktif ketika nilai lux berada dibawah 10.800 lux.

**Kata kunci:** Otomatisasi, Internet of Things, ESP32, Monitoring tanaman, Visualisasi grafana

## ABSTRACT

*The productivity of lettuce cultivation in Indonesia is often hindered by the management of crucial environmental factors, which is still conventional and inefficient, making it difficult to meet high market demand. To address this, a greenhouse system based on the Internet of Things (IoT) was developed to automatically monitor and control the entire process, aiming to create an ideal environment for plant growth. Thorough testing of the developed system demonstrates reliable performance in terms of sensor accuracy, control responsiveness, and operational stability. Test results show that the DHT22 sensor has an average temperature error (MAPE) of 0.6% and a humidity error (MAPE) of 14.22%. The pH sensor has an average error (MAPE) of 1.7%, the HC-SR04 sensor has an average error of 0.3, the TDS sensor has an average error (MAPE) of 0.6%, and the BH1750 sensor shows good accuracy with an average error of 0.15. The system also supports long-distance real-time monitoring via a Grafana dashboard, with a maximum tested distance of 23 km. The plant's control system functions properly, with changes reflected in Grafana after an average delay of 5 seconds. Furthermore, the automatic power switching feature using the Mini UPS ATS YX850 module works well, although the system restarts during the power source transition with a 7-second delay. Compared to conventional methods, this system shows the potential for increased efficiency in irrigation, which uses humidity below 30% as a condition to activate the actuator, and in nutrient delivery, which is scheduled every 10 days. It also enables more optimal plant growth control through the activation of ultraviolet light when the lux value falls below 10,800 lux.*

**Keywords:** *Automation, Internet of Things, ESP32, Plant monitoring, Grafana visualization*

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>i</b>
<b>PERNYATAAN ORISINALITAS.....</b>	<b>ii</b>
<b>PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI) .....</b>	<b>iii</b>
<b>MOTO PRIBADI .....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xvi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>I-1</b>
I.1    Latar Belakang .....	I-1
I.2    Rumusan Masalah .....	I-3
I.3    Batasan Masalah.....	I-3
I.4    Tujuan dan Manfaat .....	I-4
I.5    Sistematika Penulisan .....	I-5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>II-1</b>
II.1    Tinjauan Teori.....	II-1
II.1.1 <i>Greenhouse</i> .....	II-1
II.1.2    Tanaman Selada Hijau (Lettuce).....	II-1
II.1.3    Internet Of Things .....	II-2
II.1.4    Nutrisi.....	II-3
II.1.5    InfluxDB .....	II-3
II.1.6    Grafana.....	II-4

II.1.7	Sensor .....	II-4
II.1.8	Konsentrasi Tanaman Selada Hijau .....	II-5
II.2	Tinjauan Alat.....	II-7
II.2.1	<i>Greenhouse Plant Design</i> .....	II-7
II.2.2	Mikrokontroler ESP32 .....	II-7
II.2.3	Sensor DHT22.....	II-8
II.2.4	Sensor PH-4502C Module .....	II-8
II.2.5	Sensor Kadar Kelembapan Tanah .....	II-9
II.2.6	Panel Surya Monokristalin.....	II-10
II.2.7	Regulator Pengisian Surya .....	II-10
II.2.8	Baterai VRLA 12V 7,2Ah.....	II-11
II.2.9	Relay .....	II-11
II.2.10	Pompa Air DC.....	II-12
II.2.11	LCD.....	II-12
II.2.12	Tandon Air .....	II-13
II.2.13	Lampu Ultraviolet .....	II-13
II.2.14	Sensor TDS .....	II-13
II.2.15	Module DS3231 Real Time .....	II-14
II.2.16	Ultrasonik HC-SR04 .....	II-14
II.2.17	LM2596S Converter Step Down DC to DC .....	II-15
II.2.18	Modul Mini UPS ATS YX850.....	II-15
II.2.19	Arduino Uno .....	II-16
II.2.20	Water Flow Sensor YF-S201 .....	II-16
II.3	Studi Penelitian Terdahulu.....	II-17
<b>BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH .....</b>		<b>III-1</b>
III.1	Metode Penelitian.....	III-1

III.2	Gambaran Umum Sistem .....	III-3
III.2.1	Diagram Alur Sistem.....	III-3
III.2.2	Diagram Blok Sistem .....	III-3
III.3	Perancangan Elektrik .....	III-4
III.3.1	Perancangan Desain Panel Kontrol.....	III-4
III.3.2	Perancangan Wiring Diagram .....	III-4
III.3.3	Daftar Komponen.....	III-6
III.4	Perancangan Informatik .....	III-7
III.5	Perancangan Mekanik .....	III-8
III.6	Perancangan Sistem Kendali.....	III-9
III.6.1	Sistem Kendali <i>Closed-loop</i> .....	III-9
III.6.2	Sistem Kendali <i>Open-loop</i> .....	III-9
<b>BAB IV</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>IV-1</b>
IV.1	Hasil Implementasi.....	IV-1
IV.1.1	Hasil Implementasi Rancangan Elektrik .....	IV-1
IV.1.2	Hasil Implementasi Rancangan Mekanik.....	IV-5
IV.1.3	Hasil Implementasi Rancangan Informatik.....	IV-6
IV.2	Kalibrasi Sensor .....	IV-7
IV.2.1	Sensor TDS .....	IV-7
IV.2.2	Sensor BH1750 .....	IV-8
IV.2.3	Sensor PH.....	IV-9
IV.2.4	Sensor Soil Moisture .....	IV-10
IV.3	Pengujian Sensor dan Aktuator.....	IV-10
IV.3.1	Pengujian Sensor.....	IV-10
IV.3.1.1	Sensor DHT22.....	IV-11
IV.3.1.2	Sensor Soil Moisture .....	IV-13

IV.3.1.3	Sensor pH .....	IV-14
IV.3.1.4	Sensor HCSR-04 .....	IV-15
IV.3.1.5	Sensor TDS .....	IV-16
IV.3.1.6	Sensor BH1750 .....	IV-17
IV.3.2	Pengujian Aktuator.....	IV-19
IV.4	Pengujian kontrol pada panel dan monitoring .....	IV-25
IV.4.1	Pengujian kontrol pada panel.....	IV-25
IV.4.2	Pengujian <i>delay</i> kontrol.....	IV-27
IV.4.3	Pengujian Monitoring .....	IV-27
IV.5	Pengujian Komunikasi Data.....	IV-31
IV.6	Pengujian mode <i>switching</i> daya.....	IV-32
IV.7	Pengujian pertumbuhan tanaman .....	IV-32
<b>BAB V PENUTUP .....</b>		<b>V-1</b>
V.1	Kesimpulan .....	V-1
V.2	Saran.....	V-2
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>xvii</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>xxii</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 Selada Hijau (Lettuce) .....	II-1
Gambar II. 2. Smart agriculture with IoT apps [16] .....	II-3
Gambar II. 3 InfluxDB .....	II-4
Gambar II. 4. Platform Grafana .....	II-4
Gambar II. 5. <i>Greenhouse Plant Design</i> .....	II-7
Gambar II. 6. Mikrokontroler ESP32.....	II-7
Gambar II. 7. DHT22 .....	II-8
Gambar II. 8. PH-4502C Module.....	II-8
Gambar II. 9. Sensor Kadar Kelembapan Tanah .....	II-9
Gambar II. 10. Panel Surya Monokristalin .....	II-10
Gambar II. 11. Regulator Pengisian Surya.....	II-10
Gambar II. 12. Baterai VRLA 12V 7,2Ah.....	II-11
Gambar II. 13. Module Relay .....	II-11
Gambar II. 14. Pompa Air DC .....	II-12
Gambar II. 15. LCD .....	II-12
Gambar II. 16. Tandon Air 10L .....	II-13
Gambar II. 17. Lampu Ultraviolet.....	II-13
Gambar II. 18. Sensor TDS [34] .....	II-14
Gambar II. 19. Module DS3231 Real Time [35] .....	II-14
Gambar II. 20. Ultrasonik HC-SR04 .....	II-15
Gambar II. 21. LM2596S Converter Step Down .....	II-15
Gambar II. 22 Modul Mini UPS ATS YX850 .....	II-15
Gambar II. 23 Arduino Uno .....	II-16
Gambar II. 24 Water flow sensor YF-S201 .....	II-16
Gambar III. 1 Flowchart penyelesaian masalah .....	III-1
Gambar III. 2 Diagram Alur Sistem.....	III-3
Gambar III. 3 Diagram blok sistem.....	III-3
Gambar III. 4 <i>Flowchart</i> perancangan informatik sistem .....	III-8
Gambar III. 5 Diagram blok sistem kendali closed-loop .....	III-9
Gambar III. 6 Diagram blok sistem kendali open-loop.....	III-9

Gambar IV. 1 Skematik rangkaian sistem .....	IV-1
Gambar IV. 2 Desain pcb ESP32.....	IV-2
Gambar IV. 3 Implementasi print pcb ESP32.....	IV-2
Gambar IV. 4 Tata letak komponen panel kontrol.....	IV-3
Gambar IV. 5 Tata letak komponen panel daya dan sensor.....	IV-4
Gambar IV. 6 Hasil implementasi rancangan mekanik .....	IV-6
Gambar IV. 7 Hasil implementasi rancangan informatik .....	IV-6
Gambar IV. 8 Grafik pengukuran suhu DHT22.....	IV-12
Gambar IV. 9 Grafik suhu dan kelembapan .....	IV-13
Gambar IV. 10 Grafik sensor pH .....	IV-15
Gambar IV. 11 Grafik sensor HCSR-04 .....	IV-16
Gambar IV. 12 Grafik Sensor TDS.....	IV-17
Gambar IV. 13 Grafik perbandingan nilai lux .....	IV-18
Gambar IV. 14 Pengujian Pompa Air .....	IV-20
Gambar IV. 15 Flowchart pemberian nutrisi pada tanaman .....	IV-21
Gambar IV. 16 Pengujian Pompa Nutrisi .....	IV-22
Gambar IV. 17 Pengujian lampu UV .....	IV-24
Gambar IV. 18 Pengujian kontrol auto .....	IV-25
Gambar IV. 19 Pengujian kontrol manual .....	IV-26
Gambar IV. 20 Tampilan <i>monitoring</i> pada grafana .....	IV-28
Gambar IV. 21 Pertumbuhan tanaman selada dengan metode konvensional ..	IV-33
Gambar IV. 22 Masa pembibitan .....	IV-33
Gambar IV. 23 Pemindahan media dari masa pembibitan.....	IV-34
Gambar IV. 24 Tanaman selada memasuki masa vegetatif.....	IV-34

## DAFTAR TABEL

Tabel II. 1. Penelitian Terdahulu.....	II-17
Tabel III. 1. Metodologi penyelesaian .....	III-2
Tabel III. 2 Alokasi GPIO Arduni Uno.....	III-4
Tabel III. 3 Alokasi GPIO ESP32 .....	III-4
Tabel III. 4 Perhitungan kebutuhan panel surya .....	III-5
Tabel III. 5 Daftar komponen.....	III-6
Tabel IV. 1 Kalibrasi TDS .....	IV-8
Tabel IV. 2 Data pengukuran suhu .....	IV-11
Tabel IV. 3 Data pengukuran kelembapan.....	IV-12
Tabel IV. 4 Data pengukuran soil moisture .....	IV-13
Tabel IV. 5 Data pengukuran sensor pH.....	IV-14
Tabel IV. 6 Data pengukuran sensor HCSR-04.....	IV-15
Tabel IV. 7 Data pengukuran sensor TDS .....	IV-16
Tabel IV. 8 Data pengukuran sensor BH1750 .....	IV-18
Tabel IV. 9 Pengujian kontrol pompa air.....	IV-19
Tabel IV. 10 Pengujian kipas angin terhadap perubahan suhu .....	IV-22
Tabel IV. 11 Pengujian Lampu UV berdasarkan nilai lux.....	IV-23
Tabel IV. 12 Kontrol otomatis berdasarkan sensor.....	IV-25
Tabel IV. 13 Pengujian kontrol manual dengan tombol .....	IV-26
Tabel IV. 14 Pengujian <i>delay</i> kontrol manual .....	IV-27
Tabel IV. 15 Pengujian <i>delay</i> kontrol otomatis .....	IV-27
Tabel IV. 16 Pengujian IoT dari segi fungsionalitas dan <i>delay</i> .....	IV-28
Tabel IV. 17 Perbandingan nilai sensor aktual dengan nilai pada grafana .....	IV-30
Tabel IV. 18 Pengujian jarak komunikasi data .....	IV-31
Tabel IV. 19 Pengujian mode <i>switching</i> daya.....	IV-32
Tabel IV. 20 Perbandingan metode konvensional dengan sistem <i>greenhouse</i> .....	IV-35

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1</b> - Alamat GPIO ESP32 .....	xxii
<b>Lampiran 2</b> - Alamat pin Arduino Uno .....	xxii
<b>Lampiran 3</b> - Wiring Electrical .....	xxiii
<b>Lampiran 4</b> - Desain <i>Greenhouse</i> .....	xxiv
<b>Lampiran 5</b> - Ukuran Greenhouse .....	xxv
<b>Lampiran 6</b> - Desain Panel Kontrol.....	xxvi
<b>Lampiran 7</b> - Desain Panel Power .....	xxvii
<b>Lampiran 8</b> - Dokumentasi proses pembuatan plant greenhouse.....	xxviii
<b>Lampiran 9</b> - Program sistem pada ESP32 dan Arduino Uno.....	xxix

# BAB I

## PENDAHULUAN

### I.1 Latar Belakang

Sektor pertanian memegang peranan vital di Indonesia dalam menjamin ketersediaan pangan. Namun, terdapat tantangan signifikan dalam budidaya sayuran, di mana produktivitas hasil panen seringkali belum mampu mengimbangi tingginya permintaan pasar. Salah satu komoditas yang mengalami tantangan ini adalah selada. Meskipun populer dan kaya akan gizi, optimalisasi pertumbuhan selada sangat bergantung pada pengelolaan faktor lingkungan. Faktor-faktor krusial ini mencakup suhu, kelembapan, intensitas cahaya, serta ketersediaan unsur hara yang tepat [1]. Akan tetapi, metode pengelolaan faktor-faktor ini di banyak lokasi masih bersifat konvensional. Studi kasus di Balai Besar Pelatihan Pertanian (BBPP) Lembang menunjukkan hal ini, di mana proses penyiraman pada *greenhouse* berukuran 5x4 meter masih dilakukan secara manual. Sistem ini tidak hanya ketinggalan zaman di tengah kemajuan teknologi, tetapi juga tidak efisien karena memerlukan alokasi waktu dan tenaga kerja khusus. Ketergantungan pada metode manual ini berpotensi menghambat optimalisasi hasil pertanian [2].

*Greenhouse* adalah suatu bangunan yang dirancang untuk mengendalikan lingkungan sehingga tercapai kondisi yang diinginkan serta sebagai proteksi dari gangguan dan virus yang terpapar oleh angin [3]. Namun dalam praktiknya, *greenhouse* tidak berjalan dengan baik karena tidak ada waktu untuk merawat tanaman di dalamnya [6]. Dalam penerapan *greenhouse* tentunya memerlukan pemantauan secara berkala agar pertumbuhan dapat terkontrol. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan software berbasis smart IoT yang fungsinya dapat mengontrol seluruh proses secara otomatis [4]. Dalam konteks ini, IoT akan berperan sebagai elemen penting dalam inovasi kecanggihan pertanian yang menjadi titik fokus untuk menghadapi ketidakpastian perubahan kondisi iklim akibat polusi lingkungan [5].

Implementasi sistem IoT tersebut secara teknis melibatkan beberapa komponen utama yang bekerja secara terintegrasi. Prosesnya dimulai dari sensor yang

mengukur parameter fisik di lapangan. Data ini kemudian diterima dan diolah oleh mikrokontroler seperti ESP32 yang berfungsi sebagai otak sistem. Berdasarkan data tersebut, mikrokontroler akan memerintahkan aktuator untuk melakukan tindakan spesifik. Contohnya mengatur aliran air sekaligus mengirimkan seluruh data ke *database server* untuk pemantauan [6][7]. Pendekatan ini sejalan dengan penelitian relevan sebelumnya. Sebagai contoh, penelitian oleh Grey M. Bonde berhasil menerapkan sistem otomatis untuk memantau dan mengendalikan suhu menggunakan DHT22, kelembapan tanah dan pH [8]. Selanjutnya, terdapat juga Fan/kipas yang bisa berfungsi otomatis ketika suhu meningkat atau melebihi batas yang diperlukan untuk tanaman [9].

Dalam lingkungan tropis dengan hujan yang melimpah, temperatur hawa antara 18°C sampai 32°C dan kelembapan hawa antara 60% hingga 90%, kondisi tersebut sudah ideal untuk pertumbuhan tanaman selada [10]. Monitoring keadaan tumbuhan biasanya dilakukan untuk pemeriksaan data yang berkenaan dengan nutrisi, pH, dan temperatur air. Data tersebut belum memperlihatkan keadaan fisik tumbuhan secara langsung, sehingga diperlukan pemantauan secara langsung di lokasi tumbuhan [11]. Platform tampilan data berupa grafik yang digunakan dalam proyek ini adalah Grafana. Di dalam platform ini memuat informasi mengenai data sensor. Keluaran sensor akan didistribusikan ke dalam cloud database. Informasi yang tersimpan akan ditampilkan secara otomatis dalam bentuk data visual [12].

Dari beberapa penelitian terdahulu, penulis mengembangkan sistem monitoring tanaman selada yang mencakup pengkondisian lingkungan pada greenhouse dengan memperhatikan laju pertumbuhan tanaman menggunakan ESP32. Dengan cara ini, selain mengawasi data dari sensor dan kebutuhan nutrisi pada tanaman, juga memastikan penerapan sistem pemantauan sesuai dengan penelitian sebelumnya dengan memperhatikan perkembangan tanaman secara rutin.

## I.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana otomatisasi dan sistem monitoring temperatur, kelembapan udara, kelembapan tanah, Ph, intensitas cahaya, kekeruhan air dan *water level* pada *greenhouse* menggunakan ESP32?
2. Bagaimana data dari seluruh sensor tersebut dapat dikirim, disimpan dan divisualisasikan secara *real-time* melalui *dashboard* Grafana serta analisis kesesuaian data antara grafana dengan sensor keseluruhan?
3. Bagaimana performa dan keandalan sistem yang dikembangkan, terutama dalam hal akurasi sensor, responsivitas aktuator dan stabilitas operasional termasuk saat terjadi peralihan sumber daya listrik?
4. Seberapa besar potensi peningkatan efisiensi dan perbedaan hasil pertumbuhan tanaman selada yang dihasilkan oleh sistem *greenhouse* otomatis ini jika dibandingkan dengan metode budidaya konvensional?

## I.3 Batasan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang didapatkan, agar dapat dibahas lebih spesifik maka dibentuk beberapa batasan masalah sebagai berikut.

1. *Greenhouse* dalam penelitian ini difokuskan untuk tanaman selada hijau.
2. Parameter yang dimonitoring meliputi temperatur, kelembapan udara, kelembapan tanah, Ph, intensitas cahaya, kekeruhan air dan *water level*. Sedangkan parameter yang dikendalikan meliputi kipas angin, pompa air, pompa nutrisi dan lampu ultraviolet.
3. Sistem catu daya dirancang dengan mode peralihan otomatis antara panel surya dan listrik PLN, namun penelitian ini tidak mencakup upaya untuk menghilangkan *restart* sistem yang terjadi saat transisi daya.
4. Sistem hanya mengotomatisasi jadwal waktu pemberian nutrisi (setiap 10 hari). Proses pencampuran formula nutrisi dengan kadar PPM tertentu (500, 700, 900 ppm) masih dilakukan secara manual oleh pengguna.

#### I.4 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari pembuatan penelitian tugas akhir ini yaitu:

1. Merancang dan membangun prototipe sistem monitoring dan pengkondisian lingkungan *greenhouse* otomatis berbasis IoT yang terintegrasi, menggunakan ESP32 sebagai unit pemrosesan utama.
2. Menguji dan menganalisis tingkat akurasi dan keandalan dari setiap sensor (DHT22, Soil Moisture, pH, HC-SR04, TDS, BH1750) dan responsivitas aktuator (pompa, kipas, lampu UV) yang digunakan.
3. Mengembangkan dan mengimplementasikan *dashboard* monitoring pada Grafana yang mampu menyajikan data lingkungan secara *real-time* dan mudah dipahami untuk pemantauan jarak jauh.
4. Menganalisis dan membandingkan efektivitas sistem otomatis (dalam hal efisiensi air, nutrisi, dan kontrol lingkungan) serta karakteristik pertumbuhan tanaman selada dengan metode konvensional.

Adapun manfaat dari penyelesaian tugas akhir yang dibagi menjadi 2 yaitu:

a. Manfaat akademis

- 1) Penelitian ini berkontribusi sebagai rujukan teknis bagi riset mendatang di bidang *smart farming*, khususnya yang mencakup arsitektur sistem, integrasi ESP32 dengan Grafana, dan implementasi sensor untuk tanaman spesifik.
- 2) Menyediakan data empiris terkait performa, metode kalibrasi, dan rata-rata *error* sensor yang dapat dijadikan acuan valid untuk perancangan dan validasi sistem serupa di masa depan.
- 3) Menjadi contoh studi kasus yang menggabungkan keilmuan Teknik Otomasi, Teknologi Informasi (IoT), dan Agroteknologi dalam satu sistem fungsional.

b. Manfaat praktis

- 1) Sistem ini menyiram tanaman dan memberi nutrisi secara otomatis, tetapi hanya saat benar-benar dibutuhkan. Hasilnya, pemakaian air dan pupuk jadi lebih sedikit, sehingga bisa mengurangi pengeluaran.
- 2) Meringankan beban kerja dan menghemat waktu pengelola *greenhouse* dengan menghilangkan kebutuhan untuk pemantauan dan penyiraman secara manual.

- 3) Memberikan akses pemantauan kondisi *greenhouse* secara *real-time* dari lokasi manapun melalui *dashboard* Grafana, sehingga mendukung pengambilan keputusan yang lebih cepat dan berbasis data.

## **I.5 Sistematika Penulisan**

Sistematika Karya Tulis Ilmiah Tugas Akhir ini dibahas dengan penjabaran sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN, berisi uraian mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA, berisi gambaran umum tentang landasan teori untuk menjelaskan beberapa istilah dan ilmu terkait serta melihat hasil pencapaian penelitian terdahulu dengan kajian yang sama.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN, berisi langkah-langkah penyelesaian tugas akhir berupa gambaran umum sistem serta perancangan sistem.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN, berisi realisasi dan pemaparan hasil pengujian sistem kaitan dengan tuntutan yang harus dipenuhi.

BAB V PENUTUP, berisi kesimpulan yang diperoleh dari pengerjaan tugas akhir yang telah dilakukan dan saran pengembangan dari TA untuk peneliti selanjutnya.