

LAMPIRAN

LAMPIRAN I. HALAMAN JUDUL

Saintek

INFORMATION TECHNOLOGY

**RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL IIRIGASI OTOMATIS DAN
MONITORING NUTRISI TANAH BERBASIS IOT DENGAN
INTEGRASI PEMANTAUAN LINGKUNGAN UNTUK BUDIDAYA
TANAMAN MELON**

Dosen Pembimbing: Soraya Norma Mustika, S.T., M.Sc



Disusun oleh:

Roma Reynanda Alif Wianto (240934706092)

Gheavebilenny Lae Mooy (230935604835)

Steven (230935604487)

Krisna Danu Endryarto (240935707607)

**UNIVERSITAS NEGERI MALANG
MALANG
2025**

Lampiran 2. Lembar Orisinalitas Karya

SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS

Mahasiswa vokasi yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Ketua : Rama Reynanda Alif Wianto
NIM : 240934706092
Program Studi : Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Malang

Dengan ini menyatakan karya smart system dengan judul Rancang Bangun Sistem Kontrol Irigasi Otomatis dan Monitoring Nutrisi Tanah Berbasis IoT dengan Integrasi Pemantauan Untuk Budidaya Tanaman Melon ini adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain serta belum pernah menjadi juara dan belum pernah dipublikasikan dalam bentuk apapun.

Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku berupa diskualifikasi dari kompetisi.

Malang, 28 Mei 2025

Ketua Tim



(Rama Reynanda Alif Wianto)
240934706092

Lampiran 3. Lembar Pengesahan

LEMBAR PENGESAHAN

1. Kategori Lomba : Information Technology
2. Judul Karya : Rancang Bangun Sistem Kontrol Irigasi Otomatis dan Monitoring Nutrisi Tanah Berbasis IoT dengan Integrasi Pemantauan Untuk Budidaya Tanaman Melon
3. Sub Tema : Smart System
4. Ketua Tim
 - a. Nama Lengkap : Rama Reynanda Alif Wianto
 - b. NIM : 240934706092
 - c. Program Studi : Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi
 - d. Instansi : Universitas Negeri Malang
 - e. Alamat Rumah : Jl Banurejo 90 RT 3 RW 1, Kepanjen, Kabupaten Malang
 - f. No. Telp./WA : 089686791126
 - g. E-mail : rama.reynanda.2409347@students.unma.ac.id
5. Anggota Penulis :

No	Nama	NIM	Program Studi
1	Rama Reynanda Alif Wianto	240934706092	Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi
2	Gheavehileany Lae Mooy	230935604835	Teknologi Rekayasa Sistem Elektronika
3	Steven	230935604487	Teknologi Rekayasa Sistem Elektronika
4	Krisna Danu Indryarto	240935707607	Teknologi Rekayasa Sistem Elektronika

6. Dosen :
 - a. Nama Lengkap dan Gelar : Soraya Norma Mustika, S.T., M.Sc
 - b. NIDN : 0009089201

Dosen Pembimbing



(Soraya Norma Mustika, S.T., M.Sc)

0009089201

Malang, 2025
Ketua/Anggota Tim



(Rama Reynanda Alif Wianto)

240934706092



Menyetujui,
Dekan I

(Felix Sigwanto, S.Sos, M.M.)

NIP 19750426200501 1 001

Lampiran 4. Biodata Ketua dan Anggota

A. Identitas Diri

1	Nama Lengkap	Rama Reynanda Alif Wianto
2	Jenis Kelamin	Laki-Laki
3	Program Studi	Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi
4	NIM	240934706092
5	Tempat dan Tanggal Lahir	Malang, 08 September 2004
6	Alamat E-mail	rama.reynanda.2409347@students.um.ac.id
7	Nomor Telepon/HP	089686791126

B. Penghargaan Yang Pernah Diterima

No	Jenis Penghargaan	Pihak Pemberi Penghargaan	Tahun

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam kegiatan Olimpiade Vokasi Indonesia pada kategori lomba "Information Technology".

Malang, 28 Mei 2025

Ketua



(Rama Reynanda Alif Wianto)

240934706092

Lampiran Biodata Anggota I**A. Identitas Diri**

1	Nama Lengkap	Gheavebileany Lae Mooy
2	Jenis Kelamin	Perempuan
3	Program Studi	Teknologi Rekayasa Sistem Elektronika
4	NIM	230935604835
5	Tempat dan Tanggal Lahir	Waingapu, 13 April 2005
6	Alamat E-mail	gheavebileany.lae.2309356@students.um.ac.id
7	Nomor Telepon/HP	081292764272

B. Penghargaan Yang Pernah Diterima

No	Jenis Penghargaan	Pihak Pemberi Penghargaan	Tahun

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam kegiatan Olimpiade Vokasi Indonesia pada kategori lomba "Information Technology".

Malang, 28 Mei 2025

Anggota Tim



(Gheavebileany Lae Mooy)

230935604835

Lampiran Biodata Anggota 2**A. Identitas Diri**

1	Nama Lengkap	Steven
2	Jenis Kelamin	Laki-laki
3	Program Studi	Teknologi Rekayasa Sistem Elektronika
4	NIM	230935604487
5	Tempat dan Tanggal Lahir	Jakarta, 20 September 2004
6	Alamat E-mail	steven.2309356@students.um.ac.id
7	Nomor Telepon/HP	082197538521

B. Penghargaan Yang Pernah Diterima

No	Jenis Penghargaan	Pihak Pemberi Penghargaan	Tahun

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam kegiatan Olimpiade Vokasi Indonesia pada kategori lomba "Information Technology".

Malang, 28 Mei 2025

Anggota Tim



(Steven)

230935604487

Lampiran Biodata Anggota 3**A. Identitas Diri**

1	Nama Lengkap	Krisna Danu Endryarto
2	Jenis Kelamin	Laki-Laki
3	Program Studi	Teknologi Rekayasa Sistem Elektronika
4	NIM	240935707607
5	Tempat dan Tanggal Lahir	Malang, 31 Juli 2006
6	Alamat E-mail	krisna.danu.2409357@students.um.ac.id
7	Nomor Telepon/HP	089517671666

B. Penghargaan Yang Pernah Diterima

No	Jenis Penghargaan	Pihak Pemberi Penghargaan	Tahun

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam kegiatan Olimpiade Vokasi Indonesia pada kategori lomba "Information Technology".

Malang, 28 Mei 2025

Anggota Tim



(Krisna Danu Endryarto)

240935707607

Lampiran 5. Biodata Dosen Pembimbing

A. Identitas Diri

1	Nama Lengkap (dengan gelar)	Soraya Norma Mustika, S.T., M.Sc
2	Jenis Kelamin	Perempuan
3	Program Studi	Teknologi Rekayasa Sistem Elektronika
4	NIP/NIDN	201806199208092096
5	Tempat dan Tanggal Lahir	Kota Malang, 09 Agustus 1992
6	Alamat E-mail	sorayanormam@gmail.com
7	Nomor Telepon/HP	081944811922

B. Riwayat Pendidikan

No	Jenjang	Bidang Ilmu	Institusi	Tahun Masuk-Lulus
1	Sarjana (S1)	Teknik Elektro	Universitas Brawijaya	2014
2	Magister (S2)	Teknik Elektro	Universitas Brawijaya	2018
3	Doktor (S3)			

C. Rekam Jejak Tri Dharma PT

Pendidikan/Pengajaran

No	Nama Mata Kuliah	Wajib/Pilihan	SKS
1	Psikologi Industri dan organisasi	Pilihan	2/2
2	Aplikasi Sensor dan Transduser	Wajib	4/4
3	Fisika	Wajib	2/2
4	Instrumen Elektronika	Wajib	3/3
5	Rangkaian Listrik 1	Wajib	3/3
6	Elektronika Analog	Wajib	4/4
7	Rangkaian Elektronika	Wajib	3/3
8	Rangkaian Listrik 2	Wajib	3/3
9	Elektronika Analog 2	Wajib	3/3
10	Matematika 1	Wajib	3/3

No	Judul Penelitian	Penyandang Dana	Tahun
1	Pengembangan Mouse sebagai Teknologi Bantu dalam Mengakses Komputer bagi Mahasiswa Disabilitas	Penelitian- Internal UM	2024
2	SITAVO : SISTEM INFORMASI TUGAS AKHIR VOKASI UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS LAYANAN DAN MANAJEMEN TUGAS AKHIR MAHASISWA DI FAKULTAS VOKASI UM	Desentralisasi Penelitian – FV	2024

3	OPTIMALISASI KOMUNIKASI SUBSTALKER ROBOT HUMANOID MENGGUNAKAN ANALISIS RSSI PADA SISTEM ROS	Penelitian – Internal UM	2024
---	---	-----------------------------	------

D. Pengabdian kepada Masyarakat

No	Judul Pengabdian kepada Masyarakat	Penyandang Dana	Tahun
1	PENGENALAN DAN PELATIHAN ROBOTIKA SEBAGAI SARANA MENUMBUHKEMBANGKAN BAKAT DAN MINAT SISWA SEKOLAH DASAR DI DESA TLAGAH KABUPATEN SAMPANG	Pengabdian – Internal UM	2024
2	Modul Robot Line Tracer dan Transporter Sederhana untuk MTs Unggulan Darul Mujtaba Kendalpayak Pakisaji	Desentralisasi Pengabdian - FV	2024
3	PELATIHAN INTERNET OF THINGS MENJAGA KUALITAS UDARA DALAM KELAS DI SMK MUHAMMADIYAH 7 GONDANGLEGI	Pengabdian – Internal UM	2023

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam kegiatan Olimpiade Vokasi Indonesia pada kategori lomba "Information Technology".

Malang, 28 Mei 2025

Dosen Pembimbing



(Soraya Norma Mustika, S.T., M.Sc)

NIDN 0009089201

DAFTAR ISI

JUDUL HALAMAN.....	
LEMBAR ORISINALITAS.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
LEMBAR BIODATA KETUA DAN ANGGOTA.....	iv
LEMBAR BIODATA DOSEN PEMBIMBING.....	viii
DAFTAR ISI.....	1
DAFTAR GAMBAR.....	4
DAFTAR TABEL	5
BAB I PENDAHULUAN.....	7
A. Latar Belakang	7
B. Rumusan Masalah	10
C. Batasan Masalah	10
D. Manfaat Penelitian	11
BAB II KAJIAN PUSTAKA	12
A. Sistem Irigasi Otomatis	12
1. Jenis-jenis Sistem Irigasi.....	12
2. Kajian Kelemahan Irigasi Manual	13
a. Ketidakefisienan dalam Penggunaan Air.....	13
b. Dampak Negatif pada Produktivitas Tanaman	14
c. Penggunaan Waktu dan Tenaga yang Tinggi	14
3. Manfaat dan Kelebihan Irigasi Otomatis	14
B. Penerapan Teknologi Pertanian untuk Optimalisasi Budidaya Melon 1. Faktor-Faktor Yang Mendukung Keberhasilan Budidaya Melon	15
a. Kualitas Tanah:	15
b. Pengelolaan Air:.....	15
c. Pemilihan Varietas:	16
2. Penerapan Teknologi Untuk Optimasi Produktivitas	16
3. Kebutuhan Agronomis Tanaman Melon	16
a. Kadar Air	16
b. Nutrisi	17

c. Kelembapan Udara.....	17
d. Suhu	17
D. Perangkat dan Komponen yang Digunakan 2. Mikrokontroler ESP-32.....	18
3. Sensor NPK	19
4. Sensor DHT22	20
5. Relay 5V	21
6. Drip Emitter.....	22
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	24
A. Studi Literatur	24
B. Perancangan Perangkat Keras	25
• Alat dan Bahan	25
2. Diagram Blok	27
a. Input	27
b. Proses	27
c. Output.....	28
3. Diagram Alir Perangkat Keras	28
4. Diagram Skematik	30
6. Desain Mekanik.....	34
2. Perancangan Sistem.....	35
C. Prosedur Pengujian	36
BAB IV.....	39
A. Perancangan dan Pengembangan Sistem Irigasi Otomatis Berbasis IoT yang Mampu Memantau Parameter Lingkungan seperti Kelembapan Tanah, Suhu, Kelembapan Udara, dan Kadar Nutrisi secara Real-Time untuk Mendukung Pertumbuhan Optimal Tanaman Melon....	39
1. Perancangan Sistem.....	39
2. Pengembangan Sistem.....	40
3. Hasil Uji Implementasi.....	40
4. Dokumentasi Visual	41
5. Analisis dan Pembahasan	42
B. Pengujian Sistem Keseluruhan.....	42
1. Tujuan Pengujian.....	43
2. Metode Pengujian.....	43
3. Hasil Pengujian	44

4. Analisis Pengujian Sistem Keseluruhan.....	45
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	46
A. Kesimpulan	46
B. Saran.....	46
LAMPIRAN – LAMPIRAN	48
Lampiran 1. Proses Pembuatan Alat 1. Persiapan Alat & Bahan.....	48
2. Desain PCB	48
3. Finishing Project-Box.....	49
Lampiran 2. Pengujian Alat	50
A. Pengujian Keseluruhan Sistem.....	50
2. Hasil Pengujian.....	50
3. Analisis Hasil.....	51
Lampiran 3. Penjelasan Fitur Alat.....	52
DAFTAR PUSTAKA.....	58
LAMPIRAN FORMULIR PENDAFTARAN.....	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Mikrokontroler ESP	19
Gambar 2. 2 Sensor NPK	20
Gambar 2. 3 Perbandingan DHT11 dan DHT22	21
Gambar 2. 4 Relay 5V	22
Gambar 2. 5 Drip Emitter	23
Gambar 2. 6 Raspberry Pi 4	23
Gambar 3. 1 Diagram Alur Metode Peneliti	24
Gambar 3. 2 Diagram Blok Sistem	27
Gambar 3. 3 Diagram Alir Perangkat Keras	29
Gambar 3. 4 Desain Skematik Prototipe Otomatisasi Irigasi Dengan Kontrol Berbasis Sensor Dan Monitoring Real-Time	30
Gambar 3. 5 Desain Wiring Perangkat Keras	33
Gambar 3.6 Design Mekanik Box Sistem Irigasi Otomatis	34
Gambar 3. 7 Desain Mekanik Sistem Irigasi Otomatis	35
Gambar 3. 8 Desain Mekanik Sistem Irigasi Otomatis	35
Gambar 3. 9 Tampilan Utama Dashboard Web	35
Gambar 4. 1 Tampilan Data pada Web Server	40
Gambar 4.2 Hasil Uji Coba Alat	42
Gambar 4.3 Desain Layout PCB	49
Gambar 4.4 Komponen yang sudah dirakit	49
Gambar 4.5 Komponen yang sudah dirakit	49
Gambar 4.6 Tampilan Monitoring Real-time Pada Dasboard Web Server	50
Gambar 4.7 Tampilan Menu Set Soil	52
Gambar 4.8 Tampilan Menu Set Temp	52
Gambar 4.9 Tampilan Menu Hyst Soil	53
Gambar 5.1 Tampilan Menu Hyst Temp	53
Gambar 5.2 Tampilan Menu Set WiFi	54
Gambar 5.4 Tampilan Konfirmasi Mode Otomatis	55
Gambar 5.5 Fitur Kalibrasi Soil Sensor	55
Gambar 5.6 Tampilan Menu Backup Data	56
Gambar 5.7 Tampilan Menu Restore Data	56
Gambar 5.8 Fitur Shutdown Sistem	57
Gambar 5.9 Tampilan System Starting	57
Gambar 6. 1 Tampilan Menu Exit	57

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi ESP-32	19
Tabel 2. 2 Spesifikasi sensor NPK.....	20
Tabel 3. 1 Kebutuhan Alat.....	25
Tabel 3. 2 Kebutuhan Bahan.....	26
Tabel 3. 3 Konfigurasi Pin ESP32 dengan	31
Tabel 3. 4 Konfigurasi Pin ESP32 dengan Modul MAX485.....	31
Tabel 3. 5 Konfigurasi Pin ESP32 dengan Sensor NPK(via MAX485)	32
Tabel 3. 6 Konfigurasi Pin ESP32 dengan Relay Pompa.....	32
Tabel 3. 7 Konfigurasi Pin ESP32 dengan Relay Fan	32
Tabel 3. 8 Konfigurasi Pin ESP32 dengan LCD 12C	33
Tabel 3. 9 Konfigurasi Pin ESP32 dengan Soil Moisture	33
Tabel 4. 1 Fungsi dari sensor dan alat.....	34
Tabel 4. 2 Rekap Fitur dan Kinerja Sistem Berdasarkan Parameter Pemantauan	41
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Sistem Keseluruhan.....	44
Tabel 4.4 Alat dan Bahan Proses Pembuatan Alat	48
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem.....	51

ABSTRAK

Sistem pertanian modern menghadapi berbagai tantangan seperti keterbatasan sumber daya air, perubahan iklim, serta kebutuhan efisiensi dalam budidaya tanaman. Berdasarkan tantangan tersebut, kami tim Suhar Tech melakukan sebuah penelitian dan pengembangan alat yang bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem kontrol irigasi otomatis dan monitoring nutrisi tanah berbasis Internet of Things (IoT) dengan integrasi pemantauan lingkungan guna mendukung budidaya tanaman melon (*Cucumis melo L.*). Sistem ini menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terintegrasi dengan sensor kelembapan tanah, suhu dan kelembapan udara (DHT22), sensor nutrisi NPK untuk mengukur kadar Nitrogen, Fosfor, dan Kalium, serta mikrokontroler Raspberry Pi 4 yang terintegrasi dengan kamera guna mendeteksi kesehatan tanaman melon. Data dari sensor dikirimkan secara real-time ke web server yang memungkinkan pemantauan dan pengendalian sistem dari jarak jauh. Irigasi otomatis diaktifkan berdasarkan parameter yang telah ditentukan, sementara kipas pendingin bekerja untuk menjaga suhu lingkungan optimal. Prototipe sistem diuji pada skala kecil hingga menengah, menunjukkan peningkatan efisiensi penggunaan air hingga 45% dibandingkan metode manual, serta peningkatan kualitas pertumbuhan tanaman. Hasil pengujian membuktikan bahwa sistem mampu mengurangi pemborosan air, menyesuaikan kebutuhan nutrisi tanaman, mendeteksi kesehatan tanaman melon, dan memberikan fleksibilitas kontrol yang tinggi bagi petani. Dengan demikian, sistem ini berpotensi besar dalam mendukung pertanian berkelanjutan dan efisien, terutama pada komoditas hortikultura seperti melon.

Kata Kunci: *IoT (Internet of Things), Irigasi Otomatis, Budidaya Melon, Pemantauan Lingkungan*

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sektor pertanian memiliki peran vital dalam mendukung kebutuhan pangan global, kesejahteraan masyarakat, dan stabilitas ekonomi, khususnya di Indonesia sebagai negara agraris. Pertanian tidak hanya menyediakan pangan pokok tetapi juga berkontribusi signifikan terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) dan penyerapan tenaga kerja (Hartati, 2024; Sanjaya, 2023). Ketahanan pangan menjadi tujuan utama, dengan kerjasama regional dalam rantai pasokan menjadi penting, terutama di tengah tantangan global seperti pandemi COVID-19 yang mengganggu distribusi pangan (Quaralia, 2022). Meskipun menghadapi kendala seperti konversi lahan dan serangan hama, sektor ini memiliki potensi besar yang dapat dioptimalkan melalui teknologi inovatif dan pemberdayaan petani (Rappa, 2023; Christyanto & Mayulu, 2021; Sihombing, 2022). Keterlibatan generasi muda dalam pertanian membawa harapan baru untuk keberlanjutan, sedangkan kebijakan yang mendukung pengembangan pertanian lokal dan penguatan kelembagaan menjadi kunci untuk menghadapi berbagai tantangan (Piran et al., 2019; Imanudin et al., 2022; If'all & Unsunnidhal, 2023). Dengan mengatasi tantangan ini, sektor pertanian dapat secara signifikan berkontribusi pada ketahanan pangan global dan kesejahteraan masyarakat (Harini et al., 2019; Rahmadhani, 2021).

Sektor pertanian menghadapi tantangan signifikan seperti penggunaan air yang tidak efisien, perubahan iklim, dan kebutuhan teknologi pendukung produktivitas. Penggunaan air yang tidak tepat dalam irigasi dapat menyebabkan pemborosan, namun penerapan sistem irigasi dapat meningkatkan efisiensi dan hasil panen (Tohidin, 2023; Khanafi, 2023; Rumihin, 2024). Perubahan iklim, seperti peningkatan suhu dan curah hujan tidak menentu, berdampak pada penurunan kuantitas dan kualitas hasil pertanian serta munculnya hama dan penyakit baru, sehingga diperlukan strategi adaptasi seperti varietas tanaman tahan iklim ekstrem dan praktik pertanian berkelanjutan (Sarvina, 2019; Syahrini, 2023; Perdinan et al., 2019; Harvian & Yuhan, 2021; Judijanto, 2024). Teknologi inovatif, seperti sensor untuk memantau kelembapan tanah dan sistem IoT, menawarkan

solusi untuk meningkatkan produktivitas, efisiensi pengelolaan sumber daya, dan keberlanjutan pertanian, sekaligus mengurangi biaya operasional (Al-Jufri, 2023; Mustopa, 2024; Aulia, 2023; Yuliatin, 2023; Syahid et al., 2022).

Budidaya tanaman melon (*Cucumis melo L.*) menghadapi tantangan signifikan terkait ketergantungan pada irigasi manual yang tidak efisien, yang sering menyebabkan pemborosan air, ketidakstabilan penyiraman, dan fluktuasi hasil panen, terutama dalam kondisi cuaca yang tidak menentu (Hasani, 2023). Dengan kebutuhan air melon sekitar 400–600 mm per siklus tanam, metode manual sering gagal memenuhi kebutuhan tanaman secara optimal, menyebabkan stres air atau irigasi berlebihan yang meningkatkan risiko salinitas tanah (Melo et al., 2020; Morillas et al., 2019; Rolbiecki et al., 2021). Penelitian menunjukkan bahwa sistem irigasi tetes dapat menghemat hingga 30–50% penggunaan air dibandingkan metode manual, sekaligus meningkatkan hasil panen dan efisiensi pengelolaan air (Susilowati, 2023; Thongleam, 2024). Teknologi irigasi tetes yang dilengkapi sensor tanah mampu memberikan air langsung ke akar tanaman, sehingga mengurangi pemborosan air dan mendukung keberlanjutan pertanian melon, terutama di daerah dengan kekurangan air akibat perubahan iklim (Saefuddin, 2023; Thongleam, 2024). Implementasi sistem ini sangat penting untuk mengatasi tantangan irigasi manual dan meningkatkan produktivitas serta kualitas hasil panen. Teknologi *Internet of Things* (IoT) telah menjadi solusi inovatif untuk meningkatkan efisiensi irigasi, khususnya dalam budidaya tanaman melon. Dengan sistem irigasi otomatis berbasis IoT, petani dapat mengatur penyiraman secara *real-time* menggunakan sensor untuk memantau kelembapan tanah, suhu, dan level air, sehingga mengurangi pemborosan air dan meningkatkan hasil panen (Jusman, 2024; "Smart Irrigation System Using Internet of Things", 2024). Penerapan teknologi ini tidak hanya menghemat air hingga 60% tetapi juga meningkatkan hasil panen hingga 30% dengan pengelolaan berbasis data yang memungkinkan keputusan yang lebih akurat terkait waktu dan jumlah penyiraman (V, 2023; Malik & Arif, 2023). Selain itu, teknologi IoT mendukung integrasi sistem fertigasi seperti *pocket fertigation*, yang menggunakan algoritma untuk mengoptimalkan pengelolaan air dan nutrisi berdasarkan data sensor, sehingga meningkatkan efisiensi sumber daya dan keberlanjutan lingkungan (Malik & Arif, 2023; A, 2024).

Sistem ini memungkinkan pengelolaan irigasi dari jarak jauh melalui aplikasi mobile atau web, memberikan fleksibilitas bagi petani untuk merespons perubahan kondisi cuaca dan kebutuhan tanaman dengan cepat, yang sangat penting dalam menghadapi tantangan perubahan iklim (Safarina et al., 2023; Jusman, 2024).

Irigasi otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) merupakan elemen utama pertanian yang meningkatkan efisiensi dan produktivitas melalui pengelolaan sumber daya berbasis data *real-time*. Dengan menggunakan sensor kelembapan tanah, suhu, dan pH, sistem ini memantau kondisi tanaman dan tanah untuk menentukan waktu serta jumlah air yang diperlukan, sehingga mengurangi pemborosan air dan meningkatkan hasil panen (Arya, 2021; Bouhachlaf, 2023). Data dari sensor IoT membantu petani mengoptimalkan jadwal irigasi berdasarkan cuaca dan pola kelembapan tanah ("*IoT, Big Data Analytics and Deep Learning for Sustainable Precision Agriculture*", 2023; Jesi et al., 2022). Integrasi data memungkinkan pengambilan keputusan yang efektif dalam menghadapi tantangan perubahan iklim dan ketahanan pangan (-, 2024; Arreaga, 2023). Teknologi ini mendukung keberlanjutan dengan meminimalkan dampak lingkungan dan membantu petani mengelola sumber daya lebih baik, meningkatkan hasil panen, dan efisiensi penggunaan air (Mota, 2023; Jin et al., 2020).

Urgensi penelitian ini semakin meningkat mengingat kebutuhan untuk mengoptimalkan penggunaan air di tengah keterbatasan sumber daya dan dampak perubahan iklim. Sistem irigasi otomatis berbasis IoT memberikan solusi strategis untuk mengatasi tantangan irigasi manual, terutama di daerah terpencil yang memiliki keterbatasan infrastruktur. Teknologi ini mendukung transisi menuju pertanian dengan menyediakan data *real-time* yang mendukung pengambilan keputusan berbasis informasi. Dengan implementasi sistem ini, diharapkan tercipta pengelolaan irigasi yang lebih efisien, produktif, dan berkelanjutan, sehingga berkontribusi pada pengembangan sektor pertanian yang lebih modern dan resilien. Berdasarkan latar belakang tersebut penulis melakukan penelitian yang berjudul "Rancang Bangun Sistem Kontrol dan Monitoring Irigasi Otomatis Berbasis IoT Dengan Integrasi Pemantauan Lingkungan Untuk Pertanian Tanaman Melon". Penulis berharap penelitian ini akan menjadi sumber referensi yang bermanfaat bagi pengguna sensor maupun peneliti selanjutnya.

B. Rumusan Masalah

Berikut adalah rumusan masalah yang ada pada penelitian ini:

1. Bagaimana merancang dan mengembangkan sistem irigasi otomatis berbasis IoT yang mampu memantau parameter lingkungan seperti kelembapan tanah, suhu, kelembapan udara, dan kadar nutrisi tanah secara *real-time* untuk mendukung pertumbuhan optimal tanaman melon?
2. Bagaimana mengintegrasikan sistem irigasi otomatis berbasis IoT dengan web server untuk memantau dan mengontrol penyiraman tanaman secara efisien dari jarak jauh?
3. Sejauh mana sistem irigasi otomatis berbasis IoT dapat meningkatkan efisiensi penggunaan air dibandingkan dengan metode irigasi manual dalam budidaya tanaman melon?
4. Bagaimana efektifitas akurasi kamera untuk mendeteksi Kesehatan tanaman melon?

C. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, terdapat beberapa batasan masalah yang ditetapkan untuk memperjelas ruang lingkup dan fokus penelitian. Batasan masalah tersebut adalah sebagai berikut:

1. Cakupan Parameter Pemantauan: Penelitian ini hanya memfokuskan pada parameter lingkungan utama, yaitu kelembapan tanah, kelembapan udara, kadar nutrisi tanah (NPK). Parameter lain seperti intensitas cahaya atau kadar karbon dioksida tidak dibahas dalam penelitian ini.
2. Skala Implementasi: Sistem irigasi otomatis yang dirancang dan dikembangkan pada penelitian ini diterapkan pada kebun melon dengan skala kecil hingga menengah, sehingga belum mencakup penerapan pada skala perkebunan yang sangat luas.
3. Pendeteksian visual kesehatan tanaman melon hanya terbatas pada permukaan daun, menggunakan kamera dalam kondisi pencahayaan alami.
4. Teknologi yang Digunakan: Penelitian ini menggunakan mikrokontroler ESP32 untuk pemrosesan data sensor dan web server untuk pemantauan dan kontrol jarak jauh. Teknologi komunikasi terbatas pada jaringan Wi-Fi, tanpa mengeksplorasi alternatif seperti LoRa, GSM, atau Zigbee.

D. Manfaat Penelitian

Berikut manfaat dari penelitian ini :

1. Penelitian ini berkontribusi pada pengembangan ilmu pengetahuan di bidang teknologi *Internet of Things* (IoT) dan pertanian , khususnya dalam pengelolaan irigasi otomatis berbasis data *real-time*. Hasil penelitian ini juga dapat menjadi referensi bagi peneliti lain yang ingin mengembangkan sistem serupa untuk komoditas pertanian lainnya.
2. Penelitian ini memberikan solusi teknologi yang dapat membantu petani dalam mengelola irigasi secara lebih efisien, , dan hemat sumber daya. Sistem yang dirancang mampu meningkatkan efisiensi penggunaan air, mengurangi pemborosan, dan mendukung keberlanjutan operasional dalam budidaya tanaman melon.
3. Meningkatkan produktivitas dan kualitas tanaman melon. Serta membantu petani melon dalam deteksi jarak jauh kesehatan tanaman melon.
4. Dengan mengoptimalkan penggunaan air, penelitian ini mendukung praktik pertanian berkelanjutan yang ramah lingkungan. Sistem ini juga membantu mengurangi dampak negatif dari pengelolaan sumber daya yang tidak efisien dalam metode irigasi manual.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Sistem Irigasi Otomatis

1. Jenis-jenis Sistem Irigasi

Sistem irigasi merupakan komponen penting dalam pertanian yang berfungsi untuk menyediakan air bagi tanaman. Terdapat berbagai jenis sistem irigasi yang dapat diterapkan, masing-masing dengan kelebihan dan kekurangan sesuai dengan kondisi lahan, jenis tanaman, dan sumber daya yang tersedia. Berikut adalah beberapa jenis sistem irigasi:

a. Irigasi Tetes (*Drip Irrigation*)

Irigasi tetes adalah metode irigasi yang menyalurkan air langsung ke zona akar tanaman melalui pipa atau selang berlubang dengan aliran air yang terkontrol. Sistem ini dirancang untuk meningkatkan efisiensi penggunaan air dengan mengurangi pemborosan akibat penguapan dan limpasan. Metode ini sangat sesuai untuk tanaman hortikultura seperti cabai dan okra yang membutuhkan kelembaban tanah stabil dengan pengairan yang teratur (Mukminah et al., 2023; Yuniati, 2024). Penelitian menunjukkan bahwa penerapan irigasi tetes dapat meningkatkan hasil panen secara signifikan, terutama di daerah dengan curah hujan rendah (Mukminah et al., 2023; Hasibuan, 2023).

b. Irigasi Sprinkler (*Sprinkler Irrigation*)

Irigasi sprinkler merupakan metode yang menyemprotkan air ke tanaman melalui nozzle dengan pola distribusi yang menyerupai hujan alami. Sistem ini sangat efektif untuk menjangkau area pertanian yang luas dan banyak digunakan dalam pertanian skala besar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa irigasi sprinkler dapat beroperasi dengan tekanan tertentu dan memberikan distribusi air yang lebih merata dibandingkan metode tradisional (Tusi & Lanya, 2016; Sirait & Maryati, 2019). Namun, tantangan utama dalam penerapan sistem ini adalah kebutuhan akan sumber daya energi yang cukup besar serta pemeliharaan rutin untuk menjaga kinerjanya tetap optimal (Harahap, 2023).

c. Irigasi Bawah Permukaan (*Subsurface Irrigation*)

Irigasi bawah permukaan adalah metode yang mengalirkan air langsung ke akar tanaman melalui jaringan pipa yang tertanam di bawah tanah. Sistem ini memungkinkan penggunaan air yang lebih efisien karena mengurangi penguapan dibandingkan metode irigasi lainnya. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa sistem ini dapat meningkatkan produktivitas tanaman seperti kangkung dan bayam, karena memberikan air secara otomatis sesuai dengan kebutuhan tanaman (Syafriyandi, 2023). Namun, sistem ini membutuhkan biaya awal yang cukup tinggi serta pemahaman teknis yang mendalam agar dapat diterapkan secara optimal (Harahap, 2023).

d. Irigasi Permukaan (*Surface Irrigation*)

Irigasi permukaan adalah metode konvensional yang mengalirkan air secara gravitasi melalui saluran atau parit untuk membasahi tanah. Keunggulan utama dari sistem ini adalah kemudahan implementasi serta biaya yang lebih rendah dibandingkan dengan metode irigasi lainnya. Meskipun demikian, penelitian menunjukkan bahwa irigasi permukaan memiliki tingkat pemborosan air yang cukup tinggi akibat evaporasi dan infiltrasi yang berlebihan, terutama pada lahan dengan sistem drainase yang kurang baik (Wijaya & Rivai, 2018).

2. Kajian Kelemahan Irigasi Manual

Irigasi manual masih banyak digunakan dalam praktik pertanian tradisional, namun metode ini memiliki beberapa kekurangan yang dapat menghambat efisiensi dan produktivitas. Pemahaman tentang kelemahan irigasi manual menjadi penting untuk mendorong transisi ke sistem irigasi yang lebih modern dan efisien. Berikut adalah penjelasan kelemahan dari irigasi manual:

a. Ketidakefisienan dalam Penggunaan Air

1. Irigasi manual sering kali menyebabkan pemborosan air akibat penguapan, limpasan, dan ketidakakuratan dalam pengaturan aliran air.
2. Tanpa alat bantu yang memadai, petani kesulitan menentukan waktu dan jumlah air yang tepat, sehingga tanaman dapat mengalami kekurangan atau kelebihan air.
3. Ketidakefisienan ini berdampak negatif pada pertumbuhan tanaman, yang

memengaruhi hasil panen secara keseluruhan (Manalu, 2019; Wiranto et al., 2014; Wijaya & Rivai, 2018).

b. Dampak Negatif pada Produktivitas Tanaman

1. Hasil panen tanaman yang diirigasi secara manual cenderung lebih rendah dibandingkan dengan yang menggunakan sistem irigasi modern dan otomatis.
2. Tanaman yang tidak mendapatkan pasokan air sesuai kebutuhannya dapat mengalami stres, sehingga pertumbuhannya terhambat dan kualitas hasil panen menurun (Sudarmaji et al., 2020).

c. Penggunaan Waktu dan Tenaga yang Tinggi

1. Sistem irigasi manual memerlukan waktu dan tenaga kerja yang lebih banyak, yang mengurangi kesempatan petani untuk melakukan aktivitas lain, seperti pemeliharaan tanaman atau pengendalian hama.
2. Metode ini menjadi kurang efisien, terutama pada lahan yang luas, sehingga meningkatkan beban kerja petani (Nurwiana, 2019).

3. Manfaat dan Kelebihan Irigasi Otomatis

Penerapan sistem irigasi otomatis dalam pertanian memberikan berbagai manfaat dan kelebihan yang signifikan, terutama dalam meningkatkan efisiensi penggunaan air, mengurangi beban kerja petani, dan meningkatkan hasil panen. Berikut adalah masing-masing manfaat dari sistem irigasi otomatis:

a. Efisiensi Penggunaan Air

Sistem irigasi otomatis, seperti irigasi tetes dan irigasi sprinkler otomatis, dirancang untuk memberikan air secara tepat dan sesuai kebutuhan tanaman. Selain itu, sistem ini juga mengurangi kehilangan air akibat penguapan dan limpasan, yang sering terjadi pada sistem irigasi konvensional (Rusmayadi, 2023).

b. Pengurangan Beban Kerja Petani

Dengan adanya kontrol otomatis, petani tidak perlu lagi secara rutin memeriksa dan mengatur aliran air, sehingga mengurangi beban kerja mereka (Samsugi et al., 2020; Fahrudin, 2023). Hal ini tidak hanya menghemat waktu dan tenaga, tetapi juga memungkinkan petani untuk fokus pada aspek lain dari pertanian, seperti pemeliharaan tanaman dan pengendalian hama.

c. Peningkatan Hasil Panen

Dengan pengelolaan air yang lebih efisien dan tepat waktu, tanaman dapat tumbuh dalam kondisi optimal, yang berkontribusi pada peningkatan hasil panen. Karena tanaman mendapatkan pasokan air yang konsisten dan sesuai dengan kebutuhannya maka produktivitas tanaman akan meningkat (Berutu et al., 2022). Selain itu, sistem ini juga membantu dalam mengurangi stres air pada tanaman, yang sering kali menjadi penyebab utama penurunan hasil panen (Susilowati, 2023; Harahap, 2023).

B. Penerapan Teknologi Pertanian untuk Optimalisasi Budidaya Melon

1. Faktor-Faktor Yang Mendukung Keberhasilan Budidaya Melon

Keberhasilan dalam budidaya melon sangat bergantung pada beberapa faktor penting yang saling berkaitan. Pemahaman mendalam mengenai aspek-aspek utama seperti kualitas tanah, pengelolaan air, dan pemilihan varietas dapat membantu petani mencapai hasil panen yang optimal. Berikut adalah penjelasan terkait faktor-faktor yang mendukung keberhasilan budidaya melon:

a. Kualitas Tanah:

Pada kualitas tanah, faktor yang mempengaruhi sebagai berikut:

1. Tanah dengan pH yang sesuai dan kandungan hara yang cukup mendukung pertumbuhan optimal tanaman melon (Pitono, 2020).
2. Karakteristik fisik dan kimia tanah yang baik dapat meningkatkan produktivitas tanaman.
3. Pemilihan lahan yang tepat menjadi langkah awal yang penting dalam budidaya melon.

b. Pengelolaan Air:

Pada pengelolaan air, faktor yang mempengaruhi sebagai berikut:

1. Tanaman melon membutuhkan pasokan air yang cukup selama fase pertumbuhan dan pembentukan buah.
2. Sistem irigasi yang efisien, seperti irigasi tetes, membantu memberikan jumlah air yang sesuai tanpa pemborosan.
3. Pengelolaan air yang tepat mencegah masalah seperti pembusukan akar akibat kelebihan air (Putra, 2020).

c. Pemilihan Varietas:

Pemilihan varietas pada melon juga mempengaruhi keberhasilan budidaya melon, seperti:

1. Varietas melon yang tahan terhadap hama dan penyakit mendukung keberhasilan panen.
2. Varietas dengan potensi hasil yang tinggi menjadi penentu produktivitas tanaman (Saydi, 2021).

2. Penerapan Teknologi Untuk Optimasi Produktivitas

Penerapan teknologi dalam budidaya melon, seperti pertanian berbasis *Internet of Things* (IoT), memungkinkan pemantauan kondisi tanah dan tanaman secara *real-time*, sehingga mendukung pengambilan keputusan yang lebih tepat terkait irigasi, pemupukan, dan pengendalian hama (Pitono, 2020; Saydi, 2021). Teknologi seperti sistem irigasi tetes berbasis energi surya dan aplikasi nano pada pupuk meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya, kualitas hasil panen, serta mendukung keberlanjutan lingkungan (Koehuan, 2024; Ariningsih, 2016). Selain itu, pelatihan dan penyuluhan memudahkan petani mengadopsi teknologi ini, membantu mereka menghadapi tantangan seperti perubahan iklim dan meningkatkan produktivitas serta kesejahteraan secara berkelanjutan (Manalu, 2019; Delima et al., 2021; Hasibuan, 2023).

3. Kebutuhan Agronomis Tanaman Melon

Tanaman melon memerlukan pengelolaan yang tepat terhadap berbagai faktor lingkungan untuk mendukung pertumbuhan yang optimal dan hasil panen yang maksimal. Berikut adalah beberapa parameter penting yang perlu diperhatikan dalam budidaya melon, meliputi kadar air, nutrisi, dan suhu udara:

a. Kadar Air

1. Kelembapan tanah merupakan faktor kunci dalam irigasi pertanian. Kebutuhan air tanaman melon berkisar antara 500 hingga 700 mm per siklus pertumbuhan. Nilai kelembapan tanah yang optimal berkisar antara 60% hingga 80%. Sensor kelembapan tanah dapat membantu memantau kadar air secara *real-time* dan mengatur penyiraman secara otomatis (Gao et al., 2018).

2. Hal ini mencegah stres tanaman akibat kekurangan air serta pembusukan akar akibat kelembapan yang berlebihan (Anetasia et al., 2013; Ulinuha & Riza, 2021; Marisa et al., 2021).

b. Nutrisi

1. Nitrogen (N): 80–150 ppm. Berperan dalam pembentukan daun dan fotosintesis. Kekurangan nitrogen dapat menyebabkan daun menguning dan pertumbuhan yang terhambat, sedangkan kelebihan nitrogen dapat menyebabkan pertumbuhan vegetatif berlebih yang menghambat pembentukan buah (Aprillia & Myori, 2020; Supriyanto, 2021).
2. Fosfor (P): 40–60 ppm. Diperlukan untuk perkembangan akar yang kuat dan pembentukan bunga serta buah. Kekurangan fosfor dapat menyebabkan pertumbuhan akar yang buruk dan berkurangnya jumlah buah (Marisa et al., 2021).
3. Kalium (K): 150–250 ppm. Meningkatkan kualitas buah, ketahanan tanaman terhadap penyakit, serta efisiensi penggunaan air. Kekurangan kalium menyebabkan buah kurang berkembang dan daya simpan yang rendah (Raksun et al., 2019; Fitriani, 2022).

c. Kelembapan Udara

1. Kelembapan udara yang optimal untuk tanaman melon berada pada kisaran 50% hingga 70%.
2. Kelembapan yang terlalu rendah dapat menyebabkan peningkatan transpirasi dan kehilangan air yang lebih cepat, sedangkan kelembapan yang terlalu tinggi dapat meningkatkan risiko infeksi penyakit jamur (Prasetyo et al., 2018; Pancawati & Yulianto, 2016).

d. Suhu

1. Berdasarkan penelitian, suhu optimal untuk pertumbuhan tanaman melon berkisar antara 20°C hingga 30°C pada siang hari dan tidak kurang dari 15°C pada malam hari (Mahardika & Simanjuntak, 2022; Nalendra, 2023).
2. Suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan evaporasi air yang berlebihan dan meningkatkan risiko serangan hama, sedangkan suhu yang terlalu rendah dapat menghambat pertumbuhan tanaman.

C. Teknologi *Internet of Things* (IoT) dalam Irigasi

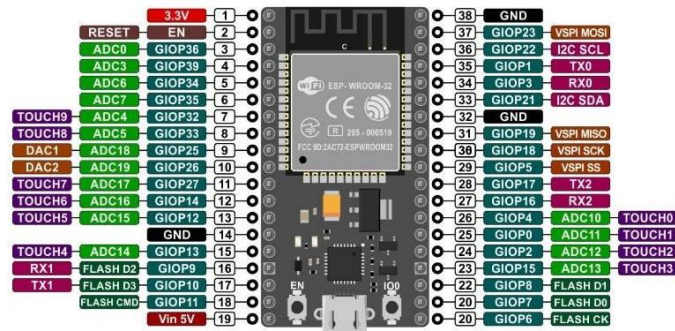
1. Definisi dan prinsip kerja IoT

Internet of Things (IoT) adalah paradigma teknologi yang memungkinkan objek fisik terhubung dan berkomunikasi melalui jaringan internet, menciptakan ekosistem di mana data dapat dikumpulkan, dianalisis, dan dimanfaatkan untuk meningkatkan efisiensi di berbagai bidang, termasuk pertanian, kesehatan, transportasi, dan rumah pintar (Efendi, 2018; Sufaat, 2024). Konsep IoT mencakup tiga elemen utama: benda fisik seperti perangkat dan sensor yang mampu mengumpulkan data dan berkomunikasi melalui jaringan (Habibi et al., 2021); koneksi internet yang memungkinkan transfer data secara *real-time* menggunakan teknologi seperti Wi-Fi dan jaringan seluler (Widodo et al., 2020). Penerapan IoT memberikan manfaat signifikan, seperti meningkatkan efisiensi operasional melalui otomatisasi dan pemantauan *real-time* (Junaidi, 2024; Dwiyatno et al., 2022).

D. Perangkat dan Komponen yang Digunakan

2. Mikrokontroler ESP-32

ESP32 adalah mikrokontroler yang banyak digunakan dalam berbagai aplikasi IoT karena kemampuannya yang unggul dalam konektivitas dan pemrosesan data. ESP32 dilengkapi dengan prosesor *dual-core* yang kuat dan mendukung konektivitas Wi-Fi serta *Bluetooth*, menjadikannya ideal untuk aplikasi yang memerlukan komunikasi nirkabel, seperti sistem irigasi otomatis berbasis IoT. Mikrokontroler ini memiliki berbagai fitur bawaan, seperti ADC (*Analog to Digital Converter*), PWM (*Pulse Width Modulation*), dan GPIO (*General Purpose Input Output*), yang memungkinkan integrasi dengan sensor dan aktuator untuk pengumpulan data dan pengendalian perangkat secara efisien (Widodo et al., 2021). Dalam konteks irigasi otomatis, ESP32 dapat digunakan untuk mengolah data dari sensor kelembapan tanah, suhu, dan kelembapan udara, serta mengirimkan data tersebut ke *cloud* untuk analisis lebih lanjut.



Gambar 2. 1 Mikrokontroler ESP

Tabel 2. 1 Spesifikasi ESP-32

Parameter	Spesifikasi
Prosesor	Dual-core Tensilica Xtensa LX6 (Maier et al., 2017).
Kecepatan Prosesor	Hingga 240 MHz (Maier et al., 2017).
Memori	520 KB SRAM, 4 MB Flash (Dewanto, 2023).
Konektivitas	Wi-Fi 802.11 b/g/n, Bluetooth v4.2 (Maier et al., 2017; Dewanto, 2023).
GPIO	34 pin GPIO, mendukung berbagai fungsi seperti PWM, ADC, dan I2C (Ramsari & Hidayat, 2022).
ADC	12-bit ADC, hingga 18 saluran (Ramsari & Hidayat, 2022).
Tegangan Operasi	3.0V hingga 3.6V (Kim, 2020).

3. Sensor NPK

Sensor NPK (Nitrogen, Phosphorus, Potassium) adalah alat penting dalam pertanian modern yang digunakan untuk memantau kadar nutrisi tanah secara akurat, khususnya nitrogen, fosfor, dan kalium, yang esensial bagi pertumbuhan tanaman. Penggunaan sensor ini membantu petani dalam menentukan dosis pemupukan yang tepat, sehingga dapat meningkatkan efisiensi pemupukan, mengurangi pemborosan pupuk, dan mendukung lingkungan yang lebih lestari (Kuswandi et al., 2019; Fitriani, 2022). Dengan integrasi teknologi IoT, data dari sensor NPK dapat dikirim secara *real-time* ke platform pemantauan, memungkinkan pemupukan dan penyiraman dilakukan secara otomatis sesuai kebutuhan tanaman (Firdaus, 2023; Nasirudin, 2022). Penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan sensor NPK dalam sistem irigasi berbasis IoT mampu meningkatkan produktivitas dan kualitas hasil panen, seperti yang dibuktikan pada

tanaman melon dan komoditas lainnya (Raksun et al., 2019; Kuswandi et al., 2019).



Gambar 2. 2 Sensor NPK

Tabel 2. 2 Spesifikasi sensor NPK

Parameter	Spesifikasi
Teknologi Sensor	Sensor berbasis resistif, kapasitif, atau optik (Hanafi et al., 2023; Lionel, 2023).
Parameter yang Diukur	Nitrogen (N), Phosphorus (P), Potassium (K) (Manikandan.S, 2024; Bouhachlaf, 2023; Lionel, 2023).
Rentang Pengukuran	0-1000 ppm untuk masing-masing N, P, dan K (Manikandan.S, 2024; Lionel, 2023).
Antarmuka Komunikasi	I2C, SPI, atau UART untuk integrasi dengan mikrokontroler (Evan, 2024; Arshad et al., 2022).
Parameter yang Diukur	Nitrogen (N), Phosphorus (P), Potassium (K) (Manikandan.S, 2024; Bouhachlaf, 2023; Lionel, 2023).

4. Sensor DHT22

Sensor DHT22 adalah perangkat digital yang dirancang untuk mengukur suhu dan kelembapan dengan tingkat akurasi yang tinggi. Sensor ini banyak dimanfaatkan dalam berbagai bidang, seperti pemantauan lingkungan, aplikasi pertanian, sistem rumah pintar, dan proyek berbasis *Internet of Things* (IoT). DHT22 memiliki sejumlah keunggulan, termasuk kemudahan integrasi, harga yang terjangkau, dan kemampuan pengukuran yang, sehingga sering dipilih untuk berbagai aplikasi berbasis Arduino atau mikrokontroler lainnya. Dibandingkan

dengan sensor DHT11, DHT22 menawarkan rentang pengukuran yang lebih luas serta tingkat akurasi yang lebih tinggi, menjadikannya lebih sesuai untuk aplikasi yang membutuhkan data lingkungan yang detail. Spesifikasi utama DHT22 mencakup rentang suhu operasional dari -40°C hingga 80°C dengan akurasi $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$, serta pengukuran kelembapan dari 0% hingga 100% RH dengan akurasi $\pm 2\%$. Sensor ini menggunakan protokol digital untuk komunikasi data, sehingga memastikan transfer informasi yang stabil dan mudah untuk diimplementasikan.



DHT11			DHT22	
0°C-50°C	↓	Pengukuran Suhu	↑	-40°C-80°C
2°C	↓	Akurasi Pengukuran Suhu	↑	0.5°C
20%-80%	↓	Pengukuran Kelembaban	↑	0%-100%
5%	↓	Akurasi Pengukuran Kelembaban	↑	2-5%
1 detik sekali (1Hz)	↑	Kecepatan Update Data	↓	2 detik sekali (0.5 Hz)

Gambar 2. 3 Perbandingan DHT11 dan DHT22

5. Relay 5V

Relay 5V 1-channel merupakan modul elektronik yang berfungsi sebagai saklar elektromekanik yang memungkinkan mikrokontroler, seperti Arduino, untuk mengontrol perangkat listrik dengan tegangan tinggi atau arus besar melalui sinyal tegangan rendah. Modul ini banyak digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk sistem otomatisasi rumah, pengendalian alat elektronik, dan proyek berbasis *Internet of Things* (IoT). Relay ini bekerja dengan menerima sinyal digital dari mikrokontroler untuk mengaktifkan atau menonaktifkan sirkuit listrik. Spesifikasi utama relay 5V 1-channel mencakup tegangan operasi 5V, kemampuan mengendalikan arus hingga 10A pada tegangan 250V AC atau 30V DC, serta indikator LED untuk menunjukkan status operasional. Modul ini sering dilengkapi dengan optoisolator yang berfungsi untuk memisahkan sirkuit tegangan tinggi dan rendah, sehingga meningkatkan keamanan penggunaan. Dengan desain yang

sederhana dan kemampuan yang andal, relay ini menjadi pilihan praktis untuk mengontrol berbagai perangkat listrik dalam proyek berbasis Arduino.



Gambar 2. 4 Relay 5V

6. Drip Emitter

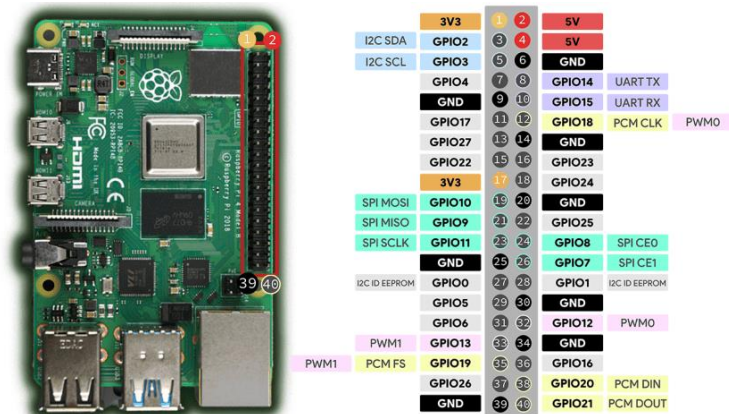
Drip emitter merupakan komponen utama dalam sistem irigasi tetes yang berfungsi untuk mengalirkan air secara perlahan langsung ke area akar tanaman. Komponen ini dirancang untuk memberikan pasokan air secara tepat, sehingga kebutuhan air tanaman dapat terpenuhi dengan efisien tanpa menyebabkan pemborosan. Penggunaan *drip emitter* sangat efektif untuk menjaga kelembapan tanah yang optimal, mendukung pertumbuhan tanaman yang sehat, dan mencegah terjadinya erosi tanah. Pemilihan *drip emitter* didasarkan pada keunggulannya dalam menghemat penggunaan air hingga 30–50% dibandingkan dengan metode irigasi tradisional, serta kemampuannya untuk diintegrasikan dengan sistem otomatisasi berbasis IoT. Alat ini sangat sesuai untuk tanaman seperti melon yang membutuhkan penyiraman langsung ke area akar tanpa membasahi daun, guna meminimalkan risiko penyakit. Spesifikasi *drip emitter* meliputi variasi laju aliran, biasanya 2–8 liter per jam, material yang tahan terhadap sinar UV, dan konektor yang kompatibel dengan berbagai jenis pipa irigasi. Dengan desain yang sederhana namun efisien, *drip emitter* menjadi pilihan unggulan untuk mendukung praktik pertanian modern, khususnya pada sistem irigasi .



Gambar 2. 5 Drip Emitter

7. Raspberry Pi 4

Raspberry Pi 4 adalah komputer papan tunggal (single-board computer) yang dibuat oleh Raspberry Pi Foundation, yang merupakan versi terkini dari seri Raspberry Pi. Perangkat ini dirancang untuk menjadi mini-PC yang kuat dan serbaguna dengan harga yang terjangkau. Raspberry Pi 4 dikenal karena performanya yang lebih baik dibandingkan dengan model sebelumnya, dengan fitur seperti prosesor quad-core, RAM yang lebih besar, dan konektivitas yang lebih baik.

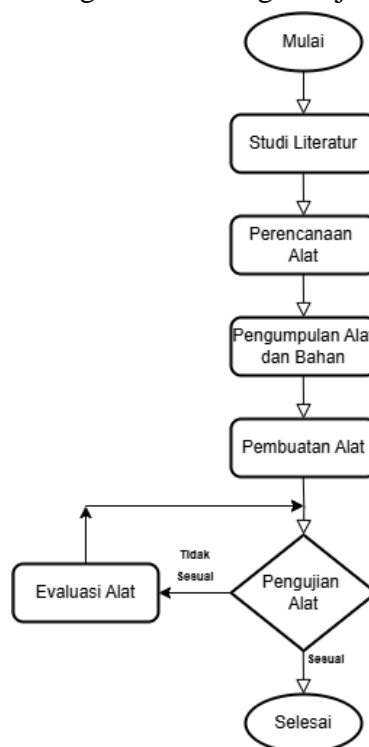


Gambar 2. 6 Raspberry Pi 4

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Pada bagian ini membahas metode dan langkah-langkah yang dilakukan dalam proses perancangan, pengembangan dalam penelitian yang berjudul “Rancang Bangun Sistem Kontrol dan Monitoring Irigasi Otomatis Berbasis IoT Dengan Integrasi Pemantauan Lingkungan Untuk Pertanian Tanaman Melon”. Metodologi yang digunakan yaitu Eksperimen Rekayasa: Membuktikan bahwa sistem yang dirancang berfungsi sesuai dengan tujuan penelitian.



Gambar 3. 1 Diagram Alur Metode Peneliti

A. Studi Literatur

Studi literatur digunakan untuk menemukan referensi yang sesuai dengan permasalahan yang diteliti. Sumber literatur yang dipakai berasal dari buku, dan beberapa artikel ilmiah yang didapatkan dari internet. Berikut ini adalah sumber literatur yang digunakan sebagai berikut:

1. Prinsip dasar dan gambaran umum mengenai sistem irigasi otomatis berbasis *Internet of things* untuk pertanian

2. Karakteristik mikrokontroler, sensor, dan aktuator yang akan digunakan dalam penelitian ini.
3. Sistem irigasi *drip emitter*

B. Perancangan Perangkat Keras

Tahap perancangan perangkat keras dalam sistem irigasi otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) melibatkan pemilihan dan integrasi berbagai komponen penting yang dirancang untuk memastikan pengoperasian sistem berjalan dengan optimal. Komponen utama dalam sistem ini meliputi mikrokontroler ESP32, yang berfungsi sebagai pusat pengendali sistem. Selain itu, beberapa sensor digunakan untuk mendeteksi parameter lingkungan, termasuk sensor NPK untuk mengukur kadar nitrogen, fosfor, dan kalium dalam tanah; sensor kelembapan tanah tipe capacitive untuk memantau tingkat kelembapan; dan sensor DHT22 untuk mengukur suhu serta kelembapan udara. Sistem ini juga dilengkapi dengan relay untuk mengendalikan pompa air *drip emitter* untuk mendistribusikan air secara langsung ke akar tanaman serta kipas untuk menstabilkan suhu lingkungan. Seluruh komponen ini dirancang untuk terhubung dan bekerja secara terintegrasi, sehingga memungkinkan pemantauan data lingkungan secara *real-time*, pengiriman informasi ke web server, dan otomatisasi irigasi berdasarkan kebutuhan tanaman. Perancangan perangkat keras ini berfokus pada efisiensi energi, kemudahan implementasi, dan keandalan sistem dalam mendukung budidaya tanaman melon.

1. Alat dan Bahan

1. Berikut adalah daftar alat yang digunakan dalam perancangan sistem irigasi otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk budidaya tanaman melon:

Tabel 3. 1 Kebutuhan Alat

No	Nama Alat	Jumlah
1.	Laptop	1
2.	Smartphone	1
3.	Solder	1
4.	Tang	1
5.	Avo meter	1
6.	Obeng	1

7.	Bor listrik	1
8.	Kabel Micro USB	1

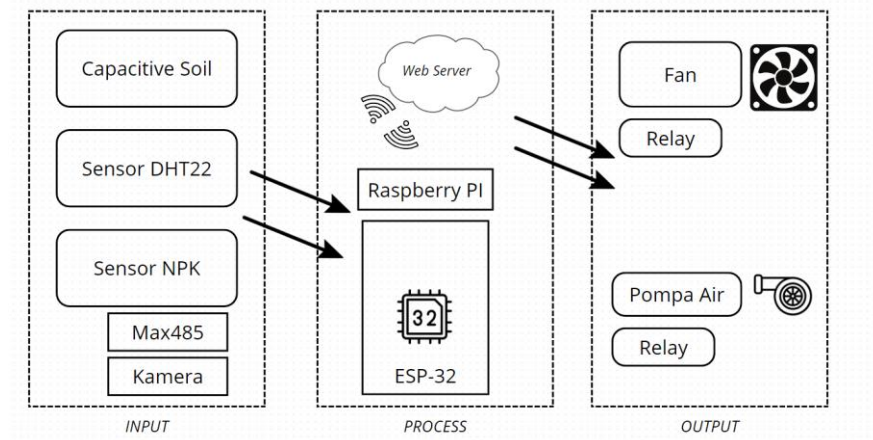
Berikut adalah daftar bahan yang digunakan dalam perancangan sistem irigasi otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk budidaya tanaman melon:

Tabel 3. 2 Kebutuhan Bahan

No	Nama Bahan	Jumlah
1.	ESP-32 Devkit	1
2.	Sensor NPK	1
3.	PCB	1
4.	Capasitive Soil	1
5.	MAX485	1
7.	Sensor DHT22	1
8.	Step Down MP1584	1
9.	Kabel Micro USB	1
10.	Molex	1
11.	Spacer	1
12.	Drip Emitter	1
13.	Relay 5V	1
14.	Water Pump 12Vdc	1
15.	Selang	secukupnya
16.	Raspberry Pi 4	1
17.	Kamera Raspberry Pi 4	1

2. Diagram Blok

Berikut merupakan blok diagram dari prototipe Sistem Irigasi Otomatis:



Gambar 3. 2 Diagram Blok Sistem

Berikut adalah penjelasan blok diagram alur sistem:

a. Input

Pada bagian input, terdapat tiga jenis sensor yang digunakan untuk mengumpulkan data lingkungan. Sensor pertama adalah Capacitive Soil Sensor, yang berfungsi untuk mendeteksi tingkat kelembapan tanah. Data ini sangat penting untuk mengetahui kebutuhan air pada tanah agar tanaman dapat tumbuh optimal. Selanjutnya, Sensor DHT22 digunakan untuk mengukur suhu dan kelembapan udara di sekitar. Informasi dari sensor ini berguna untuk memantau kondisi lingkungan dan memastikan parameter lingkungan berada dalam rentang yang sesuai. Terakhir, Sensor NPK (Nutrisi Tanah) digunakan untuk mengukur kadar nutrisi tanah, meliputi Nitrogen (N), Fosfor (P), dan Kalium (K). Sensor ini terhubung melalui antarmuka MAX485, yang memungkinkan komunikasi jarak jauh antara sensor dan mikrokontroler. Kamera, yang melakukan pemantauan kondisi tanaman yang akan ditampilkan di dashboard webserver.

b. Proses

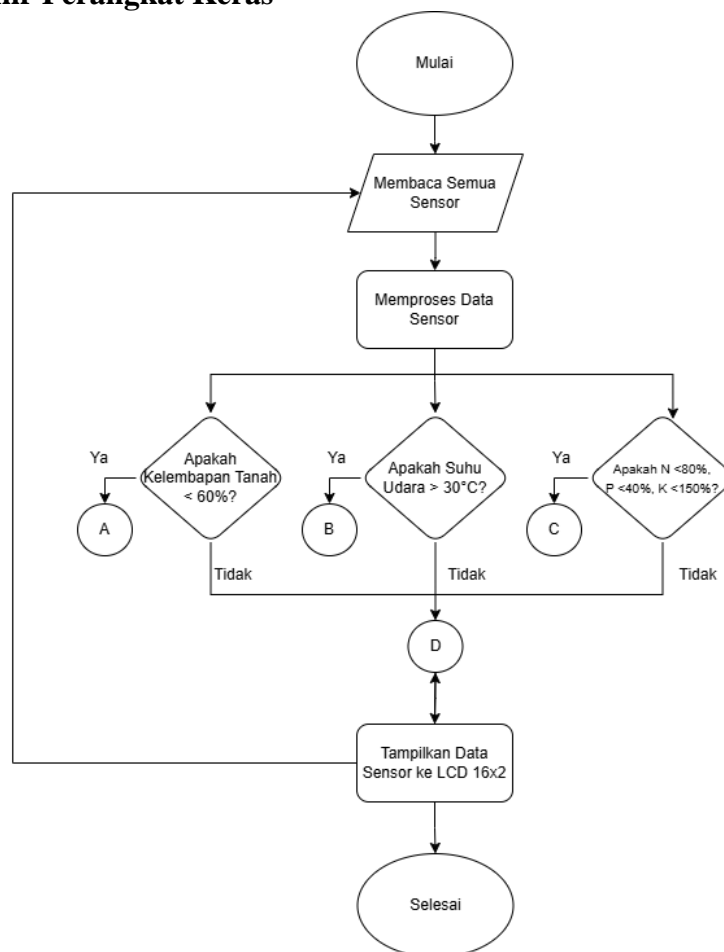
Proses pengolahan data dilakukan oleh ESP32, yang menjadi pusat pengendali dalam sistem ini. ESP32 mengumpulkan data dari semua sensor input, memprosesnya, dan menentukan tindakan yang perlu dilakukan berdasarkan hasil pengolahan data tersebut. Selain itu, ESP32 juga bertugas

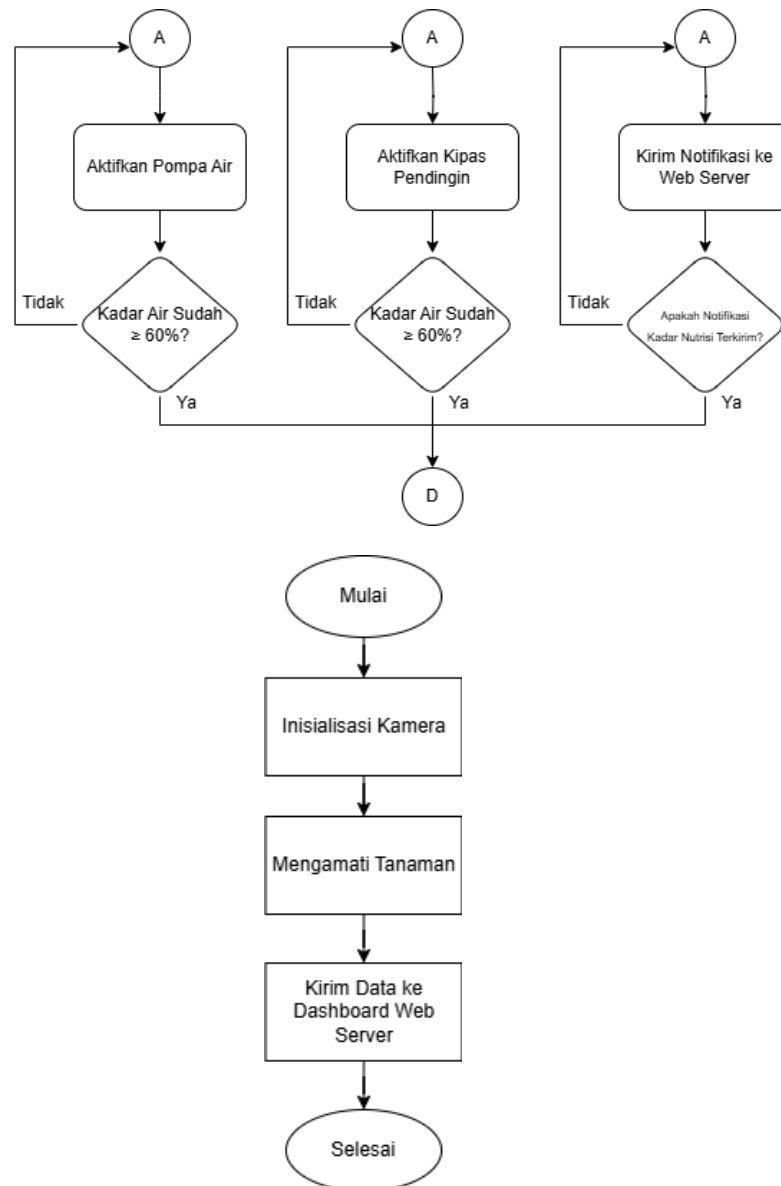
mengirimkan data yang telah diproses ke web server, serta Raspberry Pi 4 sebagai mikrokontroler untuk menampilkan data kamera ke dashboard webserver. Web server ini memungkinkan pengguna untuk memantau data secara *real-time* dan mengontrol sistem dari jarak jauh melalui internet.

c. Output

Pada bagian output, sistem mengandalkan dua aktuator utama yang dikontrol oleh relay. Relay Fan digunakan untuk mengatur kipas, yang berfungsi menjaga suhu atau sirkulasi udara agar sesuai dengan kondisi lingkungan yang terdeteksi oleh sensor. Selain itu, Relay Pompa Air bertugas mengendalikan pompa air. Pompa ini akan aktif ketika kelembapan tanah yang terdeteksi oleh Capacitive Soil Sensor berada di bawah ambang batas yang telah ditentukan. Dengan demikian, air akan dialirkan untuk memenuhi kebutuhan tanaman.

3. Diagram Alir Perangkat Keras





Gambar 3. 3 Diagram Alir Perangkat Keras

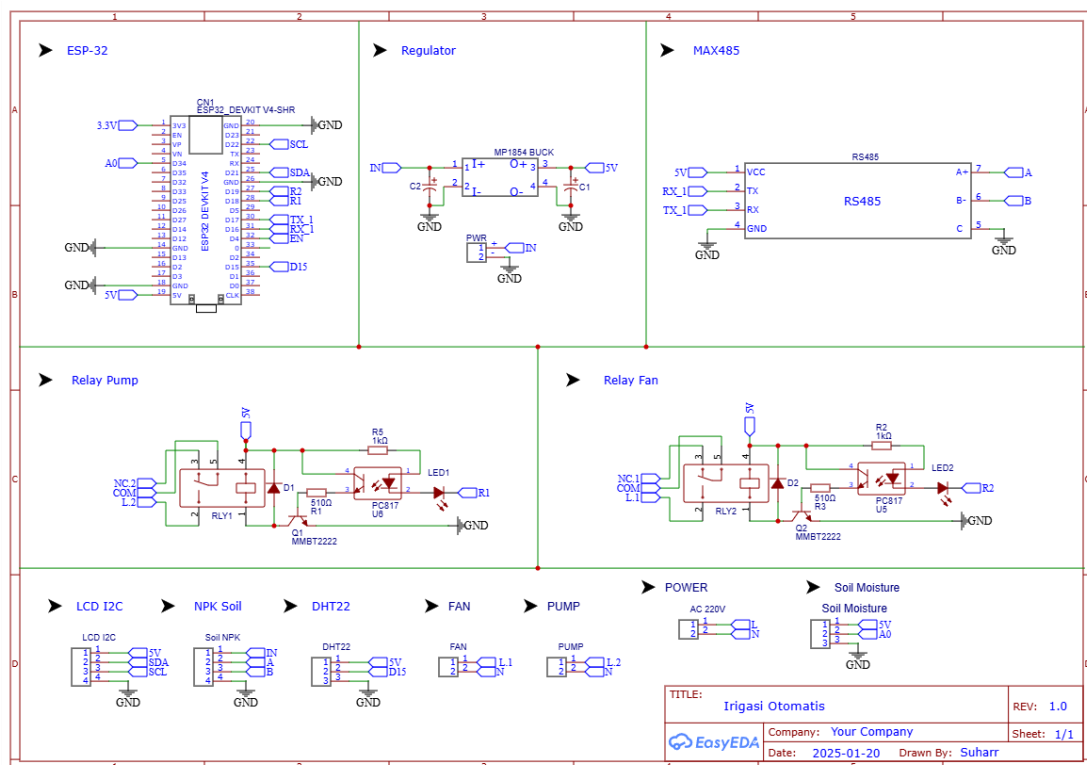
Flowchart tersebut menggambarkan alur kerja sistem irigasi otomatis berbasis IoT. Proses dimulai dengan menghubungkan perangkat ke jaringan WiFi menggunakan SSID dan password. Setelah koneksi berhasil, perangkat terhubung ke web server untuk memantau data secara *real-time*. Selanjutnya, sistem membaca semua sensor, termasuk sensor kelembapan tanah, suhu udara, dan kadar nutrisi tanah, serta kamera untuk pemantauan kesehatan tanaman melon, kemudian memproses data yang diperoleh.

Jika kelembapan tanah berada di bawah ambang batas, sistem secara otomatis mengaktifkan sistem irigasi untuk menyuplai air ke tanaman. Jika kadar

nutrisi tanah kurang dari ambang batas, sistem mengirimkan notifikasi ke web server untuk memberi tahu pengguna. Selain itu, jika suhu udara melebihi ambang batas yang ditentukan, sistem mengaktifkan kipas untuk menjaga suhu tetap optimal. Semua data sensor, termasuk kelembapan tanah, kadar nutrisi, dan suhu udara, ditampilkan pada LCD dan web server untuk pemantauan lebih lanjut. Proses ini terus berjalan secara berulang untuk memastikan kondisi optimal bagi tanaman melon.

4. Diagram Skematik

Berikut Gambar 3.4 merupakan desain skematik secara keseluruhan dari sistem perangkat keras yang dibuat menggunakan aplikasi EasyEDA. Pada desain skematik tersebut menggunakan beberapa komponen yang digunakan untuk membuat “Otomatisasi Irigasi Dengan Kontrol Berbasis Sensor Dan Monitoring *Real-Time*”.



Gambar 3. 4 Desain Skematik Prototipe Otomatisasi Irigasi Dengan Kontrol Berbasis Sensor Dan Monitoring Real-Time

Sistem irigasi otomatis ini bekerja dengan ESP32 sebagai mikrokontroler utama yang mengontrol seluruh komponen, termasuk membaca data dari sensor dan mengaktifkan aktuator. Sensor DHT22 digunakan untuk mengukur suhu dan

kelembapan lingkungan, sensor *Soil Moisture* digunakan untuk mengukur kadar air atau kelembapan tanah, sementara sensor NPK soil berbasis RS485, melalui modul MAX485, membaca kadar nutrisi tanah (Nitrogen, Fosfor, dan Kalium). Data dari ketiga sensor ini diproses oleh ESP32 untuk menentukan kapan pompa air dan kipas harus diaktifkan melalui relay 5V, sesuai dengan kondisi lingkungan. Sistem ini juga menggunakan LCD 16x2 dengan antarmuka I2C untuk menampilkan informasi suhu, kelembapan tanah dan kadar NPK secara *real-time*, memudahkan pengguna untuk memantau kondisi tanpa memerlukan perangkat tambahan. Regulator memastikan suplai daya 5V stabil untuk mendukung operasional komponen seperti relay, MAX485, dan LCD.

Berikut tabel 3.3 merupakan konfigurasi Sensor DHT22 dengan ESP32 memiliki 3 pin yang dihubungkan dengan ESP32, yaitu pin 3.3V untuk daya, D15 untuk komunikasi data, dan GND untuk ground.

Tabel 3. 3 Konfigurasi Pin ESP32 dengan

No	ESP32	DHT22	Keterangan
1	3.3V	VCC	Sumber daya untuk sensor
2	D15	DATA	Pin data untuk pembacaan DHT22
3	GND	GND	Ground untuk sensor

Berikut tabel 3.4 merupakan konfigurasi Pin ESP32 dengan Modul MAX485 terhubung dengan ESP32 melalui pin GPIO untuk mengelola komunikasi RS485 dari dan ke sensor NPK.

Tabel 3. 4 Konfigurasi Pin ESP32 dengan Modul MAX485

No	ESP32	MAX485	Keterangan
1	3.3V	VCC	Sumber daya untuk modul MAX485
2	GPIO 17	DI (TX)	Data keluar dari ESP32 ke modul MAX485
3	GPIO 16	RO (RX)	Data masuk dari modul MAX485 ke ESP32
4	GPIO 4	DE/RE	Kontrol mode modul MAX485 (Transmit/Receive)
5	GND	GND	Ground untuk modul

Berikut tabel 3.5 merupakan konfigurasi Pin ESP32 dengan Sensor NPK

(via MAX485) menggunakan dua jalur komunikasi RS485 (A dan B) serta ground untuk kelancaran komunikasi.

Tabel 3. 5 Konfigurasi Pin ESP32 dengan Sensor NPK(via MAX485)

No	ESP32	NPK Soil	Keterangan
1	MAX485 PinA	A	Data A untuk komunikasi RS485 dengan sensor NPK
2	MAX485 Pin B	B	Data B untuk komunikasi RS485 dengan sensor NPK
3	GND	GND	Ground untuk sensor

Berikut tabel 3.6 merupakan konfigurasi relay *pump* dihubungkan dengan ESP32 menggunakan GPIO18 sebagai kontrol aktif untuk mengatur pompa irigasi.

Tabel 3. 6 Konfigurasi Pin ESP32 dengan Relay Pompa

No	ESP32	Relay Pompa	Keterangan
1	5V	VCC	Sumber daya untuk relay
2	GPIO 18	IN1	Kontrol relay untuk pompa
3	GND	GND	Ground untuk sensor

Berikut tabel 3.7 merupakan konfigurasi Relay *Fan* dihubungkan melalui GPIO19 sebagai kontrol untuk mengaktifkan atau menonaktifkan kipas pendingin berdasarkan suhu.

Tabel 3. 7 Konfigurasi Pin ESP32 dengan Relay Fan

No	ESP32	Relay fan	Keterangan
1	5V	VCC	Sumber daya untuk relay
2	GPIO 19	IN2	Kontrol relay untuk kipas
3	GND	GND	Ground untuk sensor

Berikut tabel 3.8 merupakan konfigurasi LCD I2C terhubung dengan ESP32 melalui pin GPIO21 dan GPIO22 untuk komunikasi data, didukung oleh tegangan 5V dan ground.

Tabel 3. 8 Konfigurasi Pin ESP32 dengan LCD 12C

No	ESP32	LCD I2C	Keterangan
1	5V	VCC	Sumber daya untuk relay
2	GPIO 21	SDA	Data serial untuk komunikasi I2C
3	GPIO 22	SCL	Clock serial untuk komunikasi I2C
4	GND	GND	Ground untuk sensor

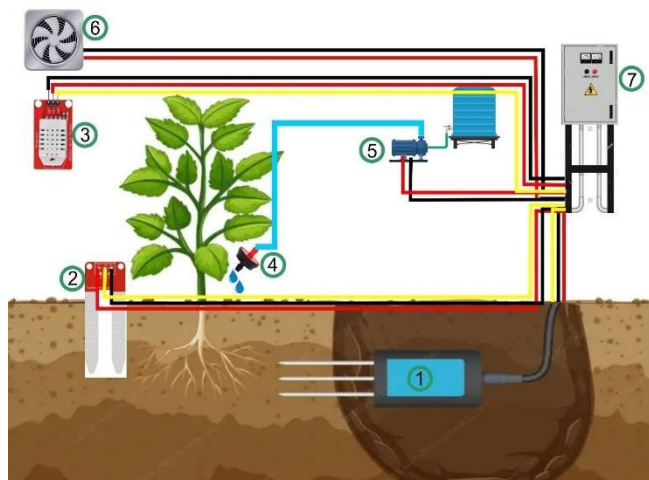
Berikut tabel 3.9 merupakan konfigurasi *Soil Moisture* terhubung dengan ESP32 melalui pin GPIO34 untuk komunikasi data, didukung oleh tegangan 5V dan ground.

Tabel 3. 9 Konfigurasi Pin ESP32 dengan Soil Moisture

No	ESP32	Soil Moisture	Keterangan
1	5V	VCC	Sumber daya untuk sensor
2	GPIO 34	A0	Pin data untuk pembacaan Sensor
3	GND	GND	Ground untuk sensor

5. Wiring Diagram

Berikut Gambar 3.5 merupakan desain *wiring* secara keseluruhan dari sistem perangkat keras yang dibuat. Dalam desain *wiring* ini memperlihatkan jalur pin yang digunakan komponen pada sistem perangkat keras.



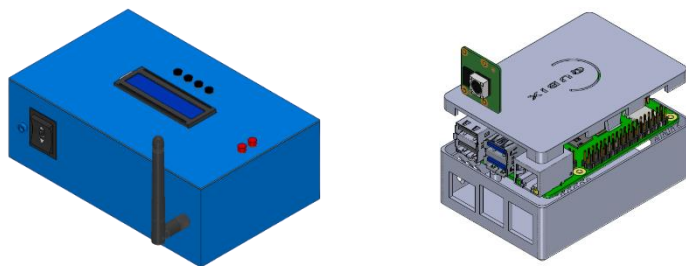
Gambar 3. 5 Desain Wiring Perangkat Keras

Tabel 4.1 Fungsi dari sensor dan alat

No	Nama Alat	Keterangan
1	Sensor NPK (Nutrisi Tanah)	Digunakan untuk mengukur kadar Nitrogen (N), Fosfor (P), dan Kalium (K) dalam tanah.
2	Sensor Kelembaban Tanah	Berfungsi untuk mengukur kadar air dalam tanah.
3	Sensor Suhu dan Kelembapan Udara (DHT22)	Mengukur suhu dan kelembapan udara di sekitar tanaman.
4	<i>Drip Emitter</i> (Irigasi Tetes)	Mengalirkan air langsung ke zona akar tanaman.
5	Pompa Air	Bertugas untuk mengalirkan air dari tangki ke sistem irigasi berdasarkan sinyal dari mikrokontroler.
6	Kipas Pendingin	Digunakan untuk mengatur suhu udara di sekitar tanaman jika suhu terlalu tinggi.
7	Kontrol Panel (Mikrokontroler & Sistem Kontrol)	Berfungsi sebagai otak dari sistem irigasi otomatis.

6. Desain Mekanik

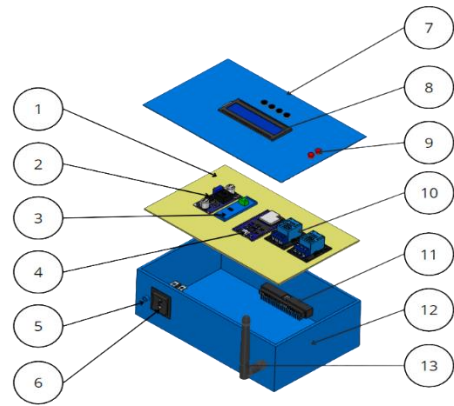
Desain mekanik merupakan salah satu aspek penting dalam pengembangan sistem irigasi otomatis berbasis IoT. Berikut gambar 3.6 merupakan desain mekanik



Gambar 3.6 Design Mekanik Box Sistem Irigasi Otomatis

Keterangan :

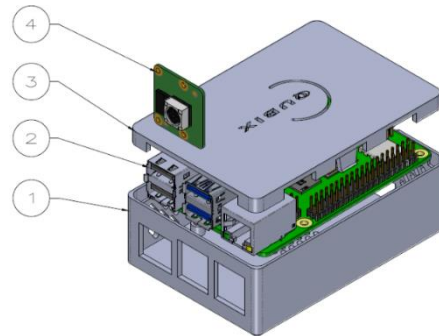
1. PCB Base
2. Stepdown 2596
3. Max485
4. ESP 32
5. Input DC
6. Switch
7. Tutup Box
8. LCD I2C 16x2cm
9. Lampu Indikator
10. Relay 5V
11. Molex
12. BoxAntena NRF



Gambar 3. 7 Desain Mekanik Sistem Irigasi Otomatis

Keterangan :

1. Box Raspberry Pi
2. Raspberry Pi
3. Tutup Box
4. Kamera Raspberry Pi



Gambar 3. 8 Desain Mekanik Sistem Irigasi Otomatis

2. Perancangan Sistem

Berikut perancangan sistem ini merupakan desain tampilan perangkat lunak pada web server



Gambar 3. 9 Tampilan Utama Dashboard Web

Dashboard ini dirancang untuk memantau sistem irigasi otomatis, menampilkan informasi seperti suhu dan kelembapan udara, kelembapan tanah,

serta kandungan nutrisi tanah (N, P, K). Selain fitur pemantauan, dashboard ini juga menyediakan tombol kontrol untuk mengoperasikan pompa air dan kipas secara manual. Bagian bawah dashboard dilengkapi dengan grafik pemantauan data secara *real-time*, memungkinkan pengguna untuk melacak perubahan kondisi lingkungan kebun secara berkala guna memastikan tanaman tumbuh optimal.

C. Prosedur Pengujian

Setelah seluruh komponen pada sistem irigasi otomatis terhubung sesuai dengan blok diagram dan rancangan perangkat lunak yang telah dikembangkan, dilakukan serangkaian pengujian untuk memastikan bahwa sistem bekerja secara optimal sesuai fungsinya. Pengujian ini dibagi menjadi beberapa bagian, yaitu pengujian perangkat keras, perangkat lunak, serta pengujian sistem secara keseluruhan. Adapun tahapan pengujian dijelaskan sebagai berikut:

1. Pengujian Sistem Perangkat Keras:

a. Pengujian Sensor Kelembapan Tanah:

Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi kemampuan sensor YL-69 dalam mendeteksi kadar kelembapan tanah. Sensor ini diuji pada tiga kondisi tanah yaitu kering, lembap, dan basah. Nilai sensor kemudian dibandingkan dengan alat ukur referensi, yakni tensiometer analog, untuk menghitung selisih dan tingkat akurasi. Pengujian ini memastikan sensor mampu merespons kondisi nyata secara konsisten.

b. Pengujian Sensor Suhu dan Kelembapan Udara:

Sensor DHT22 diuji untuk memastikan keakuratannya dalam membaca suhu dan kelembapan udara. Nilai yang dihasilkan dibandingkan dengan hasil pengukuran dari alat referensi berupa termometer digital dan hygrometer. Pengukuran dilakukan beberapa kali dalam kondisi lingkungan berbeda untuk memverifikasi kestabilan dan keandalan sensor.

c. Pengujian Aktuator (Pompa dan Kipas)

Pengujian aktuator dilakukan dengan memberikan kondisi pemicu pada sistem, seperti kelembapan tanah di bawah ambang batas untuk mengaktifkan pompa, serta suhu udara di atas ambang batas untuk mengaktifkan kipas. Respon yang dicatat meliputi status ON/OFF, waktu respon (delay), dan kestabilan kerja selama beberapa kali siklus pengujian

2. Pengujian Sistem Perangkat Lunak:

a. Pengujian Pengiriman Data Sensor ke Web Server

Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa data dari sensor dapat dikirim secara *real-time* ke web server. Selama pengujian, dilakukan pemantauan terhadap tampilan data di dashboard web server untuk memeriksa apakah terdapat delay atau gangguan koneksi yang signifikan.

b. Pengujian Notifikasi Otomatis:

Sistem diuji untuk melihat apakah dapat mengirimkan notifikasi otomatis ke web server saat kondisi ekstrem terjadi, seperti suhu udara tinggi atau kelembapan terlalu rendah. Notifikasi harus muncul dengan jelas dan cepat di dashboard web server sebagai bentuk sistem peringatan dini.

c. Pengujian Akses Jarak Jauh:

Sistem diakses dari lokasi yang berbeda menggunakan jaringan internet untuk menguji apakah pengguna dapat memonitor dan mengendalikan perangkat dari jarak jauh tanpa kendala koneksi. Uji coba ini penting untuk membuktikan bahwa sistem benar-benar fleksibel dan dapat digunakan secara mobile.

3. Pengujian Efisiensi dan Respons Sistem:

a. Pengujian efisiensi penggunaan air:

Dilakukan dengan membandingkan volume air yang digunakan pada sistem penyiraman otomatis dan penyiraman manual. Volume air manual ditetapkan sebesar 2 liter berdasarkan referensi ilmiah budidaya melon dalam pot. Selisih volume dihitung untuk mendapatkan nilai efisiensi penggunaan air dalam persentase. Pengujian respons sistem terhadap perubahan lingkungan untuk menilai kecepatan dan akurasi sistem dalam merespons perubahan nilai sensor.

b. Pengujian Respons terhadap Perubahan Lingkungan:

Sistem diuji untuk merespons simulasi perubahan kondisi lingkungan, seperti mengeringkan tanah atau meningkatkan suhu secara buatan. Waktu yang dibutuhkan sistem untuk membaca sensor dan mengaktifkan aktuator dicatat sebagai waktu respon, untuk menilai kecepatan dan keakuratan sistem.

c. Pengujian Ketahanan Sistem

Sistem dioperasikan secara terus-menerus selama beberapa hari guna menilai stabilitas kinerja dan ketahanan perangkat terhadap beban kerja jangka panjang. Aspek yang diamati meliputi kestabilan pembacaan sensor, keandalan pengiriman data, dan konsistensi respon aktuator.

4. Pengujian Sistem Keseluruhan: Pengujian dilakukan untuk memastikan integrasi menyeluruh dari sensor, mikrokontroler, perangkat output, hingga pengiriman data ke platform IoT. Pengujian ini juga mencakup skenario pengoperasian harian untuk memastikan bahwa sistem mampu bekerja secara otomatis dan stabil dalam lingkungan nyata.
5. Evaluasi Hasil Pengujian: Setelah seluruh pengujian dilakukan, data hasil pengujian dianalisis untuk menilai apakah sistem memenuhi kriteria desain dan tujuan utama pengembangan, serta memberikan masukan terhadap kemungkinan peningkatan sistem di masa mendatang.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas hasil dari proses perancangan dan implementasi sistem irigasi otomatis berbasis IoT yang dikembangkan untuk mendukung pertanian tanaman melon. Pembahasan pada bab ini disusun berdasarkan rumusan masalah yang telah dijelaskan pada Bab I, sehingga setiap subbab akan secara langsung menjawab pertanyaan penelitian yang telah dirumuskan sebelumnya.

Adapun fokus utama dalam bab ini meliputi perancangan sistem pemantauan parameter lingkungan (kelembapan tanah, suhu, kelembapan udara, dan kadar nutrisi), dan evaluasi kinerja sistem secara keseluruhan. Setiap bagian mencakup hasil yang diperoleh dari pengujian serta analisis dan pembahasan atas kinerja sistem. Setiap subbab akan difokuskan untuk membahas hasil yang merujuk langsung pada masing-masing rumusan masalah.

A. Perancangan dan Pengembangan Sistem Irigasi Otomatis Berbasis IoT yang Mampu Memantau Parameter Lingkungan seperti Kelembapan Tanah, Suhu, Kelembapan Udara, dan Kadar Nutrisi secara Real-Time untuk Mendukung Pertumbuhan Optimal Tanaman Melon

1. Perancangan Sistem

Perancangan sistem irigasi otomatis berbasis IoT ini diawali dengan menentukan kebutuhan fungsional dan spesifikasi teknis sistem berdasarkan karakteristik pertumbuhan tanaman melon. Sistem ini dirancang untuk memantau tiga parameter utama lingkungan, yaitu kelembapan tanah, suhu dan kelembapan udara, serta kadar nutrisi tanah (NPK), secara real-time. Pemantauan data dilakukan melalui integrasi mikrokontroler ESP32 dengan sensor-sensor spesifik, dan data dikirimkan ke web server untuk ditampilkan secara visual dan interaktif.

Dalam perancangan perangkat keras, digunakan sensor YL-69 untuk mengukur tingkat kelembapan tanah, sensor DHT22 untuk membaca suhu dan kelembapan udara, serta sensor NPK Soil berbasis RS485 untuk mengukur kadar Nitrogen (N), Fosfor (P), dan Kalium (K) dalam tanah. Seluruh sensor dihubungkan dengan ESP32, yang bertugas sebagai pusat pengolah data, pengambil

keputusan, serta pengendali aktuator berupa pompa air dan kipas pendingin, serta menampilkan data sehat atau tidak sehat dari tanaman melon yang terintegrasi dengan kamera Raspberry Pi.

Untuk mendukung kehandalan sistem, digunakan relay modul sebagai interface antara ESP32 dengan aktuator. Selain itu, antarmuka pengguna dirancang melalui web server, yang menampilkan semua data sensor dan memberikan kontrol manual maupun otomatis atas pompa dan kipas dari jarak jauh.

2. Pengembangan Sistem



Gambar 4. 1 Tampilan Data pada Web Server

Pada tahap pengembangan, dilakukan pengintegrasian seluruh komponen ke dalam sistem berbasis ESP32. Data dari sensor-sensor dikumpulkan dan diproses untuk dibandingkan dengan nilai ambang batas (set-point) yang telah ditentukan. Jika sensor kelembapan tanah mendeteksi nilai di bawah batas, sistem akan secara otomatis mengaktifkan pompa air. Begitu pula, apabila suhu udara terdeteksi melebihi batas atas, kipas pendingin akan diaktifkan.

Pengiriman data sensor ke dashboard web server dilakukan melalui koneksi Wi-Fi, dengan memperhatikan kestabilan koneksi untuk mendukung monitoring *real-time*. Sistem juga dilengkapi dengan fitur notifikasi yang menginformasikan perubahan status sistem seperti aktivasi pompa atau kipas melalui aplikasi, sehingga pengguna dapat selalu mengetahui kondisi kebun tanpa harus berada di lokasi.

Penerapan project box sebagai casing alat dilakukan untuk melindungi perangkat dari debu, air, dan gangguan lingkungan, sehingga sistem dapat bekerja secara lebih stabil di lapangan. Jalur kabel sensor dan aktuator dirapikan dan diberi pelindung untuk menjaga keamanan instalasi.

3. Hasil Uji Implementasi

Setelah proses perancangan dan pengembangan selesai, dilakukan uji

fungsi awal. Seluruh sensor berhasil memberikan pembacaan data yang stabil, dan data dapat dikirimkan secara real-time ke dashboard web server. Aktuator pompa dan kipas juga berhasil dikontrol baik secara otomatis berdasarkan logika sistem maupun secara manual melalui aplikasi. Sistem dapat mendeteksi perubahan lingkungan dengan cukup cepat dan merespons dengan mengaktifkan aktuator dalam waktu yang sesuai.

Uji implementasi ini menunjukkan bahwa sistem irigasi otomatis berbasis IoT yang dikembangkan telah memenuhi spesifikasi awal, yakni mampu memantau parameter lingkungan utama secara *real-time* dan mendukung pertumbuhan tanaman melon dengan menyediakan kondisi lingkungan yang optimal.

Sebelum masuk ke pembahasan dan analisis masing-masing komponen, Tabel 4.2 menyajikan rekapitulasi fitur dan kinerja sistem berdasarkan parameter yang telah diimplementasikan. Setiap parameter dipantau menggunakan sensor atau komponen yang berbeda, dan telah diuji untuk memastikan fungsionalitas, kemampuan pemantauan secara *real-time*, serta keterkaitan antar komponen dalam sistem kontrol otomatis.

Tabel 4. 2 Rekap Fitur dan Kinerja Sistem Berdasarkan Parameter Pemantauan

No	Parameter	Komponen yang Digunakan	Status Implementasi	Real-time Monitoring
1.	Kelembapan Tanah	Sensor YL-69	Berfungsi	Ya
2.	Suhu dan Kelembapan Udara	Sensor DHT22	Berfungsi	Ya
3.	Nutrisi Tanah (NPK)	Sensor NPK Soil	Berfungsi	Ya
4.	Penyiraman Otomatis	Pompa Air	Berfungsi	Ya
5.	Pendinginan Otomatis	Kipas	Berfungsi	Ya
6.	Pemantauan Jarak Jauh	Web Server	Berfungsi	Ya
7.	Pemantauan Kondisi Tanaman	Kamera Raspberry Pi	Berfungsi	Ya

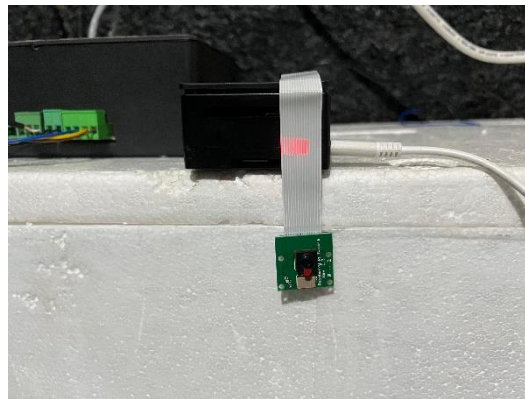
4. Dokumentasi Visual



A



B



C

Gambar 4.2 Hasil Uji Coba Alat

5. Analisis dan Pembahasan

Hasil implementasi menunjukkan bahwa sistem telah memenuhi tujuan untuk memantau parameter lingkungan secara real-time. Sensor-sensor bekerja dengan akurat dan memberikan data yang dapat langsung ditampilkan melalui dashboard web server. Aktuator seperti pompa dan kipas juga dapat merespon kondisi lingkungan secara otomatis berdasarkan logika pengaturan yang telah dibuat, serta kamera dapat merespon dan memberikan data ke webserver tentang kondisi tanaman melon.

Kemampuan sistem untuk bekerja secara mandiri dan memberikan notifikasi membuatnya efektif untuk mendukung pertumbuhan tanaman melon dalam kondisi optimal. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa sistem telah berhasil menjawab rumusan masalah dan layak digunakan dalam skala pertanian kecil hingga menengah.

B. Pengujian Sistem Keseluruhan

Pengujian sistem irigasi otomatis berbasis IoT ini dilakukan untuk

mengevaluasi kinerja keseluruhan dalam mengontrol penyiraman tanaman melon. Sistem ini melibatkan pemantauan kelembaban tanah, suhu udara, dan kadar nutrisi tanah menggunakan sensor NPK, serta kamera yang terintegrasi dengan Raspberry Pi 4 untuk mendeteksi kesehatan tanaman melon. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk menilai apakah sistem dapat secara efisien mengatur aliran air sesuai dengan kebutuhan tanaman, berdasarkan data dari sensor kelembaban dan suhu, serta mendeteksi kondisi tanaman berdasarkan data dari kamera.

Pengujian juga mencakup analisis waktu delay dalam sistem, yang berfungsi untuk memastikan bahwa pompa air beroperasi hanya ketika kondisi tanah memerlukan penyiraman. Selain itu, sensor NPK memberikan informasi terkait kadar Nitrogen (N), Phosphorus (P), dan Potassium (K) di dalam tanah, yang sangat penting untuk mendukung pertumbuhan tanaman melon yang optimal.

1. Tujuan Pengujian

Pengujian dilakukan untuk menilai kinerja sistem secara keseluruhan dalam hal:

- a. Akurasi dan respon sensor terhadap kondisi lingkungan (kelembaban tanah, suhu, dan kandungan NPK).
- b. Efisiensi penggunaan air pada tanaman melon.
- c. Kesesuaian antara volume air yang dibutuhkan dengan volume air yang diberikan oleh sistem irigasi otomatis.
- d. Keandalan dan kestabilan sistem dalam mengoperasikan pompa air dan memastikan penyiraman tanaman secara otomatis.
- e. Pemantauan kondisi kesehatan tanaman melon.

2. Metode Pengujian

Selama pengujian, data yang diperlukan dikumpulkan selama tiga hari pada waktu yang telah ditentukan. Pengukuran melibatkan dua jenis volume air, yaitu volume air manual yang diukur dengan menggunakan wadah takar manual dan volume air otomatis yang disalurkan oleh sistem irigasi otomatis berbasis IoT. Ketinggian tanaman melon juga diukur setiap harinya untuk memantau pertumbuhannya.

Pengujian dilakukan selama tiga hari berturut-turut, dengan pemantauan terhadap variabel-variabel berikut:

- a. Kelembaban Tanah: Diukur dengan menggunakan sensor kelembaban tanah

untuk memastikan bahwa tanah tidak kekurangan air.

- b. Suhu: Diperiksa menggunakan sensor suhu untuk memastikan bahwa suhu lingkungan tidak terlalu tinggi atau rendah, yang dapat mempengaruhi kesehatan tanaman.
- c. Ketinggian Tanaman: Diukur selama tiga hari untuk mengetahui sejauh mana pertumbuhan tanaman melon setelah diterapkan sistem irigasi otomatis.
- d. Volume Air: Dibandingkan antara volume air yang digunakan oleh sistem otomatis dan volume air yang digunakan secara manual untuk irigasi tanaman.
- e. Kesehatan tanaman : Dipantau selama tiga hari untuk mengetahui kondisi dari tanaman melon.

3. Hasil Pengujian

Pengujian sistem irigasi otomatis berbasis IoT dilakukan untuk mengevaluasi kinerja pembacaan sensor dan respon aktuator. Data dicatat pada beberapa waktu berbeda, meliputi sensor kelembapan tanah, suhu udara, kadar NPK, status pompa air, serta status kamera. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi kondisi lingkungan dan mengendalikan pompa air secara otomatis, sesuai perubahan nilai kelembapan tanah. Sistem berfungsi stabil dan responsif terhadap parameter yang dipantau, sehingga mendukung operasional irigasi otomatis sesuai yang dirancang.

Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Sistem Keseluruhan

No	Waktu	Status Sistem	Kelembapan Tanah (%)	Suhu Udara (°C)	Sensor (N,P,K)	Pompa Air	Delay (s)	Kondisi Tanaman	Keterangan
1.	08.00	Aktif	86	25	N:85ppm P:55ppm K:180ppm	ON	5	Sehat	Pompa menyala sesuai kelembapan tanah
2.	12.00	Aktif	88	28	N:80ppm P:60ppm K:200ppm	ON	7	Sehat	Pompa menyala otomatis
3.	16.00	Aktif	84	23	N:87ppm P:59ppm K:210ppm	ON	5	Sehat	Pompa menyala kembali

					m				
--	--	--	--	--	---	--	--	--	--

4. Analisis Pengujian Sistem Keseluruhan

Selama tiga hari pengujian, sistem irigasi otomatis menunjukkan respons yang cepat. Ketika sensor kelembapan mendeteksi tanah turun ke kisaran $\pm 86\%$, pompa segera aktif sesuai kelembapan tanah; pompa menunjukkan status “ON” dan kondisi tanaman “Sehat”.

Kipas pendingin hanya menyala sekali, tepat ketika suhu lapang mencapai $28\text{ }^{\circ}\text{C}$, kemudian mati otomatis setelah udara turun kembali. Hal ini menandakan algoritma pengendalian suhu bekerja efektif tanpa memboroskan energi.

Sensor NPK ikut memberikan “gambaran kesehatan” tanah secara real-time: nitrogen bertahan di rentang 85–87 ppm, fosfor 55–59 ppm, dan kalium 180–210 ppm—seluruhnya masih dalam batas ideal bagi tanaman melon pada fase vegetatif. Dengan demikian, tidak diperlukan penambahan pupuk selama periode uji.

Semua data berhasil ditampilkan secara real-time pada dashboard web server, sehingga pengguna dapat memantau kondisi kebun dengan mudah melalui perangkat ponsel. Secara keseluruhan, sistem terbukti mampu memenuhi kebutuhan air dan nutrisi tanaman secara tepat, sekaligus mengurangi pemborosan sumber daya. Hasil ini menunjukkan bahwa penerapan *IoT* pada sistem irigasi tidak hanya memberikan kemudahan, tetapi juga mendukung efisiensi dan pengambilan keputusan berbasis data bagi petani.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang telah dilakukan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Perancangan dan Pengembangan Sistem Irigasi Otomatis Berbasis IoT Sistem irigasi otomatis berbasis IoT telah berhasil dirancang menggunakan mikrokontroler ESP32 dengan integrasi sensor kelembapan tanah, suhu dan kelembapan udara (DHT22), sensor NPK tanah, serta kamera Raspberry Pi 4. Sistem ini mampu memantau parameter lingkungan dan kondisi kesehatan tanaman secara real-time dan mengirimkan data ke web server, serta mendukung fitur kontrol manual dan otomatis untuk pompa dan kipas pendingin, sesuai dengan kebutuhan tanaman melon.
2. Integrasi Sistem dengan *Internet of Things* untuk Monitoring dan Kontrol Jarak Jauh Integrasi sistem ke web server berjalan efektif. Pengguna dapat mengakses data suhu, kelembapan udara, kelembapan tanah, kadar nutrisi tanah, kondisi kesehatan tanaman melon dan melakukan kontrol terhadap aktuator secara real-time dari mana saja selama terhubung ke jaringan internet.
3. Efisiensi Penggunaan Air Dibandingkan dengan Metode Manual Pengujian efisiensi menunjukkan bahwa sistem irigasi otomatis berbasis IoT mampu menghemat penggunaan air dibandingkan dengan metode irigasi manual. Penghematan volume air rata-rata berkisar antara 10% hingga 35% per siklus penyiraman. Dengan pengaturan berbasis sensor, sistem ini mampu memberikan air sesuai kebutuhan aktual tanaman, sehingga mendukung praktik budidaya melon yang lebih hemat air dan.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, berikut beberapa saran yang dapat dipertimbangkan untuk pengembangan sistem di masa depan:

1. Penggunaan Sumber Daya Mandiri
Pengembangan sistem ke depannya dapat mempertimbangkan penggunaan sumber energi mandiri seperti panel surya, sehingga sistem tetap dapat

beroperasi secara berkelanjutan meskipun berada di lokasi yang minim akses listrik.

2. Pengembangan Komunikasi Jarak Jauh

Untuk memperluas cakupan penggunaan, sistem dapat dilengkapi dengan komunikasi berbasis LoRa atau NB-IoT, sehingga tidak bergantung pada jaringan Wi-Fi di lapangan dan dapat menjangkau area pertanian yang lebih luas.

3. Monitoring Musim Tanam Penuh

Melakukan uji implementasi dalam satu siklus musim tanam penuh tanaman melon akan memberikan gambaran yang lebih komprehensif terkait performa sistem dalam mendukung pertumbuhan, produksi, dan efisiensi penggunaan sumber daya.

4. Peningkatan Antarmuka Aplikasi

Pengembangan fitur visualisasi tren data historis dan pemberian rekomendasi tindakan otomatis dalam aplikasi monitoring dapat memudahkan operator dalam mengambil keputusan berbasis data, sehingga pengelolaan irigasi menjadi lebih dan responsif terhadap perubahan lingkungan.

5. Resolusi kamera yang digunakan harus tinggi.

Dengan resolusi kamera yang tinggi dapat mendeteksi kesehatan tanaman melon lebih akurat.

Dengan pengembangan berkelanjutan ini, diharapkan sistem irigasi otomatis berbasis IoT yang telah dirancang dapat semakin mendukung praktik pertanian yang efisien, ramah lingkungan, dan berkelanjutan.

LAMPIRAN – LAMPIRAN

Lampiran 1. Proses Pembuatan Alat

1. Persiapan Alat & Bahan

Sebelum memulai, pastikan seluruh perlengkapan tersedia di atas meja kerja yang bersih dan terang.

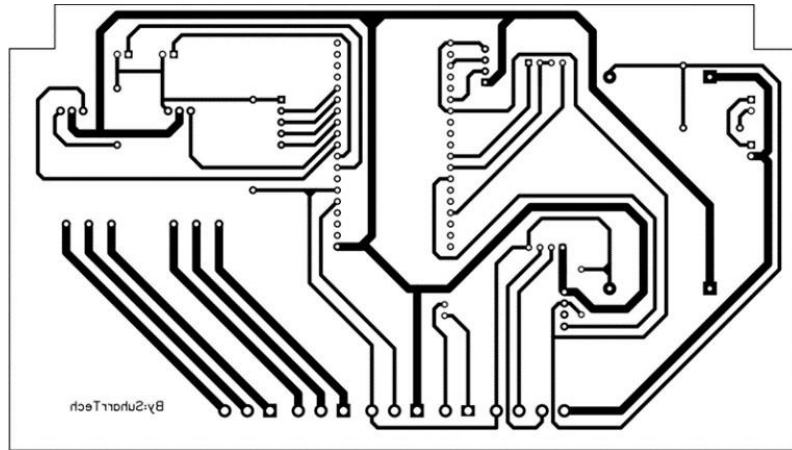
Tabel 4.4 Alat dan Bahan Proses Pembuatan Alat

No	Alat dan Bahan	Fungsi
1.	Solder 40 W & timah	Menyambung komponen ke PCB
2.	Bor Mini	Melubangi pad komponen
3.	Cutter / gunting halus	Memotong kertas
4.	PCB polos tembaga	Substrat rangkaian
5.	Larutan pembersih (alkohol 70 %) & kertas amplas halus	Membersihkan permukaan PCB
6.	Larutan etching: HCl : H ₂ O ₂	Melarutkan tembaga
7.	Cairan “Autan”	Media transfer toner ke tembaga
8.	Kertas transfer laser/Glossy art-paper	Membawa pola layout
9.	setrika	Menempelkan toner
10.	Project box ABS	Wadah Komponen

2. Desain PCB

a. Merancang skema

- Skema final digambar di EasyEDA; lebar track min. 0,4 mm, clearance 0,35 mm agar mudah di-etch.

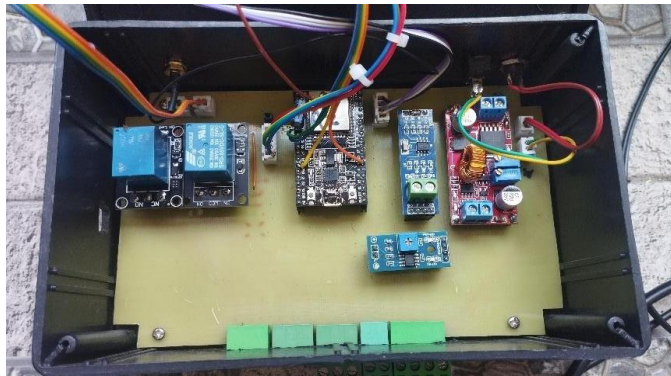


Gambar 4.3 Desain Layout PCB

3. Finishing Project-Box

- A. Menandai panel (LCD 16×2, tombol reset, tombol navigasi menu, jack DC, lubang sensor).
- B. Bor awal Ø3 mm, perluas dengan step-drill/keyhole saw sesuai ukuran.
- C. Pasang spacer M3 di dasar box; sekrup PCB utama.
- D. Routing kabel sensor & pompa memakai gland karet agar kedap.

Dengan langkah langkah di atas, PCB siap digunakan dalam rangkaian penelitian mulai kalibrasi sensor hingga pengujian lapangan.



Gambar 4.4 Komponen yang sudah dirakit



Gambar 4.5 Komponen yang sudah dirakit

Lampiran 2. Pengujian Alat



Gambar 4.6 Tampilan Monitoring Real-time Pada Dashboard Web Server

Gambar ini menunjukkan tampilan aplikasi webserver yang merepresentasikan data pemantauan real-time terhadap suhu (Temperature), kelembapan udara (Humidity), dan kelembapan tanah (Soil Moisture). Parameter-parameter tersebut ditampilkan dalam bentuk gauge dan grafik sehingga pengguna dapat dengan mudah memantau kondisi lingkungan secara aktual.

A. Pengujian Keseluruhan Sistem

Setelah dilakukan pengujian pada masing-masing komponen secara individual, tahap berikutnya adalah melakukan pengujian keseluruhan sistem secara terintegrasi. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa seluruh komponen, baik sensor, aktuator, maupun sistem monitoring IoT, dapat bekerja secara sinkron dan stabil dalam mendukung sistem irigasi otomatis tanaman melon.

1. Tujuan

Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa sistem dapat melakukan monitoring parameter lingkungan secara real-time, mengendalikan aktuator berdasarkan kondisi sensor, dan mengirimkan notifikasi otomatis kepada pengguna, semuanya dalam satu ekosistem kerja yang terintegrasi.

2. Hasil Pengujian

Pengujian dilakukan dengan menjalankan sistem dalam kondisi operasional penuh selama beberapa jam, mengamati kestabilan pembacaan sensor, keberhasilan kendali aktuator, dan pengiriman notifikasi. Setiap parameter diuji berulang untuk memastikan konsistensi performa sistem.

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem

No	Komponen yang Diuji	Hasil Pengujian	Keterangan
1	Pembacaan sensor kelembapan tanah	Berhasil	Data update stabil
2	Pembacaan sensor suhu dan kelembapan udara	Berhasil	Data update stabil
3	Pembacaan sensor NPK soil	Berhasil	Data update stabil
4	Pemantauan tumbuhan	Berhasil	Data update stabil
4	Kendali pompa air otomatis/manual	Berhasil	Respon sesuai threshold dan perintah
5	Kendali kipas angin otomatis/manual	Berhasil	Respon sesuai threshold dan perintah
6	Notifikasi otomatis saat soil moisture rendah	Berhasil	Notifikasi diterima
7	Kestabilan sistem	Stabil	Tidak ada error atau crash
8	Pemantauan kesehatan tanaman melon	Berhasil	Data update stabil

3. Analisis Hasil

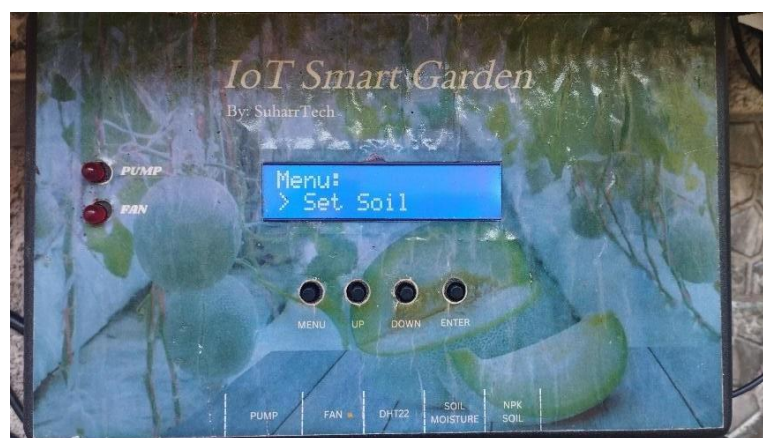
Berdasarkan hasil pengujian, seluruh komponen sistem menunjukkan kinerja yang stabil dan terintegrasi dengan baik. Pembacaan data sensor dapat ditampilkan secara real-time di dashboard web server, sedangkan kendali aktuator berfungsi baik dalam mode manual maupun otomatis. Pengiriman notifikasi berjalan lancar saat parameter mencapai batas kritis.

Selama periode pengujian penuh, sistem tetap beroperasi dengan stabil tanpa mengalami crash, error komunikasi, atau kegagalan fungsi. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa sistem irigasi otomatis berbasis *IoT* ini layak digunakan untuk monitoring dan pengelolaan pertanian tanaman melon secara efektif.

Lampiran 3. Penjelasan Fitur Alat

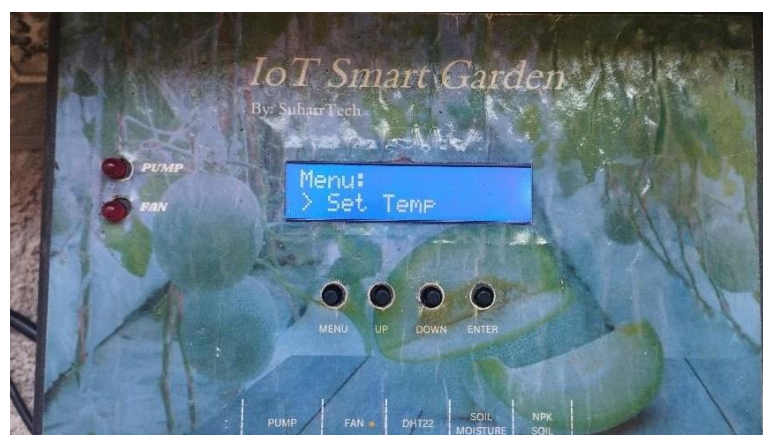
Sebagai bagian dari proses verifikasi sistem, dilakukan dokumentasi terhadap fitur-fitur utama yang tersedia pada perangkat *IoT Smart Garden*. Fitur- fitur ini dirancang untuk memberikan kemudahan dalam memantau, mengontrol, serta mengatur ambang batas parameter lingkungan yang krusial bagi pertumbuhan tanaman melon. Setiap fitur dapat diakses melalui antarmuka *LCD* dengan navigasi tombol, memungkinkan pengguna melakukan konfigurasi secara langsung dan efisien.

Berikut ini dokumentasi dan penjelasan setiap fitur:



Gambar 4.7 Tampilan Menu Set Soil

Menu ini digunakan untuk mengatur batas minimal kelembapan tanah. Fitur ini menjadi kunci utama agar sistem dapat mengatur kapan pompa air otomatis aktif berdasarkan kebutuhan tanaman.



Gambar 4.8 Tampilan Menu Set Temp

Fitur "Set Temp" memungkinkan pengguna menetapkan batas suhu maksimal.

Sistem akan mengaktifkan kipas pendingin secara otomatis apabila suhu lingkungan melebihi batas ini.



Gambar 4.9 Tampilan Menu Hyst Soil

Fitur ini digunakan untuk mengatur rentang hysteresis kelembapan tanah agar sistem tidak terlalu sensitif terhadap perubahan kecil, sehingga pompa tidak menyala-mati terlalu sering.



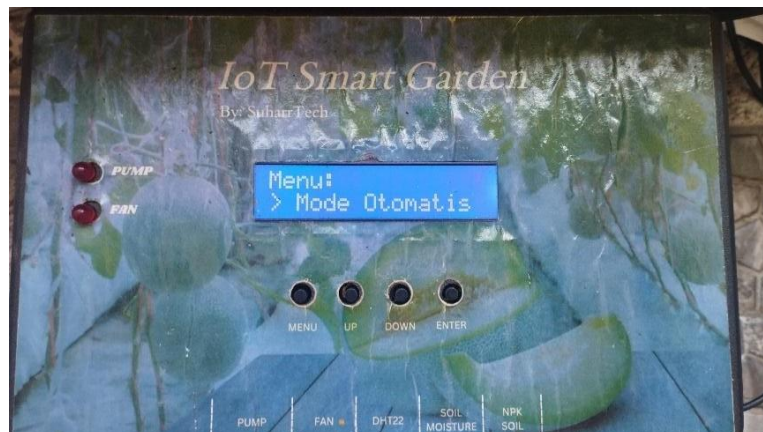
Gambar 5.1 Tampilan Menu Hyst Temp

Fitur "Hyst Temp" memungkinkan pengguna mengatur rentang toleransi suhu, sehingga kipas pendingin hanya aktif jika benar-benar diperlukan, menghindari kerja berlebih.



Gambar 5.2 Tampilan Menu Set WiFi

Gambar ini menunjukkan tampilan menu "Set WiFi", yang berfungsi untuk mengatur koneksi WiFi perangkat ke jaringan internet. Melalui fitur ini, pengguna dapat menginput ulang SSID dan password jaringan jika terjadi perubahan koneksi.



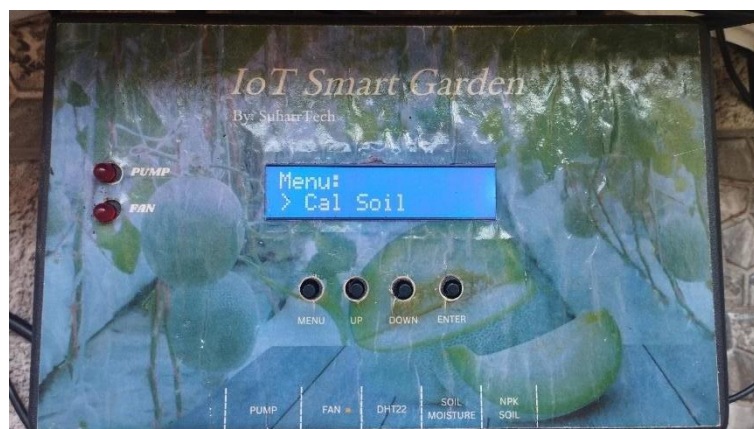
Gambar 5.3 Fitur Mode Otomatis

Tampilan ini menampilkan pilihan untuk mengaktifkan atau menonaktifkan mode otomatis. Ketika mode otomatis aktif (Yes), sistem akan mengontrol penyiraman dan kipas pendingin secara mandiri berdasarkan sensor kelembapan tanah dan suhu.



Gambar 5.4 Tampilan Konfirmasi Mode Otomatis

Setelah memilih menu mode otomatis, sistem akan meminta konfirmasi pilihan pengguna dengan opsi UP = Yes dan DOWN = No. Ini memastikan bahwa perubahan mode dilakukan secara sadar.



Gambar 5.5 Fitur Kalibrasi Soil Sensor

Gambar ini menunjukkan menu "Cal Soil", fitur untuk melakukan kalibrasi sensor kelembapan tanah. Fitur ini penting agar pembacaan kelembapan lebih

akurat sesuai kondisi sebenarnya.



Gambar 5.6 Tampilan Menu Backup Data

Tampilan menu ini berfungsi untuk mencadangkan data hasil kalibrasi sensor ke dalam memori internal, sehingga data tidak hilang jika perangkat dimatikan.



Gambar 5.7 Tampilan Menu Restore Data

Fitur ini memungkinkan pengguna mengembalikan data kalibrasi yang sebelumnya telah dibackup. Ini sangat berguna saat terjadi reset sistem atau pergantian perangkat.



Gambar 5.8 Fitur Shutdown Sistem

Menu ini digunakan untuk mematikan sistem alat secara aman sebelum melakukan perawatan, pemindahan, atau memutus daya.



Gambar 5.9 Tampilan System Starting

Saat alat dinyalakan, sistem akan menampilkan proses loading sebagai indikasi bahwa seluruh komponen dan sensor sedang dikalibrasi dan siap digunakan.



Gambar 6. 1 Tampilan Menu Exit

Menu ini berfungsi untuk keluar dari mode pengaturan dan kembali ke mode monitoring utama.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Jufri, H. (2023). Otomatisasi pertanian dengan sensor soil moisture, sensor cahaya, led grow lamps, dan pompa air untuk pertumbuhan tanaman optimal. *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, 11(3). <https://doi.org/10.23960/jitet.v11i3.3192>
- Aulia, R. (2023). Penerapan internet of things (iot) di lingkungan dinas tanaman pangan, hortikultura dan perkebunan kabupaten limapuluh kota. *Journal of Indonesian Social Society (Jiss)*, 1(3), 104-108. <https://doi.org/10.59435/jiss.v1i3.177>
- Christyanto, M. and Mayulu, H. (2021). Pentingnya pembangunan pertanian dan pemberdayaan petani wilayah perbatasan dalam upaya mendukung ketahanan pangan nasional: studi kasus di wilayah perbatasan kalimantan. *Journal of Tropical Agrifood*, 3(1), 1. <https://doi.org/10.35941/jtaf.3.1.2021.5041.1-14>
- Elizabeth, R. (2019). Peningkatan partisipasi petani, pemberdayaan kelembagaan dan kearifan lokal mendukung ketahanan pangan berkelanjutan. *Agricore Jurnal Agribisnis Dan Sosial Ekonomi Pertanian Unpad*, 4(2). <https://doi.org/10.24198/agricore.v4i2.26509>
- Harini, R., Ariani, R., Supriyati, S., & Satriagasa, M. (2019). Analisis luas lahan pertanian terhadap produksi padi di kalimantan utara. *Jurnal Kawistara*, 9(1), 15. <https://doi.org/10.22146/kawistara.38755>
- Hartati, S. (2024). Implementasi program ketahanan pangan dalam bidang pertanian di desa mayang sari. *JDP (Jurnal Dinamika Pemerintahan)*, 7(1), 107-119. <https://doi.org/10.36341/jdp.v7i1.4193>
- Harvian, K. and Yuhan, R. (2021). Kajian perubahan iklim terhadap ketahanan pangan. *Seminar Nasional Official Statistics*, 2020(1), 1052-1061. <https://doi.org/10.34123/semnasoffstat.v2020i1.593>
- Piran, R., Pudjiastuti, A., & Dyanasari, D. (2019). Dinamika generasi muda pertanian dalam pemilihan usahatani tanaman pangan. *Agriekonomika*, 7(2), 149. <https://doi.org/10.21107/agriekonomika.v7i2.4133>
- Quaralia, P. (2022). Kerjasama regional dalam rantai pasokan pertanian untuk mencapai ketahanan pangan berkelanjutan: studi kasus asean. *Padjadjaran Journal of International Relations*, 4(1), 56. <https://doi.org/10.24198/padjir.v4i1.37614>
- Rahmadhani, N. (2021). Pengumpulan data produktivitas tanaman pangan pada masa pandemi covid-19. *Seminar Nasional Official Statistics*, 2020(1), 9-14. <https://doi.org/10.34123/semnasoffstat.v2020i1.440>
- Rappa, V. (2023). Sektor potensial yang menunjang perekonomian kota palu. *Agroland Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 30(1), 54-70. <https://doi.org/10.22487/agrolandnasional.v30i1.1580>
- Sanjaya, M. (2023). Pengaruh pembangunan pertanian terhadap pertumbuhan ekonomi indonesia tahun 1985-2022. *Ecoplan*, 6(2), 155-166. <https://doi.org/10.20527/ecoplan.v6i2.678>
- Sihombing, Y. (2022). Penerapan inovasi teknologi pertanian berbasis sistem usaha pertanian inovatif mendukung ketahanan pangan. *Proceedings Series on*

- Physical & Formal Sciences*, 4, 461-467.
<https://doi.org/10.30595/pspfs.v4i.537>
- Sihombing, Y. (2023). Inovasi kelembagaan pertanian dalam mewujudkan ketahanan pangan. *Proceedings Series on Physical & Formal Sciences*, 5, 83-90.
<https://doi.org/10.30595/pspfs.v5i.707>
- Unsunidhal, L. (2023). Tumbuh bersama: mendukung pertanian lokal, ketahanan pangan, kelestarian lingkungan, dan pengembangan masyarakat. *Jurnal Pengabdian West Science*, 2(05), 364-373.
<https://doi.org/10.58812/jpws.v2i5.376>
- Widyastuti, N. and Sulistyowati, D. (2022). Factors affecting the perception of the young generation in the business of the rice agricultural sector in the district of cisaat sukabumi regency. *Jurnal Penyuluhan Pertanian*, 17(2), 65-75. <https://doi.org/10.51852/jpp.v17i2.535>
- Ali, D., & Suharjo, I. (2022). Rancang bangun smart irrigation tanaman cabai berbasis IoT. *Journal of Information System and Artificial Intelligence*, 3(1), 57–64. <https://doi.org/10.26486/jisai.v3i1.100>
- Am, A., Er, A. C., Lyndon, N., & Yew, V. W. (2018). Mendepani kekangan inovasi dan teknologi dalam kalangan pekebun kecil sawit di Sabah. *Malaysian Journal of Society and Space*, 14(2), 56–67. <https://doi.org/10.17576/geo-2018-1402-05>
- Ariningsih, E. (2016). Prospek penerapan teknologi nano dalam pertanian dan pengolahan pangan di Indonesia. *Forum Penelitian Agro Ekonomi*, 34(1), 1–10. <https://doi.org/10.21082/fae.v34n1.2016.1-20>
- Aprillia, S., & Myori, D. E. (2020). Pengontrolan electro conductivity pada larutan nutrisi hidroponik berbasis Arduino. *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 1(2), 261–265. <https://doi.org/10.24036/jtein.v1i2.89>
- Berutu, A. J., Pranata, A., & Yetri, M. (2022). Proses sistem irigasi pada lahan jagung berbasis Arduino. *Jurnal Sistem Komputer Triguna Dharma (JURSIK TGD)*, 1(3), 81–86. <https://doi.org/10.53513/jursik.v1i3.5278>
- Delima, R., Chrismanto, A. R., Wibowo, A., & Santoso, H. B. (2021). Hilirisasi sistem pemetaan lahan pertanian terintegrasi “Dutatani” bagi kelompok tani di Desa Gilangharjo Bantul. *Sendimas 2021 - Seminar Nasional Pengabdian kepada Masyarakat*, 6(1), 16–25.
<https://doi.org/10.21460/sendimasvi2021.v6i1.14>
- Efendi, Y. (2018). Internet of things (IoT) sistem pengendalian lampu menggunakan Raspberry Pi berbasis mobile. *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, 4(1), 19–26. <https://doi.org/10.35329/jiik.v4i1.48>
- Fahrudin, F., & Kusnarta, I. G. M. (2023). Pendampingan penerapan irigasi tetes semi otomatis dalam efisiensi penggunaan air pada petani cabai lahan tadah hujan. *Jurnal Siar Ilmuwan Tani*, 4(2), 250–257.
<https://doi.org/10.29303/jsit.v4i2.94>
- Firdaus, S., Rismawan, T., & Ristian, U. (2023). Sistem manajemen pengairan pada budidaya tanaman anggur berbasis internet of things (IoT). *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 11(3S1).
<https://doi.org/10.23960/jitet.v11i3s1.3389>
- Hasibuan, M. (2023). Penerapan teknologi precision farming untuk meningkatkan

efisiensi produksi pertanian. *OSF Preprints*.
<https://doi.org/10.31219/osf.io/yxuek>

- Husdi, H. (2018). Monitoring kelembaban tanah pertanian menggunakan soil moisture sensor FC-28 dan Arduino Uno. *ILKOM Jurnal Ilmiah*, 10(2), 237–243. <https://doi.org/10.33096/ilkom.v10i2.315.237-243>
- Khanafi, A., Sudarti, S., & Prihandono, T. (2023). Berkembangnya agrofisika dalam peningkatan produktivitas pertanian. *Jurnal Sains Riset*, 13(2), 459–469. <https://doi.org/10.47647/jsr.v13i2.1619>
- Koehuan, V. A., Odja, M. O., Peli, Y. S., & Nampa, I. W. (2024). Pemberdayaan ekonomi masyarakat berbasis teknologi irigasi tetes dengan energi hijau pada kelompok tani. *JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri)*, 8(1), 1473. <https://doi.org/10.31764/jmm.v8i1.21035>
- Melidawati, M., Sofi'i, I., & Fauziah, W. K. (2023). Optimalisasi citra termal dalam pertanian untuk deteksi dini masalah kesehatan bibit kelapa sawit. *Jurnal Budidaya Pertanian*, 19(2), 106–110. <https://doi.org/10.30598/jbdp.2023.19.2.106>
- Pitono, J. (2020). Pertanian dalam budidaya lada: The precision farming on pepper cultivation. *Perspektif*, 18(2), 91–103. <https://doi.org/10.21082/psp.v18n2.2019.91-103>
- Putra, B. T. W. (2020). Sosialisasi precision farming untuk monitoring tanaman perkebunan dan hortikultura Kabupaten Jember. *Warta Pengabdian*, 14(4), 231–239. <https://doi.org/10.19184/wrtp.v14i4.16704>
- Saraan, M. I. K., & Rambe, R. F. A. K. (2023). Kebijakan pengembangan inovasi teknologi pertanian di Provinsi Sumatera Utara. *Jurnal Kajian Agraria dan Kedaulatan Pangan (JKAKP)*, 2(1), 1–5. <https://doi.org/10.32734/jkakp.v2i1.13319>
- Saydi, R. (2021). Monitoring curah hujan dan kelengasan tanah lahan pertanian menggunakan sensor berbasis internet of things (IoT) sebagai dasar pertanian. *Jurnal Ilmiah Teknologi Pertanian Agrotechno*, 6(1), 25–34. <https://doi.org/10.24843/jitpa.2021.v06.i01.p04>
- Supriyanto, T. (2021). Sistem pemberian nutrisi bayam hidroponik berbasis IoT terintegrasi Telegram. *Spektral*, 2(2), 64–69. <https://doi.org/10.32722/spektral.v2i2.4172>
- Syarovy, M., Nugroho, A. P., & Sutiarso, L. (2023). Pemanfaatan model neural network dalam generasi baru pertanian di perkebunan kelapa sawit. *Warta Pusat Penelitian Kelapa Sawit*, 28(1), 39–54. <https://doi.org/10.22302/iopri.war.warta.v28i1.97>
- Siadari, L. (2023). Respon pertumbuhan tanaman melon (*Cucumis melo* L.) terinfeksi penyakit embun tepung terhadap aplikasi cendawan endofit. *National Multidisciplinary Sciences*, 2(3), 179–184. <https://doi.org/10.32528/nms.v2i3.283>

LAMPIRAN FORMULIR PENDAFTARAN

FORMULIR PENDAFTARAN OLIVIA 2025

Nama Lengkap : Rama Reynanda Alif Wianto
NIM : 240934706092
No. Telepon : 089686791126
Email : rama.reynanda.2409347@students.um.ac.id
Kategori Bidang Lomba : Information Technology
Kategori Tangkai Lomba : Smart System
Perguruan Tinggi Asal : Universitas Negeri Malang

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa data yang saya sampaikan adalah benar. Dengan ini saya menyatakan ikut serta dalam kegiatan OLIVIA 2024 dan menyetujui semua syarat dan ketentuan lomba yang ditetapkan oleh panitia.

Malang, 28 Mei 2025


(Rama Reynanda Alif Wianto)

**FORMULIR PENDAFTARAN
OLIVIA 2025**

Nama Lengkap : Ghcavebileany Lae Mooy
NIM : 230935604835
No. Telepon : 081292764272
Email : ghcavebileany.lae.2309356@students.um.ac.id
Kategori Bidang Lomba : Information Technology
Kategori Tangkai Lomba : Smart System
Perguruan Tinggi Asal : Universitas Negeri Malang

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa data yang saya sampaikan adalah benar. Dengan ini saya menyatakan ikut serta dalam kegiatan OLIVIA 2024 dan menyetujui semua syarat dan ketentuan lomba yang ditetapkan oleh panitia.

Malang, 28 Mei 2025



(Ghcavebileany Lae Mooy)

**FORMULIR PENDAFTARAN
OLIVIA 2025**

Nama Lengkap : Steven
NIM : 230935604487
No. Telepon : 082197538521
Email : steven.2309356@students.um.ac.id
Kategori Bidang Lomba : Information Technology
Kategori Tangkai Lomba : Smart System
Perguruan Tinggi Asal : Universitas Negeri Malang

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa data yang saya sampaikan adalah benar. Dengan ini saya menyatakan ikut serta dalam kegiatan OLIVIA 2024 dan menyetujui semua syarat dan ketentuan lomba yang ditetapkan oleh panitia.

Malang, 28 Mei 2025



(Steven)

**FORMULIR PENDAFTARAN
OLIVIA 2025**

Nama Lengkap : Krisna Danu Endryarto
NIM : 240935707607
No. Telepon : 089517671666
Email : krisna.danu.2409357@students.um.ac.id
Kategori Bidang Lomba : Information Technology
Kategori Tangkai Lomba : Smart System
Perguruan Tinggi Asal : Universitas Negeri Malang

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa data yang saya sampaikan adalah benar. Dengan ini saya menyatakan ikut serta dalam kegiatan OLIVIA 2024 dan menyetujui semua syarat dan ketentuan lomba yang ditetapkan oleh panitia.

Malang, 28 Mei 2025



(Krisna Danu Endryarto)