

**IMPLEMENTASI SISTEM OTOMASI PENYIRAMAN DAN
PENYEMPROTAN HAMA DAUN PADA TANAMAN BERBASIS
INTERNET OF THINGS (IOT)**

SKRIPSI

Diajukan Oleh :

NAMA : MUHARRAMA IRFANDI

NIM : 210212063

BIDANG PEMINATAN : TEKNIK KOMPUTER JARINGAN



UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY

FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNOLOGI INFORMASI

2026 M/ 1447 H

SKRIPSI

IMPLEMENTASI SISTEM OTOMASI PENYIRAMAN DAN PENYEMPROTAN HAMA DAUN PADA TANAMAN BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT)

Oleh:

NAMA : MUHARRAMA IRFANDI

Mahasiswa Fakultas Tarbiyah dan Keguruan

Program Studi Pendidikan Teknologi Informasi

NIM: 210212063

Bidang Peminatan : Teknik Komputer Jaringan

Telah disetujui oleh :

Dosen Pembimbing Proposal



**Firmansyah, S.Kom, M.T.
NIP. 198704212015031002**

**IMPLEMENTASI SISTEM OTOMASI PENYIRAMAN DAN
PENYEMPROTAN HAMA DAUN PADA TANAMAN BERBASIS INTERNET
OF THINGS (IOT)**

SKRIPSI

Telah diuji oleh Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan
UIN Ar-Raniry Banda Aceh dan Dinyatakan Lulus serta diterima sebagai
Salah satu beban studi Program Sarjana (S-1) dalam Pendidikan Teknologi Informasi

Pada:

Kamis, 05 Februari 2026

Darussalam – Banda Aceh

Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi

Ketua

Sekretaris

(Firmansyah, S.Kom., M.T.)

(Sarini Vita Dewi, S.T., M.Eng.)

NIP.198704212015031002

NIP.198712222022032001

Penguji 1

Penguji 2

(Raihan Islahadina, S.T., M.T.)

(Oris Kianto Sulaiman, S.T., M.Kom.)

NIP.198901312020122011

NIP.199003162025051004

Mengetahui.

Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh



(Prof. Safrul Muluk, S.Ag., M.A., M.Ed., Ph.D.)

NIP.19730102199703003

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muharrama Irfandi

Nim : 210212063

Program Studi : Pendidikan Teknologi Informasi

Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan

Judul Skripsi : Implementasi Sistem Otomasi Penyiraman dan Penyemprotan

Hama Daun Pada Tanaman Berbasis Internet of Things (IoT)

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan skripsi ini, saya:

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggung jawabkan.
2. Tidak melakukan plagiat terhadap naskah orang lain.
3. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya.
4. Tidak memanipulasi dan memalsukan data.
5. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggung jawab atas karya ini

Bila kemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggung jawabkan dan ternyata memang ditemukan

bukti bahwa saya telah melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Tarbiyah dan keguruan UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.



Banda Aceh, 05 Februari 2026

Yang Menyatakan

Muharrama Irfandi

210212063

ABSTRAK

Nama : Muharrama Irfandi
Nim : 210212063
Fakultas/Prodi : Tarbiyah dan Keguruan/ Pendidikan Teknologi Informasi
Judul : Implementasi Sistem Otomasi Penyiraman dan Penyemprotan Hama Daun Pada Tanaman Berbasis Internet of Things (IoT)
Bidang Peminatan : Teknik Komputer Jaringan
Jumlah Halaman : 52
Pembimbing : Firmansyah, S.Kom, M.T
Kata Kunci : Internet of Things (IoT), ESP32, Otomasi Penyiraman, Penyemprotan Hama, Blynk, Efisiensi Sumber Daya

Sektor pertanian urban sering terkendala perawatan tanaman yang tidak konsisten akibat keterbatasan waktu pemiliknya. Penelitian ini bertujuan merancang sistem penyiraman dan penyemprotan hama otomatis berbasis IoT menggunakan ESP32 serta mengukur efisiensi sumber daya yang dihasilkan. Metode yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) dengan pengujian prototipe melalui aplikasi Blynk. Hasil penelitian menunjukkan sistem mampu merespon perintah manual secara real-time dan menjalankan jadwal otomatis dengan presisi. Secara kuantitatif, alat ini meningkatkan efisiensi penggunaan air sebesar 60% dan efisiensi waktu sebesar 75%

dibandingkan metode konvensional. Kesimpulannya, implementasi sistem ini memberikan solusi praktis dan efisien bagi pemilik tanaman untuk menjaga pertumbuhan tanaman secara otonom dari jarak jauh.



KATA PENGANTAR

Puji beserta syukur diucapkan kehadiran Allah SWT atas segala rahmat-Nya sehingga Proposal Skripsi ini dapat tersusun sampai dengan selesai. Tidak lupa kami mengucapkan terimakasih terhadap bantuan dari pihak yang telah berkontribusi dengan memberikan sumbangan baik pikiran maupun materinya. Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ayah, Ibu, Uni, Abang, Acut, dan Keluarga besar yang sangat saya cintai yang telah menjadi sumber kekuatan, semangat, dan motivasi utama saya mulai dari awal perkuliahan hingga saat ini. Dukungan moral, doa dan pengorbanan yang tulus dari Ayah, Ibu, dan Keluarga adalah pondasi utama yang mengantarkan saya hingga berada pada tahap ini.
2. Ibu Mira Maisura, M.Sc selaku Ketua Program Studi Pendidikan Teknologi Informasi atas kesempatan dan bantuan yang diberikan kepada penulis dalam melakukan penelitian dan memperoleh informasi yang diperlukan selama penulisan karya ilmiah ini.
3. Bapak Firmansyah, S.Kom, M.T. sebagai Dosen Pembimbing yang telah memberikan arahan dan semangat dalam penyusunan karya ilmiah ini.
4. Bapak/Ibu Dosen program studi Pendidikan Teknologi Informasi yang telah mendidik dan memberikan bimbingan kepada saya selama masa perkuliahan.

5. Terima kasih kepada teman-teman yang tidak bisa saya sebut satu persatu, baik itu teman-teman seangkatan, teman 1 kampung, dan teman-teman yang saya jumpai semasa perkuliahan yang senantiasa bersama dan memberi semangat kepada saya sejak dari awal perkuliahan hingga saat ini.

Meskipun telah berusaha menyelesaikan karya ilmiah ini sebaik mungkin, penulis menyadari bahwa karya ilmiah ini masih ada kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari para pembaca guna menyempurnakan segala kekurangan dalam penyusunan karya ilmiah ini. Akhir kata, penulis berharap semoga karya ilmiah ini berguna bagi para pembaca dan pihak-pihak lain yang berkepentingan. Semoga Allah SWT meridhai penulisan ini dan senantiasa memberikan Rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua. Aamiin ya rabbal ‘alamin.

Banda Aceh, 1 Agustus 2025

Muharrama Irfandi

210212063

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL JUDUL	
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI SIDANG	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	iv
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB I : PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Relevansi Penelitian Terdahulu	5
1.7 Sistematika Penulisan	7
BAB II LANDASAN TEORITIS.....	9
2.1 Penyiraman air.....	9

2.2 Pengendalian hama tanaman	10
2.3 Mikrokontroler ESP32	11
2.4 Sistem Penjadwalan.....	15
2.5 Efisiensi Sumber Daya	16
BAB III METODE PENELITIAN	17
3.1 Jenis dan Pendekatan Penelitian	17
3.2 Subyek Penelitian dan Sumber Data	17
3.3 Teknik Pengumpulan Data.....	18
3.4 Teknik Analisis Data	19
3.5 Rancangan Penelitian	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Hasil Penelitian	31
4.2 Pembahasan.....	37
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	40
5.1 Kesimpulan	40
5.2 Saran.....	40
DAFTAR PUSTAKA.....	42
LAMPIRAN.....	45

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Tabel Penelitian Terkait	6
Tabel 2.1 Tabel Perbedaan ESP32 dan ESP8266	14
Tabel 3.1 Tabel Aspek Analisis	21
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Respon Sistem	30
Tabel 4.2 Catatan Data Pengujian Penggunaan Air	34
Tabel 4.3 Catatan Data Pengujian Penggunaan Waktu.....	36



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Mikrokontroler ESP32	13
Gambar 2.2 Pinout ESP32	14
Gambar 3.1 Diagram Flowchart Penelitian.....	23
Gambar 3.2 Rangkaian Fisik Perangkat.....	24
Gambar 3.3 Mikrokontroler	25
Gambar 3.4 Modul Relay.....	25
Gambar 3.5 Pompa Air Mini.....	26
Gambar 3.6 Pompa Semprotan Mini.....	26
Gambar 3.7 Nozzle Sprayer	26
Gambar 3.8 Breadboard	27
Gambar 3.9 Kabel Jumper.....	27
Gambar 3.10 Power Supply	28
Gambar 3.11 Selang.....	28
Gambar 3.12 Blok Diagram Penyiraman Otomatis Tanaman	30

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Sektor pertanian memegang peranan yang sangat penting dalam memenuhi kebutuhan manusia dan mendukung pertumbuhan perekonomian, khususnya di negara agresi seperti Indonesia. Di era disrupsi digital seperti saat ini, perkembangan teknologi telah mengubah cara manusia berinteraksi dengan lingkungan sekitarnya. Konsep Internet of Things (IoT), sebuah paradigma di mana objek fisik terhubung ke jaringan internet, telah membuka peluang baru dalam otomatisasi dan kontrol jarak jauh di berbagai sektor, termasuk pertanian. Pertanian urban atau berkebun di rumah (home gardening) semakin populer di masyarakat, namun seringkali terkendala oleh perawatan tanaman yang konsisten dan tepat waktu, terutama penyiraman[4].

Penyiraman yang tidak optimal, baik kekurangan maupun kelebihan air dapat berakibat fatal bagi pertumbuhan tanaman[1]. Keterbatasan waktu, mobilitas, atau kelupaan akibat gaya hidup modern seringkali menjadi tantangan utama bagi pemilik tanaman dalam memastikan penyiraman yang rutin. Keterbatasan inilah yang mendorong kebutuhan akan sistem penyiraman otomatis, namun sistem otomatis berbasis timer konvensional memiliki kekurangan, yaitu ketiadaan kontrol jarak jauh yang fleksibel[6].

Selain masalah penyiraman banyak petani dihadapkan pada tantangan besar dalam mengelola hama dan penyakit tanaman. Metode konvensional seperti

penyemprotan manual seringkali tidak efisien, membutuhkan banyak tenaga kerja, dan dapat menyebabkan pemborosan air serta pestisida. Selain itu, jadwal penyemprotan yang tidak konsisten beresiko meningkatkan resistensi hama terhadap pestisida[5].

Untuk mengatasi keterbatasan tersebut, implementasi sistem penyiraman dan penyemprotan hama daun otomatis pada tanaman berbasis IoT menjadi solusi yang relevan. Sistem ini memanfaatkan mikrokontroler seperti NodeMCU atau ESP32 dengan konektivitas Wi-Fi untuk menghubungkan perangkat penyiraman dan penyemprotan ke internet, yang kemudian dapat dikendalikan melalui aplikasi mobile[2,3]. Aplikasi ini memungkinkan pengguna untuk mengaktifkan atau menonaktifkan pompa air secara manual dan mengatur jadwal penyiraman dan penyemprotan dari mana saja dan kapan saja, memberikan fleksibilitas yang tidak dimiliki oleh sistem konvensional[1].

Meskipun banyak penelitian terdahulu telah berfokus pada sistem penyiraman tanaman otomatis dan penyemprotan hama, seringkali penelitian tersebut menggunakan sensor kelembaban tanah dan sensor hama untuk memicu penyiraman dan penyemprotan. Pendekatan ini, seringkali memerlukan biaya tinggi untuk perangkat dan pemeliharaan yang rumit. Jurnal-jurnal lain menunjukkan keberhasilan implementasi kontrol pompa air menggunakan IoT, namun mungkin tidak secara eksplisit membahas fitur penjadwalan yang fleksibel via aplikasi mobile[2,6].

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan prototipe sistem penyiraman dan penyemprotan otomatis yang secara khusus berfokus pada kemudahan kontrol dan penjadwalan waktu melalui

aplikasi mobile, tanpa ketergantungan pada sensor kelembaban tanah dan sensor hama. Fokus ini akan memberikan solusi praktis dan user-friendly bagi para pemilik tanaman rumahan, menjadikannya kontribusi yang unik dan relevan dalam bidang teknologi IoT di Indonesia.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan mengimplementasikan sistem penyiraman dan penyemprotan tanaman otomatis berbasis IoT yang dapat dikontrol sepenuhnya oleh pengguna secara efisien dan akurat.
2. Bagaimana cara sistem menentukan waktu serta durasi penyiraman dan penyemprotan secara otomatis.
3. Seberapa besar efisiensi penggunaan air dan waktu kerja manusia yang dapat dicapai melalui sistem penyiraman dan penyemprotan otomatis berbasis IoT ini dibandingkan dengan metode konvensional.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk merancang sistem penyiraman dan penyemprotan hama daun otomatis pada tanaman yang mampu dikontrol secara manual (on/off) melalui aplikasi mobile.

2. Mengimplementasikan fungsi penjadwalan waktu penyiraman dan penyemprotan yang dapat di atur melalui aplikasi mobile pada sistem berbasis IoT.
3. Melakukan pengujian fungsionalitas dan kinerja sistem untuk memastikan sistem dapat melakukan penyiraman dan penyemprotan sesuai dengan perintah dan jadwal yang telah dikonfigurasi dari aplikasi mobile.

1.4 Batasan Penelitian

Agar penelitian ini lebih terfokus, batasan penelitiannya adalah sebagai berikut:

1. Sistem penyiraman dan penyemprotan akan dikontrol berdasarkan penjadwalan waktu dan kontrol manual on/off melalui aplikasi mobile, tanpa menggunakan sensor kelembaban tanah dan sensor hama.
2. Jaringan komunikasi yang digunakan adalah Wi-Fi.
3. Platform IoT yang digunakan adalah Blynk (atau platform lain yang relevan seperti Thingspeak/AdafruitIO, disesuaikan dengan ketersediaan dan kemudahan implementasi).
4. Fokus implementasi adalah tanaman dalam pot atau area terbatas yang dapat dijangkau oleh sistem, dan dalam penelitian ini akan menggunakan tanaman cabe dalam pot yang berumur 2-3 bulan.
5. Sistem akan fokus pada penyemprotan non-kimia (seperti larutan sabun atau neem oil) sebagai prototipe.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Bagi Penulis : Meningkatkan pemahaman dan keterampilan dalam perancangan, pengembangan, dan implementasi sitem berbasis IoT serta kontrol aplikasi mobile.
2. Bagi Institusi Kampus : Menambah referensi dan kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan di bidang teknologi IoT dan sistem otomatis berbasis kontrol jarak jauh.
3. Bagi Masyarakat/Pengguna : Memberikan solusi praktis untuk memudahkan perawatan tanaman, menghemat waktu, dan memberikan fleksibilitas dalam mengatur penyiraman tanaman jarak jauh.

1.6 Relevansi Penelitian Terdahulu

Penelitian tentang sistem penyiraman otomatis dan aplikasi Internet of Things (IoT) telah berkembang pesat dalam beberapa tahun terakhir, mencerminkan peningkatan minat terhadap otomatisasi rumah dan pertanian pintar. Berbagai studi telah mengeksplorasi penggunaan mikrokontroler, sensor, dan platform cloud untuk memantau dan mengontrol lingkungan tanaman.

Tabel 1.1 Tabel Penelitian Terkait

No	Judul	Obyek Penelitian	Hasil Penelitian
1	Sistem Monitoring Penyiraman Otomatis Tanaman Bunga Gemitir Menggunakan Aplikasi Mobile dan Web Thingspeak (I. W. Utama, I. G. B. A. Suardika, and G. A. A. S. Candra)	Penyiraman otomatis pada tanaman bunga gemitir yang terintegrasi dengan aplikasi mobile dan web thingspeak.	Membuktikan kelayakan system penyiraman yang dapat dimonitor dan dikendalikan melalui aplikasi mobile dan web thingspeak dengan platform IoT. Jurnal ini memperkuat dasar penggunaan antarmuka grafis dan control.
2	Sistem IoT Penyiraman Otomatis Berbasis Arduino Dengan Kontrol Telegram (D. E. Nadindra and J. C. Chandra)	Penyiraman otomatis untuk tanaman dengan control melalui aplikasi telegram	Menunjukkan keberhasilan kendali pompa air secara real-time dari jarak jauh menggunakan Arduino dan Integrasi dengan aplikasi perpesanan. Relevan dalam aspek control jarak jauh melalui aplikasi, meskipun menggunakan Telegram, bukan platform khusus IoT.
3	Rancang Bangun Prototipe Penyemprot Hama Tanaman Otomatsi Dengan Menggunakan Smartphone Kontrol Utama IoT ESP8226 (Handika)	Sistem penyemprotan hama otomatis untuk tanaman	Berhasil membuat prototipe penyemprot hama yang dikendalikan melalui smartphone, menunjukkan kemampuan sistem untuk beroperasi berdasarkan jadwal yang di atur dari jarak jauh

1.7 Sistematika Penulisan

Agar penulisan proposal penelitian ini memusatkan perhatiannya pada pokok permasalahan dan tidak melompat ke permasalahan lain, oleh karena itu penulis mengikuti sistematisasi penulisan sebagai berikut ini.

Bab 1 : Pendahuluan

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang permasalahan penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat yang diharapkan dari penelitian, batasan penelitian, relevansi penelitian terdahulu, serta sistematika penulisan proposal.

Bab 2 : Landasan teori

Bab ini menjelaskan tentang teori dan penelitian yang di artikan sebagai temuan dan wawasan yang diperoleh dari penelitian sebelumnya, buku atau penelitian yang berkaitan dengan penelitian yang sedang dikerjakan.

Bab 3 : Metodologi penelitian

Metodologi penelitian adalah kerangka kerja yang menjelaskan secara rinci bagaimana penelitian akan dilaksanakan. Bab ini membahas tentang studi literatur, analisis perangkat lunak dan perangkat keras, desain alat, pembuatan alat, dan hasil analisis.

Bab 4 : Hasil dan Pembahasan

Bab ini membahas hasil yang di dapatkan, alat yang digunakan, serta hasil dari pengujian proyek.

Bab 5 : Penutup

Bab ini merangkup saran dan kesimpulan yang berkaitan dengan penelitian ini.



BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Penyiraman Air

Penyiraman air pada tanaman merupakan proses esensial untuk menjaga kelangsungan hidup dan mendukung pertumbuhan optimal pada tanaman. Secara biologis, air memegang peranan vital dalam berbagai fungsi fisiologis tumbuhan.

a. Peran Air Dalam Fisiologi Tanaman

Air adalah komponen utama dalam tubuh tanaman, menyusun sebagian besarbiomassa segarnya. Fungsi utama air dalam tanaman meliputi:

- **Medium Transportasi:** Air berfungsi sebagai pelarut universal yang mengangkut unsur hara dari tanah ke seluruh bagian tanaman.
- **Reaksi Fotosintesis** Air adalah reaktan kunci dalam proses fotosintesis, di mana energi cahaya diubah menjadi energi kimia dalam bentuk glukosa.
- **Menjaga Turgor Sel:** Tekanan turgor sel yang berasal dari air dalam sel, menjaga sel-sel tanaman tetap kaku dan tegak. Kondisi kekurangan air menyebabkan sel-sel kehilangan turgor, mengakibatkan tanaman layu.
- **Regulasi Suhu:** Penguapan air melalui stomata (transpirasi) membantu mendinginkan tanaman, melindungi dari suhu ekstream yang dapat merusak jaringan tanaman.

b. Dampak Ketidakseimbangan Penyiraman

Ketidaktepatan dalam penyiraman dapat membawa dampak fatal bagi tanaman.

- Kekurangan Air (under-Water): Kondisi ini menyebabkan tanaman mengalami stres air, yang ditandai dengan layu, daun menguning, pertumbuhan terhambat, dan penurunan laju fotosintesis.
- Kelebihan Air (Over-Water): Penyiraman berlebihan menyebabkan tanah menjadi jenuh air, menghilangkan ruang pori-pori yang seharusnya terisi oksigen. Akibatnya, akar mengalami pembusukan karena kekurangan oksigen, yang dikenal sebagai anoksida, dan menjadi rentan terhadap serangan patogen.

2.2 Pengendalian Hama Tanaman

Pengendalian hama tanaman adalah serangkaian upaya yang dilakukan untuk mengelola populasi organisme pengganggu tanaman agar tidak menyebabkan kerusakan signifikan. Selain penyiraman, penelitian ini juga berfokus pada perancangan dan implementasi fitur penyemprotan hama daun dengan sistem berbasis IoT untuk mewujudkan pengendalian yang efisien.

2.2.1 Pentingnya Penyemprotan Preventif atau Terjadwal

Penyemprotan preventif adalah tindakan pencegahan yang dilakukan sebelum hama menyerang secara masif, sedangkan penyemprotan terjadwal dilakukan pada interval waktu yang konsisten, tanpa menunggu gejala serangan

muncul. Pendekatan ini memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan penanganan hama secara kuratif (setelah serangan terjadi)[8,9], seperti:

1. Mengurangi resiko kerusakan akibat serangan hama, dengan penyemprotan preventif populasi dapat ditekan sejak awal, sehingga mencegah kerusakan yang tidak dapat diperbaiki.
2. Meningkatkan efektivitas pengendalian, penyemprotan yang dilakukan secara terjadwal memungkinkan penggunaan konsentrasi larutan yang lebih rendah karena targetnya adalah hama dalam fase awal perkembangannya. Ini tidak hanya menghemat biaya, tetapi juga meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan dan organisme non-target.
3. Menghemat waktu dan tenaga, penanganan hama yang sudah menyebar luas membutuhkan waktu, tenaga, dan biaya yang lebih besar. Dengan sistem penyemprotan otomatis yang dapat dijadwalkan, proses ini dapat diintegrasikan dengan sistem penyiraman, mengurangi intervensi manual dan memastikan bahwa tanaman terlindungi secara konsisten.

2.3 Mikrokontroler ESP32

Mikrokontroler ESP32 adalah sebuah System-on-Chip (SoC) yang dikembangkan oleh Espressif System. Dikenal sebagai penerus dari ESP8266, ESP32 memiliki fitur yang lebih canggih dibandingkan ESP8266 yang menjadikannya pilihan utama untuk proyek-proyek Internet of Things (IoT) yang kompleks. Keunggulan

utamanya terletak pada prosesor dual-core 32-bit, yang memungkinkan pemrosesan data lebih cepat dan efisien.

ESP32 mengintegrasikan Wi-Fi dan Bluetooth (klasik dan Bluetooth Low Energy – BLE) dalam satu chip, memungkinkan perangkat terhubung ke internet dan berkomunikasi dengan perangkat lain dengan konsumsi daya yang sangat rendah. Selain itu, ESP32 memiliki banyak pin General-Purpose Input/Output (GPIO) dibandingkan pendahulunya, memberikan fleksibilitas lebih besar untuk menghubungkan berbagai sensor, aktuator, dan komponen elektronik lainnya[7]. Fungsinya sangat luas, mulai dari otomatisasi rumah pintar, sistem monitoring lingkungan, hingga robotika. Kemampuannya untuk menjalankan dua tugas secara bersamaan (misalnya, memproses data sensor sambil mengirimkan data melalui Wi-Fi) menjadikannya solusi yang efisien untuk aplikasi yang membutuhkan multitasking[10].

ESP32 juga menawarkan fitur-fitur canggih lainnya yang mendukung pengembangan aplikasi IoT yang lebih modern. Chip ini dilengkapi dengan sensor hall, sensor suhu internal yang bisa digunakan untuk mendeteksi medan magnet dan suhu chip itu sendiri. Selain itu, ESP32 memiliki kapasitas memori flash yang lebih besar dan dukungan untuk berbagai protokol komunikasi seperti UART, SPI, I2C, dan Ethernet, menjadikannya sangat fleksibel untuk berbagai skenario penggunaan. Komunitas pengembang yang aktif telah menciptakan berbagai pustaka (library) dan framework pengembangan, seperti Arduino IDE, Espressif IDF, dan MicroPython, yang memudahkan para pengembang untuk menulis kode dan mengunggahnya ke chip[11].

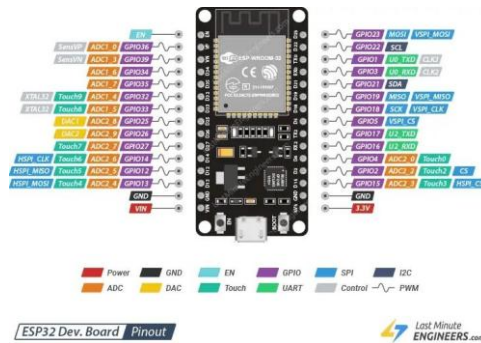
Berikut adalah gambar dan spesifikasi teknis dari mikrokontroler ESP32.



Gambar 2.1 Mikrokontroler ESP32

Spesifikasi ESP32:

1. Mikroprosesor Xtensa Dual-Core 32-bit LX6
2. Freq Clock up to 240 MHz
3. SRAM 520 Kb
4. Flash Memori 4 Mb
5. 11b/g/n Wi-Fi Transceiver
6. Bluetooth 4.2
7. 25 Pin GPIO
8. 15 Pin Channel ADC
9. 25 Pin PWM
10. 2 Pin DAC



Gambar 2.2 Pinout ESP32

ESP32 lebih unggul dalam hal kecepatan, fitur, keamanan, dan fleksibilitas di bandingkan dengan ES8266. Berikut adalah tabel perbedaan antara ESP32 dan ESP8266.

Tabel 2.1 Tabel Perbedaan ESP32 dan ES8266

No	Fitur	ESP32	ESP8266
1	Prosesor	Dual-Core Tensilicia LX6, hingga 240 MHz	Single-Core Tensilicia L106, 80 MHz
2	Memori RAM	520 Kb	80 Kb
3	Memori Flash	Hingga 16 Mb	Hingga 4 Mb
4	Wi-Fi	802.11 b/g/n	802.11 b/g/n
5	GPIO	36 Pin	17 Pin
6	Fitur Sensor Bawaan	Sensor sentuh, Sensor suhu internal	Tidak ada
7	Bluetooth	Classic & BLE	Tidak ada
8	ADC	18 Kanal, 12-bit	1 Kanal, 10-bit
9	DAC	2 Channel, 8-bit	Tidak ada
10	Keamanan	Secure Boot, Flash Encryption, AES	Terbatas
11	Manajemen Daya	Deep Sleep dan Hibernate	Mode tidur dasar
12	Konsumsi Daya	Lebih tinggi saat aktif, lebih efisien di mode tidur	Lebih rendah saat aktif, dan efisien di mode tidur

2.4 Sistem Penjadwalan

Sistem penyiraman dan penyemprotan otomatis merujuk pada mekanisme yang mengelola proses pengairan tanaman tanpa memerlukan intervensi manual yang konstan. Dalam konteks penelitian ini, sistem akan berfokus pada dua mekanisme utama yang terintegrasi secara cerdas.

2.4.1 Kontrol Manual (On-demand)

Pada mode ini pengguna memiliki kendali penuh untuk mengaktifkan atau menonaktifkan pompa air secara instan dari jarak jauh melalui antarmuka aplikasi mobile[12]. Fitur ini memberikan fleksibilitas tak terbatas kepada pengguna untuk mengambil keputusan berdasarkan pengamatan visual atau kondisi cuaca yang berubah-ubah. Opsi kendali manual ini memastikan pengguna memiliki kendali penuh atas sistem, menjadikannya solusi yang sangat responsif terhadap kebutuhan real-time yang tidak terprediksi.

2.4.2 Kontrol Otomatis Berbasis Jadwal

Selain kontrol manual, sistem dapat diprogram untuk menyiram dan menyemprot tanaman pada waktu dan durasi yang telah ditentukan oleh pengguna. Logika pemrograman akan mencakup fitur timer yang memungkinkan pengguna mengatur interval dan durasi penyiraman[11]. Keakuratan penentuan waktu ini sangat bergantung pada sinkronisasi mikrokontroler dengan server waktu (Network Time Protocol/NTP) di internet, yang memastikan waktu lokal perangkat selalu akurat.

2.5 Efisiensi Sumber Daya

Efisiensi adalah perbandingan antara hasil yang dicapai dengan sumber daya yang digunakan. Dalam konteks ini, ada dua spek efisiensi yang menjadi fokus utama dan akan diukur dalam penelitian ini.

2.5.1 Efisiensi Penggunaan Air

Efisiensi penggunaan air (water use efficiency) adalah perbandingan antara volume air yang diserap oleh tanaman untuk pertumbuhan dan total volume air yang disalurkan[13]. Sistem penyiraman otomatis berbasis IoT dapat secara signifikan meningkatkan efisiensi air dibandingkan dengan metode penyiraman konvensional. Hal ini dikarenakan sistem mampu mencegah penyiraman berlebihan (over-watering) yang sering terjadi akibat kelalaian atau kurangnya kontrol.

2.5.2 Efisiensi Waktu dan Tenaga Manusia

Efisiensi waktu dan tenaga manusia merupakan salah satu manfaat terbesar dari sistem ini[12]. Metode penyiraman dan penyemprotan konvensional memerlukan intervensi manual yang rutin dan memakan banyak waktu, terutama bagi individu dengan banyak tanaman atau mobilitas terbatas. Dengan sistem penyiraman dan penyemprotan otomatis berbasis IoT, tugas ini dapat dikelola dari jarak jauh atau bahkan diotomatisasi sepenuhnya. Pengukuran efisiensi ini akan dilakukan dengan membandingkan waktu yang dibutuhkan untuk menyiram dan menyemprot secara manual dengan waktu yang dihabiskan untuk mengelola sistem otomatis.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis dan Pendekatan Penelitian

Dalam merancang perangkat ini, peneliti menggunakan metode Research and Development (R&D), yang berfokus pada perancangan, pengembangan, dan pengujian sebuah produk fungsional. Metode ini sangat relevan karena tujuan utamanya adalah menghasilkan prototipe sistem penyiraman dan penyemprotan otomatis berbasis IoT yang dapat memecahkan masalah praktis, yaitu efisiensi dan kemudahan perawatan tanaman. Penelitian ini juga bersifat eksperimental, karena melibatkan serangkaian pengujian terstruktur untuk mengevaluasi kinerja dan efisiensi yang dihasilkan.

Pendekatan R&D dalam penelitian ini akan mengikuti siklus pengembangan yang berulang (Iterative Development). Setelah prototipe awal dirancang dan diimplementasikan, peneliti akan melakukan pengujian awal dan identifikasi potensi perbaikan. Hasil evaluasi ini kemudian akan digunakan untuk merancang versi yang lebih baik, mengulang siklus pengembangan hingga diperoleh prototipe akhir yang stabil dan fungsionalitas.

3.2 Subyek Penelitian dan Sumber Data

Subyek utama dalam penelitian ini adalah sistem penyiraman dan penyemprotan otomatis berbasis IoT yang dirancang dan diimplementasikan. Subyeknya mencakup seluruh komponen hardware dan software yang membentuk sistem. Penelitian akan

dilakukan di lingkungan tarbiyah B depan prodi PTI, dan di uji pada tanaman dalam pot seperti cabai.

Sumber data dalam penelitian ini terbagi menjadi dua jenis, yaitu:

1. Data Primer : Data yang dikumpulkan secara langsung oleh peneliti melalui pengujian. Data primer mencakup hasil pengujian fungsionalitas sistem (berhasil/gagal), data kuantitatif dari pengukuran efisiensi penggunaan air, dan data waktu yang dibutuhkan untuk mengelola sistem.
2. Data Sekunder : Data yang diperoleh dari sumber yang sudah ada. Data ini meliputi teori-teori terkait IoT, mikrokontroler, metode penelitian dari berbagai jurnal, buku, dan publikasi ilmiah lainnya.

3.3 Teknik Pengumpulan Data

Data akan dikumpulkan melalui dua teknik utama yang saling melengkapi:

1. Studi Literatur : Pengumpulan data sekunder dilakukan dengan meninjau literatur ilmiah, seperti jurnal, buku, dan laporan penelitian terkait IoT, sistem otomatisasi, dan lainnya. Teknik ini berfungsi untuk membangun kerangka teoretis dan membandingkan hasil penelitian ini dengan studi sebelumnya.
2. Observasi dan Eksperimen : Pengumpulan data primer dilakukan melalui observasi langsung dan eksperimen terhadap prototipe sistem yang telah

dibuat. Pengujian ini mencakup pengamatan terhadap respon sistem, pengukuran durasi penyiraman, dan pencatatan data efisiensi.

3.4 Teknik Analisis Data

Teknik analisis data dalam penelitian ini akan dilakukan secara komprehensif, menggabungkan metode kualitatif dan kuantitatif untuk mengevaluasi sistem dari berbagai aspek. Data yang terkumpul dari tahap pengujian akan dianalisa secara sistematis untuk menjawab rumusan masalah.

1. Analisis Kualitatif

Analisis ini digunakan untuk mengevaluasi fungsionalitas dan kemudahan penggunaan sistem. Data kualitatif diperoleh dari observasi langsung selama pengujian fungsionalitas. Peneliti akan mendeskripsikan secara naratif apakah setiap fitur berhasil berfungsi sesuai dengan rancangan. Analisis ini akan mencakup:

- a. Fungsionalitas Kontrol Manual : Menganalisis apakah tombol on/off pada aplikasi mobile berhasil mengendalikan pompa air tanpa delay yang signifikan atau kegagalan koneksi.
- b. Fungsionalitas Penjadwalan : Menganalisis apakah sistem berhasil menjalankan jadwal penyiraman dan penyemprotan yang telah dikonfigurasi pada waktu dan durasi yang tepat. Peneliti akan mencatat setiap keberhasilan atau kegagalan dari fitur ini.

Hasil analisis kualitatif akan disajikan dalam bentuk deskriptif yang didukung oleh tabel ringkasan atau checklist pengujian.

2. Analisis Kuantitatif

Analisis kuantitatif bertujuan untuk mengukur dan memberikan bukti numerik (angka) atas klaim efisiensi yang ditawarkan oleh sistem IoT ini, dibandingkan dengan metode perawatan tanaman secara manual (konvensional).

Data kuantitatif ini akan menjadi data untuk menyimpulkan seberapa efisiensi dan akurasi sistem yang telah dirancang dan akan disajikan dalam bentuk database atau dataset. Hasil analisis akan digunakan sebagai argumen utama dalam pembahasan untuk membuktikan keberhasilan penelitian ini sesuai dengan tujuan yang ditetapkan.

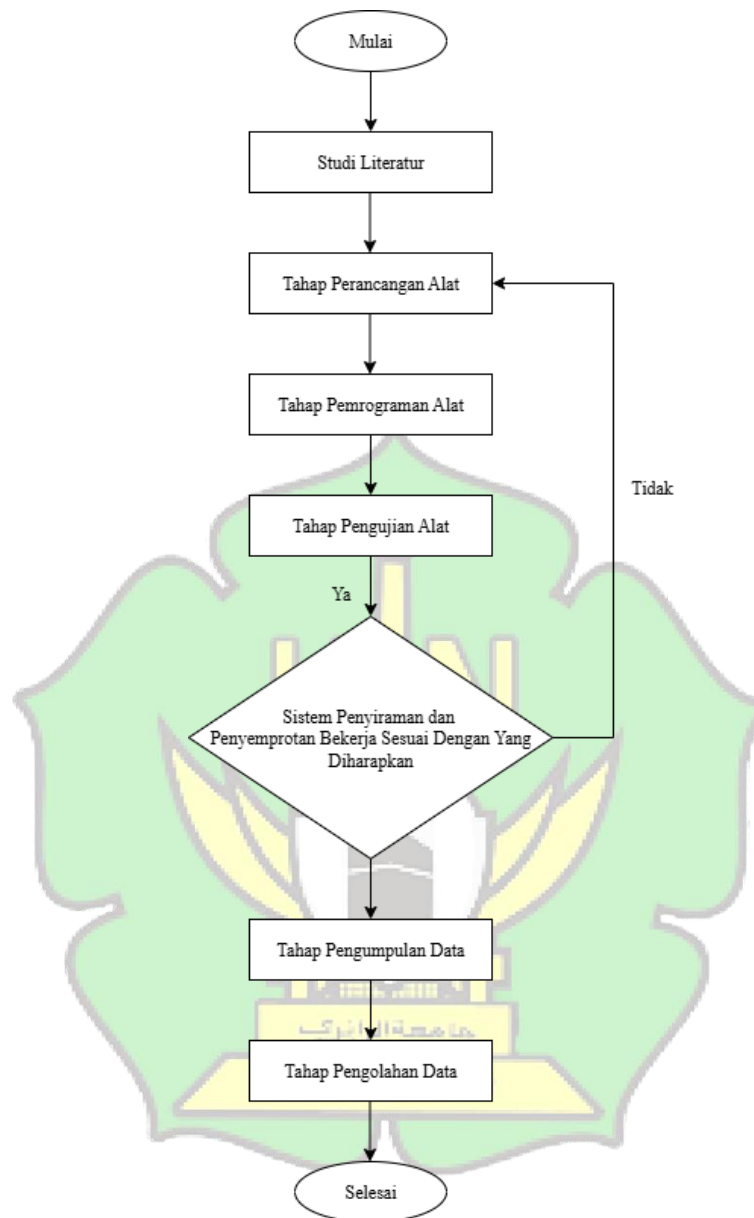
Tabel 3.1 Tabel Aspek Analisis

No	Aspek Yang Dianalisis	Variabel Yang Diukur	Justifikasi Pengukuran
1	Efisiensi Pengukuran Air	Volume Air (Liter/ml) yang terpakai dalam satu siklus penyiraman atau penyemprotan.	Untuk membuktikan kemampuan sistem otomatis dalam menghemat air (konservasi) dengan mencegah over-watering atau pemborosan yang sering terjadi pada penyiraman manual. Data ini dikumpulkan menggunakan alat ukur (flowmeter atau gelas ukur).

2	Efisiensi Waktu dan Tenaga Manusia	Durasi Waktu (Detik/Menit/Jam) yang dihabiskan untuk melakukan perawatan (penyiraman dan penyemprotan).	Untuk membuktikan bahwa sistem dapat menghemat waktu dan tenaga pengguna. Waktu yang diukur adalah perbandingan antara waktu yang dibutuhkan untuk merawat secara manual (menggunakan gayung/selang) dengan waktu yang dibutuhkan untuk mengelola sistem otomatis (hanya mengatur jadwal via aplikasi mobile).
---	------------------------------------	---	--

3.5 Rancangan Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan dalam beberapa tahapan sistematis, yang merupakan inti dari metode R&D. Tahapan rancangan ini akan disajikan dalam bentuk diagram alir (flowchart). Diagram Flowchart penelitian merupakan tipe diagram yang menggambarkan urutan penelitian yang ingin diteliti. Berikut adalah diagram flowchart pada penelitian ini.



Gambar 3.1 Diagram Flowchart Penelitian

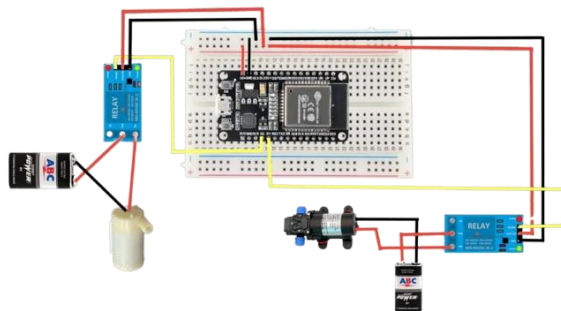
3.5.1 Studi Literatur

Studi literatur adalah kumpulan referensi yang diperoleh peneliti melalui pembacaan buku atau jurnal yang relevan dengan topik yang diteliti.

3.5.2 Tahap Perancangan Alat

Tahapan perancangan alat penyiraman dan penyemprotan hama daun otomatis pada tanaman berbasis IoT dimulai dengan identifikasi kebutuhan dan studi literatur untuk menentukan alat yang digunakan. Selanjutnya, dilakukan perancangan rangkaian elektronik alat yang sudah dipilih, termasuk mengkonfigurasi konektivitas nirkabel seperti Wi-Fi untuk pengiriman data secara real-time.

Tahapan berikutnya adalah pengembangan perangkat lunak, yang meliputi pemrograman mikrokontroler. Program akan di rancang menggunakan bahasa Arduino C++ pada Arduino IDE. Alur logikanya mencakup beberapa fungsi utama, yaitu kemampuan untuk mengidentifikasi dan terhubung ke jaringan Wi-Fi lokal secara otomatis. Setelah terhubung program akan melakukan autentikasi ke server Blynk menggunakan token unik untuk memulai komunikasi. Logika kontrol inti akan ditulis untuk mendeteksi perintah yang diterima dari aplikasi mobile, baik itu perintah manual maupun penjadwalan, dan mengaktifkan pin GPIO yang relevan untuk mengendalikan modul relay.



Gambar 3.2 Rangkaian Fisik Perangkat

Komponen-komponen yang akan digunakan pada penelitian ini diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Mikrokontroler ESP32



Gambar 3.3 Mikrokontroler ESP32

Mikrokontroler ini merupakan otak utama dari seluruh sistem. ESP32 dipilih karena memiliki prosesor *dual-core* yang cepat serta sudah terintegrasi dengan modul Wi-Fi dan Bluetooth. Kegunaannya adalah untuk memproses logika program, menghubungkan alat ke internet melalui server Blynk, serta mengirimkan perintah ke modul relay untuk mengaktifkan pompa.

2. Modul Relay



Gambar 3.4 Modul Relay

Modul Relay berfungsi sebagai sakelar elektronik yang dikendalikan oleh mikrokontroler. Karena pompa air memerlukan daya yang lebih besar daripada yang bisa diberikan langsung oleh pin ESP32, relay bertindak sebagai jembatan untuk memutus atau menghubungkan aliran listrik eksternal ke pompa air dan pompa semprotan.

3. Pompa Air Mini



Gambar 3.5 Pompa Air Mini

Komponen ini adalah aktuator fisik yang digunakan khusus untuk proses penyiraman tanaman. Pompa ini akan menyedot air dari wadah dan menyalurkannya melalui selang menuju area perakaran tanaman sesuai dengan jadwal atau perintah manual dari aplikasi.

4. Pompa Semprotan Mini



Gambar 3.6 Pompa Semprotan Mini

Berbeda dengan pompa air mini biasa, pompa semprotan mini dirancang untuk memberikan tekanan yang cukup agar cairan dapat diubah menjadi butiran halus oleh nozzle. Kegunaannya adalah mengalirkan cairan pestisida nabati (seperti *neem oil*) untuk membasmi hama pada permukaan daun.

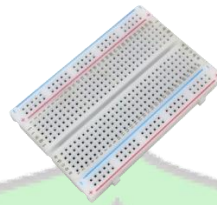
5. Nozzle Semprotan



Gambar 3.7 Nozzle Sprayer

Nozzle diletakkan di ujung selang penyemprotan hama. Fungsinya adalah untuk memecah aliran cairan menjadi butiran halus atau kabut agar cairan pestisida dapat tersebar secara merata ke seluruh bagian permukaan daun tanaman.

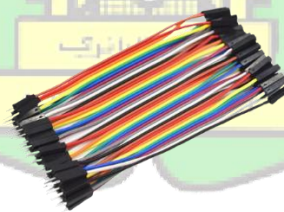
6. Breadboard



Gambar 3.8 Breadboard

Breadboard digunakan sebagai papan dasar untuk merangkai komponen elektronik secara sementara selama tahap pengembangan. Kegunaannya adalah untuk menghubungkan kaki-kaki komponen tanpa perlu melakukan penyolderan, sehingga memudahkan jika ada perubahan rangkaian.

7. Kabel Jumper



Gambar 3.9 Kabel Jumper

Kabel-kabel kecil ini berfungsi sebagai jalur distribusi sinyal dan daya antar komponen. Kabel ini menghubungkan pin GPIO pada ESP32 ke modul relay, serta menghubungkan jalur daya dari baterai ke seluruh rangkaian.

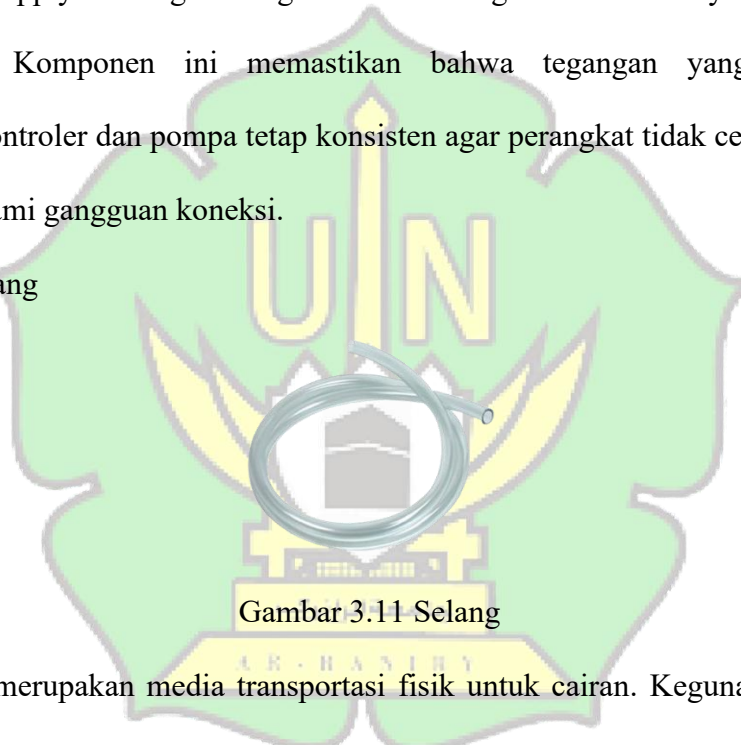
8. Power Supply



Gambar 3.10 Power Supply

Power supply berfungsi sebagai sumber energi listrik utama yang stabil bagi sistem. Komponen ini memastikan bahwa tegangan yang masuk ke mikrokontroler dan pompa tetap konsisten agar perangkat tidak cepat rusak atau mengalami gangguan koneksi.

9. Selang



Gambar 3.11 Selang

Selang merupakan media transportasi fisik untuk cairan. Kegunaannya adalah mengalirkan air dari wadah penampung ke tanaman (jalur penyiraman) serta mengalirkan pestisida dari wadah khusus menuju nozzle semprotan (jalur pengendalian hama).

3.5.3 Tahap Pemrograman Alat

Tahap pemrograman alat merupakan implementasi dari perancangan perangkat lunak yang telah dibuat pada tahap sebelumnya. Pada fase ini, seluruh

logika dan fungsionalitas sistem yang dirancang akan diwujudkan dalam bentuk kode program yang akan ditanamkan pada mikrokontroler. Proses ini dilakukan menggunakan perangkat lunak Arduino IDE, yang berfungsi sebagai lingkungan pengembangan yang andal dan populer, terutama untuk mikrokontroler seri ESP. Arduino IDE menyediakan platform yang memudahkan pengembang untuk menulis, mengkompilasi, dan mengunggah kode ke perangkat keras.

Fokus utama dalam tahap ini adalah memastikan mikrokontroler dapat berfungsi sebagai jembatan komunikasi yang cerdas antara antarmuka pengguna aplikasi mobile dan perangkat keras fisik. Inti dari keseluruhan program terletak pada implementasi logika kontrol. Logika ini dirancang untuk mengendalikan pin GPIO pada mikrokontroler yang terhubung langsung ke modul relay. Terdapat dua logika utama yang diwujudkan disini yaitu, logika untuk kontrol manual dan logika untuk penjadwalan otomatis.

3.5.4 Tahap Pengujian Alat

Tahap pengujian alat dilakukan setelah seluruh komponen perangkat keras dan perangkat lunak selesai dirakit dan diprogram, dengan tujuan untuk memastikan bahwa sistem bekerja secara optimal sesuai dengan yang diharapkan.

Pengujian dimulai dengan mengoperasikan pompa air secara langsung dari aplikasi mobile. Pengujian akan mencatat apakah pompa menyala segera setelah tombol ditekan dan mati saat tombol ditekan. Hasil pengujian dianggap berhasil

jika sistem merespon perintah on/off dengan akurat tanpa adanya delay yang signifikan atau kegagalan koneksi.

Selanjutnya, dilakukan pengujian dengan mengatur berbagai skenario jadwal penyiraman pada aplikasi mobile, seperti menyiram pada waktu tertentu. Peneliti akan mencatat apakah pompa menyala dan mati secara otomatis pada waktu dan durasi yang telah ditentukan, ini membuktikan keandalan fitur penjadwalan.



Gambar 3.12 Blok Diagram Penyiraman Otomatis Tanaman

3.5.5 Tahap Pengolahan Data

Pada tahap ini, data yang telah terkumpul dari seluruh proses pengujian akan dioalah dan dianalisis secara sistematis untuk menjawab rumusan masalah. Pengolahan data dilakukan melalui dua pendekatan utama, yaitu analisis kualitatif dan analisis kuantitatif, yang akan saling melengkapi untuk memberikan gambaran yang komprehensif mengenai kinerja sistem. Dimana data kualitatif diperoleh dari observasi langsung selama pengujian, fokus utamanya adalah mengevaluasi fungsionalitas dan keandalan sistem. Sedangkan

data kuantitatif berasal dari pengukuran, yang akan diolah menggunakan perhitungan matematis untuk mengukur efisiensi sistem secara numerik.



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil penelitian

Pada bab ini dipaparkan hasil dari tahapan perencanaan, pembuatan, hingga pengujian alat sistem otomasi penyiraman dan penyemprotan hama daun berbasis pada tanaman berbasis Internet of Things (IoT). Penelitian ini menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali yang terhubung dengan aplikasi mobile Blynk.

4.1.1 Penyajian Data

Berdasarkan metode penelitian Research and Developmen (R&D) yang saya gunakan dalam penelitian ini, berikut adalah penyajian data hasil implementasi alat:

a. Implementasi Perangkat Keras (Hardware)

Perangkat keras telah berhasil dirakit sesuai dengan diagram blok pada bab III. Mikrokontroler ESP32 terhubung dengan dua buah modul relay. Relay satu mengendalikan pompa air mini untuk penyiraman, dan Relay modul dua mengendalikan pompa semprotan mini untuk melakukan penyemprotan. Sistem ditenagai oleh power supply yang memastikan tegangan stabil untuk ESP32 dan pompa.

b. Implementasi Antarmuka Aplikasi (Software)

Aplikasi mobile (Blynk) telah dikonfigurasi sebagai panel kendali. Antarmuka ini menampilkan:

- Tombol Manual Penyiraman: untuk memicu pompa air secara real-time.

- Tombol Manual Penyemprotan: Untuk memicu pompa penyemprot secara real-time.
- Widget Penjadwalan (Timer): Untuk mengatur waktu (jam/menit) dan hari operasional yang telah diatur dalam board ESP32.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Respon Sistem

No	Jenis Perintah	Status di Aplikasi	Kondisi Pompa (Aktual)	Durasi / Respon	Keterangan
1	Manual Siram ON	ON	Menyala	± 1 Detik (Delay)	Berhasil
2	Manual Semprot ON	ON	Menyala	± 1 Detik (Delay)	Berhasil
3	Uji jadwal Penyiraman	ON	Menyala (Setiap 24 Jam)	Menyala 5 Detik	Berhasil
4	Uji Jadwal Penyemprotan	ON	Menyala (Setiap 72 Jam)	Menyala 5 Detik	Berhasil

4.1.2 Pengolahan dan Analisis Data

- Analisis Data Kualitatif (Fungsionalitas Sistem), Analisis ini dilakukan untuk mengevaluasi kinerja fungsionalitas alat berdasarkan hasil observasi pada tabel 4.1.

➤ Keadalan Kontrol Manual

Sistem menunjukkan keberhasilan dalam merespon perintah on/off dari aplikasi Blynk. Indikator status pada aplikasi selalu sinkron dengan kondisi

fisik pompa, membuktikan bahwa komunikasi data dua arah antara ESP32 dan server berjalan stabil.

➤ Akurasi Penjadwalan

Fitur penjadwalan otomatis bekerja presisi sesuai dengan waktu yang telah ditentukan. Hal ini menunjukkan bahwa logika sinkronisasi waktu pada mikrokontroler berhasil mengatasi masalah ketergantungan pada waktu manual, sehingga sistem dapat beroperasi otonom tanpa intervensi pengguna.

b. Analisis Data Kuantitatif (Efisiensi Sistem). Analisis ini mengukur persentase penghematan sumber daya dengan membandingkan dengan membandingkan rata-rata penggunaan manual dan otomatis.

➤ Analisis Efisiensi Penggunaan Air

Tabel 4.2 Catatan Data Pengujian Penggunaan Air

Percobaan Ke-	Metode Manual (ml)	Metode Konvensional (ml)	Selisih (ml)	Durasi IoT
1	155	100	55	5 detik
2	145	100	45	5 detik
3	150	100	50	5 detik
4	160	100	60	5 detik
5	140	100	40	5 detik
6	150	100	50	5 detik
7	155	100	55	5 detik
8	145	100	45	5 detik

9	140	100	40	5 detik
10	160	100	60	5 detik
Rata-rata	150	100	50	5 detik

Berdasarkan data pengujian, metode penyiraman manual menghabiskan air rata-rata 150 ml setiap kali menyiram, Sedangkan Sistem IoT dengan durasi otomatis 5 detik mengeluarkan air secara konstan sebanyak 100 ml. Maka efisiensinya adalah:

$$\text{Efisiensi Air} = \frac{\text{rata rata manual} - \text{sistem IoT}}{\text{rata rata manual}} \times 100\%$$

$$\text{Efisiensi Air} = \frac{150 \text{ ml} - 100 \text{ ml}}{150 \text{ ml}} \times 100\%$$

$$\text{Efisiensi Air} = \frac{50 \text{ ml}}{150 \text{ ml}} \times 100\%$$

$$\text{Efisiensi Air} = 33,3\%$$

Hasil : Sistem IoT terbukti mampu menghemat penggunaan air sebesar 33,3% dibandingkan metode manual. Angka penghematan ini tergolong signifikan dan secara ilmiah selaras dengan literatur sistem penyiraman cerdas. Pencapaian ini didukung oleh teori yang dikemukakan dalam penelitian Utama dan kawan kawan[14], yang membuktikan bahwa penerapan penjadwalan otomatis pada mikrokontroler mampu mencegah pemberian air berlebih (*over-watering*) secara efektif. Durasi 5 detik yang diterapkan pada sistem ini terbukti memberikan

volume air yang terukur (100 ml), cukup untuk menjaga turgor sel tanaman tetap optimal tanpa menimbulkan genangan air yang berpotensi membusukkan akar. Dengan demikian, angka 33,3% pada penelitian ini membuktikan bahwa pembatasan durasi pompa memvalidasi teori konservasi sumber daya air melalui IoT.

➤ Analisis Efisiensi Waktu

Tabel 4.3 Catatan Data Pengujian Penggunaan Waktu

Hari Ke-	Waktu Manual (menit)	Waktu IoT (menit)	Aktivitas
1	3	1	Setup & Siram
2	4	1	Monitoring
3	3	1	Monitoring
4	2	1	Cek Hama
5	3	1	Monitoring
6	4	1	Monitoring
7	2	1	Refill Air
Rata-rata	3	1	-

Waktu rata-rata untuk mealukan perawatan manual (persiapan dan penyiraman) adalah 3 menit per hari. Sedangkan dengan sistem IoT, pengguna hanya membutuhkan waktu pemantauan aplikasi rata rata 1 menit per hari.

$$\text{Efisiensi Air} = \frac{\text{waktu manual} - \text{waktu IoT}}{\text{rata rata manual}} \times 100\%$$

$$\text{Efisiensi Air} = \frac{3 \text{ menit} - 1 \text{ menit}}{3 \text{ menit}} \times 100\%$$

$$\text{Efisiensi Air} = \frac{2 \text{ menit}}{3 \text{ menit}} \times 100\%$$

$$\text{Efisiensi Air} = 66,7\%$$

Hasil: Sistem ini mencatatkan efisiensi waktu sebesar 66,7%, memangkas dua pertiga beban kerja harian pengguna. Keberhasilan ini didukung oleh temuan Nadindra dan Chandra [15] serta penelitian Arifin dan kawan kawan [16], yang secara konsisten menyimpulkan bahwa integrasi aplikasi mobile pada sistem IoT mengeliminasi keharusan kehadiran fisik secara langsung di lokasi. Penghematan waktu operasional ini menjadikan sistem sangat adaptif untuk diterapkan pada pertanian *urban (home gardening)*, terutama bagi pengguna yang memiliki tingkat mobilitas tinggi.

4.1.3 Intrepetasi Data

Data hasil analisis di atas menunjukkan bahwa alat yang dirancang tidak hanya memenuhi standar fungsionalitas (dapat bekerja sesuai perintah), tetapi juga memberikan dampak performansi yang terukur. Penghematan air sebesar 33,3% mengindikasikan bahwa sistem efektif mencegah over-watering, sementara penghematan waktu 66,7% membuktikan sistem ini adalah solusi yang tepat untuk meningkatkan produktivitas pemilik tanaman.

4.2 Pembahasan

Pada bagian ini peneliti akan membahas keterkaitan hasil penelitian dengan rumusan masalah serta landasan teori yang telah dipaparkan pada bab 1 dan bab 2.

4.2.1 Perancangan Sistem Penyiraman Berbasis IoT

Berdasarkan rumusan masalah pertama mengenai bagaimana merancang sistem penyiraman yang dapat dikontrol sepenuhnya, penelitian ini berhasil mengimplementasikan sistem menggunakan mikrokontroler ESP32.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa pompa air dapat dikendalikan secara nirkabel melalui aplikasi. Hal ini sejalan dengan teori pada bab 2 yang menyatakan ESP32 memiliki fitur Wi-Fi terintegrasi yang memungkinkan perangkat terhubung ke internet dan dikendalikan jarak jauh. Penggunaan pin GPIO pada ESP32 memberikan fleksibilitas untuk memicu modul relay yang bertindak sebagai saklar elektronik bagi pompa air

Keberhasilan kontrol manual (on-demand) ini memberikan solusi atas masalah yang dipaparkan di latar belakang, yaitu keterbatasan mobilitas pemilik tanaman. Dengan fitur ini, pengguna dapat melakukan penyiraman kapan saja melalui smartphone tanpa harus berada di lokasi, mengatasi kendala geografis yang ada pada metode konvensional.

4.2.2 Perancangan Fitur Penyemprotan Hama Daun

Sistem ini menggunakan jalur pipa dan pompa terpisah yang dikhususkan untuk cairan pestisida nabati (seperti neem oil) sesuai batasan penelitian.

Dalam pengujian, nozzle semprotan berhasil menyebarkan cairan secara merata ke arah daun tanaman. Implementasi ini mendukung teori pengendalian hama terjawab atau preventif yang dibahas pada bab 2. Metode preventif yang dilakukan secara otomatis memungkinkan pengendalian populasi hama sejak dini sebelum terjadi kerusakan masif.

Sistem ini menggantikan metode penyemprotan manual yang seringkali inefisien dan melelahkan. Dengan adanya kontrol otomatis via IoT, penyemprotan dapat dilakukan secara konsisten tanpa kontak langsung antara petani dengan cairan pestisida, meningkatkan aspek kesehatan dan keselamatan kerja pengguna.

4.2.3 Penentuan Waktu dan Durasi Otomatis

Sistem ini tidak menggunakan sensor kelembaban tanah, melainkan bergantung pada penjadwalan waktu yang telah di konfigurasi. Sebagaimana dijelaskan dalam landasan teori, kontrol otomatis berbasis jadwal memungkinkan pengguna mengatur interval dan durasi penyiraman secara presisi.

Dalam pembahasan ini ditemukan bahwa mekanisme timer pada Blynk sangat efektif untuk menjaga rutinitas perawatan tanaman. Ini mengatasi faktor kelupaan manusia yang menjadi salah satu penyebab utama kegagalan pertumbuhan tanaman. Durasi penyiraman yang diatur (misalnya 15 detik) memastikan volume air yang keluar selalu sama setiap harinya, menjaga turgor sel tanaman tetap optimal tanpa menyebabkan pembusukan akar akibat air berlebihan (over-water).

4.2.4 Efisiensi Penggunaan Air dan Waktu

Data hasil penelitian menunjukkan peningkatan yang signifikan dibandingkan metode konvensional.

➤ Efisiensi Air

Sistem IoT mampu meningkatkan efisiensi penggunaan air. Pada metode manual, pengguna cenderung menyiram dengan perkiraan visual yang seringkali berlebihan. Dengan sistem IoT, pompa hanya menyala selama durasi yang di program sehingga volume air yang dikeluarkan terukur dan meminimalisir pemborosan. Ini mencegah kondisi tanah jenuh air yang dapat menghambat suplai oksigen ke akar.

➤ Efisiensi Waktu dan Tenaga

Sesuai teori efisiensi sumber daya, sistem ini berhasil memangkas waktu kerja manusia. Jika sebelumnya pengguna harus meluangkan 2-4 menit setiap hari untuk menyiram dan menyemprot, kini pengguna hanya perlu memantau status aplikasi. Hal ini memberikan fleksibilitas tinggi bagi masyarakat urban yang memiliki mobilitas tinggi, membuktikan bahwa sistem ini memberikan solusi praktis untuk perawatan tanaman.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan sebuah sistem otomasi penyiraman dan penyemprotan hama daun berbasis internet of things (IoT) yang mampu mengatasi permasalahan efisiensi dalam perawatan tanaman. Berdasarkan hasil pengujian, sistem yang dibangun menggunakan mikrokontroler ESP32 dan terintegrasi dengan aplikasi Blynk ini telah berfungsi optimal dalam memberikan kendali jarak jauh kepada pengguna. Sistem ini terbukti mampu merespon perintah manual untuk mengaktifkan pompa air maupun pompa penyemprotan secara real-time, sehingga memberikan fleksibilitas penuh bagi pengguna untuk melakukan perawatan tanaman.

Selain kemampuan manual, sistem ini juga berhasil menerapkan mekanisme penjadwalan otomatis yang presisi.

Dari sisi efisiensi sumberdaya, penerapan ini memberikan dampak penghematan yang signifikan dibandingkan dengan metode perawatan konvensional.

5.1 Saran

Meskipun sistem telah bekerja dengan cukup baik, pengembangan lebih lanjut masih sangat masih sangat terbuka untuk meningkatkan kecerdasan dan kemandirian alat. Disarankan agar penelitian selanjutnya dapat mengintegrasikan sensor kelembaban tanah (soil moisture) untuk membuat keputusan penyiraman yang lebih adaptif berdasarkan kondisi real tanah, bukan hanya sekedar jadwal waktu saja. Selain

itu penambahan modul kamera untuk pemantauan visual serta notifikasi peringatan ketersediaan air pada tangki akan menjadikan sistem ini lebih komprehensif.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. E. Nadindra and J. C. Chandra, “Sistem IoT Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis Arduino Dengan Kontrol Telegram”, Jurnal Skanika, vol. 5, no. 1, pp.104, Jan. 2022.
- [2] I. W. Utama, A. W. O. Gama, I. G. A. Negara , I. D. P. A. S. Wisesa, “Sistem Monitoring Penyiraman Otomatis Tanaman Bunga Gemitir Menggunakan Aplikasi Mobile dan Web Thingspeak”, Telsinas-Undiknas Journal, vol. 4, no. 2, 2021.
- [3] F. F. Arifin, R. K. Wira, and M. I. Rosi, “Sistem Penyiraman Otomatis Pada Tanaman Hias Menggunakan Blynk dan NodeMCU”, Jurnal Teknologi Informasi (JUTECH), vol. 2, no. 1, Nov. 2022.
- [4] M. Syarif, D. M. P. Ginting, and S. M. Sihotang, “Rancang Bangun Smart Watering System Untuk Tanaman Hias Berbasis IoT”, Jurnal APIC, vol. 1 no. 1, Feb 2022.
- [5] R. Kumar, J. Dagar, and A. B. Kumar, “Design and Development Of An Automated Pesticide Spraying Robot Using IoT Dor Smart Agriculture”, vol. 9, no. 5, 2021.

- [6] M. E. Apriyani, A. Prasetyo, N. Aldila, “Smart Farming of Phalaenopsis Orchids Growth By Utilizing Fuzzy Logic Control on IoT Architecture”, Jurnal ResearchGate-Telematika, vol. 19, no. 1, Feb 2022.
- [7] M. F. A. Anhar, dan A. D. Puspita, “Perancangan Sistem Monitoring Kualitas Udara Berbasis Mikrokontroler ESP32”, Jurnal ELKHA, vol. 12, no. 1, pp. 1-6, 2021.
- [8] R. A. Fauzi, S. Wahyuni, dan E. Supriyadi, “Desain Sistem Otomasi Penyemprotan Hama Tanaman Berbasis Arduino dan Telegram”, Jurnal Teknologi Komputer, vol. 8, no. 2, Nov. 2021.
- [9] N. L. S. Wati, K. Y. S. Wati, dan I. K. S. Widiadana, “Sistem Otomatisasi Pengendalian Hama dan Pemberian Pupuk Berbasis Internet of Things (IoT) Pada Tanaman Anggur”, Jurnal Rekayasa dan Inovasi, vol. 6, no. 1, Mar. 2024.
- [10] R. D. Saputra, H. F. Pratama, dan D. V. D. S. G. P. Putra, “Studi Komparasi Kinerja Mikrokontroler ESP32 dan ESP8266 Pada Aplikasi Sistem Keamanan Rumah Berbasis IoT”, Jurnal Rekayasa Elektrika, vol. 14, no. 2, pp. 102-108, 2022.
- [11] M. A. Firmanysah, E. S. Budisantoso, dan M. H. F. Alamsyah, “Rancang Bangun Sistem Kontrol Robot Lengan Berbasis Mikrokontroler ESP32”, Jurnal Rekayasa Sitem Industri, vol. 18, no. 1, 2023.

[12] Pratama I. Y. dan Sutaji A., “Implementasi Sistem Kontrol Irigasi Berbasis IoT Dengan Kendali Smartphone”, Jurnal Ilmiah Teknik Elektro Komputer dan Informatika, vol. 10, 2022.

[13] Lestari A. dan Suhartono D., “Perancangan Sistem Pengairan Otomatis Tanaman Cabai Dengan Metode Penjadwalan Berbasis Mikrokontroler”. Jurnal Teknik Informatika, vol. 16, 2023.

[14] I. W. Utama, A. W. O. Gama, I. G. A. Negara, dan I. D. P. A. S. Wisesa, "Sistem Monitoring Penyiraman Otomatis Tanaman Bunga Gemitir Menggunakan Aplikasi Mobile dan Web Thingspeak," *Telsinas-Undiknas J.*, vol. 4, no. 2, 2021.

[15] D. E. Nadindra dan J. C. Chandra, "Sistem IoT Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis Arduino Dengan Kontrol Telegram," *J. Skanika*, vol. 5, no. 1, hlm. 104, Jan. 2022.

[16] F. F. Arifin, R. K. Wira, dan M. I. Rosi, "Sistem Penyiraman Otomatis Pada Tanaman Hias Menggunakan Blynk dan NodeMCU," *J. Teknol. Inf. (JUTECH)*, vol. 2, no. 1, Nov. 2022 .



