

**PERANCANGAN APLIKASI PENYIRAMAN TANAMAN
OTOMATIS BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IOT)
SENSOR YL-69 DAN DHT22**

SKRIPSI



**Oleh:
TIO SETIAWAN
2022230010**

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS PRABUMULIH
2026**

**PERANCANGAN APLIKASI PENYIRAMAN TANAMAN
OTOMATIS BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IOT)
SENSOR YL-69 DAN DHT22**

Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Program Studi
Informatika Universitas Prabumulih



Oleh:
TIO SETIAWAN
2022230010

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS PRABUMULIH
2026**

HALAMAN PENGESAHAN

**PERANCANGAN APLIKASI PENYIRAMAN TANAMAN OTOMATIS
BERBASIS *INTERNET OF THINGS (IOT)* SENSOR YL-69 DAN DHT22**

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Program Studi Informatika Universitas Prabumulih**

Oleh:

Tio Setiawan

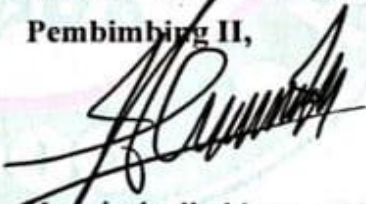
2022230010

Prabumulih, 19 Juni 2026

Pembimbing I,

Pembimbing II,


Nur Aini H, S.Kom., M.Si., M.Kom.
NUPTK. 2434764664300022


Hermizahadiwidastra, S.Kom., M.Kom.
NUPTK. 2863762663130192



Iwan Setiawan, S.Kom., M.Kom.
NUPTK. 1541769670130303

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas akhir berupa Skripsi ini dengan judul Perancangan Aplikasi Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis *Internet Of Things* (IoT) Sensor YI-69 Dan DHT22 telah dipertahankan dan disetujui dihadapan Tim Penguji Tugas Akhir Program Studi Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Prabumulih pada tanggal 24 Juni 2026.

Prabumulih, 24 Juni 2026

Tim Penguji Tugas Akhir

Ketua:

Nur Aini H, S.Kom., M.Si., M.Kom. ()

NUPTK. 2434764664300022

Anggota:

Hermizahadiwidastra, S.Kom., M.Kom. ()

NUPTK. 2863762663130192

Jepri Yandi, S.Kom., M.Kom ()

NUPTK. 3948771672130302

Mengetahui,

Dekan Fakultas Ilmu Komputer



Khana Wijaya, S.Kom., M.Kom

NUPTK. 7146768669130363

Ketua Program Studi Informatika,



Iwan Setiawan, S.Kom., M.Kom.

NUPTK. 1541769670130303

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Tio Setiawan

NIM : 2022230010

Program Studi : Informatika

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa, skripsi ini benar-benar merupakan hasil karya saya dan tidak terdapat karya orang lain, apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa tugas akhir ini hasil *plagiasi*, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku atas perbuatan tersebut.



Prabumulih, 24 Juni 2026

Yang membuat pernyataan,



Tio Setiawan

NIM. 2022230010

ABSTRAK

Perancangan Aplikasi Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis *Internet of Things* (IoT) Sensor YL-69 dan DHT22

Tio Setiawan, 2022230010, 2026

Pertanian modern membutuhkan sistem penyiraman yang efisien agar tanaman dapat tumbuh optimal tanpa pemborosan air. Pada penelitian ini dirancang sebuah sistem penyiraman tanaman otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan memanfaatkan sensor kelembaban tanah sebagai pendeteksi kondisi media tanam. Sensor akan mengirimkan data kelembaban secara *real-time* ke mikrokontroler yang kemudian mengatur pompa air untuk menyiram tanaman sesuai kebutuhan. Sistem ini juga dilengkapi dengan kendali berbasis aplikasi mobile sehingga pengguna dapat memantau kondisi kelembaban dan mengendalikan penyiraman dari jarak jauh. Hasil yang diharapkan dari penelitian ini adalah terciptanya sistem yang mampu meningkatkan efisiensi penggunaan air, mempermudah perawatan tanaman, serta mendukung penerapan teknologi *IoT* pada bidang pertanian.

Kata Kunci: *Internet of Things* (IoT), Penyiraman Tanaman Otomatis, Sensor YL-69, Sensor DHT22, ESP32.

ABSTRACT

Design of an Automatic Plant Watering Application Based on the Internet of Things (IoT) Using YL-69 and DHT22 Sensors

Tio Setiawan, 2022230010, 2026

Modern agriculture requires an efficient irrigation system to ensure optimal plant growth without wasting water. This study designs an automatic plant watering system based on the Internet of Things (IoT) by utilizing a soil moisture sensor to detect the condition of the growing media. The sensor transmits real-time moisture data to a microcontroller, which then controls the water pump to irrigate the plants as needed. The system is also equipped with a mobile application interface, allowing users to monitor soil moisture conditions and control irrigation remotely. The expected outcome of this research is a system capable of improving water-use efficiency, simplifying plant maintenance, and supporting the implementation of IoT technology in the agricultural sector.

Keywords: *Internet of Things (IoT), Automatic Plant Watering System, YL-69 Sensor, DHT22 Sensor, ESP32.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan Skripsi yang berjudul “Perancangan Aplikasi Penyiraman Otomatis Berbasis *Internet Of things* (IoT) Sensor YL-69 dan DHT22” dengan baik. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Ibu Dr. Yuniar Pratiwi, S.Si., M.Si selaku Rektor Universitas Prabumulih.
2. Bapak Andi Christian, S.Kom., M.Kom selaku Wakil Rektor Universitas Prabumulih.
3. Bapak Khana Wijaya, S.Kom., M.Kom selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Prabumulih.
4. Ibu Suhartini, S.Kom., M.Kom selaku Wakil Dekan Bidang Keuangan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Prabumulih
5. Bapak Iwan Setiawan, S.Kom., M.Kom selaku Ketua Program Studi Informatika.
6. Ibu Nur Aini H, S.Kom., M.Si., M.Kom selaku Wakil Dekan Bidang Kemahasiswaan Sekaligus Pembimbing I dan Pembimbing Akademik.
7. Bapak Hermizahadiwidastra, S.Kom., M.Kom sebagai Pembimbing II.
8. Teman-teman seperjuangan yang selalu hadir dengan canda dan semangat di tengah tekanan tugas dan waktu.

Penulisan Skripsi ini masih terdapat kekurangan sehingga membutuhkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk kesempurnaan Skripsi.

Prabumulih, 24 Juni 2026

Penulis,



Tio Setiawan

NIM. 2022230010

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR SINGKATAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Teori Terkait Penelitian	6
2.1.1 Konsep Dasar <i>Internet of things (IoT)</i>	6
2.1.2 Arsitektur dan Komponen <i>IoT</i>	6
2.1.3 Mikrokontroler ESP32.....	7
2.1.4 Sensor Kelembaban Tanah (<i>Soil Moisture Sensor</i>).....	8
2.1.5 Sensor Suhu dan Kelembaban DHT22	8
2.1.6 Bahasa Pemrograman <i>Dart</i>	9
2.1.7 Framework Flutter	10
2.1.8 <i>Firestore Realtime Database</i>	11
2.1.9 Aktuator Pompa Air (<i>Water Pump</i>).....	12

2.1.10 <i>Solid State Relay (SSR)</i>	13
2.2 Penelitian Terdahulu	13
2.3 Kerangka Berpikir Penelitian	17
BAB III METODE PENELITIAN	19
3.1 Objek dan Jadwal Peneitian	19
3.1.1 Objek Penelitian	19
3.1.2 Jadwal Penelitian	19
3.2 Metode Penelitian	20
3.3 Sumber Data	20
3.4 Teknik Pengumpulan Data	22
3.4.1 Studi Literatur (<i>Literature Review</i>) dan Dokumentasi	22
3.4.2 Observasi	22
3.4.3 Wawancara	23
3.4.4 Pengujian	23
3.5 Metode Pengembangan Sistem	23
3.6 Alat Bantu Perancangan	25
3.6.1 Alat Bantu Perangkat Lunak (<i>Software</i>)	25
3.6.2 Alat Bantu Perancangan Konseptual	26
3.6.3 Alat Bantu Debugging	29
3.7 Pengujian Sistem	29
3.7.1 Pengujian Fungsionalitas (<i>Black Box Testing</i>)	30
3.7.2 Pengujian Kinerja (Akurasi Sensor)	32
BAB IV ANALISA DAN PERANCANGAN	34
4.1 Analisa Sistem	34
4.1.1 Analisa dan Evaluasi Sistem Berjalan	34
4.1.2 Analisa Kebutuhan	35
4.2 Perancangan Sistem (Desain) yang Diusulkan	39
4.2.1 Perancangan Sistem (Logis)	39
4.2.2 Perancangan <i>Database</i>	57
4.2.3 Perancangan Antarmuka (UI/UX)	59
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	66
5.1 Implementasi Sistem	66
5.1.1 Perangkat Keras yang Digunakan	66

5.1.2 Perangkat Lunak yang Digunakan.....	67
5.2 Spesifikasi Perangkat.....	68
5.2.1 Perangkat Keras.....	68
5.2.2 Perangkat Lunak.....	69
5.3 Implementasi <i>Database</i>	69
5.4 Tampilan Antarmuka Sistem.....	71
5.4.1 Halaman <i>Login</i>	71
5.4.2 Halaman <i>Dashboard</i>	72
5.4.3 Halaman Jadwal	73
5.4.4 Halaman Riwayat	74
5.4.5 Halaman Laporan	75
5.4.6 Halaman Profil	76
5.5 Hasil Pengujian Sistem	77
5.5.1 Pengujian <i>Black Box</i>	77
5.5.2 Uji Pembacaan Sensor	87
5.6 Pembahasan.....	89
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	91
6.1 Kesimpulan	91
6.2 Saran	91
DAFTAR PUSTAKA.....	93
LAMPIRAN	96

DAFTAR TABEL

	Halaman
Table 2. 1 Penelitian terdahulu	13
Table 3.1 Jadwal Penelitian.....	18
Tabel 3.2 Identitas Responden.....	20
Tabel 4. 1 Evaluasi Sistem Berjalan	35
Tabel 4. 2 Kebutuhan Pengguna.....	36
Tabel 4. 3 Kebutuhan Data Sistem	36
Tabel 4. 4 Kebutuhan Fungsional.....	37
Tabel 4. 5 Kebutuhan Non-Fungsional.....	37
Tabel 4. 6 Perangkat keras dan Perangkat Lunak.....	38
Tabel 4. 7 Sensor	58
Tabel 4. 8 Jadwal	58
Tabel 4. 9 <i>Control</i>	58
Tabel 4. 10 <i>History</i>	58
Tabel 5. 1 Perangkat Keras yang digunakan	66
Tabel 5. 2 Perangkat Lunak yang digunakan	67
Tabel 5. 3 Spesifikasi Perangkat Keras.....	68
Tabel 5. 4 Spesifikasi Perangkat Lunak.....	69
Tabel 5. 5 Pengujian Aplikasi <i>Smart grow</i>	78
Tabel 5. 6 Pengujian Perangkat IoT.....	80
Tabel 5. 7 <i>Output</i> Sistem Aplikasi <i>Smart Grow</i>	82
Tabel 5. 8 <i>Output</i> Sistem Perangkat IoT.....	82
Tabel 5. 9 Evaluasi Hasil Pengujian Aplikasi <i>Smart Grow</i>	83
Tabel 5. 10 Evaluasi hasil Pengujian Perangkat IoT	85
Tabel 5. 11 Hasil Pembacaan Sensor.....	87

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kerangka Berpikir Penelitian	17
Gambar 3.1 <i>Diagram Blok Sistem</i>	27
Gambar 3.2 <i>Flowchart</i>	28
Gambar 3. 3 <i>Black Box Testing</i>	30
Gambar 4. 1 <i>Use Case Diagram Smart Grow</i>	40
Gambar 4. 2 <i>Activity Diagram Login</i>	42
Gambar 4. 3 <i>Activity Diagram Monitoring Sensor</i>	43
Gambar 4. 4 <i>Activity Diagram Jadwal Penyiraman</i>	44
Gambar 4. 5 <i>Activity Diagram Kontrol Pompa Manual</i>	46
Gambar 4. 6 <i>Activity Diagram Laporan</i>	47
Gambar 4. 7 <i>Squence Diagram Login</i>	49
Gambar 4. 8 <i>Sequence Diagram Monitoring Sensor</i>	50
Gambar 4. 9 <i>Sequence Diagram Jadwal Penyiraman</i>	51
Gambar 4. 10 <i>Sequence Diagram Kontrol Pompa Manual</i>	52
Gambar 4. 11 <i>Class Diagram</i>	53
Gambar 4. 12 <i>Diagram Blok Sistem</i>	54
Gambar 4. 13 <i>Diagram Alat Smart Grow</i>	56
Gambar 4. 14 <i>Desain dan Visualisasi Alat Smart Grow</i>	57
Gambar 4. 15 <i>Halaman Login</i>	60
Gambar 4. 16 <i>Halaman Dashboard</i>	61
Gambar 4. 17 <i>Halaman Jadwal Penyiraman</i>	62
Gambar 4. 18 <i>Halaman Riwayat Aktivitas</i>	63
Gambar 4. 19 <i>Halaman Laporan</i>	64
Gambar 4. 20 <i>Halaman Profil Pengguna</i>	65
Gambar 5. 1 <i>Implementasi Firebase Realtime Database</i>	70
Gambar 5. 2 <i>Halaman Login</i>	71
Gambar 5. 3 <i>Halaman Dashboard</i>	72
Gambar 5. 4 <i>Halaman Jadwal</i>	73
Gambar 5. 5 <i>Halaman Riwayat</i>	74
Gambar 5. 6 <i>Halaman laporan</i>	75

Gambar 5. 7 Halaman Profil.....	76
---------------------------------	----



DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

Lampiran 1 Dokumentasi Wawancara & Observasi.....	102
Lampiran 2 Daftar Pertanyaan Wawancara.....	106



DAFTAR SINGKATAN



IoT	: <i>Internet of Things</i>
LCD	: <i>Liquid Crystal Display</i>
SSR	: <i>Solid State Relay</i>
R&D	: <i>Research and Development</i>
UI	: <i>User Interface</i>
MQTT	: <i>Message Queuing Telemetry Transport</i>
DC	: <i>Direct Current</i>
Wi-Fi	: <i>Wireless Fidelity</i>
PPMS	: <i>Physics Parameter Monitoring System</i>
LED	: <i>Light Emitting Diode</i>
ADC	: <i>Analog to Digital Converter</i>
CMOS	: <i>Complementary Metal Oxide Semiconductor</i>
URL	: <i>Uniform Resource Locator</i>
CPU	: <i>Central Processing Unit</i>
API	: <i>Application Programming Interface</i>
HTTP	: <i>Hypertext Transfer Protocol</i>
RAM	: <i>Random Access Memory</i>
UI/UX	: <i>User Interface / User Experience</i>
JSON	: <i>JavaScript Object Notation</i>
IDE	: <i>Integrated Development Environment</i>
ESP32	: <i>Espresif System 32</i>
DHT22	: <i>Digital Humidity and Temperature Sensor 22</i>
YL-69	: <i>Soil Moisture Sensor</i>
ERD	: <i>Entity Relationship Diagram</i>
VS Code	: <i>Visual Studio Code</i>
OLED	: <i>Organic Light Emitting Diode</i>
SLA	: <i>Sealed Lead Acid</i>

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertanian di Indonesia sekarang mulai bergerak ke arah yang lebih modern, yaitu *smart farming* 4.0 yang memanfaatkan teknologi dalam prosesnya. Kementerian pertanian juga menjadikan *smart farming* sebagai salah satu langkah utama di era digital untuk meningkatkan hasil panen dan membuat pekerjaan petani menjadi lebih efisien. Kondisi ini menunjukkan bahwa penelitian yang menggabungkan teknologi, terutama *Internet of Things (IoT)*, dalam bidang pertanian memperoleh dukungan kuat dari pemerintah (Rachmawati, 2021).

Pada praktiknya, tidak semua kegiatan pertanian telah memanfaatkan teknologi. Di Jalan Tromol Sukaraja, khususnya pada budidaya cabai setan (*Capsicum chinense*), proses penyiraman masih dilakukan secara manual. Penyiraman biasanya dilakukan berdasarkan kebiasaan harian tanpa alat bantu yang dapat menunjukkan kondisi tanah secara pasti. Petani umumnya menentukan waktu penyiraman berdasarkan perkiraan atau melihat kondisi permukaan tanah saja.

Cara tersebut sering menimbulkan ketidaksesuaian antara kebutuhan air tanaman dan jumlah air yang diberikan. Pada kondisi cuaca panas, tanah dapat cepat mengering meskipun sebelumnya telah disiram. Sebaliknya, saat cuaca lembab atau setelah hujan, tanah masih menyimpan cukup air tetapi tetap disiram kembali karena tidak ada indikator kelembaban yang terukur. Situasi ini menunjukkan bahwa proses penyiraman masih belum didukung oleh data kondisi lingkungan secara langsung.

Melihat kondisi tersebut, diperlukan suatu sistem yang dapat membantu petani mengetahui keadaan tanah dan suhu lingkungan secara nyata. Dengan adanya sistem yang mampu membaca kelembaban tanah dan suhu udara, proses penyiraman dapat dilakukan berdasarkan kondisi nyata di lapangan, bukan hanya berdasarkan kebiasaan. Hal ini diharapkan dapat membantu penggunaan air menjadi lebih tepat dan sesuai dengan kebutuhan tanaman.

Internet of Things (IoT) merupakan konsep yang memungkinkan perangkat fisik terhubung ke internet untuk mengumpulkan dan bertukar data secara otomatis tanpa campur tangan manusia secara langsung. *IoT* bekerja dengan memanfaatkan sensor sebagai pengambil data dari lingkungan dan aktuator sebagai pelaksana perintah berdasarkan hasil pemrosesan data. Teknologi ini telah banyak digunakan di bidang pertanian karena mampu membantu proses monitoring dan kontrol jarak jauh secara *real-time*, sehingga pekerjaan petani menjadi lebih efisien dan terukur (Erwin et al., 2023).

Meskipun teknologi *Internet of Things (IoT)* telah banyak digunakan dalam sistem monitoring pertanian, penerapannya pada sistem penyiraman otomatis khususnya pada budidaya cabai setan di Jalan Tromol Sukaraja masih belum banyak dilakukan.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem penyiraman otomatis berbasis *IoT* pada tanaman cabai di Jalan Tromol Sukaraja. Sistem yang dirancang menggunakan sensor YL-69 untuk mengukur kelembaban tanah dan sensor DHT22 untuk mendeteksi suhu udara sebagai dasar dalam menentukan kapan pompa air harus menyala. Dengan sistem ini, penyiraman diharapkan dapat berlangsung secara otomatis sesuai dengan kondisi nyata pada tanaman.

Penelitian ini penting dilakukan karena sistem penyiraman otomatis berbasis *IoT* diharapkan dapat membantu petani dalam melakukan penyiraman secara lebih efisien serta meningkatkan produktivitas tanaman cabai.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara merancang dan membuat sistem serta aplikasi penyiraman otomatis menggunakan metode *Research and Development (R&D)*?
2. Bagaimana cara mengirim dan menampilkan data dari sensor ke aplikasi buatan sendiri agar kondisi tanaman bisa dipantau secara langsung (*real-time*)?
3. Apakah penggunaan sistem ini lebih baik dan lebih stabil dalam menjaga

kelembapan tanah dibandingkan dengan cara menyiram manual yang sering tidak teratur waktunya?.

1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi pada hal-hal berikut

1. Fokus utama penelitian adalah pada perancangan dan fungsionalitas aplikasi yang dibuat sendiri sebagai media monitoring dan kontrol.
2. Lahan yang digunakan untuk uji coba memiliki ukuran panjang 2 meter dan lebar 3 meter
3. Tanaman yang digunakan sebagai objek uji coba (*case study*) adalah tanaman cabai setan (*Capsicum Chinense*) dengan jumlah sampel 10 rumpun yang di tanam pada lahan tersebut.
4. Media tanam yang digunakan adalah tanah lempung berpasir dan campuran yang berada di lahan tersebut.
5. Penelitian ini tidak membahas hal-hal seperti pertumbuhan tanaman, nutrisi, atau perbedaan media tanam, karena fokusnya hanya pada sistem penyiraman otomatis.
6. Data yang dikirimkan melalui aplikasi terbatas pada nilai kelembapan tanah dan status operasional pompa (*ON/OFF*).
7. Komponen perangkat keras utama yang dimanfaatkan adalah sensor kelembapan tanah YL-69 dan sensor suhu kelembapan udara DHT22, Mikrokontroler *ESP32* (sebagai *gateway IoT*), dan pompa air.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk menjawab rumusan masalah di atas, yaitu:

1. Mengembangkan sistem dan aplikasi penyiraman otomatis menggunakan tahapan metode *Research and Development* (R&D).
2. Memastikan data dari sensor suhu dan kelembapan tanah muncul dengan benar di aplikasi yang dirancang sendiri.
3. Membandingkan hasil antara penyiraman otomatis dan penyiraman manual dalam menjaga kondisi tanah tanaman Cabai Setan.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis
 - a. Menambah wawasan dan referensi ilmiah dalam bidang teknologi *Internet of Things* (IoT), khususnya terkait penerapan sistem penyiraman otomatis berbasis sensor pada sektor pertanian.
 - b. Menjadi bahan kajian dan rujukan bagi peneliti selanjutnya yang ingin mengembangkan sistem monitoring dan penyiraman tanaman berbasis teknologi IoT.
 - c. Memperkaya literatur akademik mengenai pemanfaatan sensor kelembaban tanah dan suhu udara dalam sistem otomatisasi penyiraman tanaman.
2. Manfaat Praktis
 - a. Bagi Penulis: Sebagai syarat untuk menyelesaikan studi dan untuk belajar cara membuat sistem IoT serta aplikasi sendiri dari awal tanpa pakai *platform* instan.
 - b. Bagi Masyarakat: Membantu meringankan pekerjaan petani dalam menyiram tanaman secara manual, sehingga tenaga dan waktu bisa digunakan untuk keperluan lainnya
 - c. Bagi Akademik: Penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan pembelajaran bagi mahasiswa dalam memahami penerapan teknologi *Internet of Things* (IoT) pada sistem penyiraman otomatis di bidang pertanian.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan Skripsi ini disusun agar memberikan gambaran yang mengenai tahapan penelitian, sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Menjelaskan latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Memaparkan landasan teori dan konsep yang menjadi dasar dalam perancangan sistem. Pembahasannya meliputi definisi *Internet of Things (IoT)*, penjelasan teknis mengenai perangkat keras utama seperti mikrokontroler ESP32, sensor kelembaban tanah YL-69, sensor suhu DHT22, aktuator, *android*, serta penelitian terdahulu dan kerangka berfikir.

BAB III METODE PENELITIAN

Menjelaskan metode penelitian, tahapan, dan prosedur yang akan digunakan dalam pelaksanaan penelitian. Pembahasannya meliputi diagram alur penelitian, waktu dan tempat pelaksanaan, peralatan dan bahan yang dibutuhkan, tahapan perancangan (perangkat keras dan perangkat lunak), serta metode pengujian yang akan dilakukan untuk menguji sistem sesuai dengan Rumusan Masalah.

BAB IV ANALISA DAN PERANCANGAN SISTEM

Bab ini berisi Analisa Sistem, Analisa Kebutuhan, serta Perancangan Sistem (*Use Case*, *Activity Diagram*, *Sequence Diagram*, *Class Diagram*), Perancangan *Database*, dan Perancangan Antarmuka (UI/UX)

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil implementasi sistem, spesifikasi perangkat, implementasi *database*, tampilan antarmuka, serta hasil pengujian sistem dan pembahasan hasil penelitian.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini memuat Kesimpulan dari hasil penelitian serta saran untuk pengembangan dan penelitian selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Teori Terkait Penelitian

2.1.1 Konsep Dasar *Internet of things (IoT)*

Internet of Things (IoT) merupakan sebuah konsep yang memungkinkan perangkat fisik dapat terhubung ke internet dan saling berkomunikasi tanpa campur tangan manusia secara langsung. *IoT* bekerja dengan mengumpulkan data dari lingkungan kemudian mengirimkannya melalui jaringan internet untuk diproses dan menghasilkan perintah tertentu, seperti kontrol jarak jauh maupun monitoring kondisi alat (Erwin et al., 2023).

Dalam bidang pertanian, *IoT* berperan penting dalam mendukung pengembangan sistem smart farming yang mampu meningkatkan produktivitas dan mengoptimalkan penggunaan air serta pemantauan tanaman secara *real time*. Teknologi ini memungkinkan petani untuk memantau kondisi lingkungan seperti suhu udara dan kelembaban tanah serta mengontrol perangkat secara otomatis melalui *smartphone*, sehingga proses penyiraman dapat berjalan lebih efisien dan tepat sesuai kebutuhan tanaman (Subagja et al., 2023).

Berdasarkan dua sumber tersebut dapat disimpulkan bahwa *Internet of Things (IoT)* adalah teknologi yang memungkinkan perangkat terhubung dan bertukar data melalui jaringan internet untuk melakukan proses *monitoring* serta kontrol otomatis secara efektif dan efisien. Karena sebagian besar petani masih melakukan penyiraman secara manual tanpa bantuan alat otomatis. Kondisi tersebut menyebabkan jumlah air yang diberikan sering tidak sesuai kebutuhan tanaman dan membutuhkan waktu lebih lama.

2.1.2 Arsitektur dan Komponen *IoT*

Arsitektur *Internet of Things (IoT)* terdiri dari beberapa lapisan yang saling terhubung agar alur data dari perangkat sensor dapat diproses dan ditampilkan dengan baik kepada pengguna. Arsitektur *IoT* umumnya meliputi empat komponen utama, yaitu sensor untuk pengumpulan data, *connectivity* sebagai jalur pengiriman data melalui jaringan, data processing untuk pemrosesan dan analisis data, serta *user interface* sebagai tampilan informasi bagi pengguna (Nugroho et al., 2025).

Selain itu, sistem monitoring dan kontrol berbasis *IoT* setidaknya harus memiliki mikrokontroler sebagai pusat pemrosesan data serta aktuator sebagai komponen yang mengeksekusi perintah, seperti mengaktifkan pompa air pada sistem irigasi otomatis (Ferdiansyah et al., 2025).

Dalam penelitian ini, penulis menggunakan arsitektur *IoT* yang sederhana namun efektif. Sensor YL-69 digunakan untuk mengumpulkan data kelembaban tanah, kemudian mikrokontroler ESP32 memproses data tersebut untuk menentukan apakah pompa air perlu dinyalakan. Data yang diperoleh juga dikirimkan ke aplikasi agar pengguna dapat memantau kondisi lahan secara *real-time*, sehingga proses penyiraman dapat dilakukan secara otomatis maupun manual sesuai kebutuhan.

2.1.3 Mikrokontroler ESP32

Mikrokontroler ESP32 merupakan komponen utama yang berfungsi sebagai pusat pengendali sistem, yaitu memproses data dari sensor dan menentukan kapan aktuator seperti pompa air perlu diaktifkan. ESP32 banyak digunakan dalam proyek *IoT* karena sudah dilengkapi modul *Wi-Fi* dan memiliki kemampuan pemrosesan yang baik untuk kebutuhan monitoring dan kontrol jarak jauh. Modul ini juga mampu mengirim data secara *real-time* sehingga sangat mendukung sistem berbasis *IoT* (Ahmad Syafi'i et al., 2024).

Penggunaan mikrokontroler ESP32 juga banyak dijumpai dalam penelitian lain yang membahas sistem monitoring berbasis *IoT*. Modul ini dipilih karena memiliki kecepatan tinggi dalam mengolah data dan mampu berkomunikasi secara nirkabel dengan stabil, sehingga sangat mendukung sistem otomatisasi dan pemantauan lingkungan (Saputra & Suryono, 2024).

Penulis menilai bahwa ESP32 merupakan pilihan yang tepat untuk diterapkan pada sistem *smart farming* ini. Alasannya, modul ini telah memiliki koneksi *Wi-Fi* bawaan sehingga tidak memerlukan perangkat tambahan lain, membuat rangkaian lebih sederhana dan lebih efisien biaya. Selain itu, kemampuan responnya yang cepat sangat membantu dalam proses penyiraman otomatis, terutama pada saat kondisi tanah mengalami kekeringan.

2.1.4 Sensor Kelembaban Tanah (*Soil Moisture Sensor*)

Sensor YL-69 juga memerlukan proses kalibrasi untuk memperoleh tingkat akurasi yang lebih baik, sehingga nilai pembacaan sensor dapat benar-benar mencerminkan kondisi tanah yang sebenarnya. Penyesuaian penting dilakukan terutama karena karakteristik tanah yang berbeda-beda dapat mempengaruhi hasil pembacaan sensor (Romadan et al., 2024).

Dalam penerapannya, sensor kelembaban tanah YL-69 merupakan komponen input utama dalam sistem penyiraman otomatis karena berfungsi untuk mengukur kadar air pada media tanah. Sensor ini banyak digunakan dalam penelitian irigasi otomatis, di mana hasil pengukurannya menjadi dasar pengambilan keputusan dalam mengaktifkan pompa air. Keefektifan sensor YL-69 sebagai input sangat bergantung pada kemampuan sistem untuk mengirimkan data secara andal dan responsif, yang mana pengiriman data sinkron dengan protokol MQTT telah terbukti dapat meningkatkan responsivitas sistem (Lestari et al., 2023).

Berdasarkan kebutuhan penelitian, sensor YL-69 dipilih karena memiliki harga yang terjangkau, mudah dipasang (*plug and play*), dan sesuai untuk diterapkan dalam sistem *smart farming*. Penyesuaian awal dilakukan agar sensor dapat membaca nilai kelembaban dengan tepat, sehingga sistem dapat menentukan kapan batas kelembaban, misalnya 40% tercapai dan pompa air perlu diaktifkan. Dengan demikian, proses penyiraman dapat berlangsung lebih efektif dan sesuai kebutuhan tanaman.

2.1.5 Sensor Suhu dan Kelembaban DHT22

Sensor suhu dan kelembaban DHT22 merupakan sensor digital yang digunakan untuk mengukur kondisi lingkungan udara di sRiski Luzardhitar tanaman, yaitu suhu dan kelembaban relatif (*relative humidity*). Sensor ini banyak diterapkan dalam sistem penyiraman otomatis untuk memperoleh data lingkungan yang lebih akurat selain data kelembaban tanah, sehingga dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan dalam pengaturan irigasi otomatis. Data yang diperoleh dari sensor DHT22, seperti suhu dan kelembaban udara, sangat diperlukan untuk analisis kondisi cuaca dan lingkungan sebagai bagian dari sistem pemantauan yang komprehensif (Luspita et al., 2025).

Oleh karena itu, DHT22 juga dimanfaatkan dalam penelitian lain sebagai komponen pemantauan suhu dan kelembaban udara secara *real-time*. Pengumpulan data dari berbagai sensor yang terhubung internet adalah bagian integral dari penerapan *Internet of Things* yang memungkinkan perangkat fisik mengirimkan data untuk *monitoring* jarak jauh. Data dari sensor kemudian dikirimkan ke aplikasi Blynk sebagai bagian dari sistem monitoring jarak jauh yang memudahkan pengguna untuk mengetahui kondisi tanaman kapan saja (Kharisma Yonatan et al., 2025).

Berdasarkan hasil kajian tersebut, penggunaan sensor DHT22 dinilai sangat membantu dalam sistem penyiraman otomatis tanaman cabai setan, karena suhu dan kelembaban udara berpengaruh terhadap tingkat penguapan air pada tanah. Informasi yang diperoleh dapat menjelaskan alasan perubahan kondisi kelembaban tanah, misalnya pada saat suhu udara meningkat di atas 35°C sehingga tanah lebih cepat mengalami pengeringan.

2.1.6 Bahasa Pemrograman Dart

Dart merupakan bahasa pemrograman modern yang dikembangkan oleh Google dengan optimasi khusus untuk kebutuhan pengembangan antarmuka pengguna (*user interface*) yang canggih pada berbagai *platform* seperti *mobile*, *web*, maupun *desktop*. Bahasa ini memiliki keunggulan kompetitif pada sistem kompilasi ganda, yaitu *Ahead-of-Time* (AOT) untuk menghasilkan performa aplikasi yang stabil dan cepat saat dijalankan, serta *Just-in-Time* (JIT) yang berfungsi untuk mempercepat proses pengembangan melalui fitur *hot reload* yang memungkinkan pengembang melihat perubahan kode secara instan tanpa harus memulai ulang aplikasi dari awal. Dengan karakteristik tersebut, *Dart* mampu memberikan pengalaman pengguna yang sangat halus karena proses eksekusi kode dilakukan secara efisien langsung pada bahasa mesin, sehingga mengurangi beban kerja prosesor pada perangkat *smartphone* yang digunakan oleh pengguna akhir (Aji Wicaksono et al., 2025).

Pengelolaan memori yang efisien merupakan aspek krusial dalam pengembangan aplikasi berbasis *Dart*, terutama untuk aplikasi yang berjalan secara *real-time*. Penggunaan teknik optimasi seperti penerapan kata kunci *const* pada pembuatan objek dapat secara signifikan meningkatkan kecepatan eksekusi aplikasi

karena objek tersebut bersifat statis dan tidak berubah setelah dibuat. Strategi ini memungkinkan sistem untuk melakukan optimasi pada waktu kompilasi (*compile-time*), sehingga aplikasi monitoring tidak hanya memberikan respons yang lebih cepat, tetapi juga mampu menjaga stabilitas performa meskipun digunakan dalam jangka waktu yang lama. Hal ini menjadikan *Dart* sebagai pilihan utama bagi pengembang yang mengutamakan kecepatan akses data dan efisiensi kinerja perangkat keras dalam mengolah informasi yang diterima dari sensor secara terus-menerus (Listiawan et al., 2025).

Berdasarkan teori di atas, penulis menyimpulkan bahwa penggunaan *Dart* sangat menunjang pembangunan aplikasi monitoring karena kemampuannya dalam melakukan optimasi kinerja memori yang stabil. Dengan penerapan teknik pemrograman yang tepat pada bahasa *Dart*, aplikasi dapat menyajikan data kelembapan dan suhu secara instan tanpa mengalami hambatan performa yang dapat mengganggu pengalaman pengguna.

2.1.7 Framework Flutter

Flutter adalah sebuah *Software Development Kit* (SDK) yang memungkinkan pembuatan aplikasi *mobile* secara *native* tanpa melalui *bridge* JavaScript, sehingga mampu menghasilkan performa *rendering* grafis yang sangat halus. Framework ini menggunakan mesin grafis khusus untuk memastikan tampilan antarmuka tetap konsisten dan responsif di berbagai sistem operasi, baik *android* maupun *iOS*. Keunggulan *Flutter* terletak pada kemampuannya mengintegrasikan berbagai pustaka (*library*) pihak ketiga yang memudahkan pengembang dalam menyajikan data secara dinamis. Hal ini sangat krusial dalam membangun sistem pemantauan yang memerlukan visualisasi data secara cepat dan informatif bagi pengguna, sehingga interaksi antara sistem dan manusia dapat berjalan secara harmonis dan efisien (Stefanie et al., 2025).

Dalam konteks pengembangan aplikasi pendukung pertanian cerdas (*smart city* pertanian), penggunaan teknologi *mobile* berbasis *framework* modern berperan sebagai fasilitas penghubung utama antara produsen dan sistem informasi digital. Pengembangan aplikasi ini bertujuan untuk memaksimalkan potensi sumber daya pertanian melalui penyediaan fitur-fitur edukatif dan informatif yang dapat diakses secara mudah melalui satu genggaman. Implementasi aplikasi berbasis *mobile*

memungkinkan adanya distribusi informasi yang lebih merata mengenai kondisi tanaman, teknik budidaya, hingga sistem bantuan yang lebih terorganisir bagi petani. Dengan antarmuka yang dirancang secara khusus untuk kebutuhan sektor pertanian, diharapkan teknologi ini dapat meminimalisir risiko kerugian akibat kurangnya pengawasan serta meningkatkan nilai ekonomi dari hasil panen hortikultura secara signifikan (Rafi & Santoso, 2023).

Dengan demikian, penulis menyimpulkan bahwa *framework Flutter* adalah solusi yang sangat efektif untuk membangun antarmuka monitoring lahan cabai. Hal ini dikarenakan *Flutter* tidak hanya menawarkan performa yang stabil, tetapi juga fleksibilitas dalam mengintegrasikan fitur-fitur informatif yang dapat membantu petani dalam mengelola lahan mereka secara lebih profesional dan berbasis data digital.

2.1.8 *Firestore Realtime Database*

Dalam arsitektur *Internet of Things* (IoT), *Firestore* berfungsi sebagai *platform* pengumpul data (*data aggregator*) yang menerima *input* dari mikrokontroler seperti ESP32 secara *real-time*. Penggunaan *platform* ini sangat efektif untuk memantau parameter teknis secara jarak jauh melalui aplikasi *mobile android* karena keandalannya dalam menjaga ketersediaan data secara berkelanjutan. Integrasi antara sensor fisik dan *Firestore* memungkinkan adanya validasi fungsionalitas sistem monitoring secara langsung, sehingga pengguna dapat segera mendeteksi jika terjadi anomali pada sistem. Keunggulan infrastruktur ini terletak pada kemampuannya untuk menangani pengiriman data dalam volume besar dengan latensi rendah, yang merupakan faktor penentu dalam keberhasilan sebuah prototipe sistem pemantauan berbasis teknologi digital masa kini (Kadek Anggara Sastra Wijaya Putra et al., 2026).

Firestore realtime database adalah sebuah layanan *database* NoSQL berbasis awan (*cloud*) yang menyimpan data dalam format JSON dan menyinkronkannya secara otomatis ke seluruh klien yang terhubung secara instan. Layanan ini memastikan setiap perubahan data sensor di lapangan dapat langsung ditampilkan pada aplikasi tanpa perlu melakukan penyegaran manual oleh pengguna. Sinkronisasi data yang bersifat dua arah ini memungkinkan komunikasi antara perangkat keras dan aplikasi berjalan sangat lancar, di mana setiap informasi

mengenai parameter fisik lingkungan dapat terpantau secara detik demi detik. Selain itu, *Firestore* menawarkan skalabilitas yang tinggi dan kemudahan integrasi dengan berbagai *platform*, sehingga sangat cocok digunakan untuk pengembangan sistem monitoring yang mengandalkan kecepatan pertukaran informasi (Rizqi Samkayana, 2025).

Dari kedua pendapat tersebut, dapat disimpulkan bahwa *Firestore* merupakan solusi penyimpanan data yang sangat handal untuk monitoring lahan cabai. Kemampuannya dalam menyinkronkan data secara otomatis antara sensor dan *smartphone* memastikan petani mendapatkan informasi kondisi lahan secara akurat, sehingga tindakan perawatan tanaman dapat dilakukan dengan segera berdasarkan data yang valid.

2.1.9 Aktuator Pompa Air (*Water Pump*)

Pompa air juga umum digunakan dalam penelitian penyiraman otomatis dengan dukungan komponen *relay* sebagai pengendali saklar elektronik untuk mengatur proses penyiraman secara otomatis berdasarkan nilai sensor. Kombinasi antara pompa air dan *relay* memungkinkan sistem bekerja lebih efektif dan responsif terhadap kebutuhan penyiraman tanaman (Nurlaili et al., 2025).

Aktuator pompa merupakan komponen yang berfungsi mengeksekusi perintah dari mikrokontroler dengan mengubah sinyal listrik menjadi gerakan mekanis untuk mengalirkan air pada sistem penyiraman otomatis. Pompa air DC 12V sering digunakan sebagai aktuator dalam sistem irigasi otomatis karena mampu mengalirkan air nutrisi ke tanaman dengan stabil dan dapat dikendalikan melalui sistem elektronik. Keandalan aktuator sangat bergantung pada komunikasi data yang cepat dan sinkron, di mana protokol seperti MQTT memastikan perintah kontrol yang dikirim ke pompa segera dieksekusi tanpa *delay* (Lestari et al., 2023).

Kondisi ini menjadi dasar penulis memilih menggunakan pompa mini DC 12V untuk penelitian ini, karena sesuai untuk sistem irigasi tetes (*drip irrigation*) yang tidak membutuhkan tekanan air tinggi. Pompa jenis ini dianggap cukup kuat dan efisien untuk mengalirkan air ke beberapa batang cabai sekaligus, serta lebih hemat energi dibandingkan pompa bertekanan tinggi.

2.1.10 Solid State Relay (SSR)

Solid state relay (SSR) juga banyak diterapkan dalam sistem penyiraman otomatis berbasis *IoT* karena dibutuhkan komponen *switching* yang stabil dan aman untuk mendukung kinerja pompa air serta sensor yang terhubung ke mikrokontroler. Penggunaan SSR membantu memastikan aliran listrik tetap stabil dan aman selama proses otomatisasi penyiraman (Sasmita Susanto et al., 2025).

Solid state relay (SSR) merupakan saklar elektronik yang digunakan untuk menghubungkan mikrokontroler ESP32 yang bekerja pada tegangan rendah dengan aktuator seperti pompa air yang membutuhkan tegangan lebih tinggi. SSR dipilih sebagai pengganti *relay* mekanis karena tidak memiliki komponen bergerak sehingga lebih andal, tidak menimbulkan suara saat beroperasi, dan memiliki umur pakai yang lebih panjang (Rayya Bramanta & Santosa, 2023).

Pada penelitian ini, SSR dianggap sebagai pilihan yang tepat meskipun harganya lebih tinggi dibandingkan *relay* mekanis biasa. Tingkat keandalan yang lebih baik sangat penting pada sistem otomatis yang beroperasi terus-menerus.

2.2 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu digunakan sebagai acuan dalam mendukung penelitian ini. Beberapa penelitian sebelumnya membahas penerapan teknologi mikrokontroler dan *Internet of Things* (IoT) pada bidang pertanian, khususnya sistem monitoring dan penyiraman tanaman. Penggunaan mikrokontroler seperti *Arduino Uno*, ESP32, dan ESP8266 yang terintegrasi dengan sensor suhu, kelembapan udara, dan kelembapan tanah bertujuan untuk memantau kondisi lingkungan tanaman secara otomatis dan *real-time*.

Table 2. 1 Penelitian terdahulu

NO	Judul	Penulis (Tahun)	Mikrokontroler	Hasil
1	Rancang Bangun <i>Prototype</i> Sistem Monitoring Dan Kontrol Tanaman Hidroponik Berbasis	Ferdiansyah et al., 2025	ESP32	Menekanakan proses krudial perancanganan pembangunan prototipe sistem yang <i>real-time</i>

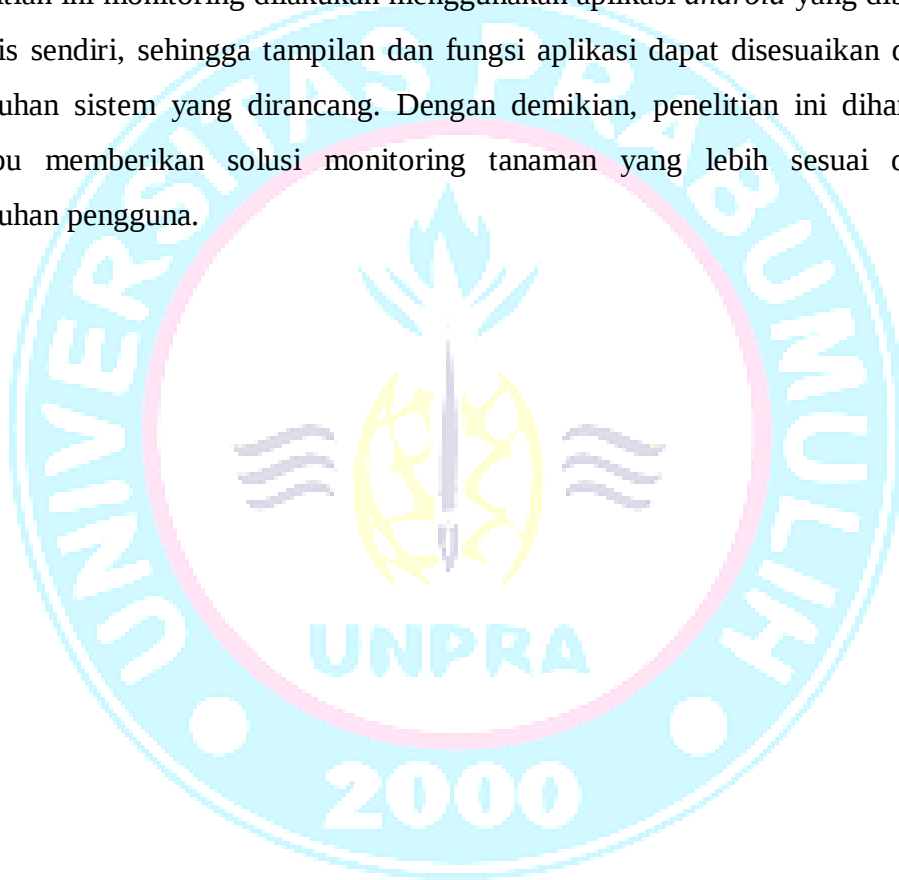
	<i>Internet of Things (IoT)</i> Menggunakan <i>Microcontroller</i> ESP32			
2	pengembangan <i>physics</i> parameter monitoring <i>system</i> (ppms) berbasis <i>iot</i> untuk pembelajaran menganalisis cuaca	Luspita et al., 2025	ESP8266	Media PPMs yang dikembangkan menunjukkan kelayakan tinggi untuk digunakan dalam pembelajaran (nilai validasi ahli alat peraga 87%, respon pengguna 83,6%). Tujuannya adalah memantau suhu dan kelembaban menggunakan sensor DHT11 dan menyajikan data melalui <i>Platform</i> Blynk.
3	Analisa Penerapan Sensor Suhu Menggunakan Arduino Uno di dalam Sistem Pertanian GreenHouse: Sensor DHT22	(Kharisma Yonatan et al., 2025)	Arduino Uno, Sensor DHT22, Greenhouse	DHT22 terbukti akurat dalam memantau suhu dan kelembapan udara untuk mengoptimalkan kondisi tumbuh tanaman.
4	Rancang Bangun Alat Penyiram Tanaman Otomatis Berbasis ESP32 di Desa Purwajaya	Ahmad Syafi'i et al., 2024	ESP32	Sistem penyiraman otomatis berhasil di implementasikan dengan error sensor di Bawah 10%.
5	Rancang Bangun Modul Pengoperasian Motor Induksi dan Beban Resistif Menggunakan <i>Solid State Relay</i> (SSR)	Rayya Bramanta & Santosa, 2023	Sinyal kontrol (12 VDC)	Modul SSR berhasil mengendalikan switching beban 1 fasa dan 3 fasa (motor induksi dan resistif) dengan suhu operasi aman.

6	kalibrasi sensor kelembaban tanah yl-69 untuk sistem pengukuran kelembaban tanah berbasis <i>arduino uno</i>	Ari Bangkit Sanjaya Umbu, 2023	Arduino/ESP32	Membuktikan efektivitas Blynk sebagai solusi alternatif untuk monitoring dan kontrol jarak jauh
7	Pengujian Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis <i>Iot</i>	Subagja et al., 2023	Nodemcu ESP8266	Sistem bekerja dengan baik dan dapat melakukan penyiraman otomatis ketika kelembaban tanah di bawah 50%. Namun, ditemukan adanya waktu tunda (<i>delay</i>) pengiriman data ke Web (<i>Firebase</i>) dengan delay tertinggi mencapai 133 detik.
8	Implementasi Komunikasi Data Asinkron Menggunakan MQTT untuk Perangkat IoT Laboratorium Elektronika Hibrid	Lestari et al., 2023	MQTT, Message Broker	Merancang sistem yang memungkinkan perangkat IoT mengirim data secara asinkron menggunakan MQTT, yang meningkatkan adaptabilitas dan responsivitas sistem.
9	Perancangan sistem penyiraman tanaman otomatis menggunakan sensor kelembaban tanah berbasis <i>IoT</i>	Effendi et al., 2022	Nodemcu ESP8266	Sistem berhasil di implentasikan
10	<i>Smart farming</i> 4.0 untuk mewujudkan pertanian indonesia maju, mandiri, dan modern	Rachmawati, 2021	(Kajian/Review Teknologi) Mengidentifikasi berbagai teknologi <i>Smart Farming</i> 4.0, seperti <i>IoT</i> , <i>AI</i> , <i>Robotika</i> , dan sistem irigasi cerdas yang menggunakan <i>microcontroller</i> .	<i>Smart Farming</i> 4.0 berpotensi besar untuk diterapkan secara masif di Indonesia. Implementasinya dapat meningkatkan efisiensi input pertanian hingga 30% dan meningkatkan produksi hingga 20%. Tantangan utama meliputi biaya investasi yang tinggi, rendahnya adopsi petani, dan isu penuaan petani

Sumber: Penulis, 2026

Berdasarkan penelitian terdahulu, dapat disimpulkan bahwa penggunaan sistem berbasis mikrokontroler dan *Internet of Things* (IoT) pada bidang pertanian mampu membantu proses monitoring kondisi tanaman secara lebih efisien dan akurat. Penggunaan sensor suhu, kelembapan udara, dan kelembapan tanah telah terbukti dapat memberikan data yang dibutuhkan untuk mendukung *pertumbuhan* tanaman, baik pada sistem pertanian terbuka maupun pada lingkungan greenhouse.

Pada umumnya, penelitian terdahulu menggunakan *platform* monitoring yang sudah tersedia untuk menampilkan data hasil pembacaan sensor. Namun, pada penelitian ini monitoring dilakukan menggunakan aplikasi *android* yang dibangun penulis sendiri, sehingga tampilan dan fungsi aplikasi dapat disesuaikan dengan kebutuhan sistem yang dirancang. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan mampu memberikan solusi monitoring tanaman yang lebih sesuai dengan kebutuhan pengguna.



2.3 Kerangka Berpikir Penelitian

Penelitian ini berawal dari permasalahan yang dialami petani cabai setan di Jalan Tromol Sukaraja yang masih melakukan penyiraman secara manual, sehingga takaran air sering tidak sesuai dan berdampak pada menurunnya kualitas hasil panen. Kondisi tersebut menuntut adanya solusi teknologi yang dapat membantu proses penyiraman agar lebih efektif dan efisien. Berdasarkan studi literatur, teknologi *Internet of Things (IoT)* dapat diterapkan untuk memantau kelembaban tanah secara *real-time* dan mengendalikan pompa air secara otomatis.

Oleh karena itu dilakukan perancangan sistem penyiraman otomatis menggunakan sensor YL-69, sensor DHT22 dan mikrokontroler ESP32 sebagai pengendali. Sistem yang dibuat kemudian diuji untuk mengetahui hasil dan kemampuan dalam menjaga kelembaban tanah. Hasil pengujian diharapkan dapat memberikan manfaat bagi petani untuk meningkatkan produktivitas tanaman cabai setan (*Capsicum chinense*).



Sumber: Penulis, 2026

Gambar 2.1 Kerangka Berpikir Penelitian

Gambar 2.1 di atas menampilkan kerangka berpikir penelitian ini menjelaskan landasan berpikir logis yang menghubungkan permasalahan yang teridentifikasi di lapangan dengan solusi teknologi yang diusulkan. Kerangka berpikir penelitian ini menjadi dasar perancangan sistem yang diuraikan pada Bab III.

A. Kondisi Permasalahan dan Kebutuhan

Titik awal penelitian adalah masalah inefisiensi pada pengairan tanaman bernilai ekonomi tinggi seperti Cabai Setan (*Capsicum chinense*). Budidaya Cabai Setan menuntut kondisi kelembaban tanah yang sangat stabil. Namun, praktik pengairan yang mengandalkan jadwal manual rawan menimbulkan inefisiensi dan risiko gagal panen atau pemborosan air. Kebutuhan mendasar adalah sistem yang dapat menjamin suplai air yang konsisten dan presisi, serta dapat diakses di tengah tingginya mobilitas pengelola.

B. Solusi Teknologi dan Justifikasi

Untuk mengatasi masalah tersebut, diusulkan pengembangan sistem berbasis *Internet of Things (IoT)*. Arsitektur sistem ini mengandalkan Sensor Kelembaban Tanah sebagai input utama. Data sensor kemudian diproses oleh Mikrokontroler ESP32. Solusi ini disempurnakan dengan fokus pada Perancangan Aplikasi *IoT* (Aplikasi Blynk) yang berfungsi sebagai antarmuka pemantauan *real-time* dan kontrol manual yang andal dari jarak jauh. Pemilihan ESP32 adalah justifikasi utama karena kemampuan dual *core*-nya menjanjikan stabilitas koneksi *Wi-Fi* yang superior dan akurasi *delay respons* yang tinggi.

C. Hasil yang Diharapkan

Kerangka berpikir ini berlandaskan pada tujuan untuk membuktikan bahwa aplikasi yang didukung oleh kinerja ESP32 yang lebih tinggi dapat menjamin keandalan operasional dan akurasi *set-point* yang dibutuhkan oleh tanaman Cabai Setan yang sensitif, yang pada akhirnya menghasilkan pengelolaan yang lebih efisien dan *robust*.

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Objek dan Jadwal Penelitian

3.1.1 Objek Penelitian

Objek dalam penelitian ini adalah sistem penyiraman otomatis berbasis *IoT* yang digunakan untuk merawat tanaman cabai setan (*Capsicum chinense*). Sistem ini bekerja menggunakan sensor YL-69 untuk membaca kelembaban tanah dan sensor DHT22 untuk mengetahui suhu serta kelembaban udara. Data dari sensor diproses oleh mikrokontroler ESP32 sebagai pengendali utama yang akan menyalakan pompa air sesuai kebutuhan penyiraman.

Penelitian dilakukan di lahan tanaman cabai yang berlokasi di Jalan Tromol, Sukaraja, Kecamatan Prabumulih Selatan, Kota Prabumulih, Provinsi Sumatera Selatan. Lokasi ini dipilih karena proses penyiraman tanaman masih dilakukan secara manual sehingga membutuhkan waktu lebih lama dan sering tidak tepat takarannya. Dengan adanya sistem otomatis ini, penyiraman diharapkan bisa lebih praktis dan efisien.

3.1.2 Jadwal Penelitian

Penelitian ini direncanakan berlangsung selama 6 bulan dengan rincian sebagai berikut:

Tabel 3. 1 Jadwal Penelitian

No	Tahapan Penelitian	Bulan ke 1	Bulan ke 2	Bulan ke 3	Bulan ke 4	Bulan ke 5	Bulan ke 6
1.	Persiapan & Studi Literatur	✓	✓				
2.	Analisis Kebutuhan & Perancangan Sistem		✓	✓			
3.	Implementasi <i>Hardware</i> dan Pengkodean <i>Firmware</i>			✓	✓		
4.	Pengujian Sistem (<i>Black Box</i> & Akurasi Sensor)				✓	✓	
5.	Analisis Hasil dan Penulisan Laporan Akhir					✓	✓

Sumber: Penulis, 2026

3.2 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Research and Development* (R&D) dengan tujuan menghasilkan sebuah produk fungsional berupa sistem penyiraman tanaman otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT). Pendekatan ini dipilih karena penelitian berorientasi pada pembuatan dan pengujian sistem secara praktis hingga teknologi yang dirancang dapat diimplementasikan langsung pada lahan pertanian. Melalui metode ini, peneliti dapat menjembatani kesenjangan antara teori teknis dengan kebutuhan riil di lapangan melalui proses pengembangan yang sistematis dan terukur. Fokus utama dari pendekatan ini adalah untuk menciptakan solusi inovatif yang telah melalui tahap validasi fungsional agar dapat bekerja secara optimal dalam membantu pekerjaan petani (Ade Rahayu, 2025).

3.3 Sumber Data

Sumber data menjelaskan jenis data yang akan dikumpulkan dan digunakan dalam penelitian, serta dari mana data tersebut berasal. Dalam penelitian perancangan sistem ini, sumber data diklasifikasikan menjadi dua jenis, yaitu data primer dan data sekunder.

a. Data primer

Data primer dalam penelitian ini diperoleh melalui observasi lapangan dan wawancara langsung dengan pengelola tanaman cabai pada lokasi penelitian. Data ini digunakan untuk menentukan kebutuhan penyiraman dan kendala yang terjadi sebelum sistem otomatis diterapkan. Wawancara dilakukan kepada pihak yang bertanggung jawab dalam perawatan tanaman sebagai sumber informasi utama mengenai proses penyiraman manual dan kebutuhan sistem otomatis, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel Identitas Responden.

Tabel 3. 2 Identitas Responden

No	Nama Responden	Jabatan/Peran
1.	Riski Luzardhi	Pemilik lahan
2.	Budi	Pengelola tanaman cabai

Sumber: Penulis, 2026

b. Data Sekunder

Data Sekunder adalah data yang diperoleh dari sumber-sumber yang sudah tersedia dan terpercaya. Data ini berfungsi sebagai dasar teoretis dan metodologis dalam perancangan sistem.

a. Literatur ilmiah

Literatur ilmiah berupa jurnal, buku, dan *proceeding* yang relevan dengan topik *Internet of Things (IoT)*, metode pengembangan sistem (*Prototype*), pengujian perangkat lunak (*Black Box Testing*), dan studi kasus sistem irigasi otomatis (seluruh jurnal yang dikumpulkan).

b. Data Pembacaan Sensor *Real-Time*

Data teknis yang dihasilkan secara langsung dari sensor-sensor utama, yaitu Sensor YL-69 (kelembaban tanah) dan DHT22 (suhu dan kelembaban udara), saat sistem diaktifkan. Data ini merupakan *input* utama untuk algoritma otomatisasi dan *monitoring* di aplikasi *Flutter*..

c. Data Kebutuhan Fungsional Sistem

Data yang didapatkan melalui proses analisis kebutuhan dan observasi awal, digunakan untuk menentukan parameter ambang batas kelembaban tanah dan fitur kontrol yang akan diimplementasikan pada aplikasi *Flutter*.

d. Data Hasil Pengujian Sistem

Data kuantitatif dan kualitatif yang diperoleh dari pelaksanaan *Grey Box Testing* dan Uji Akurasi Sensor . Data ini digunakan untuk memvalidasi kinerja dan keandalan sistem yang dirancang.

e. Dokumentasi teknis

Dokumentasi teknis meliputi *datasheet* resmi komponen *hardware* (ESP32, YL-69, DHT22, *Relay*) dan Dokumentasi aplikasi *flutter* yang digunakan sebagai panduan konfigurasi dan integrasi sistem.

Pentingnya pengumpulan data sekunder melalui studi literatur merupakan langkah fundamental dalam penelitian berbasis perancangan. Studi literatur dilakukan untuk memperoleh dasar teori yang kuat mengenai penerapan *Internet of Things (IoT)*, sistem *monitoring*, dan mekanisme penyiraman otomatis yang relevan dengan kebutuhan penelitian ini. Langkah ini juga bermanfaat sebagai acuan dalam menentukan metode pengembangan dan pemilihan komponen sistem yang tepat (Budiani et al., 2024).

3.4 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data adalah langkah-langkah sistematis yang digunakan peneliti untuk mengumpulkan data primer dan sekunder yang relevan dengan objek penelitian. Dalam perancangan sistem ini, teknik yang digunakan meliputi Studi Literatur, Observasi, Wawancara, dan Pengujian.

3.4.1 Studi Literatur (*Literature Review*) dan Dokumentasi

Studi literatur merupakan teknik pengumpulan data sekunder yang dilakukan dengan menelusuri, mengumpulkan, dan menganalisis referensi ilmiah seperti buku, jurnal, artikel, dan dokumen teknis yang relevan. Teknik ini digunakan untuk memperoleh dasar teori serta informasi mengenai spesifikasi komponen dan metode yang sesuai dengan kebutuhan penelitian. Studi literatur juga berperan penting dalam membantu peneliti menentukan pendekatan pengembangan sistem serta menemukan celah penelitian yang belum banyak dibahas sebelumnya (Nastiti et al., 2024).

3.4.2 Observasi

Observasi dilakukan secara langsung pada lahan tanaman cabai yang menjadi objek penelitian di Sukaraja. Observasi awal difokuskan untuk

menganalisis kondisi media tanam, pola penyiraman manual yang selama ini diterapkan, serta fluktuasi tingkat kelembapan tanah sebagai dasar penentuan nilai ambang batas (*threshold*). Selanjutnya, observasi kinerja dilakukan saat tahap pengujian sistem untuk memantau akurasi pembacaan sensor dan responsivitas pompa air secara fungsional. Data hasil pengamatan fisik di lapangan kemudian dicocokkan dengan informasi yang terkirim dan tampil secara *real-time* pada antarmuka aplikasi monitoring berbasis *Flutter*. Proses sinkronisasi ini bertujuan untuk memastikan bahwa data pada *database Firebase* telah sesuai dengan kondisi aktual di lahan penelitian.

3.4.3 Wawancara

Wawancara dilakukan dengan Budi dan Riski Luzardhi, dua narasumber yang terlibat langsung dalam pengelolaan tanaman cabai di Jalan Tromol Sukaraja. Budi merupakan petani cabai, sedangkan Riski Luzardhi adalah pemilik lahan tempat penelitian dilakukan. Wawancara dilaksanakan pada 9 Juni 2026.

Narasumber menyampaikan bahwa sistem penyiraman otomatis yang dapat menyesuaikan jumlah air berdasarkan kondisi tanah sangat dibutuhkan agar pekerjaan lebih efisien dan hasil panen lebih optimal. Dari wawancara tersebut dapat disimpulkan bahwa pemanfaatan sistem penyiraman otomatis berbasis *IoT* diperlukan untuk membantu petani melakukan perawatan tanaman cabai secara efektif dan terkontrol.

3.4.4 Pengujian

Pengujian adalah teknik yang paling penting untuk mengumpulkan data primer berupa hasil kinerja dan validasi fungsional sistem. Prosedur pengujian akan dilaksanakan secara rinci pada Sub-bab 3.7. Data yang dikumpulkan melalui teknik pengujian ini adalah data input dan output sistem penyiraman otomatis, serta data akurasi pembacaan Sensor YL-69 dan DHT22.

3.5 Metode Pengembangan Sistem

Metode pengembangan sistem yang digunakan dalam penelitian ini adalah model *prototype* yang mengedepankan proses iteratif dalam merancang integrasi perangkat keras dan perangkat lunak. Pemilihan model ini didasarkan pada karakteristik penelitian berbasis *Internet of Things (IoT)* yang membutuhkan

pengujian bertahap terhadap fungsionalitas sensor dan responsivitas antarmuka aplikasi. Melalui pembuatan model awal (*initial prototype*), peneliti dapat mendeteksi kendala teknis lebih dini dan melakukan perbaikan secara berkelanjutan berdasarkan hasil evaluasi fungsional. Pendekatan ini memberikan fleksibilitas tinggi dalam menyempurnakan sistem agar hasil akhir yang diperoleh lebih optimal, stabil, dan siap diimplementasikan secara langsung pada kondisi *real* di lapangan (Abdullah et al., 2025).

Proses pengembangan sistem dilakukan melalui empat tahapan terstruktur yang dimulai dari analisis kebutuhan sistem secara menyeluruh. Tahap pertama mencakup penentuan fitur kontrol, parameter ambang batas (*threshold*) sensor, serta spesifikasi kebutuhan monitoring pada perangkat bergerak. Tahap berikutnya adalah perancangan sistem yang meliputi pembuatan skema rangkaian elektronik serta desain antarmuka (*user interface*) pada aplikasi berbasis *android*. Setelah rancangan disetujui, dilakukan tahap pengembangan *prototype* dan implementasi yang mencakup pemrograman mikrokontroler, integrasi sensor kelembapan tanah, serta pemasangan perangkat fisik pada lahan. Tahap akhir adalah pengujian dan evaluasi untuk memastikan seluruh fungsi sistem, mulai dari akuisisi data hingga aksi penyiraman otomatis, telah berjalan sesuai dengan tujuan penelitian.

Dalam implementasinya, fokus utama perancangan sistem adalah integrasi komponen yang membentuk arsitektur *IoT* secara terpusat dan efisien. Sistem ini dirancang dengan alur data di mana pembacaan parameter fisik dari lahan diproses oleh mikrokontroler untuk kemudian dikirimkan ke *Firestore Realtime Database* melalui jaringan internet *nirkabel*. Perangkat lunak yang dikembangkan berbasis mobile menggunakan *framework Flutter* untuk memvisualisasikan data sensor serta memberikan kendali jarak jauh kepada pengguna secara responsif. Perancangan aplikasi ini menekankan pada sinkronisasi data yang cepat dan tampilan *dashboard* yang informatif guna mempermudah petani dalam memantau kondisi lahan secara *real-time* (Amroni & Suminar, 2025).

Peneliti berperan penuh dalam seluruh siklus pengembangan, mulai dari pemilihan komponen elektronik, penyusunan algoritma kontrol pada mikrokontroler, hingga konfigurasi basis data *cloud*. Peran ini mencakup instalasi perangkat keras di lapangan dan pengembangan kode program pada aplikasi

monitoring untuk memastikan integritas data tetap terjaga selama proses transmisi. Integrasi antara perangkat keras dan perangkat lunak ini dibangun dengan protokol komunikasi yang ringan agar proses pengawasan dapat dilakukan tanpa kendala latensi yang berarti. Dengan keterlibatan langsung pada setiap tahapan, peneliti dapat menjamin bahwa sistem kontrol penyiraman otomatis ini memiliki tingkat reliabilitas yang tinggi dalam menjaga stabilitas kondisi lingkungan pada tanaman cabai

3.6 Alat Bantu Perancangan

Alat bantu perancangan adalah instrumen dan perangkat lunak yang digunakan oleh peneliti untuk memvisualisasikan, merancang, mengimplementasikan kode, dan membuat antarmuka sistem. Penggunaan alat bantu ini memastikan bahwa seluruh proses pengembangan sistem penyiraman otomatis berjalan sesuai standar teknis. Alat bantu perancangan diklasifikasikan menjadi dua jenis: perangkat lunak dan perancangan konseptual.

3.6.1 Alat Bantu Perangkat Lunak (*Software*)

Alat bantu perangkat lunak digunakan untuk pemrograman dan pembuatan antarmuka pengguna pada sistem *IoT*.

1. *Visual Studio Code (VS Code)* dengan Ekstensi *PlatformIO*
Visual Studio Code digunakan sebagai editor teks utama untuk menuliskan kode program pada mikrokontroler ESP32. Penggunaan *PlatformIO* sebagai ekosistem pengembangan dipilih karena manajemen pustaka (*library*) yang lebih terstruktur dan stabil. Bahasa pemrograman yang digunakan untuk sisi *hardware* adalah Bahasa C++, yang berfungsi untuk mengatur logika pembacaan sensor kelembapan tanah YL-69, sensor suhu DHT22, serta kendali *Solid State Relay (SSR)*.
2. *Physical Device Debugging (android)*: Penggunaan perangkat *android* fisik sebagai media pengujian langsung guna memastikan aplikasi monitoring berjalan stabil, responsif, dan memiliki performa yang akurat tanpa membebani sumber daya memori laptop.
3. *Firebase Console: Platform* berbasis *cloud* yang digunakan untuk mengelola *Realtime Database*, memantau sinkronisasi data sensor secara langsung, serta mengatur hak akses keamanan sistem *IoT*.

4. *Framework Flutter* dan Bahasa *Dart*

Untuk pembuatan aplikasi pemantauan yang berjalan pada perangkat *android*, digunakan *Framework Flutter* dengan Bahasa Pemrograman *Dart*. Penggunaan *Flutter* memungkinkan perancangan antarmuka pengguna (*User Interface*) yang lebih dinamis dan responsif dalam menampilkan data sensor secara *real-time*. Aplikasi ini dibangun secara mandiri untuk menyediakan fitur monitoring grafik serta tombol kendali manual untuk pompa air.

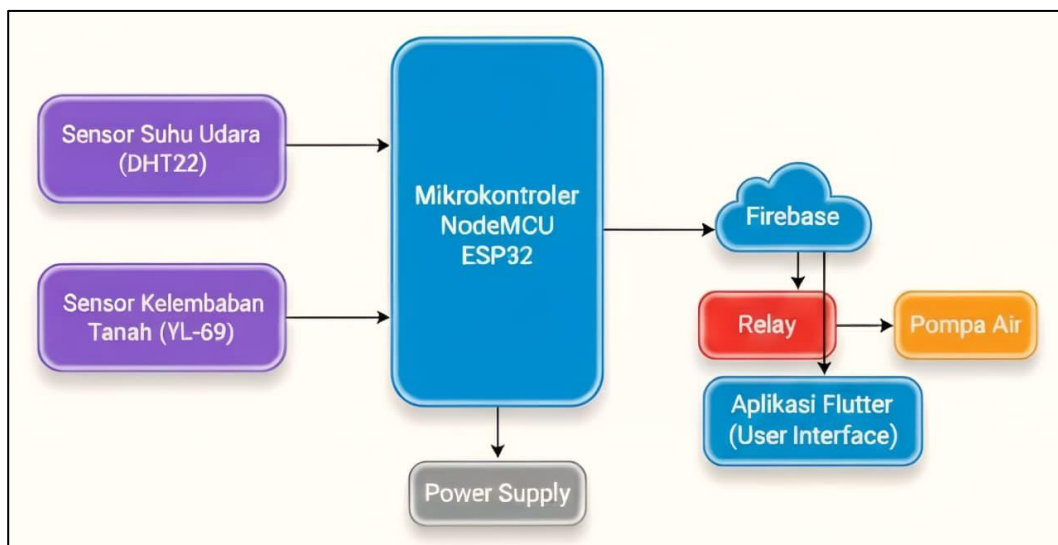
5. *Figma*: Alat bantu perancangan desain antarmuka (*User Interface*) yang digunakan untuk membuat mockup atau rancangan visual tampilan aplikasi sebelum diimplementasikan ke dalam kode program.
6. *Fritzing*: Perangkat lunak yang digunakan untuk merancang skema rangkaian elektronik dan memodelkan tata letak komponen seperti ESP32, sensor, dan relay secara visual.

3.6.2 Alat Bantu Perancangan Konseptual

Alat bantu perancangan konseptual digunakan untuk memvisualisasikan alur kerja dan struktur sistem sebelum implementasi kode.

1. *Diagram Blok Sistem*

Diagram blok adalah representasi grafis tingkat tinggi yang menunjukkan hubungan fungsional antara setiap komponen utama sistem, mulai dari sensor (*input*), mikrokontroler (*prosesor*), hingga aktuator (*output*), dan koneksi ke *cloud* (*Firebase*).



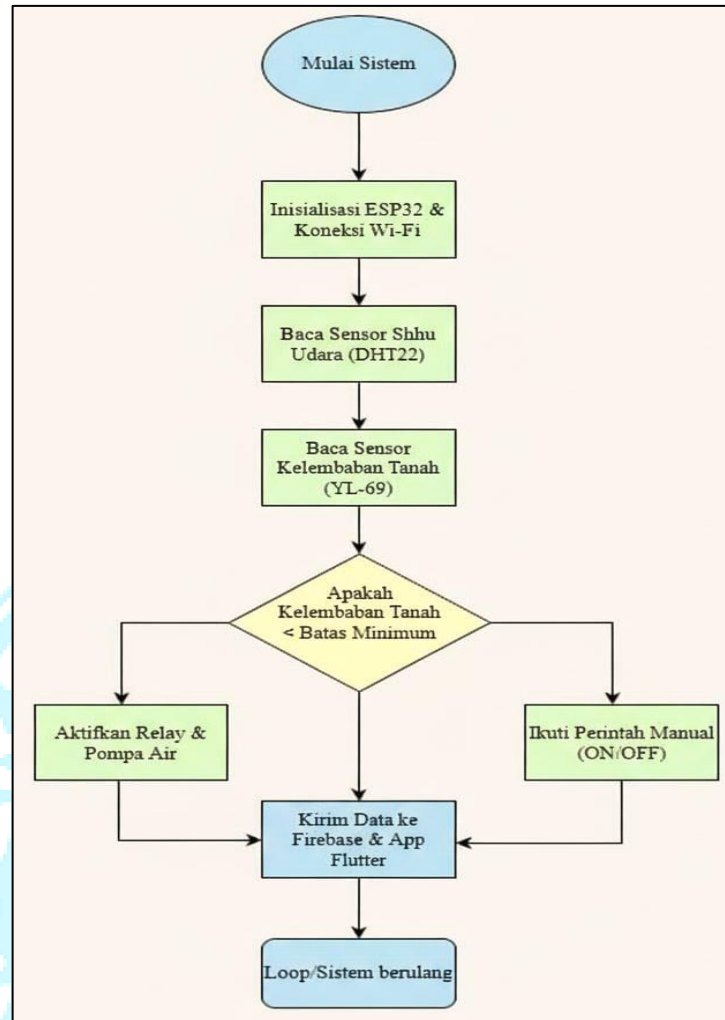
Sumber: Penulis, 2026

Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem

Gambar 3.1 Diagram blok sistem arsitektur perangkat terdiri dari tiga bagian utama: *input*, proses, dan *output*. Sisi input menggunakan sensor kelembaban tanah YL-69 dan sensor DHT22 untuk mengumpulkan data lingkungan secara *real-time*. Data tersebut kemudian diproses oleh ESP32 sebagai unit kendali pusat yang juga berfungsi sebagai modul komunikasi Wi-Fi untuk mengirimkan data ke *Firestore Cloud Database*. Pada sisi *output*, terdapat *Relay* yang berfungsi sebagai sakelar elektronik untuk mengendalikan Pompa Air berdasarkan instruksi dari mikrokontroler. Seluruh aktivitas sistem dan kendali manual dapat diakses oleh pengguna melalui Aplikasi *Flutter* yang terintegrasi secara dua arah (*bidirectional*) dengan *database*.

2. Flowchart (Diagram Alir)

Flowchart digunakan untuk memvisualisasikan langkah-langkah logis dari algoritma program, terutama dalam menentukan kapan sistem harus melakukan penyiraman otomatis berdasarkan kondisi Sensor YL-69.



Sumber: Penulis, 2026

Gambar 3.2 Flowchart

Gambar 3.2 Flowchart pada sistem ini menggambarkan logika pengambilan keputusan otomatis. Sistem dimulai dengan inisialisasi koneksi jaringan dan sensor. Setelah data sensor terbaca, ESP32 akan melakukan komparasi antara nilai kelembaban tanah aktual dengan ambang batas (*threshold*) yang telah ditentukan. Jika nilai kelembaban berada di bawah batas minimum, mikrokontroler akan mengirimkan sinyal ke *Relay* untuk mengaktifkan pompa air. Sebaliknya, jika kelembaban sudah mencukupi, pompa akan tetap berada pada kondisi *non*-aktif. Seluruh data hasil pembacaan dan status pompa kemudian dikirimkan secara berkala ke *Firestore* untuk diperbarui pada tampilan antarmuka pengguna di *smartphone*, memastikan siklus pemantauan berjalan secara kontinu dan berulang.

3.6.3 Alat Bantu Debugging

Dalam proses perancangan dan pengujian sistem penyiraman tanaman cabai berbasis *Internet of Things* (IoT), digunakan beberapa alat bantu untuk mendukung pengembangan sistem agar berjalan secara efektif, terstruktur, dan sesuai dengan tujuan penelitian. Alat bantu ini berperan penting dalam mempermudah proses perancangan, implementasi, serta pengujian sistem secara keseluruhan.

Pemrograman mikrokontroler ESP32 dilakukan menggunakan *Visual Studio Code* yang terintegrasi dengan ekstensi *Arduino*, sehingga memudahkan dalam penulisan, pengelolaan, dan pengembangan kode program. Selain itu, penggunaan *platform* ini memberikan fleksibilitas dalam proses pengembangan dibandingkan dengan *IDE* standar. Untuk proses *debugging*, digunakan fitur Serial Monitor guna memantau data hasil pembacaan sensor secara *real-time*, sehingga memudahkan dalam proses identifikasi kesalahan serta memastikan sistem berjalan sesuai dengan perancangan yang telah dibuat.

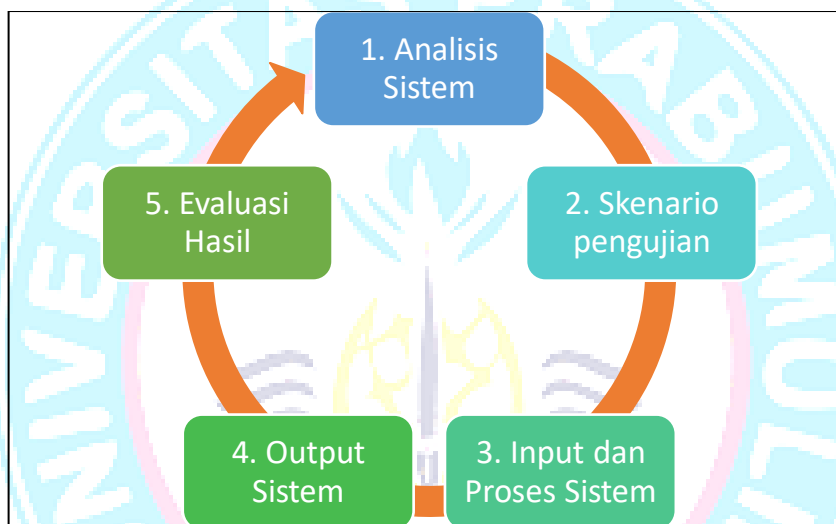
Selain itu, digunakan aplikasi *android* yang dikembangkan secara mandiri sebagai media monitoring dan kontrol sistem. Aplikasi ini memungkinkan pengguna untuk memantau kondisi kelembaban tanah dan suhu lingkungan secara *real-time*, serta mengendalikan proses penyiraman dari jarak jauh. Dengan adanya integrasi antara perangkat keras dan aplikasi *android*, sistem yang dikembangkan menjadi lebih interaktif, efisien, dan sesuai dengan kebutuhan pengguna di lapangan.

3.7 Pengujian Sistem

Pengujian sistem merupakan tahapan krusial dalam metode *prototype* untuk memastikan bahwa sistem yang telah dirancang dan diimplementasikan berfungsi sesuai dengan spesifikasi kebutuhan. Tahap ini bertujuan untuk memverifikasi fungsionalitas perangkat lunak (aplikasi *Flutter* dan *Firebase*) serta kinerja perangkat keras yang mencakup sensor dan aktuator (*Relay* dan Pompa). Pada penelitian ini, pengujian dilakukan melalui dua pendekatan utama, yaitu pengujian fungsionalitas untuk memastikan logika sistem berjalan benar, serta pengujian kinerja untuk mengukur akurasi dan responsivitas perangkat dalam kondisi riil.

3.7.1 Pengujian Fungsionalitas (*Black Box Testing*)

Pengujian fungsionalitas dilakukan menggunakan metode *Black Box Testing*, yaitu metode pengujian yang berfokus pada fungsi dan keluaran sistem tanpa memperhatikan struktur kode program secara detail. Metode ini dipilih karena pengujian difokuskan pada kemampuan sistem dalam menjalankan setiap fungsi sesuai dengan kebutuhan pengguna, seperti pembacaan sensor kelembapan tanah dan suhu, pengiriman data ke *Firestore*, tampilan data pada aplikasi *Flutter*, serta kontrol pompa air secara otomatis. Melalui metode ini, setiap fitur diuji berdasarkan skenario yang telah ditentukan untuk memastikan sistem *Smart Grow* dapat bekerja sesuai dengan perancangan yang telah dibuat.



Sumber: Penulis, 2026

Gambar 3. 3 *Black Box Testing*

Berdasarkan Gambar 3.3, pengujian *Black Box Testing* dilakukan melalui beberapa tahapan yang saling berkaitan. Pengujian diawali dengan analisis fungsi sistem yang akan diuji, kemudian menyusun skenario pengujian berdasarkan kebutuhan sistem. Selanjutnya dilakukan pemberian input pada sistem dan pengamatan terhadap output yang dihasilkan. Hasil keluaran sistem kemudian dibandingkan dengan hasil yang diharapkan untuk mengetahui tingkat keberhasilan fungsi yang diuji. Tahap terakhir adalah evaluasi hasil pengujian untuk mengetahui tingkat keberhasilan sistem dalam menjalankan fungsi monitoring dan penyiraman tanaman secara otomatis. Tahapan-tahapan tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Analisis Sistem

Pada tahap ini dilakukan identifikasi terhadap fungsi-fungsi utama yang terdapat pada sistem *Smart Grow*. Analisis dilakukan untuk menentukan fitur yang akan diuji, seperti pembacaan sensor YL-69, pembacaan sensor DHT22, pengiriman data ke *Firebase*, tampilan data pada aplikasi *android*, serta kontrol *relay* dan pompa air. Tahap ini bertujuan untuk memastikan seluruh fungsi sistem dapat diuji sesuai dengan kebutuhan pengguna.

2. Skenario Pengujian

Tahap skenario pengujian dilakukan dengan menyusun berbagai kondisi pengujian berdasarkan fungsi sistem yang telah dianalisis. Setiap skenario dirancang untuk menguji apakah sistem mampu menghasilkan keluaran yang sesuai dengan kondisi masukan yang diberikan. Skenario pengujian meliputi proses monitoring data sensor, komunikasi data ke *Firebase*, serta mekanisme penyiraman otomatis.

3. Input dan Proses Sistem

Pada tahap ini dilakukan pemberian input kepada sistem berupa data yang diperoleh dari sensor kelembapan tanah YL-69 dan sensor suhu serta kelembapan udara DHT22. Data tersebut kemudian diproses oleh mikrokontroler ESP32 sesuai dengan logika program yang telah dirancang untuk menentukan kondisi penyiraman dan proses monitoring..

4. Output Sistem

Tahap output sistem bertujuan untuk mengamati hasil keluaran yang dihasilkan oleh sistem setelah proses pengolahan data selesai dilakukan. Output yang diamati meliputi tampilan data pada LCD 16x2 I2C, pengiriman data ke *Firebase Realtime Database*, tampilan data pada aplikasi *android Smart Grow*, serta aktivasi pompa air melalui *relay* ketika kondisi tanah terdeteksi kering..

5. Evaluasi Hasil

Tahap evaluasi hasil dilakukan dengan membandingkan keluaran sistem dengan hasil yang diharapkan berdasarkan skenario pengujian yang

telah ditentukan. Apabila seluruh fungsi sistem berjalan sesuai dengan perancangan, maka sistem dinyatakan berhasil. Sebaliknya, apabila ditemukan ketidaksesuaian, maka dilakukan analisis terhadap penyebab kesalahan untuk perbaikan sistem.

Pengujian *Black Box Testing* pada penelitian ini melibatkan pengujian terhadap seluruh fungsi utama yang terdapat pada sistem *Smart Grow* tanpa memperhatikan struktur kode program secara detail. Pengujian dilakukan dengan memberikan berbagai masukan (*input*) pada sistem dan mengamati keluaran (*output*) yang dihasilkan. Fungsi-fungsi yang diuji meliputi pembacaan sensor kelembapan tanah YL-69, pembacaan sensor suhu dan kelembapan udara DHT22, pengiriman data ke *Firebase Realtime Database*, tampilan data pada aplikasi *Android Smart Grow*, serta mekanisme kontrol *relay* dan pompa air. Melalui pengujian ini, dapat diketahui apakah setiap komponen sistem telah bekerja sesuai dengan kebutuhan dan perancangan yang telah ditetapkan (Harefa & Gunawan, 2024).

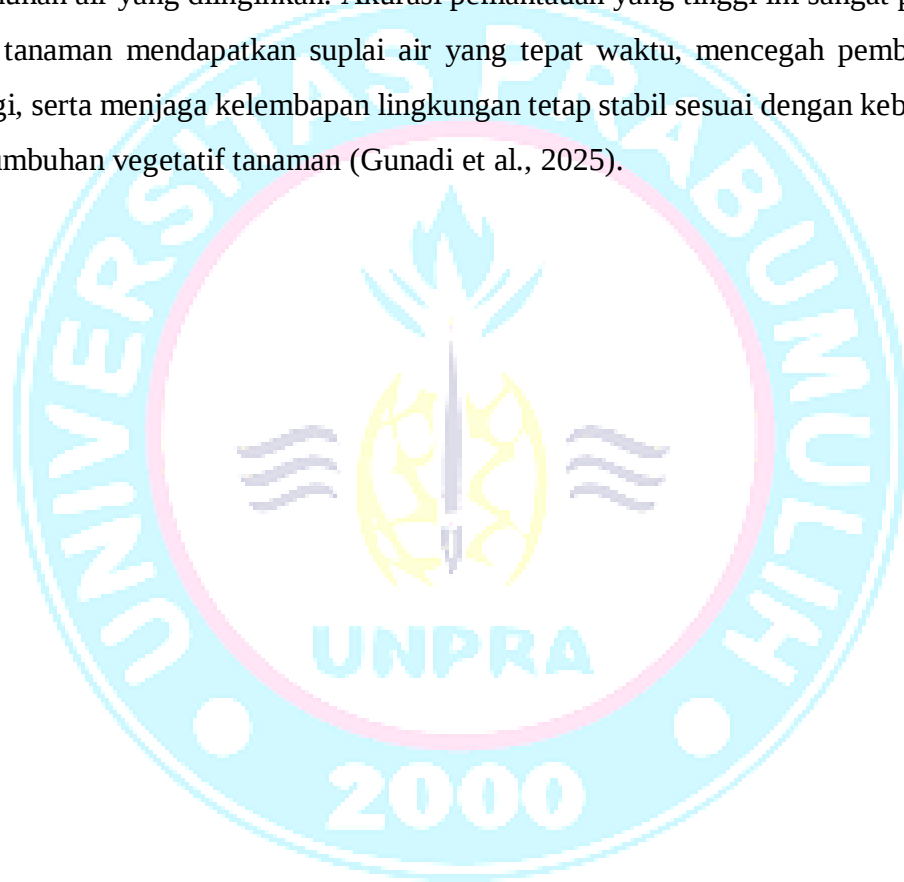
3.7.2 Pengujian Kinerja (Akurasi Sensor)

Pengujian Kinerja dilakukan untuk memverifikasi tingkat akurasi dan keandalan pembacaan sensor YL-69 dan DHT22. Pengujian ini sangat penting untuk memastikan bahwa data yang digunakan sebagai *input* untuk logika otomatisasi adalah *valid* dan akurat.

1. Uji Pembacaan Akurasi Sensor DHT22: Membandingkan nilai suhu dan kelembapan udara yang dibaca oleh sensor DHT22 dengan alat ukur standar yang sudah terkalibrasi (misalnya Termometer Digital).
2. Uji Pembacaan Akurasi Sensor YL-69: Menguji respon sensor YL-69 pada berbagai kondisi kelembapan tanah (kering, lembab, basah) dan membandingkan pembacaannya dengan nilai yang ditetapkan secara manual.

Pengujian akurasi sensor merupakan tahapan krusial untuk memastikan bahwa data yang dikumpulkan oleh sensor kelembapan tanah YL-69 dan sensor

suhu DHT22 memiliki tingkat presisi yang tinggi sebelum digunakan dalam pengambilan keputusan penyiraman otomatis. Dalam proses ini, efektivitas sistem diuji dengan membandingkan nilai pembacaan sensor terhadap alat ukur standar atau kondisi nyata di lapangan guna meminimalkan tingkat kesalahan (*error rate*). Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor kelembapan tanah mampu merespons perubahan kadar air secara dinamis, di mana sistem secara konsisten mengaktifkan pompa air saat nilai kelembapan berada di bawah ambang batas yang ditentukan, misalnya di bawah 70%, dan mematikannya kembali setelah mencapai target kejenuhan air yang diinginkan. Akurasi pemantauan yang tinggi ini sangat penting agar tanaman mendapatkan suplai air yang tepat waktu, mencegah pemborosan energi, serta menjaga kelembapan lingkungan tetap stabil sesuai dengan kebutuhan pertumbuhan vegetatif tanaman (Gunadi et al., 2025).



BAB IV

ANALISA DAN PERANCANGAN

4.1 Analisa Sistem

Analisa sistem merupakan tahapan awal dalam perancangan sistem yang bertujuan untuk memahami kondisi sistem yang sedang berjalan serta mengidentifikasi permasalahan yang ada. Pada tahap ini dilakukan analisa terhadap proses penyiraman tanaman cabai yang masih dilakukan secara manual, serta kebutuhan yang diperlukan untuk membangun sistem penyiraman otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT). Hasil dari analisa ini akan menjadi dasar dalam perancangan sistem yang diusulkan agar dapat berjalan lebih efektif dan efisien.

4.1.1 Analisa dan Evaluasi Sistem Berjalan

a. Analisa Sistem Berjalan

Sistem penyiraman tanaman cabai yang berjalan saat ini masih dilakukan secara manual menggunakan selang air. Proses penyiraman dilakukan secara langsung oleh pengelola lahan tanpa bantuan sistem otomatis, sehingga sangat bergantung pada waktu dan tenaga. Penyiraman biasanya dilakukan satu hingga dua kali sehari, namun belum memiliki standar waktu maupun takaran air yang pasti. Selain itu, kondisi cuaca yang tidak menentu juga mempengaruhi kebutuhan air pada tanaman, sehingga sering terjadi ketidaksesuaian dalam proses penyirama.

b. Evaluasi Sistem Berjalan

Berdasarkan analisa yang telah dilakukan, sistem penyiraman manual memiliki beberapa kelemahan yang dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Permasalahan tersebut dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. 1 Evaluasi Sistem Berjalan

Permasalahan	Dampak
Penyiraman masih manual	Membutuhkan waktu tenaga lebih
Tidak memiliki jadwal tetap	Tanaman bisa kekurangan atau kelebihan
Tidak ada monitoring	Kondisi tanah tidak dapat diketahui secara <i>real-time</i>

Sumber: Penulis, 2026

Tabel 4.1 menunjukkan bahwa proses penyiraman yang masih dilakukan secara manual memiliki beberapa kelemahan, seperti kurang efisien, tidak memiliki jadwal yang pasti, serta belum adanya sistem monitoring kondisi tanah. Kondisi tersebut dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman, sehingga diperlukan solusi berupa sistem penyiraman otomatis berbasis IoT.

4.1.2 Analisa Kebutuhan

Analisa kebutuhan dilakukan untuk mengidentifikasi kebutuhan yang diperlukan dalam pengembangan sistem penyiraman tanaman cabai berbasis *Internet of Things* (IoT). Tahap ini bertujuan untuk menentukan komponen serta fungsi yang harus dimiliki sistem agar dapat berjalan sesuai dengan tujuan yang diharapkan. Kebutuhan yang dianalisis meliputi kebutuhan pengguna, kebutuhan data, kebutuhan fungsional, kebutuhan non-fungsional, serta kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak. Hasil dari analisa ini akan menjadi acuan dalam proses perancangan sistem yang diusulkan.

a. Kebutuhan Pengguna (*User*)

Pengguna membutuhkan sistem yang dapat membantu proses penyiraman tanaman secara otomatis berdasarkan kondisi kelembaban tanah. Selain itu, pengguna juga memerlukan sistem yang mampu menampilkan kondisi tanaman secara *real-time* melalui aplikasi *android*, sehingga dapat dipantau dari jarak jauh. Tidak hanya itu, pengguna juga menginginkan adanya fitur kontrol manual untuk mengaktifkan dan menonaktifkan pompa air sesuai kebutuhan.

Tabel 4. 2 Kebutuhan Pengguna

Kebutuhan	Keterangan
Monitoring	Pengguna dapat melihat kelembaban tanah, suhu, dan kelembaban udara secara <i>real-time</i>
Kontrol Pompa	Pengguna dapat menghidupkan dan mematikan pompa
Informasi Sistem	Pengguna dapat mengetahui status pompa dan mode sistem

Sumber: Penulis, 2026

Tabel 4.2 menunjukkan kebutuhan utama pengguna dalam sistem, yaitu monitoring, otomatisasi, dan kontrol manual untuk mempermudah pengelolaan penyiraman tanaman.

b. Kebutuhan Data

Dalam sistem yang dirancang, data menjadi komponen penting yang digunakan untuk mendukung proses monitoring dan pengambilan keputusan. Data yang digunakan berasal dari sensor dan status perangkat yang berjalan dalam sistem.

Tabel 4. 3 Kebutuhan Data Sistem

Jenis Data	Keterangan
Kelembaban Tanah	Data utama dari sensor sebagai dasar penyiraman
Status Pompa	Menunjukkan kondisi <i>ON/OFF</i> pompa
Waktu Pembacaan	Menunjukkan waktu data diambil
Nilai <i>Threshold</i>	Batas kelembaban menentukan penyiraman
Status Mode	Menunjukkan otomatis atau manual
Suhu dan kelembaban udara	Data dari sensor DHT22

Sumber: Penulis, 2026

Tabel 4.3 menjelaskan data yang digunakan dalam sistem, yang meliputi kelembaban tanah, status pompa, waktu pembacaan, nilai ambang batas (*threshold*). Data-data tersebut berperan penting dalam mendukung proses monitoring dan pengambilan keputusan penyiraman, baik secara otomatis maupun manual, sehingga sistem dapat bekerja sesuai dengan kondisi yang terjadi di lapangan.

c. Kebutuhan Fungsional

Kebutuhan fungsional merupakan fungsi utama yang harus dimiliki oleh sistem agar dapat berjalan sesuai dengan tujuan yang diharapkan. Sistem dirancang untuk mampu melakukan monitoring kondisi tanah, menjalankan penyiraman secara otomatis, serta memberikan kontrol manual kepada pengguna melalui aplikasi *android*.

Tabel 4. 4 Kebutuhan Fungsional

Fungsi	Keterangan
Monitoring	Menampilkan data kelembaban tanah, suhu, dan kelembaban udara secara <i>real-time</i>
Kontrol Manual	Sistem menerima perintah <i>ON/OFF</i> dari aplikasi
Status Sistem	Sistem menampilkan status pompa dan mode (otomatis/manual)

Sumber: Penulis, 2026

Tabel 4.4 memperlihatkan fungsi utama sistem yang dirancang untuk mendukung proses penyiraman otomatis serta monitoring kondisi tanaman secara *real-time*.

d. Kebutuhan Non-Fungsional

Selain kebutuhan fungsional, sistem juga harus memenuhi kebutuhan non-fungsional agar dapat berjalan dengan baik dan nyaman digunakan oleh pengguna. Kebutuhan ini berkaitan dengan performa sistem, stabilitas koneksi, serta kemudahan dalam penggunaan.

Tabel 4. 5 Kebutuhan Non-Fungsional

Kebutuhan	Keterangan
Responsif	Sistem merespon dengan cepat
Stabil	Koneksi data berjalan dengan baik
<i>User Friendly</i>	Mudah digunakan oleh pengguna

Sumber: Penulis, 2026

Tabel 4.5 menggambarkan kebutuhan non-fungsional yang harus dipenuhi agar sistem dapat berjalan secara optimal dan memberikan kenyamanan bagi pengguna.

e. Analisa Perangkat Keras dan Perangkat Lunak

Sistem yang dirancang menggunakan beberapa komponen perangkat keras dan perangkat lunak yang saling terintegrasi. Perangkat keras berfungsi sebagai pengolah dan pengambil data dari lingkungan, sedangkan perangkat lunak berfungsi untuk mengelola data serta menampilkan informasi kepada pengguna.

Tabel 4. 6 Perangkat keras dan Perangkat Lunak

Komponen	Jenis	Spesifikasi	Fungsi dalam sistem
ESP32	<i>Hardware</i>	<i>WiFi, Bluetooth</i>	Mengontrol dan memproses data sistem
Sensor YL-69	<i>Hardware</i>	Sensor kelembaban tanah	Mengukur kelembaban tanah
Sensor DHT22	<i>Hardware</i>	Sensor suhu & kelembaban udara	Mengukur kondisi udara
<i>Relay</i>	<i>Hardware</i>	1 Channel 5V	Mengontrol <i>ON/OFF</i> pompa
Pompa air	<i>Hardware</i>	Pompa DC 12 v	Menyiram tanaman
VS Code + <i>Arduino</i>	<i>Software</i>	Editor & ekstensi <i>arduino</i>	Pemrograman ESP32
<i>Firebase</i>	<i>Software</i>	<i>Realtime Database</i>	Penyimpanan data dan pengiriman data
Aplikasi <i>Android</i>	<i>Software</i>	Dibuat dengan <i>Flutter</i>	<i>Monitoring</i> dan kontrol sistem
<i>Figma</i>	<i>Software</i>	<i>Tools</i> desain UI/UX	Menesain tampilan antarmuka aplikasi sebelum implementasi
LCD	<i>Hardware</i>	16x2 I2C	Monitoring loka
Aki SLA	<i>Hardware</i>	12V	Energi cadangan
OLED	<i>Hardware</i>	0.96	Status <i>WiFi</i> dan <i>Firebase</i>

Sumber: Penulis, 2026

Pada Tabel 4.6, perancangan sistem ini mengintegrasikan komponen perangkat keras dan perangkat lunak yang saling terhubung. Sisi perangkat keras berpusat pada ESP32 sebagai unit pengendali utama yang didukung konektivitas *WiFi* dan *Bluetooth*. Data lingkungan diperoleh melalui sensor YL-69 untuk kelembaban tanah dan ensor DHT22 untuk kondisi udara, yang kemudian direspons oleh *relay* guna mengatur aktivasi pompa air. Di sisi lain, ekosistem perangkat

lunak dibangun menggunakan *VS code* dan ekstensi *Arduino* untuk pemrograman, *Firebase* sebagai media penyimpanan data secara *real-time*, LCD untuk monitoring Dan aki SLA menjadi energi cadangan serta aplikasi *android* berbasis *flutter* yang berfungsi sebagai antarmuka monitoring bagi pengguna.

4.2 Perancangan Sistem (Desain) yang Diusulkan

Perancangan sistem merupakan tahap lanjutan setelah proses analisa kebutuhan, yang bertujuan untuk menggambarkan bagaimana sistem akan dibangun dan diimplementasikan. Pada tahap ini dilakukan perancangan secara logis, perancangan *database*, serta perancangan antarmuka pengguna (UI/UX) agar sistem dapat berjalan sesuai dengan kebutuhan yang telah ditentukan.

4.2.1 Perancangan Sistem (Logis)

. Perancangan sistem secara logis merupakan tahap yang bertujuan untuk menggambarkan alur kerja serta interaksi yang terjadi dalam sistem penyiraman tanaman berbasis *Internet of Things* (IoT). Pada tahap ini, sistem tidak dilihat dari sisi fisik perangkat, melainkan dari bagaimana proses dan fungsi sistem berjalan secara keseluruhan. Perancangan dilakukan dengan menggunakan beberapa *diagram*, yaitu *use case diagram* untuk menggambarkan interaksi antara pengguna dengan sistem, *activity diagram* untuk menunjukkan alur proses yang terjadi, serta *sequence diagram* untuk menjelaskan urutan komunikasi antar komponen sistem. Melalui perancangan ini, diharapkan alur sistem dapat dipahami dengan jelas sebelum tahap implementasi dilakukan. Selain itu, perancangan logis juga membantu dalam memastikan bahwa seluruh kebutuhan sistem telah terakomodasi dengan baik sehingga sistem dapat berjalan sesuai dengan tujuan yang diharapkan.

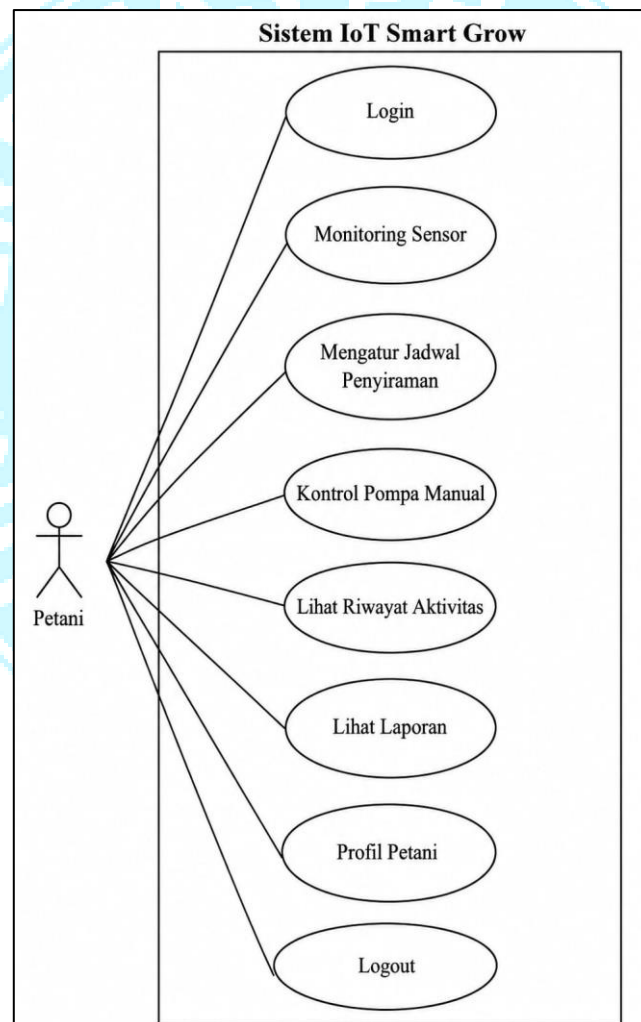
a. Use Case Diagram

Use case diagram digunakan untuk menggambarkan interaksi antara pengguna dengan sistem penyiraman tanaman berbasis *Internet of Things* (IoT). *Diagram* ini menunjukkan fungsi-fungsi utama yang dapat diakses oleh pengguna melalui aplikasi *android*. Dalam sistem ini, pengguna berperan sebagai aktor utama yang berinteraksi langsung dengan sistem untuk melakukan berbagai aktivitas, seperti melihat informasi kondisi tanaman, memonitor data sensor, serta

mengontrol perangkat penyiraman. *Use case diagram* ini bertujuan untuk memberikan gambaran umum mengenai ruang lingkup sistem serta batasan interaksi antara pengguna dan sistem yang dirancang.

1. *Use Case Diagram Smart Grow*

Use case diagram digunakan untuk menggambarkan interaksi antara pengguna dengan seluruh fitur utama pada sistem *Smart Grow*. *Diagram* ini menunjukkan fungsi utama yang tersedia pada aplikasi, seperti *login*, monitoring sensor, pengaturan jadwal penyiraman, kontrol pompa, laporan, dan *logout*. *Use case diagram* utama menjadi gambaran umum alur kerja sistem yang dirancang.



Sumber: Penulis, 2026

Gambar 4. 1 *Use Case Diagram Smart Grow*

Berdasarkan Gambar 4.1, aktor Petani memiliki delapan fungsi utama dalam sistem. Pertama, *Login*, yaitu proses autentikasi menggunakan akun Google untuk memperoleh akses ke dalam aplikasi. Kedua, *Monitoring Sensor*, yang berfungsi menampilkan informasi kondisi lingkungan berupa kelembapan tanah, suhu, dan kelembapan udara secara *real-time*. Selanjutnya, petani dapat Mengatur Jadwal Penyiraman dengan menentukan waktu penyiraman sesuai kebutuhan tanaman. Selain itu, tersedia fitur Kontrol Pompa Manual yang memungkinkan petani menyalakan atau mematikan pompa secara langsung apabila diperlukan.

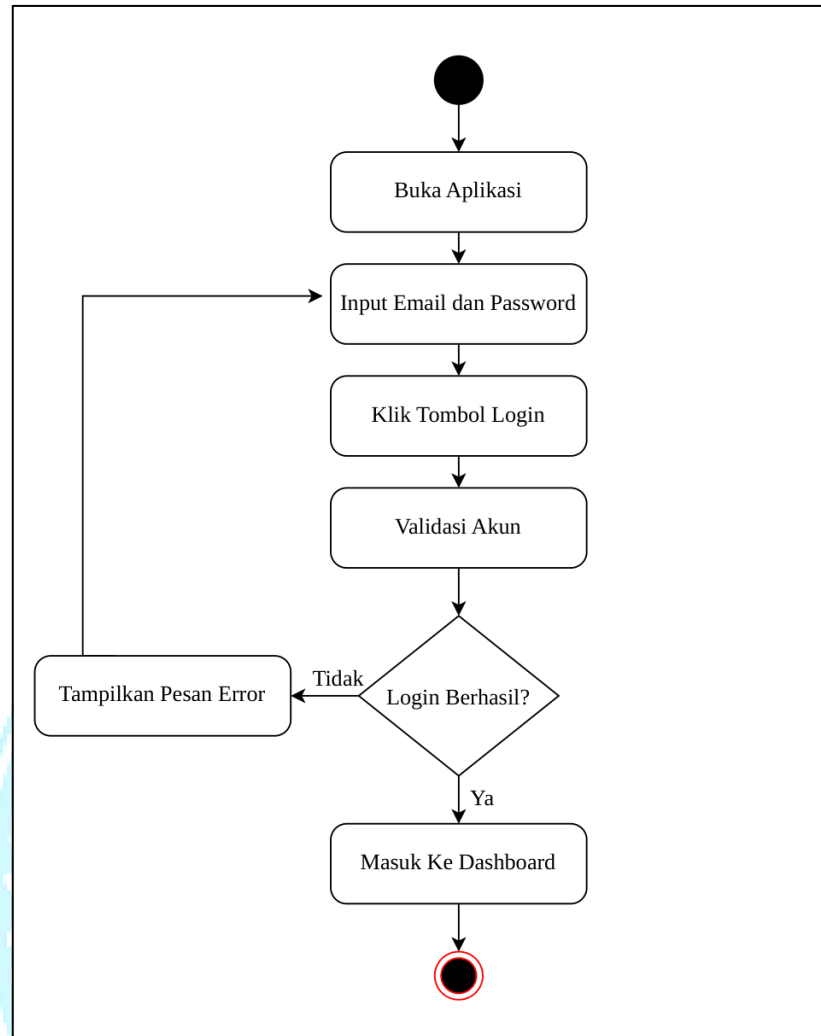
Sistem juga menyediakan fitur Lihat Riwayat Aktivitas untuk menampilkan catatan aktivitas yang telah dilakukan, seperti proses penyiraman atau perubahan status pompa. Kemudian, pada fitur Lihat Laporan, petani dapat melihat hasil monitoring yang telah direkap sebagai informasi kondisi tanaman. Selain itu, petani dapat mengakses Profil Petani untuk melihat informasi akun yang digunakan pada aplikasi. Terakhir, fitur *Logout* digunakan untuk mengakhiri sesi penggunaan aplikasi sehingga pengguna keluar dari sistem dengan aman.

b. Activity Diagram

Activity diagram digunakan untuk menggambarkan alur proses aktivitas yang terjadi pada sistem *Smart Grow*. *Diagram* ini menunjukkan urutan proses yang dilakukan oleh pengguna maupun sistem dalam menjalankan fitur-fitur yang tersedia pada aplikasi. Pada perancangan sistem ini terdapat beberapa *activity diagram*, yaitu *activity diagram login*, *monitoring sensor*, *jadwal penyiraman*, *kontrol pompa* dan *laporan*. *Activity diagram* dibuat untuk memberikan gambaran proses kerja sistem secara lebih detail dan terstruktur.

1. Activity Diagram Login

Activity diagram login digunakan untuk menggambarkan alur proses autentikasi pengguna pada aplikasi *Smart Grow*. *Diagram* ini menunjukkan tahapan yang dilakukan pengguna mulai dari memasukkan *email* dan *password* hingga sistem melakukan validasi data melalui *Firestore Authentication*. *Activity diagram* ini bertujuan untuk memberikan gambaran proses *login* pengguna sebelum mengakses fitur utama pada aplikasi *Smart Grow*.



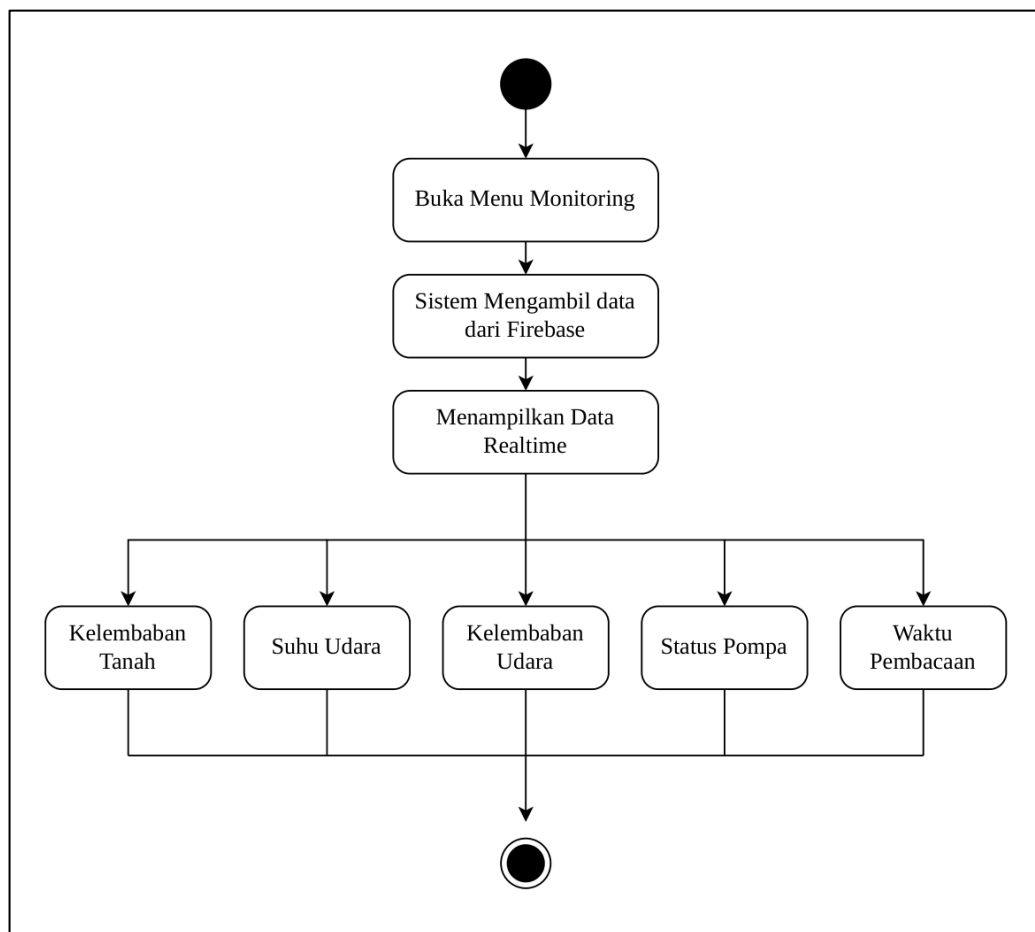
Sumber: Penulis, 2026

Gambar 4. 2 Activity Diagram Login

Gambar di atas menunjukkan proses *login* dimulai ketika pengguna membuka aplikasi dan memasukkan *email* serta *password* pada halaman *login*. Setelah tombol *login* ditekan, sistem akan melakukan proses validasi data pengguna menggunakan *Firebase Authentication*. Apabila data yang dimasukkan sesuai, maka pengguna akan diarahkan menuju halaman *dashboard* aplikasi. Jika data yang dimasukkan tidak sesuai, sistem akan menampilkan pesan kesalahan *login* kepada pengguna. Proses tersebut dilakukan untuk menjaga keamanan akses pada sistem *Smart Grow*.

2. Activity Diagram Monitoring Sensor

Activity diagram monitoring sensor digunakan untuk menggambarkan alur proses pemantauan kondisi tanaman secara *realtime* pada aplikasi *Smart Grow*. *Diagram* ini menunjukkan proses sistem dalam membaca data sensor dari perangkat IoT kemudian mengirimkan data tersebut ke *Firestore Realtime Database*. *Activity diagram* monitoring sensor bertujuan untuk memberikan gambaran proses monitoring kondisi tanaman yang dapat diakses pengguna melalui aplikasi secara langsung.



Sumber: Penulis, 2026

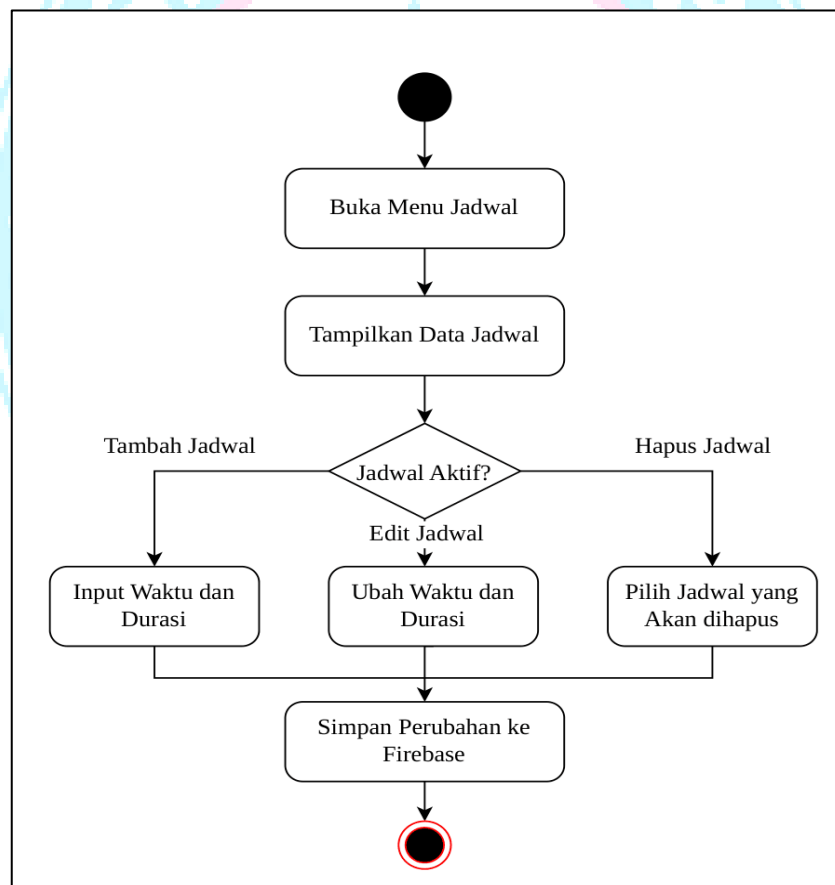
Gambar 4. 3 Activity Diagram Monitoring Sensor

Gambar di atas menggambarkan proses monitoring sensor dimulai ketika pengguna membuka halaman *dashboard* pada aplikasi *Smart Grow*. Sistem kemudian membaca data sensor berupa kelembapan tanah, suhu, dan kelembapan udara dari perangkat IoT. Data yang diperoleh selanjutnya dikirim dan disimpan pada *Firestore Realtime Database* sehingga dapat diperbarui secara *realtime* pada

aplikasi pengguna. Setelah data berhasil diterima, sistem akan menampilkan informasi kondisi tanaman pada *dashboard* aplikasi. Dengan adanya fitur monitoring sensor ini, pengguna dapat mengetahui kondisi tanaman secara langsung tanpa harus melakukan pengecekan secara manual.

3. Activity Diagram Jadwal Penyiraman

Activity diagram jadwal penyiraman digunakan untuk menggambarkan alur proses pengaturan jadwal penyiraman tanaman pada aplikasi *Smart Grow*. Diagram ini menunjukkan proses pengguna dalam menambahkan, mengaktifkan, menonaktifkan, maupun menghapus jadwal penyiraman sesuai kebutuhan tanaman. Activity diagram ini bertujuan untuk memberikan gambaran proses pengaturan jadwal penyiraman agar sistem dapat bekerja secara lebih teratur dan otomatis.



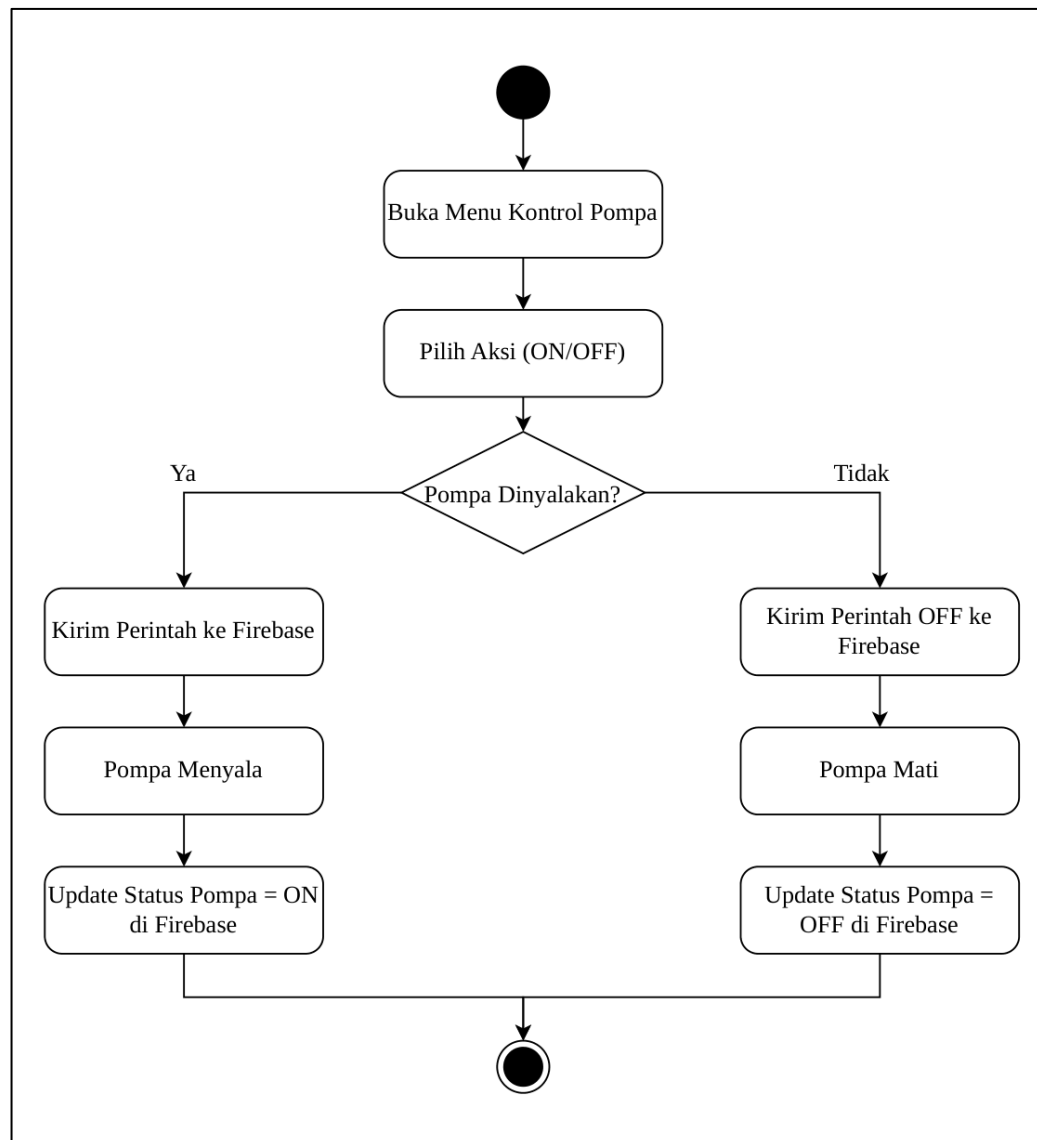
Sumber: Penulis, 2026

Gambar 4. 4 Activity Diagram Jadwal Penyiraman

Gambar di atas memperlihatkan proses pengaturan jadwal penyiraman dimulai ketika pengguna membuka menu jadwal penyiraman pada aplikasi *Smart Grow*. Pengguna kemudian dapat menambahkan jadwal baru dengan menentukan waktu penyiraman yang diinginkan. Setelah jadwal berhasil disimpan, sistem akan menyimpan data jadwal pada *Firebase Realtime Database* untuk digunakan dalam proses penyiraman otomatis. Selain menambahkan jadwal, pengguna juga dapat mengaktifkan, menonaktifkan, maupun menghapus jadwal penyiraman yang telah dibuat sebelumnya. Dengan adanya fitur ini, proses penyiraman tanaman dapat dilakukan secara lebih teratur dan efisien.

4. **Activity Diagram Kontrol Pompa**

Activity diagram kontrol pompa digunakan untuk menggambarkan alur proses pengendalian pompa air secara manual melalui aplikasi *Smart Grow*. *Diagram* ini menunjukkan proses pengguna dalam memberikan perintah untuk menyalakan maupun mematikan pompa air melalui aplikasi. *Activity diagram* ini bertujuan untuk memberikan gambaran proses kontrol pompa air yang dilakukan secara *realtime* melalui *Firebase Realtime Database*.



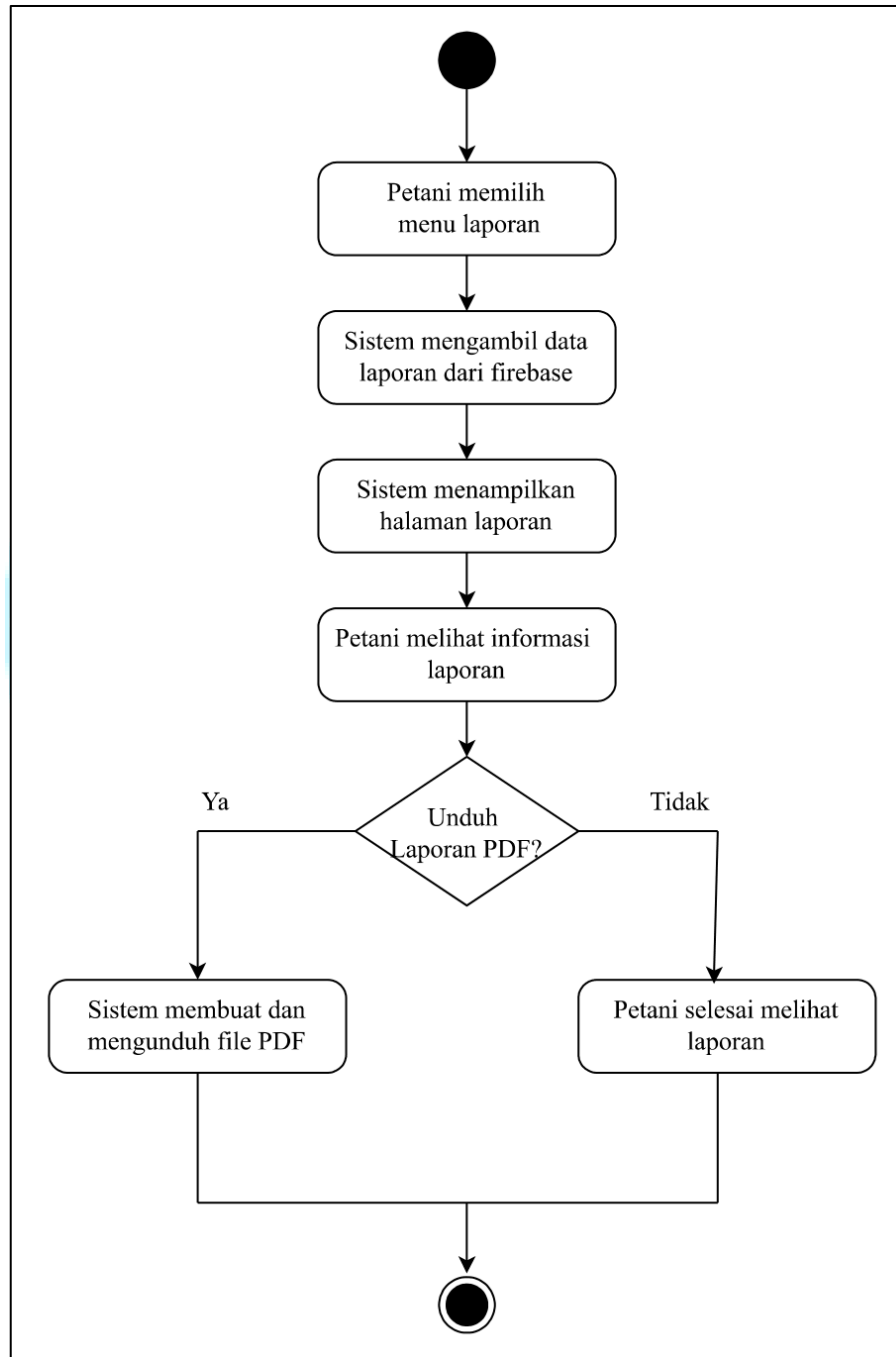
Sumber: Penulis, 2026

Gambar 4. 5 Activity Diagram Kontrol Pompa Manual

Gambar di atas menampilkan proses kontrol pompa dimulai ketika pengguna membuka halaman kontrol pompa pada aplikasi *Smart Grow*. Pengguna kemudian dapat menekan tombol *ON* atau *OFF* untuk mengendalikan pompa air sesuai kebutuhan penyiraman tanaman. Setelah perintah diberikan, sistem akan mengirimkan data status pompa ke *Firebase Realtime Database* dan diteruskan ke perangkat IoT secara *realtime*. Sistem kemudian akan memperbarui status pompa pada aplikasi sehingga pengguna dapat mengetahui kondisi pompa secara langsung. Dengan adanya fitur kontrol pompa ini, pengguna dapat melakukan pengendalian penyiraman tanaman secara lebih mudah dan fleksibel.

5. Activity Diagram Laporan

Activity diagram Laporan digunakan untuk menggambarkan alur proses pengguna dalam melihat laporan penyiraman pada aplikasi *Smart Grow*. Diagram ini menunjukkan interaksi antara petani dan sistem mulai dari membuka menu laporan hingga proses pengunduhan laporan dalam format PDF.



Sumber: Penulis, 2026

Gambar 4. 6 Activity Diagram Laporan

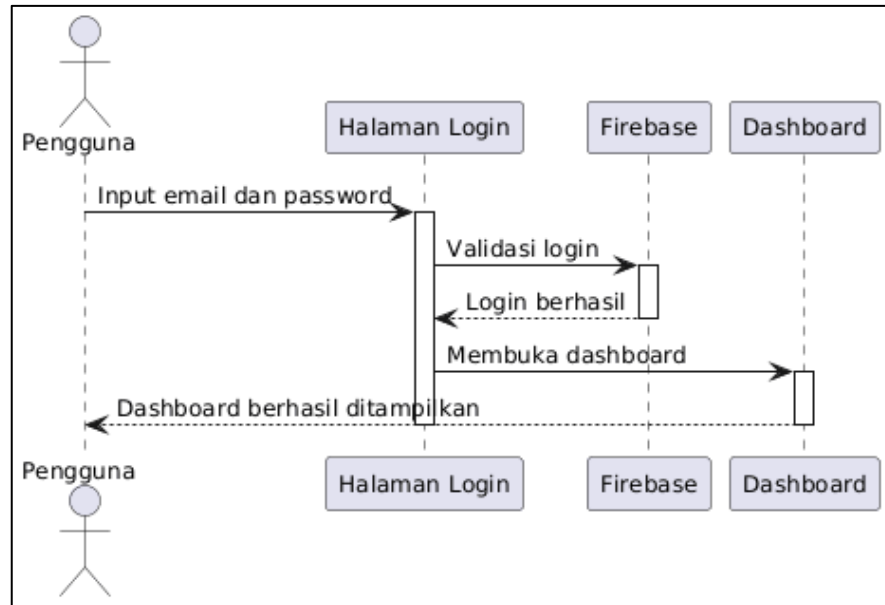
Gambar di atas menggambarkan *Activity Diagram* Laporan, proses diawali ketika petani memilih menu Laporan. Selanjutnya sistem mengambil data dari *Firestore Realtime Database* dan menampilkan informasi laporan yang meliputi kelembapan tanah, suhu tertinggi, total penyiraman, serta penggunaan air. Setelah melihat informasi tersebut, petani dapat memilih untuk mengunduh laporan dalam format PDF. Apabila proses unduh tidak dilakukan, maka alur berakhir setelah informasi laporan ditampilkan.

c. Sequence Diagram

Sequence diagram merupakan *diagram* yang digunakan untuk menggambarkan interaksi antar objek atau komponen sistem berdasarkan urutan waktu proses berlangsung. *Diagram* ini menunjukkan alur komunikasi antara pengguna, aplikasi, *database*, sensor, dan perangkat keras lainnya dalam menjalankan fungsi tertentu pada sistem. Pada sistem monitoring dan penyiraman tanaman otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) yang dirancang, *sequence diagram* digunakan untuk memperjelas proses pertukaran data dan kontrol sistem secara *realtime*. *Sequence diagram* pada sistem ini terdiri dari *sequence diagram login*, monitoring sensor, jadwal penyiraman, dan kontrol pompa manual.

1. Sequence Diagram Login

Sequence diagram login digunakan untuk menggambarkan proses autentikasi pengguna saat masuk ke dalam sistem monitoring dan penyiraman tanaman otomatis.



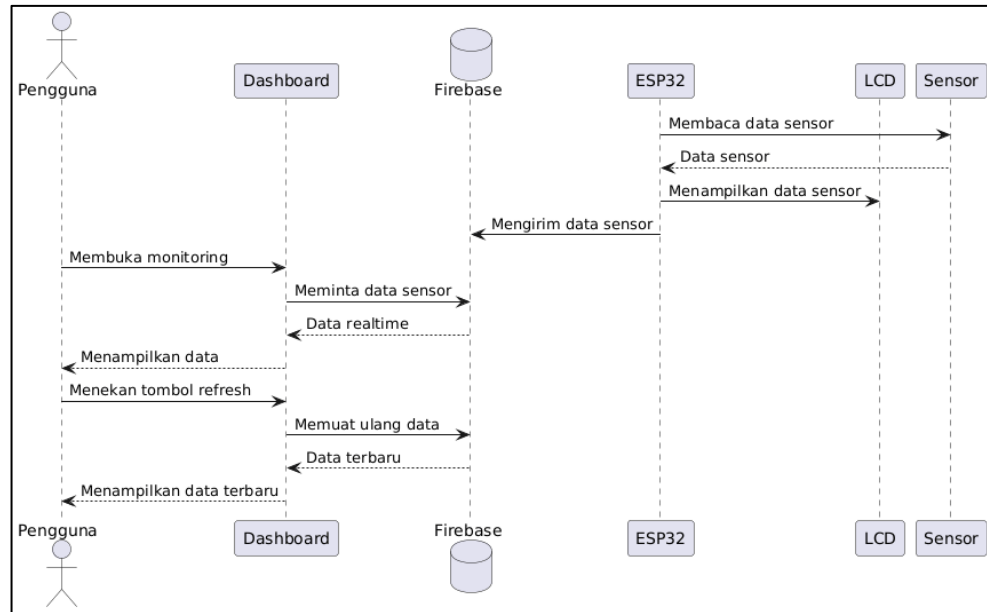
Sumber: Penulis, 2026

Gambar 4. 7 Squence Diagram Login

Gambar di atas menjelaskan proses *login* pengguna ke dalam sistem. Proses dimulai ketika pengguna memasukkan *email* dan *password* pada halaman *login*. Selanjutnya sistem melakukan validasi data *login* ke *Firebase*. Setelah data berhasil diverifikasi, sistem menampilkan *dashboard* utama kepada pengguna sehingga pengguna dapat mengakses fitur monitoring dan kontrol penyiraman tanaman.

2. Sequence Diagram Monitoring Sensor

Sequence diagram monitoring sensor digunakan untuk menggambarkan proses pemantauan data sensor secara *realtime* melalui *dashboard* aplikasi.



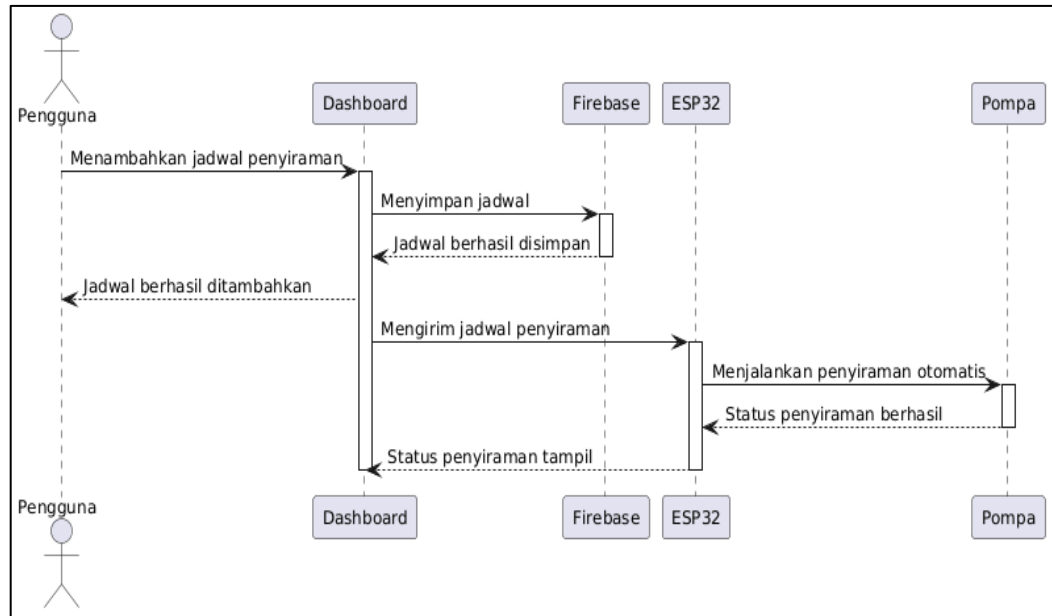
Sumber: Penulis, 2026

Gambar 4. 8 *Sequence Diagram* Monitoring Sensor

Gambar di atas menunjukkan proses monitoring sensor pada sistem. Proses dimulai ketika pengguna membuka halaman monitoring pada *dashboard* aplikasi. *Dashboard* kemudian meminta data sensor kepada *Firebase*. Selanjutnya *Firebase* melakukan sinkronisasi data dengan ESP32 untuk memperoleh data sensor terbaru. ESP32 membaca data dari sensor dan mengirimkan hasil pembacaan sensor ke *Firebase*. Setelah data diterima, *Firebase* meneruskan data tersebut ke *dashboard* sehingga data sensor dapat ditampilkan secara *realtime* kepada pengguna.

3. *Sequence Diagram* Jadwal Penyiraman

Sequence diagram jadwal penyiraman digunakan untuk menggambarkan proses penyiraman tanaman berdasarkan jadwal yang telah ditentukan oleh pengguna.



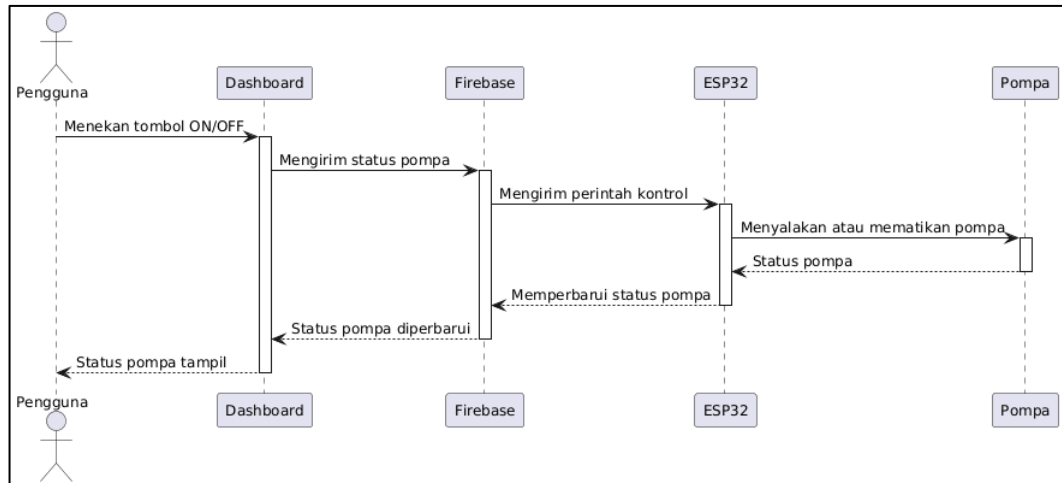
Sumber: Penulis, 2026

Gambar 4. 9 *Sequence Diagram* Jadwal Penyiraman

Gambar di atas menunjukkan proses penyiraman tanaman berdasarkan jadwal yang telah ditentukan pengguna. Proses dimulai ketika pengguna menambahkan jadwal penyiraman melalui *dashboard* aplikasi. *Dashboard* kemudian menyimpan jadwal tersebut ke *Firebase*. Setelah jadwal berhasil disimpan, *Firebase* mengirimkan data jadwal penyiraman ke ESP32. Selanjutnya ESP32 menjalankan proses penyiraman otomatis dengan mengaktifkan pompa air sesuai jadwal yang telah ditentukan. Setelah proses penyiraman selesai dilakukan, status penyiraman ditampilkan kembali pada *dashboard* pengguna.

4. *Sequence Diagram* Kontrol Pompa Manual

Sequence diagram kontrol pompa manual digunakan untuk menggambarkan proses pengendalian pompa air secara langsung oleh pengguna melalui *dashboard* aplikasi.



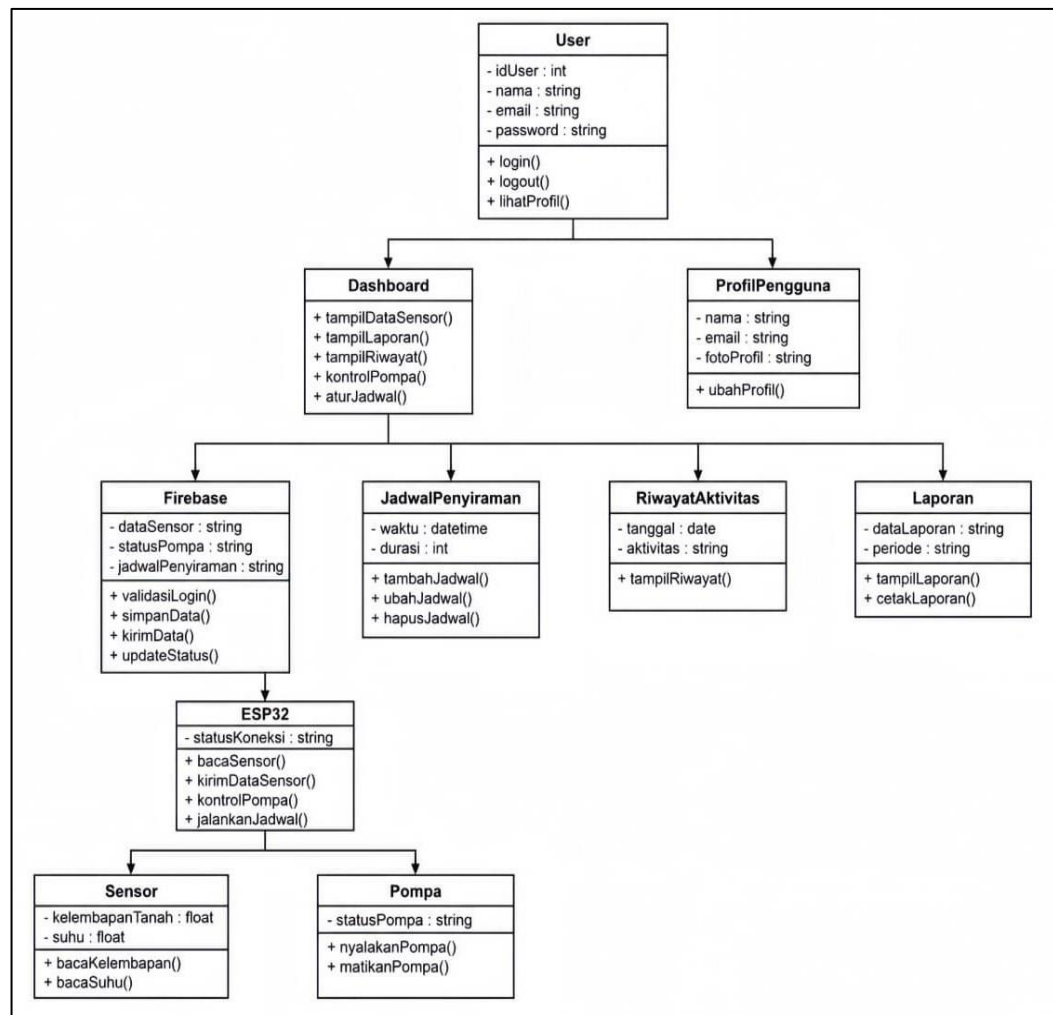
Sumber: Penulis, 2026

Gambar 4. 10 *Sequence Diagram* Kontrol Pompa Manual

Gambar di atas menunjukkan proses kontrol pompa manual pada sistem. Proses dimulai ketika pengguna menekan tombol *ON/OFF* pada *dashboard* aplikasi. *Dashboard* kemudian mengirimkan status kontrol pompa ke *Firebase* dan diteruskan ke *ESP32*. Selanjutnya *ESP32* menjalankan perintah untuk menyalakan atau mematikan pompa air. Setelah proses berhasil dilakukan, status pompa diperbarui dan ditampilkan kembali pada *dashboard* sehingga pengguna dapat mengetahui kondisi pompa secara langsung.

d. ***Class Diagram***

Class diagram merupakan *diagram* yang digunakan untuk menggambarkan struktur kelas pada sistem beserta atribut, *method*, dan hubungan antar kelas. *Diagram* ini menunjukkan komponen utama yang terdapat pada sistem *IoT Smart Grow* serta interaksi antar kelas dalam menjalankan fungsi monitoring dan penyiraman tanaman otomatis. Pada sistem ini, *class diagram* terdiri dari beberapa kelas utama seperti pengguna, *dashboard*, *Firebase*, *ESP32*, sensor, pompa, jadwal penyiraman, laporan, dan riwayat aktivitas.



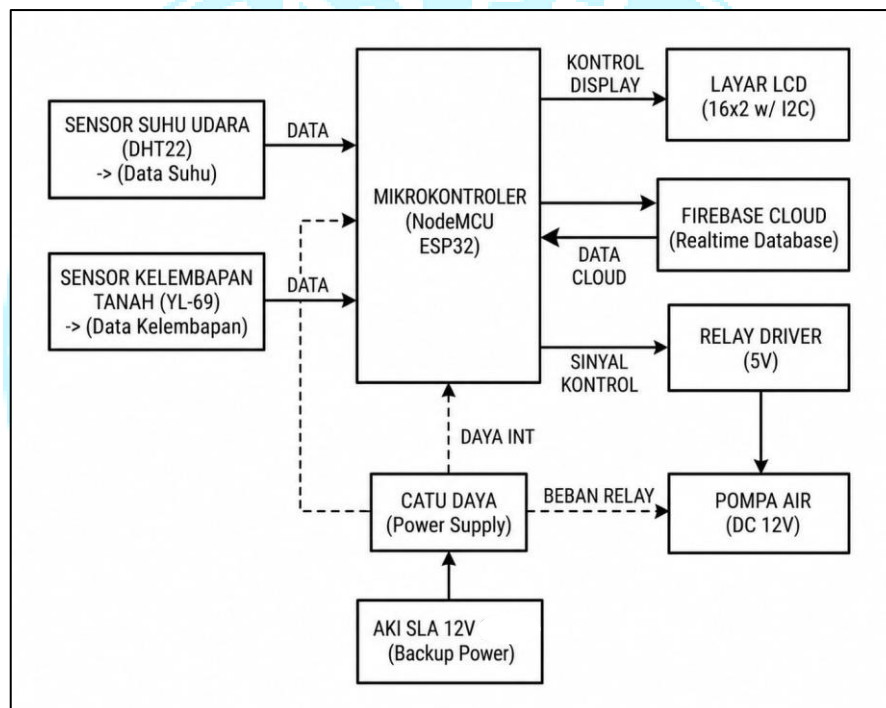
Sumber: Penulis, 2026

Gambar 4. 11 Class Diagram

Gambar di atas memaparkan struktur *class diagram* pada sistem IoT Smart Grow. Diagram ini menggambarkan hubungan antar kelas yang saling berinteraksi dalam menjalankan fungsi sistem. Kelas *User* digunakan untuk proses autentikasi dan pengelolaan profil pengguna. Kelas *Dashboard* berfungsi sebagai antarmuka utama untuk monitoring sensor, pengaturan jadwal penyiraman, dan kontrol pompa. *Firebase* digunakan sebagai media penyimpanan dan pertukaran data antara aplikasi dan perangkat ESP32. Selanjutnya ESP32 berperan dalam membaca data sensor serta mengontrol pompa air secara otomatis maupun manual. Selain itu terdapat kelas Jadwal Penyiraman, Riwayat Aktivitas, dan Laporan yang mendukung pengelolaan data sistem secara keseluruhan.

e. **Diagram Blok Sistem**

Diagram blok sistem menunjukkan hubungan antar komponen yang digunakan dalam sistem. Sensor YL-69 digunakan untuk membaca kelembapan tanah, sedangkan sensor DHT22 digunakan untuk membaca suhu dan kelembapan udara. Data sensor diproses oleh ESP32, kemudian ditampilkan pada LCD sebagai media monitoring lokal dan dikirim ke *Firestore Realtime Database* melalui koneksi *internet*. Data yang tersimpan pada *Firestore* ditampilkan pada aplikasi *smart grow* untuk proses monitoring. Selain itu, ESP32 mengendalikan *relay* yang berfungsi mengaktifkan pompa air secara otomatis berdasarkan nilai kelembapan tanah.



Sumber: Penulis, 2026

Gambar 4. 12 Diagram Blok Sistem

f. **Diagram Alat Smart Grow**

Diagram alat *Smart Grow* menggambarkan hubungan antar komponen yang digunakan dalam sistem penyiraman tanaman otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT). Sistem ini terdiri dari sensor kelembapan tanah YL-69 dan sensor suhu serta kelembapan udara DHT22 sebagai perangkat masukan (*input*), ESP32 sebagai pusat pengolahan data (*proses*), serta LCD 16x2 I2C, *Firestore Realtime Database*,

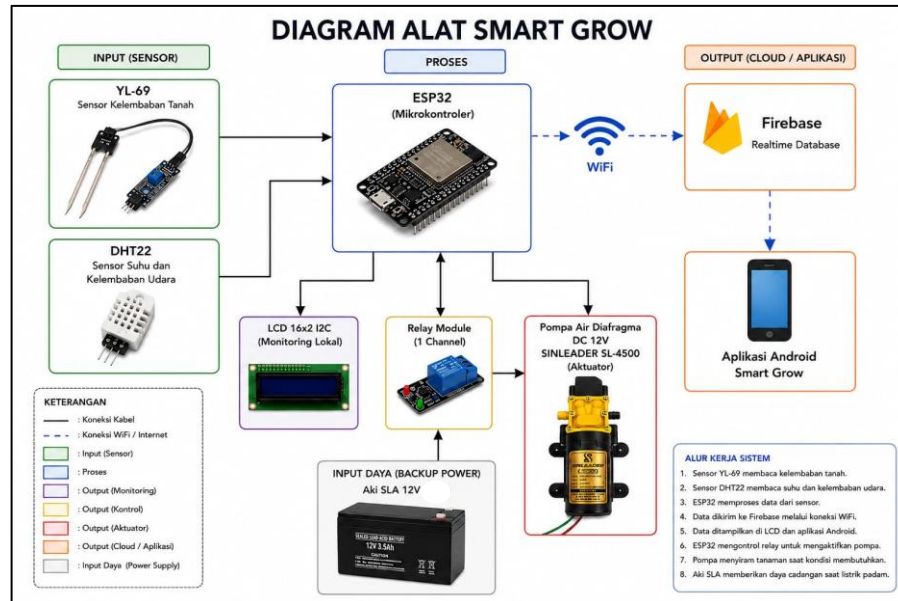
aplikasi *android Smart Grow*, *relay module*, dan pompa air DC 12V sebagai perangkat keluaran (*output*).

Sensor YL-69 berfungsi untuk mendeteksi tingkat kelembapan tanah, sedangkan sensor DHT22 digunakan untuk mengukur suhu dan kelembapan udara di sRiski Luzardhitar tanaman. Data yang diperoleh dari kedua sensor tersebut akan dikirimkan ke ESP32 untuk diproses sesuai dengan logika sistem yang telah dirancang.

ESP32 memanfaatkan koneksi *WiFi* untuk mengirimkan data hasil pembacaan sensor ke *Firebase Realtime Database*. Data tersebut kemudian dapat diakses dan dipantau secara *real-time* melalui aplikasi *Smart Grow* pada perangkat *android*. Selain itu, hasil pembacaan sensor juga ditampilkan pada LCD 16x2 I2C sebagai media monitoring secara langsung pada alat.

Berdasarkan nilai kelembapan tanah yang terdeteksi oleh sensor YL-69, ESP32 akan mengontrol *relay module* sebagai saklar elektronik untuk mengaktifkan atau menonaktifkan pompa air DC 12V. Ketika kelembapan tanah berada di bawah nilai yang telah ditentukan, *relay* akan mengaktifkan pompa sehingga proses penyiraman dapat dilakukan secara otomatis. Sebaliknya, apabila kelembapan tanah telah mencapai batas yang ditetapkan, *relay* akan mematikan pompa sehingga penyiraman berhenti secara otomatis.

Sebagai pendukung keandalan sistem, digunakan aki SLA 12V yang berfungsi sebagai sumber daya cadangan (*backup power*). Aki tersebut digunakan untuk menjaga sistem tetap dapat beroperasi apabila terjadi gangguan atau pemadaman pada sumber listrik utama.



Sumber: Penulis, 2026

Gambar 4. 13 Diagram Alat Smart Grow

g. Desain Dan Visualisasi Alat Smart Grow

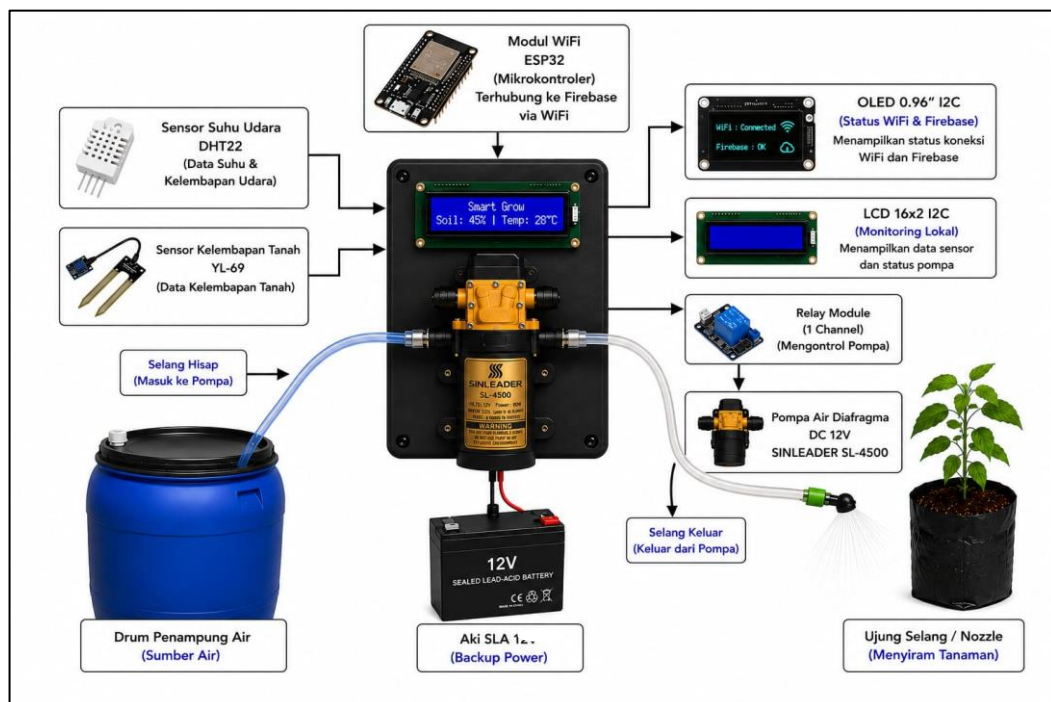
Desain alat *Smart Grow* menggambarkan bentuk fisik serta tata letak komponen yang digunakan dalam sistem penyiraman tanaman otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT). Sistem terdiri dari sebuah box kontrol yang berisi komponen utama seperti ESP32, *relay module*, dan rangkaian pendukung lainnya. Pada bagian luar box dipasang LCD 16x2 I2C sebagai media tampilan informasi serta pompa air DC 12V yang berfungsi sebagai aktuator penyiraman.

Sumber air yang digunakan berasal dari drum penampung air yang terhubung ke pompa melalui selang hisap. Air yang telah dihisap oleh pompa kemudian dialirkan melalui selang keluaran menuju area tanaman untuk melakukan proses penyiraman secara otomatis sesuai kondisi kelembapan tanah yang terdeteksi oleh sensor.

Sensor YL-69 ditempatkan pada media tanam untuk membaca tingkat kelembapan tanah, sedangkan sensor DHT22 digunakan untuk memantau suhu dan kelembapan udara di sRiski Luzardhitar tanaman. Data yang diperoleh dari kedua sensor tersebut diproses oleh ESP32 dan ditampilkan pada LCD serta dikirimkan ke aplikasi *Smart Grow* melalui jaringan *WiFi*.

Untuk menjaga kontinuitas operasional sistem, digunakan aki SLA 12V sebagai sumber daya cadangan (*backup power*). Aki tersebut berfungsi sebagai alternatif catu daya ketika terjadi gangguan atau pemadaman listrik, sehingga proses monitoring dan penyiraman tanaman dapat tetap berjalan.

Pada desain yang ditampilkan, sistem dirancang dalam bentuk yang ringkas dan mudah dipasang pada area budidaya tanaman, dengan jalur aliran air yang terdiri dari selang hisap dari drum menuju pompa dan selang keluaran dari pompa menuju tanaman yang akan disiram.



Sumber: Penulis, 2026

Gambar 4. 14 Desain dan Visualisasi Alat Smart Grow

4.2.2 Perancangan Database

Perancangan *database* merupakan proses perancangan penyimpanan data yang digunakan pada sistem agar data dapat dikelola dengan baik. *Database* pada sistem IoT Smart Grow digunakan untuk menyimpan data sensor, jadwal, *control*, *history*. *Database* yang digunakan pada sistem ini adalah *Firestore Realtime Database* yang memungkinkan pertukaran data secara *realtime* antara aplikasi dan perangkat ESP32.

1. Tabel Sensor

Tabel sensor digunakan untuk menyimpan data hasil pembacaan sensor pada sistem.

Tabel 4. 7 Sensor

Field	Tippe Data	Keterangan
Kelembaban tanah	Number	Nilai kelembaban tanah
suhu	Number	Nilai suhu
kelembaban udara	Number	Nilai kelembaban udara

Sumber: Penulis, 2026

2. Tabel Jadwal

Tabel jadwal penyiraman digunakan untuk menyimpan data jadwal penyiraman otomatis.

Tabel 4. 8 Jadwal

Field	Tippe Data	Keterangan
time	String	Waktu penyiraman
isActive	Boolean	Status jadwal

Sumber: Penulis, 2026

3. Tabel Control

Tabel *control* digunakan untuk menyimpan status pompa air pada sistem.

Tabel 4. 9 Control

Field	Tippe Data	Keterangan
pompa	Number	0 = OFF, 1 = ON

Sumber: Penulis, 2026

4. Tabel History

Tabel *history* digunakan untuk menyimpan aktivitas yang terjadi pada sistem.

Tabel 4. 10 History

Field	Tippe Data	Keterangan
kelembaban	Number	Nilai kelembaban
pesan	String	Pesan aktivitas
waktu	String	Waktu aktivitas

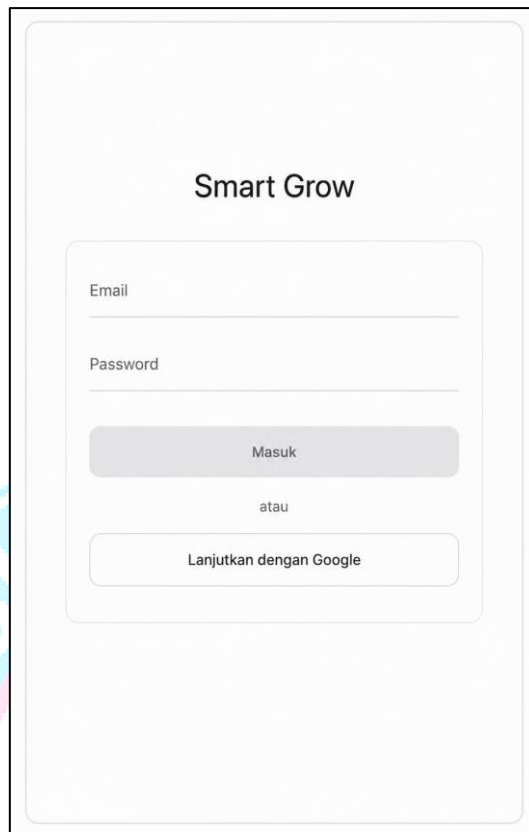
Sumber: Penulis, 2026

4.2.3 Perancangan Antarmuka (UI/UX)

Perancangan *User Experience* (UX) dan *User Interface* (UI) pada aplikasi *Smart Grow* dilakukan untuk menciptakan tampilan sistem yang mudah digunakan, interaktif, dan mampu memberikan pengalaman penggunaan yang baik kepada pengguna. Perancangan antarmuka aplikasi dibuat dengan konsep sederhana namun tetap informatif agar pengguna dapat melakukan monitoring kondisi tanaman, pengaturan jadwal penyiraman, serta pengendalian pompa secara lebih efektif. Selain itu, tampilan aplikasi juga dirancang responsif sehingga dapat digunakan dengan nyaman pada perangkat *smartphone* berbasis *android*.

Pada aplikasi *Smart Grow*, setiap halaman dirancang sesuai dengan fungsi utama sistem IoT yang digunakan. Halaman *login* digunakan sebagai proses autentikasi pengguna sebelum masuk ke sistem. *Dashboard* digunakan untuk menampilkan data monitoring sensor secara *realtime*. Selain itu, aplikasi juga menyediakan fitur jadwal penyiraman otomatis, riwayat aktivitas sistem, laporan monitoring tanaman, dan halaman profil pengguna. Dengan adanya perancangan UX/UI ini diharapkan pengguna dapat lebih mudah dalam mengoperasikan sistem *Smart Grow* untuk melakukan monitoring dan pengendalian penyiraman tanaman secara otomatis maupun manual.

1. Tampilan Halaman *Login*

The image shows a login page for an application named "Smart Grow". The page has a light gray background. At the top, the text "Smart Grow" is centered. Below it, there is a white rounded rectangle containing the login form. The form has two input fields: "Email" and "Password", each with a horizontal line for text entry. Below the "Password" field is a gray button with the text "Masuk". Underneath the button is the word "atau" (or). At the bottom of the form is a white button with the text "Lanjutkan dengan Google". The entire login form is centered on the page.

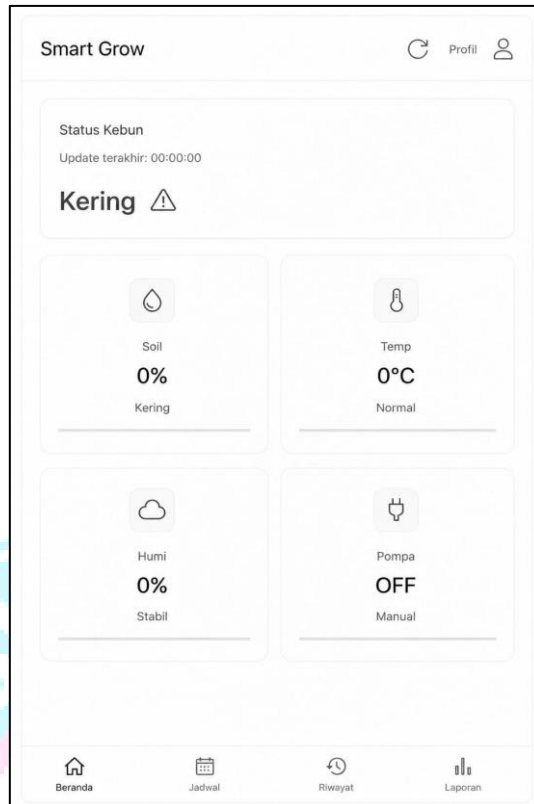
Sumber: Penulis, 2026

Gambar 4. 15 Halaman *Login*

Gambar di atas memperlihatkan tampilan halaman *login* pada aplikasi *Smart Grow*. Desain halaman dibuat sederhana dan mudah dipahami agar pengguna dapat melakukan proses *login* dengan cepat. Setelah data *login* berhasil diverifikasi oleh sistem, pengguna akan diarahkan menuju halaman *dashboard* utama untuk mengakses seluruh fitur monitoring dan kontrol pada sistem IoT *Smart Grow*.

2. Tampilan Halaman *Dashboard*

Halaman *dashboard* merupakan halaman utama pada aplikasi *Smart Grow* yang berfungsi untuk menampilkan informasi monitoring sensor secara *realtime*. Pada halaman ini pengguna dapat melihat kondisi kebun, update terakhir, status kelembapan tanah, suhu, kelembapan udara, serta status pompa yang sedang digunakan pada sistem. *Dashboard* juga menyediakan fitur *refresh* (update data sensor) dan untuk mengaktifkan penyiraman otomatis berdasarkan kondisi sensor.



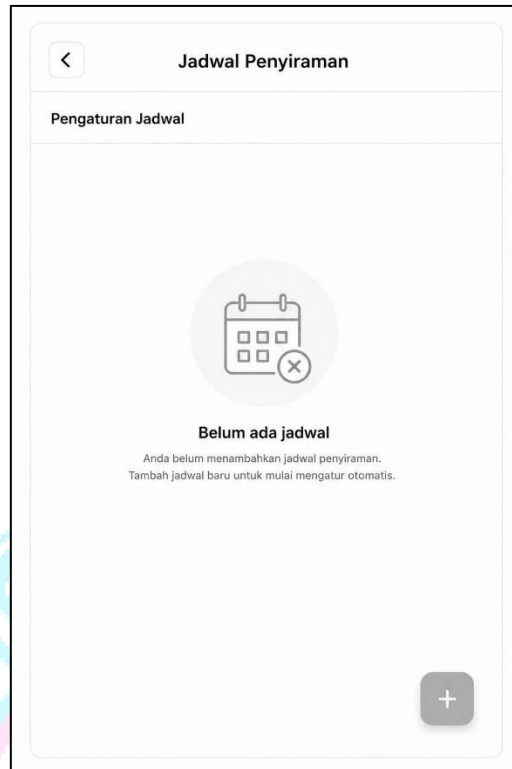
Sumber: Penulis, 2026

Gambar 4. 16 Halaman *Dashboard*

Gambar di atas menampilkan tampilan *dashboard* aplikasi *Smart Grow*. Informasi sensor ditampilkan dalam bentuk kartu monitoring sehingga memudahkan pengguna dalam membaca kondisi tanaman secara langsung. Selain itu, pada bagian bawah aplikasi tersedia menu navigasi yang digunakan untuk berpindah ke halaman jadwal penyiraman, riwayat aktivitas, laporan, dan fitur lainnya pada sistem.

3. Tampilan Halaman Jadwal Penyiraman

Halaman jadwal penyiraman digunakan untuk mengatur waktu penyiraman otomatis pada sistem *Smart Grow*. Pada halaman ini pengguna dapat menambahkan jadwal penyiraman sesuai kebutuhan tanaman dengan menentukan waktu tertentu. Sistem akan menjalankan pompa secara otomatis berdasarkan jadwal yang telah diatur oleh pengguna.



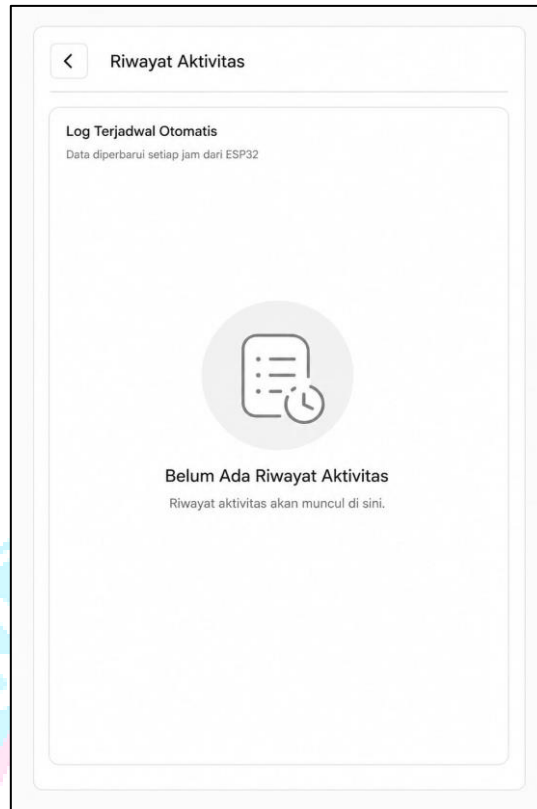
Sumber: Penulis, 2026

Gambar 4. 17 Halaman Jadwal Penyiraman

Gambar di atas menunjukkan tampilan halaman jadwal penyiraman pada aplikasi *Smart Grow*. Halaman ini menampilkan daftar jadwal penyiraman yang telah dibuat beserta status aktif atau nonaktif pada setiap jadwal. Pengguna juga dapat mengaktifkan maupun menonaktifkan jadwal penyiraman menggunakan tombol *switch* yang tersedia pada aplikasi.

4. Tampilan Halaman Riwayat Aktivitas

Halaman riwayat aktivitas digunakan untuk menampilkan seluruh aktivitas monitoring dan penyiraman yang dilakukan oleh sistem *Smart Grow*. Informasi aktivitas disimpan secara otomatis sehingga pengguna dapat melihat histori kondisi kelembapan tanah dan aktivitas penyiraman yang telah berlangsung sebelumnya.



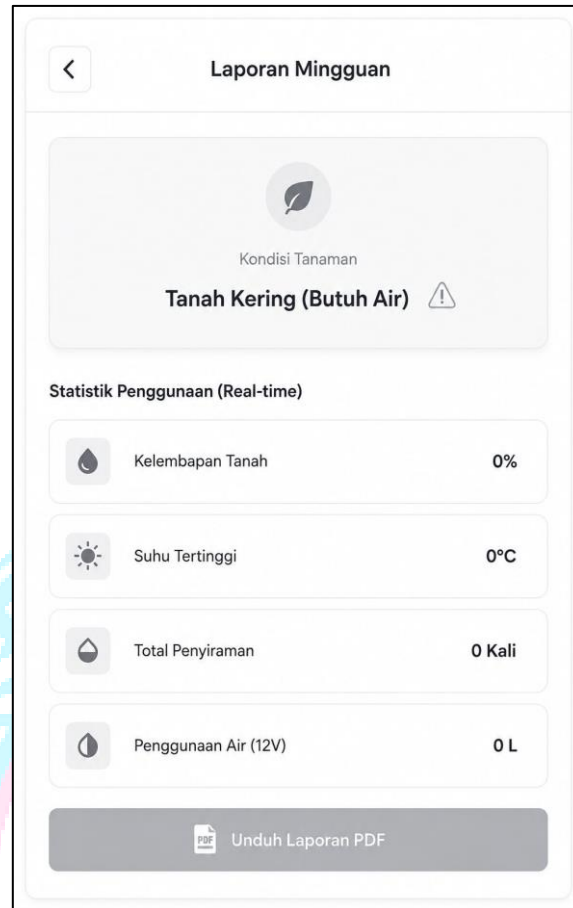
Sumber: Penulis, 2026

Gambar 4. 18 Halaman Riwayat Aktivitas

Gambar di atas menunjukkan tampilan halaman riwayat aktivitas pada aplikasi *Smart Grow*. Halaman ini menampilkan data monitoring secara berkala lengkap dengan waktu aktivitas yang terjadi. Riwayat aktivitas membantu pengguna dalam melakukan pemantauan kondisi tanaman serta mengetahui proses penyiraman otomatis yang telah dijalankan oleh sistem.

5. Tampilan Halaman Laporan

Halaman laporan digunakan untuk menampilkan hasil monitoring tanaman dalam bentuk ringkasan data. Pada halaman ini pengguna dapat melihat informasi kondisi tanaman, statistik penggunaan sistem, serta jumlah penyiraman yang telah dilakukan selama periode tertentu. Selain itu, aplikasi juga menyediakan fitur untuk mengunduh laporan dalam format PDF.



Sumber: Penulis, 2026

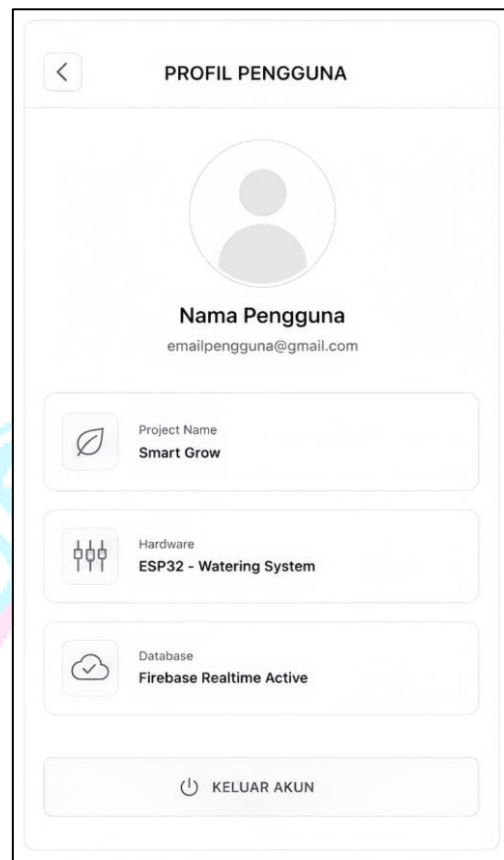
Gambar 4. 19 Halaman Laporan

Gambar di atas menunjukkan tampilan halaman laporan mingguan pada aplikasi *Smart Grow*. Informasi yang ditampilkan meliputi kondisi kelembapan tanah, suhu tertinggi, total penyiraman, dan penggunaan air pada sistem. Halaman laporan dibuat agar pengguna dapat melakukan evaluasi terhadap kondisi tanaman dan penggunaan sistem IoT *Smart Grow* secara lebih mudah dan terstruktur.

6. Tampilan Halaman Profil Pengguna

Halaman profil pengguna merupakan halaman yang digunakan untuk menampilkan informasi akun pengguna pada aplikasi *Smart Grow*. Pada halaman ini pengguna dapat melihat identitas akun yang sedang digunakan seperti foto profil, nama pengguna, dan alamat email yang terhubung dengan sistem. Halaman

profil juga berfungsi sebagai media informasi mengenai sistem IoT yang digunakan pada aplikasi *Smart Grow*.



Sumber: Penulis, 2026

Gambar 4. 20 Halaman Profil Pengguna

Gambar di atas menunjukkan tampilan halaman profil pengguna pada aplikasi *Smart Grow*. Pada halaman ini terdapat informasi mengenai nama proyek *Smart Grow*, perangkat *hardware* yang digunakan yaitu *ESP32 Watering System*, serta *database Firebase Realtime* yang digunakan sebagai media penyimpanan dan sinkronisasi data sistem. Selain itu, tersedia juga fitur keluar akun (*logout*) yang digunakan pengguna untuk keluar dari aplikasi dan mengakhiri sesi *login* pada sistem.

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Implementasi Sistem

Implementasi sistem merupakan tahap penerapan hasil perancangan yang telah dilakukan pada bab sebelumnya. Pada tahap ini dilakukan penerapan perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan untuk membangun sistem *Smart Grow* berbasis *Internet of Things* (IoT). Sistem yang dikembangkan terdiri dari perangkat keras sebagai media monitoring dan penyiraman tanaman serta perangkat lunak yang digunakan untuk pengelolaan data, komunikasi sistem, dan antarmuka pengguna. Implementasi sistem dilakukan untuk memastikan seluruh komponen dapat bekerja secara terintegrasi sesuai dengan kebutuhan yang telah dirancang.

5.1.1 Perangkat Keras yang Digunakan

Perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini berfungsi sebagai komponen utama dalam proses monitoring dan penyiraman tanaman secara otomatis. Perangkat keras tersebut bekerja secara terintegrasi untuk membaca kondisi lingkungan, mengolah data, mengirimkan informasi ke *database*, serta mengendalikan proses penyiraman tanaman. Adapun perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 5. 1 Perangkat Keras yang digunakan

No	Perangkat Keras	Spesifikasi/Tipe	Fungsi Utama
1	Mikrokontroler	ESP32 DevKit V1	Sebagai pusat kendali sistem yang mengolah data dari sensor dan mengirimkannya ke aplikasi melalui koneksi <i>WiFi</i>
2	Sensor Kelembapan Tanah	YL-69	Mendeteksi tingkat kelembapan tanah untuk menentukan kebutuhan penyiraman tanaman
3	Sensor Suhu dan Kelembapan Udara	DHT22	Mengukur suhu dan kelembapan udara di sekitar tanaman untuk pemantauan kondisi lingkungan
4	Modul <i>Relay</i>	<i>Relay</i> 1 Channel 5V	Sebagai saklar elektronik untuk mengontrol <i>ON/OFF</i> pompa air berdasarkan perintah dari ESP32

5	Aktuator	Pompa Air DC 12V	Melakukan penyiraman tanaman secara otomatis sesuai kondisi kelembapan tanah
6	Catu Daya	Adaptor 12V	Sumber daya utama untuk menyuplai listrik ke sistem
7	Perangkat Monitoring	<i>Smartphone</i> <i>Android</i>	Menampilkan data sensor dan kontrol sistem melalui aplikasi <i>Smart Grow</i>
8	Monitoring Lokal	LCD 16x2 I2C	Menampilkan data sensor secara langsung tanpa aplikasi
9	<i>Backup Power</i>	Aki SLA 12V	Sumber daya cadangan saat listrik utama terputus
10	OLED	0.96 12C	Menampilkan Status koneksi dan Status pompa

Sumber: Penulis, 2026

5.1.2 Perangkat Lunak yang Digunakan

Perangkat lunak digunakan untuk mendukung proses perancangan, pengembangan, pengujian, dan implementasi sistem *Smart Grow*. Perangkat lunak tersebut digunakan untuk membuat program mikrokontroler ESP32, mengembangkan aplikasi *android*, mengelola *database*, serta merancang antarmuka aplikasi. Adapun perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 5. 2 Perangkat Lunak yang digunakan

No	Perangkat Lunak	Spesifikasi/Tipe	Fungsi Utama
1	Sistem Operasi	Windows 11	Lingkungan utama untuk menjalankan seluruh proses pengembangan sistem
2	Bahasa Pemrograman	<i>Dart</i>	Bahasa utama yang digunakan untuk membangun aplikasi <i>Smart Grow</i>
3	<i>Framework</i>	<i>Flutter</i>	<i>Framework</i> untuk mengembangkan aplikasi <i>android</i> secara cross-platform
4	<i>Code Editor</i>	<i>Visual Studio Code</i>	IDE yang digunakan untuk menulis dan mengedit kode program
5	<i>Platform IoT</i>	<i>PlatformIO</i>	<i>Platform</i> untuk pemrograman dan upload <i>firmware</i> ke mikrokontroler ESP32
6	<i>Database</i>	<i>Firestore Realtime Database</i>	Tempat penyimpanan dan sinkronisasi data sensor secara <i>real-time</i>

7	Perancangan Antarmuka	Figma	Aplikasi desain untuk membuat rancangan UI/UX aplikasi sebelum implementasi
---	--------------------------	-------	--

Sumber: Penulis, 2026

5.2 Spesifikasi Perangkat

5.2.1 Perangkat Keras

Perangkat keras merupakan komponen utama yang digunakan dalam pembangunan sistem *Smart Grow*. Perangkat keras tersebut berfungsi untuk melakukan proses monitoring kondisi lingkungan tanaman, pengolahan data, komunikasi dengan *database*, serta pengendalian proses penyiraman secara otomatis maupun manual. Spesifikasi perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 5.3.

Tabel 5. 3 Spesifikasi Perangkat Keras

No	Nama Perangkat	Spesifikasi
1	ESP32 DevKit V1	Mikrokontroler 32-bit dual-core Xtensa LX6, frekuensi hingga 240 MHz, RAM 520 KB, WiFi 802.11 b/g/n, Bluetooth 4.2 (BLE), tegangan operasi 3,3V
2	Sensor Kelembaban Tanah YL-69	Sensor kelembaban tanah berbasis resistif , dengan output analog dan digital, digunakan untuk mendeteksi tingkat kelembaban tanah
3	DHT22	Sensor suhu dan kelembaban udara, rentang suhu -40°C hingga 80°C, akurasi $\pm 0,5^\circ\text{C}$, rentang kelembaban 0-100% RH, akurasi $\pm 2\%$ RH
4	Relay 1 Channel 5V	Modul <i>relay</i> 1 kanal dengan tegangan kerja 5V DC, digunakan untuk mengontrol pompa air secara otomatis maupun manual
5	Pompa Air DC	Pompa air mini DC 12V yang digunakan sebagai aktuator untuk proses penyiraman tanaman
6	Adaptor DC	Input 220V AC, output 12V DC, digunakan sebagai sumber daya utama sistem
7	Smartphone Android	Perangkat <i>mobile</i> yang digunakan untuk menjalankan aplikasi <i>Smart Grow</i> sebagai media monitoring dan kontrol sistem

Sumber: Penulis, 2026

5.2.2 Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang digunakan pada penelitian ini berfungsi untuk mendukung proses pengembangan, implementasi, dan pengujian sistem *Smart Grow*. Perangkat lunak tersebut digunakan dalam pemrograman mikrokontroler, pengembangan aplikasi *android*, perancangan antarmuka, serta pengelolaan *database*. Spesifikasi perangkat lunak yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 5.4.

Tabel 5. 4 Spesifikasi Perangkat Lunak

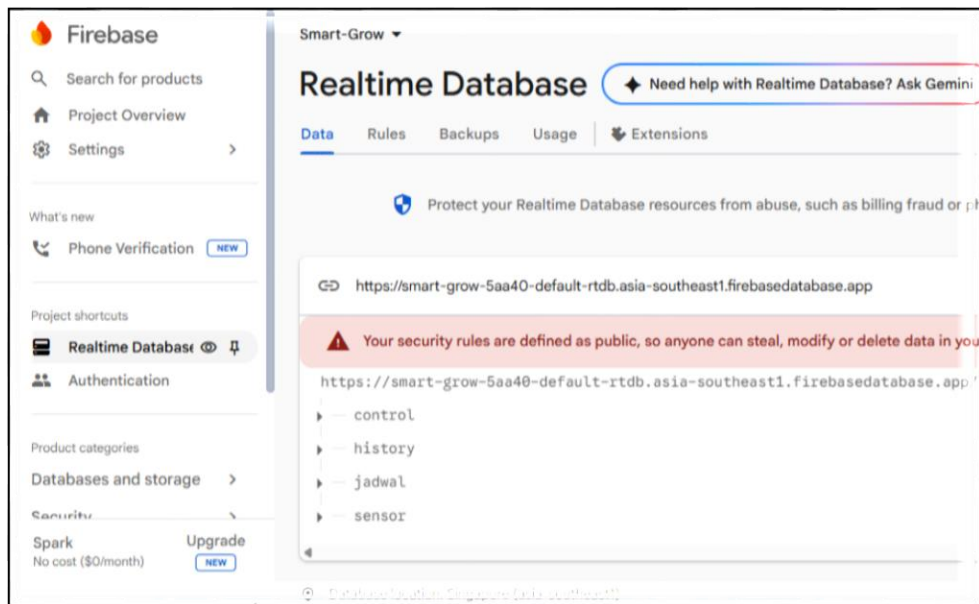
No	Nama Perangkat Lunak	Versi/Keterangan
1	Windows 11 Pro	Versi 23H2, OS Build 22631.5335, 64-bit Operating System
2	Visual Studio Code	Versi 1.122.1 (User Setup)
3	PlatformIO IDE	Versi 3.3.4
4	Flutter	Versi 3.27.3 (Stable Channel)
5	Dart	Versi 3.6.1
6	Firebase Realtime Database	Cloud-Based Realtime Database Service
7	Figma	Web Version

Sumber: Penulis, 2026

5.3 Implementasi Database

Implementasi *database* pada sistem *Smart Grow* menggunakan *Firebase Realtime Database* sebagai media penyimpanan dan pertukaran data antara perangkat ESP32 dan aplikasi *Android*. *Database* ini memungkinkan proses sinkronisasi data secara *realtime* sehingga data hasil pembacaan sensor maupun perintah kontrol dapat langsung diterima oleh sistem tanpa memerlukan proses *refresh* secara manual.

Pada penelitian ini, *Firebase Realtime Database* digunakan untuk menyimpan data kelembapan tanah, suhu dan kelembapan udara, jadwal penyiraman, status kontrol pompa, serta riwayat aktivitas sistem. Dengan menggunakan *database* berbasis *cloud*, data dapat diakses dan diperbarui secara cepat oleh perangkat yang terhubung ke internet.



Sumber: Penulis, 2026

Gambar 5. 1 Implementasi *Firebase Realtime Database*

Berdasarkan Gambar 5.1, struktur *database* pada sistem *Smart Grow* terdiri dari beberapa *node* utama yang memiliki fungsi berbeda-beda. Adapun fungsi masing-masing *node* dijelaskan sebagai berikut:

1. *control*

Node control digunakan untuk menyimpan data kendali sistem, seperti perintah pengaktifan atau penonaktifan pompa yang dikirim dari aplikasi *Android* ke perangkat ESP32.

2. *history*

Node history digunakan untuk menyimpan riwayat aktivitas sistem, seperti data penyiraman maupun aktivitas monitoring yang telah dilakukan selama sistem beroperasi.

3. *jadwal*

Node jadwal digunakan untuk menyimpan informasi jadwal penyiraman otomatis yang telah ditentukan oleh pengguna melalui aplikasi *Smart Grow*.

4. *sensor*

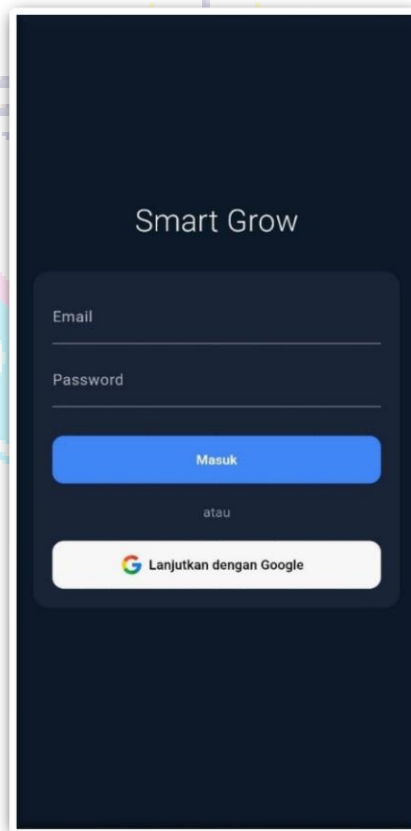
Node sensor digunakan untuk menyimpan data hasil pembacaan sensor yang terpasang pada sistem, seperti nilai kelembapan tanah, suhu udara, dan kelembapan udara yang diperoleh secara *realtime*.

Implementasi *Firebase Realtime Database* memungkinkan komunikasi dua arah antara aplikasi *Android* dan perangkat *ESP32* sehingga proses monitoring dan pengendalian sistem dapat dilakukan secara *realtime* dan efisien.

5.4 Tampilan Antarmuka Sistem

Implementasi antarmuka dilakukan untuk menampilkan hasil perancangan aplikasi *Smart Grow* yang digunakan sebagai media monitoring dan pengendalian sistem. Antarmuka aplikasi dirancang menggunakan *framework Flutter* dengan tampilan yang sederhana dan mudah digunakan. Implementasi antarmuka bertujuan untuk memudahkan pengguna dalam mengakses informasi kondisi tanaman serta mengelola fitur-fitur yang tersedia pada sistem.

5.4.1 Halaman *Login*

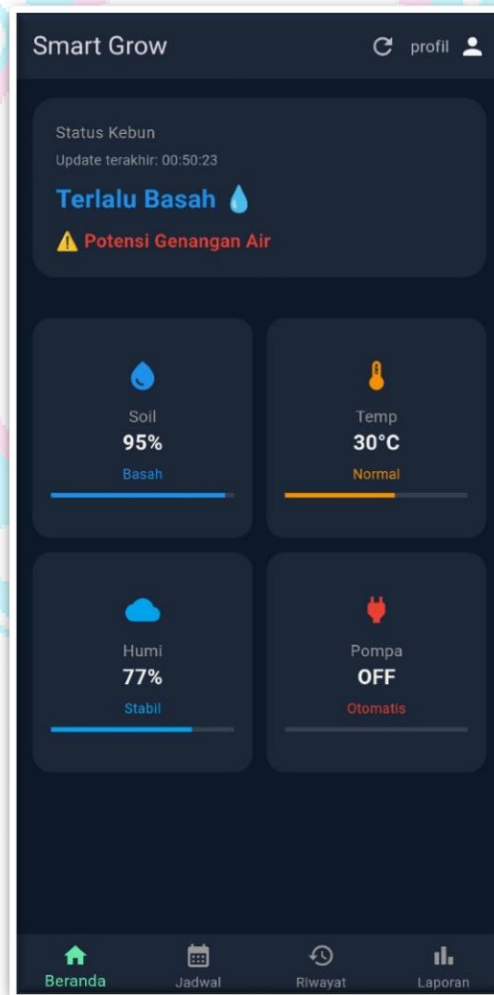


Sumber: Penulis, 2026

Gambar 5. 2 Halaman *Login*

Halaman *login* merupakan halaman yang digunakan sebagai proses autentikasi pengguna sebelum mengakses sistem *Smart Grow*. Pada halaman ini pengguna diminta memasukkan alamat *email* dan kata sandi yang telah terdaftar pada sistem. Selain metode *login* menggunakan *email* dan *password*, aplikasi juga menyediakan fitur masuk menggunakan akun Google untuk mempermudah proses autentikasi. Setelah proses *login* berhasil dilakukan, pengguna akan diarahkan ke halaman *dashboard* untuk mengakses seluruh fitur yang tersedia pada aplikasi.

5.4.2 Halaman *Dashboard*

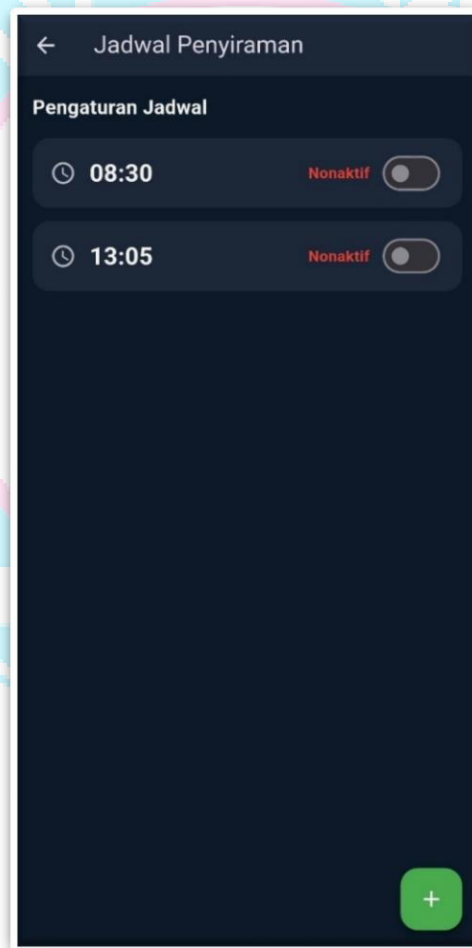


Sumber: Penulis, 2026

Gambar 5. 3 Halaman *Dashboard*

Halaman *dashboard* merupakan halaman utama yang ditampilkan setelah pengguna berhasil melakukan login ke dalam sistem *Smart Grow*. Pada halaman ini ditampilkan informasi monitoring tanaman secara *realtime* yang meliputi kelembapan tanah, suhu udara, kelembapan udara, dan status pompa. Selain itu, tersedia fitur refresh, penyiraman otomatis sesuai kondisi tanaman. Pengguna juga dapat mengakses menu jadwal, riwayat, laporan, dan profil melalui navigasi yang tersedia pada aplikasi.

5.4.3 Halaman Jadwal



Sumber: Penulis, 2026

Gambar 5. 4 Halaman Jadwal

Halaman jadwal digunakan untuk mengatur waktu penyiraman tanaman secara otomatis sesuai kebutuhan pengguna. Pada halaman ini pengguna dapat menambahkan jadwal baru dengan memilih waktu penyiraman yang diinginkan melalui fitur pemilihan waktu (*time picker*). Selain itu, tersedia fitur *switch ON/OFF* untuk mengaktifkan atau menonaktifkan jadwal tertentu tanpa perlu menghapusnya. Pengguna juga dapat menghapus jadwal yang tersimpan dengan cara menggeser (*swipe*) item jadwal pada aplikasi.

5.4.4 Halaman Riwayat



Sumber: Penulis, 2026

Gambar 5. 5 Halaman Riwayat

Halaman riwayat digunakan untuk menampilkan aktivitas sistem yang telah direkam dan disimpan oleh aplikasi *Smart Grow*. Data yang ditampilkan berupa log penyiraman otomatis serta informasi kelembapan tanah yang diperoleh dari sensor. Data tersebut diperbarui secara berkala setiap satu jam oleh ESP32 sehingga pengguna dapat memantau perubahan kondisi tanah dari waktu ke waktu. Melalui halaman ini, pengguna dapat melihat riwayat nilai kelembapan yang bervariasi sesuai kondisi aktual tanaman dan lingkungan.

5.4.5 Halaman Laporan

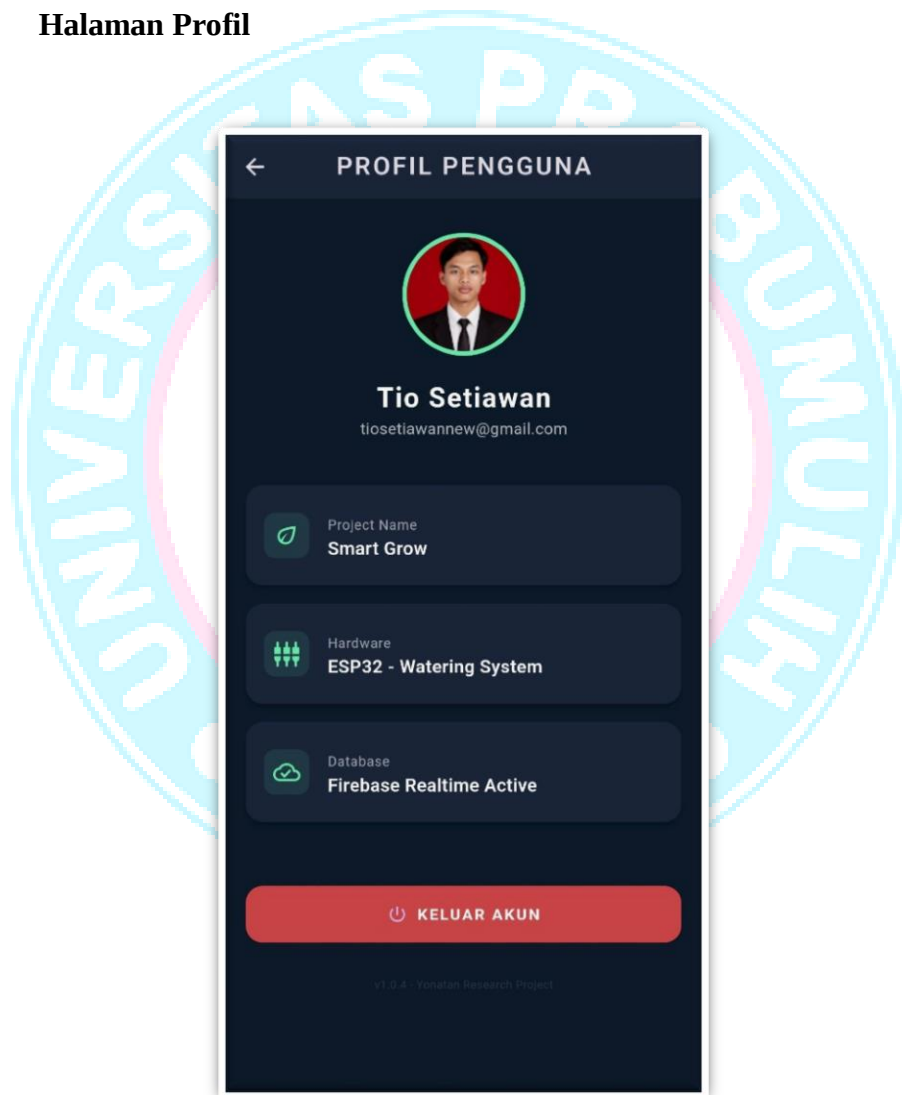


Sumber: Penulis, 2026

Gambar 5. 6 Halaman laporan

Halaman laporan digunakan untuk menyajikan ringkasan hasil monitoring dan penyiraman tanaman yang telah direkam oleh sistem *Smart Grow*. Pada halaman ini ditampilkan informasi kondisi tanaman, nilai kelembapan tanah, suhu tertinggi, total penyiraman, serta estimasi penggunaan air. Selain menampilkan data statistik secara *realtime*, halaman ini juga menyediakan fitur Unduh Laporan PDF yang memungkinkan pengguna menyimpan hasil monitoring dalam bentuk dokumen untuk keperluan dokumentasi dan evaluasi.

5.4.6 Halaman Profil



Sumber: Penulis, 2026

Gambar 5. 7 Halaman Profil

Halaman profil digunakan untuk menampilkan informasi pengguna yang sedang menggunakan aplikasi *Smart Grow*. Pada halaman ini ditampilkan data akun seperti nama pengguna dan alamat *email* yang digunakan saat proses autentikasi. Selain itu, halaman profil juga menyediakan informasi mengenai proyek *Smart Grow*, perangkat keras yang digunakan berupa ESP32, serta status koneksi *database Firebase*. Pengguna juga dapat melakukan proses keluar akun (*logout*) melalui tombol yang tersedia pada halaman ini.

5.5 Hasil Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk mengetahui tingkat keberhasilan sistem *Smart Grow* dalam menjalankan fungsi monitoring dan penyiraman tanaman secara otomatis. Pengujian dilakukan terhadap seluruh komponen yang terintegrasi dalam sistem, meliputi sensor YL-69, sensor DHT22, ESP32, *relay*, pompa air, LCD 16x2 I2C, *Firebase Realtime Database*, serta aplikasi *Smart Grow*. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa sistem dapat bekerja sesuai dengan perancangan yang telah dibuat dan mampu menjalankan proses monitoring serta penyiraman tanaman secara otomatis berdasarkan kondisi kelembapan tanah.

5.5.1 Pengujian *Black Box*

Pengujian *Black Box Testing* dilakukan untuk menguji fungsi-fungsi utama pada sistem *Smart Grow* tanpa memperhatikan struktur kode program secara detail. Pengujian difokuskan pada kesesuaian antara masukan (*input*) yang diberikan dengan keluaran (*output*) yang dihasilkan oleh sistem. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa setiap fitur dapat berjalan sesuai dengan kebutuhan dan perancangan yang telah ditetapkan.

5.5.1.1 Analisis Sistem

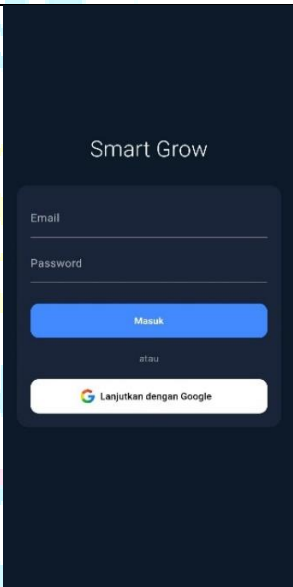
Sistem *Smart Grow* terdiri dari sensor kelembapan tanah YL-69, sensor suhu dan kelembapan udara DHT22, mikrokontroler ESP32, *relay module*, pompa air DC 12V, *Firebase Realtime Database*, dan aplikasi *Smart Grow*. Data yang diperoleh dari sensor diproses oleh ESP32 kemudian ditampilkan pada LCD dan

dikirimkan ke *Firebase* melalui koneksi *WiFi* untuk dimonitor melalui aplikasi *android*.

5.5.1.2 Skenario Pengujian

Pada tahap ini dilakukan penyusunan skenario pengujian untuk menguji setiap fungsi utama yang terdapat pada sistem dan aplikasi *Smart Grow*. Skenario pengujian dirancang berdasarkan kebutuhan sistem dan bertujuan untuk memastikan bahwa setiap komponen dapat menghasilkan keluaran yang sesuai dengan kondisi masukan yang diberikan. Skenario pengujian yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan pada pengujian aplikasi *android* dan pengujian perangkat IoT.

Tabel 5. 5 Pengujian Aplikasi *Smart grow*

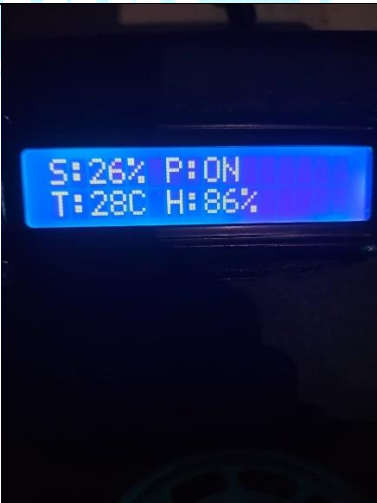
No	Fungsi yang Diuji	Input	Gambar	Hasil yang Diharapkan
1	<i>Login</i> Google	Pengguna memilih akun Google yang valid		Pengguna berhasil masuk ke aplikasi <i>Smart Grow</i>

2	Tampilan <i>Dashboard</i>	Data tersedia <i>Firestore</i>	sensor pada		Data sensor tampil pada halaman beranda
3	Tambah Jadwal	Pengguna edit jadwal	bisa		Jadwal berhasil ditambahkan
4	Tombol <i>Refresh</i>	Pengguna menekan tombol <i>refresh</i>			Data terbaru berhasil dimuat kembali

7	Halaman Profil	Pengguna memilih menu profil		Halaman profil berhasil ditampilkan
8	Logout	Pengguna menekan tombol logout		Pengguna keluar dari aplikasi dan kembali ke halaman login

Sumber: Penulis, 2026

Tabel 5. 6 Pengujian Perangkat IoT

No	Skenario Pengujian	Input	Gambar	Hasil yang Diharapkan
1	Sensor YL-69 membaca tanah kering	Kelembapan tanah 0%-39%		Relay aktif dan pompa air menyala

2	Sensor YL-69 membaca tanah normal	Kelembapan tanah 40%-70%		Relay dan pompa air tidak aktif
3	Sensor YL-69 membaca tanah terlalu basah	Kelembapan tanah 71%-100%		Relay dan pompa air tidak aktif
4	Sensor DHT22 membaca suhu dan kelembapan udara	Data suhu dan kelembapan diterima ESP32		Nilai suhu dan kelembapan tampil pada LCD dan aplikasi

Sumber: Penulis, 2026

5.5.1.3 Input dan Proses Sistem

Input sistem berasal dari sensor YL-69 yang membaca kelembapan tanah dan sensor DHT22 yang membaca suhu serta kelembapan udara. Data yang diperoleh diproses oleh ESP32 berdasarkan logika yang telah ditentukan. Apabila nilai kelembapan tanah berada pada kategori kering, maka ESP32 akan

mengaktifkan *relay* sehingga pompa air menyala secara otomatis. Selain itu, data sensor juga dikirimkan ke *Firebase* untuk ditampilkan pada aplikasi *Smart Grow*.

5.5.1.4 Output Sistem

Output yang dihasilkan oleh sistem IoT dan aplikasi *Smart Grow* meliputi:

Tabel 5. 7 Output Sistem Aplikasi *Smart Grow*

No	Output Sistem	Keterangan
1	Halaman <i>Login</i>	Pengguna dapat masuk menggunakan akun Google
2	<i>Dashboard Smart Grow</i>	Menampilkan data monitoring tanaman
3	Status Kebun	Menampilkan kondisi tanah (Kering, Normal, atau Terlalu Basah)
4	Data <i>Soil</i>	Menampilkan nilai kelembapan tanah (%)
5	Data <i>Temperature</i>	Menampilkan nilai suhu udara (°C)
6	Data <i>Humidity</i>	Menampilkan nilai kelembapan udara (%)
7	Status Pompa	Menampilkan kondisi <i>ON/OFF</i> pompa
9	Menu Jadwal	Menampilkan informasi jadwal penyiraman
10	Menu Riwayat	Menampilkan riwayat monitoring atau penyiraman
11	Menu Laporan	Menampilkan laporan data monitoring
12	Halaman Profil	Menampilkan informasi akun pengguna
13	<i>Logout</i>	Mengeluarkan pengguna dari aplikasi

Sumber: Penulis, 2026

Tabel 5. 8 Output Sistem Perangkat IoT

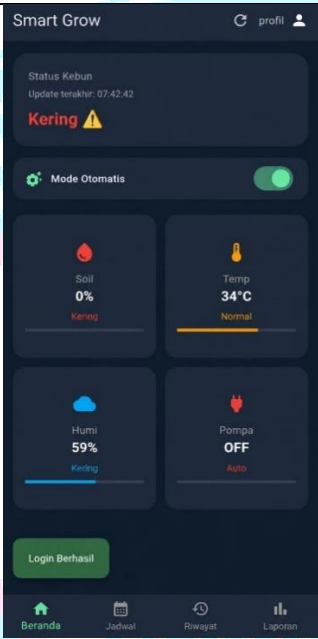
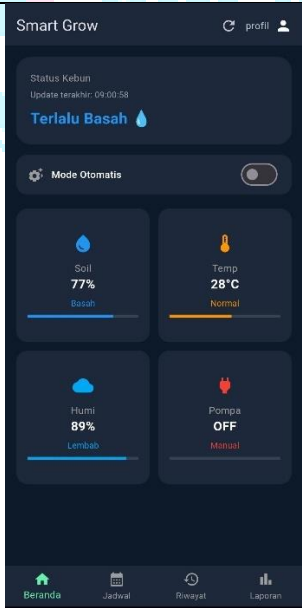
No	Komponen	Output Sistem
1	Sensor YL-69	Data kelembapan tanah
2	Sensor DHT22	Data suhu dan kelembapan udara
3	ESP32	Data diproses dan dikirim ke <i>Firebase</i>
4	<i>Firebase Realtime Database</i>	Data sensor tersimpan secara <i>online</i>
5	LCD 16x2 I2C	Menampilkan nilai sensor secara langsung
6	Aplikasi <i>Smart Grow</i>	Menampilkan data monitoring secara <i>real-time</i>
7	<i>Relay</i>	Mengaktifkan atau menonaktifkan pompa
8	Pompa Air	Melakukan penyiraman tanaman secara otomatis

Sumber: Penulis, 2026

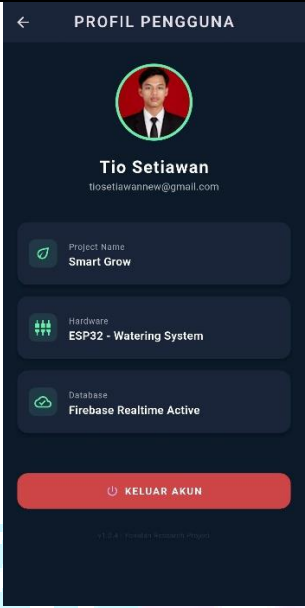
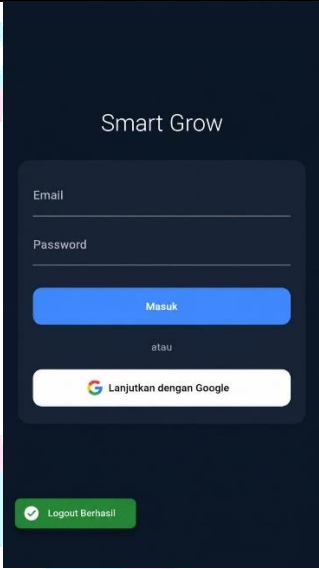
5.5.1.5 Evaluasi Hasil

Tahap evaluasi hasil dilakukan untuk mengetahui tingkat keberhasilan sistem *Smart Grow* berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan. Hasil evaluasi pengujian *Black Box* ditunjukkan pada tabel evaluasi hasil pengujian aplikasi *Smart Grow* dan evaluasi hasil pengujian perangkat IoT.

Tabel 5. 9 Evaluasi Hasil Pengujian Aplikasi *Smart Grow*

No	Fungsi yang Diuji	Gambar	Hasil Aktual	Status
1	Login Google		Pengguna berhasil masuk ke aplikasi	Berhasil
2	Tampilan Dashboard		Data sensor tampil pada halaman beranda	Berhasil

3	Tambah Jadwal		Jadwal ditambahkan	Berhasil
4	Tombol <i>Refresh</i>		Data terbaru berhasil dimuat kembali	Berhasil

5	Halaman Profil		Halaman profil berhasil ditampilkan	Berhasil
6	Logout		Pengguna berhasil keluar dari aplikasi	Berhasil

Sumber: Penulis, 2026

Tabel 5. 10 Evaluasi hasil Pengujian Perangkat IoT

No	Fungsi yang Diuji	Gambar	Hasil Aktual	Status
1	Pembacaan kelembapan tanah kategori kering		Relay aktif dan pompa air menyala	Berhasil 1

2	Pembacaan kelembapan tanah kategori normal		Relay dan pompa air tidak aktif	Berhasil 1
3	Pembacaan kelembapan tanah kategori terlalu basah		Relay dan pompa air tidak aktif	Berhasil 1
4	Pembacaan suhu dan kelembapan menggunakan sensor DHT22		Nilai suhu dan kelembapan tampil pada LCD dan aplikasi	Berhasil 1

Sumber: Penulis, 2026

Berdasarkan Tabel Evaluasi Hasil Pengujian *Black Box*, seluruh fungsi yang diuji pada sistem *Smart Grow* menunjukkan hasil yang sesuai dengan hasil yang diharapkan. Pengujian dilakukan terhadap fungsi pembacaan sensor YL-69, pembacaan sensor DHT22, koneksi *WiFi* pada ESP32, pengiriman data ke *Firestore Realtime Database*, tampilan data pada LCD 16x2 I2C, monitoring data pada aplikasi *Smart Grow*, serta mekanisme penyiraman otomatis menggunakan pompa air.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor YL-69 mampu membaca tingkat kelembapan tanah dengan baik sesuai kategori yang telah ditentukan. Ketika nilai kelembapan tanah berada pada rentang 0%-39%, sistem mengidentifikasi kondisi tanah sebagai kering sehingga *relay* aktif dan pompa air menyala secara

otomatis. Sebaliknya, ketika nilai kelembapan tanah berada pada rentang 40%-100%, pompa air tidak aktif sehingga penyiraman berlebih dapat dihindari.

Selain itu, sensor DHT22 berhasil membaca nilai suhu dan kelembapan udara yang kemudian ditampilkan pada LCD dan aplikasi *Smart Grow*. Data sensor yang diperoleh ESP32 juga berhasil dikirim dan disimpan pada *Firestore Realtime Database* sehingga dapat dimonitor secara *real-time* melalui aplikasi *android*. Berdasarkan hasil evaluasi yang telah dilakukan, seluruh skenario pengujian memperoleh status berhasil, sehingga sistem *Smart Grow* dapat dinyatakan mampu menjalankan fungsi monitoring dan penyiraman tanaman cabai secara otomatis sesuai dengan perancangan yang telah dibuat.

5.5.2 Uji Pembacaan Sensor

Pengujian pembacaan sensor dilakukan untuk mengetahui kemampuan sensor YL-69 dan DHT22 dalam membaca kondisi lingkungan yang meliputi kelembapan tanah, suhu udara, dan kelembapan udara. Data hasil pembacaan sensor kemudian diproses oleh ESP32 dan ditampilkan pada LCD serta aplikasi *Smart Grow* melalui *Firestore Realtime Database*. Hasil pengujian pembacaan sensor ditunjukkan pada Tabel 5.11 Hasil Pembacaan Sensor.

Tabel 5. 11 Hasil Pembacaan Sensor

No	Suhu	Humi	Soil	Kategori
1	29	69	55	Normal
2	31	89	29	Kering
3	34	90	39	Kering
4	30	75	62	Normal
5	32	85	35	Kering
6	28	70	68	Normal
7	33	88	27	Kering
8	29	72	58	Normal
9	31	80	42	Normal
10	34	90	25	Kering

Sumber: Penults, 2026

Berdasarkan Tabel 5.11, sensor DHT22 dan sensor YL-69 berhasil melakukan pembacaan data lingkungan yang meliputi suhu udara, kelembapan udara, dan kelembapan tanah. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai suhu yang terbaca berada pada rentang 28°C hingga 34°C, sedangkan kelembapan udara berada pada rentang 69% hingga 90%. Data tersebut menunjukkan bahwa sensor DHT22 mampu memberikan informasi kondisi lingkungan secara *real-time* dan konsisten selama proses pengujian berlangsung.

Sementara itu, sensor YL-69 berhasil membaca tingkat kelembapan tanah dengan nilai yang bervariasi antara 25% hingga 68%. Berdasarkan kategori yang telah ditentukan, nilai kelembapan tanah pada rentang 0%-39% dikategorikan sebagai kondisi kering, rentang 40%-70% dikategorikan sebagai kondisi normal, dan rentang 71%-100% dikategorikan sebagai kondisi terlalu basah. Dari hasil pengujian yang dilakukan, diperoleh beberapa data yang termasuk kategori kering dan normal, sehingga sistem dapat diuji pada berbagai kondisi kelembapan tanah yang berbeda.

Pada kondisi tanah kering dengan nilai kelembapan di bawah 40%, sistem berhasil mengaktifkan *relay* dan pompa air secara otomatis untuk melakukan penyiraman tanaman. Sebaliknya, ketika nilai kelembapan tanah berada pada rentang normal, pompa air tetap dalam kondisi tidak aktif. Hal ini menunjukkan bahwa logika kontrol penyiraman yang diterapkan pada ESP32 telah berjalan sesuai dengan perancangan sistem yang telah dibuat.

Selain digunakan untuk mengendalikan proses penyiraman otomatis, data hasil pembacaan sensor juga berhasil dikirim ke *Firestore Realtime Database* dan ditampilkan pada aplikasi *Smart Grow* secara *real-time*. Dengan demikian, pengguna dapat memantau kondisi tanaman secara langsung melalui aplikasi *android* tanpa harus melakukan pengecekan secara manual di lokasi penanaman.

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, sensor DHT22 dan YL-69 mampu bekerja dengan baik dalam membaca kondisi lingkungan dan kelembapan tanah. Data yang dihasilkan dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan pada sistem *Smart Grow* untuk mendukung proses monitoring dan penyiraman tanaman cabai secara otomatis.

5.6 Pembahasan

Hasil implementasi dan pengujian yang telah dilakukan, sistem *Smart Grow* berhasil menjalankan fungsi monitoring dan penyiraman tanaman cabai secara otomatis sesuai dengan perancangan yang telah dibuat. Pengujian *Black Box Testing* menunjukkan bahwa seluruh fungsi utama sistem dapat berjalan dengan baik, mulai dari pembacaan data sensor, pengiriman data ke *Firestore Realtime Database*, tampilan data pada LCD dan aplikasi *android*, hingga proses pengendalian pompa air secara otomatis. Seluruh skenario pengujian memperoleh status berhasil, sehingga dapat disimpulkan bahwa setiap komponen sistem mampu bekerja sesuai dengan fungsinya masing-masing.

Hasil pengujian pembacaan sensor menunjukkan bahwa sensor DHT22 mampu membaca nilai suhu dan kelembapan udara secara *real-time* dengan rentang suhu 28°C hingga 34°C dan kelembapan udara 69% hingga 90%. Selain itu, sensor YL-69 juga mampu membaca tingkat kelembapan tanah dengan baik pada berbagai kondisi. Nilai kelembapan tanah yang diperoleh berada pada rentang 25% hingga 68%, yang kemudian dikategorikan ke dalam kondisi kering dan normal berdasarkan batasan yang telah ditentukan. Data yang dihasilkan kedua sensor tersebut menjadi dasar pengambilan keputusan dalam proses penyiraman otomatis.

Pada proses penyiraman otomatis, sistem berhasil mengaktifkan pompa air ketika nilai kelembapan tanah berada pada rentang 0%-39% yang dikategorikan sebagai kondisi kering. Sebaliknya, ketika nilai kelembapan tanah berada pada rentang 40%-70% yang dikategorikan sebagai kondisi normal, pompa air tidak diaktifkan. Mekanisme ini menunjukkan bahwa logika kontrol yang diterapkan pada mikrokontroler ESP32 telah berjalan sesuai dengan perancangan sehingga dapat membantu menjaga kelembapan tanah pada kondisi yang sesuai untuk pertumbuhan tanaman cabai.

Selain berfungsi sebagai sistem penyiraman otomatis, *Smart Grow* juga mampu melakukan monitoring kondisi tanaman secara jarak jauh melalui aplikasi *android*. Data hasil pembacaan sensor berhasil dikirim dan disimpan pada *Firestore Realtime Database*, kemudian ditampilkan kembali pada aplikasi secara *real-time*. Hal ini memudahkan pengguna untuk memantau kondisi tanaman tanpa harus berada langsung di lokasi penanaman. Integrasi antara sensor, ESP32, *Firestore*,

dan aplikasi *android* menunjukkan bahwa sistem telah mampu menerapkan konsep *Internet of Things* (IoT) dengan baik.

Pada sisi aplikasi, hasil pengujian menunjukkan bahwa aplikasi *Smart Grow* mampu menampilkan data suhu, kelembapan udara, dan kelembapan tanah yang diperoleh dari *Firebase Realtime Database* secara *real-time*. Aplikasi juga berfungsi sebagai media monitoring yang memungkinkan pengguna mengetahui kondisi tanaman tanpa harus berada di lokasi penanaman. Data yang ditampilkan pada aplikasi sesuai dengan data yang dibaca oleh sensor, sehingga informasi yang diterima pengguna dapat digunakan sebagai dasar dalam memantau kondisi tanaman cabai.

Integrasi antara aplikasi *android*, *Firebase Realtime Database*, ESP32, dan sensor menunjukkan bahwa sistem *Smart Grow* telah berhasil menerapkan konsep *Internet of Things* (IoT). Komunikasi data antar komponen berlangsung dengan baik sehingga proses monitoring dan penyiraman otomatis dapat berjalan secara terhubung dalam satu sistem.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem *Smart Grow* dapat digunakan sebagai solusi monitoring dan penyiraman tanaman cabai berbasis IoT. Sistem mampu melakukan pembacaan kondisi lingkungan, mengirimkan data secara *real-time*, serta melakukan penyiraman otomatis berdasarkan tingkat kelembapan tanah yang terdeteksi. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan dapat membantu meningkatkan efisiensi dalam proses perawatan tanaman dan mengurangi ketergantungan terhadap penyiraman secara manual.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem penyiraman otomatis tanaman berbasis *Internet of Things* (IoT) Sensor YL-69 dan DHT22 , maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Sistem penyiraman otomatis tanaman Cabai Setan berbasis IoT berhasil dirancang dan dikembangkan menggunakan metode *Research and Development* (R&D) melalui tahapan analisis, perancangan, implementasi, dan pengujian. Sistem ini mampu menjalankan fungsi utama penyiraman secara otomatis berdasarkan kondisi kelembapan tanah yang terbaca oleh sensor.
2. Sistem yang dibuat mampu mengirimkan data dari sensor suhu dan kelembapan tanah ke *database Firebase* dan menampilkannya pada aplikasi *android* secara *real-time*. Selain itu, pengguna dapat memantau kondisi tanaman secara langsung tanpa harus melakukan pengecekan manual pada perangkat IoT.
3. Hasil pengujian dan perbandingan menunjukkan bahwa sistem penyiraman otomatis lebih stabil dan konsisten dalam menjaga kelembapan tanah dibandingkan metode penyiraman manual, karena sistem bekerja berdasarkan data sensor sehingga tidak dipengaruhi oleh keterlambatan atau kelalaian manusia.

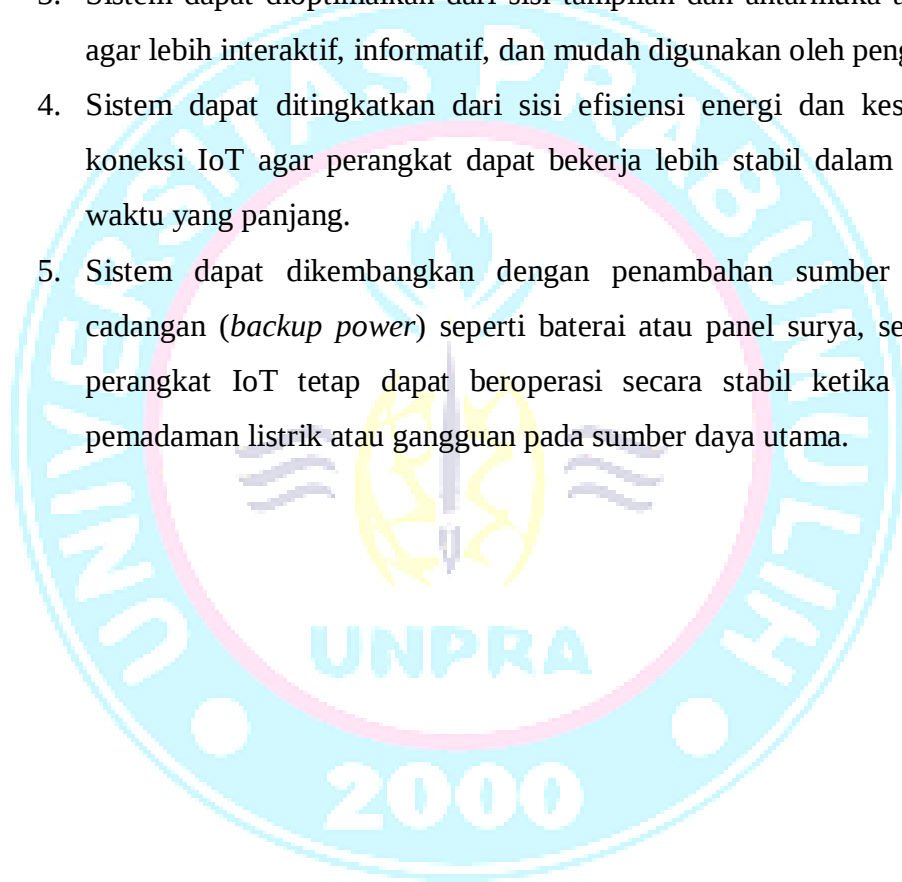
Berdasarkan uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa sistem penyiraman otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) Sensor YL-69 dan DHT22 yang dikembangkan telah mampu menjawab seluruh tujuan penelitian dan berfungsi sesuai dengan yang diharapkan.

6.2 Saran

Berdasarkan hasil perancangan dan implementasi sistem penyiraman otomatis tanaman berbasis *Internet of Things* (IoT) Sensor YL-69 dan DHT22, terdapat beberapa saran yang dapat digunakan untuk pengembangan penelitian

selanjutnya agar sistem menjadi lebih optimal dan memiliki kinerja yang lebih baik di masa mendatang.

1. Sistem dapat dikembangkan dengan penambahan jenis sensor lain seperti sensor pH tanah dan sensor intensitas cahaya agar pemantauan kondisi tanaman menjadi lebih lengkap dan akurat.
2. Pengembangan selanjutnya disarankan untuk menambahkan fitur notifikasi otomatis pada aplikasi ketika kondisi kelembapan tanah berada di bawah atau di atas batas ideal yang telah ditentukan.
3. Sistem dapat dioptimalkan dari sisi tampilan dan antarmuka aplikasi agar lebih interaktif, informatif, dan mudah digunakan oleh pengguna.
4. Sistem dapat ditingkatkan dari sisi efisiensi energi dan kestabilan koneksi IoT agar perangkat dapat bekerja lebih stabil dalam jangka waktu yang panjang.
5. Sistem dapat dikembangkan dengan penambahan sumber energi cadangan (*backup power*) seperti baterai atau panel surya, sehingga perangkat IoT tetap dapat beroperasi secara stabil ketika terjadi pemadaman listrik atau gangguan pada sumber daya utama.



DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, S., Putra, I. N. T. A., Azizah, N. A., & Prakoso, G. Y. (2025). Implementasi Aplikasi Mobile Pengukur Kadar Kalori Berbasis Android Menggunakan Metode Prototype. *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, 13(2). <https://doi.org/10.23960/jitet.v13i2.6468>
- Ahmad Syafi'i, Abdul Hamid Kurniawan, & Rusda. (2024). Alat Penyiram Tanaman Otomatis Berbasis ESP32 Desa Purwajaya. *PoliGrid*, 5(2). <https://doi.org/10.46964/poligrid.v5i2.47>
- Aji Wicaksono, F., Riang Prasetya, R., & Naufal Arif Fadilah, M. (2025). *Analisis Perbandingan Framework Pengembangan Aplikasi Mobile Cross-Platform: Studi Kasus Flutter Dan React Native* (Vol. 1, Issue 1).
- Amroni, S., & Suminar, R. (2025). *Penerapan Model Prototype Perancangan* (Vol. 3, Issue 2).
- Ari Bangkit Sanjaya Umbu. (2023). *Kalibrasi Sensor Kelembaban Tanah Yl-69 Untuk Sistem Pengukuran Kelembaban Tanah Berbasis Arduino Uno*.
- Budiani, R. E., Dedy Irawan, J., & Rudhistiar, D. (2024). Sistem Monitoring Dan Penyiraman Otomatis Pada Tanaman Cabai Berbasis Internet Of Things (Iot). In *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika* (Vol. 8, Issue 3).
- Effendi, N., Ramadhani, W., & Farida, F. (2022). Perancangan Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Menggunakan Sensor Kelembapan Tanah Berbasis IoT. *Jurnal CoSciTech (Computer Science and Information Technology)*, 3(2), 91–98. <https://doi.org/10.37859/coscitech.v3i2.3923>
- Erwin, S. E. , M. M. , C. DMP. , C., Aulia Iefan Datya, ST. , M., Nurohim, S. ST. , M. K., Sepriano, M. K., Waryono, S. Pd. , MM. P., Iwan Adhicandra, S. T. , M. S., Eko Budihartono, S. T. , M. K., & Ni Wayan Purnawati, S. T. , M. T. (2023). *Pengantarpenerapaninternetofthingsisbn978-623-8345-37-3agustus2023c156_Sonpedia*.
- Ferdiansyah, V., Atmawan Oktavia, S., & Mulyanto, Y. (2025). Rancang Bangun Prototype Sistem Monitoring Dan Kontrol Tanaman Hidroponik Berbasis Internet of Things (IoT) Menggunakan Microcontroller ESP32. *Bulletin of Information Technology (BIT)*, 6(3), 238–246. <https://doi.org/10.47065/bit.v5i2.2198>
- Gunadi, I., Wulandari, A. T., & Sugito, H. (2025). Rancang Bangun Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Berdasarkan Kadar Air Tanah dan Monitoring Suhu Jarak Jauh Melalui Aplikasi Whatsapp. In *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika* (Vol. 13, Issue 02).

- Kadek Anggara Sastra Wijaya Putra, Lie Jasa, & I Gusti Putu Raka Agung. (2026). *Rancang+Bangun+Sistem+Monitoring+Kinerja+Automatic+Transfer+Switch+(Ats)+Berbasis+Esp32+Dan+Platform+Firebase*.
- Kharisma Yonatan, Y., Trisna Mukti, A., & Nur Firmansyah, R. (2025). Analisa Penerapan Sensor Suhu Menggunakan Arduino Uno di dalam Sistem Pertanian GreenHouse: Sensor DHT22. *Journal of Engineering Environment Energy and Science*, 4(1), 39–46. <http://ejurnal.ubharajaya.ac.id/index.php/joeees39>
- Lestari, N., Sarief, I., & Prihatmanto, A. S. (2023). *Implementasi Komunikasi Data Asinkron Menggunakan MQTT untuk Perangkat IoT Laboratorium Elektronika Hibrid*.
- Listiawan, I., Aini, F. N., Zaidir, Z., & Sahal, A. (2025). Optimasi Unjuk Kerja Memory dalam Bahasa Dart pada Aplikasi Monitoring Pegawai. *JIKO (Jurnal Informatika Dan Komputer)*, 9(1), 140. <https://doi.org/10.26798/jiko.v9i1.1418>
- Luspita, N., Guntara, Y., Antarnusa, G., Keguruan, F., Pendidikan, I., Sultan, U., & Tirtayasa, A. (2025). *Pengembangan Physics Parameter Monitoring System (Ppms) Berbasis Iot Untuk Pembelajaran Menganalisis Cuaca*. 6(2), 102–112.
- Nastiti, D., Amani, P., Anggraini, A. W., & Sugiarti, Y. (2024). Study Literature Review : Analisis Metode Perancangan Pada Sistem Informasi Akuntansi Study Literature Review: Analysis of Design Methods in Accounting Information Systems. *Jurnal Ilmiah Informatika Dan Komputer*, 1(2), 119–125. <https://ejournal.rizaniamedia.com/index.php/informatech>
- Nugroho, E. P., Anisyah, A., Al Fathin, D. S., Amadudin, M. N. Y., Ramadhani, M. S., & Yosafat. (2025). Pemodelan Sistem Monitoring Kualitas Udara Pintar Berbasis Internet of Things dengan Pendekatan Machine Learning. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 12(2), 469–480. <https://doi.org/10.25126/jtiik.2025129195>
- Nurlaili, Suryati, Murtadhahadi, & Nasri. (2025). *Perancangan Sistem Kontrol Kualitas Air Pada Budidaya Udang Vaname Dengan Menggunakan Aktuator Untuk Regulasi Air dan Aerasi Udara*.
- Praniffa, A. C., Syahri, A., Sandes, F., Fariha, U., & Giansyah, Q. A. (n.d.). Pengujian Black Box Dan White Box Sistem Informasi Parkir Berbasis Web Black Box And White Box Testing Of Web-Based Parking Information System. In *Jurnal Testing dan Implementasi Sistem Informasi* (Vol. 1, Issue 1).
- Rachmawati, R. R. (2021). Smart Farming 4.0 Untuk Mewujudkan Pertanian Indonesia Maju, Mandiri, Dan Modern. *Forum Penelitian Agro Ekonomi*, 38(2), 137. <https://doi.org/10.21082/fae.v38n2.2020.137-154>

- Rafi, R. M., & Santoso, N. (2023). *Pengembangan Aplikasi Pendukung Smart City Pertanian berbasis Mobile. Studi Kasus: Pemerintah Kota Batu* (Vol. 7, Issue 5). <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- Rayya Bramanta, H., & Santosa, Y. (2023). *Rancang Bangun Modul Pengoperasian Motor Induksi dan Beban Resistif Menggunakan Solid State Relay (SSR)*.
- Rizqi Samkayana, I. N. W. R. S. (2025). Implementasi Firebase Realtime Database Pada Smart Cat Feeder Berbasis Mikrokontroler Esp32. *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, 13(3). <https://doi.org/10.23960/jitet.v13i3.7198>
- Romadan, D. P., Arinal, V., Sarimole, F. M., & Tundo, T. (2024). Prototipe Sistem Monitoring Kelembapan Tanah pada Tanaman Cabai Berbasis Internet of Things dengan Metode Fuzzy Logic Menggunakan NodeMCU Esp8266, Blynk dan Thingspeak. *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, 5(1), 130–140. <https://doi.org/10.57152/malcom.v5i1.1600>
- Saputra, M. J., & Suryono, R. R. (2024). Implementasi Teknologi Irigasi Tetes pada Tanaman Jagung Menggunakan Sensor Soil Moisture dan Mikrokontroler Esp 32. *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, 5(1), 111–118. <https://doi.org/10.57152/malcom.v5i1.1642>
- Sasmita Susanto, E., Bulan, S., Rekayasa Sistem, F., Teknologi Sumbawa Jl Raya Olat Maras Batu Alang, U., Moyo Hulu, K., Sumbawa, K., & Tenggara Bar, N. (2025). *Perancangan prototype alat monitoring dan kontrol peralatan listrik berbasis internet of things (IoT) pada rumah tangga menggunakan sensor Pzem-004T*. 13(2).
- Stefanie, Vincenzel, D., Agustin, A., & Farisi, A. (2025). *Analisis Pendekatan dan Platform Pengembangan Aplikasi Mobile*. <https://scholar.google.com/>,
- Subagja, F. E., Supriyadi, A. P., Kurniadi, A. R., & Saragih, Y. (2023). Pengujian Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis Iot. *Infotronik: Jurnal Teknologi Informasi Dan Elektronika*, 8(2), 91. <https://doi.org/10.32897/infotronik.2023.8.2.3015>
- Syukhron, I., Rahmadewi, R., Teknik Elektro, J., Teknik, F., Singaperbangsa Karawang, U., & Jl Ronggowaluyo Telukjambe Timur -Karawang, K. H. (2021). *Penggunaan Aplikasi Blynk Untuk Monitoring dan Kontrol Jarak Jauh pada Sistem Kompos Pintar Berbasis IoT* (Vol. 15, Issue 1).

LAMPIRAN

Lampiran Dokumentasi, Observasi dan Wawancara









Draft Wawancara

Nama Narasumber : Eki
Jabatan : Pemilik lahan
Tempat Wawancara : Jalan Tromol Sukaraja
Tanggal Wawancara : 9 Juni 2026
Pewawancara : Tio Setiawan

No	Pertanyaan	Jawaban
1	Apa alasan Bapak memilih menanam Cabai Setan di lahan ini?	Karena harga jualnya bagus di pasar dan peminatnya banyak,
2	Seberapa besar kerugian yang Bapak alami kalau tanaman ini gagal panen karena masalah air?	Ruginya cukup besar, karena biaya bibit dan pupuknya tidak murah. Kalau pengairan tidak benar, hasil panen pasti turun drastis.
3	Apakah Bapak setuju kalau di lahan ini dipasang alat penyiraman otomatis agar tidak perlu lagi menyiram secara manual?	Sangat setuju. Saya mendukung sekali kalau ada teknologi yang bisa bantu tanaman jadi lebih bagus dan kerjaan jadi efisien.
4	Bapa harapan Bapak setelah alat ini nantinya terpasang di lahan?	Harapan saya tanamannya lebih sehat, pengairan lebih teratur, dan hasil panen cabainya bisa maksimal.

Narasumber


Eki

Prabumulih, 9 Juni 2026

Pewawancara

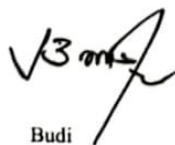

Tio Setiawan

Draft Wawancara

Nama Narasumber : Budi
Jabatan : Pengelola lahan
Tempat Wawancara : Jalan Tromol Sukaraja
Tanggal Wawancara : 9 Juni 2026
Pewawancara : Tio Setiawan

No	Pertanyaan	Jawaban
1	setiap hari biasanya butuh waktu berapa lama untuk menyiram semua tanaman cabai di sini?	Biasanya pagi dan sore, sekali menyiram bisa makan waktu lama karena harus teliti satu-satu pakai selang atau ember.
2	Apa kesulitan Bapak saat menyiram secara manual seperti sekarang?	Kadang sulit menentukan tanah ini sudah cukup air atau belum. Seringnya cuma dikira saja, jadi kadang terlalu basah atau masih kering.
3	Pernah tidak Bapak berhalangan menyiram, lalu tanaman cabainya jadi layu?	Pernah, kalau saya lagi ada urusan lain atau sakit. Tanaman cabai ini cepat sekali layu kalau tanahnya kering sebentar saja.
4	Menurut Bapak, apakah fitur pantau kondisi tanah lewat HP (aplikasi) akan membantu mempermudah pekerjaan Bapak?	Sangat membantu, jadi saya tidak harus bolak-balik ke lahan hanya untuk cek tanah. Cukup lihat di HP saja sudah tahu kondisinya.

Narasumber


Budi

Prabumulih, 9 Juni 2026

Pewawancara


Tio Setiawan

Surat Izin Pemasangan Alat Penelitian

Yang Bertanda Tangan di Bawah Ini:

Nama : Eki

Status : Pemilik Lahan

Alamat : Jl Tromol Sukaraja, Kec.Prabumulih Selatan, Provinsi Sumatera Selatan

Dengan ini memberikan izin kepada:

Nama : Tio Setiawan

Nim : 2022230010

Program Studi : Informatika

Untuk memberikan izin kepada saudara Tio Setiawan untuk melakukan penelitian dan pemasangan alat penelitian pada lahan yang saya miliki, yang berlokasi di Jalan Tromol Sukaraja , Kec. Prabumulih Selatan, Kota Prabumulih, guna keperluan penyusunan tugas akhir berjudul "Perancangan Aplikasi Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis Internet of Things (IoT) Sensor YL-69 dan DHT22".

Demikian Surat Izin ini dibuat untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Prabumulih, 9 Juni 2026

Pemilik Lahan,


Eki



**FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS PRABUMULIH**

**KESEDIAAN SEBAGAI PEMBIMBING SKRIPSI
PROGRAM STUDI INFORMATIKA**

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nur Aini H, S.Kom., M.Si., M.Kom.
NIDN : 0202018602
Program Studi : Informatika
Fakultas : Ilmu Komputer

Bersedia menjadi pembimbing I Skripsi, dan

Nama : Hermizahadiwidastra, S.Kom., M.Kom.
NIDN : 0231058401
Program Studi : Informatika
Fakultas : Ilmu Komputer

Bersedia menjadi pembimbing II Skripsi

dari mahasiswa Program Studi Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Prabumulih di bawah ini:

Nama : Tio Setiawan
NIM : 2022230010
Judul Skripsi : Perancangan Aplikasi Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis Internet Of Things (IoT) Sensor Y1-69 Dan DHT22

Demikian surat kesediaan membimbing ini kami buat, atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Prabumulih, Juni 2026

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

(Nur Aini H, S.Kom., M.Si., M.Kom.)
NUPTK. 2434764664300022

(Hermizahadiwidastra, S.Kom., M.Kom.)
NUPTK. 2863762663130192



FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS PRABUMULIH

KARTU BIMBINGAN SKRIPSI

NAMA : TIO SETIAWAN
NIM : 2022230010
PROGRAM STUDI : INFORMATIKA
NAMA PEMBIMBING I : NUR AINI H, S.Kom., M.Kom
JUDUL : Perancangan Aplikasi Penyiraman Tanaman Berbasis Internet Of Things (IoT) Sensor YL-69 Dan DHT22

NO	TGL KONSULTASI	TOPIK POKOK YANG DIBICARAKAN	TANDA TANGAN PEMB. I	TGL MENGHADAP KEMBALI
1	29/2/2026	Bab 1 Reni : - letak belung - rencana tawar. - instruksi pelis.	2.	3/3/2026.
2.	02/03/2026	Reni : - letak belung.	2.	04/03/2026.
3.	05/03/2026	Acc Bab 1	2.	
4.	10/03/2026	Bab II Reni : - cara pxtip - rencana vntu - rencana hdel	2.	11/03/2026.
5.	2/4/2026	Bab II Reni : - cara pxtip - rencana vntu	2.	

Mulai Bimbingan : 27/02/2026
Batas Akhir Bimbingan :

Mengetahui Kepala Informatika

IWAN SETIAWAN S.Kom., M.Kom.

PERHATIAN !
TIDAK BOLEH HILANG
SETIAP BIMBINGAN HARUS DIBAWA



FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS PRABUMULIH

KARTU BIMBINGAN SKRIPSI

NAMA : TIO SETIAWAN
NIM : 2022230010
PROGRAM STUDI : INFORMATIKA
NAMA PEMBIMBING I : NUR AINI H, S.Kom., M.Kom
JUDUL : Perancangan Aplikasi Penyiraman Tanaman Berbasis Internet Of Things (IoT) Sensor YL-69 Dan DHT22

NO	TGL KONSULTASI	TOPIK POKOK YANG DIBICARAKAN	TANDA TANGAN PEMB. I	TGL MENGHADAP KEMBALI
6.	7/4/2026	Acc Bab II	✓	
7.	7/5/2026	Bab III Reni - objek politia. - Navakha - perubayan tist - hardware y5 dr. - perusa kungu.	✓	
8.	29/5/2026	Ren - perubya tist - Hardware y5 dr - perusa kungu	✓	
9.	8/6/2026	Acc Bab II	✓	
10	10/6/2026	Bab IV Ren : Analisa tist Perusa tist.	✓	

Mulai Bimbingan :

Batas Akhir Bimbingan :

Mengetahui Kaprodi Informatika

IWAN SETIAWAN, S.Kom.M.Kom.

PERHATIAN !
TIDAK BOLEH HILANG
SETIAP BIMBINGAN HARUS DIBAWA



FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS PRABUMULIH

KARTU BIMBINGAN SKRIPSI

NAMA : TIO SETIAWAN
NIM : 2022230010
PROGRAM STUDI : INFORMATIKA
NAMA PEMBIMBING I : NUR AINI H, S.Kom., M.Kom
JUDUL : Perancangan Aplikasi Penyiraman Tanaman Berbasis Internet Of Things (IoT) Sensor YL-69 Dan DHT22

NO	TGL KONSULTASI	TOPIK POKOK YANG DIBICARAKAN	TANDA TANGAN PEMB. I	TGL MENGHADAP KEMBALI
		- Perjud ke & Lu - Ucare. - Activity dan.	f.	
11.	12/6/2026	Ace Bdb IV	f.	15/6/2026.
12.	15/6/2026	Bdb V dan VI Reng : - apu - puzi & h - kerp & h	f.	
13.	15/6/2026	Reng - apu & h	f.	
14.	17/6/2026	Ru - apu	f.	
15.	19/6/2026	- Ace Bdb V dan VI	f.	

Mulai Bimbingan :

Batas Akhir Bimbingan :

Mengetahui Kang. Informatika

IWAN SETIAWAN, S.Kom, M.Kom.

PERHATIAN !
TIDAK BOLEH HILANG
SETIAP BIMBINGAN HARUS DIBAWA



NAMA : TIO SETIAWAN
NIM : 2022230010
PROGRAM STUDI : INFORMATIKA
NAMA PEMBIMBING I : NUR AINI H, S.Kom., M.Kom
JUDUL : Perancangan Aplikasi Penyiraman Tanaman Berbasis Internet Of Things (IoT) Sensor YL-69 Dan DHT22

[illegible]

IWAN SUTAWAN, S.Kom, M.Kom.

**PERHATIAN !
TIDAK BOLEH HILANG
SETIAP BIMBINGAN HARUS DIBAWA**





FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS PRABUMULIH

KARTU BIMBINGAN SKRIPSI

NAMA : TIO SETIAWAN
NIM : 2022230010
PROGRAM STUDI : INFORMATIKA
NAMA PEMBIMBING II : HERMIZAHADIWIDASTRA, S.Kom., M.Kom
JUDUL : Perancangan Aplikasi Penyiraman Tanaman Berbasis Internet Of Things (IoT) Sensor YL-69 Dan DHT22

NO	TGL KONSULTASI	TOPIK POKOK YANG DIBICARAKAN	TANDA TANGAN PEMB. II	TGL MENGHADAP KEMBALI
1	11/7/2026	1.5. Manfaat Pake Ultra di rumah li g; Konsultasi manfaat PRAKTIK & TEORITIS		
2	7/04 2026	- ACC BAB I lanjut ke II - ACC BAB II lanjut ke III - 3.6.3 alat bantu DEBUGING - 3.7 Pengujian Komponen apa saja yg ada di bagian ini		
3	15/04 2026	ACC BAB III lanjut ke BAB IV		
4	29/04 2026	BAB IV - FORMAT PENULISAN - DAFTAR ISI - 4.2.1. a. Use Case Diagram turunkan lg lebih banyak turunkannya b. Activity Diagram turunkannya.		

Mulai Bimbingan :

Mengetahui Kaprodi Informatika

Batas Akhir Bimbingan :

PERHATIAN I
TIDAK BOLEH HILANG
SETIAP BIMBINGAN HARUS DIBAWA

IWAN SETIAWAN, S.Kom., M.Kom





FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS PRABUMULIH

KARTU BIMBINGAN SKRIPSI

NAMA : TIO SETIAWAN
NIM : 2022230010
PROGRAM STUDI : INFORMATIKA
NAMA PEMBIMBING II : HERMIZAHADIWIDASTRA, S.Kom., M.Kom
JUDUL : Perancangan Aplikasi Penyiraman Tanaman Berbasis Internet Of Things (IoT) Sensor YL-69 Dan DHT22

NO	TGL. KONSULTASI	TOPIK POKOK YANG DIBICARAKAN	TANDA TANGAN PEMB. II	TGL MENGHADAP KEMBALI
7.	10/06/2026	BAB IV U/UX Jalur Slang air DRUM / TOKEN AIR.		
8.	17/06/2026	- Program Wifi Status OFF lanjut memonitor ke layar monitor laptop. - BAB IV Format penulisan. - tambahkan gambar per setiap penyajian di tabel block boot. - penulisan buku asig.		
9	18/06/2026	ACC BAB IV Lanjut BAB V		

Mulai Bimbingan :

Batas Akhir Bimbingan :

Mengetahui Kaprodi Informatika

IWAN SETIAWAN, S.Kom, M.Kom

PERHATIAN !
TIDAK BOLEH HILANG
SETIAP BIMBINGAN HARUS DIBAWA



FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS PRABUMULIH

KARTU BIMBINGAN SKRIPSI

NAMA : TIO SETIAWAN
NIM : 2022230010
PROGRAM STUDI : INFORMATIKA
NAMA PEMBIMBING II : HERMIZAHADIWIDASTRA, S.Kom., M.Kom
JUDUL : Perancangan Aplikasi Penyiraman Tanaman Berbasis Internet Of Things (IoT) Sensor YL-69 Dan DHT22

NO	TGL. KONSULTASI	TOPIK POKOK YANG DIBICARAKAN	TANDA TANGAN PEMB. II	TGL MENGHADAP KEMBALI
5	26/2026/05	- format penulisan. - Bab 1 dan 2 - Desain UI/UX nya mana?		
6	01/2026/06	BAB IV - format penulisan. ✓ - RKS Alang. ✓ - Jumlah fitur ✓ & MENU DASHBOARD. 1. Refresh sensor ☒ 2. RESET - " - ☒ 3 ON/OFF - " - ☒		
7	10/06 2026	• BAB IV Tambahkan UI/UX alat ✓ Smart Grow. & plan B - Botry & Wifi status OFF. monitor.		

Mulai Bimbingan :

Batas Akhir Bimbingan :

PERHATIAN I
TIDAK BOLEH HILANG
SETIAP BIMBINGAN HARUS DIBAWA

Mengetahui Kaprodi Informatika

IWAN SETIAWAN, S.Kom.M.Kom





FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS PRABUMULIH

KARTU BIMBINGAN SKRIPSI

NAMA : TIO SETIAWAN
NIM : 2022230010
PROGRAM STUDI : INFORMATIKA
NAMA PEMBIMBING II : HERMIZAHADIWIDASTRA, S.Kom., M.Kom
JUDUL : Perancangan Aplikasi Penyiraman Tanaman Berbasis Internet Of Things (IoT) Sensor YL-69 Dan DHT22

NO	TGL. KONSULTASI	TOPIK POKOK YANG DIBICARAKAN	TANDA TANGAN PEMB. II	TGL MENGHADAP KEMBALI
7.	10/06 2026.	BAB IV U/UX Jalur slang air Drum / token air.		
8.	17/06 2026.	- Bagian program Wifi status off lanjut memproyeksikan ke layar monitor laptop. - BAB V - format penulisan. - tambahkan gambar per sistrop penyiraman & tabel block boot. - penulisan kuesioner asig.		
9	18/06 2026	ACC BAB IV Lanjut BAB V		

Mulai Bimbingan :

Batas Akhir Bimbingan :

Mengetahui Kaprodi Informatika

IWAN SETIAWAN, S.Kom, M.Kom

PERHATIAN !
TIDAK BOLEH HILANG
SETIAP BIMBINGAN HARUS DIBAWA



FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS PRABUMULIH

KARTU BIMBINGAN SKRIPSI

NAMA : TIO SETIAWAN
NIM : 2022230010
PROGRAM STUDI : INFORMATIKA
NAMA PEMBIMBING II : HERMIZAHADIWIDASTRA, S.Kom., M.Kom
JUDUL : PERANCANGAN APLIKASI PENYIRAMAN TANAMAN OTOMATIS BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT) SENSOR YL-69 DAN DHT22

NO	TGL. KONSULTASI	TOPIK POKOK YANG DIBICARAKAN	TANDA TANGAN PEMB. II	TGL MENGHADAP KEMBALI
9.	18/06/2026	BAB IV Bahasa Serung. ✓	#2	
10	19/06/2026	BAB V ACC #2 Lengkap Bab VI	#2	
11	19/06/2026	ACC BAB VI #2	#2	
		Shap Upi #2		

Mulai Bimbingan :

Mengetahui Kaprod Informatika

Batas Akhir Bimbingan :

PERHATIAN !
TIDAK BOLEH HILANG
SETIAP BIMBINGAN HARUS DIBAWA

IWAN SETIAWAN, S.Kom, M.Kom.





**FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS PRABUMULIH**

PENILAIAN REVIEW SKRIPSI

Nama : Tio Setiawan
NIM : 2022230010
Judul Skripsi : Perancangan Aplikasi Penyiraman Tanaman Otomatis
Berbasis Internet Of Things (IoT) Sensor Y1-69 Dan DHT22
Hari/Tanggal : Rabu 24 Juni 2026
Saran dan masukan :

- Iktur bagian perbaikan & revisi dari para
penguji lakukan perbaikan.

[Handwritten signature] 15/06
2026
Dce *[Handwritten signature]*

Rekomendasi*:

- a. Dilanjutkan tanpa perbaikan
- ☒ b. Dilanjutkan dengan perbaikan
- c. Ditolak

Prabumulih, 24 Juni 2026
Penguji I

[Handwritten signature]

(Hermizahadiwidastra, S.Kom., M.Kom.)
NUPTK. 2863762663130192

**pilih salah satu*



**FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS PRABUMULIH**

PENILAIAN REVIEW SKRIPSI

Nama : Tio Setiawan
NIM : 2022230010
Judul Skripsi : Perancangan Aplikasi Penyiraman Tanaman Otomatis
Berbasis Internet Of Things (IoT) Sensor Y1-69 Dan DHT22
Hari/Tanggal : Rabu, 21 Juni 2026

Saran dan masukan :

- Sederhanakan penggunaan usb cara dan Activity
- Pelajari kembali penggunaan ETD
- Sederhanakan tabel dgn data pada database
- Penggunaan tipe data kurang tepat
- Sistem pada mode Icing harus otomatis

Jepri Jandi 06/07/2026

Rekomendasi*:

- Dilanjutkan tanpa perbaikan
- Dilanjutkan dengan perbaikan
- Ditolak

Prabumulih, 06 Juli 2026
Penguji II

(Jopri Yandi, S.Kom., M.Kom)
NUPTK. 3948771672130302

*pilih salah satu