

Rancang Bangun Sistem Penyiraman Otomatis Berbasis IoT (*Internet of Things*) pada Penyemaian Bibit Tanaman

Sidiq Amroni¹, Dede Abdul Wahid²

¹²Program Studi Teknik Informatika, Sekolah Tinggi Teknologi Texmaco, Indonesia
Email: djitue@gmail.com, dedeabwa801@gmail.com

Received 29 Agustus 2025 | *Revised* 11 September 2025 | *Accepted* 29 September 2025

ABSTRAK

Penyemaian bibit merupakan tahap penting dalam pertanian yang sangat dipengaruhi oleh kelembapan tanah. Penyiraman manual seringkali tidak efisien karena membutuhkan waktu, tenaga, dan tidak konsisten dalam menjaga kelembapan tanah agar tetap optimal untuk penyemaian tanaman. Penelitian ini bertujuan merancang sistem penyiraman otomatis berbasis IoT (*Internet of Things*) yang dapat memantau dan mengatur kelembapan tanah secara *real-time*. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah model *prototype*, meliputi tahapan analisis kebutuhan, perancangan, pembangunan sistem, pengujian, dan evaluasi. Sistem ini menggunakan beberapa alat tambahan seperti mikrokontroler ESP32, sensor kelembapan tanah, dan pompa air yang dikendalikan otomatis berdasarkan ambang kelembapan yang telah ditentukan. Data dari sensor ditampilkan melalui *dashboard web* berbasis PHP dan *MySQL*, yang memungkinkan pemantauan dan pengendalian penyiraman secara otomatis maupun manual dari jarak jauh menggunakan jaringan internet. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem berfungsi dengan baik, responsif terhadap kondisi lingkungan, dan mampu meningkatkan efisiensi penggunaan air serta memberikan kemudahan dalam proses penyemaian bibit secara modern.

Kata kunci: IoT (*Internet of Things*), Penyiraman, Otomatis, Kelembapan Tanah, ESP32, model *prototype*.

ABSTRACT

Seeding is a crucial stage in agriculture that is heavily influenced by soil moisture. Manual watering is often inefficient because it requires time, effort, and is inconsistent in maintaining optimal soil moisture for plant seeding. This study aims to design an IoT (Internet of Things)-based automatic watering system that can monitor and regulate soil moisture in real-time. The model used in this study is a prototype model, including the stages of needs analysis, design, system development, testing, and evaluation. This system uses several additional tools such as an ESP32 microcontroller, a soil moisture sensor, and a water pump that is automatically controlled based on a predetermined humidity threshold. Data from the sensors is displayed through a PHP and MySQL-based web dashboard, which allows for automatic and manual monitoring and control of watering remotely using an internet network. Test results show that the system functions well, is responsive to environmental conditions, and is able to increase water use efficiency and facilitate the modern seeding process.

Keywords: IoT (*Internet of Things*), Watering, Automatic, Soil Moisture, ESP32, prototype model.

1. PENDAHULUAN

Pertanian merupakan sektor vital dalam menunjang kebutuhan dasar manusia, khususnya dalam penyediaan pangan. Salah satu fase penting dalam proses budidaya tanaman adalah penyemaian bibit, yaitu tahap awal di mana benih ditumbuhkan dalam lingkungan terkontrol sebelum dipindahkan ke lahan tanam utama. Keberhasilan pada tahap ini sangat ditentukan oleh stabilitas kelembapan tanah. Tanah yang terlalu kering dapat menyebabkan benih mengalami dehidrasi dan gagal tumbuh, sementara kelembapan yang berlebihan justru berisiko menimbulkan pembusukan pada bibit. Untuk menjaga kelembapan tanah yang ideal, penyiraman harus dilakukan secara konsisten dan tepat waktu. Namun, dalam praktiknya, penyiraman secara manual sering menemui kendala seperti keterbatasan waktu, tenaga kerja, serta ketidakteraturan akibat perubahan cuaca, terutama pada area penyemaian terbuka. Hal ini menimbulkan kebutuhan akan solusi berbasis teknologi yang mampu mengotomatisasi proses penyiraman tanpa ketergantungan langsung pada manusia. Seiring berkembangnya era digital, IoT (*Internet of Things*) menjadi salah satu teknologi yang mulai banyak diterapkan di sektor pertanian. IoT memungkinkan integrasi antara sensor lingkungan, perangkat elektronik, serta konektivitas internet untuk memantau dan mengendalikan kondisi secara *real-time*. Dalam konteks penyemaian, penerapan IoT memungkinkan pembuatan sistem penyiraman otomatis yang dapat mengaktifkan pompa air secara mandiri berdasarkan data kelembapan tanah yang diperoleh dari sensor. Salah satu perangkat yang umum digunakan dalam sistem ini adalah mikrokontroler ESP32, yang memiliki konektivitas *Wi-Fi* dan mendukung pembacaan data sensor secara langsung melalui jaringan internet. Dengan sistem ini, petani tidak hanya dapat memastikan penyiraman dilakukan sesuai kebutuhan tanaman, tetapi juga memantau kondisi bibit dari jarak jauh melalui perangkat mobile. Teknologi ini berpotensi meningkatkan efisiensi penggunaan air, mengurangi beban kerja manual, serta memastikan pertumbuhan bibit dalam kondisi optimal. Oleh karena itu, pengembangan sistem penyiraman otomatis berbasis IoT menjadi solusi strategis dalam mendukung pertanian modern, khususnya pada tahap penyemaian. Sistem ini tidak hanya menjawab tantangan dalam pengelolaan penyiraman manual, tetapi juga memberikan kemudahan monitoring serta pengendalian proses secara efisien dan berkelanjutan.

2. METODE

2.1 Rancang Bangun

Rancang bangun adalah proses yang dibutuhkan untuk membuat atau menciptakan suatu sistem baru guna memudahkan peneliti dalam mengatasi permasalahan yang terdapat pada objek penelitian. Rancangan sistem melibatkan identifikasi langkah-langkah dan informasi yang dibutuhkan oleh sistem yang baru. Aktivitas ini dapat berupa pengembangan sistem yang baru atau melakukan penggantian serta perbaikan pada sistem yang sudah ada, baik sepenuhnya maupun hanya sebagian, yang disebut dengan pembangunan [1].

2.2 Sistem

Pengertian Sistem adalah sekumpulan unsur elemen yang saling berkaitan dan saling mempengaruhi dalam melakukan kegiatan bersama untuk mencapai suatu tujuan. Jadi, secara umum Pengertian Sistem adalah perangkat unsur yang teratur saling berkaitan sehingga membentuk suatu totalitas. Pengertian lain dari Sistem adalah susunan dari pandangan, teori, asas dan sebagainya [2].

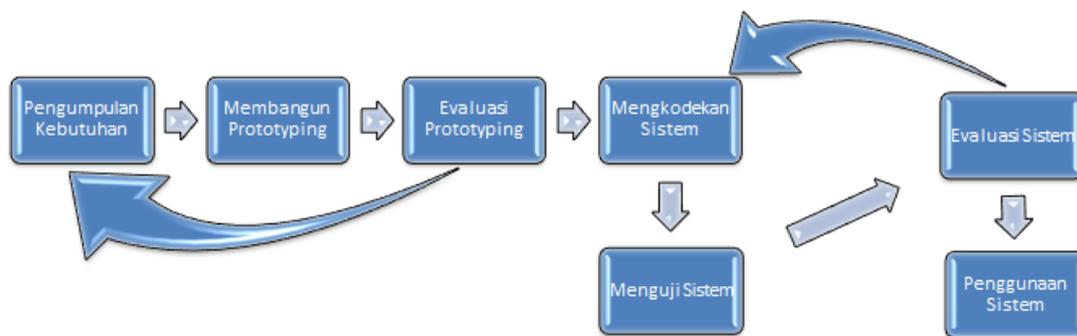
2.3 IoT (*Internet of Things*)

IoT (*Internet of Things*) merupakan sebuah teknologi yang memanfaatkan internet sebagai sarana komunikasi antar perangkat dan sistem kendali berbasis komputer. Teknologi ini memungkinkan Anda mengontrol perangkat elektronik dan membaca sensor yang terhubung

ke jaringan Internet. Sistem ini dapat dioperasikan secara manual oleh manusia atau secara otomatis dengan menggunakan program dan parameter yang telah ditentukan[2].

2.4 Model *Prototype*

Metode pengembangan sistem yang digunakan dalam penelitian ini adalah model *prototype*. Model ini dipilih karena memungkinkan pengembangan sistem secara iterative[3], di mana sistem dirancang, diuji, dan disempurnakan berdasarkan umpan balik secara terus-menerus hingga mencapai hasil yang optimal.



Gambar 1 Model *Prototype*

Sumber M. Mediawan, NASPA J., vol 42, no 4 p.1

Menurut tahapan-tahapan dalam proses *prototyping* sebagai berikut :

1. Pengumpulan Kebutuhan: Pada tahap ini, pengembang mengidentifikasi kebutuhan utama untuk sistem penyiraman otomatis. Ini mencakup perangkat keras dan perangkat lunak yang dibutuhkan. Selain itu, pengembang juga mempelajari kebutuhan spesifik untuk bibit tanaman yang akan disemai, seperti tingkat kelembapan tanah ideal, frekuensi penyiraman, dan fitur notifikasi pada perangkat pengguna[4].
2. Membangun *Prototyping*: Pengembang membuat prototipe awal sistem penyiraman otomatis yang berbasis IoT. Prototipe ini dibangun untuk menampilkan aliran kerja dasar, mulai dari pendeteksian kelembapan tanah oleh sensor hingga aktivasi penyiraman otomatis ketika kelembapan di bawah ambang batas. Sistem prototipe juga menyertakan tampilan informasi kelembapan secara *real-time* pada aplikasi yang terhubung melalui jaringan IoT.
3. Evaluasi *Prototyping*: Pada tahap ini, prototipe diuji oleh pengguna (petani) untuk menilai apakah fungsionalitas dasar sistem sudah sesuai kebutuhan. Evaluasi ini bertujuan mengidentifikasi apakah proses penyiraman berjalan otomatis dengan benar dan apakah informasi kelembapan yang ditampilkan di aplikasi sudah akurat dan mudah dipahami.
4. Mengkodekan Sistem: Setelah evaluasi prototipe selesai dan mendapatkan umpan balik yang positif, pengembang mengimplementasikan prototipe tersebut ke dalam sistem lengkap menggunakan bahasa pemrograman C++ dengan beberapa modifikasi dan pustaka khusus dari Arduino untuk mengontrol perangkat keras secara langsung. Pada tahap ini, pengembang memastikan sistem dapat mengumpulkan data kelembapan, mengaktifkan penyiraman otomatis, serta mengirimkan notifikasi ke aplikasi IoT pengguna.
5. Menguji Sistem: Pengujian sistem dilakukan untuk memastikan semua komponen berfungsi dengan baik. Pengujian ini meliputi pengecekan respon sensor kelembapan terhadap perubahan kondisi tanah, pengaturan ambang batas penyiraman otomatis, serta pengiriman notifikasi ke aplikasi pengguna ketika sistem aktif atau terjadi anomali.
6. Evaluasi Sistem: Setelah sistem lengkap, pengguna melakukan evaluasi akhir untuk memastikan bahwa sistem penyiraman otomatis berbasis IoT ini sesuai dengan kebutuhan

penyemaian bibit tanaman. Evaluasi ini mencakup feedback dari pengguna terkait kemudahan penggunaan, efektivitas penyiraman, dan stabilitas koneksi IoT.

7. Penggunaan Sistem: Setelah semua evaluasi selesai dan sistem sudah disetujui, perangkat penyiraman otomatis ini siap digunakan pada lahan penyemaian. Sistem akan berjalan secara otomatis sesuai parameter yang sudah diatur, memonitor kondisi kelembapan tanah secara berkala, serta mengaktifkan penyiraman sesuai kebutuhan untuk memastikan bibit tanaman mendapat kelembapan yang optimal.

2.5 ESP32

ESP32 merupakan sebuah modul mikrokontroler dengan fitur mode ganda yakni WiFi dan bluetooth yang digunakan untuk mempermudah pengguna dalam membuat berbagai sistem aplikasi dan projek berbasis IoT (Internet of Things).

Dalam Mode Access Point, ESP32 berfungsi sebagai stasiun atau penerima sinyal Wifi yang ditransmisikan oleh device lain (Router, Access Point dsb.) ESP32 harus mengubah SSID dan password sesuai router yang dihubungkan. SSID dan password dapat diatur lewat program yang diupload ke ESP32 sesuai access point yang akan dikaitkan. ESP32 akan mendapatkan IP dari router. Mode ini lebih mudah karena digunakan ketika ESP32 berfungsi sebagai penyedia data, atau sebagai pengirim data ke internet maupun jaringan lokal.[5]

2.6 Bibit

Bibit adalah tumbuhan muda atau kecil yang belum mencapai tahap produksi, baik itu belum menghasilkan buah, bunga, maupun hasil panen lainnya. Salah satu cara umum adalah melalui metode generatif, yaitu perbanyakan yang dimulai dari biji. Bibit yang berasal dari generatif (dari biji), perbanyakan vegetatif, kultur jaringan, atau teknologi lainnya. Selain metode yang sudah disebutkan, bibit juga dapat diperoleh dari kombinasi metode perbanyakan tersebut [6].

2.7 Tanaman

Tanaman adalah tumbuhan yang dipelihara dan dirawat pada sebuah wadah guna difungsikan manfaatnya atau dipanen sampai waktu tertentu. Pada hakekatnya tanaman dan tumbuhan adalah hal yang serupa, tetapi definisi dari keduanya dibedakan penggunaannya secara umum bahwa tanaman ialah tumbuhan yang sengaja ditanam sedangkan tumbuhan tumbuh secara alami dari permukaan bumi [7].

2.8 Arduino IDE

Arduino IDE adalah singkatan dari Integrated Development Environment atau sederhananya disebut, lingkungan terintegrasi yang digunakan untuk menjalankan proses pengembangan. Disebut lingkungan karena melalui perangkat lunak ini Arduino diprogram untuk menjalankan fungsi-fungsi yang dibangun dalam sintaks pemrograman.[8]

2.9 PHP

PHP digunakan untuk menangani proses logika sistem, seperti pengambilan data dari sensor, penyimpanan data ke database *MySQL*, serta menampilkan informasi kelembapan tanah secara *real-time* di antarmuka web. Keunggulan PHP terletak pada kompatibilitasnya dengan *MySQL* dan kemudahan penggunaannya dalam mengembangkan *backend web*. PHP memiliki kemampuan untuk memproses data dari *form*, melakukan operasi basis data, hingga mengontrol alur program secara kompleks [9].

2.10 MySQL

MySQL digunakan untuk menyimpan data hasil pembacaan sensor kelembapan tanah, status pompa, dan log aktivitas pengguna. Data yang tersimpan dapat ditampilkan dalam bentuk grafik atau tabel, serta dapat dianalisis untuk mengetahui tren penyiraman tanaman. MySQL adalah sistem manajemen basis data relasional yang digunakan untuk menyimpan dan

mengelola data secara terstruktur. MySQL memiliki kemampuan untuk menangani query dalam jumlah besar dengan cepat dan stabil.[10]

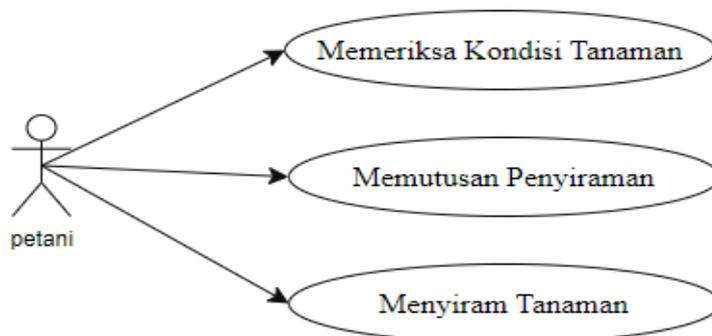
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Use Case Sistem Penyiraman

Sistem dianalisis dengan memecahnya ke dalam bagian-bagian yang lebih sederhana. Analisis berfokus pada sistem penyiraman manual yang masih digunakan dalam proses penyemaian bibit. Guna memvisualisasikan alur kerja dan interaksi antara pengguna dan sistem, digunakan diagram *Use Case* yang menggambarkan proses penyiraman secara keseluruhan secara sederhana dan mudah dipahami.

a. *Use Case* yang Sedang Berjalan

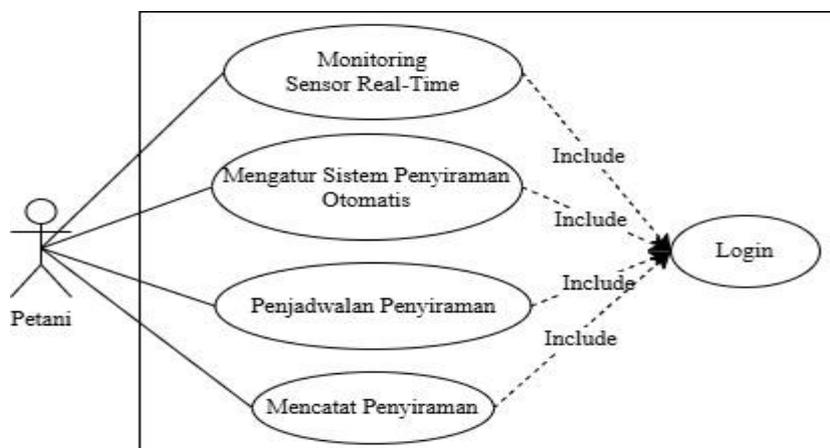
Pada sistem manual yang ada, interaksi antara aktor (petani) dan sistem (penyiraman tanaman manual) digambarkan dalam bentuk *Use Case Diagram*. Berikut adalah *use case* yang menggambarkan skenario penyiraman manual yang dilakukan oleh petani.



Gambar 2 *Use Case* yang sedang Berjalan

b. *Use Case Diagram* sistem yang diusulkan

Gambar 3 mengilustrasikan hubungan antara aktor (pengguna) dan berbagai fitur atau proses yang tersedia dalam sistem. Kita dapat melihat dengan jelas alur penggunaan serta cakupan tanggung jawab aktor terhadap sistem.



Gambar 3 *Use Case Diagram* sistem yang diusulkan

Sistem yang diusulkan, terdapat satu aktor utama yang berperan langsung dalam pengoperasian dan pemanfaatan sistem. Tabel 5 adalah definisi dari aktor yang diusulkan.

Tabel 1 Definisi Aktor

No	Aktor	Definisi
1	Petani	Pengguna utama sistem yang bertanggung jawab untuk mengelola dan memantau kondisi tanah serta sistem penyiraman otomatis. Petani juga memantau kondisi tanah melalui aplikasi /web server.

Setelah memetakan interaksi aktor melalui *use case* diagram, langkah selanjutnya adalah menjelaskan masing-masing *use case* secara lebih rinci. Penjabaran ini penting untuk memahami fungsi-fungsi yang dapat diakses oleh petani sebagai satu-satunya aktor dalam sistem. Tabel 6 berikut menyajikan definisi dari setiap *use case* yang ada dalam sistem yang diusulkan:

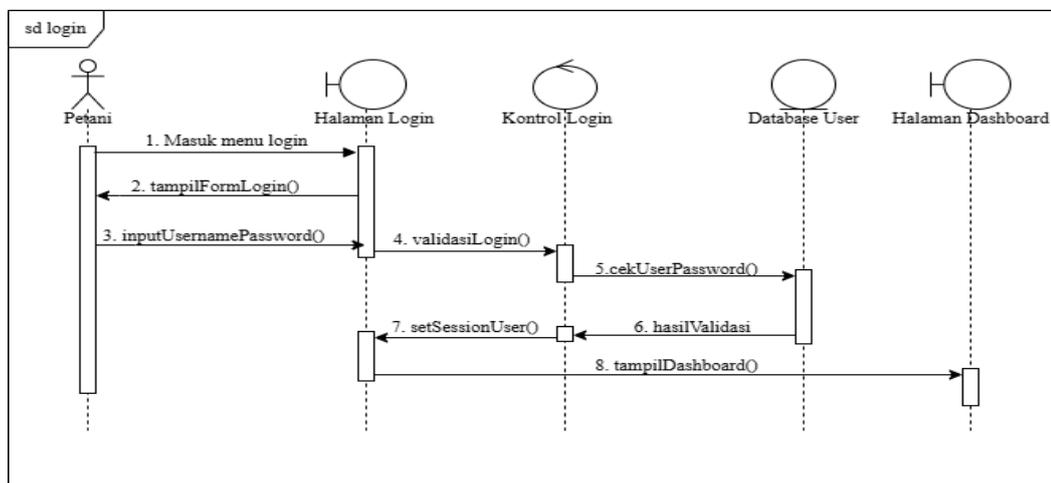
Tabel 2 Definisi Use Case

No	Nama Use Case	Definisi
1	Login	Proses autentikasi pengguna (petani) ke dalam sistem dengan memasukkan nama pengguna dan kata sandi untuk mendapatkan akses ke fitur-fitur sistem.
2	Monitoring Sensor <i>Real-time</i>	Proses membaca dan memantau data sensor secara <i>real-time</i> , termasuk suhu, kelembapan udara, dan kelembapan tanah, melalui sistem IoT. Informasi ini ditampilkan secara langsung di dashboard untuk membantu pengguna dalam pengambilan keputusan.
3	Mengatur Sistem Penyiraman Otomatis	Proses konfigurasi parameter penyiraman otomatis berdasarkan data sensor, seperti menetapkan ambang batas kelembapan atau suhu yang akan memicu aktivasi pompa secara otomatis tanpa intervensi manual.
4	Penjadwalan Penyiraman	Proses membuat, mengedit, dan menghapus jadwal penyiraman secara manual berdasarkan hari dan waktu tertentu agar sistem dapat melakukan penyiraman secara terjadwal.
5	Mencatat Penyiraman	Sistem akan mencatat setiap aktivitas penyiraman (manual atau otomatis) ke dalam riwayat penyiraman yang bisa diakses oleh petani.

3.2 Sequence Diagram

Sequence diagram menggambarkan alur interaksi antara pengguna dan antarmuka *web*, mulai dari permintaan data hingga respon yang ditampilkan di dashboard dan membantu memvisualisasikan urutan proses ketika pengguna memantau sensor atau mengatur status pompa.

1. Sequence Diagram Login

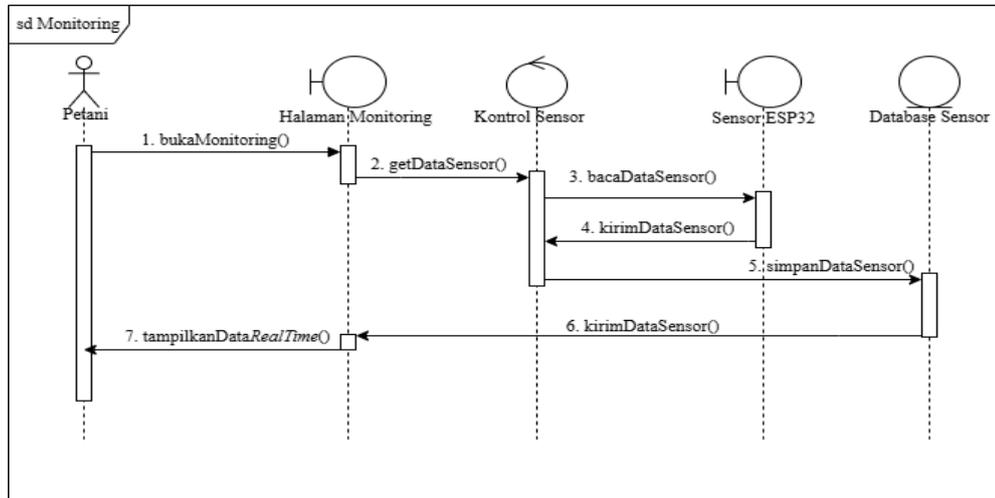


Gambar 4 Sequence Diagram Login

Gambar 4 menunjukkan *sequence diagram* ilustrasi proses login. Sequence diagram ini menggambarkan urutan interaksi antara pengguna dengan sistem dalam proses login. Proses login merupakan tahap awal yang sangat penting dalam sistem karena menjadi mekanisme validasi identitas pengguna.

2. *Sequence Diagram Monitoring Sensor Real-time*

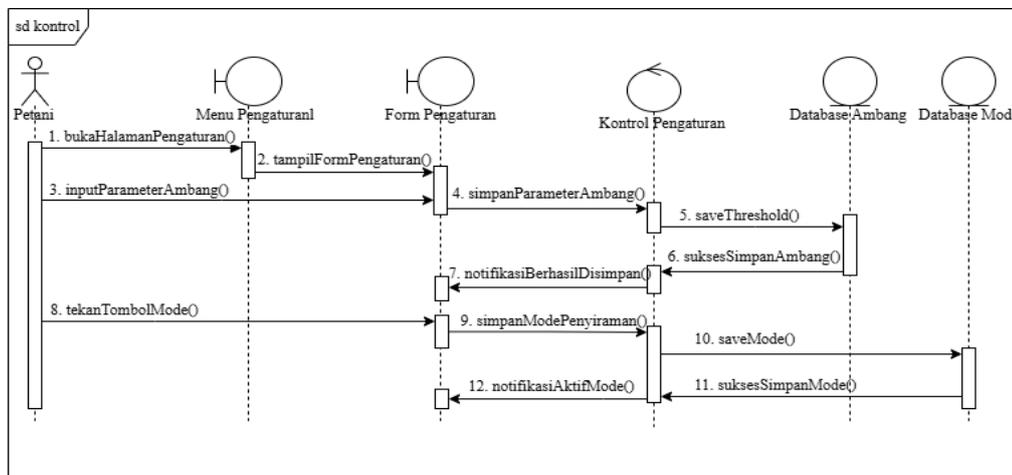
Diagram ini mendeskripsikan proses interaksi antara pengguna dengan sistem saat memantau data sensor secara langsung (*real-time*). Diagram Gambar 5 menggambarkan bagaimana sensor, sistem, dan antarmuka pengguna saling terhubung dalam alur monitoring.



Gambar 5 Sequence Diagram Monitoring Sensor Real-time

3. *Sequence Diagram Pengaturan Sistem Penyiraman Otomatis*

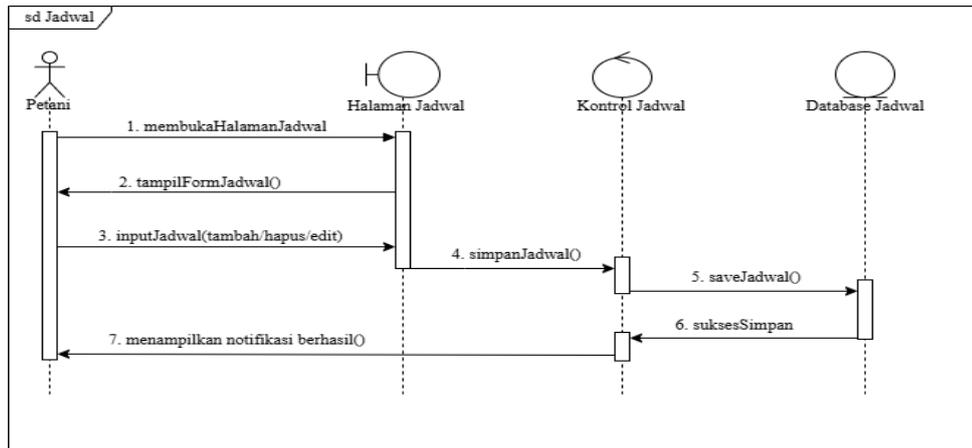
Diagram Gambar 6 menunjukkan bagaimana pengguna dapat melakukan konfigurasi terhadap sistem penyiraman agar dapat berjalan otomatis berdasarkan kondisi tertentu yang telah ditentukan sebelumnya.



Gambar 6 Sequence Diagram Pengaturan Sistem Penyiraman Otomatis

4. *Sequence Diagram Penjadwalan Penyiraman*

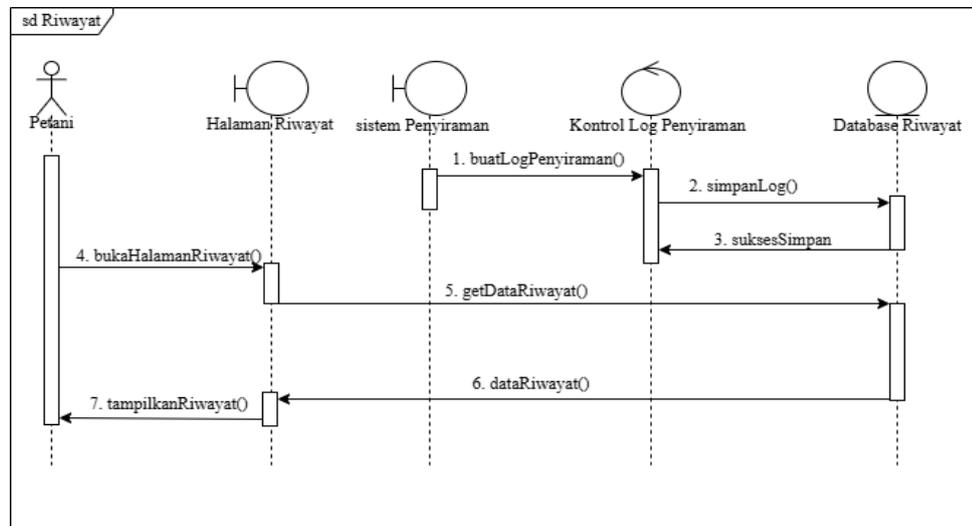
Diagram pada Gambar 7 menjelaskan alur penjadwalan aktivitas penyiraman berdasarkan waktu yang ditentukan pengguna.



Gambar 7 Sequence Diagram Penjadwalan Penyiraman

5. Sequence Diagram Pencatatan Penyiraman

Sequence Diagram Gambar 8 menggambarkan bagaimana sistem mencatat secara otomatis setiap aktivitas penyiraman yang terjadi, baik yang dilakukan secara manual maupun otomatis.



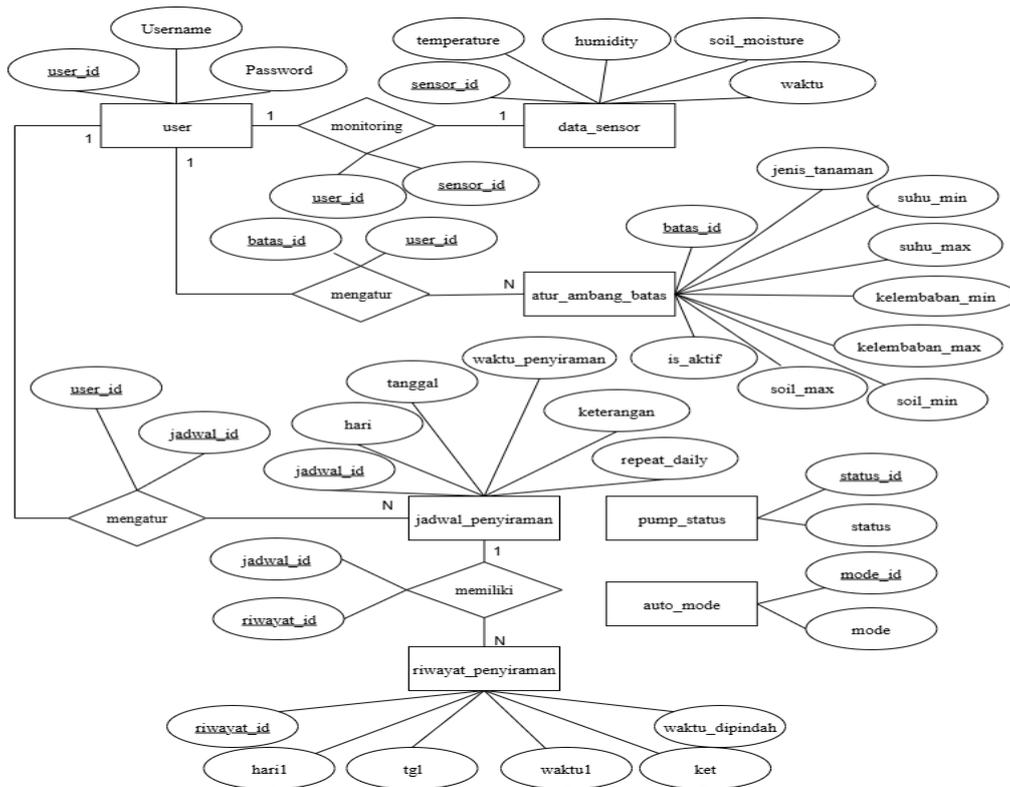
Gambar 8 Sequence Diagram Pencatatan Penyiraman

3.3 ERD (Entity Relationship Diagram)

Dalam merancang struktur basis data yang mendukung sistem, digunakan ERD (*Entity Relationship Diagram*). ERD bertujuan untuk menggambarkan hubungan antar entitas utama yang ada dalam sistem, seperti pengguna, data sensor, penyiraman, dan penjadwalan.

Kita dapat memahami bagaimana data saling terhubung dan dikelola di dalam sistem, sehingga proses pengembangan basis data dapat dilakukan secara efisien dan terstruktur. Gambar 9 adalah Gambar ERD dari sistem yang diusulkan. Terdapat tujuh entitas yang terlibat dan dari gambar tersebut bisa diketahui tidak terdapat relasi yang menjadi tabel pada database karena hubungan antar relasi tidak terdapat hubungan yang memiliki derajat *many to many* (banyak ke banyak).

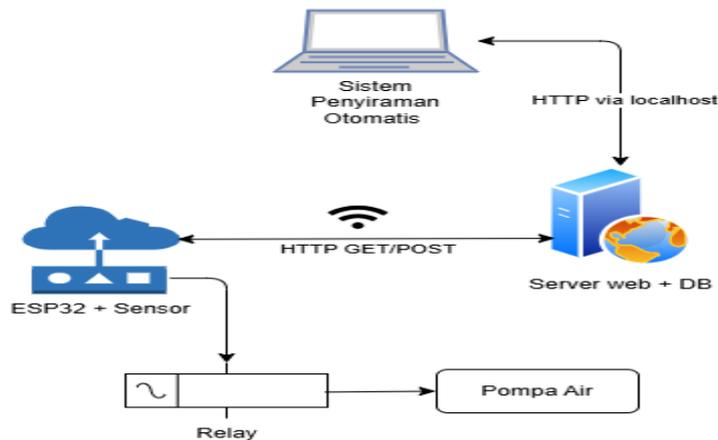
Rancang Bangun Sistem Penyiraman Otomatis Berbasis IoT (*Internet of Things*) pada Penyemaian Bibit Tanaman



Gambar 9 ERD sistem yang diusulkan

3.4 Diagram Arsitektur Jaringan

Gambaran hubungan peralatan sistem dengan jaringan internet dapat dilihat pada Gambar 10 berikut.



Gambar 10 Diagram Arsitektur Jaringan

3.5 Evaluasi *Prototyping*

Evaluasi prototipe dilakukan sebagai langkah penting untuk memastikan bahwa sistem penyiraman otomatis berbasis IoT telah memenuhi kebutuhan pengguna dan berfungsi sesuai dengan harapan, sebelum diimplementasikan secara menyeluruh di lapangan. Proses evaluasi melibatkan pengujian langsung terhadap prototipe oleh pengguna (petani) serta pengamatan terhadap performa sistem dalam kondisi nyata.

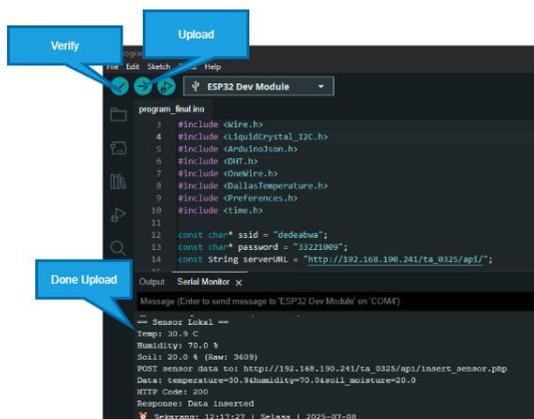
Evaluasi difokuskan pada beberapa aspek, seperti akurasi pembacaan sensor kelembapan, keandalan proses penyiraman otomatis, keterhubungan data ke platform monitoring, serta kemudahan antarmuka pengguna. Berikut Tabel 7 merupakan hasil evaluasi prototipe yang telah dirangkum:

Tabel 3 Evaluasi Prototyping

No	Aspek yang Dievaluasi	Hasil Evaluasi
1	Pembacaan data sensor	Sensor bekerja stabil dan mampu membaca data suhu, kelembapan udara, dan kelembapan tanah secara akurat.
2	Pengiriman data sensor ke server	Data sensor berhasil dikirim melalui koneksi <i>Wi-Fi</i> ke server secara terus-menerus.
3	Tampilan data di dashboard	Dashboard menampilkan data sensor secara <i>real-time</i> dan sesuai nilai actual.
4	Mekanisme penyiraman otomatis	Pompa menyala otomatis saat kelembapan tanah turun di bawah ambang batas yang telah ditentukan.
5	Tampilan informasi di LCD	LCD menampilkan informasi data sensor, dan status penyiraman dengan jelas dan responsif.

3.6 Mengkodekan Sistem

Proses pengkodean sistem penyiraman otomatis mencakup dua komponen utama yaitu ESP32 sebagai perangkat keras menggunakan dan server *backend* berbasis PHP & MySQL. Keduanya terhubung melalui protokol HTTP dalam kerangka kerja IoT (*Internet of Things*), memungkinkan kontrol penyiraman otomatis maupun manual via *web*. Gambar 11 menunjukkan kode program, status upload berhasil, serta Gambar 12 merupakan tampilan di di LCD ketika sensor berhasil membaca suhu, kelembapan, dan kelembapan tanah lalu mengirimkannya ke server menggunakan metode HTTP GET/POST.



Gambar 11 Proses *Upload* Program ke ESP32



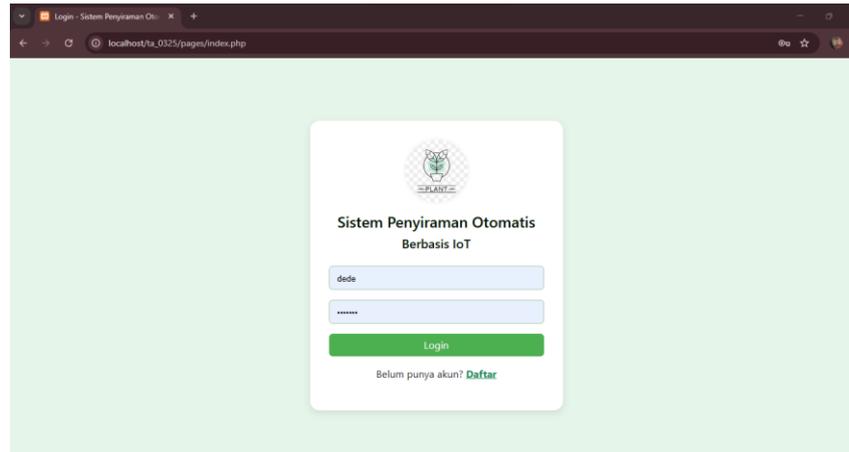
Gambar 12 Tampilan LCD

Berikut ini adalah beberapa tampilan pada aplikasi pengguna (*User Interface*) :

1. *User Interface Login*

Halaman *web* ini ditampilkan saat pertama kali membuka aplikasi. Pengguna harus memasukkan *username* dan *password* agar dapat melanjutkan memasuki halaman berikutnya untuk mengakses pengaturan penyiraman. Gambar 13 adalah tampilan dari halama login pada aplikasi penyiraman.

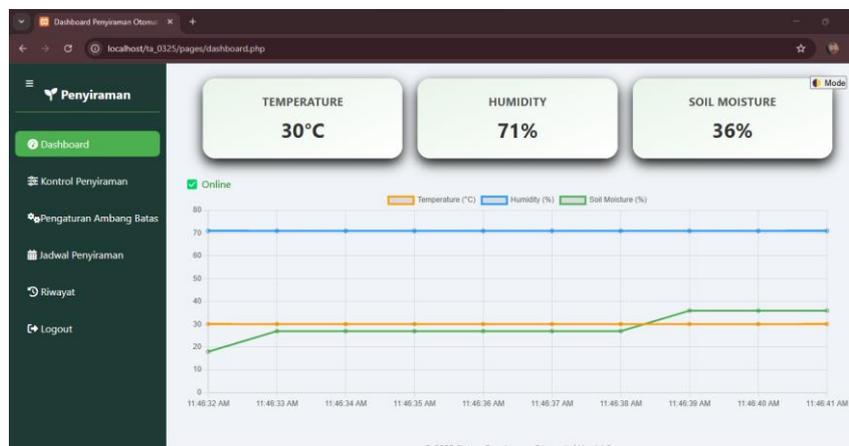
Rancang Bangun Sistem Penyiraman Otomatis Berbasis IoT (*Internet of Things*) pada Penyemaian Bibit Tanaman



Gambar 13 User Interface Login

2. User Interface Monitoring Sensor Real-time

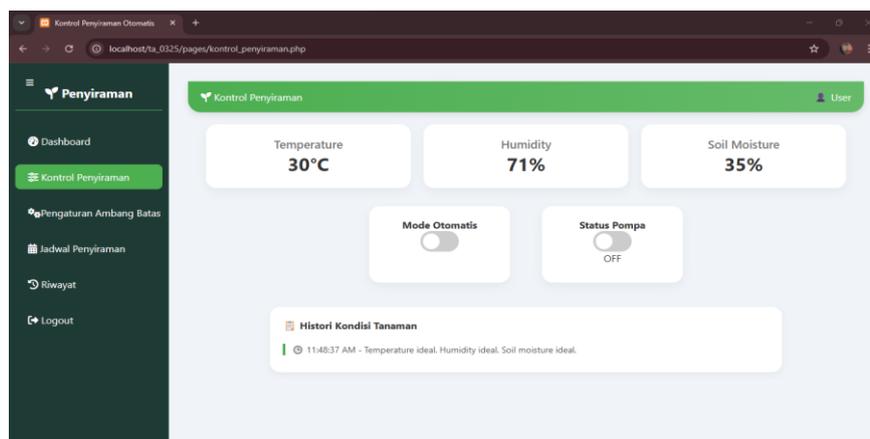
Halaman ini akan menampilkan beberapa indikator hasil pengukuran diantaranya temperatur, *humidity*, *soil moisture* dan grafik penyiramannya. Gambar 14 adalah tampilannya.



Gambar 14 User Interface Monitoring Sensor Real-time

3. User Interface Kontrol Penyiraman

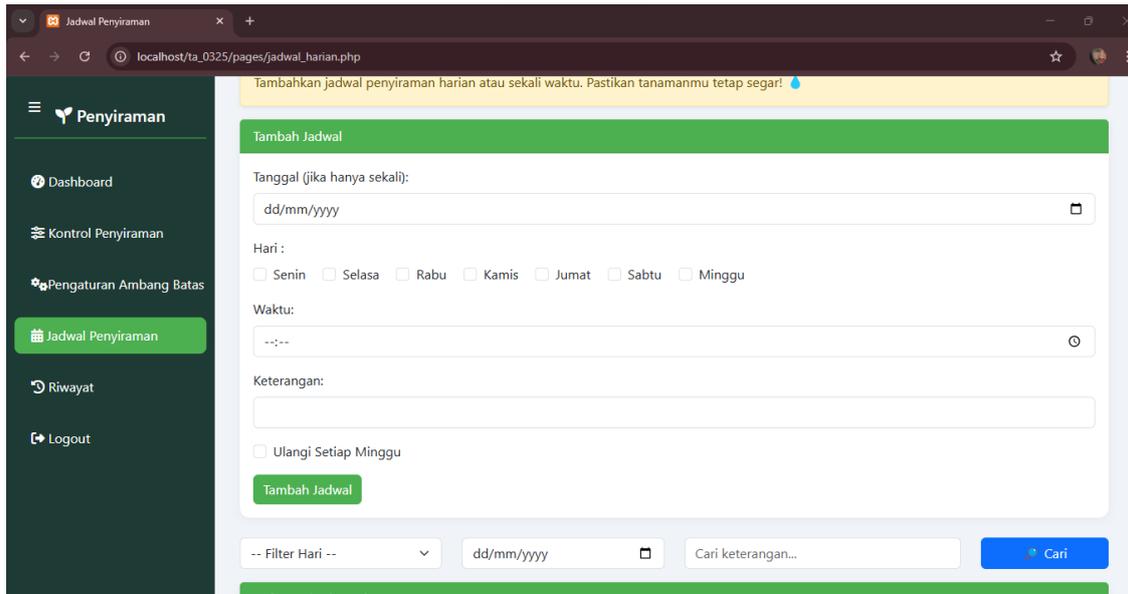
Halaman ini adalah bagian pengaturan untuk dua mode yaitu mode otomatis dan mode manual dan masih menampilkan beberapa indikator pengukuran seperti temperatur, *humidity* dan *soil moisture*.



Gambar 15 User Interface Kontrol Penyiraman

4. *User Interface* Penjadwalan Penyiraman

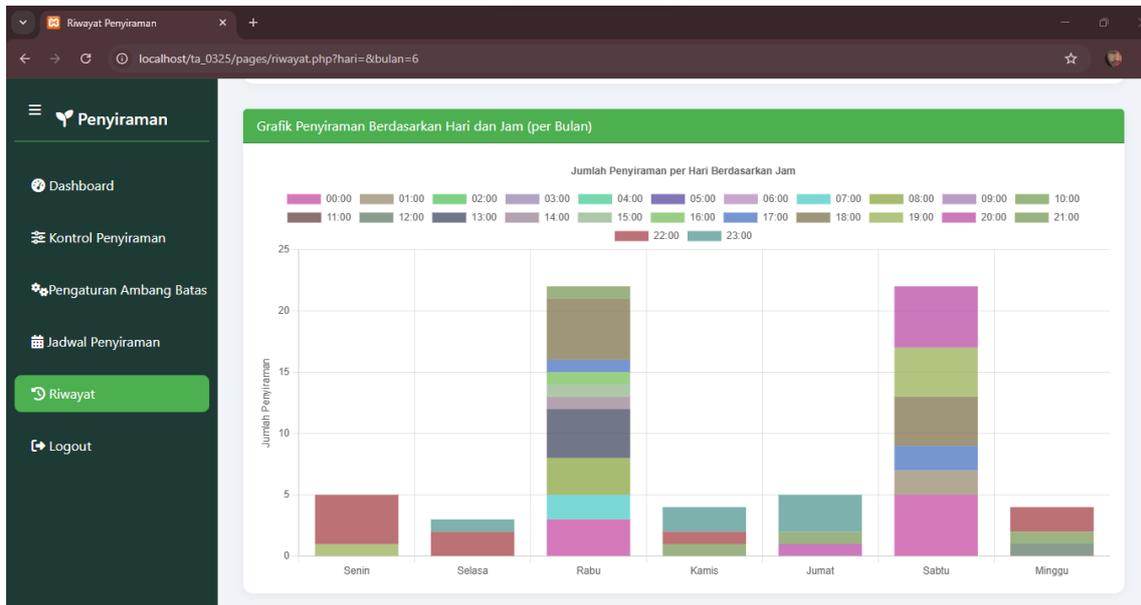
Gambar 16 merupakan halaman yang digunakan untuk penjadwalan / otomatisasi penyalaan pompa.



Gambar 16 *User Interface* Penjadwalan Penyiraman

5. *User Interface* Riwayat dan Grafik Sensor

Gambar 17 menunjukkan tampilan grafik dari riwayat pengukuran sensor.



Gambar 17 *User Interface* Riwayat dan Grafik Sensor

3.7 Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan secara menyeluruh guna memastikan bahwa seluruh fungsi berjalan sesuai dengan kebutuhan dan spesifikasi yang telah ditentukan. Pada tahap ini, metode black-box digunakan, yaitu pengujian yang difokuskan pada fungsionalitas sistem dari sisi pengguna tanpa memeriksa kode program secara langsung.

Tabel 4 Menguji Sistem

No	Skenario Pengujian	Uji Kasus	Hasil Harapkan	Hasil Pengujian	
				Diterima	Ditolak
1	Login pengguna	Masukkan username dan password yang benar	Pengguna berhasil masuk ke dashboard sistem	✓	
2	Validasi login	Masukkan username/password yang salah	Sistem menolak login dan menampilkan pesan error	✓	
3	Pembacaan sensor oleh ESP32	Amati data suhu, kelembapan udara, dan kelembapan tanah	Data terbaca akurat sesuai kondisi lingkungan	✓	
4	Penyiraman otomatis saat soil moisture rendah	Turunkan kadar kelembapan tanah hingga < 30 ambang yang diatu	Pompa aktif otomatis saat < ambang	✓	
5	Penyiraman manual melalui dashboard	Tekan tombol penyiraman manual di dashboard	Pompa menyala dan menyiram tanaman	✓	
6	Tampilan <i>real-time</i> di dashboard dan LCD I2C	Amati nilai sensor di web dan LCD	Nilai sensor muncul <i>real-time</i> dan sesuai	✓	
7	Penyimpanan data sensor ke database	Jalankan sistem beberapa menit, cek tabel <i>data_sensor</i>	Data suhu, kelembapan udara & tanah tersimpan berkala	✓	
8	Visualisasi data histori dengan Chart.js	Akses halaman grafik di dashboard	Grafik histori suhu, kelembapan udara & tanah tampil sesuai data	✓	
9	Konflik kontrol manual dan otomatis	Aktifkan mode otomatis, lalu tekan tombol manual	Sistem menolak kontrol manual saat mode otomatis aktif	✓	
10	Evaluasi UX dashboard	Uji aksesibilitas, responsivitas, dan keterbacaan interface dashboard	Dashboard mudah digunakan, menu jelas, tampilan data intuitif	✓	

3.8 Evaluasi Sistem

Setelah sistem penyiraman otomatis berbasis IoT selesai dikembangkan dan mencapai kondisi stabil, dilakukan evaluasi menyeluruh untuk menilai kinerja dan keandalannya. Evaluasi mencakup beberapa aspek penting berkaitan langsung dengan efektivitas sistem dalam penggunaannya di lapangan. Tujuan dari evaluasi adalah memastikan bahwa sistem tidak hanya berfungsi secara teknis, tetapi juga memberikan manfaat praktis sesuai dengan kebutuhan pengguna. Pada Tabel 9 berikut adalah hasil evaluasi sistem berdasarkan aspek fungsionalitas, kehandalan, kemudahan penggunaan, dan efisiensi operasional:

Tabel 5 Evaluasi Sistem

No	Aspek	Hasil Evaluasi
1	Akurasi Sensor	Sensor berhasil berfungsi dengan baik, mampu mendeteksi tingkat kelembapan tanah secara konsisten dan sesuai dengan kondisi lingkungan yang disimulasikan. Data yang dihasilkan dapat diterima sistem dan divisualisasikan tanpa gangguan, menunjukkan bahwa sensor bekerja sesuai fungsinya dalam konteks pengujian.
2	Responsivitas	Rata-rata waktu respon dari saat data sensor dibaca hingga pompa aktif/nonaktif adalah sekitar 2-10 detik, menandakan sistem cukup responsif.
3	Stabilitas	Sistem diuji berjalan terus-menerus selama 12 jam dan tidak mengalami kegagalan baca sensor maupun error dalam pengiriman data.
4	User Experience (UX) Dashboard	Berdasarkan uji coba dengan 3 pengguna (petani), semua responden menyatakan memahami tampilan dan fungsi tombol pada dashboard, menunjukkan bahwa antarmuka cukup intuitif dan mudah digunakan.

3.9 Penggunaan Sistem

Sistem diuji secara *indoor* dengan pendekatan simulasi, dan berikut hasil evaluasinya:

1. Proses penyiraman lebih efisien karena hanya aktif saat diperlukan.
2. Menonaktifkan pompa saat tanah cukup lembap
3. Data sensor tercatat dan divisualisasi secara berkala.
4. Petani dapat memantau kondisi dari jarak jauh tanpa harus turun langsung kelapangan.

4. KESIMPULAN

Sistem penyiraman otomatis berbasis *IoT* yang dikembangkan berhasil memantau dan mengontrol kelembapan tanah secara *real-time*, baik secara otomatis maupun manual. Hasil implementasi menunjukkan peningkatan efisiensi penggunaan air, penghematan waktu kerja, dan kemudahan pemantauan jarak jauh melalui *dashboard*.

5. DAFTAR RUJUKAN

- [1] K. Trinanda, N. Aini, and U. Prabumulih, "Design And Construction Of The Land Services Administration Application At The Sukaraja District Office," vol. 2, no. 03, pp. 170–175, 2024.
- [2] M. Sistem, I. Manajemen, and D. Pengertian, "Jurnal Pendidikan dan Konseling," vol. 5, pp. 4343–4349, 2023
- [3] M. Sidiq and T. Rohayati, "Perancangan Aplikasi Penjualan Berbasis Web Dengan Metode Prototyping pada UMKM Sinar Terang Desa Pusakasari Kecamatan Cipaku," *Infotech journal*, vol. 9, no. 1, pp. 76–83, Mar. 2023, doi: 10.31949/infotech.v9i1.4863.
- [4] A. Istikomariah and R. Suprianto, "Rancang Bangun Aplikasi Pemesanan Motor Secara Kredit Pada Pt. Daya Anugrah Mandiri Prabumulih," *ITeCS (Indonesian J. Inf. Technol. Comput. Science)*, vol. 2, no. 03, pp. 142–147, 2024.
- [5] P. Cubicart, "(1) , 2) , 3)," vol. 2, pp. 675–687, 2024.
- [6] N. A. Ramadhani, S. Nurainun,) Fiza, I. Lubis, and N. Hasanah, "Perkembangan Biakan secara Vegetatif," *JINU*, vol. 2, no. 4, pp. 1095–1102, 2025, doi:

10.61722/jinu.v2i4.6089.

- [7] N. Khairunisa, H. Sunardi, and F. Antony, "Implementasi Sistem Alarm Dan Monitoring Kelembaban Tanah dan Suhu Terhadap Tanaman Cabai Berbasis Internet of Things (Iot) Menggunakan Logika Fuzzy," *J. Intell. Networks IoT 95 Glob.*, vol. 2, no. 1, pp. 18–29, 2024, doi: 10.36982/jinig.v2i1.4437.
- [8] A. Rofii, S. Gunawan, and A. Mustaqim, "Rancang Bangun Sistem Pengaman Pintu Gudang Berbasis Internet of Things (IoT) dan Sensor Fingerprint," *J. Kaji. Tek. Elektro*, vol. 6, no. 2, pp. 70–76, 2022, doi: 10.52447/jkte.v6i2.5735.
- [9] R. Y. Endra, Y. Aprilinda, Y. Y. Dharmawan, and W. Ramadhan, "Analisis Perbandingan Bahasa Pemrograman PHP Laravel dengan PHP Native pada Pengembangan Website," *EXPERT: Jurnal Manajemen Sistem Informasi dan Teknologi*, vol. 11, no. 1, p. 48, Jun. 2021, doi: 10.36448/expert.v11i1.2012
- [10] A. Priyanga and A. Febriyo Febriyansyah, "Sistem Penyiraman Otomatis Pada Kangkung Darat Sebagai Optimalisasi Pemeliharaan Berbasis Internet of Things (Iot)," *Portaldata.org*, vol. 2, no. 7, pp. 1–11, 2022.