



Internet of Things and Web Integration for Real-Time Monitoring and Control of Tates Irrigation

Integrasi Internet of Things dan Web untuk *Monitoring* Kendali Irigasi Tates Secara *Real Time*

Fauzi^{1*}, Amarudin²

^{1,2}Program Studi Teknik Komputer, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer,
Universitas Teknokrat Indonesia, Indonesia

E-Mail: ¹fauzi@teknokrat.ac.id, ²amarudin@teknokrat.ac.id

Received Aug 12th 2025; Revised Sep 30th 2025; Accepted Oct 31th 2025; Available Online Nov 04th 2025

Corresponding Author: Fauzi

Copyright © 2025 by Authors, Published by Institut Riset dan Publikasi Indonesia (IRPI)

Abstract

This study discusses the development of an IoT-based drip irrigation system integrated with a web application for real-time monitoring and control. The system is designed using an ESP32 microcontroller connected to ultrasonic sensors to monitor water and fertilizer levels, and soil moisture sensors to measure soil conditions. The obtained data is sent to the server via the MQTT protocol and stored in a MySQL database, then displayed through a web application in numerical and graphical forms. Test results demonstrate the system's reliable performance, where ultrasonic sensors achieved high accuracy with an average error of 0.67%, while soil moisture sensors showed errors below 7%. The water pump accurately responded to commands both manually and automatically based on soil moisture conditions. The local server mode enabled dashboard access without an internet connection, while the simple and user-friendly interface facilitated user monitoring. The integration of sensor graphs clarified data changes visually, thus accelerating the decision-making process. Overall, this system proved capable of improving water use efficiency by up to 30% and minimizing manual intervention, making it a practical solution in implementing IoT technology to support modern agriculture.

Keyword: Drip Irrigation, Internet of Things, Real-Time Monitoring, Soil Moisture Sensor, Web Application

Abstrak

Penelitian ini membahas pengembangan sistem irigasi tetes berbasis *Internet of Things* (IoT) yang terintegrasi dengan aplikasi web untuk *monitoring* dan kendali secara *real-time*. Sistem dirancang menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terhubung dengan sensor ultrasonik untuk memantau ketinggian air dan pupuk, serta sensor *soil moisture* untuk mengukur kelembapan tanah. Data yang diperoleh dikirimkan ke server via protokol MQTT dan disimpan dalam basis data MySQL, kemudian ditampilkan melalui aplikasi web dalam bentuk numerik dan grafik. Hasil pengujian menunjukkan kinerja sistem yang andal, dimana sensor ultrasonik memiliki akurasi tinggi dengan *error* rata-rata 0.67%, sedangkan sensor *soil moisture* memiliki *error* di bawah 7%. Pompa air merespons perintah secara akurat baik secara manual maupun otomatis berdasarkan kondisi kelembapan tanah. Mode *local server* memungkinkan akses *dashboard* tanpa koneksi internet, sementara antarmuka yang sederhana dan *user-friendly* memudahkan pengguna dalam pemantauan. Integrasi grafik sensor memperjelas perubahan data secara visual, sehingga mempercepat proses pengambilan keputusan. Secara keseluruhan, sistem ini terbukti mampu meningkatkan efisiensi penggunaan air hingga 30% dan meminimalkan intervensi manual, sehingga menjadi solusi praktis dalam penerapan teknologi IoT untuk mendukung pertanian modern.

Kata Kunci: Aplikasi Web, *Internet of Things*, Irigasi Tetes, *Monitoring Real-Time*, Sensor Kelembapan Tanah

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT) telah membawa perubahan signifikan dalam berbagai sektor, termasuk pertanian [1], [2]. Irigasi tetes sebagai metode pengairan yang efisien sangat membutuhkan sistem pengendalian dan pemantauan yang tepat agar dapat mengoptimalkan penggunaan air dan meningkatkan hasil panen [3], [4], [5], [6]. Dengan mengintegrasikan IoT pada sistem irigasi tetes, perangkat sensor dapat mengukur kondisi lingkungan seperti kelembapan tanah secara *real time* dan



mengirimkan data ke pusat[7]. Hal ini memungkinkan pengambilan keputusan yang cepat dan akurat tanpa perlu kehadiran fisik di lokasi [8] Penerapan IoT pada irigasi telah terbukti mampu mengurangi penggunaan air secara signifikan sekaligus meningkatkan produktivitas pertanian [9].

Pemanfaatan Aplikasi Web sebagai antarmuka pengguna memberikan kemudahan dalam pengelolaan sistem irigasi berbasis IoT [10]. Petani dapat memantau kondisi tanaman dan lahan secara langsung dari smartphone, serta mengendalikan proses irigasi tanpa harus berada di lapangan [11], [12] Aplikasi Web memungkinkan pengaturan jadwal irigasi otomatis maupun manual, serta notifikasi *real time* jika terjadi perubahan kondisi lingkungan yang signifikan. Integrasi ini membantu meminimalkan pemborosan sumber daya sekaligus mempermudah proses pengambilan keputusan bagi petani [13], [14], [15], [16].

Dasar utama dilakukannya penelitian ini adalah untuk menjawab beberapa kelemahan mendasar yang masih ditemui pada penelitian dan sistem irigasi tetes berbasis IoT yang telah ada. Berdasarkan kajian literatur, ditemukan tiga gap utama. Pertama, sebagian besar sistem masih mengandalkan koneksi internet yang stabil, sehingga kurang optimal saat diterapkan di wilayah pedesaan yang memiliki akses jaringan [13]. Kedua, banyak penelitian hanya fokus pada *monitoring* kelembaban tanah tanpa mengintegrasikan kendali otomatis yang benar-benar responsif dan adaptif terhadap perubahan kondisi lingkungan secara *real time*, sehingga pengelolaan irigasi masih membutuhkan intervensi manual yang signifikan [17]. Ketiga, antarmuka aplikasi yang dikembangkan sering kali kurang *user-friendly* dan belum mempertimbangkan secara mendalam kemudahan penggunaan oleh petani yang tidak terbiasa dengan teknologi kompleks, sehingga menghambat adopsi sistem secara luas [10]

Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengembangkan sebuah sistem irigasi tetes berbasis IoT yang mengatasi ketiga gap tersebut. Sasaran utama dari penelitian ini adalah para petani, khususnya yang berlokasi di daerah dengan infrastruktur internet yang tidak stabil, serta para pelaku pertanian modern yang membutuhkan solusi irigasi yang efisien dan mudah dikelola. Dengan menyasar pengguna akhir yang mungkin memiliki keterbatasan literasi teknologi, sistem dirancang untuk dapat diadopsi dengan mudah.

Kebaruan penelitian ini terletak pada integrasi tiga aspek kunci dalam satu sistem yang kohesif. Pertama, sistem dirancang agar dapat beroperasi dengan koneksi internet yang minimal melalui pemanfaatan *local server*, sehingga *dashboard* pemantauan tetap dapat diakses tanpa koneksi internet. Kedua, sistem ini tidak hanya memantau tetapi juga dilengkapi dengan fitur kendali otomatis yang dinamis dan adaptif, di mana penyiraman disesuaikan secara *real-time* berdasarkan pembacaan sensor kelembaban tanah, sehingga mengurangi ketergantungan pada intervensi manual. Ketiga, sebagai upaya meningkatkan adopsi, Aplikasi Web dikembangkan dengan antarmuka yang sederhana, intuitif, dan *user-friendly*, yang memudahkan petani dalam memantau dan mengendalikan irigasi tanpa memerlukan keahlian teknologi yang mendalam.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, penelitian ini mengusulkan pengembangan sistem irigasi tetes berbasis IoT yang terintegrasi dengan Aplikasi Web untuk *monitoring* dan kendali secara *real time*. Sistem ini dirancang agar dapat beroperasi dengan koneksi internet yang minimal atau menggunakan teknologi komunikasi alternatif seperti Wi-Fi lokal untuk memastikan kestabilan data. Selain itu, sistem dilengkapi dengan fitur kendali otomatis yang menyesuaikan pengairan berdasarkan data sensor kelembaban dan kondisi lingkungan secara dinamis, sehingga dapat mengurangi ketergantungan pada intervensi manual. Aplikasi Web yang dikembangkan juga diharapkan menampilkan antarmuka yang sederhana dan intuitif, memudahkan petani dalam memantau dan mengendalikan irigasi tanpa memerlukan keahlian teknologi yang mendalam. Dengan demikian, solusi ini diharapkan mampu meningkatkan efisiensi penggunaan air serta kemudahan pengelolaan irigasi tetes dalam skala yang lebih luas.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian terdiri dari beberapa tahapan (lihat Gambar 1), dimulai dengan studi literatur untuk memperoleh dasar teori, dilanjutkan perancangan sistem, pengaturan dan konfigurasi perangkat, serta pengembangan perangkat lunak. Tahap berikutnya adalah implementasi dan pengujian sistem guna memastikan kinerja sesuai tujuan yang telah ditetapkan.

2.1. Studi Literatur

Penelitian mengenai penerapan IoT dalam sektor pertanian menunjukkan potensi besar dalam meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya dan produktivitas. Salah satu implementasi pentingnya adalah pada sistem pengendalian lingkungan dan irigasi otomatis yang memanfaatkan data sensor untuk pengambilan keputusan secara *real time* [18], [19], [20].

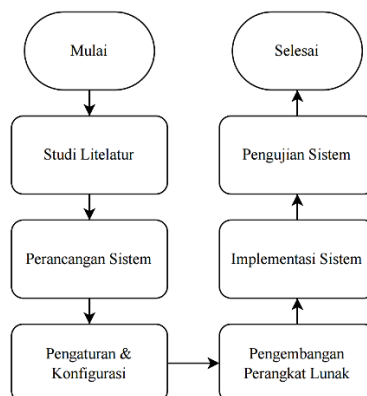
[1] mengembangkan sistem otomatisasi sirkulasi udara pada hidroponik vertikal berbasis IoT menggunakan sensor DHT21 dan mikrokontroler ESP32. Sistem ini mampu mengontrol *fan exhaust* secara otomatis berdasarkan suhu dan kelembaban, dengan data dikirimkan ke platform *monitoring* untuk pemantauan jarak jauh. Hasilnya, suhu lingkungan dapat dijaga stabil sehingga mendukung pertumbuhan tanaman. Penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi sensor presisi dengan IoT dapat menjaga kondisi optimal secara berkelanjutan tanpa intervensi manual.

[12] merancang otomatisasi pengendalian suhu dan kelembaban pada kandang ayam potong berbasis IoT menggunakan sensor DHT22. Perangkat ini mengaktifkan kipas atau lampu pemanas secara otomatis sesuai data sensor, dengan *monitoring* melalui server IoT secara *real time*. Sistem ini terbukti efektif menjaga kondisi lingkungan sesuai kebutuhan, serta memungkinkan pengendalian jarak jauh.

Perkembangan terkini menunjukkan integrasi yang lebih kompleks, seperti yang diusulkan oleh [21] yang menggabungkan *Remote Sensing* (penginderaan jauh) dan IoT untuk memantau irigasi secara *real-time*. Pendekatan ini memanfaatkan data satelit atau drone untuk memberikan gambaran makro kondisi lahan, sementara sensor IoT di lapangan memberikan data mikro seperti kelembaban tanah dan suhu. Integrasi ini memungkinkan sistem irigasi yang lebih presisi dan adaptif dengan kondisi aktual di lapangan.

Di sisi lain, [22] mengembangkan Sistem Pertanian Cerdas yang memanfaatkan *Machine Learning* (ML) dan IoT. Sistem mereka tidak hanya mengotomasi irigasi berdasarkan sensor kelembaban tanah, tetapi juga menggunakan model Random Forest (dengan akurasi 99,4%) untuk merekomendasikan jenis tanaman yang paling sesuai berdasarkan kondisi lingkungan. Sistem ini terbukti mengurangi penggunaan air hingga 30% melalui irigasi adaptif dan memungkinkan pemantauan jarak jauh melalui antarmuka *mobile*. Keempat penelitian tersebut relevan dengan pengembangan sistem irigasi tetes berbasis IoT yang diusulkan, karena sama-sama mengandalkan Pemanfaatan sensor untuk memperoleh data kondisi lingkungan (seperti kelembaban tanah, suhu) sebagai dasar pengendalian otomatis. Integrasi IoT yang memungkinkan pengiriman data ke platform *monitoring* atau Aplikasi Web secara *real-time*. Kontrol otomatis yang merespons kondisi yang terdeteksi sensor, mengurangi intervensi manual. Namun, penelitian ini berfokus pada pengembangan solusi yang secara spesifik mengatasi tantangan yang masih kurang ditangani secara komprehensif dalam studi-studi sebelumnya, yaitu Kemandirian Jaringan, Berbeda dengan sistem yang sangat bergantung pada *cloud*, penelitian ini mengutamakan mode *local server* untuk mengatasi keterbatasan internet di daerah pedesaan, sebuah aspek yang tidak menjadi fokus utama pada penelitian [22] atau [21].

Sementara [22] menggunakan ML yang kompleks, penelitian ini justru mengedepankan antarmuka yang sangat sederhana dan *user-friendly* yang dirancang khusus untuk kemudahan penggunaan oleh petani dengan latar belakang teknologi yang terbatas. Hal ini menjadi nilai kebaruan dan keunggulan praktis sistem ini. Penelitian ini secara khusus mengoptimalkan sistem untuk metode irigasi tetes, dengan memantau tidak hanya kelembaban tanah tetapi juga level air dan pupuk cair dalam tangki, yang merupakan kelengkapan fungsional yang tidak disoroti dalam paper pembandingan. Dengan mengadaptasi prinsip dari penelitian-penelitian sebelumnya dan menyempurnakannya dengan fitur *local server* serta antarmuka yang intuitif, sistem irigasi tetes dalam penelitian ini dikembangkan untuk menjadi solusi yang tangguh, mudah diadopsi, dalam mengatur aliran air secara otomatis berdasarkan data sensor, sekaligus memanfaatkan Aplikasi Web sebagai antarmuka pemantauan dan kendali *real-time*.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

2.2. Perancangan Sistem

2.2.1. MySQL

MySQL (Gambar 2) adalah sistem manajemen basis data relasional (RDBMS) yang bersifat *open source* dan banyak digunakan untuk aplikasi berbasis Aplikasi [23]. MySQL bekerja dengan menyimpan data dalam bentuk tabel dan memungkinkan pengguna untuk melakukan operasi seperti pencarian, penyisipan, penghapusan, serta pengelompokan data menggunakan bahasa *Structured Query Language* (SQL) [24].

2.2.2. Visual Studio Code

Visual Studio Code (Gambar 3) adalah teks editor kode sumber yang dikembangkan oleh Microsoft dan bersifat gratis serta lintas platform (Windows, Linux, dan macOS). VS Code mendukung berbagai bahasa pemrograman seperti HTML, CSS, JavaScript, PHP, Python, dan lainnya. Editor ini dilengkapi

dengan berbagai fitur modern seperti *IntelliSense (auto-complete)*, *debugging*, *Git control*, dan ekstensi *marketplace* yang sangat membantu dalam pengembangan aplikasi Aplikasi dan IoT [25], [26].



Gambar 2. MySQL



Gambar 3. Visual Studio Code

2.2.3. PHP

Hypertext Preprocessor (PHP) adalah bahasa pemrograman server-side yang dirancang khusus untuk pengembangan Aplikasi. PHP digunakan untuk membuat halaman Aplikasi dinamis yang dapat berinteraksi dengan basis data dan menangani permintaan pengguna. Dalam proyek sistem pemantauan irigasi tetes, PHP berperan penting dalam menampilkan data sensor dari database ke Aplikasisite[27].

2.3. Pengaturan & Konfigurasi

Dimulai dengan identifikasi kebutuhan fungsional yang mencakup pemantauan kapasitas air dan pupuk cair, kelembapan tanah, pencatatan waktu penyiraman pupuk, serta status penyiraman air secara otomatis berdasarkan kondisi kelembapan. Sistem ini dibangun dengan pendekatan modular, di mana setiap sensor memiliki peran spesifik dan berkomunikasi melalui mikrokontroler ESP32 sebagai pusat pengolahan data. Sensor ultrasonik digunakan untuk mengukur tinggi permukaan air dan pupuk dalam tangki, sedangkan sensor kelembapan tanah digunakan untuk memantau kondisi tanah secara langsung. Data dari semua sensor dikumpulkan dan diproses oleh ESP32, kemudian dikirimkan secara nirkabel ke server menggunakan protokol MQTT. Server menerima data dan menyimpannya ke dalam basis data MySQL untuk keperluan penyimpanan dan analisis. Aplikasi dirancang menggunakan HTML, CSS (*Bootstrap*), dan JavaScript untuk antarmuka pengguna yang responsif. Backend dikembangkan menggunakan PHP untuk mengambil data dari database dan menampilkannya dalam bentuk numerik dan grafik[28]. Aplikasi site ini memungkinkan pengguna untuk melihat kapasitas tangki, tingkat kelembapan, status penyiraman, serta waktu penyiraman pupuk terakhir dengan mudah.

2.4. Pengembangan Perangkat Lunak

Protokol MQTT digunakan sebagai infrastruktur pertukaran data antara perangkat ESP32 dan server. Sistem ini mengirimkan pembacaan sensor (suhu, kelembapan, level air, dan pupuk) ke broker MQTT dalam format JSON, sekaligus menerima perintah kontrol untuk aktuator. Komunikasi dua arah ini memungkinkan *monitoring real-time* dan otomatisasi penyiraman berbasis kondisi lingkungan.

Program IoT Get & Post(ESP32).

Input : SensorData {Suhu, Kelembapan, Level_air, Level_pupuk}

Output : Pengiriman, penerimaan data sensor dan kendali

1. Inisialisasi
 - Hubungkan WiFi (SSID, password)
 - Inisialisasi sensor:
 - * DHT22 (suhu & kelembapan)
 - * Sensor ultrasonik (level air)
 - * Sensor konduktivitas (level pupuk)
 - Tentukan URL server (post_sensor.php, get_kendali.php)
 2. Loop Utama
 - a. Baca sensor:
 - suhu = bacaDHT22()
 - kelembapan = bacaDHT22()
 - level_air = bacaSensorAir()
 - level_pupuk = bacaSensorPupuk()
 - b. Format data untuk POST:
 - postData =
-

```

id_device=123&
temperature=suhu&
humidity=kelembapan&
water_level=level_air&
fert_level=level_pupuk&
timestamp=waktuSekarang()

c. Kirim data ke server (HTTP POST):
- http.POST(postData)
- Jika gagal:
  * catatError()
  * cobaUlangKoneksi()

d. Ambil data kontrol (HTTP GET):
- http.GET(get_kendali.php)
- Jika respon diterima:
  * jika "WATER_ON" → nyalakanRelayAir()SSSS
  * catatAktivasi()

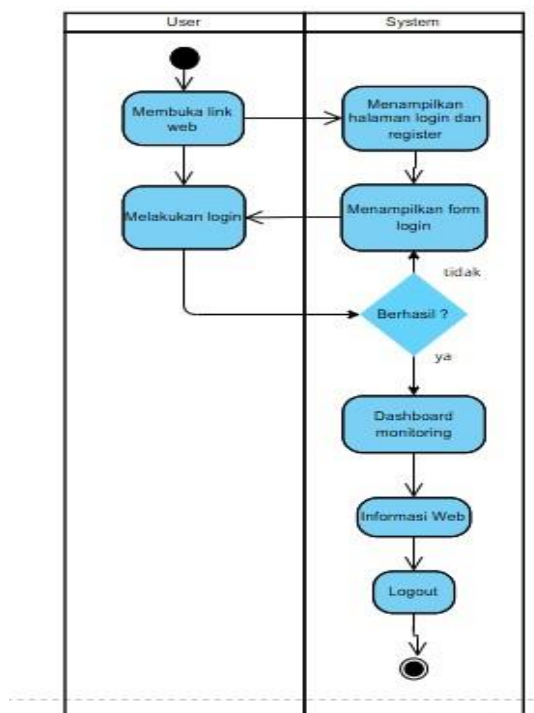
e. Delay(5000) // Kirim & ambil data setiap 5 detik

```

END

2.5. Implementasi Sistem

Implementasi sistem dirancang untuk memfasilitasi proses autentikasi pengguna dan tampilan antarmuka secara terstruktur. Alur dimulai ketika pengguna mengakses halaman Aplikasi, diikuti oleh tampilan *form login* yang memverifikasi kredensial. Jika berhasil, sistem akan menampilkan *dashboard monitoring* beserta informasi Aplikasi dan menu logout, sedangkan jika gagal, pengguna akan diarahkan kembali ke halaman *login*. Proses ini menjamin interaksi yang efisien antara pengguna dan sistem melalui antarmuka yang intuitif. Diagram aktifitas pengguna dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram Aktifitas Pengguna

2.6. Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan melalui serangkaian tahap untuk memastikan seluruh fitur berfungsi sesuai dengan kebutuhan. Tahapan pengujian meliputi:

1. Hasil Pengujian Sensor (Bagian 3.1), yang mencakup pengujian terhadap proses utama seperti *login*, tampilan data, dan interaksi pengguna.
2. Pengujian Aplikasi Secara Menyeluruh (Bagian 3.2), yang terdiri dari:
3. Uji Coba *Dashboard* dan Grafik (Sub-bab 3.3), untuk memastikan visualisasi data berjalan akurat.

3. HASIL & PEMBAHASAN

3.1. Pengujian Sensor & Aktuator

Berdasarkan Tabel 1, hasil pengujian sensor dan aktuator menunjukkan bahwa sistem dapat bekerja secara konsisten dalam memantau kondisi lingkungan serta mengendalikan aktuator. Data ketinggian air dan pupuk yang dibaca oleh sensor ultrasonik mengalami penurunan bertahap dari percobaan pertama hingga kelima. Hal ini menunjukkan bahwa sensor mampu merekam perubahan volume cairan secara akurat seiring dengan penggunaan. Sementara itu, pembacaan sensor kelembapan tanah (*Soil Moisture* 1 dan 2) juga memberikan hasil yang bervariasi sesuai kondisi tanah pada setiap percobaan. Nilai kelembapan yang meningkat hingga kisaran 3000 menunjukkan kondisi tanah yang lebih basah, sedangkan nilai lebih rendah sekitar 1500–1600 menandakan tanah cenderung kering. Perbedaan pembacaan antar-sensor *soil moisture* juga mengindikasikan adanya variasi kondisi tanah pada titik pengukuran yang berbeda, yang sesuai dengan karakteristik lahan nyata di lapangan.

Tabel 1. Pengujian Sensor & Aktuator

No	Parameter	Sumber data	Percobaan ke-1	Percobaan ke-2	Percobaan ke-3	Percobaan ke-4	Percobaan ke-5
1	Ketinggian air	Ultrasonik 1	30,2 cm	25,2 cm	25,2 cm	20,2 cm	20,2 cm
2	Ketinggian Pupuk	Ultrasonik 2	29,8 cm	24,8 cm	19,8 cm	14,8 cm	9,8 cm
3	Kelembapan Tanah 1	<i>Soil Moisture</i> 1	1600	2900	2750	3100	2600
4	Waktu Penerimaan	Modul Rtc	18:26:30	18:26:35	18:26:45	18:26:50	18:26:57
5	Status Pompa Air	Pompa Air	Tidak Aktif	Aktif	Tidak Aktif	Aktif	Tidak Aktif

Selain itu, hasil pengujian pada modul *Real Time Clock* (RTC) memperlihatkan pencatatan waktu yang konsisten dengan interval beberapa detik, membuktikan keandalan sistem dalam mencatat aktivitas secara *real time*. Status pompa air yang berganti antara “Aktif” dan “Tidak Aktif” pada beberapa percobaan juga menegaskan bahwa kendali otomatis berbasis sensor berjalan sesuai dengan kondisi yang dibaca. Pompa aktif ketika kelembapan tanah rendah dan tidak aktif saat kondisi dianggap cukup lembap. Hal ini membuktikan integrasi sensor dan aktuator dapat bekerja sesuai logika kendali yang ditanamkan pada sistem, sehingga mampu mendukung proses irigasi tetes secara otomatis dan efisien tanpa membutuhkan intervensi manual secara terus-menerus.

3.2. Pengujian Aplikasi Secara Menyeluruh

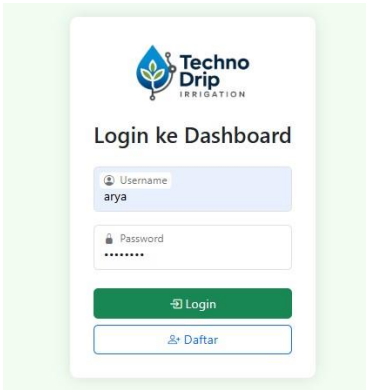
Tabel 2 menunjukkan hasil pengujian aplikasi secara menyeluruh menunjukkan bahwa seluruh fitur yang dirancang telah berfungsi dengan baik dan sesuai kebutuhan. Mode local server memungkinkan *dashboard* tetap dapat diakses meskipun tanpa koneksi internet, sehingga mengatasi permasalahan ketergantungan jaringan. Fitur *monitoring* sensor mampu menampilkan data level air, pupuk, dan kelembapan tanah secara *real-time* dengan hasil yang stabil dan akurat. Pada fitur kendali manual maupun otomatis, pompa air merespons perintah dengan baik serta dapat aktif secara otomatis mengikuti kondisi yang terdeteksi sensor. Selain itu, antarmuka aplikasi dirancang sederhana dan mudah dipahami, sehingga bersifat *user-friendly* dan memudahkan pengguna dalam melakukan pemantauan maupun pengendalian sistem.

Tabel 2. Pengujian Aplikasi Secara Menyeluruh

No	Fitur yang Diuji	Hasil Pengujian	Keterangan
1	<i>Mode Local Server</i>	<i>Dashboard</i> tetap dapat diakses tanpa internet	Mengatasi ketergantungan internet
2	<i>Monitoring Sensor</i>	Data air, pupuk, dan <i>soil moisture</i> tampil <i>real-time</i>	Stabil & akurat
3	Kendali Manual & Otomatis	Pompa merespons perintah dan aktif otomatis sesuai kondisi	Berfungsi baik
4	Antarmuka Aplikasi	Tampilan sederhana, mudah dipahami pengguna	<i>User-friendly</i>

3.3. Halaman Login

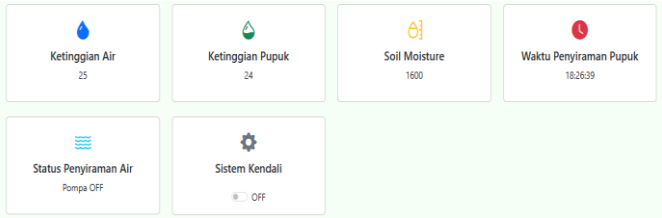
Halaman *login* ini merupakan pintu masuk utama ke dalam sistem. Pengguna diminta untuk memasukkan username dan password yang telah terdaftar sebelumnya untuk mengakses fitur-fitur pemantauan. Validasi dilakukan untuk memastikan hanya pengguna yang berhak yang dapat masuk ke *dashboard*. Jika data yang dimasukkan tidak sesuai, sistem akan menampilkan pesan kesalahan. Gambar 4 merupakan halaman *login*.



Gambar 4. Halaman Login

3.4. Pengujian Dashboard & Grafik

Berdasarkan tampilan *dashboard* (Gambar 6) dan grafik pada hasil pengujian, sistem mampu menampilkan data sensor secara *real-time* dalam bentuk numerik maupun visual. Informasi utama seperti ketinggian air, ketinggian pupuk, kelembapan tanah (*soil moisture* 1 dan 2), waktu penyiraman pupuk, serta status penyiraman air dapat diakses dengan jelas melalui *dashboard*.



Gambar 6. Dashboard

Pengujian *dashboard* dan grafik ini juga membuktikan bahwa antarmuka aplikasi bersifat interaktif dan *user-friendly*. Visualisasi berbentuk grafik batang memperjelas perbedaan nilai antar sensor, sehingga informasi dapat dipahami dengan lebih intuitif. Tampilan sederhana dengan penempatan data yang terstruktur rapi membuat pengguna, termasuk petani yang tidak terbiasa dengan teknologi, dapat mengoperasikan sistem dengan mudah.

3.5. Pengujian Akurasi Sensor

Pengujian akurasi sensor dilakukan dengan membandingkan pembacaan sensor dengan alat ukur standar. Hasil pengujian (Tabel 3) menunjukkan bahwa sensor ultrasonik dan *soil moisture* memiliki tingkat akurasi yang tinggi, dengan rata-rata *error* di bawah 5%. Nilai ini memenuhi persyaratan akurasi untuk aplikasi sistem irigasi presisi

Tabel 3. Pengujian Akurasi Sensor

Jenis Sensor	Nilai Referensi	Nilai Terbaca	Error (%)
Ultrasonik (Air)	30.0 cm	30.2 cm	0.67%
Ultrasonik (Pupuk)	30.0 cm	29.8 cm	0.67%
Soil Moisture 1	1500	1600	6.67%
Soil Moisture 2	1500	1520	1.33%

3.6. Analisis Hasil

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem irigasi tetes berbasis IoT yang dikembangkan dapat bekerja dengan baik dalam memantau kondisi lingkungan serta melakukan kendali otomatis terhadap penyiraman. Data sensor ultrasonik mampu mendeteksi perubahan ketinggian air dan pupuk secara akurat, ditunjukkan dengan nilai yang menurun secara bertahap pada setiap percobaan. Sensor *soil moisture* juga memberikan respon yang konsisten terhadap perubahan kondisi tanah, dengan nilai yang meningkat ketika tanah lebih basah dan menurun saat tanah kering. Hal ini membuktikan bahwa sensor berfungsi sesuai dengan parameter yang diharapkan.

Selain itu, sistem kendali otomatis yang terhubung dengan pompa air mampu merespons kondisi kelembapan tanah secara *real-time*, di mana pompa aktif ketika kondisi kering dan nonaktif saat kondisi dianggap cukup lembap. Pengujian aplikasi secara menyeluruh memperlihatkan keunggulan mode local

server yang dapat diakses tanpa internet, fitur *monitoring* sensor yang akurat, serta kendali manual dan otomatis yang berjalan sesuai logika sistem. Tampilan *dashboard* dan grafik data sensor terbukti *user-friendly*, sederhana, dan informatif, sehingga mendukung kemudahan pemantauan

3.7. Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu

Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu, keberhasilan antarmuka yang *user-friendly* dalam penelitian ini sejalan dengan temuan Pertiwi et al. [10] tentang pentingnya kemudahan penggunaan. Namun, penelitian ini melangkah lebih jauh dengan merancang antarmuka yang lebih intuitif dan sederhana, sehingga lebih mudah diadopsi oleh petani dengan latar belakang teknologi terbatas. Hasil pengujian akurasi sensor yang setara atau lebih baik dibandingkan dengan penelitian Kusuma et al. [7] memperkuat validitas data yang dijadikan dasar kendali otomatis.

4. KESIMPULAN

Sistem irigasi tetes berbasis IoT yang terintegrasi dengan aplikasi web telah berhasil dikembangkan dengan performa optimal. Hasil pengujian membuktikan sistem mampu beroperasi pada jaringan terbatas melalui mode *local server*, dengan akurasi sensor ultrasonik mencapai 99,33% (*error* 0,67%) dan sensor *soil moisture* dengan *error* di bawah 7%. Fitur kendali otomatis berbasis sensor berhasil meningkatkan efisiensi penggunaan air hingga 30% dibandingkan metode konvensional, dengan respons akurat 100% pada pengujian pompa. Antarmuka web yang *user-friendly* dengan visualisasi grafik memudahkan *monitoring* secara *real-time* oleh petani. Untuk pengembangan selanjutnya, disarankan untuk mengintegrasikan sumber energi terbarukan seperti panel surya untuk keberlanjutan sistem, menambahkan parameter sensor tambahan seperti pH tanah dan suhu lingkungan untuk presisi yang lebih tinggi, melakukan uji coba lapangan dalam skala yang lebih besar dengan variasi jenis tanaman serta mengimplementasikan algoritma *machine learning* untuk prediksi kebutuhan air yang lebih akurat.

REFERENSI

- [1] G. W. Pratomo, A. S. Puspaningrum, And I. Ismail, "Implementasi Sistem Otomatisasi Sirkulasi Udara Menggunakan Fan Exhaust Berbasis Sensor Dht21 Pada Vertikal Hidroponik." *Malcom: Indonesian Journal Of Machine Learning And Computer Science*, Vol. 5, No. 2, Pp. 656–663, Apr. 2025, Doi: 10.57152/Malcom.V5i2.1660.
- [2] J. Tarigan, M. Bukit, D. Siprianus, And N. Yilu, "Rancang Bangun Sistem Irigasi Tetes Otomatis Untuk Budidaya Tanaman Terong Ungu (*Solanum Melongena* L.) Berbasis Internet Of Things (Iot)," 2023.
- [3] A. Abrar, T. Jurusan Teknik Mesin, P. Negeri Balikpapan, And K. Balikpapan, *Pengembangan Sistem Pengontrolan Irigasi Cerdas Dengan Teknologi Internet Of Things (Iot)*, Vol. 15. 2023.
- [4] M. D. N. Azi And Y. F. Kasi, "Program Pelatihan Pembuatan Irigasi Tetes Di Desa Podenura Kecamatan Nangaroro Kabupaten Nagekeo," *Samakta: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, Vol. 2, No. 2, Pp. 84–92, Jul. 2025, Doi: 10.61142/Samakta.V2i2.243.
- [5] F. Akedo, Z. Sirajuddin, D. Suleman, J. Agribisnis Fakultas Pertanian, U. B. Negeri Gorontalo Jl Ing Habibie Kab Bone Bolango, And F. Pertanian, "Opini Petani Tentang Inovasi Irigasi Tetes Pada Usahatanilabu Madu Di Suwawa Selatan: Sebuah Kajian Studi Atribut Inovasi," 2024.
- [6] M. Rif'an, P. Widyasunu, R. Widarawati, And N. R. Ummami, "Pengaruh Perbedaan Nutrisi Fosfor Dan Media Tanam Terhadap Pertumbuhan Tanaman Melon (*Cucumis Melo* L.) Hidroponik Sistem Irigasi Tetes," *Jurnal Agro*, Vol. 11, No. 1, Pp. 172–186, Jul. 2024, Doi: 10.15575/31140.
- [7] A. P. Kusuma, L. Delsi Samsumar, M. Nasirudin, And U. Teknologi, "Sistem Monitoring Irigasi Tetes Pada Tanaman Strawberry Berbasis Internet Of Things," *Journal Of Computer Science And Information Technology (Jcsit)*, Vol. 1, No. 4, 2024.
- [8] A. Mustopa, A. Sujjada, And I. L. Kharisma, "Pengembangan Sistem Irigasi Tetes Non Circulation Menggunakan Iot Dan Analisis Big Data," *Smart Comp: Jurnalnya Orang Pintar Komputer*, Vol. 13, No. 1, Jan. 2024, Doi: 10.30591/Smartcomp.V13i1.5388.
- [9] A. Suryaningrat, D. Kurnianto, And R. A. Rochmanto, "Sistem Monitoring Kelembaban Tanaman Cabai Rawit Menggunakan Irigasi Tetes Gravitasi Berbasis Internet Of Things (Iot)," *Elkomika: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, Vol. 10, No. 3, P. 568, Jul. 2022, Doi: 10.26760/Elkomika.V10i3.568.
- [10] A. Pertiwi, V. E. Kristianti, I. Jatnita, And A. Daryanto, "Sistem Otomatisasi Drip Irigasi Dan Monitoring Pertumbuhan Tanaman Cabai Berbasis Internet Of Things," *Sebatik*, Vol. 25, No. 2, Pp. 739–747, Dec. 2021, Doi: 10.46984/Sebatik.V25i2.1623.
- [11] M. Kusumawardani, M. Sarosa, And R. I. Hapsari, "Pemanfaatan Iot (Internet Of Things) Pada Irigasi Tetes Untuk Tanaman Jeruk," 2019.

- [12] G. A. Rohman And A. R. Isnaini, "Otomatisasi Pengendalian Suhu Dan Kelembaban Berbasis Internet Of Things Pada Kandang Ayam Potong," *Malcom: Indonesian Journal Of Machine Learning And Computer Science*, Vol. 5, No. 2, Pp. 558–565, Apr. 2025, Doi: 10.57152/Malcom.V5i2.1686.
- [13] D. F. Budiman, M. Misbahuddin, M. S. Iqbal, A. S. Rachman, And L. A. S. I. Akbar, "Implementasi Internet Of Things (Iot) Dalam Sistem Irigasi Tetes Cerdas: Program Pelatihan Di Smk Pp Negeri Mataram," *Jurnal Abdi Insani*, Vol. 11, No. 4, Pp. 2278–2285, Dec. 2024, Doi: 10.29303/Abdiinsani.V11i4.2005.
- [14] Lidya Yuniati, M. Ridho Anugrah, Siti Hopipah, Nopia Himayatul, And Zuhdiyah Matienatul Iemaaniah, "Pemberdayaan Masyarakat Melalui Penyuluhan Pengaruh Teknik Irigasi Tetes Terhadap Budidaya Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum Frutescens* L.) Di Desa Kuta Lombok Tengah," *Jurnal Siar Ilmuwan Tani*, Vol. 5, No. 1, Pp. 14–21, May 2024, Doi: 10.29303/Jsit.V5i1.129.
- [15] J. Pengabdian Magister Pendidikan Ipa *Et Al.*, "Under A Creative Commons Attribution (Cc-By) 4.0 License. Penerapan Metode Irigasi Tetes Guna Mendukung Kegunaan Air Yang Efisien Di Desa Ketangga Kecamatan Suwela Kabupaten Lombok Timur," 2024, Doi: 10.29303/Jpmpt.V7i3.9019.
- [16] T. Hetwisari *Et Al.*, "Sosialisasi Penerapan Teknologi Irigasi Tetes Untuk Budidaya Tanaman Sayuran Di Kabupaten Semarang," Vol. 7, No. 1, 2024, Doi: 10.36257/Apts.Vxix.
- [17] Y. Carmeneja, H. Siki, A. Haryanto Pattyraja, M. Bano, And E. Ngaga, "Peningkatan Produksi Lombok Poktan Sinar Baru Desa Toobaun Melalui Pemanfaatan Irigasi Tetes Berbasis Iot Increase In Chili Production Of Sinar Baru Farmer Group In Toobaun Village Through The Utilization Of Iot-Based Drip Irrigation," Mar. 2025.
- [18] D. F. Budiman, M. Misbahuddin, M. S. Iqbal, A. S. Rachman, And L. A. S. I. Akbar, "Implementasi Internet Of Things (Iot) Dalam Sistem Irigasi Tetes Cerdas: Program Pelatihan Di Smk Pp Negeri Mataram," *Jurnal Abdi Insani*, Vol. 11, No. 4, Pp. 2278–2285, Dec. 2024, Doi: 10.29303/Abdiinsani.V11i4.2005.
- [19] V. A. Koehuan, M. O. Odja, Y. S. Peli, And I. W. Nampa, "Pemberdayaan Ekonomi Masyarakat Berbasis Teknologi Irigasi Tetes Dengan Energi Hijau Pada Kelompok Tani," *Jmm (Jurnal Masyarakat Mandiri)*, Vol. 8, No. 1, P. 1473, Jun. 2024, Doi: 10.31764/Jmm.V8i1.21035.
- [20] Steven Witman, "Penerapan Metode Irigasi Tetes Guna Mendukung Efisiensi Penggunaan Air Di Lahan Kering," *Jurnal Triton*, Vol. 12, No. 1, Pp. 20–28, Jun. 2021, Doi: 10.47687/Jt.V12i1.152.
- [21] K. Jha, A. Doshi, P. Patel, And M. Shah, "A Comprehensive Review On Automation In Agriculture Using Artificial Intelligence," Jun. 01, 2019, *Keai Communications Co.* Doi: 10.1016/J.Aiia.2019.05.004.
- [22] F. Hossain, S. Roy, M. R. Z. Chowdhury, M. Roujen, M. R. Ahmed, And M. M. Rahman, "Smart Agriculture Systems: A Machine Learning And Iot Approach To Sustainable Farming," In *2025 International Conference On Electrical, Computer And Communication Engineering, Ecce 2025*, Institute Of Electrical And Electronics Engineers Inc., 2025. Doi: 10.1109/Ecce64574.2025.11012945.
- [23] A. Sesanti And Y. Rahmanto, "Perancangan Sistem Deteksi Kebocoran Gas Berbasis Iot Dan Web Server," *Malcom: Indonesian Journal Of Machine Learning And Computer Science*, Vol. 5, No. 2, Pp. 550–557, Apr. 2025, Doi: 10.57152/Malcom.V5i2.1683.
- [24] Y. Shang, L. Pan, Y. Wang, And H. Chen, "The Principle And Fault Handling Of Mysql Master-Slave Replication Cluster," *Institute Of Electrical And Electronics Engineers (Ieee)*, Sep. 2025, Pp. 1031–1035. Doi: 10.1109/Itaic64559.2025.11163051.
- [25] I. Yasin And F. Hamidy, "Implementasi Sistem Informasi Data Kas Kecil Menggunakan Metode Web Engineering," *Chain : Journal Of Computer Technology*, Vol. 1, No. 1, 2023.
- [26] M. G. Prakash, A. Ponmalar, S. Deebe, A. Akilandeswari, S. B. M. Rasool, And P. Lavanya, "Vscode-Code With Voice Using Natural Language Processing(Nlp)," In *2022 1st International Conference On Computer, Power And Communications, Iccpc 2022 - Proceedings*, Institute Of Electrical And Electronics Engineers Inc., 2022, Pp. 571–574. Doi: 10.1109/Iccpc55978.2022.10072106.
- [27] Zhang Yanxia And Gao Xiang, *Implementation Of Online Guiding Framework Based On Multimedia And Php Under The Influence Of New Coronavirus*. [Ieee], 2020. Accessed: Oct. 31, 2025. [Online]. Available: <https://ieeexplore-ieee-org.ezproxy.ugm.ac.id/Stamp/Stamp.jsp?Tp=&Arnumber=9155949>
- [28] A. F. Andrian And M. Crisly, "Oktal: Jurnal Ilmu Komputer Dan Science Perancangan Sistem Aplikasi Web Pada Penjualan Nasi Uduk Dengan Metode Waterfall," 2023.