



Perancangan Sistem Penyiram Tanaman Otomatis Berbasis IoT di Sekolah Alam Purwakarta

Faradilla Amanda Zalfa ^{1*}, Ahmad Anas ², dan Rahmat Supriyatna ³

¹ STMIK Pamitran; Karawang, Jawa Barat; e-mail : Faradillaamanda213@gmail.com

² STMIK Pamitran; Karawang, Jawa Barat; e-mail : ahmad.anas87@gmail.com

³ STMIK Pamitran; Karawang, Jawa Barat; e-mail : rahmatupriyatna@gmail.com

* Corresponding Author : Faradilla Amanda Zalfa

Abstract: *The application of the Internet of Things (IoT) in agriculture (Smart Farming) has proven to be crucial for increasing productivity, efficiency, and crop quality. This study focuses on the design and development of an IoT-based automatic plant irrigation system as a solution to overcome the challenges of imprecise manual irrigation at Sekolah Alam Purwakarta. This system aims to optimize water allocation and make it easier for workers to control plant care in real-time through an IoT-based application. The method used is Research and Development (R&D) with the ADDIE model approach. The results show that the developed system is capable of automatically activating irrigation based on soil moisture readings (with a threshold of 50% RH), while displaying real-time data for control. This allows workers to know the exact water requirements and effectively prevent drought or overwatering conditions. Overall, the design of this system provides an effective solution for water conservation and work efficiency in supporting plant care at Sekolah Alam Purwakarta.*

Keywords: *ADDIE; Internet of Things; Automatic Plant Watering; Smart Farming; Soil Moisture.*

Abstrak: Penerapan *Internet of Things* (IoT) dalam bidang pertanian (*Smart Farming*) terbukti krusial untuk meningkatkan produktivitas, efisiensi, dan kualitas hasil tanaman. Penelitian ini berfokus pada perancangan dan pengembangan sistem penyiraman tanaman otomatis berbasis IoT sebagai solusi untuk mengatasi tantangan penyiraman manual yang tidak presisi di Sekolah Alam Purwakarta. Sistem ini bertujuan mengoptimalkan alokasi air dan mempermudah pekerja dalam mengontrol perawatan tanaman secara real-time melalui aplikasi berbasis IoT. Metode yang digunakan adalah Research and Development (R&D) dengan pendekatan model ADDIE. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan mampu secara otomatis mengaktifkan penyiraman berdasarkan pembacaan kelembaban tanah (dengan ambang batas 50% RH), sekaligus menampilkan data real-time untuk kontrol. Hal ini memungkinkan pekerja mengetahui kebutuhan air secara tepat dan efektif mencegah kondisi kekeringan maupun kelebihan air. Secara keseluruhan, perancangan sistem ini memberikan solusi efektif dalam konservasi air dan efisiensi kerja dalam mendukung perawatan tanaman di Sekolah Alam Purwakarta.

Kata kunci: ADDIE; Internet of Things; Penyiram Tanaman Otomatis; Smart Farming; Kelembaban Tanah.

Naskah Masuk: 17 Januari 2026

Revisi: 1 Februari 2026

Diterima: 14 Maret 2026

Terbit: 17 Maret 2026

Ver. Skrg.: 17 Maret 2026



Copyright: © 2026 by the authors.
Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY SA) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>)

1. Pendahuluan

Sekolah Alam Purwakarta merupakan institusi pendidikan swasta yang memiliki aset lingkungan yang luas, berdiri di atas lahan sekitar 1.700 m². Di area ini, terdapat kurang lebih 397 tanaman dengan jenis yang beragam dan tersebar di berbagai titik. Dalam hal pengontrolan dan penyiraman secara real-time, jumlah tanaman yang besar ini seringkali menjadi kendala operasional bagi petugas. Ketidakteraturan dalam pemberian air dapat menyebabkan kekeringan tanaman, yang menghambat pertumbuhannya[1].

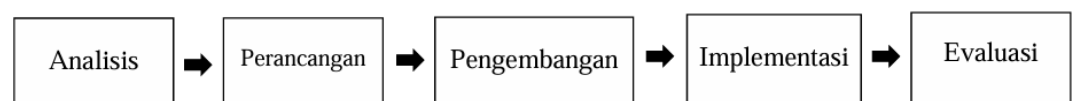
Di era teknologi modern, Internet of Things (IoT) sangat penting untuk mengoptimalkan berbagai aspek kehidupan manusia. Pada mulanya Internet of Things (IoT) digunakan untuk memperbaiki proses bisnis di industri manufaktur, tetapi sekarang telah masuk ke banyak sektor ekonomi, termasuk sektor penting seperti pertanian [2]. Dalam sektor pertanian, pemeliharaan tanaman dan perkebunan membutuhkan pengairan [3], sehingga tanaman akan tetap subur dan sehat dengan ketersediaan air yang terkontrol. Oleh karena itu, NodeMCU ESP8266 dan sensor kelembaban tanah digunakan untuk membuat sistem penyiram tanaman otomatis berbasis IoT. NodeMCU ESP8266 berfungsi sebagai pengendali utama yang terhubung ke aplikasi Blynk IoT[4].

Setelah melakukan studi literatur pada beberapa penelitian sebelumnya yang berjudul “Pengembangan Sistem Penyiram Tanaman Otomatis Berbasis IoT Menggunakan Sensor Suhu, Kelembaban Udara, dan Kelembaban Tanah” [3], “Sistem Monitoring Penyiram Otomatis Berbasis IoT Menggunakan Soil Moisture Pada Tanaman Melon” [4] dan “Rancang Bangun Penyiram Tanaman Otomatis Berbasis Internet of Things Menggunakan Node MCU dan Telegram” [5], peneliti masih menemukan kelemahan pada penelitian sebelumnya. Pertama, belum adanya waktu penyiraman otomatis yang terintegrasi. Artinya, jika kondisi tanah kering di siang hari, sistem akan tetap berfungsi. Namun, waktu terbaik untuk menyiram tanaman adalah pagi dan sore hari. Penyiraman pagi dilakukan antara pukul 07.00 WIB hingga 08.00 WIB, sementara penyiraman sore dilakukan sekitar pukul 16.00 hingga 17.00 WIB. Pada siang hari, penyiraman jarang dilakukan karena tingginya penguapan air dapat menyebabkan air cepat menguap, yang dapat membahayakan tanaman [6]. Kedua, peneliti sebelumnya belum menyimpan data ke dalam sistem database untuk pemantauan dan analisis jangka panjang.

Kebaruan penelitian ini adalah adanya pemilihan mode penyiraman secara manual maupun otomatis yang dijadwalkan secara spesifik pada pagi dan sore hari. Selain itu, data kelembaban tersimpan langsung ke database dan dapat dicetak berupa berkas PDF. Berdasarkan gap analysis tersebut, penelitian ini berfokus pada perancangan konseptual sistem penyiram tanaman otomatis berbasis IoT dengan lingkup geografis terbatas pada Sekolah Alam Purwakarta. Meskipun sistem dirancang untuk mengatasi permasalahan penyiraman manual, seperti memakan waktu, tenaga, dan area yang sulit dijangkau, batasan masalah pada penelitian ini berfokus pada perancangan dan validasi fungsional prototipe sistem dengan satu node sensor dan aktuator, bagaimana sistem dapat melakukan penyiraman tanaman secara otomatis berdasarkan nilai kelembaban tanah dengan penjadwalan waktu, bagaimana pengaturan aplikasi Blynk IoT dalam pengontrolan sistem, dan bagaimana sistem menyimpan data kelembaban tanah ke dalam database secara efektif, namun sistem belum mencakup uji coba ketahanan (endurance test) dalam skala penuh di lapangan. Tujuan utama dibuatnya perancangan sistem penyiram tanaman otomatis berbasis IoT adalah mendesain sistem penyiram tanaman otomatis yang mampu melakukan penyiraman tanaman secara otomatis berdasarkan data kelembaban tanah dengan integrasi fungsi waktu penyiraman optimal, mengatur aplikasi Blynk IoT agar dapat mengontrol sistem penyiram tanaman secara real-time dan otomatis, serta menyimpan data kelembaban tanah ke dalam database secara terstruktur untuk memudahkan monitoring dan analisis.

2. Metode yang Diusulkan

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Research and Development (R&D) dengan pendekatan model ADDIE yaitu metode sistematis yang dimaksudkan untuk menghasilkan produk instruksional yang berguna[7].



Gambar 1. Tahapan Model ADDIE

Proses pengembangan sistem penyiram tanaman otomatis ini mengikuti lima tahapan model ADDIE secara berurutan. model ADDIE terdiri dari beberapa tahap yaitu analisis,

desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi [8]. Tahap awal, Analisis, berfokus pada identifikasi kebutuhan perangkat keras, perangkat lunak, dan kendala aktual penyiraman manual di lokasi Sekolah Alam Purwakarta. Data dari tahap ini menjadi fondasi bagi Perancangan, di mana peneliti membuat desain rangkaian elektronik (mencakup NodeMCU ESP8266, sensor kelembaban, dan pompa), merancang flowchart yang mengintegrasikan fungsi penjadwalan waktu otomatis, dan merancang antarmuka visual aplikasi Blynk IoT. Selanjutnya, tahap Pengembangan melibatkan penulisan kode program, perakitan fisik prototipe, dan konstruksi database untuk mencatat data kelembaban. Setelah prototipe siap, Implementasi dilakukan melalui serangkaian uji coba fungsionalitas, termasuk verifikasi respons penyiraman otomatis saat kelembaban tanah berada di bawah ambang batas (<50%) dan pengujian ketepatan fungsi time-scheduling. Tahap akhir, Evaluasi, bertujuan untuk menganalisis kinerja sistem secara keseluruhan serta mengukur efektivitasnya dalam mengatasi masalah penyiraman manual.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil implementasi sistem penyiram tanaman otomatis berbasis Internet of Things (IoT) yang telah dibuat kemudian dianalisis untuk mengevaluasi kinerjanya, dengan pembahasan yang difokuskan pada tiga aspek utama yaitu kemampuan sistem dalam melakukan penyiraman otomatis berdasarkan kelembaban tanah, pengaturan aplikasi Blynk IoT dalam pengontrolan sistem, serta penyimpanan dan visualisasi data kelembaban tanah ke dalam database dan website pelaporan.

3.1 Hasil Pengujian Alat

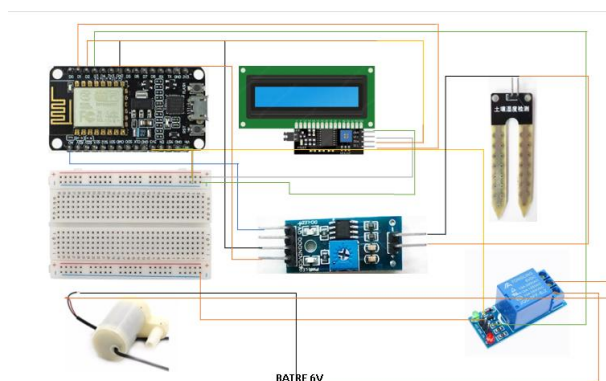
a. Komponen Sistem dan Rangkaian Alat

Perancangan sistem penyiram tanaman otomatis dibuat menggunakan komponen-komponen utama yang tertera pada Tabel 1.

Tabel 1. Komponen Alat

No	Nama Alat
1	Esp8266
2	Modul relay
3	Sensor kelembaban
4	Kabel jumper
5	Pompa mini
6	Lcd IC2
7	Breadboard

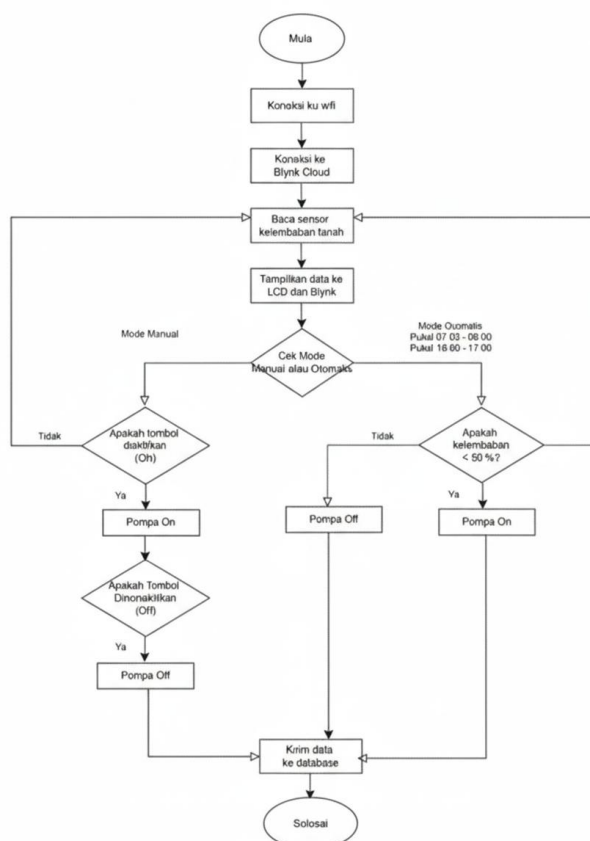
Hasil implementasi sistem penyiram tanaman otomatis ini mengandalkan kolaborasi perangkat keras yang terstruktur untuk menjalankan fungsi kontrol terdistribusi, seperti yang dijelaskan dalam Tabel 1. Inti dari sistem ini dipegang oleh ESP8266 (NodeMCU), yang bertindak sebagai unit pemrosesan pusat dan IoT Gateway. ESP8266 adalah mikrokontroler WiFi dengan prosesor dan memori. ESP8266 dihubungkan ke sensor dan aktuator melalui pin GPIO [4]. Untuk mendapatkan informasi mengenai kondisi lingkungan, sistem menggunakan sensor kelembaban tanah. Sensor ini memiliki dua probe, dan kemudian membaca resistensinya untuk mengukur tingkat kelembaban [9]. Kemudian pompa mini memompa air dari wadah penampungan untuk melakukan perintah penyiraman [5]. Sebagai pelengkap, LCD I2C diintegrasikan sebagai antarmuka yang digunakan untuk menampilkan nilai kelembaban tanah pada prototype [10]. Dalam perancangan ini modul LCD IC2 akan menampilkan nilai kelembaban yang didapat dari sensor kelembaban.



Gambar 2. Skema Rangkaian.

NodeMCU ESP2866 sebagai pusat penghubung dan pemrosesan data yang dilengkapi dengan GPIO, ADC, UART, dan PWM, menjadikannya modul wifi yang serbaguna [11]. NodeMCU disuplai melalui pin Vin dan GND yang terhubung ke jalur positif dan negatif breadboard. Proses sensing dimulai dengan Sensor Kelembaban, yang menerima daya dari 3.3V NodeMCU. Data kelembaban analog dari pin AOUT sensor diumpukan ke pin A0 NodeMCU, pin yang bertugas membaca sinyal analog. Untuk kontrol aktuasi (penyiraman), digunakan Modul Relay 3,3 V. Sinyal kontrol dikirimkan dari pin digital D3 NodeMCU ke pin IN Relay, yang berfungsi sebagai sakelar logis untuk mengendalikan daya ke pompa. Sementara itu, LCD I2C berfungsi sebagai antarmuka visual lokal yang dapat menampilkan 32 karakter dalam dua baris, dengan 16 karakter per baris [12]. LCD dihubungkan ke NodeMCU menggunakan protokol I2C untuk menghemat pin, di mana pin data SDA LCD terhubung ke pin D2 NodeMCU, dan pin clock SCL terhubung ke pin D1 NodeMCU. Konfigurasi ini memastikan semua komponen sensor, relay, dan LCD dapat berkomunikasi dan dikendalikan secara efektif oleh NodeMCU untuk menjalankan logika sistem.

b. Alur Kerja dan Logika Kontrol Sistem



Gambar 3. Alur Kerja Sistem

Alur kerja sistem diawali dengan koneksi ke WiFi dan Blynk Cloud. Logika kontrol yang diterapkan bersifat hibrida, yaitu menggabungkan kendali manual dari aplikasi dan kendali otomatis berbasis kondisi dan waktu. Sistem mengimplementasikan logika ganda (Kelembaban AND Jadwal) untuk mengendalikan pompa. {Pompa ON} = (Kelembaban Tanah < 50% DAN Waktu Berada Dalam Jadwal). Jadwal penyiraman otomatis diatur pada pukul 07.00–08.00 dan 16.00–17.00 untuk memaksimalkan penyerapan air dan mengurangi kehilangan air akibat evapotranspirasi (penguapan tinggi) di siang hari. Pemilihan rentang waktu tersebut juga selain untuk meminimalkan evaporasi juga sejalan dengan rek-omendasi praktik budidaya tanaman kelapa sawit yang menyebutkan bahwa penyiraman pada siang hari dapat menyebabkan tingginya penguapan sehingga air akan cepat menguap dan dapat membahayakan tanaman. [6]

c. Analisis Kinerja Mode Otomatis Berbasis Logika Ganda

Pengujian fungsi mode otomatis dilakukan untuk memverifikasi ketepatan respons sistem terhadap ambang batas kelembaban (50% RH) dan batasan waktu. Hasil pengujian terangkum pada Tabel 2

Tabel 2. Hasil Pengujian Mode Otomatis

Kelembaban	Waktu	Mode	Pompa	Pembahasan Kinerja
6% RH	07.11	Auto	On	Memvalidasi ambang batas: Kelembaban rendah (<50%) dan dalam jadwal.
69% RH	07.15	Auto	Off	Pompa mati karena kelembaban telah melebihi ambang batas yang ditentukan.
36% RH	12.07	Auto	Off	Memvalidasi prioritas waktu: Meskipun kelembaban sangat rendah, pompa tetap OFF karena di luar waktu penyiraman yang optimal.
13% RH	16.04	Auto	On	Memvalidasi ambang batas: Kelembaban rendah (<50%) dan dalam jadwal.
76% RH	16.08	Auto	Off	Pompa mati karena kelembaban telah melebihi ambang batas yang ditentukan.

Validasi Respons Kelembaban: Kenaikan kelembaban dari 6% ke 69% dan 13% ke 74% dalam waktu 4 menit membuktikan efektivitas pompa dalam mengembalikan kondisi tanah ke tingkat yang lembab.

Validasi Prioritas Waktu: Hasil pada pukul 12.07 merupakan poin krusial. Sistem berhasil memprioritaskan batasan waktu di atas kondisi tanah. Keputusan ini secara ilmiah dianjurkan untuk efisiensi air. Pada siang hari, suhu dan kelembapan harian meningkat, sehingga sebagian atau seluruh air yang diberikan akan hilang akibat proses evaporasi. Semakin banyak air yang diberikan pada siang hari, semakin besar kemungkinan air yang diberikan tidak tersedia di media tanam dan tidak dimanfaatkan tanaman [13].

d. Analisis Kinerja Mode Manual

Pengujian mode manual menunjukkan bahwa kontrol sepenuhnya berada di tangan pengguna, tanpa terikat pada ambang batas kelembaban maupun jadwal waktu.

Tabel 3. Hasil Pengujian Mode Manual

Kelembaban	Waktu	Mode	Pompa	Pembahasan Kinerja
65% RH	07.29	Manual	Off	Pada 65% RH (di atas ambang batas 50%), pompa dapat dimatikan (OFF) oleh pengguna.

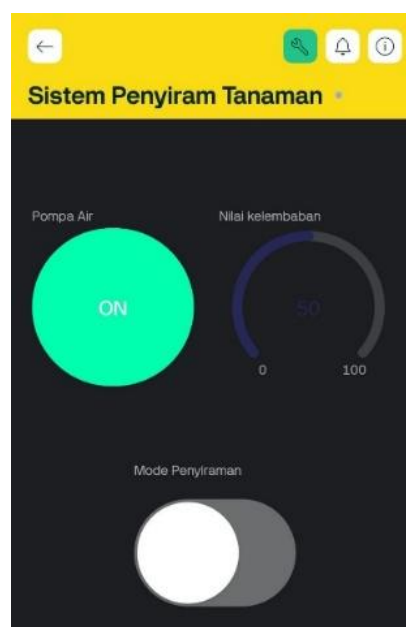
31% RH	12.12	Manual	Off	Pada 31% RH (di bawah ambang batas 50%), pompa dapat dimatikan (OFF) oleh pengguna
4%	07.03	Manual	On	Pada 4% RH (dibawah ambang batas 50%) pompa dapat diaktifkan (ON) oleh pengguna
80%	16.37	Manual	On	Pada 80% RH (diatas ambang batas 50%) pompa dapat dinyalakan (ON) oleh pengguna

Fungsi mode manual sangat penting sebagai kendali override darurat, memungkinkan pengguna untuk melakukan intervensi cepat [14], misalnya saat pengisian ulang air atau pengujian sistem, yang merupakan fitur standar dalam desain antarmuka IoT.

3.2 Pengujian Aplikasi Blynk IoT dan Kontrol Sistem

a. Implementasi Aplikasi Blynk.IoT

Blynk adalah platform Internet of Things yang mendukung sistem operasi mobile (iOS dan Android). Tujuannya adalah untuk mengontrol modul mikrokontroler seperti Arduino, Raspberry Pi, ESP8266, dan WEMOS D1 melalui Internet [15]. Aspek yang difokuskan pada aplikasi Blynk IoT dalam perancangan ini adalah kemampuannya dalam menyediakan antarmuka pengguna (User Interface) dan mengontrol sistem secara real-time.



Gambar 4. Tampilan Aplikasi Blynk

Aplikasi menyediakan Tombol Pompa (ON/OFF) untuk mode manual dan Saklar Mode (Manual/Otomatis). Fungsi dua arah ini, di mana data sensor dikirim ke cloud dan perintah kontrol diterima dari cloud, menunjukkan integrasi penuh NodeMCU dengan platform Blynk

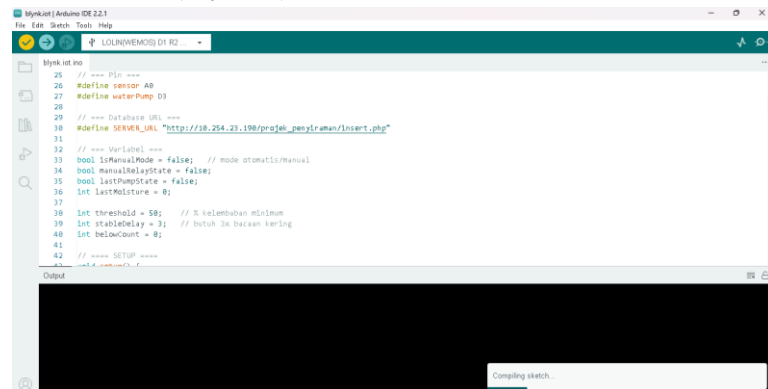
b. Stabilitas Koneksi IoT

Kinerja Blynk sangat bergantung pada stabilitas koneksi WiFi NodeMCU [16]. Pengujian menunjukkan koneksi yang stabil, memungkinkan transmisi data kelembaban dan perintah kontrol berjalan lancar. Keberhasilan ini didukung oleh penggunaan protokol MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) yang menjadi dasar komunikasi Blynk, yang dikenal ringan dan efisien untuk perangkat dengan bandwidth terbatas [17].

3.3 Pengujian Database dan Visualisasi Web

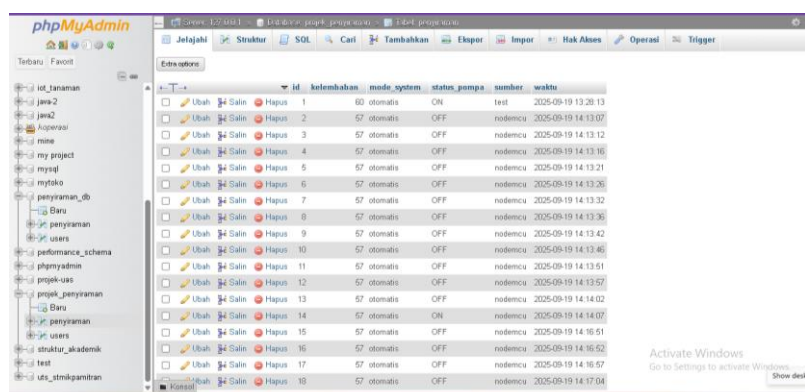
Aspek terakhir menganalisis keberhasilan penyimpanan data sensor ke database dan penyajiannya melalui halaman web pelaporan.

a. Pengujian Database (MySQL)



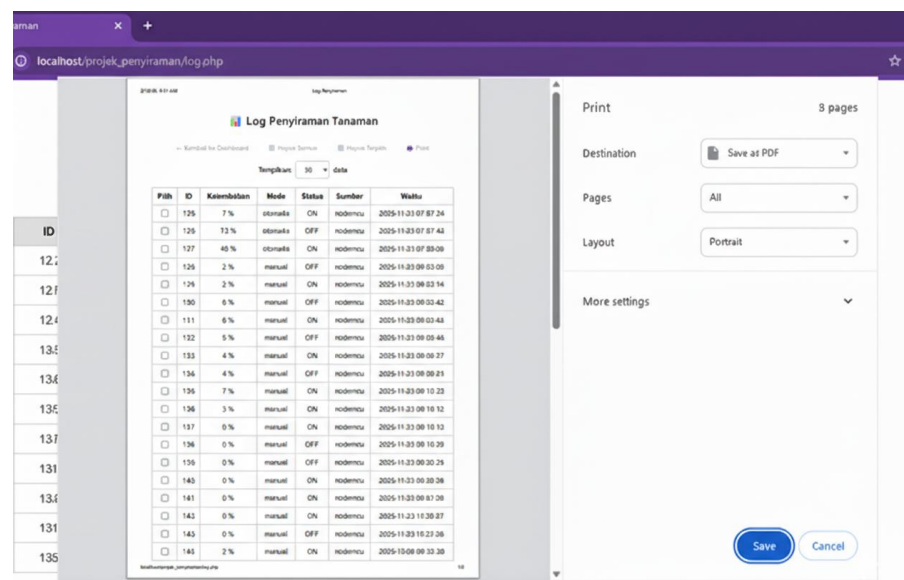
Gambar 5. Unggah Via Arduino Ide

MySQL adalah program database server yang dapat menerima dan mengirimkan data dengan cepat melalui perintah SQL [18]. Setelah kode program berhasil diunggah via Arduino IDE database bernama "projek_penyiraman" berhasil dibuat dan diuji.



Gambar 6. Tampilan Database MySQL

Pada Database, tersimpan 2 table yaitu table users dan penyiraman. Table users berhasil menyimpan data username dan password untuk otentikasi admin. Sedangkan Tabel penyiraman berfungsi sebagai data logger (pencatat data). Pengujian membuktikan bahwa setiap siklus pembacaan sensor dan perubahan status pompa berhasil dicatat, mencakup kolom vital seperti kelembaban, mode_system, status_pompa, sumber dan informasi waktu. Penyimpanan data time-series seperti ini sangat penting. Data historis kelembaban dan status pompa memungkinkan pengguna atau peneliti untuk melakukan analisis retrospektif terhadap pola penyiraman dan korelasi antara kondisi tanah dan kinerja sistem.



Gambar 7. Cetak laporan

Fitur ini mengintegrasikan fungsi pencetakan pada sisi klien (client-side) untuk mengonversi tabel data dari database `projek_penyiraman` menjadi dokumen siap cetak. Melalui antarmuka ini, administrator dapat memvalidasi data log sebelum disimpan sebagai dokumen digital (PDF), memastikan seluruh aktivitas NodeMCU terekam secara sistematis.

Tabel 4. Tampilan Database MySQL

Timestamp	Kelembaban	Mode_Sistem	Status_Pompa
2025-11-23 07:57:24	7	otomatis	ON
2025-11-23 07:57:42	73	otomatis	OFF
2025-11-23 09:06:41	4	manual	OFF
2025-11-23 09:13:23	7	manual	ON

b. Analisis Kinerja Halaman Web Pelaporan

Halaman web dibuat menggunakan bahasa standar yang dikenal sebagai HTML. Web browser menerjemahkan skrip HTML ini sehingga informasi dapat ditampilkan dalam bentuk yang dapat dibaca oleh semua orang [19]. Halaman web berperan untuk otentikasi, otorisasi, dan transparansi web UI sangat penting untuk pelaporan formal [20].

Tabel 5. Analisis Kinerja Web

Aspek Pengujian	Fitur yang diimplementasikan	Pembahasan Kinerja
Peran Utama Halaman Web	Pelaporan data historis	Berperan sebagai antarmuka formal yang melengkapi fungsi kontrol dan monitoring real-time dari aplikasi Blynk.

Use Case	Logika sederhana: Login, Lihat Log, Cetak Laporan	Memastikan User Experience (UX) yang baik dan fokus, mengarahkan pengguna pada fungsi dokumentasi dan evaluasi kinerja sistem
Fungsi Log Penyiraman	Menampilkan data time-series dan manajemen data (Hapus Data).	Memberikan kontrol penuh kepada pengguna untuk membersihkan atau mengelola dataset historis, fitur yang umumnya tidak tersedia pada dashboard platform IoT standar.
Fitur Cetak Laporan	Mencetak data log dalam format PDF	Fitur penting untuk dokumentasi berkala dan pelaporan manajerial. Memudahkan analisis efisiensi penggunaan air dan pemeliharaan tanpa harus mengakses database langsung.
Keamanan Dasar	Implementasi halaman Login.	Menunjukkan adopsi keamanan dasar dengan membatasi akses ke log penyiraman dan data sensitif hanya kepada pengguna yang memiliki otorisasi (admin/pengguna terdaftar).

4. Kesimpulan

Secara keseluruhan, implementasi sistem penyiram tanaman otomatis berbasis IoT ini berhasil menunjukkan kinerja yang stabil dan andal di ketiga aspek: kontrol aktuator, monitoring IoT, dan manajemen data. Untuk pengembangan keilmuan selanjutnya, kajian ini dapat diperluas dengan pengembangan Kontrol Prediktif: Mengintegrasikan pembacaan sensor cuaca atau API prakiraan cuaca ke dalam logika kontrol, sehingga sistem dapat melakukan penyiraman prediktif (misalnya, menunda penyiraman jika diprediksi akan turun hujan), optimasi energi dengan menerapkan mode Deep Sleep pada ESP8266 untuk mengurangi konsumsi daya secara drastis, memungkinkan sistem beroperasi dengan baterai selama periode waktu yang lebih lama, dan skalabilitas yaitu dengan mengembangkan arsitektur jaringan mesh (misalnya menggunakan protokol ESP-NOW) agar satu gateway NodeMCU dapat mengontrol lebih banyak titik penyiraman di area yang lebih luas.

Daftar Pustaka

- [1] D. Westari and S. Ilman, "Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis IoT Menggunakan ESP32, Moisture Sensor, DHT22 Sensor dan Blynk," *J. Tek. Mesin, Ind., Elektro dan Inform.*, vol. 3, pp. 314–321, 2024.
- [2] I. P. Sari, A. Novita, F. Ramadhani, and A. Satria, "Pemanfaatan Internet of Things (IoT) pada Bidang Pertanian Menggunakan Arduino UnoR3," *Blend Sains: Jurnal Teknik*, vol. 2, no. 4, pp. 338–343, 2024, doi: 10.56211/blendsains.v2i4.505
- [3] A. B. Rifaat and F. Sephiani, "Pengembangan sistem penyiram tanaman otomatis berbasis IoT menggunakan sensor suhu, kelembapan udara dan kelembapan tanah," *Vertex Elektro J. Tek. Elektro UNISMUH*, vol. 16, no. 2, pp. 15–23, 2024.
- [4] Fathurohman, T. Prasetya, Iin, and Mulyawan, "Sistem monitoring penyiraman otomatis berbasis IoT," *J. Mhs. Tek. Inform.*, vol. 8, no. 1, pp. 568–573, 2024.
- [5] A. Sujjada, Rizki Maulana, and Anggun Fergina, "Rancang Bangun Penyiram Tanaman Otomatis Berbasis Internet of Things Menggunakan NodeMCU dan Telegram," *J. RESTIKOM Ris. Tek. Inform. dan Komput.*, vol. 4, no. 1, pp. 45–49, 2023, doi: 10.52005/restikom.v4i1.115.
- [6] A. P. Nugraha, W. D. U. Parwati, and P. B. Hastuti, "Pengaruh kompos tandan kosong kelapa sawit dan volume penyiraman terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit di pre-nursery," *J. Agromast*, vol. 1, no. 1, pp. 1–6, 2019.
- [7] A. Rahayu, "Metode penelitian dan pengembangan (R&D): Pengertian, jenis dan tahapan," *DIAJAR J. Pendidik. dan Pembelajaran*, vol. 4, no. 3, pp. 459–470, 2025, doi: 10.54259/diajar.v4i3.5092.
- [8] K. Anafi, I. Wiryokusumo, I. P. Leksono, P. K. Komputer, and J. Education, "PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN MODEL ADDIE MENGGUNAKAN SOFTWARE UNITY 3D," *J. Educ. Dev.*, vol. 9, no. 4, pp. 433–438, 2021.
- [9] R. A. Nugraha, R. R. Hajar, and P. Sejati, "Implementasi sistem pemantauan penyiraman tanaman cabai berbasis iot," *Djtechno*:

- J. Teknol. Inf.*, vol. 5, no. 3, pp. 584–595, 2024, doi: 10.46576/djtechno.
- [10] G. P. Putra and H. Munandar, "Sistem penyiraman tanaman hias berbasis Internet of Things via website pada Kampung Pondok Lakah," in *Proc. Seminar Nasional Mahasiswa Fakultas Teknologi Informasi (SENAFIT)*, Jakarta, Indonesia, Sep. 2022, pp. 742–750.
 - [11] M. F. Wicaksono, "Implementasi modul wifi NodeMCU ESP8266 untuk smart home," *Komputika: Jurnal Sistem Komputer*, vol. 6, no. 1, 2017.
 - [12] S. Jurnal, B. M. Espcam, A. Hunaepi, A. Roihan, and A. Nurtursina, "Perancangan Sistem Kehadiran Pendidik dan Tenaga Kependidikan Berbasis Mikrokontroler ESP23CAM," (*S I N T E K*), vol. 3, no. 2, pp. 61–67, 2017.
 - [13] D. E. D. Desy, "Pengaruh durasi dan jeda sistem irigasi tetes terhadap pertumbuhan dan hasil sawi pakcoy (*Brassica rapa* L. ssp. *chinensis*)," *J. AGRIFOR*, vol. 20, no. 2, pp. 311–324, Okt. 2021.
 - [14] G. A. Saputra and R. N. Rohmah, "Monitoring water level dan pengendalian pintu bendungan berbasis Internet of Things (IoT)," *Emitor: J. Tek. Elektro*, vol. 22, no. 1, pp. 83–91, Maret, 2022.
 - [15] B. A. Wiguna, K. A. Widodo, and Sotyohadi, "Sistem monitoring penetasan telur ayam berbasis IoT dengan aplikasi Blynk," *Magnetika*, vol. 8, no. 1, pp. 475–482, 2024.
 - [16] I. Santoso, M. F. Adiwisatra, B. K. Simpony, D. Supriadi, and D. S. Purnia, "Implementasi NodeMCU dalam home automation dengan sistem kontrol aplikasi Blynk," *Jurnal Swabumi*, vol. 9, no. 2, pp. 32–40, Mar. 2021.
 - [17] A. A. Fikhri, M. Ula, M. Sayuti, Taufiq, and Nurdin, "Perbandingan kinerja protokol MQTT dan HTTP dalam komunikasi data Internet of Things," *J. Infomedia: Tek. Inform., Multimedia, dan Jaringan*, vol. 10, no. 1, Jun. 2025.
 - [18] E. Hartati, "Sistem informasi transaksi gudang berbasis website pada CV. Asyura," *Klik - Jurnal Ilmu Komputer*, vol. 3, no. 1, pp. 12–18, Mar. 2022.
 - [19] A. P. Sari and Suhendi, "Rancang bangun sistem informasi pengelolaan talent film berbasis aplikasi web," *J. Inform. Terpadu*, vol. 6, no. 1, pp. 29–37, 2020.
 - [20] S. U. Anggono, E. Siswanto, L. R. H. A. Fajri, and Munifah, "User interface berbasis web pada perangkat Internet of Things," *J. Ilmu Tek. dan Inform. (TEKNIK)*, vol. 3, no. 1, pp. 35–54, Mei 2023.