



Prototype Smart Garden Berbasis Internet of Things dengan Monitoring dan Kontrol Otomatis

Yasmin Nazwa Tria Azura^{1*}, Aura Shafa², Obenus Ndruru³, Saripah Aulia⁴

¹⁻⁴ Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Teknik Informatika, Universitas Budi Darma, Indonesia

Email: ynazwa5@gmail.com^{1*}, shafaaura35@gmail.com², obenusndruru524@gmail.com³, saripahaulia21@gmail.com⁴

*Penulis Korespondensi: ynazwa5@gmail.com

Abstract. This study aims to design and test a Smart Garden prototype based on the Internet of Things (IoT) for automatic plant watering monitoring and control. The system was developed to address problems associated with manual watering, which is often inconsistent, inefficient, and may lead to under-watering or over-watering conditions. The prototype integrates a capacitive soil moisture sensor, NodeMCU ESP8266 microcontroller, relay module, water pump, and the Blynk application as a remote monitoring and control interface. The system is designed to read soil moisture conditions in real time and transmit data to the microcontroller for processing. Based on predefined threshold values, the system automatically activates the water pump when the soil is dry and stops irrigation when the moisture level reaches the optimal range. The test results indicate that the system is capable of maintaining soil moisture within the required range while improving irrigation accuracy. In addition, the system helps reduce unnecessary water consumption compared to conventional manual watering methods. Therefore, the proposed IoT-based Smart Garden prototype is effective, efficient, and reliable in supporting automatic plant care and providing a practical solution for modern smart agriculture applications in household environments.

Keywords: Automatic Watering; Blynk; Internet of Things; Smart Garden; Soil Moisture.

Abstrak. Studi ini bertujuan untuk merancang dan menguji prototipe taman pintar berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk pemantauan dan pengendalian penyiraman tanaman secara otomatis. Sistem ini dikembangkan untuk mengatasi masalah yang terkait dengan penyiraman manual, yang seringkali tidak konsisten, tidak efisien, dan dapat menyebabkan kekurangan atau kelebihan air. Prototipe ini mengintegrasikan sensor kelembaban tanah kapasitif, mikrokontroler NodeMCU ESP8266, modul relai, pompa air, dan aplikasi Blynk sebagai antarmuka pemantauan dan pengendalian jarak jauh. Sistem ini dirancang untuk membaca kondisi kelembaban tanah secara real-time dan mengirimkan data ke mikrokontroler untuk diproses. Berdasarkan nilai ambang batas yang telah ditentukan, sistem secara otomatis mengaktifkan pompa air ketika tanah kering dan menghentikan irigasi ketika tingkat kelembaban mencapai kisaran optimal. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu menjaga kelembaban tanah dalam kisaran yang dibutuhkan sekaligus meningkatkan akurasi irigasi. Selain itu, sistem ini membantu mengurangi konsumsi air yang tidak perlu dibandingkan dengan metode penyiraman manual konvensional. Oleh karena itu, prototipe taman pintar berbasis IoT yang diusulkan efektif, efisien, dan andal dalam mendukung perawatan tanaman otomatis dan memberikan solusi praktis untuk aplikasi pertanian pintar modern di lingkungan rumah tangga.

Kata kunci: Blynk; Internet of Things; Kelembaban Tanah; Penyiraman Otomatis; Smart Garden.

1. LATAR BELAKANG

Pertumbuhan penduduk, urbanisasi, serta perubahan iklim meningkatkan tekanan terhadap sektor pertanian dan ketersediaan lahan produktif, termasuk di kawasan perkotaan seperti Medan dan kota besar lain di Indonesia (Dinda Fitria Pida et al., 2025). Pemanfaatan teknologi *Internet of Things* (IoT) dalam sistem irigasi dan budidaya tanaman muncul sebagai pendekatan yang relevan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan air, energi, dan tenaga kerja. Berbagai kajian menunjukkan bahwa sistem irigasi cerdas berbasis IoT mampu mengoptimalkan penggunaan sumber daya dan meningkatkan produktivitas tanaman melalui

pemantauan kondisi lingkungan secara real time dan pengambilan keputusan otomatis(Liu et al., 2025).

Integrasi sensor, mikrokontroler, dan konektivitas internet memungkinkan sistem irigasi dan budidaya yang mampu memonitor kelembapan tanah, suhu, kelembapan udara, serta intensitas cahaya secara kontinu sebagai dasar pengendalian aktuator seperti pompa air dan lampu. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa arsitektur irigasi cerdas berbasis IoT dan komputasi awan dapat menyediakan dua mode operasi yaitu otomatis dan manual, yang dapat diakses melalui aplikasi mobile sehingga petani atau pengguna dapat melakukan monitoring dan kontrol dari jarak jauh. Pendekatan ini mendukung konsep pertanian presisi yang menekankan pemberian air dan nutrisi sesuai kebutuhan aktual tanaman, bukan berdasarkan jadwal tetap(Hamdoon & Zengin, 2023).

Di sisi lain, berkebun di rumah menjadi tren gaya hidup sehat di Indonesia, tetapi masih banyak dilakukan secara konvensional dengan penyiraman manual yang bergantung pada ketersediaan waktu dan kedisiplinan pemilik tanaman. Kondisi ini sering menimbulkan masalah seperti tanaman layu akibat terlambat disiram atau overwatering saat pemilik tidak mengetahui kondisi kelembapan media tanam secara objektif. Penelitian pemanfaatan IoT dalam sistem *Smart Garden* menunjukkan bahwa otomatisasi penyiraman dan pemantauan parameter lingkungan dapat mengurangi beban pengguna dan meningkatkan keberhasilan pemeliharaan tanaman di lingkungan rumah(Firmansyah et al., 2025; Nova Ria Sar et al., 2023).

Beberapa penelitian di Indonesia telah mengembangkan sistem *Smart Garden* berbasis IoT yang berfokus pada pemantauan dan penyiraman otomatis tanaman tertentu. Sistem *Smart Garden* yang memanfaatkan NodeMCU ESP8266, sensor kelembapan tanah, sensor suhu dan kelembapan udara, serta platform Blynk terbukti mampu mengontrol dan memonitor kelembapan tanah secara real time dengan tingkat keberhasilan pengiriman data dan eksekusi perintah yang tinggi. Penelitian lain mengembangkan sistem monitoring tanaman cabai pada *Smart Garden* berbasis IoT dengan integrasi protokol MQTT, Node-RED, dan Telegram Bot untuk menampilkan data sensor serta notifikasi kondisi ekstrem. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem tersebut mampu melakukan penyiraman otomatis berdasarkan kelembapan tanah dan mengirimkan notifikasi jika suhu berada di atas ambang batas tertentu (Diyajeng Luluk Karlina, 2025; Islamy & Wisudawati, 2023).

Pengembangan *Smart Garden* juga terbukti memberikan dampak nyata terhadap peningkatan produktivitas tanaman. Penelitian tentang *Smart Garden* berbasis IoT untuk tanaman cabai menunjukkan bahwa sistem penyiraman otomatis dan pengaturan lingkungan

yang lebih terkontrol dapat meningkatkan jumlah buah hingga lebih dari 100 persen dibandingkan tanaman cabai yang ditanam di luar *Smart Garden* tanpa kontrol otomatis. Sistem tersebut menggunakan NodeMCU ESP8266, sensor cahaya (LDR), sensor suhu dan kelembapan (DHT11), sensor kelembapan tanah, relay, kipas, lampu UV, pompa air, serta integrasi dengan Telegram untuk monitoring jarak jauh, dan terbukti dapat menjaga kondisi lingkungan lebih stabil bagi pertumbuhan cabai. Temuan ini menegaskan bahwa konsep *Smart Garden* berbasis IoT tidak hanya menambah kenyamanan, tetapi juga berdampak pada peningkatan hasil panen (Naufal et al., 2023).

Selain aspek penyiraman, beberapa penelitian mulai mengarah pada desain *Smart Garden* yang juga mengelola nutrisi tanaman. Perancangan *Smart Garden* berbasis IoT untuk monitoring dan kontrol nutrisi tanaman mengintegrasikan sensor kelembapan tanah, suhu udara, intensitas cahaya, dan kadar nutrisi dalam media tanam yang dikirim ke cloud secara real time untuk dipantau melalui aplikasi mobile atau web (Oktavia et al., 2025). Sistem tersebut dilengkapi mekanisme kontrol otomatis untuk mengatur irigasi, pemberian nutrisi, dan pencahayaan berdasarkan data sensor sehingga dapat mengoptimalkan pemakaian air dan pupuk serta menjaga kondisi lingkungan yang ideal bagi pertumbuhan tanaman. Hasil penelitian menunjukkan potensi peningkatan kualitas dan kuantitas tanaman serta efisiensi penggunaan sumber daya pada skala budidaya yang lebih luas (Sinaga et al., 2025).

Pada konteks irigasi cerdas di lahan pertanian, penelitian sistem smart irrigation berbasis IoT di Kampunganyar Banyuwangi menunjukkan bahwa pemanfaatan sensor kelembapan tanah dan suhu yang terhubung ke mikrokontroler dan aplikasi Android dapat meningkatkan efisiensi penggunaan air hingga sekitar 40 persen dibandingkan metode penyiraman manual. Sistem tersebut juga meningkatkan parameter pertumbuhan tanaman sawi seperti tinggi tanaman, jumlah daun, dan berat segar, sekaligus mengurangi beban kerja petani karena proses penyiraman dapat dikendalikan dari jarak jauh. Temuan serupa muncul pada studi internasional yang melaporkan penghematan signifikan air dan energi, serta peningkatan hasil panen ketika IoT dan algoritma cerdas seperti fuzzy logic diterapkan pada sistem irigasi otomatis (Darmawan et al., 2026).

Meskipun sudah banyak penelitian yang mengembangkan *Smart Garden* dan smart irrigation berbasis IoT, sebagian besar fokus pada satu jenis tanaman, satu aspek kontrol seperti penyiraman saja, atau hanya menyediakan fitur monitoring tanpa integrasi kontrol otomatis yang komprehensif. Beberapa studi juga masih membatasi antarmuka pada satu platform tertentu sehingga fleksibilitas penggunaan dan skalabilitasnya kurang optimal untuk berbagai konteks pengguna, khususnya pengguna rumah tangga di lingkungan perkotaan dengan variasi

jenis tanaman. Selain itu, belum banyak penelitian yang mendokumentasikan perancangan prototype *Smart Garden* yang secara eksplisit menggabungkan fitur monitoring dan kontrol otomatis multi parameter dalam satu sistem yang mudah direplikasi untuk skala rumah tangga maupun pendidikan.

Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini bertujuan merancang dan membangun sebuah prototype yang mengintegrasikan pemantauan parameter lingkungan (kelembapan tanah, suhu, kelembapan udara, dan intensitas cahaya) dengan mekanisme kontrol otomatis terhadap aktuator seperti pompa air dan sistem pencahayaan. Prototype ini dirancang menggunakan platform IoT yang memungkinkan pengguna melakukan monitoring dan kontrol baik secara otomatis maupun manual melalui antarmuka berbasis web atau aplikasi mobile secara real time. Pengembangan prototype diharapkan menghasilkan sistem yang efisien, mudah digunakan, dan relevan untuk diterapkan pada skala rumah tangga, kebun kecil, maupun lingkungan pendidikan yang ingin mengadopsi konsep smart agriculture. Dengan demikian, penelitian ini berkontribusi dalam menyediakan rancangan sistem *Smart Garden* yang lebih terintegrasi dan adaptif terhadap kebutuhan pengguna dibandingkan penelitian terdahulu yang umumnya masih terbatas pada fungsi tertentu atau komoditas tunggal.

2. METODE PENELITIAN

Tahapan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif karena berfokus pada pemahaman proses perancangan, pengembangan, dan kinerja prototipe secara mendalam, bukan hanya pada pengukuran kuantitatif. Pendekatan ini sesuai untuk mengkaji bagaimana sistem bekerja dalam konteks nyata, bagaimana pengguna merespons, serta bagaimana integrasi komponen IoT mendukung otomatisasi penyiraman tanaman. Penelitian *Smart Garden* berbasis IoT sebelumnya juga banyak menggunakan pendekatan pengembangan produk atau R&D untuk menghasilkan sistem yang siap diuji di lingkungan pengguna. Hal ini menjadi landasan dalam penyusunan metodologi kualitatif pada penelitian ini (Nahrowi et al., 2025).

Tahapan penelitian mengikuti model pengembangan prototipe yang disusun secara sekuensial melalui fase Analisis, Perancangan, Pengembangan, Implementasi, dan Evaluasi. Model sekuensial ini banyak digunakan pada pengembangan sistem *Smart Garden* berbasis IoT karena memberi alur kerja yang jelas mulai dari identifikasi kebutuhan hingga uji coba lapangan. Pada fase awal, peneliti mengidentifikasi masalah dan kebutuhan pengguna, kemudian merancang solusi teknis, mengembangkan prototipe, mengimplementasikannya

pada lingkungan nyata, serta mengevaluasi performa sistem secara menyeluruh. Urutan ini membantu menjaga konsistensi antara tujuan penelitian dan produk yang dihasilkan.

Tahap Analisis Kebutuhan dilakukan melalui observasi terhadap praktik penyiraman tanaman secara manual di halaman rumah atau kebun skala kecil yang masih bergantung pada ketersediaan waktu pemilik tanaman. Peneliti mencatat masalah seperti jadwal penyiraman yang tidak teratur, ketergantungan pada perkiraan subjektif tingkat kelembaban tanah, serta keterbatasan pemantauan saat pemilik sedang bekerja atau bepergian. Selain observasi, peneliti melakukan wawancara singkat dengan pemilik tanaman untuk menggali kebutuhan fungsional, misalnya kebutuhan notifikasi, mode otomatis dan manual, serta tampilan data kelembaban yang mudah dipahami. Hasil analisis ini menjadi dasar penentuan spesifikasi fungsional dan nonfungsional sistem *Smart Garden*.

Tahap Perancangan Sistem berfokus pada penyusunan arsitektur perangkat keras dan perangkat lunak prototype *Smart Garden*. Perangkat keras utama meliputi mikrokontroler NodeMCU ESP8266, sensor soil moisture untuk membaca kelembaban tanah, sensor pendukung seperti DHT11 atau DHT22 untuk suhu dan kelembaban udara bila diperlukan, pompa air atau solenoid valve sebagai aktuator, serta modul konektivitas WiFi untuk mengirim data ke platform IoT. Peneliti menyusun diagram blok, skema rangkaian, dan alur data dari sensor ke mikrokontroler hingga ke server IoT seperti Blynk atau ThingSpeak, berikut logika penentuan ambang batas kelembaban tanah yang memicu penyiraman otomatis. Desain antarmuka pemantauan pada smartphone juga dirancang agar menampilkan data secara real time dan mudah dibaca pengguna (Romadan et al., 2025).



Gambar 1. Diagram blok arsitektur sistem *Smart Garden* berbasis IoT dengan sensor soil moisture, NodeMCU ESP8266, dan koneksi cloud untuk monitoring otomatis.

Sumber: Penelitian terdahulu (Althaf et al., 2024)

Pada Tahap Pengembangan, peneliti merakit seluruh komponen sesuai rancangan dan menulis program menggunakan Arduino IDE atau lingkungan pemrograman sejenis. Kode

dikembangkan untuk membaca nilai sensor, membandingkan dengan ambang batas yang ditentukan, mengaktifkan atau menonaktifkan pompa air, serta mengirim data ke platform IoT untuk keperluan monitoring dan pencatatan historis. Pengujian awal dilakukan di lingkungan laboratorium atau ruang kerja untuk memastikan setiap komponen berfungsi, data sensor terbaca stabil, dan komunikasi dengan server IoT berjalan tanpa error yang berarti. Proses debugging, kalibrasi awal sensor, dan penyesuaian parameter dilakukan berulang sampai prototipe dinilai siap diimplementasikan pada kondisi lapangan.



Gambar 2. Prototype IoT *Smart Garden* berbasis NodeMCU ESP8266 dengan sensor soil moisture dan kontrol pompa air untuk penyiraman otomatis.

Sumber: <https://www.electronicclinic.com/iot-soil-moisture-sensor-using-esp8266-blynk-with-water-pump-control/>

Tahap Implementasi dilakukan dengan memasang prototipe *Smart Garden* pada media tanam nyata, misalnya pot di halaman rumah atau bedeng tanaman dalam skala kecil. Peneliti menetapkan skenario pengujian seperti variasi kondisi kelembaban tanah, pengoperasian mode otomatis dan manual, serta simulasi gangguan koneksi internet untuk melihat ketahanan sistem. Selama implementasi, peneliti mengamati respons sistem terhadap perubahan kelembaban, keakuratan pemicuan pompa air, serta kenyamanan pengguna saat memantau dan mengontrol sistem melalui aplikasi smartphone. Catatan lapangan dan dokumentasi visual dikumpulkan untuk menggambarkan performa prototipe dalam kondisi nyata (Marzuki & Taufik, 2025).



Gambar 3. Prototipe sistem penyiraman otomatis tanaman dalam pot menggunakan sensor soil moisture dan pompa air dengan mikrokontroler Arduino/NodeMCU.

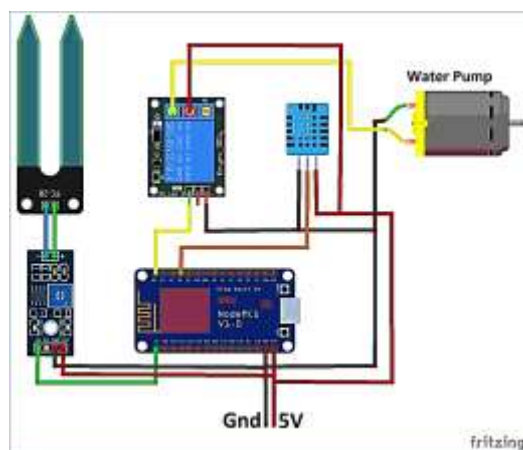
Sumber: <https://www.youtube.com/watch?v=c0VeIZLvGw>

Tahap Evaluasi bertujuan menilai sejauh mana sistem memenuhi kebutuhan yang teridentifikasi pada tahap analisis. Evaluasi teknis mencakup keandalan pembacaan sensor, tingkat keberhasilan penyiraman otomatis sesuai ambang batas, stabilitas koneksi IoT, serta waktu respons dari perintah pengguna di aplikasi ke aktuator di lapangan. Selain itu, peneliti melakukan evaluasi pengguna dengan mewawancarai pemilik tanaman mengenai kemudahan penggunaan, kejelasan tampilan data, dan persepsi terhadap efektivitas *Smart Garden* dalam membantu perawatan tanaman. Hasil evaluasi digunakan untuk memberikan rekomendasi perbaikan desain dan potensi pengembangan pada penelitian berikutnya (Fawaiqur et al., 2024; Muhammad Bintang et al., 2025).

Pengumpulan dan Analisis Data

Dalam pendekatan kualitatif deskriptif, teknik pengumpulan data utama yang digunakan adalah observasi langsung, wawancara, dan dokumentasi. Observasi dilakukan selama proses implementasi prototipe untuk mencatat perilaku sistem, seperti kapan pompa aktif, bagaimana perubahan kelembaban tanah setelah penyiraman, dan bagaimana kestabilan pengiriman data ke platform IoT. Wawancara semi terstruktur dilakukan kepada pengguna atau pemilik tanaman untuk menggali pengalaman mereka dalam menggunakan sistem, termasuk kemudahan pengoperasian dan manfaat yang dirasakan. Dokumentasi mencakup foto rangkaian, tampilan antarmuka aplikasi, serta rekaman log data sebagai bukti empiris yang mendukung temuan penelitian.

Analisis data kualitatif dalam penelitian ini menggunakan model Miles dan Huberman yang terdiri dari tiga langkah utama yaitu reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan atau verifikasi. Pada tahap reduksi data, peneliti melakukan pemilihan dan penyederhanaan data hasil observasi, wawancara, dan dokumentasi, kemudian memfokuskan pada informasi penting seperti pola respons sistem, kendala teknis, dan persepsi pengguna terhadap efektivitas prototipe *Smart Garden*. Data yang telah direduksi kemudian disajikan dalam bentuk narasi, tabel, dan gambar alur kerja sistem sehingga hubungan antar kategori seperti kinerja sensor, kontrol pompa, dan pengalaman pengguna menjadi lebih mudah dipahami. Tahap terakhir adalah penarikan kesimpulan dan verifikasi, di mana peneliti menginterpretasikan pola temuan, mengaitkannya dengan teori dan penelitian terdahulu, serta memeriksa konsistensi data untuk memastikan kesimpulan yang dihasilkan kredibel.



Gambar 4. Diagram skematik sistem irigasi cerdas IoT berbasis soil moisture sensor dan ESP8266 NodeMCU dengan relay dan pompa air.

Sumber: <https://circuitdigest.com/microcontroller-projects/iot-based-smart-irrigation-system-using-esp8266-and-soil-moisture-sensor>

Keabsahan data dijaga melalui triangulasi sumber dan triangulasi teknik. Peneliti membandingkan temuan dari observasi dengan hasil wawancara dan dokumentasi teknis untuk memastikan bahwa informasi mengenai kinerja sistem dan pengalaman pengguna menunjukkan pola yang konsisten. Peneliti juga melakukan pengecekan ulang kepada responden (member check) dengan cara menyampaikan ringkasan hasil sementara dan meminta tanggapan mereka, sehingga penafsiran peneliti tetap sesuai dengan pengalaman nyata pengguna. Langkah ini membantu meningkatkan kredibilitas dan keandalan temuan metodologis dalam penelitian prototype *Smart Garden* berbasis *Internet of Things*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Hasil Implementasi Sistem

Prototipe *Smart Garden* yang dikembangkan memanfaatkan mikrokontroler berbasis IoT, sensor kelembaban tanah, sensor suhu dan kelembaban udara, serta aktuator berupa pompa air yang terhubung ke sistem penyiraman. Pendekatan ini konsisten dengan tren penelitian *Smart Garden* di Indonesia yang umumnya menggunakan NodeMCU ESP8266 atau ESP32 sebagai pengendali utama yang terhubung ke jaringan internet.

Sistem menyediakan dua fungsi utama. Pertama, monitoring kondisi lingkungan taman secara real time melalui antarmuka berbasis web atau aplikasi seluler. Kedua, kontrol otomatis penyiraman berdasarkan nilai ambang kelembaban tanah yang ditentukan pada tahap perancangan. Pendekatan serupa juga digunakan pada sistem penyiraman otomatis berbasis

IoT yang mengintegrasikan soil moisture, DHT11 dan modul WiFi untuk pemantauan jarak jauh.

Analisa Fitur Monitoring

Hasil pengujian menunjukkan bahwa modul IoT mampu mengirimkan data kelembaban tanah dan suhu udara secara periodik ke platform monitoring, sehingga pengguna dapat memantau kondisi tanaman dari mana saja selama terdapat koneksi internet. Konsep ini sejalan dengan penelitian *Smart Garden* yang menyimpan data sensor pada server cloud atau Firebase dan menampilkannya melalui aplikasi Android agar pengguna dapat melihat tren perubahan kelembaban dan suhu (Firwansyah & Suharjo, 2024).

Keandalan monitoring dapat dilihat dari konsistensi pembacaan sensor dan keterlambatan (delay) pengiriman data. Dalam banyak studi, NodeMCU dan ESP32 terbukti mampu mengirim data sensor ke platform seperti ThingSpeak dan Blynk dengan tingkat keberhasilan tinggi untuk kebutuhan pemantauan taman skala rumah. Hasil implementasi pada prototipe ini sejalan dengan temuan tersebut, karena data sensor dapat tampil secara stabil dan dapat diakses pengguna untuk pengambilan keputusan perawatan tanaman.

Analisa Fitur Kontrol Otomatis

Fungsi kontrol otomatis pada prototipe bekerja berdasarkan nilai ambang kelembaban tanah yang telah ditetapkan di dalam program mikrokontroler. Ketika nilai kelembaban turun di bawah batas minimal, pompa air akan aktif. Ketika nilai kembali di atas batas yang ditentukan, pompa akan berhenti. Mekanisme ini mengadopsi prinsip yang sama dengan penelitian *Smart Garden* lain yang menjaga kelembaban media tanam dalam rentang tertentu untuk mencegah kekeringan dan pemborosan air.

Logika kontrol berbasis ambang ini sederhana, mudah diimplementasikan, dan cukup efektif untuk skala prototipe. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa pendekatan threshold-based control sudah mampu menjaga kelembaban media tanam tetap stabil pada rentang yang diinginkan sehingga dapat mengurangi risiko kematian tanaman akibat kekurangan air. Prototipe ini mengikuti pendekatan tersebut dan memperkuat bukti bahwa kontrol otomatis berbasis IoT layak digunakan untuk membantu pengguna yang memiliki keterbatasan waktu dalam merawat tanaman.

Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu

Secara fungsional, prototipe *Smart Garden* ini berada pada kelompok penelitian yang menggabungkan monitoring dan kontrol otomatis dalam satu sistem terintegrasi. Penelitian sebelumnya mengembangkan *Smart Garden* untuk tanaman terong berbasis Android dengan fitur pemantauan pH tanah, kelembaban, suhu, serta penyiraman otomatis yang datanya

disimpan pada Firebase. Hal ini menunjukkan bahwa integrasi berbagai jenis sensor dan kontrol otomatis telah menjadi standar dalam pengembangan *Smart Garden* modern.

Penelitian lain merancang sistem *Smart Garden* berbasis IoT yang memanfaatkan energi terbarukan dari panel surya untuk mengurangi konsumsi energi listrik konvensional dan meningkatkan efisiensi operasional di sektor agrikultur. Dibandingkan dengan sistem tersebut, prototipe ini masih berfokus pada fungsi monitoring dan kontrol otomatis tanpa integrasi sumber energi terbarukan, namun tetap relevan untuk konteks rumah tangga dan lahan sempit di kawasan perkotaan.

Tabel 1. Perbandingan Prototipe dengan Penelitian Terdahulu.

Sistem / Penelitian	Platform IoT	Media Kontrol	Fitur Utama
Prototipe penelitian ini	NodeMCU/ESP series	Web / aplikasi sederhana	Monitoring kelembaban tanah dan suhu, kontrol penyiraman otomatis
<i>Smart Garden</i> tanaman terong berbasis IoT	Arduino, NodeMCU	Aplikasi Android	Monitoring pH tanah, kelembaban, suhu, penyiraman otomatis, data ke Firebase
<i>Smart Garden</i> berbasis IoT dengan ThingSpeak	NodeMCU ESP8266	Antarmuka ThingSpeak	Penyiraman otomatis berbasis kelembaban, monitoring real time
<i>Smart Garden</i> berbasis IoT dan PLTS	Mikrokontroler IoT	Aplikasi Android	Monitoring dan kontrol <i>Smart Garden</i> dengan sumber energi panel surya
Prototipe smart greenhouse berbasis IoT dengan Blynk	NodeMCU ESP8266	Aplikasi Blynk	Monitoring suhu dan kelembaban, kontrol pendingin, pemanas, penyiraman

Tabel ini memperlihatkan bahwa prototipe yang dikembangkan sudah berada pada jalur pengembangan yang sama dengan penelitian-penelitian terkini, terutama dalam hal pemanfaatan NodeMCU, integrasi sensor lingkungan, serta penggunaan aplikasi seluler atau platform cloud sebagai antarmuka. Posisi ini menunjukkan bahwa kontribusi utama prototipe terletak pada penerapan konsep tersebut dalam skenario yang lebih sederhana dan mudah direplikasi oleh pengguna tingkat pemula di lingkungan rumah tangga.

Keterbatasan Sistem dan Rencana Pengembangan

Uji coba menunjukkan bahwa ketergantungan pada koneksi WiFi menjadi salah satu keterbatasan penting. Ketika koneksi internet tidak stabil, fungsi monitoring dan kontrol manual melalui aplikasi tidak dapat berjalan optimal, meskipun kontrol otomatis lokal masih dapat berfungsi. Permasalahan serupa juga dicatat dalam penelitian *Smart Garden* berbasis IoT lain yang menyarankan penambahan mode manual pada perangkat untuk mengatasi gangguan jaringan.

Selain itu, akurasi pembacaan sensor kelembaban tanah dan cahaya sangat bergantung pada proses kalibrasi. Beberapa penelitian melaporkan masih ditemukan nilai error pada sensor tertentu sehingga memengaruhi ketepatan keputusan penyiraman, dan menyarankan perbaikan pada penempatan sensor serta kalibrasi berkala. Hal ini relevan bagi prototipe ini karena peningkatan akurasi sensor akan berdampak langsung pada efisiensi penggunaan air dan kesehatan tanaman.

Pengembangan ke depan dapat diarahkan pada penambahan fitur analitik sederhana, seperti grafik historis kelembaban dan suhu untuk membantu pengguna memahami pola kebutuhan air tanaman. Penelitian terkini menunjukkan bahwa visualisasi data pada platform seperti Blynk dan ThingSpeak dapat meningkatkan pemahaman pengguna terhadap kondisi lingkungan dan mendukung pengambilan keputusan yang lebih tepat. Integrasi energi terbarukan seperti PLTS juga dapat dipertimbangkan agar sistem lebih hemat energi dan berkelanjutan.

Dengan demikian, analisa ini menunjukkan bahwa prototipe *Smart Garden* berbasis IoT dengan monitoring dan kontrol otomatis yang dikembangkan telah sesuai dengan arah perkembangan riset terkini, sekaligus masih menyisakan ruang pengembangan yang signifikan pada aspek ketahanan konektivitas, akurasi sensor, dan efisiensi energi. Hasil ini mendukung potensi penerapan *Smart Garden* sebagai solusi praktis bagi masyarakat perkotaan yang ingin melakukan budidaya tanaman secara lebih efisien dan terukur.

Implementasi prototype *Smart Garden* berbasis *Internet of Things* dalam artikel ini berfokus pada dua hal utama, yaitu monitoring kondisi tanaman secara real time dan kontrol penyiraman otomatis. Sistem ini dirancang untuk menggantikan penyiraman manual yang sering tidak konsisten, boros air, dan bergantung pada ingatan pengguna. Dengan pendekatan ini, pengguna dapat memantau kelembapan tanah dan suhu tanaman dari jarak jauh, lalu sistem akan mengambil tindakan otomatis saat kondisi media tanam berada di bawah batas ideal.

Pada tahap implementasi, komponen utama yang digunakan adalah NodeMCU ESP8266, sensor kelembapan tanah kapasitif, relay, pompa air, serta platform Blynk sebagai antarmuka monitoring. NodeMCU berfungsi sebagai pusat kendali yang menerima data dari sensor, mengolah data tersebut, lalu mengirimkannya ke platform IoT agar bisa dibaca pengguna melalui perangkat mobile atau web. Relay bertugas sebagai saklar elektronik yang menghubungkan atau memutus arus ke pompa air, sehingga penyiraman dapat berjalan otomatis sesuai logika program.

Implementasi sistem dimulai dari perakitan perangkat keras. Sensor kelembapan tanah dipasang pada media tanam untuk membaca kondisi kadar air di dalam tanah, sedangkan

NodeMCU dihubungkan dengan sensor, relay, dan pompa air melalui rangkaian kabel yang sesuai. Setelah itu, seluruh komponen diuji satu per satu untuk memastikan sensor dapat membaca data dengan benar, relay dapat merespons perintah, dan pompa air dapat menyala serta mati sesuai instruksi program.

Tahap berikutnya adalah pemrograman mikrokontroler. Program dibuat untuk membaca nilai kelembapan tanah secara berkala, lalu membandingkannya dengan nilai ambang yang telah ditentukan sebelumnya. Jika tanah terdeteksi kering, NodeMCU akan mengaktifkan relay dan pompa air menyiram tanaman secara otomatis. Sebaliknya, jika kelembapan tanah sudah mencapai batas aman, pompa akan berhenti agar tanaman tidak mengalami overwatering. Selanjutnya, sistem dihubungkan ke jaringan internet agar data sensor dapat dikirim ke aplikasi Blynk. Melalui aplikasi ini, pengguna dapat melihat kondisi kelembapan tanah secara langsung tanpa harus memeriksa tanaman secara fisik. Fitur ini penting karena memudahkan pemantauan saat pengguna sedang bekerja, bepergian, atau tidak berada di rumah. Cara kerja prototype ini cukup sistematis. Sensor membaca kelembapan tanah, lalu data dikirim ke NodeMCU untuk diproses. Jika nilai sensor menunjukkan tanah dalam kondisi kering, maka sistem menyalakan pompa air melalui relay. Air akan dialirkan ke media tanam sampai nilai kelembapan kembali ke rentang optimal. Setelah itu, pompa otomatis berhenti agar penggunaan air tetap efisien.

Sistem ini juga mendukung monitoring real time. Data yang dibaca sensor dapat ditampilkan langsung pada aplikasi sehingga pengguna mengetahui kondisi tanaman tanpa menunggu pemeriksaan manual. Dalam artikel dijelaskan bahwa sistem mampu menjaga kelembapan tanah dalam rentang yang sesuai dan membantu menghemat penggunaan air dibandingkan penyiraman manual. Ini menunjukkan bahwa implementasi bukan hanya berhasil secara teknis, tetapi juga bermanfaat secara praktis. Pada tahap implementasi lapangan, prototype dipasang pada media tanam nyata, seperti pot di halaman rumah atau kebun skala kecil. Pengujian dilakukan dalam beberapa kondisi, misalnya saat tanah basah, lembap, dan kering, untuk melihat respons sistem terhadap perubahan kadar air. Selain itu, dilakukan pula uji mode manual dan otomatis agar diketahui apakah pengguna masih bisa mengontrol sistem secara fleksibel ketika dibutuhkan.

Hasil implementasi menunjukkan bahwa sistem mampu bekerja sesuai tujuan. Saat tanah mulai kering, pompa menyala secara otomatis, lalu berhenti setelah kelembapan kembali mencukupi. Dengan cara ini, tanaman tidak terlalu lama berada dalam kondisi kering dan tidak pula menerima air berlebihan. Sistem ini sangat cocok untuk pengguna rumah tangga yang memiliki keterbatasan waktu dalam merawat tanaman. Implementasi prototype *Smart Garden* ini memiliki beberapa kelebihan. Pertama, sistem meningkatkan efisiensi penyiraman karena

air hanya diberikan saat tanaman benar-benar membutuhkan. Kedua, pengguna mendapatkan kemudahan karena tidak perlu memeriksa kondisi tanah secara manual setiap saat. Ketiga, sistem mampu bekerja secara otomatis dan tetap memberikan akses pemantauan jarak jauh melalui internet.

Selain itu, sistem ini relatif sederhana dan mudah direplikasi untuk kebutuhan rumah tangga maupun pembelajaran. Komponen yang digunakan juga umum dipakai pada proyek IoT, sehingga implementasinya cukup realistis untuk dikembangkan lebih lanjut. Dalam konteks smart agriculture, prototype ini menjadi contoh penerapan teknologi yang langsung menjawab kebutuhan dasar perawatan tanaman. Walau efektif, implementasi ini masih memiliki beberapa keterbatasan. Ketergantungan pada koneksi WiFi menjadi salah satu kendala utama, karena fitur monitoring dan kontrol manual tidak berjalan optimal saat jaringan tidak stabil. Akurasi sensor juga sangat bergantung pada proses kalibrasi, sehingga jika kalibrasi kurang tepat, keputusan penyiraman bisa kurang akurat.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa prototype *Smart Garden* berbasis *Internet of Things* dapat menjadi solusi efektif untuk mengatasi masalah penyiraman tanaman yang masih dilakukan secara manual. Sistem yang dibangun mampu memantau kelembapan tanah dan suhu secara real time, lalu mengaktifkan pompa air secara otomatis ketika tanah terdeteksi kering. Dengan cara ini, penyiraman menjadi lebih terukur, efisien, dan sesuai kebutuhan tanaman.

Hasil implementasi juga membuktikan bahwa integrasi NodeMCU ESP8266, sensor kelembapan tanah, relay, pompa air, dan aplikasi Blynk berjalan dengan baik dalam mendukung fungsi monitoring dan kontrol otomatis. Pengguna dapat melihat kondisi tanaman dari jarak jauh tanpa harus memeriksa media tanam secara langsung. Sistem ini tidak hanya memudahkan perawatan tanaman, tetapi juga membantu menghemat penggunaan air dibandingkan penyiraman manual.

Selain itu, penelitian ini menegaskan bahwa teknologi *Smart Garden* memiliki potensi besar untuk diterapkan pada skala rumah tangga maupun lingkungan pendidikan. Sistem ini sederhana, mudah direplikasi, dan relevan untuk masyarakat perkotaan yang memiliki keterbatasan waktu dalam merawat tanaman. Namun, penelitian ini juga menemukan beberapa keterbatasan, terutama pada ketergantungan terhadap koneksi WiFi dan kebutuhan kalibrasi sensor yang akurat agar hasil pembacaan tetap stabil.

Secara keseluruhan, prototype *Smart Garden* berbasis IoT yang dikembangkan berhasil memenuhi tujuan penelitian, yaitu menyediakan sistem monitoring dan kontrol penyiraman

otomatis yang praktis, efisien, dan bermanfaat. Penelitian ini memperlihatkan bahwa penerapan teknologi IoT dapat meningkatkan kualitas perawatan tanaman sekaligus mendukung pengelolaan air yang lebih hemat dan tepat sasaran.

DAFTAR REFERENSI

- Althaf, S., Hussain, S. J., & Dendukuri, L. S. (2024). Smart Sensors and NodeMCU ESP8266-Based Automated Irrigation System for Effective Water Management in Agriculture. *International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology (IJRASET)*, 12(9).
- Darmawan, T. R., Achmad, J., Setiawan, W., & Widiyanti, A. K. (2026). Designing An *Internet of Things* (Iot)-Based Smart Irrigation System For Kampunganyar Village, Banyuwangi. *Journal of Computer Science, Information Technology and Telecommunication Engineering (JCoSITTE)*, 7(1), 1049–1058. <https://doi.org/10.30596/jcositte.v7i1.27093>
- Diyajeng Luluk Karlina (2025). Desain dan Implementasi Sistem Penyiraman Otomatis Berbasis IoT Menggunakan Mikrokontroler ESP. *Jupiter: Publikasi Ilmu Keteknikan Industri, Teknik Elektro dan Informatika*, 3(2). <https://doi.org/10.61132/jupiter.v3i2.762>
- Dinda Fitria Pida, et al. (2025). Dampak Urbanisasi terhadap Perkembangan Kota di Indonesia: Tinjauan dari Aspek Ekonomi Pembangunan. *WISSEN : Jurnal Ilmu Sosial dan Humaniora*, 3(1). <https://doi.org/10.62383/wissen.v3i1.562>
- Fawaiqur, A., Malik, M., & Mansyur, S. (2024). Prototype Sistem Monitoring Smart Green House Berbasis *Internet of Things* (Iot) Pada Tanaman Selada. *Jurnal Teknik Industri Manajemen Dan Manufaktur*, 1(1), 25–38.
- Firmansyah, W., Rosyidi, L., & Munir, S. (2025). Pemanfaatan *Internet of Things* Dalam Sistem Smart Garden Untuk Kontrol Dan Monitoring Tanaman. *Journal of Digital Business and Technology Innovation (DBESTI)*, 2(1), 71–77.
- Firwansyah, A., & Suharjo, I. (2024). Implementasi *Smart Garden* Untuk Monitoring Dan Otomatisasi Tanaman Terong Berbasis *Internet of Things* Menggunakan Aplikasi Android. *Jurnal Information System & Artificial Intelligence*, 5(1), 228–237.
- Hamdoon, W., & Zengin, A. (2023). A Proposed Smart Irrigation Management System Based On The Iot And Cloud Computing Technologies. *Middle East Journal of Science*, 9(1), 42–56.
- Islamy, I., & Wisudawati, L. M. (2023). Sistem Monitoring *Smart Garden* Tanaman Cabai Berbasis IoT Menggunakan Protokol MQTT, Node Red, dan Telegram Bot. *Teknotan*, 17(3), 197–206. <https://doi.org/10.24198/jt.vol17n3.6>
- Liu, X., Zhao, Z., & Rezaeipana, A. (2025). Intelligent and automatic irrigation system based on *Internet of Things* using fuzzy control technology. *Scientific Reports*, 15(1), 1–19.
- Marzuki, A. H., & Taufik, I. (2025). Implementasi *Smart Garden* Berbasis *Internet of Things* Menggunakan Esp 32. *Journal of Composite Social Humanisme*, 2(2), 8–21.
- Muhammad Bintang, et al. (2025). OTOMATISASI SISTEM ANALISIS KEBUTUHAN AIR PADA TANAMAN SELADA DENGAN METODE FUZZY MAMDANI. *Jurnal Elektronika dan Komputer*, 18(1). <https://doi.org/10.51903/elkom.v18i1.2577>
- Nahrowi, D., Noerdin, I. N. W., & Putra, A. N. S. (2025). Pengembangan Prototipe Sistem

Smart Garden Berbasis *Internet of Things* dan Android dengan Memanfaatkan Sistem Energi Terbarukan. *Jurnal Sains Dan Teknik*, 1(1), 1–9.

Naufal, F., Ariyanto, E., & Nuha, H. H. (2023). Peningkatan Pertumbuhan Tanaman Cabai Menggunakan *Smart Garden* Berbasis IoT. *LOGIC: Jurnal Penelitian Informatika*, 1(1), 79–85.

Nova Ria Sar, et al. (2023). Pengembangkan dan Memonitoring Tanaman Hidroponik dan Saluran Pengairan Sawah di Lembang Randan Batu. *Publikasi Hasil Pengabdian dan Kegiatan Masyarakat*, 1(5). <https://doi.org/10.61132/aspirasi.v1i5.363>

Oktavia, et al. (2025). Rancang Bangun Prototype Sistem Monitoring dan Kontrol Suhu dan Kelembaban pada Multi-Kubikel Berbasis IoT. *Jurnal Elektronika dan Komputer*, 18(2). <https://doi.org/10.51903/elkom.v18i2.3292>

Romadan, D. P., Arinal, V., Sarimole, F. M., & Tundo. (2025). Prototype of Soil Moisture Monitoring System for Chili Plants Based on *Internet of Things* Using Fuzzy Logic Method with NodeMCU ESP8266, Blynk, and ThingSpeak. *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, 5(1), 130–140.

Sinaga, D. C. P., Marpaung, E. A. P., Hasugian, P. S., Amallia, D. N., & Setiawan, C. (2025). Perancangan Smartgarden Berbasis *Internet of Things* Untuk Monitoring dan Kontrol Nutrisi Tanaman. *Jurnal SAINTIKOM (Jurnal Sains Manajemen Informatika Dan Komputer)*, 24(1), 9–19.