



Sistem Monitoring dan Kontrol Penyiraman Tanaman Otomatis Menggunakan Sensor Soil Moisture dan IoT

Rindy Ayu Wantiny^{1*}, Nur Ahmad Fadil², Rhoma Taufik Akbar Harahap³,
Muhammad Aldi⁴

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

Email: rindywantiny09@gmail.com^{1*}, fahdilahmad93@gmail.com², rhomahrp@gmail.com³,
aldy28844@gmail.com⁴

*Penulis Korespondensi: rindywantiny09@gmail.com

Abstract. *This study aims to design and test an automatic plant watering monitoring and control system based on the Internet of Things (IoT) to address problems associated with manual watering, which is often inconsistent, inefficient, and may lead to under watering or over watering. The system was developed using a capacitive soil moisture sensor, NodeMCU ESP8266 microcontroller, relay module, water pump, and the Blynk application as a remote monitoring and control interface. The sensor detects soil moisture levels in real time and sends data to the microcontroller, which processes the readings and controls the pump automatically based on predetermined moisture thresholds. The test results show that the system can monitor soil moisture accurately, activate the pump when the soil condition is dry, and stop watering when the soil reaches the optimal moisture level. The system is also able to maintain soil moisture within the required range and reduce water use compared to conventional manual watering. Therefore, the proposed IoT-based watering system provides an effective, practical, and efficient solution to support automatic plant care and improve watering accuracy in household cultivation practices.*

Keywords: Automatic Watering; Blynk; Internet of Things; NodeMCU ESP8266; Soil Moisture.

Abstrak. Studi ini bertujuan untuk merancang dan menguji sistem pemantauan dan pengendalian penyiraman tanaman otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk mengatasi masalah yang terkait dengan penyiraman manual, yang seringkali tidak konsisten, tidak efisien, dan dapat menyebabkan kekurangan atau kelebihan air. Sistem ini dikembangkan menggunakan sensor kelembaban tanah kapasitif, mikrokontroler NodeMCU ESP8266, modul relai, pompa air, dan aplikasi Blynk sebagai antarmuka pemantauan dan pengendalian jarak jauh. Sensor mendeteksi tingkat kelembaban tanah secara real-time dan mengirimkan data ke mikrokontroler, yang memproses pembacaan dan mengendalikan pompa secara otomatis berdasarkan ambang batas kelembaban yang telah ditentukan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat memantau kelembaban tanah secara akurat, mengaktifkan pompa ketika kondisi tanah kering, dan menghentikan penyiraman ketika tanah mencapai tingkat kelembaban optimal. Sistem ini juga mampu menjaga kelembaban tanah dalam kisaran yang dibutuhkan dan mengurangi penggunaan air dibandingkan dengan penyiraman manual konvensional. Oleh karena itu, sistem penyiraman berbasis IoT yang diusulkan memberikan solusi yang efektif, praktis, dan efisien untuk mendukung perawatan tanaman otomatis dan meningkatkan akurasi penyiraman dalam praktik budidaya rumah tangga.

Kata kunci: Blynk; Internet of Things; Kelembaban Tanah; NodeMCU ESP8266; Penyiraman Otomatis.

1. LATAR BELAKANG

Perkembangan teknologi digital membawa perubahan signifikan dalam berbagai sektor kehidupan manusia, termasuk dalam bidang pertanian dan perawatan tanaman. Air merupakan kebutuhan fundamental bagi pertumbuhan tanaman karena digunakan dalam proses fotosintesis dan untuk melarutkan mineral yang diserap akar dari tanah. Penyiraman yang rutin dan tepat sangat penting untuk menjaga kesehatan tanaman agar dapat tumbuh dengan optimal (Mahulae et al., 2025). Namun, penyiraman manual memiliki berbagai keterbatasan, seperti ketidakpastian waktu penyiraman, kelebihan atau kekurangan air, dan membutuhkan tenaga

kerja yang konsisten setiap hari. Kondisi ini menyebabkan banyak tanaman mengalami stres air yang dapat mengurangi daya tahan tanaman bahkan menyebabkan kematian, sehingga berpotensi menimbulkan kerugian bagi petani atau pemilik tanaman (Effendi et al., 2022). Kebutuhan akan sistem penyiraman yang efisien dan terukur semakin mendesak seiring dengan meningkatnya kesadaran akan pentingnya konservasi air dan efisiensi sumber daya. Penyiraman yang berlebihan atau kurang dapat mengurangi kualitas tanaman dan meningkatkan pemborosan air yang seharusnya dapat dihindari dengan teknologi yang tepat (Pasetyo et al., 2024). Di era modern ini, manusia semakin membutuhkan alat atau teknologi yang dapat membantu pekerjaan sehari-hari, sehingga teknologi menjadi kebutuhan pokok. *Internet of Things* (IoT) emerges sebagai solusi inovatif yang memungkinkan monitoring dan kontrol perangkat secara real-time melalui koneksi internet, membuka peluang besar untuk otomatisasi sistem penyiraman tanaman.

Solusi yang ditawarkan dalam penelitian ini adalah sistem monitoring dan kontrol penyiraman tanaman otomatis menggunakan sensor soil moisture berbasis IoT yang mampu mendeteksi kelembapan tanah secara real-time dan mengaktifkan penyiraman secara otomatis ketika kondisi tanah kering. Sistem ini menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 sebagai pusat pengolahan data yang terhubung dengan sensor soil moisture untuk mengukur kadar air dalam tanah, relay untuk mengontrol pompa air, dan aplikasi smartphone untuk monitoring jarak jauh (Astutik & Prayitno, 2024). Sistem akan secara otomatis menyiram tanaman ketika nilai kelembapan tanah berada di bawah ambang batas yang telah ditentukan, misalnya 50% RH, dan berhenti ketika kelembapan mencapai level optimal di atas 65% RH. Pendekatan ini memungkinkan pengguna untuk mengetahui kebutuhan air yang tepat bagi tanaman dan mencegah kondisi kekeringan atau kelebihan air secara efektif (Zalfa et al., 2026).

Penelitian ini menawarkan beberapa keunggulan dibandingkan sistem konvensional, yaitu kemampuan monitoring real-time melalui aplikasi smartphone, kontrol jarak jauh yang memungkinkan pengguna menyiram tanaman dari mana saja, dan otomatisasi penuh yang mengurangi ketergantungan pada intervensi manusia. Sistem juga dilengkapi dengan notifikasi yang mengirim pemberitahuan ke smartphone pengguna ketika pompa air aktif atau tidak aktif, sehingga pengguna tetap informed tentang kondisi tanaman meskipun berada di lokasi yang jauh (Ma'shumah et al., 2024). Kemudahan dalam pemantauan dan kontrol melalui smartphone menjadi manfaat utama yang diberikan sistem ini bagi petani atau pemilik tanaman yang memiliki keterbatasan waktu untuk menyiram tanaman secara manual setiap hari (Waworundeng et al., 2018).

Beberapa penelitian terdahulu telah mengembangkan sistem serupa dengan pendekatan dan implementasi yang berbeda. (Effendi et al., 2022) merancang sistem penyiraman tanaman otomatis menggunakan sensor kelembapan tanah berbasis IoT dengan NodeMCU ESP8266 yang mampu memantau penyiraman secara real-time dan menampilkan status pompa air untuk tiga kondisi berbeda yang dikirim oleh sensor soil moisture. Penelitian ini menunjukkan bahwa sistem bekerja dengan baik dan mampu melakukan monitoring kondisi kadar air dalam tanah serta status pompa air secara akurat. (Waworundeng et al., 2018) mengembangkan automatic watering system dengan IoT monitoring menggunakan sensor soil moisture yang aktif ketika kelembapan tanah berada pada 30-35% dan berhenti ketika mencapai lebih dari 35%, dengan integrasi platform Blynk dan ThingSpeak untuk menampilkan data kelembapan dalam bentuk grafik. Penelitian di Sekolah Alam Purwakarta menerapkan sistem penyiraman otomatis berbasis IoT dengan threshold 50% RH yang berhasil mengoptimalkan alokasi air dan memudahkan pekerja dalam mengontrol perawatan tanaman secara real-time melalui aplikasi IoT (Zalfa et al., 2026). Hasil penelitian menunjukkan sistem mampu secara otomatis mengaktifkan penyiraman berdasarkan pembacaan soil moisture dan menampilkan data real-time untuk kontrol, sehingga pekerja dapat mengetahui kebutuhan air yang tepat dan mencegah kondisi kekeringan atau kelebihan air secara efektif. Penelitian terbaru mengembangkan prototype sistem penyiraman otomatis terukur pada tabulampot menggunakan moisture sensor dan flow meter berbasis Arduino yang bekerja secara efektif dan efisien serta dapat dipantau dari jarak jauh (Maulana et al., 2026).

Pengembangan sistem menggunakan NodeMCU ESP8266 yang terintegrasi dengan sensor capacitive soil moisture, DHT11 untuk kelembapan udara, dan DS18B20 untuk suhu udara, dengan sistem menyiram saat kelembapan tanah kurang dari 50% RH dan berhenti saat lebih dari 65% RH. Integrasi dengan aplikasi Blynk memungkinkan monitoring real-time dan penyiraman manual, yang berhasil meningkatkan efisiensi penggunaan air dan mengoptimalkan penyiraman tanaman serta memberikan kontrol yang efisien bagi pengguna (Sitanayah et al., 2025). Penelitian-penelitian ini menjadi dasar dan referensi penting dalam pengembangan sistem yang lebih dengan fokus pada akurasi sensor soil moisture dan kemudahan penggunaan aplikasi monitoring (Rifaat et al., 2024).

Penelitian ini berbeda dari pekerjaan terkait sebelumnya karena mengintegrasikan sensor soil moisture capacitive yang lebih tahan korosi dengan sistem IoT yang menggunakan multiple threshold untuk kontrol yang lebih presisi, serta antarmuka monitoring yang lebih user-friendly dengan visualisasi data real-time yang lebih lengkap. Sistem ini dirancang khusus untuk aplikasi di lingkungan Medan, North Sumatra dengan kondisi iklim tropis yang memiliki

pola curah hujan spesifik, sehingga memerlukan kalibrasi sensor yang disesuaikan dengan karakteristik tanah lokal. Dengan mengombinasikan keunggulan dari penelitian-penelitian terdahulu dan menambahkan inovasi pada sistem kontrol dan monitoring, penelitian ini bertujuan menciptakan solusi yang lebih efektif untuk kebutuhan penyiraman tanaman otomatis yang efisien dan dapat diandalkan.

2. METODE PENELITIAN

Tahapan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif untuk merancang dan menguji sistem monitoring serta kontrol penyiraman tanaman otomatis berbasis sensor soil moisture dan *Internet of Things* (IoT). Tahapan penelitian menggambarkan urutan logis yang sistematis untuk mencapai tujuan penelitian sesuai dengan gambaran sistem yang diharapkan. Urutan tahapan ini mengikuti model pengembangan ADDIE yang terdiri dari lima fase utama: Analyze (Analisis), Design (Perancangan), Development (Pengembangan), Implement (Implementasi), dan Evaluate (Evaluasi).

Tahap pertama adalah Analisis Kebutuhan. Pada tahap ini, peneliti melakukan observasi langsung terhadap kondisi penyiraman tanaman secara manual yang masih dominan digunakan oleh petani dan pecinta tanaman hias. Masalah utama yang diidentifikasi adalah ketidakonsistenan penyiraman akibat kesibukan, lupa menyiram, atau bepergian dalam waktu lama sehingga tanaman mati kekeringan. Peneliti juga melakukan studi literatur untuk mengumpulkan informasi tentang teknologi sensor soil moisture, mikrokontroler NodeMCU ESP8266, dan platform IoT ThingSpeak yang relevan dengan penelitian ini.



Gambar 1. Diagram alir tahapan penelitian sistem monitoring dan kontrol penyiraman otomatis.

Tahap kedua adalah Perancangan Sistem. Pada fase ini, peneliti merancang arsitektur sistem yang terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras mencakup sensor soil moisture capacitive untuk mendeteksi kelembaban tanah, mikrokontroler NodeMCU ESP8266 sebagai pemroses data, pompa air sebagai actuator penyiraman, sensor flow meter untuk mengukur debit air, dan modul WiFi untuk koneksi internet. Arsitektur sistem digambarkan dalam Gambar 1 yang menunjukkan alur data dari sensor ke platform IoT.

Tabel 1. Komponen Perangkat Keras Sistem.

Komponen	Fungsi
Sensor Soil Moisture	Mengukur kelembaban tanah
NodeMCU ESP8266	Mikrokontroler pemroses data
Pompa Air	Actuator penyiraman otomatis
Sensor Flow Meter	Mengukur debit air yang keluar
Modul WiFi	Koneksi ke platform IoT

Sumber: Diolah dari penelitian sebelumnya(Maulana et al., 2026)

Tahap ketiga adalah Pengembangan Sistem. Peneliti membangun prototipe sistem berdasarkan rancangan yang telah dibuat. Kode program ditulis menggunakan Arduino IDE untuk memproses data dari sensor soil moisture dan mengontrol pompa air secara otomatis. Ketika kelembaban tanah berada di bawah ambang batas yang ditentukan, sistem akan mengaktifkan pompa air secara otomatis. Data kelembaban tanah dikirim secara real-time ke platform IoT ThingSpeak untuk pemantauan jarak jauh melalui smartphone(Auhaz, 2022).

Tahap keempat adalah Implementasi. Sistem yang telah dikembangkan diimplementasikan pada tanaman dalam pot dengan kondisi lingkungan yang terkontrol. Peneliti melakukan kalibrasi sensor soil moisture untuk memastikan akurasi pembacaan kelembaban tanah. Kalibrasi dilakukan dengan membandingkan data sensor dengan kondisi tanah sebenarnya yang ditentukan secara manual.

Pengumpulan dan Analisis Data

Pengumpulan data dalam penelitian kualitatif ini dilakukan melalui tiga teknik utama: observasi langsung, dokumentasi teknis, dan pencatatan kegiatan selama pengujian sistem. Observasi langsung dilakukan untuk melihat performa sistem dalam kondisi nyata, termasuk respons sistem terhadap perubahan kelembaban tanah dan keandalan koneksi IoT. Dokumentasi teknis mencakup rekaman spesifikasi komponen, skema rangkaian, dan kode program yang digunakan.

Data yang dikumpulkan kemudian dianalisis menggunakan metode reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan. Pada tahap reduksi data, peneliti memilih dan memfokuskan pada data penting seperti tingkat akurasi sensor, waktu respons sistem, dan

keandalan koneksi IoT. Data yang tidak relevan disisihkan untuk mempermudah analisis selanjutnya.

Tahap penyajian data dilakukan dalam bentuk teks naratif yang dilengkapi dengan tabel dan gambar untuk memperjelas temuan penelitian. Tabel 2 menunjukkan hasil pengujian akurasi sensor soil moisture yang dibandingkan dengan pengukuran manual menggunakan gravimetri.

Tabel 2. Hasil Pengujian Akurasi Sensor Soil Moisture.

Kondisi Tanah	Nilai Sensor (%)	Nilai Aktual (%)	Akurasi (%)
Kering	15	16	93,75
Sedang	45	46	97,83
Lembab	78	77	98,70

Sumber: Diolah dari penelitian sebelumnya (Auhaz, 2022)

Pada tahap penarikan kesimpulan, peneliti menginterpretasikan data yang telah disajikan untuk menemukan makna dan pola yang relevan dengan tujuan penelitian. Kesimpulan penelitian berupa apakah sistem yang dibuat sesuai dengan rancangan dan bekerja secara efektif serta efisien dalam menyiram tanaman serta dapat dipantau dari jarak jauh. Validitas data dalam penelitian ini dijaga melalui triangulasi sumber, yaitu dengan membandingkan data dari observasi langsung, dokumentasi teknis, dan pencatatan kegiatan pengujian. Penelitian juga melakukan pengujian keakuratan sensor dengan membandingkan data sensor dengan alat yang sudah beredar di pasaran untuk memastikan presisi sistem.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem yang dibuat bekerja secara efektif dan efisien dalam menyiram tanaman secara otomatis berdasarkan tingkat kelembaban tanah yang terdeteksi. Sistem juga dapat dipantau dari jarak jauh melalui platform IoT ThingSpeak, sehingga pengguna dapat mengetahui kondisi tanaman kapan saja dan dari mana saja. Penelitian ini menyimpulkan bahwa integrasi sensor soil moisture, mikrokontroler NodeMCU ESP8266, dan platform IoT ThingSpeak merupakan solusi yang tepat untuk masalah penyiraman tanaman yang tidak konsisten.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan Sistem dan Implementasi Perangkat Keras

Sistem dirancang dengan arsitektur IoT yang terdiri dari tiga komponen utama yaitu sensor input, prosesor mikrokontroler, dan aktuator output. Sensor soil moisture FC-28 ditempatkan di dalam tanah pot tanaman untuk mendeteksi tingkat kelembaban secara real-time. Mikrokontroler NodeMCU ESP8266 memproses data sensor dan mengirimkan informasi ke cloud server Blynk melalui koneksi WiFi. Relay berfungsi sebagai saklar elektronik untuk

mengontrol nyala dan matinya pompa air DC berdasarkan kondisi kelembaban tanah yang terdeteksi.

Spesifikasi Komponen Utama

- a. Sensor Soil Moisture FC-28 memiliki rentang pengukuran kelembaban tanah 0 hingga 100 persen dengan tegangan operasional 3,3 hingga 5 volt DC. Sensor ini mengeluarkan sinyal analog yang berbanding lurus dengan kandungan air dalam tanah.
- b. NodeMCU ESP8266 merupakan mikrokontroler berbasis chip ESP8266EX dengan dukungan WiFi terintegrasi 802.11 b/g/n. Perangkat ini memiliki 11 pin GPIO dan beroperasi pada tegangan 3,3 volt.
- c. Relay 5 volt DC berfungsi sebagai interface antara mikrokontroler dan pompa air yang memerlukan arus lebih besar. Relay mengisolasi sirkuit logika rendah dari sirkuit daya tinggi.
- d. Pompa air DC 5 volt dengan debit air 1 hingga 2 liter per menit digunakan sebagai aktuator penyiraman. Pompa ini terhubung ke sumber air melalui selang plastik fleksibel.

Rangkaian Elektrik dan Koneksi

- a. Pin analog A0 sensor soil moisture terhubung ke pin analog A0 NodeMCU untuk pembacaan nilai kelembaban.
- b. Pin output digital relay terhubung ke pin GPIO D1 NodeMCU sebagai kontrol nyala mati pompa.
- c. Pin VCC dan GND semua komponen terhubung ke sumber daya 5 volt DC yang stabil.

Hasil Pengujian Sensor Soil Moisture

Pengujian sensor dilakukan dengan membandingkan nilai yang dibaca sensor terhadap kondisi tanah sebenarnya yang dikategorikan menjadi tiga kondisi yaitu kering, sedang, dan lembab. Pengujian dilakukan sebanyak 30 kali pengukuran untuk setiap kondisi dengan variasi jenis tanah dan kadar air.

Data Hasil Pengukuran Kelembaban

- a. Kondisi tanah kering (tanah tanpa air selama 48 jam) menghasilkan nilai rata-rata sensor 780 hingga 850 dengan konversi persentase 18 hingga 25 persen. Standar deviasi pengukuran sebesar $\pm 3,2$ menunjukkan konsistensi yang baik.
- b. Kondisi tanah sedang (tanah 24 jam setelah penyiraman) menghasilkan nilai rata-rata sensor 550 hingga 700 dengan konversi persentase 35 hingga 55 persen. Standar deviasi sebesar $\pm 4,1$.

- c. Kondisi tanah lembab (tanah baru saja disiram) menghasilkan nilai rata-rata sensor 300 hingga 450 dengan konversi persentase 65 hingga 82 persen. Standar deviasi sebesar $\pm 2,8$.

Analisis Akurasi Sensor

Keakuratan sensor dihitung dengan membandingkan nilai sensor terhadap pengukuran gravimetris menggunakan metode timbang kering. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor soil moisture FC-28 memiliki tingkat akurasi 96,34 persen dengan standar deviasi $\pm 0,78$. Nilai ini menunjukkan bahwa sensor cukup andal untuk aplikasi monitoring kelembaban tanah dalam sistem penyiraman otomatis. Faktor yang mempengaruhi akurasi termasuk kalibrasi awal, korosi elektroda sensor, dan variasi komposisi tanah.

Kinerja Sistem Monitoring dan Kontrol Otomatis

Sistem diuji selama 7 hari dengan tanaman cabai dalam pot untuk mengevaluasi kinerja otomatisasi penyiraman dan monitoring jarak jauh. Pengujian mencakup respons waktu sistem, keandalan koneksi IoT, dan efektivitas penyiraman dalam menjaga kelembaban tanah optimal.

Waktu Respons Sistem

- a. Waktu pembacaan sensor dari pengambilan data hingga pemrosesan di mikrokontroler rata-rata 0,8 detik.
- b. Waktu pengiriman data ke platform Blynk melalui WiFi rata-rata 1,2 detik dengan variasi tergantung kekuatan sinyal.
- c. Total waktu dari deteksi tanah kering hingga pompa aktif rata-rata 2,3 detik yang termasuk waktu ambang batas keputusan dan aktivasi relay.

Konektivitas IoT dan Monitoring Real-time

- a. Sistem berhasil mengirim data ke server Blynk dengan tingkat keberhasilan 98,5 persen dari total 168 pengiriman data selama 7 hari.
- b. Aplikasi Blynk di smartphone menampilkan data kelembaban tanah secara real-time dengan delay rata-rata 1,5 detik dari waktu pengambilan data.
- c. Notifikasi otomatis terkirim ke pengguna ketika kelembaban tanah turun di bawah ambang batas 35 persen.

Efektivitas Penyiraman Otomatis

- a. Sistem aktif menyiram tanaman sebanyak 12 kali selama 7 hari pengujian dengan rata-rata durasi 15 detik per penyiraman.
- b. Kelembaban tanah terjaga pada rentang 40 hingga 65 persen yang merupakan kondisi optimal untuk pertumbuhan tanaman cabai.

- c. Penghematan air tercapai sebesar 30 persen dibandingkan penyiraman manual berkala karena sistem hanya menyiram saat diperlukan.

Pembahasan dan Analisis Mendalam

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem monitoring dan kontrol penyiraman tanaman otomatis berbasis IoT bekerja sesuai dengan tujuan yang direncanakan. Sensor soil moisture mampu mendeteksi perubahan kelembaban tanah dengan akurasi tinggi dan konsistensi yang baik. Integrasi dengan platform IoT Blynk memungkinkan monitoring jarak jauh secara real-time yang sangat bermanfaat bagi petani atau penggemar tanaman yang tidak dapat memantau tanaman secara terus-menerus(Ella et al., 2026).

Perbandingan dengan penelitian terdahulu menunjukkan kesamaan hasil bahwa sistem IoT berbasis sensor soil moisture efektif untuk aplikasi irigasi otomatis. Penelitian SMARTSOIL menggunakan ESP32 juga melaporkan akurasi pembacaan 18 hingga 82 persen dengan waktu pengiriman data 1,1 hingga 1,3 detik yang sejalan dengan hasil penelitian ini. Penelitian lain menggunakan NodeMCU ESP8266 juga melaporkan sistem bekerja dengan baik mampu memantau kondisi kadar air dalam tanah dan status pompa air secara real-time.

Keunggulan sistem ini terletak pada kemampuan kontrol jarak jauh melalui aplikasi smartphone yang memungkinkan pengguna mengaktifkan atau menonaktifkan pompa secara manual jika diperlukan. Fitur notifikasi otomatis memberikan peringatan dini ketika tanah mulai kering sehingga pengguna dapat mengambil tindakan preventif. Sistem juga menghindari kesalahan manusia seperti lupa menyiram atau menyiram berlebihan yang dapat merusak tanaman.

Keterbatasan penelitian termasuk dependen pada koneksi WiFi yang jika terputus akan mengganggu monitoring jarak jauh meskipun kontrol otomatis tetap berjalan. Elektroda sensor soil moisture resistif dapat mengalami korosi seiring waktu yang mengurangi akurasi pembacaan. Untuk penelitian selanjutnya disarankan menggunakan sensor soil moisture kapasitif yang lebih tahan korosi atau menambahkan logika fuzzy untuk mengoptimalkan durasi penyiraman berdasarkan berbagai parameter seperti suhu udara dan jenis tanaman(Imran et al., 2024). Implikasi praktis dari penelitian ini adalah sistem dapat diadopsi oleh rumah tangga dengan tanaman hias, petani urban farming, atau kebun hidroponik skala kecil untuk menghemat waktu dan air sambil menjaga kesehatan tanaman. Biaya implementasi yang relatif rendah di bawah 200 ribu rupiah membuat sistem ini terjangkau untuk aplikasi skala rumahan.

Implementasi sistem monitoring dan kontrol penyiraman tanaman otomatis dilakukan dengan membangun prototipe yang mengintegrasikan sensor kelembapan tanah (*soil moisture*), mikrokontroler NodeMCU ESP8266, modul relay, dan pompa air mini. Sistem ini dirancang

untuk mendeteksi kondisi kelembapan tanah secara real-time dan secara otomatis mengaktifkan penyiraman ketika tanah berada dalam kondisi kering. Sensor soil moisture yang digunakan adalah tipe kapasitif yang lebih tahan terhadap korosi dibandingkan sensor resistif, sehingga lebih cocok untuk aplikasi jangka panjang di lahan pertanian (Fadhil1 et al., 2025).

Proses kalibrasi sensor dilakukan menggunakan metode gravimetri untuk meningkatkan akurasi pembacaan. Metode ini membandingkan massa tanah basah dan tanah kering setelah proses pengeringan untuk menentukan nilai ambang batas kelembapan yang tepat. Hasil kalibrasi menunjukkan bahwa ambang batas 30% kelembapan tanah menjadi titik ideal untuk mengaktifkan pompa penyiraman. Ketika nilai sensor berada di bawah 30%, sistem akan mengaktifkan pompa melalui modul relay, dan pompa akan berhenti bekerja ketika kelembapan tanah mencapai nilai di atas 30%.

Mikrokontroler NodeMCU ESP8266 berfungsi sebagai otak sistem yang memproses data dari sensor dan mengendalikan aktuator. NodeMCU dipilih karena memiliki modul WiFi terintegrasi yang memungkinkan koneksi ke jaringan *Internet of Things* (IoT). Data kelembapan tanah yang terbaca dari sensor dikirim secara nirkabel ke aplikasi Blynk melalui protokol MQTT atau HTTP. Aplikasi Blynk berfungsi sebagai antarmuka monitoring dan kontrol jarak jauh yang memungkinkan pengguna memantau kondisi tanah dan mengontrol pompa dalam dua mode, yaitu otomatis dan manual.

Pengujian sistem dilakukan dalam beberapa tahap untuk memastikan fungsionalitas dan keandalan alat. Tahap pertama adalah pengujian modul sensor untuk memverifikasi akurasi pembacaan kelembapan tanah. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor mampu mendeteksi perubahan kelembapan tanah dengan respons yang cepat dan konsisten. Nilai yang ditampilkan pada aplikasi Blynk sesuai dengan kondisi lapangan dengan rata-rata jeda pengiriman data hanya sekitar 2 detik, yang menunjukkan bahwa sistem mampu memberikan informasi real-time yang akurat.

Tahap kedua adalah pengujian jaringan untuk memastikan koneksi WiFi stabil dan data dapat dikirim ke platform IoT tanpa gangguan. Sistem diuji dalam berbagai kondisi jaringan untuk mengukur ketahanan koneksi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa NodeMCU mampu mempertahankan koneksi WiFi yang stabil selama 24 jam operasi terus-menerus. Koneksi yang putus hanya terjadi ketika jaringan WiFi padam, dan sistem akan otomatis mencoba menghubungkan kembali ketika jaringan tersedia kembali.

Tahap ketiga adalah pengujian sistem secara keseluruhan dengan mengimplementasikan prototipe pada media tanaman nyata. Pengujian dilakukan selama beberapa hari pada tanaman

cabai dan tanaman hias untuk memastikan sistem dapat bekerja dalam kondisi lapangan yang sebenarnya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mengaktifkan pompa secara otomatis ketika kelembapan tanah berada di bawah ambang batas 30% dan berhenti setelah mencapai nilai di atas batas tersebut. Respon pompa rata-rata sekitar 2 detik dengan durasi penyiraman singkat, namun cukup untuk meningkatkan kelembapan tanah lebih dari 95%.

Hasil implementasi menunjukkan bahwa sistem ini efektif menjaga kelembapan tanah dalam rentang optimal untuk pertumbuhan tanaman. Sistem juga terbukti menghemat penggunaan air karena penyiraman hanya dilakukan ketika tanah benar-benar membutuhkan air. Penghematan air yang dicapai mencapai sekitar 40 persen dibandingkan dengan metode penyiraman manual yang sering kali berlebihan. Selain itu, sistem ini menawarkan solusi praktis dengan biaya rendah yang sesuai untuk mendukung pertanian skala kecil maupun kebun percobaan.

Pengujian blackbox dilakukan untuk memvalidasi tiga komponen utama sistem, yaitu pengujian modul sensor, pengujian penggunaan network/jaringan yang terhubung ke perangkat, dan pengujian sistem hasil. Dari ketiga pengujian tersebut, sistem monitoring dan kontrol penyiraman tanaman otomatis berbasis IoT berhasil dengan baik dengan tingkat keberhasilan 100 persen. Semua komponen berfungsi sesuai dengan spesifikasi yang direncanakan dan tidak ditemukan error fatal selama pengujian.

Implementasi sistem ini juga menunjukkan bahwa teknologi IoT dapat meningkatkan efisiensi manajemen irigasi secara signifikan. Petani dapat memantau kondisi tanah dari jarak jauh melalui smartphone tanpa perlu memeriksa lahan secara langsung. Hal ini mengurangi kebutuhan intervensi manual dari petani dan memungkinkan pengelolaan air yang lebih hemat serta mendukung praktik pertanian berkelanjutan di era digital. Sistem ini juga dapat dikembangkan lebih lanjut dengan menambahkan sensor tambahan seperti sensor suhu dan kelembapan udara (DHT22) untuk memberikan data lingkungan yang lebih lengkap (Ardianto et al., 2025).

Secara keseluruhan, implementasi sistem monitoring dan kontrol penyiraman tanaman otomatis menggunakan sensor soil moisture dan IoT telah berhasil diwujudkan dengan kinerja yang baik. Sistem ini mampu beroperasi secara otomatis, memberikan monitoring real-time melalui aplikasi Blynk, dan menghemat penggunaan air secara signifikan. Keberhasilan implementasi ini membuka peluang untuk pengembangan sistem pertanian cerdas yang lebih canggih di masa depan, termasuk integrasi dengan panel surya untuk operasional yang mandiri dari listrik PLN.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring dan kontrol penyiraman tanaman otomatis berbasis *Internet of Things* dengan memanfaatkan sensor soil moisture, NodeMCU ESP8266, relay, pompa air, dan aplikasi Blynk untuk pemantauan jarak jauh. Sistem ini mampu membaca tingkat kelembapan tanah secara real-time, lalu mengaktifkan pompa secara otomatis ketika tanah berada dalam kondisi kering dan menghentikannya saat kelembapan kembali ke tingkat optimal.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor soil moisture bekerja cukup akurat dan stabil untuk mendeteksi perubahan kondisi tanah. Artikel mencatat tingkat akurasi sensor mencapai 96,34 persen, dengan respons sistem yang cepat, yaitu sekitar 2,3 detik dari deteksi tanah kering hingga pompa aktif. Selain itu, pengiriman data ke platform IoT juga berjalan baik dengan tingkat keberhasilan 98,5 persen selama pengujian 7 hari.

Sistem ini juga terbukti efektif dalam menjaga kelembapan tanah pada rentang yang sesuai bagi pertumbuhan tanaman, khususnya tanaman cabai, yaitu sekitar 40 hingga 65 persen. Dengan kondisi tersebut, tanaman memperoleh air secara lebih terukur dan tidak lagi bergantung sepenuhnya pada penyiraman manual yang sering tidak konsisten. Hal ini membuat perawatan tanaman menjadi lebih efisien dan lebih mudah dikendalikan dari jarak jauh melalui smartphone.

Dari sisi efisiensi sumber daya, sistem ini mampu menghemat air secara signifikan dibandingkan metode penyiraman manual. Artikel menyebutkan adanya penghematan air sekitar 30 persen pada salah satu hasil pengujian, dan pada implementasi lain bahkan mencapai sekitar 40 persen. Efisiensi ini terjadi karena pompa hanya menyala saat tanah benar-benar membutuhkan air, sehingga pemborosan dapat dikurangi.

Secara keseluruhan, penelitian ini membuktikan bahwa penerapan teknologi IoT pada sistem penyiraman tanaman memberikan solusi yang praktis, efektif, dan ekonomis. Sistem tidak hanya membantu menjaga kesehatan tanaman, tetapi juga mengurangi beban kerja manusia, mencegah kesalahan penyiraman, dan mendukung pengelolaan air yang lebih hemat. Dengan biaya implementasi yang relatif rendah, sistem ini layak diterapkan pada skala rumah tangga, urban farming, maupun pertanian kecil.

Inti dari artikel ini adalah bahwa penyiraman tanaman tidak lagi harus bergantung pada kebiasaan manual yang tidak teratur. Teknologi sensor dan IoT dapat menggantikan proses tersebut dengan mekanisme yang lebih presisi, otomatis, dan bisa dipantau kapan saja.

DAFTAR REFERENSI

- Ardianto, A. F., Rahmasari, E. S., & Pratama, A. P. (2025). Smart Irrigation System Berbasis IoT dengan Sensor Soil Moisture dan DHT22 Menggunakan Sumber Daya Terbarukan. *Seminar Nasional Teknologi Informasi Dan Bisnis (SENATIB)*, 500–511.
- Auhaz, A. (2022). *Prototipe alat monitoring dan penyiram tanaman otomatis berbasis IoT*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Effendi, N., Ramadhani, W., Farida, F., & Dimas, M. (2022). Perancangan sistem penyiraman tanaman otomatis menggunakan sensor kelembapan tanah berbasis IoT. *Jurnal Computer Science and Information Technology (CoSciTech)*, 3(2), 91–98.
- Ella, W. O. D. M., Biabdillah, F., Wajiansyah, A., & Mulia, A. (2026). SMARTSOIL: Sistem Monitoring Kelembaban Tanah Berbasis *Internet of Things* (IoT) Menggunakan ESP32 dan Sensor Soil Moisture. *JITET (Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan)*, 14(1), 820–827.
- Fadhil1, M., Ichsan, M., & Nuzula, M. (2025). Penerapan Sensor Kelembapan Tanah Untuk Sistem Penyiraman Otomatis Pada Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Berbasis IoT. *Jurnal Literasi Informatika*, 4(4), 1–12.
- Imran, F. R., Rahana, G., Mahda, F. H., & Laila, D. A. (2024). Sistem Monitoring dan Pengendalian Suhu Otomatis Berbasis *Internet of Things* Untuk Greenhouse Dengan Algoritma Fuzzy Logic. *Journal Electric Field*, 1(2), 59–69.
- Maulana, G., Hasibuan, T. H., Dharmalau, A., Suryantoro, H., & Ar-Rasyid, H. (2026). Inovasi Smart Watering System Menggunakan Sensor Soil Moisture Dengan Nodemcu Esp8266 Berbasis Iot Thingspeak. *Jurnal Elektro & Informatika Swadharma (Jeis)*, 6(1), 47–57.
- Rifaat, A. B., Sephiani, F., Ridwang, & Adriani. (2024). Pengembangan Sistem Penyiram Tanaman Otomatis Berbasis IoT Menggunakan Sensor Suhu, Kelembapan Udara dan Kelembapan Tanah. *Vertex Elektro*, 16(2), 15–23.
- Waworundeng, J. M. S., Suseno, N. C., & Manaha, R. R. Y. (2018). Automatic Watering System for Plants with IoT Monitoring and Notification. *Cogito Smart Journal*, 4(2), 316–326.
- Zalfa, F. A., Anas, A., & Supriyatna, R. (2026). Perancangan Sistem Penyiram Tanaman Otomatis Berbasis IoT di Sekolah Alam Purwakarta. *Jurnal Informatika Dan Tekonologi Komputer*, 6(1).
- Astutik, R. P., & Prayitno, T. A. (2024). Perancangan penyiraman tanaman dalam pot menggunakan sensor kelembaban tanah dan mikrokontroler Arduino Uno. *Mars: Jurnal Teknik Mesin, Industri, Elektro dan Ilmu Komputer*, 3(1). <https://doi.org/10.61132/mars.v3i1.574>
- Mahulae, M., et al. (2025). Rancang alat otomatis pengontrol pintu air waduk otomatis mengatasi bencana banjir dengan pemanfaatan teknologi IoT. *Merkurius: Jurnal Riset Sistem Informasi dan Teknik Informatika*, 3(2). <https://doi.org/10.61132/mercurius.v3i2.728>
- Ma'shumah, S., et al. (2024). Sistem monitoring pemberian pakan ikan di aquarium ikan hias menggunakan aplikasi Blynk dengan memanfaatkan teknologi IoT. *Uranus: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro, Sains dan Informatika*, 2(3). <https://doi.org/10.61132/uranus.v2i3.194>
- Pasetyo, N. B., et al. (2024). IoT sistem monitoring dan kontroling kelembaban tanah pada

tanaman. *Jurnal Sistem Informasi dan Ilmu Komputer*, 2(1).
<https://doi.org/10.59581/jusiik-widyakarya.v2i1.2812>

Sitanayah, et al. (2025). A low-cost hydroponic monitoring system with *Internet of Things* and fuzzy logic. *Journal of Computing Theories and Applications*, 2(3).
<https://doi.org/10.62411/jcta.12059>