

Perancangan Alat Penyiraman Otomatis Tanaman Teras Kantor Berbasis Internet of Things Menggunakan ESP32 dengan Integrasi Pupuk Cair

Hendri Wahyudi^{1*}

¹Program Studi S1 Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer

Universitas Duta Bangsa Surakarta

^{1*}230103137@mhs.udb.ac.id

Abstrak— Perawatan tanaman pada teras kantor masih sering bergantung pada penyiraman dan pemberian pupuk secara manual sehingga waktu, volume air, dan jadwal pemberian nutrisi tidak selalu konsisten. Penelitian ini bertujuan merancang alat penyiraman otomatis berbasis *Internet of Things* menggunakan ESP32 dengan integrasi pupuk cair. Metode penelitian meliputi observasi kondisi tanaman, wawancara dengan petugas perawatan, studi pustaka, analisis kebutuhan, perancangan arsitektur, penyusunan logika kendali, dan evaluasi kesesuaian rancangan. Sistem menggunakan *soil moisture sensor* sebagai parameter utama, DHT11 dan LDR sebagai sensor pendukung, ESP32 sebagai pengendali, relay dua kanal dan dua pompa DC sebagai aktuator, LCD sebagai tampilan lokal, serta Blynk sebagai media pemantauan dan kontrol jarak jauh. Hasil perancangan mengintegrasikan tiga jenis sensor, dua pompa DC, dua media pemantauan, dua mode operasi, enam aturan kendali, dan tujuh alokasi pin ESP32. Evaluasi terhadap enam kebutuhan utama menunjukkan bahwa seluruh kebutuhan, yaitu 6 dari 6 kebutuhan atau 100%, telah terakomodasi pada tingkat rancangan. Penelitian masih terbatas pada tahap perancangan dan simulasi konseptual sehingga implementasi fisik, kalibrasi sensor, dan pengujian kinerja diperlukan pada penelitian berikutnya.

Kata kunci— ESP32, Internet of Things, penyiraman otomatis, pupuk cair, Blynk

Abstract— Plant maintenance on office terraces often relies on manual watering and fertilization, resulting in inconsistent timing, water volume, and nutrient application schedules. This study aims to design an Internet of Things-based automatic watering device using an ESP32 with integrated liquid fertilizer delivery. The research method consisted of field observation, interviews with maintenance staff, literature review, requirements analysis, architecture design, control-logic development, and design conformity evaluation. The system uses a soil moisture sensor as the primary parameter, DHT11 and LDR sensors as supporting inputs, an ESP32 as the controller, a two-channel relay and two DC pumps as actuators, an LCD as the local interface, and Blynk for remote monitoring and control. The resulting design integrates three sensor types, two DC pumps, two monitoring interfaces, two operating modes, six control rules, and seven ESP32 pin allocations. Evaluation of six primary requirements showed that all six requirements, or 100%, were accommodated at the design level. This study remains limited to the design and conceptual simulation stages; therefore, physical implementation, sensor calibration, and performance testing are required in future work.

Keywords— automatic watering, Blynk, ESP32, Internet of Things, liquid fertilize

I. PENDAHULUAN

Tanaman pada area teras kantor berperan dalam menciptakan lingkungan kerja yang lebih asri, nyaman, dan mendukung kualitas udara. Keberadaan tanaman tersebut memerlukan penyiraman serta pemberian nutrisi yang teratur agar pertumbuhannya tetap optimal [1], [2]. Pada praktiknya, perawatan tanaman di lingkungan kantor masih sering dilakukan secara manual dan bergantung pada ketersediaan waktu petugas. Kondisi tersebut berpotensi menyebabkan keterlambatan penyiraman, jumlah air yang tidak sesuai, dan pemberian pupuk cair yang tidak terjadwal.

Pemanfaatan Internet of Things (IoT) memungkinkan sensor, mikrokontroler, aktuator, dan aplikasi pemantauan bekerja sebagai satu sistem yang terhubung. Pada sistem penyiraman tanaman, data kelembaban tanah dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan untuk mengaktifkan pompa secara otomatis, sedangkan aplikasi berbasis internet memungkinkan pemantauan dan kontrol jarak jauh [3] [5]. ESP32 dipilih karena telah mendukung Wi-Fi, memiliki pin masukan dan keluaran yang memadai, serta sesuai untuk pengembangan perangkat IoT berbiaya relatif terjangkau [6].

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa soil moisture sensor dapat menjadi parameter utama untuk menentukan kebutuhan penyiraman, sementara sensor suhu, kelembaban udara, dan intensitas cahaya dapat digunakan sebagai informasi pendukung [5], [7]. Integrasi dengan Blynk juga memberikan fleksibilitas kepada pengguna untuk memantau kondisi tanaman dan melakukan kontrol manual melalui telepon pintar [8]. Di sisi lain, pemberian nutrisi cair perlu dipisahkan dari proses penyiraman harian karena frekuensinya berbeda dan harus disesuaikan dengan kebutuhan tanaman [9] [11].

Objek penelitian ini adalah tanaman teras kantor Yayasan Internusa Surakarta. Berdasarkan pengamatan awal, penyiraman dan pemberian pupuk cair masih dilakukan secara manual, belum tersedia indikator kelembaban tanah, dan belum terdapat sistem pemantauan kondisi tanaman secara waktu nyata. Oleh karena itu, dibutuhkan rancangan yang dapat mengotomatisasi penyiraman sekaligus tetap menyediakan kendali manual untuk kondisi khusus.

Penelitian ini bertujuan menyusun rancangan alat penyiraman otomatis berbasis IoT menggunakan ESP32 dengan integrasi pupuk cair. Kontribusi penelitian terletak pada penyusunan arsitektur input–process–output, pemetaan komponen dan pin, pengaturan dua mode operasi, serta pemisahan jalur pompa air dan pompa pupuk cair. Ruang lingkup penelitian dibatasi pada tahap perancangan dan evaluasi kesesuaian kebutuhan, tanpa pembuatan maupun pengujian alat secara fisik.

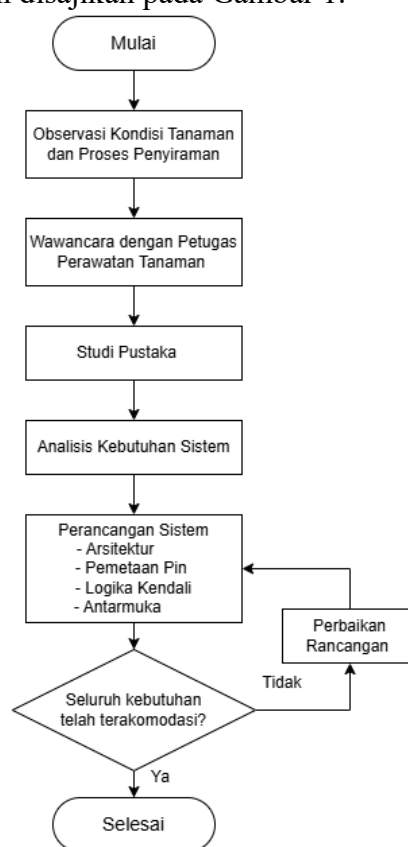
II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Objek dan Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada area teras kantor Yayasan Internusa Surakarta selama 14 April sampai dengan 30 Juni 2026. Objek yang dikaji adalah proses penyiraman dan pemberian pupuk cair pada tanaman teras. Rancangan menggunakan ESP32 sebagai pusat kendali, tiga jenis sensor sebagai input, dua pompa DC sebagai aktuator, LCD sebagai antarmuka lokal, serta Blynk sebagai antarmuka jarak jauh.

B. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian terdiri atas enam kegiatan. Pertama, observasi dilakukan untuk mengetahui kondisi lingkungan, pola penyiraman, dan kendala perawatan tanaman. Kedua, wawancara dilakukan dengan petugas perawatan tanaman untuk memperoleh kebutuhan pengguna. Ketiga, studi pustaka digunakan untuk menentukan komponen dan pendekatan rancangan yang relevan [4]–[13]. Keempat, kebutuhan fungsional dan nonfungsional dianalisis berdasarkan temuan lapangan. Kelima, arsitektur sistem, pemetaan pin, alur kontrol, dan tampilan pemantauan dirancang. Keenam, rancangan dievaluasi dengan mencocokkan setiap kebutuhan terhadap solusi yang disediakan. Tahapan penelitian tersebut disusun secara sistematis mulai dari pengumpulan informasi lapangan hingga evaluasi kesesuaian rancangan. Hubungan dan urutan setiap tahapan penelitian disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir tahapan penelitian.

Berdasarkan Gambar 1, penelitian dimulai dengan observasi dan wawancara untuk mengidentifikasi kondisi serta kebutuhan pengguna. Hasil pengumpulan informasi

diperkuat melalui studi pustaka, kemudian digunakan dalam analisis kebutuhan dan perancangan sistem. Rancangan selanjutnya dievaluasi dengan membandingkan kebutuhan yang telah diidentifikasi terhadap solusi yang disediakan. Apabila masih terdapat kebutuhan yang belum terakomodasi, rancangan diperbaiki sebelum dinyatakan selesai.

C. Identifikasi Kebutuhan

Hasil observasi dan wawancara diringkas menjadi kebutuhan sistem sebagaimana ditunjukkan pada Tabel I. Kebutuhan utama meliputi pembacaan kelembaban tanah, pemantauan lingkungan, penyiraman otomatis, kontrol manual, pemisahan penyaluran pupuk cair, serta penyajian informasi secara lokal dan jarak jauh.

Tabel I Hasil Identifikasi Kebutuhan Sistem

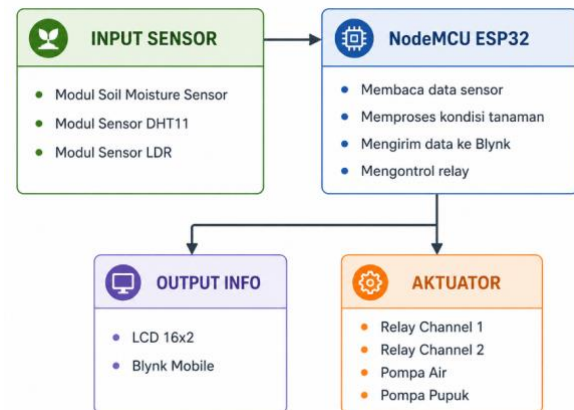
Aspek	Kondisi Awal	Kebutuhan
Penyiraman	Masih manual	Mode otomatis dan manual
Kelembaban tanah	Belum terukur	Soil moisture sensor
Lingkungan	Dipengaruhi cuaca	Sensor suhu, kelembaban, dan cahaya
Pupuk cair	Manual dan belum terjadwal	Pompa terpisah dengan kontrol pengguna
Monitoring	Belum tersedia	LCD dan Blynk
Keamanan daya	Belum dirancang	Relay dan catu daya pompa terpisah

D. Perancangan Arsitektur dan Logika

Arsitektur sistem disusun menggunakan pendekatan input–process–output. Input berasal dari soil moisture sensor, DHT11, dan LDR. Data diproses oleh ESP32 untuk menentukan status penyiraman, memperbarui tampilan LCD, dan mengirimkan data ke Blynk. Output kendali diteruskan melalui relay dua kanal menuju pompa air dan pompa pupuk cair. Pompa air dapat bekerja otomatis berdasarkan kelembaban tanah atau manual melalui Blynk, sedangkan pompa pupuk cair dikendalikan secara manual agar pemberian nutrisi tidak selalu berlangsung bersamaan dengan penyiraman.

Hubungan antara komponen masukan, proses pengolahan data, media pemantauan, dan aktuator pada sistem disajikan pada Gambar 2. Diagram tersebut menunjukkan bahwa data dari soil moisture sensor, DHT11, dan LDR diterima

oleh ESP32 untuk diproses sebelum diteruskan menuju LCD, aplikasi Blynk, serta relay yang mengendalikan pompa air dan pompa pupuk cair.



Gambar 2. Diagram blok rancangan sistem penyiraman otomatis.

Berdasarkan arsitektur pada Gambar 2, logika kerja sistem diawali dengan inisialisasi sensor, LCD, relay, Wi-Fi, dan Blynk. Sistem kemudian membaca data sensor dan menampilkan hasilnya. Ketika mode otomatis aktif, nilai kelembaban tanah dibandingkan dengan ambang yang ditentukan. Pompa air menyala saat tanah kering dan berhenti saat kelembaban mencukupi. Pada mode manual, perintah pengguna dari Blynk menjadi dasar aktivasi pompa. Alur ini dirancang berulang selama sistem aktif.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Observasi dan Wawancara

Observasi menunjukkan bahwa tanaman teras berada pada lingkungan luar ruangan sehingga dipengaruhi oleh perubahan cahaya, suhu, kelembaban udara, dan kondisi tanah. Penyiraman dilakukan satu hingga dua kali sehari bergantung pada cuaca dan ketersediaan petugas. Belum adanya alat ukur kelembaban menyebabkan keputusan penyiraman lebih banyak didasarkan pada perkiraan visual.

Wawancara dengan petugas perawatan menguatkan bahwa kendala utama adalah ketergantungan pada waktu petugas, ketidakpastian kelembaban media tanam, dan pemberian pupuk cair yang belum terjadwal. Pengguna membutuhkan sistem yang dapat melakukan penyiraman otomatis, tetap

menyediakan kontrol manual, serta menampilkan kondisi tanaman. Temuan tersebut menjadi dasar penentuan sensor, aktuator, dan dua mode operasi.

B. Rancangan Perangkat Keras

Komponen inti terdiri atas ESP32, soil moisture sensor, DHT11, LDR, LCD 16×2 I2C, relay dua kanal, dan dua pompa DC 12 V. Sensor kelembaban tanah ditempatkan sebagai parameter utama karena secara langsung merepresentasikan kondisi media tanam. DHT11 dan LDR digunakan sebagai informasi pendukung untuk membantu pengguna memahami kondisi lingkungan. Relay diperlukan karena pin ESP32 tidak dapat secara langsung menyuplai arus pompa [6].

Pemetaan pin dirancang agar jalur analog, digital, I2C, dan aktuator terpisah dengan jelas. Rancangan awal dapat dilihat pada Tabel II. Penentuan pin masih dapat disesuaikan kembali pada tahap implementasi dengan mempertimbangkan karakteristik papan ESP32 yang digunakan.

Tabel II Rancangan Pemetaan Pin ESP32

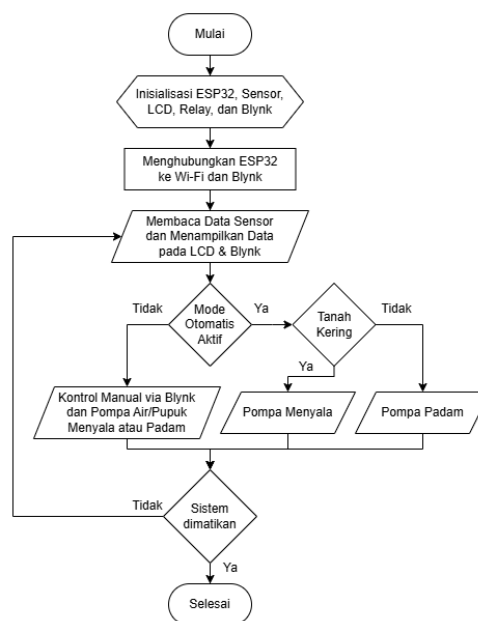
Komponen	Pin	Fungsi
Soil moisture sensor	GPIO 34	Input analog kelembaban tanah
LDR	GPIO 35	Input analog intensitas cahaya
DHT11	GPIO 27	Input digital suhu dan kelembaban
Relay pompa air	GPIO 26	Output digital kanal 1
Relay pupuk cair	GPIO 25	Output digital kanal 2
LCD SDA	GPIO 21	Komunikasi I2C
LCD SCL	GPIO 22	Komunikasi I2C

Catu daya sistem dirancang terpisah antara bagian kontrol dan pompa. Perangkat kontrol memperoleh tegangan sesuai spesifikasi modul, sedangkan dua pompa menggunakan adaptor 12 V 5 A. Ground sistem kontrol dan relay perlu dihubungkan agar sinyal kendali memiliki referensi yang sama. ESP32, relay, sambungan kabel, dan LCD juga perlu ditempatkan dalam wadah terlindung untuk mengurangi risiko cipratan air dan hubungan singkat.

C. Rancangan Alur Operasi

Gambar 3 menunjukkan alur operasi sistem. Setelah koneksi Wi-Fi dan Blynk berhasil,

sistem membaca sensor secara berkala. Mode otomatis memprioritaskan nilai kelembaban tanah untuk menentukan status pompa air. Mode manual memungkinkan pengguna mengendalikan pompa melalui Blynk. Jalur pupuk cair tetap terpisah sehingga tidak terpengaruh langsung oleh keputusan penyiraman otomatis.



Gambar 3. Flowchart mode otomatis dan manual.

Pemisahan fungsi pompa menjadi aspek penting dalam rancangan. Pompa air dapat bekerja otomatis dan manual, sedangkan pompa pupuk cair hanya diaktifkan berdasarkan perintah pengguna. Pendekatan ini mencegah pemberian pupuk setiap kali tanah kering dan memberi fleksibilitas kepada petugas untuk mengikuti jadwal pemupukan tanaman.

D. Rancangan Antarmuka dan Komunikasi

LCD 16×2 I2C dirancang menampilkan kelembaban tanah, suhu, kelembaban udara, intensitas cahaya, mode operasi, dan status pompa secara bergantian. Pada Blynk, data sensor ditampilkan menggunakan gauge atau label, sedangkan tombol digunakan untuk memilih mode dan mengendalikan pompa. Virtual pin V0–V3 direncanakan untuk data sensor, sedangkan pin virtual berikutnya digunakan untuk status dan kontrol aktuator.

Komunikasi antara ESP32 dan Blynk memungkinkan pengguna memantau sistem tanpa berada di lokasi tanaman. Namun,

ketersediaan fungsi jarak jauh bergantung pada koneksi Wi-Fi dan layanan Blynk. Oleh karena itu, LCD tetap disediakan sebagai antarmuka lokal agar kondisi sistem dapat diketahui ketika akses internet mengalami gangguan.

E. Logika Kendali

Aturan kendali disusun dalam tiga kelompok, yaitu penyiraman otomatis, kontrol manual, dan penyaluran pupuk cair. Ringkasan aturan ditunjukkan pada Tabel III. Nilai ambang kelembaban belum ditetapkan secara permanen karena harus diperoleh melalui kalibrasi pada media tanam dan jenis tanaman yang sebenarnya.

Tabel III Ringkasan Logika Kendali Sistem

Kondisi	Mode	Aksi
Tanah di bawah ambang minimum	Otomatis	Pompa air menyala
Tanah mencapai batas cukup lembab	Otomatis	Pompa air mati
Tombol pompa air aktif	Manual	Pompa air menyala
Tombol pompa air tidak aktif	Manual	Pompa air mati
Tombol pupuk cair aktif	Manual	Pompa pupuk cair menyala
Tombol pupuk cair tidak aktif	Manual	Pompa pupuk cair mati

Pada implementasi berikutnya, logika kendali perlu ditambah histeresis atau jeda minimum agar relay tidak sering berubah status ketika nilai sensor berfluktuasi di sekitar ambang. Selain itu, durasi maksimum aktivasi pompa perlu dibatasi sebagai pengaman apabila sensor mengalami kesalahan pembacaan atau pasokan air habis.

F. Evaluasi Kesesuaian Rancangan

Evaluasi dilakukan dengan mencocokkan kebutuhan hasil observasi dan wawancara terhadap elemen rancangan. Hasilnya ditunjukkan pada Tabel IV. Seluruh kebutuhan utama telah memiliki solusi pada tingkat rancangan, tetapi status terpenuhi belum berarti kinerja alat telah teruji karena penelitian tidak mencakup implementasi fisik.

Tabel IV Evaluasi Kesesuaian Kebutuhan Dan Rancangan

Kebutuhan	Solusi Rancangan	Status
Mengukur kelembaban tanah	Soil moisture sensor	Sesuai
Memantau lingkungan	DHT11 dan LDR	Sesuai

Kebutuhan	Solusi Rancangan	Status
Penyiraman otomatis	ESP32, relay, dan pompa air	Sesuai
Kontrol jarak jauh	Blynk Mobile	Sesuai
Tampilan lokal	LCD 16×2 I2C	Sesuai
Pupuk cair terpisah	Pompa dan kanal relay kedua	Sesuai

Secara kuantitatif, evaluasi dilakukan terhadap enam kebutuhan utama yang diperoleh dari hasil observasi dan wawancara. Keenam kebutuhan tersebut terdiri atas pengukuran kelembaban tanah, pemantauan kondisi lingkungan, penyiraman otomatis, kontrol jarak jauh, tampilan informasi lokal, dan penyaluran pupuk cair secara terpisah. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa seluruh enam kebutuhan telah memiliki solusi pada rancangan, sehingga tingkat kesesuaian rancangan mencapai 100%. Nilai tersebut diperoleh dari perbandingan antara jumlah kebutuhan yang terakomodasi dan jumlah seluruh kebutuhan, yaitu $6/6 \times 100\% = 100\%$.

Tabel V Ringkasan Hasil Kuantitatif Perancangan Sistem

Indikator Kuantitatif	Jumlah/Nilai	Keterangan
Kebutuhan utama yang diidentifikasi	6	Berdasarkan observasi dan wawancara
Kebutuhan yang terakomodasi	6	Seluruh kebutuhan memiliki solusi rancangan
Tingkat kesesuaian rancangan	100%	Hasil perhitungan $6/6 \times 100\%$
Jenis sensor	3	Soil moisture sensor, DHT11, dan LDR
Aktuator pompa	2	Pompa air dan pompa pupuk cair
Mode operasi	2	Otomatis dan manual
Media pemantauan	2	LCD dan Blynk
Alokasi pin ESP32	7	GPIO 34, 35, 27, 26, 25, 21, dan 22
Aturan kendali utama	6	Berdasarkan kondisi pada Tabel III

Berdasarkan Tabel V, rancangan sistem terdiri atas tiga jenis sensor sebagai input, dua pompa sebagai aktuator, dua media pemantauan, dan dua mode operasi. Sebanyak tujuh pin ESP32 telah dialokasikan untuk menghubungkan sensor, relay, dan LCD, sedangkan enam aturan kendali telah disusun

untuk mengatur penyiraman otomatis, kontrol manual, dan penyaluran pupuk cair. Capaian kesesuaian sebesar 100% menunjukkan bahwa seluruh kebutuhan telah terakomodasi secara konseptual. Namun, nilai tersebut hanya menunjukkan kelengkapan rancangan dan tidak menunjukkan tingkat akurasi, keandalan, maupun efisiensi alat secara fisik.

G. Pembahasan dan Keterbatasan

Rancangan yang dihasilkan sejalan dengan penelitian sistem penyiraman berbasis ESP32 yang memanfaatkan kelembaban tanah dan Blynk [4], [6], [8]. Penambahan DHT11 dan LDR memperluas informasi lingkungan sebagaimana pendekatan pada penelitian pemantauan tanaman [7], [12]. Perbedaan utama rancangan ini adalah penggunaan pompa kedua untuk pupuk cair dengan kendali yang dipisahkan dari proses penyiraman otomatis.

Hasil kuantitatif menunjukkan bahwa 6 dari 6 kebutuhan utama atau 100% telah terakomodasi pada rancangan. Sistem juga telah memetakan tiga jenis sensor, dua aktuator pompa, dua media pemantauan, dua mode operasi, tujuh alokasi pin, dan enam aturan kendali. Angka tersebut menunjukkan kelengkapan elemen rancangan yang disusun berdasarkan kebutuhan pengguna. Meskipun demikian, tingkat kesesuaian 100% belum dapat digunakan untuk menyimpulkan keberhasilan kinerja sistem karena belum dilakukan perakitan, kalibrasi, maupun pengujian lapangan.

Dari sisi fungsional, rancangan telah mencakup proses sensing, pengolahan, aktuasi, tampilan lokal, serta komunikasi jarak jauh. Dari sisi implementasi, masih terdapat beberapa hal yang harus dibuktikan, yaitu ketepatan sensor kelembaban tanah, keandalan koneksi internet, debit pompa, durasi penyiraman, kompatibilitas tegangan relay, perlindungan komponen dari air, dan kesesuaian dosis pupuk cair. Pengujian terhadap konsumsi air dan respons tanaman juga diperlukan agar manfaat sistem dapat diukur secara kuantitatif.

Keterbatasan utama penelitian ini adalah belum dilakukannya perakitan dan uji lapangan. Dengan demikian, hasil penelitian harus

dipahami sebagai rancangan teknis awal, bukan bukti peningkatan efisiensi atau pertumbuhan tanaman. Meskipun demikian, dokumentasi arsitektur, pemetaan pin, alur kendali, dan evaluasi kebutuhan dapat digunakan sebagai dasar yang terstruktur untuk pengembangan prototipe.

H. Rencana Implementasi dan Pengujian

Tahap implementasi perlu dimulai dengan perakitan modul secara bertahap. Pengujian awal dilakukan pada setiap sensor secara terpisah untuk memastikan rentang pembacaan, kestabilan sinyal, dan kesesuaian tegangan kerja. Setelah itu, sensor diintegrasikan dengan LCD dan Blynk untuk memeriksa konsistensi data yang ditampilkan secara lokal dan jarak jauh. Relay dan pompa diuji menggunakan sumber daya terpisah sebelum dihubungkan dengan logika kendali ESP32 agar risiko kerusakan komponen dapat dikurangi.

Kalibrasi soil moisture sensor menjadi bagian utama karena nilai analog dapat berbeda akibat jenis tanah, kepadatan media, kedalaman pemasangan, dan kadar mineral. Kalibrasi dapat dilakukan dengan mengambil pembacaan pada kondisi kering, cukup lembab, dan basah, kemudian menentukan rentang ambang berdasarkan kebutuhan tanaman. Pengujian berulang diperlukan untuk menetapkan nilai histeresis sehingga pompa tidak menyala dan mati terlalu cepat ketika data berfluktuasi di sekitar batas keputusan.

Kinerja pompa perlu dievaluasi melalui pengukuran debit air dan waktu aktivasi. Kombinasi debit dan durasi digunakan untuk memperkirakan volume air yang diberikan pada setiap siklus. Pengujian juga perlu mencakup kondisi tandon kosong, selang tersumbat, koneksi Wi-Fi terputus, dan sensor tidak terbaca. Pada kondisi tersebut, sistem sebaiknya mematikan pompa, mempertahankan kendali lokal, dan memberikan indikator kesalahan agar kegagalan tidak menyebabkan penyiraman berlebihan.

Pengujian pupuk cair harus dilakukan secara hati-hati dengan memperhatikan rekomendasi dosis untuk jenis tanaman yang digunakan. Sistem hanya mengendalikan aliran, sedangkan

konsentrasi larutan, frekuensi pemberian, dan volume pupuk tetap harus ditentukan berdasarkan panduan budidaya. Fitur pembatas waktu aktivasi pompa pupuk dan pencatatan waktu pemberian dapat ditambahkan untuk mengurangi risiko pemberian nutrisi secara berlebihan.

I. Potensi Pengembangan Sistem

Rancangan dapat dikembangkan dengan menambahkan penyimpanan data sensor untuk menghasilkan riwayat kelembaban tanah, suhu, kelembaban udara, intensitas cahaya, dan status pompa. Data historis tersebut dapat digunakan untuk mengevaluasi pola penyiraman dan menyesuaikan ambang berdasarkan kondisi lingkungan. Notifikasi pada Blynk juga dapat diberikan ketika tanah terlalu kering, pompa aktif terlalu lama, koneksi terputus, atau jadwal pemberian pupuk telah tiba.

Untuk penerapan pada beberapa pot tanaman, sistem dapat diperluas menggunakan beberapa sensor kelembaban dan katup solenoid sehingga setiap zona memperoleh air sesuai kebutuhan. Pengembangan ini membutuhkan perhitungan kapasitas catu daya, jumlah kanal aktuator, dan kemampuan pompa. Selain itu, pemeliharaan berkala perlu mencakup pembersihan sensor, pemeriksaan selang, pengujian relay, dan perlindungan kotak elektronik. Dengan pengembangan tersebut, sistem berpotensi menjadi sarana perawatan tanaman kantor yang lebih terukur dan mudah dipantau tanpa menghilangkan peran petugas dalam menentukan kebutuhan tanaman.

IV. KESIMPULAN

Penelitian menghasilkan rancangan alat penyiraman otomatis tanaman teras kantor berbasis Internet of Things menggunakan ESP32 dengan integrasi pupuk cair. Sistem dirancang menerima data dari soil moisture sensor, DHT11, dan LDR; mengolah data pada ESP32; menampilkan informasi melalui LCD dan Blynk; serta mengendalikan dua pompa melalui relay. Pompa air memiliki mode otomatis berdasarkan kelembaban tanah dan mode manual melalui Blynk, sedangkan pompa pupuk cair dikontrol secara terpisah agar

pemberian nutrisi dapat disesuaikan dengan kebutuhan. Evaluasi terhadap enam kebutuhan utama menunjukkan bahwa seluruh kebutuhan, yaitu 6 dari 6 kebutuhan atau 100%, telah terakomodasi pada tingkat rancangan. Rancangan mengintegrasikan tiga jenis sensor, dua pompa DC, dua media pemantauan, dua mode operasi, tujuh alokasi pin ESP32, dan enam aturan kendali utama. Tujuan penelitian pada tahap perancangan telah tercapai, tetapi implementasi fisik, kalibrasi sensor, penentuan ambang, pengujian debit pompa, serta evaluasi efisiensi penggunaan air masih diperlukan sebelum sistem diterapkan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Yayasan Internusa Surakarta, petugas perawatan tanaman, dosen pembimbing, serta Fakultas Ilmu Komputer Universitas Duta Bangsa Surakarta atas dukungan dan informasi yang diberikan selama pelaksanaan kerja praktik dan penyusunan rancangan.

REFERENSI

- [1] A. Bressane and R. de Castro, "Green office environment and plant benefits for workplace comfort," *Journal of Urban Green Systems*, 2025.
- [2] D. Abbasoglu and İ. Kahramanoğlu, "The importance of ornamental plants in office terrace environments and their effect on air quality," *Journal of Environmental Horticulture*, 2025.
- [3] J. Nsoh et al., "IoT-based smart plant watering system for office and indoor plants," *Journal of Smart Environment Technology*, 2024.
- [4] D. Westari and S. Ilman, "Sistem penyiraman tanaman otomatis berbasis IoT menggunakan ESP32, moisture sensor, DHT22 sensor dan Blynk," *ResearchGate Publication*, 2024.
- [5] J. A. Aziz et al., "Rancang bangun sistem monitoring penyiraman tanaman cabai berbasis IoT," *Jurnal Dintek*, 2024.
- [6] A. Syafi'i, "Rancang bangun alat penyiram tanaman otomatis berbasis ESP32 dan aplikasi Blynk," *Jurnal Poligrad*, 2024.
- [7] M. I. Setiawan, "Sistem pemantauan tanaman dalam pot indoor dengan ESP32, DHT, soil moisture, dan LDR," *Jurnal BIT*, 2025.
- [8] Taufiqurrahman and Diantoro, "Implementasi penyiraman tanaman otomatis dengan kontrol jarak jauh menggunakan aplikasi Blynk," *Jurnal JIMAT*, 2025.
- [9] Y. Chtouki et al., "Smart irrigation and liquid fertilizer integration for sustainable plant maintenance," *International Journal of Agricultural Technology*, 2024.
- [10] N. Inayah et al., "Automatic plant nutrition system using liquid fertilizer integration based on IoT," *Journal of Smart Agriculture Systems*, 2026.
- [11] Novianto et al., "Perancangan alat otomatis untuk penyiraman dan pemupukan bibit," *Jurnal Uranus*, 2024.
- [12] H. Morchid et al., "Design of wireless plant monitoring system using ESP32 for smart agriculture," *Journal of Internet of Things Engineering*, 2025.
- [13] P. Madushan et al., "ESP32-based smart irrigation controller for automated plant watering systems," *International Journal of Embedded Systems*, 2026.