

Implementasi Sistem Kendali Lingkungan Tanaman Sukulen Berbasis IoT dengan Media Tanam Minim Air

Bayu Tri Kusuma^{1*}, Hawi Dian Putra Anugrah², Syahrul Yovi Distyanto³, Pramono⁴

¹Teknik Informatika/Fakultas Ilmu Komputer

Universitas Duta Bangsa Surakarta

^{1*}230103094@mhs.udb.ac.id

²Teknik Informatika/Fakultas Ilmu Komputer

Universitas Duta Bangsa Surakarta

²230103103@mhs.udb.ac.id

³Teknik Informatika/Fakultas Ilmu Komputer

Universitas Duta Bangsa Surakarta

³230103119@mhs.udb.ac.id

⁴Teknik Informatika/Fakultas Ilmu Komputer

Universitas Duta Bangsa Surakarta

⁴Pramono@udb.ac.id

Abstrak— Tanaman sukulen memiliki karakteristik unik yang membutuhkan media tanam minim air dan pencahayaan yang cukup untuk menghindari pembusukan akar (*root rot*) dan pertumbuhan abnormal (*etiolasi*). Pemantauan secara manual seringkali tidak akurat dan berisiko menyebabkan penyiraman berlebih. Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan sistem kendali lingkungan otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) pada perangkat keras fisik yang disesuaikan secara spesifik untuk kebutuhan sukulen. Sistem ini menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali. Pengumpulan data lingkungan dilakukan melalui dua sensor utama, yaitu sensor *Soil Moisture* untuk mendeteksi kelembapan tanah, serta sensor LDR untuk intensitas cahaya. Logika kendali diprogram untuk mengaktifkan pompa air mini secara otomatis ketika kelembapan tanah berada di bawah ambang batas kritis (<30%), dan menyalakan lampu pendukung ketika intensitas cahaya kurang dari 1300 lux. Untuk mencegah terjadinya genangan air berlebih (*overshoot*), penyiraman diterapkan menggunakan metode *Pulsed Irrigation*, di mana pompa menyala maksimal 3 detik lalu diberikan jeda resapan sebelum sensor membaca kembali kondisi tanah. Pengguna dapat melakukan pemantauan dan kontrol secara *real-time* melalui integrasi aplikasi Blynk. Hasil pengujian alat secara fisik menunjukkan bahwa sistem kendali berfungsi dengan tingkat keberhasilan 100% dalam merespons kondisi lingkungan, memberikan solusi presisi dalam perawatan tanaman hias *indoor*.

Kata kunci— *Internet of Things*, ESP32, Sukulen, Pulsed Irrigation, Sensor Kelembapan, Smart Garden.

Abstract— Succulents have unique characteristics that require minimal water and adequate lighting to prevent root rot and abnormal growth (etiolation). Manual monitoring is often inaccurate and carries the risk of overwatering. This research aims to implement an *Internet of Things* (IoT)-based automated environmental control system on physical hardware specifically tailored to the needs of succulents. This system uses an ESP32 microcontroller as its control center. Environmental data collection is carried out through two main sensors: a *Soil Moisture* sensor to detect soil moisture, and an LDR sensor for light intensity. The control logic is programmed to automatically activate a mini water pump when soil moisture falls below a critical threshold (<30%), and to turn on supporting lights when light intensity is less than 1300 lux. To prevent overwatering, watering is implemented using the *Pulsed Irrigation* method, where the pump is turned on for a maximum of 3 seconds and then given a soaking pause before the sensor reads the soil condition again. Users can monitor and control in *real-time* through the Blynk application integration. The results of physical testing of the tool show that the control system functions with a 100% success rate in responding to environmental conditions, providing precision solutions in the care of indoor ornamental plants.

Keywords— *Internet of Things*, ESP32, Succulents, Pulsed Irrigation, Soil Moisture Sensor, Smart Garden.

I. PENDAHULUAN

Tren budidaya tanaman hias di dalam ruangan (*indoor plant*) terus meningkat, dengan tanaman sukulen menjadi salah satu pilihan utama karena nilai estetikanya. Berbeda dengan tanaman tropis pada umumnya, sukulen memiliki jaringan yang berevolusi untuk menyimpan cadangan air, sehingga membutuhkan media tanam yang sangat porous atau minim air [1]. Kesalahan

paling umum dalam perawatan sukulen adalah penyiraman berlebih (*overwatering*) dan kurangnya intensitas cahaya matahari. Kondisi tanah yang terus-menerus basah akan memicu berkembangnya jamur patogen yang menyebabkan pembusukan akar, sementara kekurangan cahaya memicu terjadinya etiolasi, di mana tanaman tumbuh kurus dan memanjang secara tidak proporsional.

Pemantauan kondisi media tanam dan cahaya secara manual memiliki keterbatasan, terutama bagi individu dengan tingkat kesibukan tinggi. Penilaian kelembapan tanah yang hanya mengandalkan observasi visual seringkali tidak akurat karena permukaan tanah mungkin terlihat kering, namun bagian dalam media tanam masih menyimpan banyak air. Oleh karena itu, diperlukan intervensi teknologi untuk mengotomatisasi proses perawatan ini agar presisi [2].

Perkembangan *Internet of Things* (IoT) menawarkan solusi cerdas dalam otomatisasi lingkungan agrikultur [3]. Melalui IoT, berbagai perangkat keras fisik dapat dihubungkan ke internet untuk melakukan pengiriman data dan pengesekusian aktuator secara otomatis [4]. Beberapa penelitian sebelumnya telah banyak membahas sistem irigasi otomatis berbasis IoT, seperti penggunaan mikrokontroler untuk sistem irigasi tanaman [5] dan irigasi presisi berbasis sensor kelembapan [6], [7]. Namun, sebagian besar sistem pada penelitian terdahulu menggunakan metode penyiraman berkesinambungan (pompa terus menyala hingga sensor mendeteksi tanah basah). Metode konvensional ini kurang cocok untuk karakteristik media tanam sukulen karena daya resapnya yang lambat, sehingga sering kali memicu fenomena *overshoot* yaitu kondisi di mana air terlanjur menggenang sebelum sensor berhasil membaca perubahan kelembapan dan memberikan sinyal henti.

Berdasarkan urgensi tersebut, penelitian ini mengusulkan rancang bangun sistem kendali lingkungan yang dirancang spesifik untuk ekosistem tanaman sukulen menggunakan ESP32 [8]. Pembaharuan utama dalam penelitian ini dibandingkan penelitian sebelumnya adalah penerapan algoritma *Pulsed Irrigation* (irigasi berjeda). Algoritma ini secara ketat membatasi aktuator pompa air maksimal 3 detik lalu memutuskan secara otomatis guna memberikan jeda resapan air ke dalam pori-pori tanah, sehingga risiko *overshoot* dan pembusukan akar dapat dicegah secara mekanis. Selain itu, sistem ini menggabungkan kontrol irigasi presisi tersebut dengan otomatisasi pencahayaan (*grow*

light) berbasis nilai lux dari sensor LDR secara *real-time* melalui integrasi platform Blynk. Diharapkan, kebaruan metode kendali ini dapat memberikan solusi komprehensif dalam menekan risiko kerusakan akibat *human error* pada budidaya tanaman hias *indoor*.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam penelitian "Implementasi Sistem Kendali Lingkungan Tanaman Sukulen Berbasis IoT dengan Media Tanam Minim Air", penggunaan alat fisik dan material yang tepat sangat penting untuk memastikan sistem berfungsi secara nyata di lapangan. Penelitian ini merakit sejumlah komponen elektronik *hardware* yang dihubungkan dengan perangkat lunak IoT untuk memantau ekosistem tanaman dan mengeksekusi perawatan secara mekanis. Berikut adalah daftar alat dan bahan fisik yang digunakan beserta penjelasan mengenai perannya masing-masing dalam perakitan alat ini.

1. Alat dan Bahan

Perangkat keras utama yang digunakan adalah mikrokontroler ESP32 yang berfungsi sebagai pusat komputasi data sekaligus modul komunikasi Wi-Fi. Alat ini dipadukan dengan *Soil Moisture Sensor* fisik yang ditancapkan langsung ke media tanam untuk membaca kadar air, dan sensor LDR (*Light Dependent Resistor*) modul untuk mendeteksi paparan cahaya di sekitar tanaman. Sebagai aktuator fisik, digunakan *Relay 2 Channel 5V* yang bertindak sebagai saklar elektromagnetik untuk menghidupkan Pompa Air Mini DC 5V dan modul Lampu LED *strip* (*grow light*). Rangkaian ini dirakit di dalam *casing* hitam tertutup menggunakan *breadboard*, kabel *jumper*, adaptor tegangan 5V, dan instalasi selang air menuju media tanam.

2. Deskripsi Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan alat fisik (*hardware*) kendali lingkungan otomatis untuk tanaman sukulen [9]. Sistem beroperasi secara kontinu dengan mengumpulkan nilai analog dari sensor *soil moisture* dan LDR. Karena sukulen sangat

sensitif terhadap kelebihan air, mikrokontroler ESP32 diprogram dengan logika kondisi yang ketat. Pompa air hanya akan dihidupkan oleh *relay* ketika persentase kelembapan tanah menyentuh angka di bawah 30% (fase sangat kering). Di sisi lain, lampu tambahan akan menyala jika intensitas cahaya sekitar turun di bawah ambang batas 1300 lux. Pengguna dapat melakukan pengecekan data sensor yang dikirimkan secara konstan oleh ESP32 melalui antarmuka aplikasi Blynk di *smartphone*.

3. Metode Pembuatan

a. Perancangan Sistem

Rangkaian elektronik dirakit secara fisik dengan mengintegrasikan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat pemrosesan yang terhubung dengan modul sensor dan aktuator. Seluruh sensor penyedia input, yaitu *Soil Moisture* dan LDR, dihubungkan ke sumber daya mikrokontroler serta jalur data pembacaan sensor (*analog/digital*). Di sisi *output*, mikrokontroler dihubungkan ke modul *relay* dua kanal yang berfungsi sebagai saklar otomatis untuk mengontrol aliran arus listrik menuju pompa air dan lampu pendukung, sehingga membentuk satu kesatuan sistem tertutup yang dapat membaca dan merespons kondisi lingkungan sekitarnya.

b. Pemrograman ESP32

Kode program (*firmware*) ditulis dan diunggah langsung ke *board* ESP32 menggunakan *software* Arduino IDE. Program bertugas melakukan konversi nilai *Analog-to-Digital* (ADC) dari sensor ke dalam format persentase dan lux. Logika *If-Else* ditanamkan untuk memberikan sinyal LOW (aktif) pada *relay*. Khusus untuk kontrol penyiraman, sistem diprogram dengan metode *Pulsed Irrigation* menggunakan fungsi eksekusi asinkron (*Timeout Timer*). Jika tanah kering (<30%), pompa akan hidup maksimal selama 3 detik lalu mati secara otomatis. Sistem kemudian memberikan jeda resapan ke dalam media tanam sebelum sensor melakukan siklus pembacaan ulang. Program juga mengonfigurasi *library* Blynk untuk menangani transmisi paket data melalui protokol jaringan nirkabel [10].

c. Pengujian dan Kalibrasi

Pengujian fungsional dilakukan pada masing-masing komponen secara terpisah sebelum diintegrasikan secara penuh. Kalibrasi sensor *Soil Moisture* dilakukan dengan membandingkan nilai *analog* pembacaan saat sensor dibiarkan di udara bebas (merepresentasikan 0% kelembapan) dan saat dicelupkan sepenuhnya ke dalam air (merepresentasikan 100% kelembapan). Sensor LDR diuji tingkat sensitivitasnya dengan memberikan paparan cahaya langsung dan menutup permukaan sensor untuk memastikan perubahan nilai *lux* berjalan linier. Di sisi keluaran, aktuator berupa modul *relay* diuji untuk memastikan kemampuannya dalam memutus dan menyambung arus listrik 5V menuju pompa dan lampu tanpa mengalami kendala saklar mekanis maupun malfungsi akibat induksi elektromagnetik.

d. Integrasi Sistem

Setelah setiap modul diuji secara parsial dan dipastikan berfungsi dengan baik, tahap selanjutnya adalah mengintegrasikan perangkat keras tunggal menjadi sebuah sistem kendali utuh (*closed-loop system*). Mikrokontroler ESP32 dihubungkan ke jaringan internet melalui Wi-Fi untuk memastikan transmisi data dua arah dengan *server* Blynk berjalan stabil. Sistem kemudian dihidupkan secara terus-menerus selama beberapa jam untuk menguji keandalan perangkat (*stress test*) dalam menangani proses masukan dari sensor, pengeksekusian aktuator (khususnya pembuktian logika *Pulsed Irrigation*), dan pembaruan antarmuka pada ponsel pintar tanpa mengalami kehilangan koneksi (*connection loss*), *bottleneck* pengiriman data, atau beban panas (*overheating*).

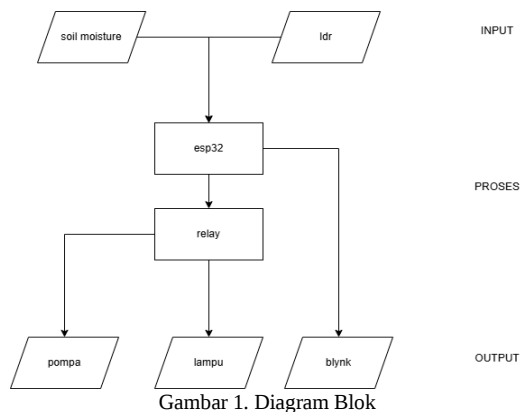
4. Desain Sistem

Desain sistem memvisualisasikan bagaimana alur kerja perangkat dan komponen elektronika dihubungkan.

a. Diagram Blok

Diagram blok memberikan gambaran umum mengenai arsitektur komponen utama sistem. Pada bagian *INPUT*, terdapat sensor

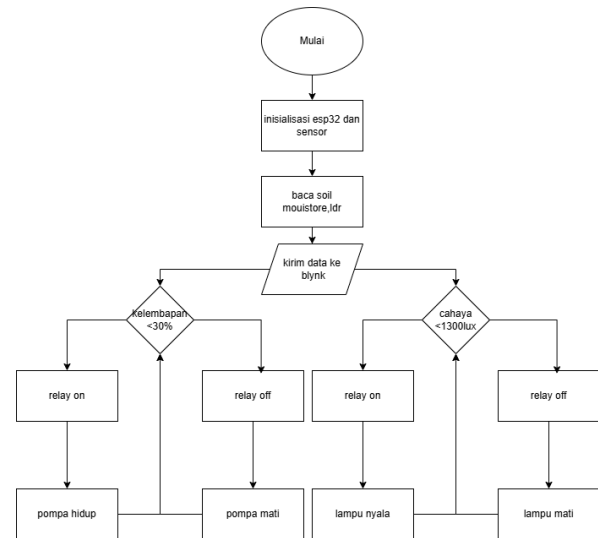
Soil Moisture dan LDR yang menangkap data fisik lingkungan. Data ini diteruskan ke blok *PROSES*, yaitu mikrokontroler ESP32. Berdasarkan data tersebut, ESP32 memberikan instruksi *output* ke modul *Relay* untuk mengendalikan aktuator fisik (Pompa dan Lampu), sekaligus mengirimkan data telemetri ke antarmuka aplikasi Blynk.



Gambar 1. Diagram Blok

b. Flowchart

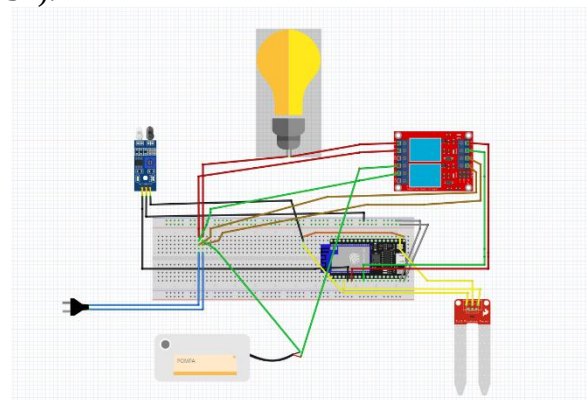
Flowchart menggambarkan alur algoritma operasional mikrokontroler ESP32. Setelah proses inisialisasi, ESP32 membaca data dari sensor *Soil Moisture* dan LDR, lalu mentransmisikannya ke *platform* Blynk. Algoritma kemudian mengeksekusi dua percabangan logika kontrol secara bersamaan. Pada percabangan cahaya, sistem mengevaluasi apakah intensitas cahaya $< 1300 \text{ lux}$ untuk menyalakan lampu pendukung. Pada percabangan kelembapan, sistem mengevaluasi apakah tanah sangat kering ($< 30\%$). Jika kondisi ini terpenuhi, sistem akan mengeksekusi metode *pulsed irrigation* dengan mengaktifkan *relay* pompa air maksimal selama 3 detik, kemudian secara otomatis mematikan pompa tersebut untuk memberikan jeda resapan air ke dalam media tanam.



Gambar 2. Flowchart Sistem

c. Desain Pengkabelan

Desain ini menunjukkan topologi sambungan kabel pada *hardware* secara visual sebelum diimplementasikan. Pemetaan ini krusial untuk memastikan tidak terjadi korsleting (*short circuit*) dan semua koneksi dari pin ESP32 terhubung secara tepat ke jalur data sensor (GPIO 34 untuk *Soil Moisture*, GPIO 35 untuk LDR) maupun kutub pengendali pada modul *relay* (GPIO 26 dan 32).



Gambar 3. Desain Pengkabelan

d. Rencana Pengujian

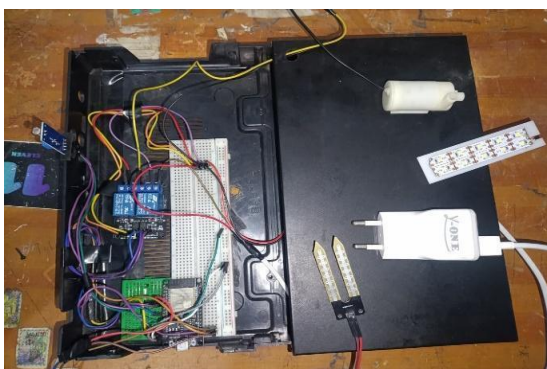
Pengujian perangkat keras dititikberatkan pada uji mekanis dan kelistrikan. Rencana ini meliputi: (1) Menutup dan menyinari sensor LDR untuk melihat waktu respons relai menyalakan/mematikan lampu; (2) Mencabut sensor *Soil Moisture* untuk mengecek durasi hidup pompa (3 detik) dan fungsi jeda matinya; serta (3) Mengevaluasi latensi sinkronisasi data yang ditampilkan pada layar *dashboard* aplikasi Blynk.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini, dipaparkan hasil implementasi sistem kendali lingkungan tanaman sukulen berbasis perangkat keras menggunakan mikrokontroler ESP32. Hasil ini mencakup penjelasan mengenai perakitan komponen utama dan pengujian fungsionalitas sistem secara keseluruhan, mulai dari deteksi perubahan lingkungan hingga eksekusi aktuator dan pengiriman data ke antarmuka aplikasi Blynk.

A. Implementasi Perangkat Keras & Antarmuka

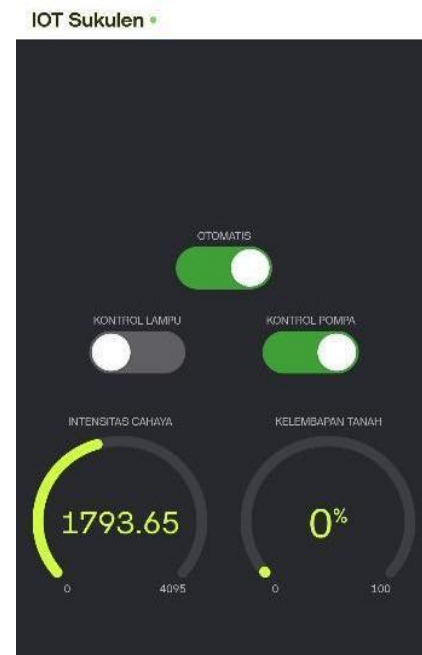
Pada tahap implementasi, seluruh komponen perangkat keras diintegrasikan menjadi satu kesatuan yang ringkas dan aman. Seperti yang terlihat pada purwarupa fisik, mikrokontroler ESP32, modul *Relay 2 Channel*, dan sirkuit *breadboard* ditempatkan rapi di dalam sebuah *casing* hitam tertutup guna mengisolasi komponen elektronik dari kemungkinan paparan air dan kelembapan luar. Dari dalam kotak pengontrol, ditarik kabel ekstensi untuk sensor pendeteksi (*Soil Moisture* dan Modul LDR) yang akan dihadapkan pada area media tanam, serta kabel daya yang menuju ke aktuator mekanis berupa pompa air *submersible* mini dan unit lampu LED *strip*. Tenaga utama sistem disuplai melalui sebuah adaptor USB 5V (Y-ONE) yang dihubungkan ke sumber tegangan PLN, memastikan kecukupan arus listrik.



Gambar 4. Implementasi Perangkat Keras

Selain perangkat keras, implementasi antarmuka pengguna dibangun menggunakan *platform* Blynk. *Dashboard* kontrol menampilkan saklar "Otomatis" untuk mode operasional, saklar "Kontrol Lampu" dan "Kontrol Pompa" untuk intervensi manual, serta *gauge* indikator visual

untuk intensitas cahaya (*lux*) dan kelembapan tanah (%) yang diperbarui secara *real-time* [11].



Gambar 5. Tampilan Blynk

B. Pengujian Sistem

Setelah seluruh perangkat keras terhubung, pengujian dilakukan untuk memvalidasi logika sistem. Pengujian dibagi menjadi dua mode operasional: Mode Otomatis dan Mode Manual (melalui *dashboard* aplikasi Blynk) [12]. Pada Mode Otomatis, pengujian dilakukan dengan menyimulasikan kondisi ekstrem, yaitu dengan mencabut sensor *soil moisture* dari tanah untuk menyimulasikan kekeringan, dan menutup sensor LDR untuk menyimulasikan kondisi gelap. Sebaliknya, untuk menguji logika pemutusan arus, sensor dikembalikan ke dalam media tanam basah dan sensor LDR diberikan paparan cahaya yang terang. Sementara itu, pada Mode Manual, pengujian difokuskan pada keandalan aktuasi jarak jauh dengan menekan saklar virtual pada aplikasi Blynk guna memastikan pompa dan lampu merespons perintah pengguna secara instan tanpa terpengaruh oleh pembacaan sensor. Selama keseluruhan proses pengujian ini, latensi dan stabilitas transmisi data antara mikrokontroler ESP32 dan *server* Blynk juga terus dipantau.

C. Hasil Pengujian

Berikut adalah tabel hasil pengujian fungsional dari alat fisik yang telah diimplementasikan:

Tabel 1. Hasil Pengujian Perangkat Keras Sistem

No	Parameter / Kondisi Uji	Respons Sistem Aktual	Status
1	Kontrol Manual (via Blynk)	Aktuator (pompa/lampu) merespons tombol saklar aplikasi dengan akurat.	Berhasil
2	Kelembapan Tanah < 30%(auto)	Pompa menyala 3 detik lalu mati otomatis (pulsed irrigation).	Berhasil
3	Kelembapan Tanah $\geq$ 30%(auto)	Pompa memutus arus / tetap nonaktif.	Berhasil
4	Intensitas Cahaya < 1300 lux(auto)	Lampu grow light otomatis menyala.	Berhasil
5	Intensitas Cahaya $\geq$ 1300 lux(auto)	Lampu grow light memutus arus / mati.	Berhasil
6	Sinkronisasi Data IoT	Data sensor dan status perangkat tampil real-time di aplikasi Blynk.	Berhasil

Berdasarkan data hasil pengujian pada Tabel 1, sistem yang beroperasi dalam mode “**Otomatis**” menunjukkan tingkat responsivitas yang tinggi dan sangat aman bagi ekosistem tanaman. Penerapan metode *Pulsed Irrigation* (penyiraman berjeda) berhasil dieksekusi dengan presisi. Seperti yang diilustrasikan pada Gambar 5, ketika sensor mendeteksi tingkat kekeringan ekstrem (0%), sistem secara mandiri membatasi durasi aktif pompa hanya selama 3 detik, kemudian memutus arus untuk memberikan jeda waktu infiltrasi air ke dalam pori-pori tanah. Mekanisme mekanis ini sangat krusial dalam mencegah fenomena pembacaan semu (*overshoot*) yang kerap mengakibatkan tanaman banjir, mengingat media tanam khusus sukulen membutuhkan waktu resapan yang lebih lambat. Di sisi lain, pada waktu yang bersamaan, pembacaan sensor LDR menunjukkan intensitas cahaya lingkungan sebesar 1793,65 lux (>1300 lux), sehingga sistem mempertahankan kondisi lampu *grow light* tetap padam guna mengoptimalkan efisiensi konsumsi daya listrik.

Selain keandalan fungsional, sistem yang dirakit juga menunjukkan tingkat efisiensi sumber daya yang baik. Pendekatan *Pulsed Irrigation* memastikan pompa hanya menyedot arus listrik tinggi selama interval 3 detik, mencegah terjadinya disipasi panas berlebih

(*overheating*) pada modul *relay* maupun motor pompa. Dalam aspek komunikasi jaringan, protokol pengiriman data ke *server* Blynk terbukti ringan. Dengan memecah interval pengiriman (pembacaan tanah setiap 15 detik, pembacaan cahaya setiap 6 detik, dan sinkronisasi Blynk setiap 7 detik), mikrokontroler ESP32 terhindar dari tumpukan antrean pemrosesan (*blocking*), sehingga antarmuka pada ponsel pengguna tidak mengalami jeda (*latency*) yang signifikan saat menerima telemetri [13].

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan proses implementasi dan pengujian, purwarupa sistem kendali lingkungan tanaman sukulen berbasis IoT ini tidak hanya beroperasi secara efektif, tetapi juga efisien dalam manajemen air dan listrik. Sensor *Soil Moisture* dan modul LDR telah berhasil memetakan kondisi media tanam serta intensitas cahaya ke dalam data kuantitatif yang akurat. Selanjutnya, mikrokontroler ESP32 terbukti andal dalam memproses data tersebut untuk memberikan respons secara otonom. Sebagai bentuk respons terhadap kondisi kekeringan (<30%), sistem menerapkan algoritma *Pulsed Irrigation* untuk menyalakan pompa air secara presisi selama 3 detik. Selain itu, sistem juga akan menghidupkan lampu melalui modul *relay* jika kondisi ruangan terlalu redup (<1300 lux). Dari sisi interaksi pengguna, integrasi alat dengan aplikasi Blynk sangat memudahkan proses pemantauan *real-time* dan pengendalian jarak jauh. Secara keseluruhan, sistem ini terbukti mampu mencegah kesalahan perawatan manual seperti *overwatering* dan etiolasi, sehingga sangat layak digunakan sebagai solusi otomatis untuk budidaya tanaman hias *indoor*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing dan seluruh pihak yang telah memberikan dukungan serta masukan selama proses penelitian ini.

REFERENSI

- [1] Munandar, D. E., Khozin, M. N., & Putri, W. K. (2022). Pengembangan tanaman kaktus dan sukulen sebagai mini garden untuk peningkatan iptek dan kewirausahaan santri Pondok

- Pesantren Nurul Islam Jember. *Jurnal Abdi Insani*, 9(4), 1246-1259.
- [2] Tullah, R., Sutarman, S., & Setyawan, A. H. (2019). Sistem penyiraman tanaman otomatis berbasis mikrokontroler arduino uno pada toko tanaman hias yopi. *Jurnal Sisfotek Global*, 9(1).
- [3] Setiadi, D., & Muhaemin, M. N. A. (2018). Penerapan internet of things (IOT) pada sistem monitoring irigasi (Smart Irigasi). *Infotronik: Jurnal Teknologi Informasi dan Elektronika*, 3(2), 95-102.
- [4] Danita, M., Mathew, B., Shereen, N., Sharon, N., & Paul, J. J. (2018). IoT based automated greenhouse monitoring system. In *2018 Second International Conference on Intelligent Computing and Control Systems (ICICCS)* (pp. 1933-1937). IEEE.
- [5] Anis, N., & Budi, A. S. (2023). Sistem Penyiraman Tanaman Bawang Merah berdasarkan Kondisi Suhu Udara, Kelembapan Tanah, dan PH Tanah dengan Metode Logika Fuzzy. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 7(4), 1810-1816.
- [6] Prayoga, K. A. M. D. (2025). Pengembangan sistem penyiraman dan pemupukan otomatis berbasis ESP32 dengan RTC dan Blynk. *Jurnal Ilmiah Telsinas Elektro, Sipil dan Teknik Informasi*, 8(1), 1-10.
- [7] Saputra, M. J., & Suryono, R. R. (2025). Implementasi Teknologi Irigasi Tetes pada Tanaman Jagung Menggunakan Sensor Soil Moisture dan Mikrokontroler Esp 32. *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, 5(1), 111-118.
- [8] Husdi, H. (2018). Monitoring kelembaban tanah pertanian menggunakan soil moisture sensor fc-28 dan arduino uno. *ILKOM Jurnal Ilmiah*, 10(2), 237-243.
- [9] Anugrah, E., Hasbi, M., & Lukman, M. P. (2021). Penerapan Sistem Monitoring Dan Kendali Pintar Untuk Tanaman Terung Berbasis Internet of Things Dengan Metode Penyiraman Irigasi Tetes. *Jurnal RESISTOR (Rekayasa Sistem Komputer)*, 4(2), 204-212.
- [10] Hariri, R., Novianta, M. A., & Kristiyana, S. (2019). Perancangan Aplikasi Blynk Untuk Monitoring Dan Kendali Penyiramaan Tanaman. *Jurnal Elektrikal*, 6(1), 1-10.
- [11] Prayitno, W. A., Muttaqin, A., & Syauqy, D. (2017). Sistem monitoring suhu, kelembaban, dan pengendali penyiraman tanaman hidroponik menggunakan blynk android. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 1(4), 292-297.
- [12] Handi, H., Fitriyah, H., & Setyawan, G. E. (2019). Sistem pemantauan menggunakan blynk dan pengendalian penyiraman tanaman jamur dengan metode logika Fuzzy. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 3(4), 3258-3265.
- [13] Hidayatullah, P., Orisa, M., & Mahmudi, A. (2022). Rancang Bangun Sistem Monitoring Dan Kontrol Tanaman Hidroponik Berbasis Internet Of Things (IOT). *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 6(2), 1200-1207.