

Pengembangan Sistem Penyiraman dan Pemupukan Otomatis Berbasis ESP32 dengan RTC dan Blynk

Kadek Agus Mahabojana Dwi Prayoga¹, I Gusti Ngurah Agung Pawana P²

Teknologi Telekomunikasi, Universitas Warmadewa, Indonesia
E-mail: mahabojana@warmadewa.ac.id

DOI:
<https://doi.org/10.38043/telsinas.v8i1.6020>

Received:
17 Januari 2025

Accepted:
18 Maret 2025

Publish:
25 April 2025

ABSTRAK: Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem penyiraman dan pemupukan otomatis untuk mengatasi kendala manual dalam bidang pertanian, terutama dalam hal efisiensi waktu dan tenaga. Sistem ini dirancang untuk mendukung proses perawatan tanaman kangkung yang dibudidayakan di rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Warmadewa. Komponen utama yang digunakan meliputi Real Time Clock (RTC) untuk penjadwalan waktu, mikrokontroler berbasis modul ESP32 untuk pengendalian sistem, aplikasi Blynk sebagai antarmuka pengguna, dan smartphone sebagai alat pengendali jarak jauh. Sistem ini diatur agar mampu menyiram dan memupuk hingga 10 tanaman dalam satu siklus operasional, berdasarkan kapasitas pompa air dan distribusi larutan nutrisi yang telah diuji dalam penelitian ini. Jumlah ini dapat disesuaikan dengan kebutuhan melalui pengaturan tambahan pada sistem irigasi dan pemupukan. Pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat menyiram tanaman dengan volume air sebanyak 220 mililiter per menit. Selain itu, sistem hanya akan menyiram dan memupuk tanaman sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan. Untuk tanaman kangkung, penyiraman dilakukan dua kali sehari, sementara pemupukan menggunakan pupuk urea dilakukan sekali dalam seminggu. Hasil penelitian ini membuktikan bahwa sistem bekerja secara optimal dan sesuai dengan spesifikasi yang dirancang, sehingga mampu meningkatkan efisiensi proses perawatan tanaman serta memberikan hasil pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan metode konvensional. Dengan demikian, sistem ini mendukung penerapan teknologi otomatisasi dalam pertanian modern dan berpotensi meningkatkan produktivitas tanaman secara keseluruhan.

Kata Kunci: *ESP32; RTC; Blynk; Sistem Penyiraman Otomatis; Internet of Things (IoT).*

ABSTRACT: The objective of this research is to develop an automated irrigation and fertilization system to address the challenges associated with manual agricultural practices, particularly in terms of time and labor efficiency. The system is designed to support the cultivation of water spinach (*Ipomoea aquatica*) in a greenhouse at the Faculty of Agriculture, Universitas Warmadewa. The key components include a Real-Time Clock (RTC) for scheduling, an ESP32-based microcontroller for system control, the Blynk application as the user interface, and a smartphone for remote operation. The system is configured to irrigate and fertilize up to 10 plants per operational cycle, based on the tested capacity of the water pump and nutrient solution distribution. This capacity can be adjusted according to specific requirements through additional configuration of the irrigation and fertilization system. Testing results indicate that the system can deliver water at a rate of 220 milliliters per minute. Furthermore, irrigation and fertilization are executed strictly according to the predefined schedule. For water spinach, irrigation is performed twice daily, while fertilization with urea is conducted once a week. The findings demonstrate that the system operates optimally and meets the specified design requirements, thereby enhancing the efficiency of plant care and yielding superior growth outcomes compared to conventional methods. Consequently, this system supports the implementation of automation technology in modern agriculture and holds the potential to significantly improve overall crop productivity.

Keyword: *ESP32; RTC; Blynk; Automatic Watering System; Internet of Things (IoT).*

I. PENDAHULUAN

Indonesia, sebagai negara tropis yang terletak di garis khatulistiwa, memiliki dua musim utama, yaitu musim kemarau dan musim hujan. Kondisi iklim ini memberikan keuntungan bagi mayoritas penduduk Indonesia yang bermata pencaharian sebagai petani. Namun, perubahan musim tersebut juga membawa risiko, seperti kekeringan pada musim kemarau dan kelembaban yang berlebihan pada musim

hujan. Kelembaban tanah, sebagai salah satu parameter penting dalam pertanian, berperan langsung terhadap hasil tanaman [1].

Untuk mencapai hasil panen yang optimal, kelembaban tanah perlu dijaga secara konsisten, bahkan pada musim hujan. Kelembaban tanah memfasilitasi transfer unsur hara dan senyawa lain dari tanah ke tanaman, menjaga suhu tanaman, serta mendukung kematangan tanaman [2]. Kondisi ini membutuhkan pengelolaan kelembaban yang teratur melalui penyiraman dan pemupukan yang konsisten dan teratur. Tanaman memerlukan nutrisi dan unsur hara yang berbeda untuk pertumbuhannya, sehingga diperlukan sistem yang mampu memenuhi kebutuhan tersebut.

Sistem penyiraman dan pemupukan otomatis berbasis RTC merupakan solusi yang dapat menjadwalkan pemberian air dan pupuk secara teratur. Beberapa penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem serupa, seperti penggunaan RTC dan sensor kelembaban tanah berbasis Arduino untuk penyiraman otomatis [2], serta sistem pemupukan otomatis berbasis mikrokontroler ESP32 [3]. Penelitian lain juga mengembangkan sistem penyiraman dan pemupukan berbasis IoT dengan sistem monitoring jarak jauh [4]. Namun, penelitian-penelitian tersebut masih memiliki keterbatasan, seperti hanya berfokus pada salah satu aspek, yaitu penyiraman atau pemupukan, tanpa integrasi yang memungkinkan pengendalian kedua proses secara bersamaan. Selain itu, penerapan dalam skala yang lebih luas, terutama untuk sistem otomatisasi yang dapat menjangkau banyak tanaman dalam lingkungan rumah kaca, masih kurang dikaji. Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada pengembangan sistem penyiraman dan pemupukan otomatis berbasis ESP32, RTC, dan IoT melalui aplikasi Blynk, yang tidak hanya menjadwalkan pemberian air dan pupuk secara otomatis tetapi juga memungkinkan pemantauan dan pengendalian jarak jauh dalam skala yang lebih luas.

Penelitian ini berfokus pada tanaman kangkung yang dibudidayakan di rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Warmadewa. Sistem yang dikembangkan menggunakan RTC berbasis modul ESP32 untuk mengatur penyiraman harian dan pemupukan mingguan pada 10 tanaman kangkung secara serentak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja sistem otomatis yang dirancang agar dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman kangkung secara efisien. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mensosialisasikan teknologi mikrokontroler melalui pengenalan dasar-dasar penggunaannya. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat mengembangkan proses penyiraman dan pemupukan dari metode manual menjadi sistem otomatis yang mampu meningkatkan kualitas tanaman secara keseluruhan.

II. LANDASAN TEORI

Modul ESP32 untuk Mikrokontroler Pengendali Sistem

ESP32 adalah mikrokontroler System on Chip (SoC) yang dibuat oleh Espressif Systems. ESP32 memiliki WiFi, Bluetooth versi 4.2, dan berbagai peripheral. ESP32 juga memiliki prosesor, penyimpanan, dan akses pada General Purpose Input Output (GPIO). ESP32 merupakan mikrokontroler penerus ESP8266 yang dibuat oleh Espressif System pada 6 September 2016. Di dalam ESP32 terdapat chip Bluetooth Low Energy (BLE) dan modul WiFi sehingga sangat menunjang dalam pembuatan sistem aplikasi Internet of Things [5].

Modul RTC (Real Time Clock) untuk Penjadwalan Penyiraman

DS 1307 merupakan serial Real-Time Clock dengan konsumsi daya rendah, menggunakan basis BCD (binary –coded decimal) pada perhitungan jam atau kalender ditambah dengan 56 byte NV SRAM. waktu dan kalender menyediakan detik, menit, jam, hari, tanggal, bulan, dan tahun. Perhitungan akhir tanggal bulan disesuaikan otomatis selama pada bulan tersebut kurang dari 31 hari, termasuk koreksi pada tahun kabisat. [6]. DS1307 digunakan pada penelitian ini karena harganya yang lebih terjangkau dan kemudahan integrasinya dalam proyek yang tidak memerlukan presisi waktu tinggi, dibandingkan dengan versi terbarunya yaitu DS3231.

Modul Relay untuk Saklar Elektronik

Relay adalah komponen elektronika berupa saklar elektronik yang digerakkan oleh arus listrik, secara prinsip, relay merupakan dua saklar dengan lilitan kawat pada batang besi (solenoid) di dekatnya ketika solenoid dialiri arus 24 listrik, tuas akan tertarik karena adanya gaya medan magnet yang terjadi

pada solenoid sehingga saklar akan menutup. Pada saat arus dihentikan, gaya magnet akan hilang, tuas akan kembali ke posisi semula dan kontak saklar akan kembali terbuka [7].

Arduino IDE untuk Memprogram ESP32

Arduino Uno adalah papan mikrokontroler yang populer dan serbaguna. Ini adalah versi dasar dari keluarga Arduino dan banyak digunakan dalam proyek elektronik dan pemrograman [8]. Para pengembang telah menciptakan sebuah sistem pengembangan terpadu yang sederhana namun sangat bermanfaat yang disebut dengan Integrated Development Environment (IDE). IDE dapat dijalankan pada banyak sistem operasi yang berbeda. Arduino IDE adalah aplikasi tempat programmer merancang programnya sebelum di upload ke board arduino. Sebagai aplikasi untuk membuat pemrograman (codingan) melalui software inilah arduino/ NodeMCU dilakukan pemrograman untuk melakukan fungsi-fungsi yang dinamakan melalui sintaks pemrograman [9].

Blynk untuk Monitoring dan Kontrol di Smartphone

Blynk adalah sebuah layanan aplikasi yang digunakan untuk mengontrol mikrokontroler dari jaringan internet. Blynk diciptakan dengan tujuan untuk kontrol dan monitoring hardware secara jarak jauh menggunakan komunikasi data internet ataupun intranet (jaringan LAN) [10]. Aplikasi yang disediakan oleh blynk sendiri masih butuh disusun sesuai dengan kebutuhan. Penggunaan aplikasi blynk pada penelitian ini didasari oleh mudahnya implementasi program blynk dengan mikrokontroler, mudahnya pemasangan pada smartphone, penyusunan tampilan aplikasi bisa disesuaikan sendiri sesuai dengan selera [11].

Pompa DC untuk Mengalirkan Air

Motor atau mekanisme yang berfungsi untuk menghisap cairan dari tempat yang rendah ke tempat yang lebih tinggi atau berfungsi untuk menaikkan tekanan cairan dari cairan tekanan rendah ke cairan yang tekanan tinggi dan berfungsi juga sebagai penguat jalannya laju pada suatu jaringan sistem berpindah merupakan fungsi dari pompa air [12]. Mekanisme ini diraih dengan mengubah dari tekanan yang rendah pada sisi masukan atau penghisapan dari tekanan yang tinggi pada sisi keluaran atau pelepasan dari pompa [13].

III. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini, data dikumpulkan melalui observasi langsung di lokasi penelitian, yaitu rumah kaca di Fakultas Pertanian. Pengukuran dilakukan terhadap lahan, mencakup panjang, lebar, dan tinggi area tanam, serta media tanam yang digunakan. Media tanam terdiri dari 10 polybag yang ditempatkan dengan jarak 3 cm satu sama lain untuk mendukung perkembangan tanaman secara optimal.

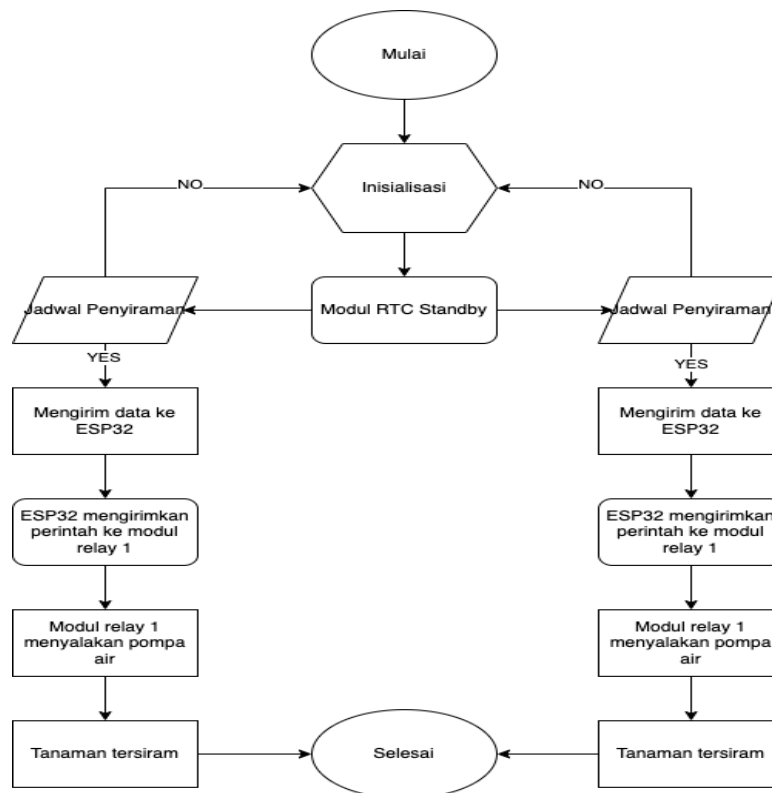
Sistem penyiraman dalam penelitian ini bekerja secara otomatis menggunakan Modul RTC [14], yang telah diprogram untuk menyiram tanaman dua kali sehari, yakni pada pagi dan sore hari. Pada minggu pertama, penyiraman dilakukan selama 1 menit karena daun tanaman masih kecil dan belum memerlukan banyak air. Pada minggu ketiga, durasi penyiraman ditingkatkan menjadi 2 menit guna mengoptimalkan pertumbuhan. Selain itu, pemupukan dilakukan secara terjadwal satu kali dalam seminggu dengan dosis 20 gram pupuk yang dilarutkan dalam 2 liter air.

Untuk mengukur efektivitas sistem, dilakukan pengamatan terhadap kepatuhan sistem dalam menjalankan penyiraman dan pemupukan sesuai jadwal yang telah diprogram dalam RTC [15]. Selain itu, penelitian ini juga membandingkan sistem otomatis dengan metode konvensional dalam hal prosedur penyiraman dan pemupukan guna menilai perbedaan atau kesamaan dalam implementasinya.

Flowchart Cara Kerja Sistem

Pada sistem ini, proses awal yang harus dilakukan adalah inisialisasi melalui deklarasi program menggunakan aplikasi Arduino IDE. Program ini dirancang untuk berjalan berdasarkan input dari modul Real Time Clock (RTC), seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Modul RTC telah disetel untuk menentukan jadwal penyiraman dan pemupukan. Ketika waktu yang telah dijadwalkan tiba, modul RTC akan mengirimkan sinyal ke ESP32. Selanjutnya, ESP32 akan memproses sinyal tersebut dan memberikan perintah kepada modul relay untuk mengaktifkan pompa air atau pompa pupuk, sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan. Sebaliknya, jika waktu penjadwalan yang ditetapkan oleh modul

RTC belum tercapai, ESP32 tidak akan memberikan perintah apa pun, sehingga pompa tetap dalam keadaan tidak aktif. Dengan mekanisme ini, sistem dapat memastikan bahwa proses penyiraman dan pemupukan berlangsung secara otomatis dan sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan.

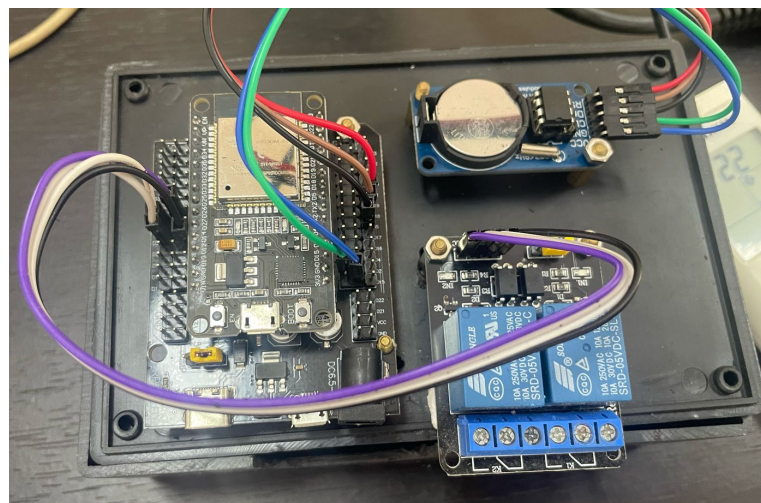


Gambar 1 Flowchart Cara Kerja Sistem

IV. PEMBAHASAN

Pembuatan Perangkat Keras Pada Sistem

Pembuatan perangkat keras pada sistem ini dilakukan dengan menggunakan beberapa komponen utama, yaitu modul ESP32, modul Real Time Clock (RTC), dan modul relay. Komponen-komponen ini dirancang sedemikian rupa untuk dapat mendukung proses penyiraman dan pemupukan otomatis secara terintegrasi, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Perancangan Sistem Perangkat Keras

Dapat dilihat pada gambar 3 semua komponen yang digunakan dirakit dengan rapi dan dikemas dalam sebuah kotak berwarna hitam untuk melindungi perangkat keras dari kerusakan fisik dan mempermudah proses instalasi di lapangan. Kotak ini juga dirancang agar dapat memberikan akses mudah ke port koneksi untuk pemeliharaan sistem.



Gambar 3 Box Komponen

Percobaan Alat Penyiraman

Tahap pengujian dilakukan untuk memastikan pompa bekerja sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan. Berdasarkan hasil percobaan, pompa pertama yang bertugas menyiram air berfungsi dengan baik, di mana air dapat dialirkan melalui semua selang tanpa hambatan. Hal serupa juga terjadi pada pompa kedua yang digunakan untuk menyiram pupuk, di mana pupuk cair berhasil dialirkan dengan lancar ke seluruh tanaman target. Dapat dilihat pada gambar 4 terdapat dua pompa untuk air dan pupuk.



Gambar 4. Tahap Percobaan Sistem

Pengujian juga melibatkan kontrol menggunakan aplikasi Blynk. Ketika aplikasi Blynk dalam keadaan OFF atau nonaktif, pompa secara otomatis berhenti bekerja untuk menghemat sumber daya dan menghindari penyiraman yang tidak diperlukan, seperti yang ditunjukkan smartphone pada Gambar 5.



Gambar 5. Aplikasi Blynk Dalam Keadaan OFF atau nonaktif

Sebaliknya, ketika aplikasi Blynk dalam keadaan ON atau aktif, pompa mulai bekerja dan melaksanakan tugas penyiraman atau pemupukan sesuai dengan pengaturan jadwal yang telah ditentukan, seperti smartphone yang terdapat pada gambar 6.



Gambar 6. Aplikasi Blynk Dalam Keadaan ON atau aktif

Selain itu, sistem pemupukan otomatis dirancang untuk beroperasi setiap seminggu sekali, tepatnya pada hari Jumat sore. Hal ini disesuaikan dengan kebutuhan tanaman kangkung untuk mendapatkan nutrisi

secara konsisten tanpa *over-fertilizing*. Gambar 7 menunjukkan pompa untuk sistem pemupukan aktif pada hari jumat.



Gambar 7. Pemupukan Otomatis

Hasil Pertumbuhan Tanaman Dalam Satu minggu

Pengamatan terhadap pertumbuhan tanaman kangkung dilakukan selama satu minggu untuk mengevaluasi efektivitas sistem. Pada hari pertama, tinggi rata-rata tanaman mencapai 20 cm dengan jumlah daun sebanyak 18 helai (Gambar 8). Data ini menjadi titik awal untuk menilai bagaimana sistem penyiraman dan pemupukan otomatis berkontribusi terhadap pertumbuhan tanaman.



Gambar 8. Pertumbuhan Tanaman Pada Hari Pertama

Pada hari keempat, tinggi tanaman meningkat menjadi 25 cm, menunjukkan pertumbuhan 5 cm dalam tiga hari, atau sekitar 25% dari tinggi awal. Selain itu, jumlah daun bertambah menjadi 20 helai, yang berarti ada penambahan dua helai daun dalam tiga hari (Gambar 9). Hal ini menunjukkan bahwa

sistem berfungsi dengan baik dalam menjaga kelembaban tanah dan memberikan nutrisi yang cukup sesuai dengan kebutuhan tanaman.



Gambar 9. Pertumbuhan Tanaman Pada Hari Ke-4

Pada hari ketujuh, tanaman kangkung mencapai tinggi 27 cm dengan 22 helai daun (Gambar 10). Ini menunjukkan bahwa dalam tiga hari terakhir, pertumbuhan tinggi melambat dengan hanya bertambah 2 cm, sedangkan jumlah daun bertambah 2 helai. Meskipun pertumbuhan tidak secepat pada periode sebelumnya, hasil ini menunjukkan bahwa sistem dapat mempertahankan kondisi optimal bagi tanaman. Secara keseluruhan, peningkatan tinggi tanaman sebesar 35% dalam seminggu dan penambahan daun sebanyak empat helai menunjukkan bahwa sistem ini efektif dalam mendukung pertumbuhan tanaman kangkung..



Gambar 10. Pertumbuhan Tanaman Pada Hari ke-7

Tabel 1 menunjukkan jadwal penyiraman dan pemupukan otomatis yang diterapkan selama penelitian untuk perawatan tanaman kangkung di rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Warmadewa. Sistem ini telah diprogram untuk melakukan penyiraman dua kali sehari (pagi dan sore) dan pemupukan sekali seminggu.

Tabel 1. Hasil Penyiraman dan Pemupukan Tanaman Otomatis

Hari	Jenis	Jam Penyiraman	Jam Pemupukan	Status Penyiraman	Status Pemupukan
Selasa	Penyiraman	08.00 & 18.00	-	ON	OFF
Rabu	Penyiraman	08.00 & 18.00	-	ON	OFF
Kamis	Penyiraman	08.00 & 18.00	-	ON	OFF
Jumat	Pemupukan	08.00 & 18.00	18.00	ON	ON
Sabtu	Penyiraman	08.00 & 18.00	-	ON	OFF
Minggu	Penyiraman	08.00 & 18.00	-	ON	OFF
Senin	Penyiraman	08.00 & 18.00	-	ON	OFF

Sistem yang dikembangkan secara otomatis mengatur jadwal penyiraman dua kali sehari pada pukul 08.00 dan 18.00, berlangsung setiap hari mulai dari Selasa hingga Senin. Pada hari Jumat, sistem melakukan pemupukan sekali pada pukul 18.00. Selama periode pengujian, sistem beroperasi sesuai dengan jadwal yang telah diprogram, memastikan penyiraman dan pemupukan dilakukan dengan tepat waktu sesuai kebutuhan tanaman.

Berdasarkan hasil percobaan, dapat dianalisis bahwa jadwal penyiraman dua kali sehari yang diterapkan dalam sistem terbukti efektif dalam menjaga kelembaban tanah yang diperlukan oleh tanaman kangkung. Penyiraman pada pagi dan sore hari memungkinkan tanaman untuk mendapatkan cukup air pada waktu yang tepat, menghindari kekeringan atau kelebihan air, yang dapat mempengaruhi pertumbuhannya.

Pemupukan yang dilakukan setiap minggu pada hari Jumat sore, pada jam yang telah ditentukan, membantu tanaman kangkung mendapatkan nutrisi yang konsisten tanpa risiko over-fertilizing. Hal ini berkontribusi pada pertumbuhan tanaman yang sehat dan optimal. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa pada hari ketujuh, tanaman kangkung mengalami pertumbuhan yang signifikan, dengan tinggi mencapai 27 cm dan jumlah daun sebanyak 22 helai.

Secara keseluruhan, jadwal yang diatur oleh sistem ini, yang dikendalikan oleh ESP32 dan dijadwalkan menggunakan RTC, bekerja dengan baik dan sesuai dengan spesifikasi yang telah dirancang. Penggunaan teknologi otomatisasi dalam proses perawatan tanaman melalui aplikasi Blynk mampu meningkatkan efisiensi waktu dan tenaga dalam pertanian, terutama dalam menjaga kondisi tanaman agar tetap optimal. Namun, perlu dicatat bahwa faktor eksternal seperti suhu dan kelembaban udara tidak dikontrol dalam penelitian ini. Variasi kondisi lingkungan tersebut dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman, sehingga hasil yang diperoleh sepenuhnya bergantung pada efektivitas sistem dalam menjaga kelembaban tanah dan memberikan nutrisi yang cukup. Meskipun demikian, sistem ini tetap dapat diadaptasi untuk berbagai kebutuhan pertanian lainnya, memberikan kontribusi pada penerapan teknologi pertanian modern yang lebih efektif dan efisien.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian, penelitian ini menunjukkan bahwa sistem penyiraman dan pemupukan tanaman otomatis berbasis ESP32 dengan RTC dan Blynk dapat meningkatkan efisiensi perawatan tanaman kangkung. Dalam sekali penyiraman, sistem mampu mengeluarkan air sebanyak 220 mililiter per menit dan bekerja secara terjadwal, sehingga penyiraman hanya dilakukan dua kali sehari, sementara pemupukan cukup sekali dalam seminggu menggunakan pupuk urea. Dengan dukungan teknologi IoT, sistem ini memungkinkan pemantauan dan pengendalian secara real-time dari jarak jauh, memberikan kemudahan dalam pengelolaan pertanian. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan dapat menjadi model dalam penerapan IoT untuk pertanian skala kecil dan

menengah, serta berkontribusi dalam pengembangan teknologi otomatisasi pertanian yang lebih efisien dan modern.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Widodo dan S. Artikel, “Sistem Akuisisi Data Kelembaban Tanah Menggunakan Jaringan Sensor Nirkabel Berbasis Zigbee Info Artikel,” *Edu ElektriKa*, vol. 6, no. 1, 2017, [Daring]. Tersedia pada: <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/eduel>
- [2] H. Karamina, W. Fikrinda, dan A. T. Murti, “Kompleksitas pengaruh temperatur dan kelembaban tanah terhadap nilai pH tanah di perkebunan jambu biji varietas kristal (*Psidium guajava* L.) Bumiaji, Kota Batu,” *Jurnal Kultivasi*, vol. 16, hlm. 430–434, Des 2017.
- [3] A. D. Novianto, I. N. Farida, dan J. Sahertian, “Alat Penyiram Tanaman Otomatis Berbasis IoT Menggunakan Metode Fuzzy Logic,” Seminar Nasional Inovasi Teknologi, Jul 2021.
- [4] I. Wayan *dkk.*, “Rancangan Alat Penyiraman dan Pemupukan Tanaman Berbasis IoT,” *JNATIA*, vol. 2, no. 1, 2023.
- [5] Ahmad Syafi’i, Abdul Hamid Kurniawan, dan Rusda, “Alat Penyiram Tanaman Otomatis Berbasis ESP32 Desa Purwajaya,” *PoliGrid*, vol. 5, no. 2, Des 2024, doi: 10.46964/poligrid.v5i2.47.
- [6] Tadu Puasandi, “Sistem Akses Kontrol Kunci Elektrik Menggunakan Pembacaan E-KTP,” Universitas Brawijaya, 2014.
- [7] J. Eka Candra dan A. Maulana Universitas Putera Batam, “Penerapan Soil Moisture Sensor Untuk Desain System Penyiram Tanaman Otomatis,” *SNISTEK*, Sep 2019.
- [8] K. Kadek Agus Mahabojana Dwi Prayoga, M. Dika Nugraha, dan N. Gunantara, “Digital Queue Prototype at West Denpasar Auxiliary Health Center,” *Indonesian Journal of Electrical and Electronics Engineering (INAJEEE)*, vol. 6, no. 2, hlm. 10–13, 2023, doi: 10.26740/inajeee.v6n2.
- [9] W. Suriana, I. Gede, A. Setiawan, I. Made, dan S. Graha, “Rancang Bangun Sistem Pengaman Kotak Dana Punia berbasis Mikrokontroler NodeMCU ESP32 dan Aplikasi Telegram,” *TELSINAS*, vol. 4, no. 2, 2021.
- [10] Ngakan Kutha Krisnawijaya dan I Nyoman Gede Adrama, “Rancang Bangun Portabel Online Datalogger Untuk Mengukur Potensi Debit Aliran Sungai Berbasis Internet Of Things,” *TELSINAS*, vol. 2, Sep 2019.
- [11] A. A. Winata, E. Kurniawan, S. Hasugian, dan V. V. Efendi, “Perancangan Sistem Monitoring Kondisi Solar Panel Tracking Menggunakan Aplikasi Blynk,” *Marine Electrical*, 2022. [Daring]. Tersedia pada: <http://arduino.cc/>
- [12] I. Wayan Utama, A. Wahyudi Oktavia Gama, I. Gede Artha Negara, dan M. Yusrul Falah, “Sistem Monitoring Penyiraman Otomatis Tanaman Bunga Gemitir Menggunakan Aplikasi Mobile dan Web Thingspeak,” *TELSINAS*, vol. 4, no. 2, 2021.
- [13] S. Fuadi dan O. Candra, “Prototype Alat Penyiram Tanaman Otomatis dengan Sensor Kelembaban dan Suhu Berbasis Arduino,” *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, vol. 1, no. 1, 2020.
- [14] A. Jalil, A. R. Yahya, N. A. Rahmadhanisa, dan A. M. Azzayni, “Potensi Penggunaan Energi Terbarukan dalam Alat dan Mesin Pertanian (Pemanfaatan Pompa Air Tenaga Surya Untuk Sistem Irigasi Pertanian),” 2024.
- [15] R. Wulandari, N. Nurdiyanto, T. Taryo, dan N. Nunu, “Rancang Bangun Sistem Irigasi Otomatis Berbasis RTC Menggunakan Solar Panel,” *IJEIS (Indonesian Journal of Electronics and Instrumentation Systems)*, vol. 12, no. 2, hlm. 213, Okt 2022, doi: 10.22146/ijeis.78422.