

Sistem Monitoring Tanaman Hidroponik Selada Berbasis IoT

Pandu Surya Abiansyah^{1*}, AlFriska Fefviana Sigit Saputra², Alif Fahmi Syaifuddin³, Pramono⁴

¹Teknik Informatika/Fakultas Ilmu
Komputer
Universitas Duta Bangsa
^{1*}230103114@mhs.udb.ac.id

²Teknik Informatika/Fakultas Ilmu
Komputer
Universitas Duta Bangsa
²230103087@mhs.udb.ac.id

³Teknik Informatika/Fakultas Ilmu
Komputer
Universitas Duta Bangsa
³230103088@mhs.udb.ac.id

⁴Teknik Informatika/Fakultas Ilmu
Komputer
Universitas Duta Bangsa
⁴Pramono@udb.ac.id

Abstrak— Budidaya tanaman hidroponik memerlukan pemantauan kondisi lingkungan secara berkelanjutan, terutama pada parameter suhu, kelembapan udara, pH larutan nutrisi, dan ketinggian air. Pemantauan secara manual kurang efisien karena memerlukan kehadiran pembudidaya secara berkala dan berpotensi menyebabkan keterlambatan penanganan ketika terjadi perubahan kondisi tanaman. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring tanaman hidroponik selada berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan mikrokontroler ESP32. Sistem memanfaatkan sensor DHT11 untuk mengukur suhu dan kelembapan, sensor pH untuk mengukur tingkat keasaman larutan nutrisi, serta sensor ultrasonik HC-SR04 untuk memantau ketinggian air. Data sensor dikirim melalui jaringan WiFi ke platform Blynk sehingga dapat dipantau secara real-time melalui perangkat mobile maupun web. Pengujian dilakukan menggunakan metode blackbox testing dan pengujian akurasi sensor DHT11. Hasil pengujian menunjukkan seluruh skenario fungsional berjalan sesuai rancangan. Sensor DHT11 menghasilkan nilai selisih sebesar 0,49°C terhadap alat ukur referensi, sedangkan sensor pH berhasil mengklasifikasikan larutan ke dalam kategori asam, netral, dan basa sesuai logika sistem. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu melakukan monitoring hidroponik secara real-time dan mendukung pengelolaan tanaman secara lebih efektif.

Kata kunci— Internet of Things, Hidroponik, ESP32, Monitoring, Blynk.

Abstract— Hydroponic plant cultivation requires continuous monitoring of environmental conditions, particularly temperature, air humidity, nutrient solution pH, and water level. Manual monitoring is considered inefficient because it requires the periodic physical presence of growers and may lead to delayed responses when environmental conditions change. This study aims to design and implement an Internet of Things (IoT)-based monitoring system for lettuce hydroponic cultivation using an ESP32 microcontroller. The system utilizes a DHT11 sensor to measure temperature and humidity, a pH sensor to determine the acidity level of the nutrient solution, and an HC-SR04 ultrasonic sensor to monitor water level. Sensor data are transmitted via a WiFi network to the Blynk platform, allowing real-time monitoring through mobile and web applications. System testing was conducted using black-box testing and DHT11 sensor accuracy evaluation. The results showed that all functional test scenarios operated according to the system design. The DHT11 sensor produced an average measurement difference of 0.49°C compared to a reference measuring instrument, while the pH sensor successfully classified the solution into acidic, neutral, and alkaline categories according to the programmed logic. The developed system is capable of performing real-time hydroponic monitoring and supporting more effective crop management.

Keywords— Internet of Things, Hydroponics, ESP32, Monitoring, Blynk.

I. PENDAHULUAN

Hidroponik merupakan inovasi budidaya pertanian yang menggunakan air sebagai media tanam utama pengganti tanah [1]. Dalam penerapannya, sistem hidroponik terbukti mampu menghasilkan tanaman yang sehat dengan kontrol nutrisi yang presisi [2]. Keberhasilan budidaya ini, khususnya pada tanaman selada yang sangat sensitif terhadap

perubahan lingkungan, bergantung pada stabilitas parameter air seperti suhu, kelembapan, dan tingkat keasaman (pH) [3]. Perubahan nilai pH secara drastis dapat menghambat penyerapan unsur hara yang berdampak langsung pada terhambatnya pertumbuhan sayuran [4]. Oleh karena itu, parameter tersebut mutlak memerlukan pemantauan secara kontinu.

Pemantauan manual terhadap parameter-parameter tersebut memiliki keterbatasan, terutama dalam hal konsistensi dan kecepatan

respons. Teknologi Internet of Things (IoT) hadir sebagai solusi, yaitu suatu ekosistem perangkat elektronik bersensor yang saling terhubung dan mampu mengumpulkan, mengirimkan, serta memproses data secara otomatis [5]. Penerapan IoT dalam bidang pertanian memungkinkan pemantauan jarak jauh secara real-time, pencatatan data historis, serta pemberian notifikasi otomatis ketika nilai parameter melewati ambang batas yang ditentukan [6].

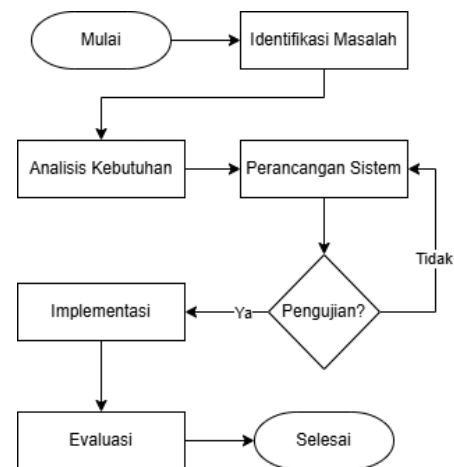
Beberapa penelitian sebelumnya telah mengkaji penerapan IoT pada sistem hidroponik. Karim [3] mengembangkan sistem monitoring hidroponik menggunakan Arduino UNO dan NodeMCU yang mampu memantau kondisi tanaman secara jarak jauh. Doni dan Rahman [2] mengimplementasikan sistem serupa menggunakan NodeMCU ESP8266 yang terbukti mampu mengirimkan data sensor secara real-time. Namun, penelitian-penelitian tersebut belum mengintegrasikan pemantauan pH, suhu, kelembapan, dan ketinggian air secara bersamaan dalam satu platform yang mudah diakses melalui perangkat mobile.

Penelitian ini mengembangkan sistem monitoring tanaman hidroponik selada berbasis IoT menggunakan mikrokontroler ESP32 yang dilengkapi sensor DHT11 untuk suhu dan kelembapan, sensor pH untuk keasaman larutan nutrisi, serta sensor ultrasonik HC-SR04 untuk memantau ketinggian air. Data dari seluruh sensor dikirimkan melalui protokol HTTP ke platform Blynk yang dapat diakses melalui aplikasi mobile maupun dashboard web secara real-time. Tujuan penelitian ini adalah merancang, mengimplementasikan, dan menguji sistem monitoring hidroponik berbasis IoT yang dapat mempermudah pembudidaya dalam memantau dan merespons kondisi tanaman secara cepat dan akurat.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam penelitian ini, proses pengembangan sistem terdiri dari beberapa tahapan, yaitu identifikasi masalah, analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, pengujian, dan evaluasi. Tahapan penelitian tersebut dilakukan secara sistematis untuk menghasilkan

sistem monitoring hidroponik tanaman selada berbasis Internet of Things (IoT) yang mampu melakukan pemantauan kondisi tanaman secara real-time. Alur tahapan penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

A. Identifikasi Masalah

Tahap awal penelitian dimulai dengan mengidentifikasi permasalahan yang terjadi pada budidaya hidroponik konvensional, yaitu sulitnya pemantauan parameter lingkungan seperti pH, suhu, kelembapan, dan ketinggian air secara kontinu dan real-time. Pemantauan manual dinilai tidak efisien karena membutuhkan kehadiran fisik pembudidaya secara berkala dan rentan terhadap keterlambatan respons ketika kondisi tanaman memburuk.

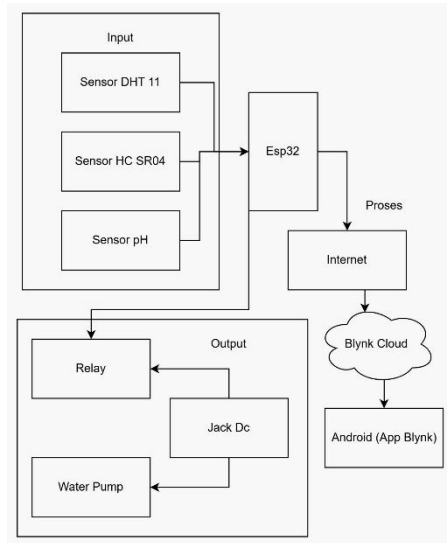
B. Analisis Kebutuhan

Berdasarkan hasil identifikasi masalah, ditentukan kebutuhan sistem sebagai berikut. Dari sisi perangkat keras, sistem membutuhkan mikrokontroler ESP32, sensor DHT11 untuk suhu dan kelembapan, sensor pH dengan modul BNC, sensor ultrasonik HC-SR04 untuk ketinggian air, relay, water pump, jack DC, dan kabel jumper. Dari sisi perangkat lunak, sistem membutuhkan Arduino IDE sebagai lingkungan pengembangan, library Arduino pendukung sensor, serta platform Blynk sebagai dashboard monitoring yang dapat diakses melalui aplikasi mobile dan web [7].

C. Perancangan Sistem

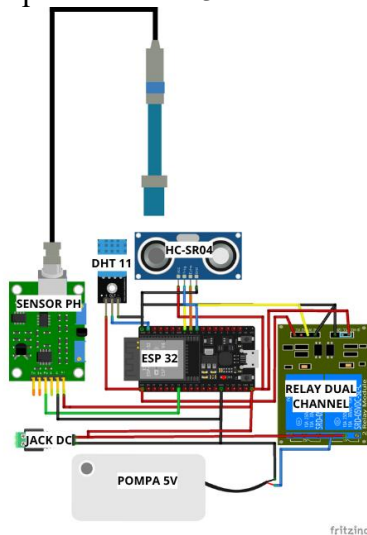
Sistem dirancang dengan arsitektur tiga lapis, yaitu lapisan perangkat keras (sensor dan

mikrokontroler), lapisan komunikasi (protokol HTTP melalui jaringan WiFi), dan lapisan antarmuka pengguna (dashboard Blynk). Gambaran umum arsitektur sistem ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Blok Sistem

ESP32 dipilih sebagai mikrokontroler utama karena memiliki kemampuan koneksi WiFi terintegrasi sehingga mendukung pengiriman data secara nirkabel tanpa modul tambahan [8]. Perancangan rangkaian sistem secara lengkap ditunjukkan pada Gambar 3.

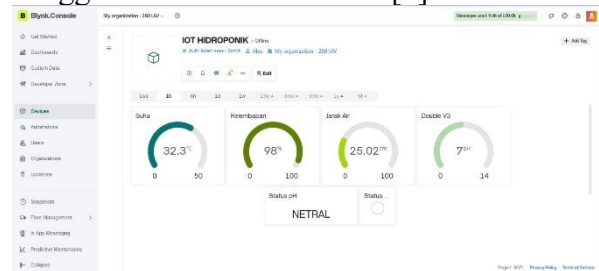


Gambar 3. Desain Rangkaian Sistem

Pada rangkaian tersebut, sensor pH dihubungkan ke ESP32 melalui modul penguat sinyal pH (board BNC) yang berfungsi mengkonversi sinyal analog dari elektroda menjadi nilai digital yang dapat dibaca

mikrokontroler. Elektroda sensor pH ditempatkan terpisah dari komponen bertegangan tinggi untuk meminimalkan interferensi noise elektromagnetik. Sensor DHT11 dihubungkan langsung ke pin GPIO ESP32 untuk membaca data suhu dan kelembapan secara digital. Sensor ultrasonik HC-SR04 diposisikan tegak lurus di atas permukaan air agar pembacaan jarak lebih akurat. Relay dihubungkan ke ESP32 untuk mengendalikan water pump melalui Jack DC.

Antarmuka pengguna dirancang pada platform Blynk dalam dua versi. Desain dashboard versi web ditunjukkan pada Gambar 4, sedangkan desain dashboard versi Android ditunjukkan pada Gambar 5. Kedua dashboard menampilkan nilai suhu, kelembapan, pH beserta statusnya, dan ketinggian air secara real-time [9].



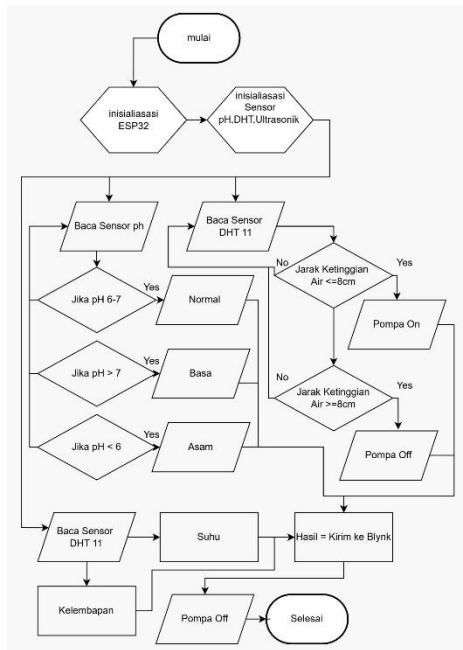
Gambar 4. Desain Dashboard Blynk Web



Gambar 5. Desain Dashboard Blynk Android

D. Pemrograman

Pemrograman mikrokontroler dilakukan menggunakan Arduino IDE. Alur logika program secara keseluruhan ditunjukkan pada Gambar 6.



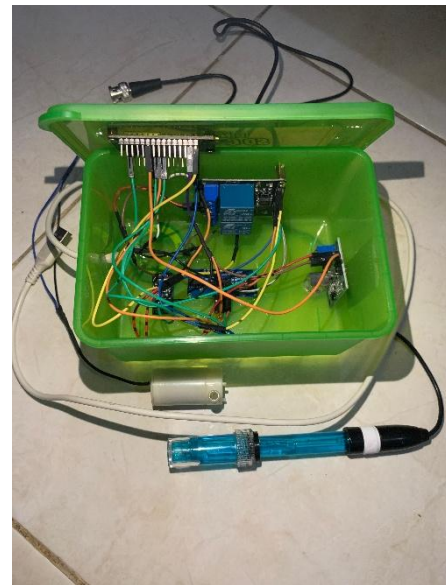
Gambar 6. Flowchart Sistem

Program utama mencakup inisialisasi seluruh sensor dan koneksi WiFi, logika pembacaan dan klasifikasi data sensor, konversi jarak ultrasonik menjadi nilai ketinggian air menggunakan rumus $Tinggi\ Air = H - Jarak\ Ultrasonik$, serta pengiriman data ke platform Blynk melalui protokol HTTP secara periodik. Sensor pH mengklasifikasikan nilai ke dalam tiga kategori: Asam ($pH < 6$), Normal ($pH 6-7$), dan Basa ($pH > 7$) [10].

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Implementasi Sistem

Implementasi sistem dilakukan dengan merakit seluruh komponen perangkat keras sesuai skema perancangan yang telah dibuat dan juga pembuatan media tanam hidroponik. Hasil perakitan fisik sistem ditunjukkan pada Gambar 7. Sedangkan Media Tanam Hidroponik ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 7. Hasil Perakitan Sistem Monitoring Hidroponik



Gambar 8. Media Tanam Hidroponik

Pada implementasi rangkaian tersebut, ESP32 dihubungkan dengan sensor DHT11, sensor pH melalui modul BNC, sensor ultrasonik HC-SR04, serta relay yang mengendalikan water pump melalui Jack DC. Beberapa hal teknis yang diperhatikan selama implementasi antara lain: kabel elektroda sensor pH dijauhkan dari sumber noise seperti kabel USB dan water pump, seluruh ground komponen disatukan untuk menstabilkan referensi tegangan, serta sensor HC-SR04 dipasang tegak lurus di atas permukaan air.

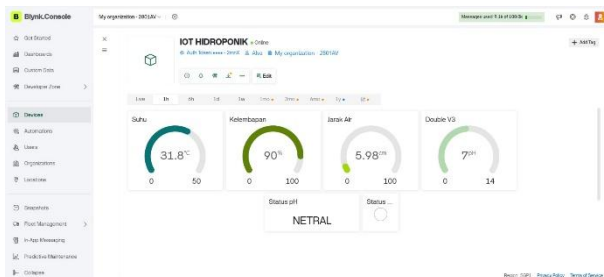
Setelah perakitan selesai, sistem berhasil terhubung ke jaringan WiFi dan data sensor mengalir secara stabil ke dashboard Blynk.

Sistem kemudian diimplementasikan langsung pada media tanam hidroponik tanaman selada sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 9. Selada dipilih sebagai tanaman uji karena sangat sensitif terhadap perubahan parameter lingkungan, khususnya pH, sehingga menjadi objek yang tepat untuk memvalidasi kinerja sistem monitoring secara nyata.



Gambar 9. Implementasi Sistem pada Media Tanam Hidroponik Selada

Tampilan dashboard versi web saat sistem berjalan ditunjukkan pada Gambar 10, sedangkan tampilan versi Android ditunjukkan pada Gambar 11.



Gambar 10. Tampilan Dashboard Blynk Web saat Sistem Berjalan



Gambar 11. Tampilan Dashboard Blynk Android saat Sistem Berjalan

Dashboard menampilkan data sensor secara real-time sehingga pembudidaya dapat segera melakukan tindakan korektif.

B. Pengujian Fungsional

Pengujian fungsional dilakukan untuk memverifikasi bahwa setiap komponen sistem bekerja sesuai dengan skenario yang telah dirancang. Hasil pengujian blackbox disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Blackbox

No	Skenario Pengujian	Input	Output yang Diharapkan	Hasil
1	Sensor ultrasonik membaca ketinggian rendah	Ketinggian air ≤ 8 cm	Pompa On	Berhasil
2	Sensor ultrasonik membaca ketinggian normal	Ketinggian air ≥ 8 cm	Pompa Off	Berhasil
3	Sensor DHT11 membaca suhu dan kelembapan	Perubahan suhu dan kelembapan	Menampilkan data suhu dan kelembapan	Berhasil
4	Sensor pH membaca kondisi asam	pH < 6	Menampilkan "Asam" di Blynk	Berhasil
5	Sensor pH membaca kondisi normal	pH 6–7	Menampilkan "Normal" di Blynk	Berhasil

6	Sensor pH membaca kondisi basa	pH > 7	Menampilkan "Basa" di Blynk	Berhasil
7	Koneksi WiFi dan pengiriman data	WiFi aktif	Data tampil di dashboard Blynk	Berhasil
8	Tampilan data suhu di Blynk	Sensor suhu diaktifkan	Output suhu tampil di Blynk	Berhasil
9	Tampilan data ketinggian air di Blynk	Sensor ultrasonik diaktifkan	Output ketinggian air tampil di Blynk	Berhasil

Seluruh skenario pengujian blackbox menunjukkan hasil yang sesuai dengan output yang diharapkan. Hal ini membuktikan bahwa sistem telah berfungsi secara fungsional mencakup akuisisi data sensor, pengiriman data melalui protokol HTTP, visualisasi pada dashboard Blynk, serta kontrol LED indikator [11].

C. Pengujian Sensor Suhu DHT 11

Pengujian akurasi sensor DHT11 dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan sensor terhadap alat ukur suhu ruangan yang telah terkalibrasi sebanyak 10 kali pengukuran. Hasil pengujian disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan Pembacaan Sensor DHT11 dengan Alat Ukur Standar

No	DHT11	Alat Ukur	Selisih
1	26,50°C	27,4°C	0,90 °C
2	28,6°C	29,2°C	0,60 °C
3	27,56°C	27,88°C	0,32°C
4	27,54°C	27,78°C	0,24 °C
5	26,40°C	26,87°C	0,47 °C
6	26,62°C	27,13°C	0,51 °C
7	26,40°C	27°C	0,60 °C
8	27,40°C	27,94°C	0,54 °C
9	26,33°C	26,67°C	0,34 °C
10	26,21°C	26,63°C	0,42 °C

Selisih rata-rata sebesar 0,49°C masih berada dalam batas toleransi spesifikasi sensor DHT11 sebesar $\pm 1^\circ\text{C}$ [12]. Dengan demikian, sensor DHT11 dinilai layak dan andal untuk kebutuhan monitoring suhu pada sistem hidroponik ini.

D. Pengujian Sensor pH

Pengujian sensor pH dilakukan dengan mengukur berbagai kondisi larutan mulai dari kisaran asam hingga basa untuk memverifikasi kemampuan klasifikasi sistem. Hasil pembacaan sensor pH disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pembacaan Sensor pH

No	Nilai pH Tebaca	Klasifikasi
1	4,7	Asam

2	5,4	Asam
3	6,8	Netral
4	6,2	Netral
5	7,9	Basa

Sensor pH berhasil mengklasifikasikan kondisi larutan ke dalam tiga kategori sesuai logika yang telah diprogram. Pada pengujian operasional melalui dashboard Blynk, nilai pH larutan nutrisi hidroponik selada terpantau stabil di kisaran 6,33 yang tergolong kondisi normal. Rentang pH optimal untuk pertumbuhan tanaman selada adalah 6,0–7,0 [10], sehingga nilai tersebut mendukung penyerapan unsur hara secara optimal. Proses kalibrasi menggunakan larutan buffer dilakukan sebelum pengujian untuk meningkatkan keandalan pembacaan sensor [13].

E. Pengujian Sensor Ultrasonic HC-SR04

Sensor HC-SR04 digunakan untuk memantau ketinggian air pada penampungan air hidroponik. Pembacaan awal sensor menghasilkan nilai jarak dari sensor ke permukaan air. Untuk meningkatkan keterbacaan secara operasional, diterapkan konversi menggunakan rumus Tinggi Air = H – Jarak Ultrasonik, di mana H merupakan jarak tetap dari sensor ke dasar wadah. Setelah konversi diterapkan, nilai yang ditampilkan pada dashboard menjadi lebih intuitif dan sesuai kondisi aktual wadah. Pengujian blackbox membuktikan bahwa pompa merespons dengan benar ketika ketinggian air berada di bawah ambang batas 8 cm.

F. Evaluasi Sistem

Berdasarkan seluruh hasil pengujian, sistem monitoring hidroponik berbasis IoT yang dikembangkan telah berhasil diimplementasikan dan diuji secara langsung pada media tanam hidroponik berisi tanaman selada usia 1-2 minggu. Selama pengujian berlangsung, sistem berhasil memantau seluruh parameter lingkungan tanaman selada secara real-time melalui perangkat mobile maupun web.

Dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yang menggunakan NodeMCU ESP8266 [4] dan Arduino UNO [2], sistem yang dikembangkan menawarkan keunggulan berupa integrasi parameter yang lebih lengkap — mencakup pH, suhu, kelembapan, dan ketinggian air — dalam satu platform dashboard yang dapat diakses

secara mobile. Hal ini sejalan dengan kebutuhan pembudidaya modern yang memerlukan solusi monitoring terpadu dan mudah dioperasikan [1].

Meski demikian, terdapat beberapa aspek yang perlu ditingkatkan pada pengembangan selanjutnya. Kalibrasi sensor pH perlu dilakukan secara lebih berkala mengingat elektroda pH rentan terhadap gangguan noise elektromagnetik. Selain itu, konversi pembacaan HC-SR04 menjadi nilai ketinggian air perlu divalidasi pada seluruh rentang pengukuran untuk memastikan konsistensi error yang merata.

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini telah berhasil merancang, mengimplementasikan, dan menguji sistem monitoring tanaman hidroponik selada berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terintegrasi dengan sensor DHT11, sensor pH, dan sensor ultrasonik HC-SR04. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut.

Pertama, sistem monitoring hidroponik berbasis IoT berhasil dirancang dan diimplementasikan dengan mengintegrasikan empat parameter pemantauan sekaligus, yaitu suhu, kelembapan, pH larutan nutrisi, dan ketinggian air dalam satu platform dashboard Blynk yang dapat diakses melalui aplikasi mobile maupun web secara real-time.

Kedua, hasil pengujian fungsional menggunakan metode blackbox testing menunjukkan bahwa seluruh 10 skenario pengujian berhasil dengan output yang sesuai, membuktikan bahwa sistem telah berfungsi dengan baik mencakup akuisisi data sensor, pengiriman data melalui protokol HTTP, visualisasi dashboard, dan pompa otomatis.

Ketiga, hasil pengujian akurasi sensor DHT11 menunjukkan nilai Mean Absolute Error (MAE) sebesar 0,49°C terhadap alat ukur standar, yang masih berada dalam batas toleransi spesifikasi sensor sebesar $\pm 1^\circ\text{C}$, sehingga sensor dinilai layak digunakan untuk kebutuhan monitoring suhu pada sistem hidroponik.

Keempat, sistem pada platform Blynk berhasil memberikan peringatan kepada pembudidaya

ketika nilai pH berada di luar rentang optimal (6,0–7,0) untuk tanaman selada, sehingga tindakan korektif seperti penambahan larutan pH-up atau pH-down dapat dilakukan lebih cepat dan tepat.

Secara keseluruhan, sistem yang dikembangkan telah memadai sebagai prototipe sistem monitoring hidroponik berbasis IoT dan siap dikembangkan lebih lanjut pada instalasi hidroponik sesungguhnya. Pengembangan selanjutnya dapat difokuskan pada peningkatan akurasi kalibrasi sensor pH, penambahan fitur kendali otomatis (automation), serta pengujian pada kondisi lingkungan yang lebih bervariasi.

REFERENSI

- [1] D. Adiputra *et al.*, "Penerapan Teknologi Hidroponik Berbasis IoT Untuk Mendukung Pengembangan Desa Wisata Edukasi," vol. 2, no. 2, pp. 200–209, 2022.
- [2] R. Doni and M. Rahman, "Sistem Monitoring Tanaman Hidroponik Berbasis IoT (Internet of Thing) Menggunakan Nodemcu ESP8266," vol. 4, no. September, pp. 516–522, 2020.
- [3] S. Karim, "Sistem Monitoring pada Tanaman Hidroponik menggunakan Arduino UNO dan NodeMCU," vol. 22, no. 1, pp. 75–79, 2021.
- [4] D. Muriyatmoko, R. Kurnia, S. N. Utama, and A. Musthafa, "Sistem Monitoring Jarak Jauh Kontrol pH Tanaman Selada Dengan Media Hidroponik," vol. 11, no. 1, 2023.
- [5] A. Widiastono *et al.*, *Solusi Pintar untuk Dunia Modern*.
- [6] P. Hadi and A. Jalil, "Pemanfaatan Internet of Things (IoT) dalam Pengembangan Pertanian Cerdas : Studi Komparatif Beberapa Negara," vol. 11, no. 1, pp. 76–84, 2026.
- [7] P. Yudhaprakosa *et al.*, "Sistem Otomasi dan Monitoring Tanaman Hidroponik Berbasis Real Time," vol. 3, no. 4, pp. 3285–3293, 2019.
- [8] T. Pustaka, "RANCANG BANGUN ON OFF SEPEDA MOTOR MENGGUNAKAN WIFI DENGAN ESP32," vol. 9, no. 3, pp. 4383–4389, 2025.
- [9] W. Setianto, D. Aji, I. D. Laksana, S. Giovanka, V. Saputra, and K. Kunci, "Evaluasi Kinerja dan Skalabilitas Platform Blynk untuk Aplikasi Internet of Things (IoT)," pp. 46–52, 2025.
- [10] P. Kurniawan, M. Hikmatyar, and R. Hartono, "Alat Kendali Ph Air dan Nutrisi Sayur Selada Berbasis Arduino Dengan Sistem Nutrient Film Technique Arduino - Based Water Ph and Nutrient Control Tool with Nutrient Film Technique System," vol. 13, no. 2, pp. 1–13, 2019.
- [11] M. H. Alfrida, N. S. Salsabila, A. Wicaksono, and G. P. Mindara, "FUNGSIONALITAS WEBSITE MAGGOPLAST," vol. 9, no. 1, pp. 169–176, 2025.
- [12] F. Puspasari, T. P. Satya, U. Y. Oktawati, I. Fahrurrozi, and H. Prisyanti, "Analisis Akurasi Sistem Sensor DHT22 berbasis Arduino terhadap Thermohygrometer Standar," 2020.
- [13] F. Teknik, U. Wahid, and H. Semarang, "Prosiding SNST ke-11 Tahun 2021 Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang 21," pp. 21–26, 2021.