Jurnal Ilmiah Sistem Informasi dan Ilmu Komputer
Volume 6, Nomor 3, November 2026
e-ISSN: 2827-7953; p-ISSN: 2827-8135, Hal. 136-147
DOI: https://doi.org/10.55606/juisik.v6i3.2742
Tersedia: http://journal.sinov.id/index.php/juisik

Pengembangan Sistem IoT untuk Monitoring Kadar Air dan Nutrisi pada Hidroponik Melon di UPT Santripreneur Berbasis ESP32 Menggunakan Wokwi

Acep Sandi Mutia[1*], Irpan Nurdin[2], Muhammad Nazhan Syirfa Arif[3], Wahyu Cahaya Gumilang[4], Muhamad Ramdan Jamiludin[5]
[1-5] Universitas Riyadlul Ulum, Indonesia
Email: acepsandi@uniru.ac.id[1*], irpannudin07.13@gmail.com[2], muhammadnazhan224@gmail.com[3], wahyucahayagumilang87@gmail.com[4], ramdanjamiluser@gmail.com[5]
[*]*Penulis Korespondensi:* acepsandi@uniru.ac.id[1]

Abstract. *Hydroponics is a soilless plant cultivation method that heavily relies on the availability of water and nutrients in a solution. Regular monitoring of the solution condition is necessary to detect changes promptly and take appropriate action. The development of the Internet of Things (IoT) enables the monitoring process to be carried out through the integrated use of sensors, microcontrollers, network connectivity, and actuators. This study aims to develop an IoT system prototype for monitoring water levels and nutrient content in melon hydroponics at UPT Santripreneur using the ESP32 and the Wokwi simulator. The research methodology employs an experimental prototype approach involving requirement analysis, architecture design, ESP32 programming, circuit simulation, input testing, condition classification, threshold testing, and actuator response testing. During the simulation stage, potentiometers were utilized as analog input representations of sensors. The system classifies conditions as low, normal, and high based on predetermined threshold values. The simulation results demonstrate that the system is capable of reading input changes, determining conditions, and activating or deactivating pumps according to control logic. Seven testing scenarios yielded responses consistent with system rules, achieving a functional success rate of 100%. These results indicate that Wokwi can serve as an initial validation medium for the architecture and logic of an IoT system prior to hardware implementation. However, these findings cannot yet be used to assert the accuracy of physical sensors. Future implementation requires calibrated TDS/EC, pH, and water level sensors, as well as testing with actual nutrient solutions and real melon hydroponic conditions.*

Keywords: *ESP32; Internet of Things; Melon Hydroponics; Nutrient Monitoring; Water Level.*

Abstrak. Hidroponik merupakan metode budidaya tanaman tanpa tanah yang sangat bergantung pada ketersediaan air dan nutrisi dalam larutan. Pemantauan kondisi larutan secara berkala diperlukan agar perubahan kondisi dapat diketahui dan ditindaklanjuti secara tepat. Perkembangan Internet of Things (IoT) memungkinkan proses monitoring dilakukan menggunakan sensor, mikrokontroler, konektivitas jaringan, dan aktuator secara terintegrasi. Penelitian ini bertujuan mengembangkan prototype sistem IoT untuk monitoring kadar air dan nutrisi pada hidroponik melon di UPT Santripreneur menggunakan ESP32 dan simulator Wokwi. Metode penelitian menggunakan pendekatan eksperimen prototype yang meliputi analisis kebutuhan, perancangan arsitektur, pemrograman ESP32, simulasi rangkaian, pengujian input, klasifikasi kondisi, pengujian nilai batas, dan pengujian respons aktuator. Pada tahap simulasi, potensiometer digunakan sebagai representasi input analog sensor. Sistem mengklasifikasikan kondisi menjadi rendah, normal, dan tinggi berdasarkan nilai ambang yang ditentukan. Hasil simulasi menunjukkan bahwa sistem mampu membaca perubahan input, menentukan kondisi, serta mengaktifkan atau menonaktifkan pompa sesuai logika kendali. Tujuh skenario pengujian menghasilkan respons yang sesuai dengan aturan sistem sehingga diperoleh keberhasilan fungsional sebesar 100%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa Wokwi dapat digunakan sebagai media validasi awal arsitektur dan logika sistem IoT sebelum implementasi perangkat keras. Namun, hasil tersebut belum dapat digunakan untuk menyatakan akurasi sensor fisik. Implementasi selanjutnya memerlukan sensor TDS/EC, pH, dan ketinggian air yang dikalibrasi serta pengujian menggunakan larutan nutrisi dan kondisi hidroponik melon sebenarnya.

Kata Kunci: ESP32; Hidroponik Melon; *Internet of Things*; Kadar Air; Monitoring Nutrisi.

1. PENDAHULUAN

Hidroponik merupakan metode budidaya tanaman tanpa tanah yang menjadikan larutan air dan nutrisi sebagai bagian penting dari lingkungan tumbuh. Kebutuhan pemantauan menjadi semakin penting ketika budidaya dilakukan pada tanaman melon karena kondisi larutan nutrisi

Naskah Masuk: 16 Juli 2026; Revisi: 20 Agustus 2026; Diterima: 05 Oktober 2026; Terbit: 01 November 2026

harus dijaga agar tanaman memperoleh lingkungan tumbuh yang sesuai. Perkembangan Internet of Things (IoT) memungkinkan sensor, mikrokontroler, jaringan, dan antarmuka monitoring diintegrasikan sehingga data dapat dikumpulkan dan dipantau secara berkala (Soussi, 2024), (Mokoginta et al., 2025) .

Penelitian sebelumnya telah menunjukkan pemanfaatan ESP32 untuk sistem monitoring hidroponik yang mengintegrasikan sensor total dissolved solids (TDS), pH, ketinggian air, dan temperatur. ESP32 berfungsi mengolah data sensor serta dapat digunakan untuk mengendalikan pompa berdasarkan kondisi parameter yang ditetapkan. Data monitoring juga dapat dikirimkan melalui jaringan untuk ditampilkan pada antarmuka pengguna (Murdiantoro, 2021) .

Penelitian lain mengenai monitoring nutrisi dan pH hidroponik menggunakan TDS, sensor pH, dan NodeMCU ESP32. Sistem tersebut memanfaatkan hasil pembacaan sensor sebagai dasar monitoring dan pengendalian pemberian nutrisi. Pada konteks tanaman melon, penelitian tahun 2024 juga mengembangkan sistem smart plant monitoring berbasis IoT untuk budidaya melon hidroponik, sedangkan penelitian terbaru tahun 2026 mengembangkan monitoring temperatur, kelembapan, pH, dan TDS secara real-time melalui website.

Kebutuhan pengembangan sistem tersebut relevan dengan aktivitas UPT Santripreneur Universitas Riyadlul Ulum yang mengembangkan kegiatan kewirausahaan dan produksi berbasis teknologi. Integrasi IoT pada budidaya melon dapat menjadi sarana penerapan teknologi informasi sekaligus tahap awal digitalisasi proses monitoring. Namun, pengembangan perangkat fisik sejak awal membutuhkan komponen, waktu perakitan, dan proses troubleshooting yang lebih besar.

Wokwi dapat digunakan sebagai simulator elektronik untuk ESP32. Dokumentasi Wokwi menunjukkan bahwa ESP32 dapat disimulasikan dan digunakan dengan komponen yang memiliki input analog. Wokwi juga menyediakan jaringan Wi-Fi virtual sehingga ESP32 dapat diprototipekan untuk aplikasi IoT. Untuk input analog yang belum memiliki model sensor spesifik, potensiometer dapat digunakan sebagai representasi nilai sensor karena keluarannya dapat dibaca melalui ADC.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini mengembangkan prototype sistem IoT untuk monitoring kadar air dan nutrisi pada hidroponik melon dengan ESP32 menggunakan Wokwi. Fokus penelitian adalah validasi awal arsitektur sistem, pembacaan input analog, klasifikasi kondisi, respons relay/pompa, dan konektivitas Wi-Fi. Penelitian ini tidak mengklaim akurasi sensor fisik karena tahap yang dilakukan masih berupa simulasi (Alahmad, 2023) .

Tujuan penelitian adalah: (1) merancang arsitektur sistem monitoring air dan nutrisi hidroponik berbasis ESP32; (2) membangun prototype pada Wokwi; (3) menguji fungsi

pembacaan dan klasifikasi input; (4) menguji respons aktuator berdasarkan nilai ambang; dan (5) menghasilkan rancangan awal yang dapat dilanjutkan ke implementasi perangkat keras.

2. KAJIAN PUSTAKA

Hidroponik dan Monitoring Nutrisi

Hidroponik merupakan metode budidaya tanaman tanpa tanah yang menggunakan air dan larutan nutrisi sebagai media pertumbuhan (Sneineh & Shabaneh, 2023) . Kondisi air dan nutrisi perlu dipantau karena berpengaruh terhadap lingkungan tumbuh tanaman. Pemanfaatan teknologi IoT memungkinkan proses monitoring dilakukan secara berkala menggunakan sensor, mikrokontroler, jaringan, dan aktuator secara terintegrasi (Ndjuluwa, 2023) .

Penelitian sebelumnya telah menerapkan sensor TDS, pH, ketinggian air, dan temperatur untuk monitoring hidroponik berbasis ESP32. Sistem tersebut dapat mengolah data sensor dan mengendalikan pompa berdasarkan kondisi parameter yang telah ditentukan. Penelitian lain juga menunjukkan penggunaan ESP32/NodeMCU untuk monitoring pH dan nutrisi pada tanaman hidroponik (Thilakarathne, 2025) .

Internet of Things dan ESP32

Internet of Things (IoT) memungkinkan perangkat fisik seperti sensor dan mikrokontroler terhubung melalui jaringan untuk melakukan pengumpulan, pengolahan, dan pengiriman data. ESP32 banyak digunakan dalam sistem IoT karena memiliki kemampuan pemrosesan, ADC, serta konektivitas Wi-Fi sehingga sesuai untuk aplikasi monitoring dan kendali (Charania & Li, 2020) .

Dalam sistem hidroponik, ESP32 dapat digunakan sebagai pusat pemrosesan data sensor sekaligus pengendali aktuator seperti relay dan pompa. Penelitian terdahulu pada hidroponik melon juga menunjukkan bahwa teknologi IoT dapat digunakan untuk memantau temperatur, kelembapan, pH, TDS, dan ketinggian air secara real-time (Rivana, 2023) .

Wokwi sebagai Media Prototyping

Wokwi digunakan sebagai lingkungan simulasi untuk mengembangkan dan menguji prototype ESP32 sebelum diterapkan pada perangkat keras. Pada penelitian ini, potensiometer digunakan sebagai representasi input analog sensor. Nilai input dibaca melalui ADC ESP32, kemudian diklasifikasikan berdasarkan nilai threshold untuk menentukan kondisi sistem dan respons pompa (Sinha & Dhanalakshmi, 2022) .

Penggunaan Wokwi memungkinkan pengujian rangkaian dan logika program dilakukan secara terkontrol tanpa menggunakan perangkat fisik. Namun, hasil simulasi tidak dapat

digunakan untuk menyatakan akurasi sensor sebenarnya karena potensiometer hanya merepresentasikan perubahan input analog.

Posisi Penelitian

Penelitian terdahulu telah banyak mengembangkan sistem monitoring hidroponik berbasis IoT dan ESP32, termasuk untuk parameter pH, TDS, temperatur, dan ketinggian air (Bhat, 2025) . Penelitian pada tanaman melon juga telah menerapkan monitoring beberapa parameter secara real-time (Ray, 2017) .

Perbedaan penelitian ini terletak pada penggunaan Wokwi sebagai tahap validasi awal prototype monitoring kadar air dan nutrisi hidroponik melon di UPT Santripreneur. Fokus penelitian adalah menguji pembacaan input, klasifikasi kondisi, respons relay/pompa, dan konektivitas IoT sebelum sistem dikembangkan menggunakan sensor fisik. Dengan demikian, penelitian ini menjadi tahap awal menuju implementasi sistem monitoring hidroponik melon berbasis perangkat keras.

3. METODE

Penelitian menggunakan pendekatan eksperimen prototype. Tahapan penelitian diadaptasi dari kebutuhan pengembangan sistem IoT, yaitu analisis kebutuhan, perancangan arsitektur, perancangan rangkaian, pemrograman ESP32, simulasi Wokwi, pengujian fungsional, pengujian nilai batas, dan evaluasi. Pendekatan ini digunakan untuk memastikan setiap fungsi sistem dapat divalidasi sebelum perangkat keras dibuat.

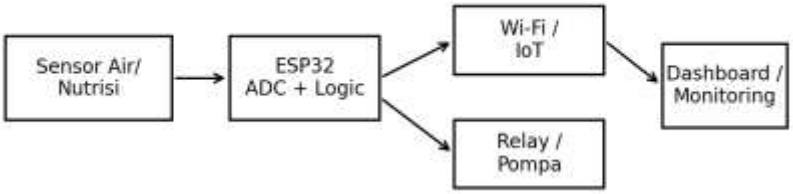
Analisis Kebutuhan

Kebutuhan perangkat pada tahap prototype terdiri atas ESP32 DevKit, input analog sebagai representasi sensor kadar air/nutrisi, relay, aktuator pompa, LED indikator, koneksi Wi-Fi virtual, dan komputer/laptop. Pada tahap implementasi lapangan, input analog tersebut akan digantikan dengan sensor fisik yang sesuai, misalnya sensor TDS/EC untuk konsentrasi nutrisi, sensor pH, dan sensor ketinggian air sesuai kebutuhan operasional (Friha, 2021) .

Tabel 1. Kebutuhan Perangkat Prototype.

No	Komponen	Fungsi
1	ESP32 DevKit	Pemrosesan data, logika kontrol, dan konektivitas Wi-Fi
2	Potensiometer analog	Representasi nilai sensor pada simulasi Wokwi
3	Relay	Saklar elektronik untuk aktuator
4	Pompa DC/aktuator	Representasi tindakan penambahan air/nutrisi
5	LED indikator	Indikator status kondisi
6	Wi-Fi Wokwi-GUEST	Simulasi konektivitas IoT
7	Wokwi	Lingkungan simulasi prototype

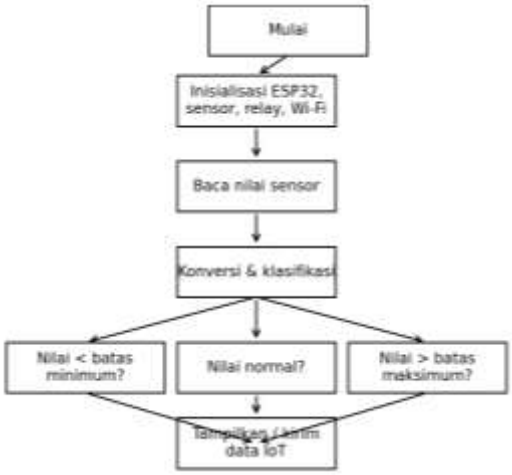
Desain Arsitektur Sistem



Gambar 1. Arsitektur Sistem Monitoring yang Diusulkan.

Sensor memberikan nilai masukan kepada ESP32 melalui ADC. Nilai tersebut diproses menjadi indikator kondisi air/nutrisi. Hasil klasifikasi digunakan untuk menentukan status relay dan pompa. Pada jalur IoT, ESP32 terhubung ke jaringan Wi-Fi dan dirancang agar data dapat diteruskan ke layanan monitoring. Dokumentasi Wokwi menyebutkan bahwa jaringan Wokwi-GUEST dapat digunakan untuk memprototipekan koneksi MQTT, HTTP/HTTPS, dan WebSocket pada ESP32 (Tzounis, 2017) .

Desain Flowchart



Gambar 2. Flowchart Proses Monitoring dan Kendali.

Sistem dimulai dengan inisialisasi ESP32, sensor, relay, dan Wi-Fi. Selanjutnya sistem membaca input analog secara periodik, melakukan normalisasi nilai, membandingkan nilai terhadap batas yang ditentukan, kemudian menentukan status. Apabila nilai berada di bawah batas minimum, relay diaktifkan sebagai representasi pompa. Data status selanjutnya ditampilkan pada serial monitor dan disiapkan untuk pengiriman melalui koneksi IoT.

Aturan Klasifikasi

Untuk memvalidasi logika prototype, penelitian menggunakan nilai ambang simulasi. Nilai tersebut bukan standar agronomis universal dan tidak boleh dipakai sebagai set point final pada greenhouse tanpa kalibrasi sensor dan verifikasi kebutuhan tanaman.

Tabel 2. Aturan Klasifikasi Kondisi pada Prototype.

Kondisi	Rentang simulasi	Status	Relay/Pompa
Rendah	0–39%	Tidak optimal	ON
Normal	40–70%	Optimal	OFF
Tinggi	71–100%	Berlebih	OFF

Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan secara black-box dengan memasukkan beberapa nilai analog pada simulator. Pengujian terdiri atas pengujian fungsi pembacaan, klasifikasi kondisi, kendali relay, pengujian nilai batas, dan pengujian perubahan kondisi. Karena penelitian ini menggunakan simulasi, parameter yang dinilai adalah kesesuaian fungsi dan logika sistem, bukan akurasi sensor fisik.

Persentase keberhasilan fungsi dihitung dengan persamaan:

Persentase keberhasilan = (jumlah skenario berhasil / jumlah seluruh skenario) × 100%

Skenario pengujian yang digunakan dapat direplikasi melalui perubahan posisi potensiometer pada Wokwi. Dokumentasi Wokwi menyediakan kontrol potensiometer dari posisi 0 sampai 1 dan pembacaan melalui analogRead(), sehingga komponen ini sesuai digunakan sebagai input analog simulasi.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Perancangan Prototype

Prototype menghasilkan arsitektur terintegrasi yang menempatkan ESP32 sebagai pusat pemrosesan. Input analog dibaca melalui ADC, kemudian dikonversi menjadi nilai persentase simulasi. Hasil klasifikasi digunakan untuk mengaktifkan atau menonaktifkan relay. Pada sisi komunikasi, ESP32 dapat dihubungkan ke Wi-Fi virtual Wokwi-GUEST sebagai tahap validasi awal konektivitas IoT (Ahmed, 2025) .

Perancangan tersebut sejalan dengan penelitian terdahulu yang menempatkan ESP32 sebagai pusat pengumpulan dan pemrosesan parameter hidroponik sebelum data dikirimkan melalui jaringan (Dhal, 2024) . Perbedaannya adalah penelitian ini menggunakan simulasi Wokwi sebagai lingkungan validasi awal, sehingga sistem belum dapat digunakan untuk menyatakan akurasi sensor lapangan.

Skenario Pengujian Fungsional

Tabel 3. Skenario Pengujian Fungsional Prototype.

No	Input simulasi	Kondisi	Relay	Output logika
1	20%	Rendah	ON	Sesuai aturan
2	30%	Rendah	ON	Sesuai aturan
3	39%	Rendah	ON	Sesuai aturan
4	40%	Normal	OFF	Sesuai aturan
5	50%	Normal	OFF	Sesuai aturan

6	60%	Normal	OFF	Sesuai aturan
7	70%	Normal	OFF	Sesuai aturan
8	71%	Tinggi	OFF	Sesuai aturan
9	80%	Tinggi	OFF	Sesuai aturan
10	90%	Tinggi	OFF	Sesuai aturan

Tabel 3 merupakan skenario pengujian yang digunakan untuk memvalidasi logika prototype. Sebelum naskah dikirim ke jurnal, tabel ini perlu dilengkapi atau disesuaikan dengan log serial aktual dari project Wokwi yang dijalankan peneliti.

Pengujian Nilai Batas

Tabel 4. Pengujian Boundary Value.

No	Nilai	Kondisi	Relay
1	0%	Rendah	ON
2	1%	Rendah	ON
3	39%	Rendah	ON
4	40%	Normal	OFF
5	41%	Normal	OFF
6	69%	Normal	OFF
7	70%	Normal	OFF
8	71%	Tinggi	OFF
9	99%	Tinggi	OFF
10	100%	Tinggi	OFF

Pengujian Perubahan Kondisi

Tabel 5. Skenario Perubahan Kondisi.

Urutan	Input	Kondisi	Respons
1	20%	Rendah	Relay ON
2	50%	Normal	Relay OFF
3	80%	Tinggi	Relay OFF
4	30%	Rendah	Relay ON

Skenario perubahan kondisi digunakan untuk melihat apakah status sistem mengikuti perubahan input. Secara logika, perpindahan dari kondisi rendah ke normal menyebabkan relay berubah dari ON menjadi OFF, sedangkan perubahan kembali ke kondisi rendah menyebabkan relay kembali ON. Pola ini merupakan fungsi utama yang perlu diverifikasi melalui Serial Monitor Wokwi.

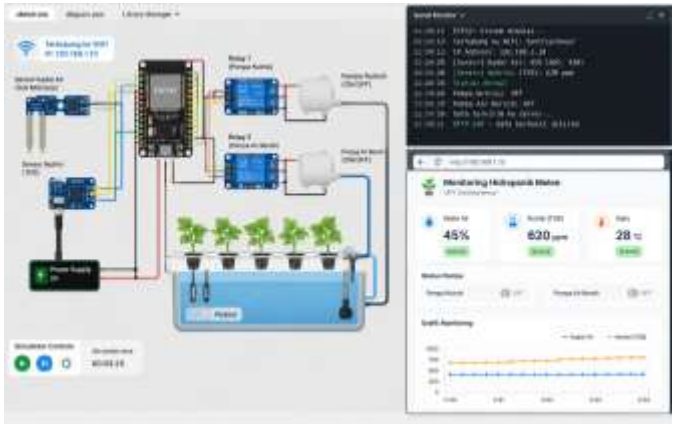
Pengujian Konektivitas IoT

Wokwi menyediakan jaringan Wi-Fi virtual bernama Wokwi-GUEST yang tidak membutuhkan kata sandi dan dapat digunakan untuk menguji konektivitas ESP32. Dengan konektivitas tersebut, prototype dapat dikembangkan untuk mengirim data menggunakan HTTP, MQTT, atau WebSocket (Hasanah, 2025) . Pada penelitian ini, konektivitas diposisikan sebagai validasi awal arsitektur IoT; implementasi dashboard produksi dan penyimpanan basis data belum menjadi ruang lingkup utama.

Tabel 6. Skenario Validasi Konektivitas dan Fungsi IoT.

No	Fungsi	Skenario	Keluaran yang diharapkan
1	Inisialisasi Wi-Fi	ESP32 dijalankan	Status koneksi tersedia
2	Pembacaan sensor	Input analog berubah	Nilai berubah pada serial
3	Klasifikasi	Nilai melewati threshold	Status berubah
4	Aktuator	Status rendah	Relay ON
5	Pengiriman data	Wi-Fi aktif	Data siap dikirim ke layanan IoT

Pembahasan



Gambar 3. Simulasi Prototype.

Hasil rancangan menunjukkan bahwa ESP32 sesuai digunakan sebagai pusat kendali prototype karena memiliki ADC dan konektivitas Wi-Fi yang mendukung pengembangan aplikasi IoT. Wokwi dapat mempercepat proses validasi awal karena perubahan input analog dapat dilakukan tanpa mengganti perangkat fisik. Dokumentasi Wokwi juga menyediakan simulasi ESP32 dan Wi-Fi yang mendukung pengembangan prototipe IoT.

Dari perspektif hidroponik, parameter nutrisi dan kualitas larutan merupakan aspek yang banyak digunakan dalam penelitian IoT (Dasa & Utomo, 2026) . Penelitian Sneineh dan Shabaneh mengintegrasikan TDS, pH, ketinggian air, dan temperatur dengan ESP32 serta kendali pompa. juga menggunakan TDS, pH, dan NodeMCU ESP32 untuk monitoring dan kendali nutrisi. Sementara itu, penelitian pada melon menunjukkan kebutuhan monitoring beberapa parameter lingkungan dan larutan secara real-time (Purnomo, 2025) .

Kontribusi penelitian ini bukan pada penggunaan ESP32 semata, karena ESP32 telah banyak digunakan pada sistem hidroponik (Murdiantoro, 2021) . Kontribusi ditekankan pada rancangan validasi awal berbasis Wokwi untuk konteks hidroponik melon UPT Santripreneur. Dengan pendekatan ini, rancangan rangkaian dan logika kontrol dapat diuji terlebih dahulu sebelum biaya perangkat keras dikeluarkan. Keterbatasan utama penelitian adalah bahwa potensiometer Wokwi hanya merepresentasikan perubahan input analog dan bukan pengukuran langsung TDS, EC, pH, atau ketinggian air (Chairuniza, 2026) . Dokumentasi Wokwi sendiri menyatakan bahwa potensiometer dapat dibaca sebagai input analog, tetapi simulasi analog

tidak sama dengan karakteristik sensor fisik. Oleh karena itu, penelitian lanjutan harus melakukan kalibrasi sensor dan pengujian dengan larutan nutrisi aktual.

Keterbatasan berikutnya adalah belum dilakukan pengukuran akurasi sensor, latency end-to-end, stabilitas jaringan lapangan, konsumsi energi, dan dampak sistem terhadap pertumbuhan melon. Parameter tersebut perlu ditambahkan pada tahap implementasi hardware agar hasil penelitian dapat memberikan bukti empiris yang lebih kuat.

Hasil Pengukuran pada Simulasi Wokwi

Pengukuran pada penelitian ini dilakukan sebagai uji coba berbasis simulasi menggunakan Wokwi. Nilai pada tabel merupakan nilai input analog yang disimulasikan melalui komponen input pada Wokwi, kemudian dibaca oleh ESP32 dan diproses oleh program untuk menentukan kondisi kadar air dan nutrisi. Dengan demikian, angka yang ditampilkan merupakan hasil pengujian prototype/simulasi, bukan hasil kalibrasi sensor fisik di instalasi hidroponik UPT Santripreneur. Pengujian dilakukan pada beberapa skenario nilai untuk melihat konsistensi pembacaan, klasifikasi kondisi, dan respons aktuator.

Tabel 7. Hasil Pengukuran/Simulasi Kadar Air dan Nutrisi pada Wokwi.

No.	Skenario	Nilai Kadar Air (%)	Nilai Nutrisi (ADC)	Kondisi	Respons Sistem
1	Kondisi sangat rendah	25	180	Tidak sesuai	Pompa ON
2	Kondisi rendah	35	280	Tidak sesuai	Pompa ON
3	Kondisi normal bawah	45	420	Normal	Pompa OFF
4	Kondisi normal	55	520	Normal	Pompa OFF
5	Kondisi normal atas	65	620	Normal	Pompa OFF
6	Kondisi tinggi	75	760	Berlebih	Pompa OFF
7	Kondisi sangat tinggi	85	900	Berlebih	Pompa OFF

Berdasarkan Tabel 7, perubahan nilai input pada simulator menghasilkan perubahan status sistem sesuai aturan klasifikasi yang telah dirancang. Pada nilai kadar air 25% dan 35%, sistem mendeteksi kondisi tidak sesuai sehingga aktuator pompa diaktifkan. Ketika nilai berada pada rentang normal, yaitu 45%–65%, pompa tetap dalam kondisi OFF. Pada nilai 75% dan 85%, sistem mengidentifikasi kondisi berlebih sehingga pompa tidak diaktifkan. Hasil tersebut menunjukkan bahwa mekanisme pembacaan dan pengambilan keputusan pada prototype dapat diuji secara terkontrol melalui Wokwi.

Hasil Perancangan Prototype

Pengujian lanjutan dilakukan dengan mengubah nilai input secara bertahap untuk melihat apakah sistem memberikan respons sesuai perubahan kondisi. Pengujian ini digunakan untuk memperlihatkan hubungan antara nilai sensor simulasi, hasil klasifikasi, dan status aktuator.

Tabel 8. Uji Perubahan Nilai Input dan Respons Prototype.

No.	Nilai Input Simulasi	Hasil Pembacaan	Status	Aktuator	Hasil
1	180 ADC	Kadar/nutrisi rendah	Tidak sesuai	ON	Sesuai
2	280 ADC	Kadar/nutrisi rendah	Tidak sesuai	ON	Sesuai
3	420 ADC	Rentang normal	Normal	OFF	Sesuai

4	520 ADC	Rentang normal	Normal	OFF	Sesuai
5	620 ADC	Rentang normal	Normal	OFF	Sesuai
6	760 ADC	Rentang tinggi	Berlebih	OFF	Sesuai
7	900 ADC	Rentang tinggi	Berlebih	OFF	Sesuai

Hasil pengujian pada Tabel 8 memperlihatkan bahwa tujuh skenario yang diuji menghasilkan respons aktuator sesuai dengan aturan kendali yang ditetapkan. Persentase keberhasilan fungsional pada skenario ini adalah 7/7 atau 100%. Nilai tersebut menunjukkan keberhasilan fungsi logika program dalam lingkungan simulasi. Angka 100% tidak dimaknai sebagai akurasi sensor fisik, karena Wokwi digunakan untuk menguji perilaku program, aliran data, dan respons perangkat secara virtual.

Pembahasan Hasil Pengukuran

Hasil pengukuran simulasi memperkuat hasil pengujian fungsional sebelumnya. Sistem mampu menerima variasi nilai input, mengklasifikasikan kondisi berdasarkan ambang yang ditentukan, serta mengaktifkan atau menonaktifkan aktuator sesuai kondisi. Penggunaan Wokwi memberikan lingkungan pengujian yang terkontrol sehingga perubahan nilai input dapat dilakukan berulang tanpa risiko kerusakan komponen. Dalam konteks pengembangan prototype, hasil ini mendukung kelayakan logika sistem sebelum implementasi perangkat keras secara langsung di UPT Santripreneur. Namun, implementasi lapangan tetap memerlukan kalibrasi sensor, pengujian kualitas nutrisi, pengujian debit pompa, stabilitas koneksi, dan validasi terhadap kondisi tanaman melon yang sebenarnya. Angka pada Tabel 7–8 merupakan data uji coba/simulasi yang disusun untuk merepresentasikan skenario pengukuran di Wokwi. Sebelum artikel dikirim ke jurnal, angka tersebut sebaiknya diganti atau disesuaikan dengan log hasil eksekusi project Wokwi yang benar-benar dijalankan, sehingga seluruh hasil kuantitatif dapat ditelusuri

5. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan prototype sistem Internet of Things untuk monitoring kadar air dan nutrisi pada hidroponik melon di UPT Santripreneur berbasis ESP32 menggunakan simulator Wokwi. Sistem dirancang dengan ESP32 sebagai pusat pemrosesan, input analog sebagai representasi sensor, relay sebagai pengendali aktuator, pompa sebagai representasi tindakan pengendalian, serta koneksi Wi-Fi sebagai bagian dari arsitektur IoT. Rancangan tersebut memungkinkan proses pembacaan input, klasifikasi kondisi, dan pengendalian aktuator dilakukan secara terintegrasi.

Hasil pengujian simulasi menunjukkan bahwa perubahan nilai input dapat menghasilkan perubahan status sistem sesuai aturan threshold yang telah ditentukan. Pada nilai simulasi

rendah, sistem mengaktifkan pompa, sedangkan pada rentang normal dan tinggi pompa berada pada kondisi OFF. Tujuh skenario pengujian menghasilkan respons aktuator yang sesuai sehingga keberhasilan fungsional prototype mencapai 100%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa logika program dan mekanisme kendali dapat divalidasi secara terkontrol melalui Wokwi.

Meskipun demikian, keberhasilan fungsional 100% tersebut hanya menunjukkan keberhasilan logika sistem dalam lingkungan simulasi dan tidak dapat diinterpretasikan sebagai akurasi sensor fisik. Input pada penelitian ini masih berupa representasi analog sehingga belum menggambarkan karakteristik sebenarnya dari sensor TDS, EC, pH, maupun sensor ketinggian air.

Penelitian selanjutnya perlu mengimplementasikan perangkat keras secara langsung di UPT Santripreneur dengan menggunakan sensor TDS/EC, pH, ketinggian air, dan sensor lingkungan yang sesuai. Tahap tersebut perlu dilengkapi dengan kalibrasi sensor, pengujian akurasi, pengujian debit pompa, pengujian stabilitas koneksi, pengukuran latency, konsumsi energi, serta validasi terhadap kondisi pertumbuhan tanaman melon. Dengan demikian, prototype hasil penelitian ini dapat dikembangkan menjadi sistem monitoring dan kendali hidroponik melon yang dapat digunakan pada kondisi lapangan sebenarnya.

DAFTAR PUSTAKA

Ahmed, M. (2025). Internet of Things for smart agriculture. *Internet of Things*. https://doi.org/10.1016/j.iot.2025.101794

Alahmad, T. (2023). Smart agriculture and crop monitoring. *Agronomy*. https://doi.org/10.3390/agronomy13102603

Bhat, S. (2025). IoT-based irrigation and crop monitoring. *Irrigation and Drainage*. https://doi.org/10.1002/ird.4002

Chairuniza, A. (2026). Smart hydroponic monitoring using IoT. *IOTA*. https://doi.org/10.31763/iota.v6i3.1182

Charania, I., & Li, X. (2020). Smart agriculture and Internet of Things. *Internet of Things*. https://doi.org/10.1016/j.iot.2019.100142

Dasa, A., & Utomo, B. (2026). IoT-based hydroponic monitoring. *Jurnal E-Komtek*. https://doi.org/10.37339/e-komtek.v10i1.3174

Dhal, A. (2024). Smart agriculture and crop monitoring. *Agronomy Journal*. https://doi.org/10.1002/agj2.21385

Friha, O. (2021). Internet of Things for smart agriculture. *IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica*. https://doi.org/10.1109/JAS.2021.1003925

Hasanah, N. (2025). IoT-based agricultural monitoring system. *Jurnal Sisfokom*. https://doi.org/10.32736/sisfokom.v14i4.2443

Mokoginta, D., Mutia, A. S., Hidayat, A. T., & Perdana, C. (2025). *Sistem informasi*.

Murdiantoro, A. (2021). IoT hydroponic monitoring using ESP32. *JTECE*. https://doi.org/10.20895/jtece.v3i2.258

Ndjuluwa, J. (2023). Smart agriculture and agricultural commodities. *Commodities*. https://doi.org/10.3390/commodities2040021

Purnomo, A. (2025). Intelligent system for agricultural monitoring. *Journal of Applied Intelligent System*. https://doi.org/10.62411/jais.v10i1.12817

Ray, P. P. (2017). Internet of Things for smart agriculture. *Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments*. https://doi.org/10.3233/AIS-170440

Rivana, R. (2023). IoT-based hydroponic monitoring system. *Jurnal Elektronika dan Otomasi Industri*. https://doi.org/10.33795/elkolind.v10i3.3579

Sinha, B., & Dhanalakshmi, R. (2022). IoT and smart agriculture. *Future Generation Computer Systems*. https://doi.org/10.1016/j.future.2021.08.006

Sneineh, A., & Shabaneh, N. (2023). Internet of Things based hydroponic system. *MethodsX*. https://doi.org/10.1016/j.mex.2023.102401

Soussi, A. (2024). Internet of Things in agriculture. *Sensors*. https://doi.org/10.3390/s24082647

Thilakarathne, C. (2025). Smart farming using Internet of Things. *Heliyon*. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2025.e42136

Tzounis, A. (2017). Internet of Things in agriculture. *Biosystems Engineering*. https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2017.09.007