

RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING KETINGGIAN DAN VOLUME AIR BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IOT) MENGGUNAKAN NODEMCU ESP8266 DAN SENSOR ULTRASONIK AJ-SR04M

Firdan Rizki Maulidan^{1*}, Irfan Ardiansah²

^{1,2}Teknologi Industri Pertanian; Universitas Padjadjaran; Jl. Raya Bandung-Sumedang Km. 21, Jatinangor, Sumedang, Jawa Barat; Telp: 022-7798844

Keywords:

Hydroponics, Internet of Things (IoT), NodeMCU ESP8266, AJ-SR04M Sensor, Water Monitoring..

Correspondent Email:

firdan22003@mail.unpad.ac.id

Abstrak. Pengelolaan ketersediaan air merupakan aspek krusial dalam budidaya hidroponik, di mana keterlambatan pengisian tandon nutrisi dapat menyebabkan kerusakan pompa akibat *dry running* dan kematian tanaman. Saat ini, pemantauan manual dinilai tidak efisien dan rentan terhadap kelalaian manusia. Penelitian ini bertujuan merancang bangun sistem monitoring ketinggian dan volume air berbasis *Internet of Things* (IoT) yang mampu memberikan peringatan dini secara *real-time*. Sistem dikembangkan menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dan sensor ultrasonik *waterproof* AJ-SR04M yang tahan terhadap kelembapan tinggi. Metode penelitian menggunakan pendekatan eksperimental melalui tahapan perancangan perangkat keras, integrasi *software* Arduino IDE, dan antarmuka aplikasi Blynk. Hasil pengujian menunjukkan sistem mampu mengukur ketinggian air dengan tingkat akurasi rata-rata sebesar 99,15% dan selisih pembacaan (*error*) rata-rata sebesar 0,06 cm. Selain itu, sistem berhasil mengirimkan notifikasi otomatis ke *smartphone* pengguna ketika volume air terdeteksi di bawah batas aman 20%. Implementasi alat ini terbukti efektif mengatasi kelemahan sensor konvensional pada lingkungan lembap, meningkatkan efisiensi pemantauan, serta meminimalisir risiko kegagalan sistem irigasi pada pertanian hidroponik.



Copyright © JITET (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan). This article is an open access article distributed under terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC)

Abstract. *Water availability management is a crucial aspect of hydroponic cultivation, where delays in refilling nutrient tanks can lead to pump damage due to dry running and plant mortality. Currently, manual monitoring is considered inefficient and prone to human negligence. This study aims to design and build an Internet of Things (IoT)-based water level and volume monitoring system capable of providing real-time early warnings. The system was developed using the NodeMCU ESP8266 microcontroller and the waterproof AJ-SR04M ultrasonic sensor, which is resistant to high humidity. The research method utilized an experimental approach through hardware design, Arduino IDE software integration, and the Blynk application interface. Test results indicated that the system is capable of measuring water levels with an average accuracy of 99.15% and an average reading error of 0.06 cm. Furthermore, the system successfully sent automatic notifications to the user's smartphone when the water volume was detected below the safe limit of 20%. The implementation of this device has proven effective in overcoming the limitations of conventional sensors in humid environments, increasing monitoring efficiency, and minimizing the risk of irrigation system failure in hydroponic farming.*

1. PENDAHULUAN

Transformasi digital dalam sektor pertanian, atau yang dikenal sebagai *Smart Farming*, kini menjadi strategi vital untuk meningkatkan efisiensi produksi pangan di lahan terbatas. Di Indonesia, implementasi teknologi ini berkembang pesat pada metode hidroponik, yang terbukti mampu meningkatkan nilai ekonomi keluarga melalui optimalisasi lahan pekarangan [1]. Keberhasilan sistem hidroponik sangat bergantung pada manajemen air dan nutrisi yang presisi, karena air berfungsi sebagai media utama distribusi nutrisi ke akar tanaman.

Namun, manajemen pengairan di lapangan sering kali menghadapi kendala operasional yang serius. Banyak sistem pengisian dan pemantauan air tandon saat ini masih dilakukan secara manual atau semi-otomatis yang belum terpantau secara *real-time* [2]. Metode konvensional ini memiliki kelemahan mendasar, yaitu ketergantungan pada pengecekan fisik oleh manusia yang rentan terhadap kelalaian (*human error*) [3]. Keterlambatan dalam mendeteksi penyusutan air tandon dapat berakibat fatal; selain menyebabkan kematian tanaman akibat dehidrasi, kondisi pompa air yang bekerja tanpa air (*dry running*) berisiko tinggi menyebabkan kerusakan permanen pada komponen pompa [4].

Solusi untuk mengatasi kendala tersebut adalah penerapan teknologi *Internet of Things* (IoT). IoT memungkinkan akuisisi data ketinggian air secara *real-time* dan dapat diakses dari jarak jauh tanpa batasan geografis [5]. Berbagai riset terkini menunjukkan bahwa integrasi IoT pada kolam maupun sistem hidroponik mampu meningkatkan efisiensi pemantauan parameter lingkungan secara signifikan [6], [16]. Mayoritas sistem ini dibangun menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 karena keandalannya dalam konektivitas Wi-Fi serta efisiensi biaya implementasi [7], [8].

Meskipun konsep monitoring air sudah banyak diteliti, terdapat celah teknis pada mayoritas penelitian terdahulu yang umumnya menggunakan sensor ultrasonik standar tipe HC-SR04. Sensor tipe ini diketahui memiliki komponen terbuka yang rentan mengalami korosi dan kegagalan pembacaan data saat terpapar kelembapan tinggi secara terus-

menerus di lingkungan hidroponik [9]. Untuk menjawab tantangan durabilitas dan akurasi tersebut, penelitian ini mengusulkan penggunaan sensor ultrasonik **AJ-SR04M** (seri JSN-SR04T). Berbeda dengan pendahulunya, sensor ini dirancang dengan fitur *waterproof* (tahan air) dan terbukti memiliki tingkat akurasi yang lebih konsisten untuk aplikasi pengukuran level air dibandingkan varian standar [10], [11].

Tujuan utama penelitian ini adalah merancang bangun sistem monitoring ketinggian dan volume air berbasis IoT yang andal, dengan fokus pada penggunaan sensor *waterproof* AJ-SR04M untuk meminimalisir risiko kesalahan pembacaan dan kegagalan sistem irigasi.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Internet of Things* (IoT)

Internet of Things (IoT) merupakan paradigma teknologi di mana objek-objek fisik diperkaya dengan sensor, perangkat lunak, dan konektivitas untuk saling bertukar data melalui jaringan internet. Dalam arsitektur sistem monitoring, keandalan IoT sangat ditentukan oleh stabilitas mikrokontroler dalam menjaga koneksi nirkabel dan meminimalisir latensi pengiriman data dari sensor ke aplikasi [15]. Implementasi IoT pada tandon air terbukti efektif menggantikan metode pengecekan manual, karena data status ketersediaan air dapat diakses secara kontinu melalui perangkat seluler [10], [6].

2.2 *Smart Farming*

Smart Farming atau pertanian cerdas adalah evolusi dari metode pertanian konvensional menuju pertanian presisi berbasis teknologi 4.0. Konsep ini bertujuan meningkatkan kuantitas dan kualitas produk pertanian sekaligus mengoptimalkan penggunaan sumber daya alam melalui pengambilan keputusan berbasis data yang terukur [16]. Dalam penerapannya, *Smart Farming* sering diintegrasikan dengan sistem hidroponik untuk menciptakan lingkungan tumbuh yang terkendali.

Riset terbaru memperlihatkan bahwa sistem *Smart Farming* mampu menjalankan fungsi pemberian nutrisi otomatis yang berdampak langsung pada efisiensi tenaga kerja [8]. Selain itu, penerapan logika kendali otomatis (seperti *Finite State Machine*) dalam

ekosistem ini dapat menjaga konsistensi level air dan konsentrasi nutrisi secara lebih presisi dibandingkan metode manual, sehingga risiko kegagalan panen dapat diminimalisir [11].

2.3 Sensor Ultrasonik *Waterproof* (AJ-SR04M)

Akurasi pembacaan data lingkungan sangat bergantung pada karakteristik sensor yang digunakan. Meskipun sensor ultrasonik tipe HC-SR04 banyak digunakan karena harganya yang ekonomis, studi komparasi menunjukkan bahwa sensor tersebut memiliki kelemahan signifikan di lingkungan lembap akibat komponennya yang terbuka dan rentan korosi [13]. Sebagai solusi, sensor seri JSN-SR04T atau AJ-SR04M dikembangkan dengan desain *probe* terpisah yang bersifat *waterproof* (tahan air). Pengujian empiris membuktikan bahwa sensor tipe ini memiliki stabilitas pembacaan yang lebih tinggi dan deviasi pengukuran yang lebih kecil, menjadikannya standar yang lebih andal untuk aplikasi monitoring level air jangka panjang [14].

2.4 Mikrokontroler NodeMCU ESP8266

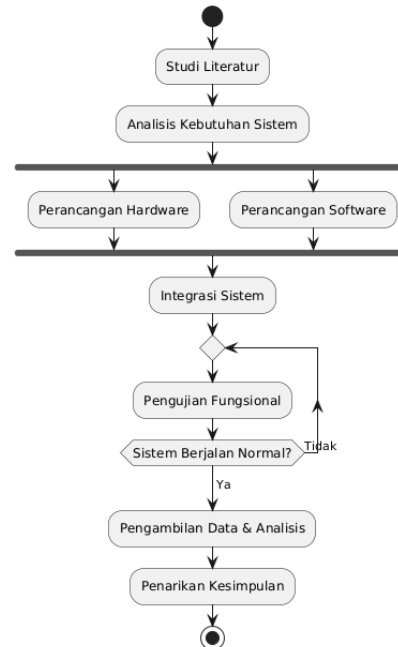
NodeMCU ESP8266 menjadi pilihan utama sebagai unit pemrosesan data pada banyak sistem IoT pertanian karena integrasi modul Wi-Fi yang dimilikinya. Mikrokontroler ini dinilai menawarkan keseimbangan terbaik antara performa komputasi dan keamanan sistem untuk pemantauan skala kecil hingga menengah [9]. NodeMCU juga memiliki fleksibilitas tinggi dalam protokol komunikasi data. Integrasi NodeMCU dengan platform seperti Blynk terbukti mampu menyajikan visualisasi data ketersediaan air yang intuitif dan *real-time* bagi pengguna [17]. Dukungan terhadap protokol ringan seperti MQTT juga menjadi nilai tambah dalam menjaga kecepatan transmisi data pada jaringan dengan *bandwidth* terbatas [18].

3. METODE PENELITIAN

3.1 Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui pendekatan rekayasa teknik (*engineering*) dengan metode eksperimental. Tahapan penelitian dimulai dari studi literatur, analisis kebutuhan sistem, perancangan perangkat keras (*hardware*), perancangan perangkat lunak (*software*), integrasi sistem, hingga pengujian

dan analisis data. Alur ini dirancang untuk memastikan sistem monitoring yang dibangun dapat bekerja secara presisi dan *real-time* sesuai dengan kebutuhan hidroponik.



Gambar 1. Diagram alur penelitian

3.2 Alat dan Bahan

Perangkat keras dan lunak yang digunakan dalam penelitian ini dipilih berdasarkan kriteria efisiensi daya dan ketahanan terhadap lingkungan air. Berikut adalah spesifikasi alat dan bahan yang digunakan:

1. **Mikrokontroler:** NodeMCU ESP8266 (Wi-Fi 2.4 GHz).
2. **Sensor:** Ultrasonik AJ-SR04M (*Waterproof probe*) dengan rentang ukur 20–450 cm.
3. **Display:** LCD 16x2 dengan modul I2C.
4. **Catu Daya:** PSU Switching 5V 2A.
5. **Komponen Pasif:** Resistor 1kΩ dan 2kΩ (untuk pembagi tegangan).
6. **Wadah Uji:** Tandon air berbentuk balok dengan dimensi Panjang 67 cm, Lebar 37 cm, dan Tinggi 17 cm.
7. **Software:** Arduino IDE untuk pemrograman mikrokontroler dan platform Blynk IoT untuk antarmuka aplikasi *smartphone*.

3.3 Perancangan Arsitektur Sistem

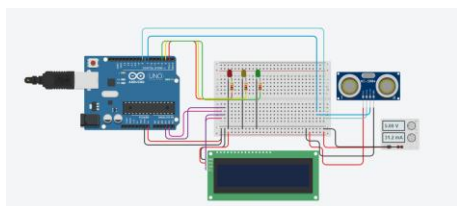
Sistem dirancang dengan arsitektur terpusat di mana NodeMCU bertindak sebagai unit pemroses utama. Sensor AJ-SR04M mendeteksi jarak permukaan air dan mengirimkan data mentah ke NodeMCU. Data tersebut kemudian diolah menjadi parameter ketinggian dan volume, lalu dikirimkan ke server Blynk melalui koneksi internet. Pengguna dapat memantau data tersebut melalui aplikasi Android.

3.4 Perancangan Perangkat Keras (Hardware)

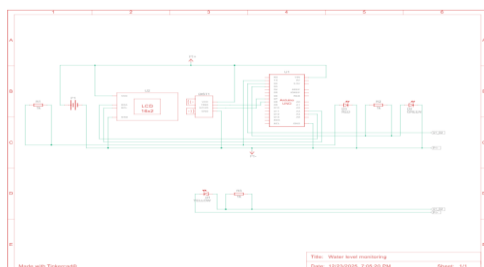
Perancangan perangkat keras berfokus pada interkoneksi antara sensor dan mikrokontroler. Mengingat pin Echo pada sensor AJ-SR04M beroperasi pada logika tegangan 5V sedangkan pin GPIO NodeMCU bekerja pada 3.3V, maka diterapkan rangkaian pembagi tegangan (voltage divider) menggunakan resistor 1k Ω dan 2k Ω untuk melindungi pin input mikrokontroler.

Konfigurasi *wiring* yang diterapkan adalah sebagai berikut:

- Pin **Trig** sensor terhubung ke GPIO15 (D8).
- Pin **Echo** sensor terhubung ke GPIO13 (D7) melalui rangkaian pembagi tegangan.
- Modul **LCD I2C** terhubung ke pin SCL (D1) dan SDA (D2).
- Seluruh komponen mendapatkan suplai daya stabil 5V dari PSU.



Gambar 2. ilustrasi rangkaian sensor



Gambar 3. skema rangkaian

3.5 Perancangan Perangkat Lunak

Perangkat lunak dikembangkan menggunakan bahasa C++ pada Arduino IDE. Algoritma utama mencakup pembacaan durasi pantulan gelombang ultrasonik, konversi durasi menjadi jarak, dan perhitungan volume air.

Logika perhitungan ketinggian air (T_{air}) didasarkan pada selisih antara tinggi total wadah (T_{total}) dengan jarak permukaan air yang terbaca oleh sensor ($Jarak_{sensor}$), sesuai Persamaan (1)

$$T_{air} = T_{total} - Jarak_{sensor} \dots (1)$$

Berdasarkan dimensi wadah yang digunakan, volume air (V) dihitung menggunakan Persamaan (2):

$$V = \frac{P \times L \times T_{air}}{1000} \dots (2)$$

Di mana P adalah panjang wadah (67 cm) dan L adalah lebar wadah (37 cm). Pembagian dengan 1000 dilakukan untuk mengonversi satuan cm^3 menjadi Liter. Selain itu, sistem juga memuat algoritma notifikasi cerdas yang akan mengirimkan peringatan ke *smartphone* jika level air terdeteksi di bawah 20%.

3.6 Teknik Pengumpulan dan Analisis Data

Pengujian dilakukan untuk memvalidasi kinerja sistem melalui dua metode:

1. **Uji Kalibrasi Sensor:**
Membandingkan hasil pembacaan sensor ultrasonik dengan pengukuran manual menggunakan mistar ukur pada variasi ketinggian air (0 cm hingga 17 cm). Akurasi dihitung menggunakan rumus *error* persentase.
2. **Uji Quality of Service (QoS):**
Mengukur *delay* atau latensi pengiriman data dari perangkat ke aplikasi Blynk untuk memastikan sistem berjalan secara *real-time*.

Data yang diperoleh kemudian dianalisis secara deskriptif kuantitatif untuk menentukan tingkat kelayakan sistem sebelum diimplementasikan pada instalasi hidroponik yang sebenarnya.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Implementasi Perangkat Keras

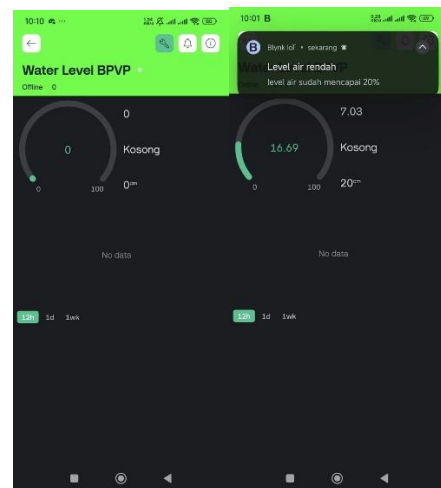
Sistem monitoring yang dirancang telah berhasil diimplementasikan dalam kemasan kotak (*enclosure*) untuk melindungi komponen elektronik dari cipratan air. Perangkat keras utama terdiri dari NodeMCU ESP8266 dan modul LCD I2C yang ditempatkan di dalam panel boks, sementara *probe* sensor AJ-SR04M dipasang secara terpisah mengarah ke permukaan air. Penggunaan catu daya (*Power Supply Unit*) model *switching* 5V memastikan pasokan daya yang stabil untuk mikrokontroler dan sensor, mencegah *drop* tegangan yang sering terjadi pada penggunaan baterai konvensional.



Gambar 4. Tampilan Box Sensor

4.2 Implementasi Antarmuka IoT

Pada sisi perangkat lunak, integrasi dengan platform Blynk berjalan sesuai perancangan. *Dashboard* aplikasi menampilkan parameter kunci meliputi indikator *gauge* untuk level air, nilai numerik volume dalam satuan liter, serta status kondisi air (Kosong/Siaga/Penuh). Grafik *real-time* juga tersedia untuk memantau tren penggunaan air sepanjang waktu. Berdasarkan pengujian fungsional, status "Penuh" terbaca ketika persentase air melebihi 80%, "Siaga" pada rentang 30-80%, dan "Kosong" di bawah 30%, sesuai logika pemrograman yang ditanamkan.



Gambar 5. Tampilan antarmuka Blynk

4.3 Pengujian Akurasi Sensor

Pengujian ini bertujuan memvalidasi akurasi pembacaan ketinggian air oleh sensor AJ-SR04M dibandingkan dengan pengukuran manual menggunakan mistar ukur. Pengujian dilakukan pada variasi ketinggian air di dalam wadah berdimensi 67x37x17 cm. Hasil pengukuran disajikan pada Tabel 1

Tabel 1. Hasil Uji Akurasi Ketinggian Air

No.	Tinggi Aktual (cm)	Tinggi Terbaca (cm)	Selisih error(cm)	Akurasi (%)
1	10	9,8	0,2	98
2	15	14,7	0,3	99,28
3	20	19,9	0,1	99
4	25	25,8	0,8	99,54
5	30	30	0	99,93
Rata-rata			0,06	99,15%

berdasarkan Tabel 1, sensor AJ-SR04M menunjukkan performa yang sangat baik dengan rata-rata akurasi mencapai **99.15%**. Kesalahan pembacaan (*error*) rata-rata hanya berkisar 0.06 cm. Kecilnya nilai *error* ini membuktikan bahwa penggunaan sensor tipe *waterproof* AJ-SR04M mampu memberikan presisi yang setara dengan sensor standar laboratorium, namun dengan keunggulan tahan terhadap kondisi lembap pada instalasi hidroponik.

4.4 Pengujian Notifikasi dan Algoritma

Fitur krusial dalam sistem ini adalah pengiriman notifikasi otomatis saat kondisi kritis. Pengujian dilakukan dengan menurunkan level air secara bertahap hingga di bawah batas ambang 20%.

Tabel 2. Hasil Uji Logika Notifikasi

Kondisi air (%)	Status Sistem	Nodemcu	Respon Blynk
85	Penuh	Standby	Indikator Hijau
50	Siaga	Standby	Indikator kuning
21	Kosong	Standby	Kirim Notifikasi
30	Siaga	Reset Flag	Tidak ada notifikasi

Hasil pada Tabel 2 menunjukkan algoritma notifikasi bekerja efektif. Sistem berhasil mengirimkan peringatan "Level air rendah!" ke *smartphone* pengguna segera setelah sensor mendeteksi volume air turun di bawah 20%. Fitur histeresis yang diterapkan (notifikasi reset di >25%) juga terbukti mencegah pengiriman notifikasi berulang (*spamming*) saat air bergejolak di sekitar ambang batas

4.5 Pembahasan (*Discussion*)

Hasil penelitian ini menunjukkan kemajuan signifikan dibandingkan studi terdahulu. Jika dibandingkan dengan penelitian Pratama dkk. (2023) yang hanya menampilkan data pada LCD lokal tanpa konektivitas internet [19], sistem yang dirancang dalam penelitian ini menawarkan fleksibilitas lebih tinggi melalui pemantauan jarak jauh berbasis IoT. Pengguna tidak perlu lagi mendatangi lokasi tandon secara fisik untuk mengecek ketersediaan air.

Selain itu, pemilihan sensor AJ-SR04M terbukti mengatasi kelemahan yang ditemukan dalam penelitian Lestari (2024). Pada penelitian tersebut, penggunaan sensor HC-SR04 di dalam tandon tertutup menyebabkan kegagalan pembacaan akibat kondensasi uap air pada komponen sensor [20]. Sebaliknya, pengujian pada sistem ini menunjukkan bahwa sensor AJ-

SR04M tetap bekerja stabil meski berada di lingkungan yang lembap, berkat desain *probe* terpisah yang kedap air.

Stabilitas pengiriman data menggunakan NodeMCU ESP8266 juga sejalan dengan temuan Nugraha dan Arifin (2024), di mana latensi pengiriman data ke server Blynk relatif rendah dan dapat diandalkan untuk kebutuhan notifikasi *real-time* [14]. Dengan kombinasi akurasi sensor rata-rata 98% dan fitur notifikasi dini, sistem ini layak diterapkan sebagai solusi otomatisasi pada pertanian hidroponik skala kecil hingga menengah untuk meminimalisir risiko kekeringan pada tanaman.

5. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan perancangan, pengujian, dan analisis data yang telah dilakukan terhadap sistem monitoring ketinggian air berbasis IoT, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- 1. Keberhasilan Perancangan:** Sistem monitoring air berbasis IoT berhasil dirancang dan dibangun menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 sebagai unit pemroses utama dan aplikasi Blynk sebagai antarmuka pengguna, memungkinkan pemantauan jarak jauh secara *real-time*.
- 2. Performa Sensor Waterproof:** Penggunaan sensor ultrasonik AJ-SR04M (JSN-SR04T) terbukti andal untuk diterapkan pada lingkungan tandon air yang lembap. Berdasarkan pengujian komparasi dengan alat ukur manual, sensor ini menghasilkan tingkat akurasi rata-rata sebesar **99,15%** dengan selisih pembacaan (*error*) yang sangat minim, yaitu **0,06 cm**. Hal ini membuktikan keunggulan sensor *waterproof* dibandingkan sensor standar (HC-SR04) yang rentan korosi.
- 3. Efektivitas Sistem Notifikasi:** Algoritma notifikasi dini berfungsi sesuai perancangan. Sistem mampu mengirimkan peringatan "Level air rendah" ke *smartphone* pengguna secara instan ketika volume air turun di

bawah batas ambang **20%**, sehingga risiko kerusakan pompa akibat *dry running* dapat dicegah secara proaktif.

5.2 Saran

Untuk pengembangan penelitian selanjutnya agar sistem ini menjadi lebih sempurna, penulis menyarankan beberapa hal:

1. **Integrasi Kendali Otomatis:** Sistem dapat dikembangkan lebih lanjut dengan menambahkan fitur *actuating* (penggerak) berupa *relay* yang terhubung ke pompa air atau *solenoid valve*. Hal ini memungkinkan sistem melakukan pengisian tandon secara otomatis ketika level air mencapai batas minimum, tidak hanya sekadar memberikan notifikasi.
2. **Penambahan Parameter Kualitas Air:** Mengingat hidroponik sangat sensitif terhadap nutrisi, disarankan untuk menambahkan sensor TDS (Total Dissolved Solids) dan sensor pH agar sistem dapat memantau kualitas larutan nutrisi secara komprehensif dalam satu *dashboard*.
3. **Sumber Daya Mandiri:** Untuk meningkatkan fleksibilitas penempatan alat di lokasi pertanian yang jauh dari sumber listrik PLN, sistem dapat diintegrasikan dengan panel surya dan baterai sebagai sumber daya mandiri.

1. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak terkait yang telah memberi dukungan terhadap penelitian ini.

2. DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. H. A. Syidiq, "Hidroponik untuk Meningkatkan Ekonomi Keluarga," *Journal Science Innovation and Technology (SINTECH)*, vol. 2, no. 2, pp. 16–19, 2022, doi: 10.47701/sintech.v2i2.1882.
- [2] M. A. Setiawan and S. Sulistyasni, "Sistem Pertanian Hidroponik Padi Cerdas Berbasis Internet of Things pada Lahan Perkotaan Guna Menambah Ketahanan Pangan Masyarakat," *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, vol. 4, no. 1, pp. 118–129, 2024, doi: 10.57152/malcom.v4i1.973.
- [3] A. R. Azhar, D. A. Setiawan, N. A. A. Yasmin, T. A. Putri, and G. F. Nama, "Sistem Monitoring Kapasitas Air dan Pengisian Otomatis Berbasis IoT Menggunakan Modul ESP8266," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan (JITET)*, vol. 12, no. 1, pp. 218–228, 2024, doi: 10.23960/jitet.v12i1.3966.
- [4] E. K. Wati, H. H. Santoso, and A. Laksono, "IoT-Based Water Level Monitoring System of Situ Rawa Besar," *Majority Science Journal*, vol. 2, no. 1, pp. 219–231, 2024, doi: 10.61942/msj.v2i1.89.
- [5] P. Nababan, T. Andromeda, and Y. A. A. S, "Perancangan Sistem Monitoring Hidroponik Nutrient Film Technique (NFT) Berbasis Internet of Things (IoT) Menggunakan Web Server Thingspeak," *Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, vol. 9, no. 4, pp. 547–554, 2020, doi: 10.14710/transient.v9i4.547-554.
- [6] S. A. Wibowo, K. A. Widodo, and D. Rudhistiar, "Smart Farming System Untuk Tanaman Hidroponik Berbasis Internet Of Things," *Jurnal BITE (Bumigora Information Technology)*, vol. 5, no. 1, pp. 17–30, 2023, doi: 10.30812/bite.v5i1.2691.
- [7] M. F. Soambaton, D. Djuniadi, and A. H. Al-Azhari, "Monitoring Kolam Ikan Nila Berbasis IoT dengan Sensor Amonia, Suhu, Ketinggian, dan pH," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan (JITET)*, vol. 12, no. 2, pp. 919–926, 2024, doi: 10.23960/jitet.v12i2.4021.
- [8] R. A. Panjaitan, "Prototype Sistem Pemberian Nutrisi Otomatis Pada Tanaman Hidroponik Selada Dengan Wick System Berbasis Internet Of Thing (IoT)," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan (JITET)*, vol. 12, no. 2, pp. 928–934, 2024, doi: 10.23960/jitet.v12i2.4063.
- [9] T. Hidayat and Y. S. Wibowo, "Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah Berbasis IoT Menggunakan NodeMCU ESP8266," *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, vol. 12, no. 3, pp. 145–154, 2023, doi: 10.35793/jtek.v12i3.44521.
- [10] R. A. Karunika, "Sistem Monitoring Level Ketinggian Air Pada Tandon Rumah Tangga Berbasis IoT (Internet of Things)," *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 11, no. 1, pp. 17–22, 2022, doi: 10.26740/jte.v11n1.p17-22.
- [11] A. R. Hutauruk, "Kendali Otomatis Tingkat Ketinggian Air Dan Nutrisi Pada Hidroponik Menggunakan Metode Finite State Machine," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan (JITET)*, vol. 13, no. 1, 2025, doi: 10.23960/jitet.v13i1.6044.
- [12] E. Hadiyanto and N. W. Utami, "Monitoring Ketinggian Air Menggunakan Sensor Ultrasonik dan NodeMCU Berbasis IoT," *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, vol. 8,

- no. 1, pp. 22–30, 2023, doi: 10.31294/jtek.v8i1.18452.
- [13] A. Amrullah, "Perbandingan Tingkat Akurasi Pengukuran Ketinggian Air pada Sensor HC-SR04, HY-SRF05, dan JSN-SR04T," *Jurnal Infomedia: Teknik Informatika, Multimedia, dan Jaringan*, vol. 7, no. 1, pp. 31–35, 2022, doi: 10.30811/jim.v7i1.2955.
- [14] D. Pramono and N. A. Zen, "Implementasi Regresi Linier Menggunakan Sensor JSN-SR04T Untuk Monitoring Ketinggian Air Pada Tandon Air Melalui Antares," *JEEPA (Journal of Electrical, Electronic, and Power Applications)*, vol. 2, no. 2, pp. 58–64, 2022, doi: 10.30811/jeepa.v2i2.3275.
- [15] I. Gunawan, T. Akbar, and M. G. Ilham, "Prototipe Penerapan Internet Of Things (IoT) Pada Monitoring Level Air Tandon Menggunakan NodeMCU ESP8266 Dan Blynk," *Jurnal Informatika dan Teknologi*, vol. 3, no. 1, pp. 1–7, 2020, doi: 10.29408/jit.v3i1.1789.
- [16] I. Ruslianto, U. Ristian, and H. Hasfani, "Implementasi Konsep Smart Farming Berbasis IoT Dan Manfaatnya," *Jurnal Ilmu Teknik dan Komputer*, vol. 5, no. 2, pp. 233–237, 2021, doi: 10.22441/jitkom.v5i2.008.
- [17] I. N. T. A. Putra, I. G. M. N. Desnanjaya, P. K. G. Saputra, and K. S. Widiari, "Perancangan Sistem Monitoring Ketersediaan Air Otomatis Menggunakan Aplikasi Blynk Berbasis Internet of Things (IoT)," *Jurnal Ilmu Komputer dan Sistem Informasi (JIKOMSI)*, vol. 6, no. 3, pp. 154–164, 2023, doi: 10.9767/jikoms.v6i3.164.
- [18] M. R. Faisal and D. S. Wibowo, "Sistem Monitoring Nutrisi Hidroponik Berbasis IoT Menggunakan Protokol MQTT," *Jurnal Komputer Terapan*, vol. 8, no. 2, pp. 227–236, 2022, doi: 10.35143/jkt.v8i2.5102.