



Implementasi Sistem Monitoring Air Dengansensor *Ultrasonik Hc-Sr04* Dan *Water Flow* Di Azone Hidroponik Berbasis Internet Of Things (IoT) Menggunakan Energi Panel Surya(PLTS)

Jhofy Ricardo P. Sitindaon¹,Dewi Permata Sari²,RD. Kusumanto³

¹Teknik Elektro, Politeknik Negeri Sriwijaya

¹jhofyricardo@gmail.com, ²dewi_permatasari@polsri.ac.id, ³manto_6611@yahoo.co.id

Abstract

The cultivation system using hydroponics is now widely popular among the community because it does not require large areas of land. Using the hydroponic system results in faster and optimal harvests. However, the busy activities of urban communities often cause them to fail in implementing it due to constraints in controlling and monitoring hydroponic plants. Additionally, PLN electricity is essential for operating the water pump, and the electricity load and tariff increases, along with sudden blackouts, significantly impact business actors. To address this problem, this research creates an Internet of Things (IoT)-based water monitoring system for ACONE Hydroponics partners with solar panel (PLTS) energy sources as an alternative energy in the event of a sudden PLN power outage. The sensors used in this system include the HCR-04 ultrasonic sensor to monitor water availability and the water flow sensor to measure water flow (discharge). Sensor data is processed by the ESP32 microcontroller and sent to the Blynk cloud platform via an internet connection and displayed on an LCD. System testing shows that the system can send sensor data to the cloud platform stably and in real-time. Data visualization on the cloud platform is easy to understand and helps hydroponic owners monitor water conditions in hydroponic systems. This water monitoring system can help users optimize water use in hydroponic systems..

Keywords: Hydroponics, AsOnE, Solar Panels (PLTS), Internet of Things (IoT), Ultrasonic Sensor HCR-04, Water Flow Sensor, Water Monitoring, Cloud Platform, Blynk, LCD, ESP32.

Abstrak

Sistem budidaya dengan menggunakan hidroponik kini banyak digemari masyarakat karena tidak memerlukan lahan yang luas. Menggunakan sistem hidroponik menghasilkan panen yang lebih cepat dan optimal. Namun kesibukan masyarakat perkotaan seringkali menyebabkan mereka gagal dalam melaksanakannya karena adanya kendala dalam pengendalian dan pengawasan tanaman hidroponik. Selain itu, listrik PLN sangat penting untuk mengoperasikan pompa air, dan kenaikan beban serta tarif listrik serta pemadaman mendadak berdampak signifikan terhadap pelaku usaha. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, penelitian ini membuat sistem monitoring air berbasis Internet of Things (IoT) pada ACONE Hidroponik mitra sumber energi panel surya (PLTS) sebagai energi alternatif jika terjadi pemadaman listrik PLN secara tiba-tiba. Sensor yang digunakan pada sistem ini antara lain sensor ultrasonik HCR-04 untuk memantau ketersediaan air dan sensor aliran air untuk mengukur aliran air (debit). Data sensor diproses oleh mikrokontroler ESP32 dan dikirim ke platform cloud Blynk melalui koneksi internet dan ditampilkan pada LCD. Pengujian sistem menunjukkan bahwa sistem dapat mengirimkan data sensor ke platform cloud secara stabil dan real-time. Visualisasi data di platform cloud mudah dipahami dan membantu pemilik hidroponik memantau kondisi air dalam sistem hidroponik. Sistem pemantauan air ini dapat membantu pengguna mengoptimalkan penggunaan air dalam sistem hidroponik.

Kata kunci: Hidroponik, ACONE, Panel Surya (PLTS), Internet of Things (IoT), Sensor Ultrasonik HCR-04, Water Flow Sensor, Monitoring Air, Cloud Platform, Blynk,Lcd,ESP32.

Diterima Redaksi : 10-05-2024 | Selesai Revisi : 28-06-2024 | Diterbitkan Online : 30-06-2024

1. Pendahuluan

Di era kehidupan modern sekarang ini sudah sangat jarang ditemukan lahan pertanian di kota – kota besar, terlebih bagi masyarakat perkotaan yang tinggal di pemukiman padat, perumahan dan dengan bentuk hunian yang minimalis. Bahkan sampai tidak memungkinkan menyediakan lahan untuk pekarangan atau halaman rumah. Ini menjadi sebuah masalah bagi masyarakat untuk bisa berkebun di halaman rumah. Apalagi bagi kalangan yang memiliki hobi berkebun, tidak bisa menyalurkan hobinya[9].

Hidroponik merupakan teknologi bercocok tanam tanpa menggunakan media tanah namun menggunakan air dan larutan nutrisi yang dibutuhkan tanaman sebagai media tumbuh. Metode bercocok tanaman dengan teknik hidroponik menjadi salah satu alternatif bagi masyarakat yang ingin bercocok tanam dilahan yang sempit. Terdapat 5 macam teknik budidaya hidroponik, yaitu NFT (*Nutrient Film Technique*), DFT (*Deep Flow Technique*), Wick System (Sistem Sumbu), Rakit Apung, dan teknik Dutch Bucket...

Menanam hidroponik menggunakan metode NFT (Nutrient Film Technique) dibutuhkan aliran air yang tetap terjaga, tujuannya untuk mengalirkan air nutrisi pada akar tanaman. Dalam praktiknya, PLN digunakan untuk menghidupkan pompa air tersebut namun bila suplai energi dari PLN mati akibat gangguan atau kealpaan maka pasokan nutrisi tanaman juga akan ikut terhenti. Maka dari itu diperlukan suatu sumber cadangan energi untuk menjaga pompa air tersebut tetap hidup dan air serta nutrisi terus mengalir. Sumber energi yang dimaksud adalah Pembangkit Listrik Tenaga Surya(PLTS).

Pembangkit Listrik Tenaga Surya(PLTS) adalah salah satu bentuk sumber energi alternatif yang tiada habisnya dan ramah lingkungan dengan menggunakan sebuah teknologi *photovoltaic* yang digunakan untuk menangkap sel-sel surya dari cahajya matahari yang kemudian dikonversi menjadi energi listrik arus searah yang ramah lingkungan dan bersih dari emisi karbondioksida. Energi listrik arus searah ini jyang akan dimanfaatkan untuk menyuplai energi ke beban-beban yang memerlukan energi listrik arus searah maupun arus bolak-balik. PLTS adalah salah satu solusi yang tepat untuk menjaga kestabilan pompa air dalam pengairan dan pemberian nutrisi pada tanaman hidroponik saat terjadi pemadaman listrik oleh PLN[1]. Salah satu kendala yang dihadapi oleh para petani media tanam hidroponik adalah pengontrolan batas ketinggian(ketersediaan) air yang digunakan pada media tanam hidroponik secara rutin, sehingga akan membuat masalah apabila petani lupa mengontrol ketersediaan dan penggunaan air pada media tanam hidroponik[16], sehingga dibutuhkan alat yang dapat

mengontrol ketinggian air pada media tanam hidroponik.

Berdasarkan kendala tersebut dibutuhkan alat atau sistem yang dapat mengontrol penggunaan dan ketersediaan air pada media tanam hidroponik secara otomatis. Pada penelitian sebelumnya yaitu pada penelitian sistem kontrol dan monitoring penggunaan dan ketersediaan air menggunakan sensor water level untuk mendeteksi ketersediaan air pada suatu wadah atau tempat penampungan lainnya. Namun, penggunaan sensor water level dinilai sangat tidak efektif bila digunakan pada penelitian kali ini dikarenakan sensor water level hanya dapat mendeteksi atau mengukur ketersediaan air dalam wadah atau tempat penampungan yang kecil sedangkan, pada pembuatan sistem ini penulis akan merancang sebuah sistem monitoring penggunaan atau ketersediaan air dalam wadah yang cukup tinggi dan besar, sehingga penulis mengembangkan sebuah sistem kontrol dan monitoring penggunaan dan ketersediaan air menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 dan water flow sensor Berdasarkan kendala atau permasalahan yang dihadapi petani dalam sistem budidaya hidroponik tersebut, peneliti membuat tugas akhir tentang ***“Implementasi Sistem Monitoring Air Menggunakan Sensor Ultrasonik HCR-04 Dan Water Flow Sensor Di AsOne Hidroponik Dengan Sumber Energi Panel Surya(PLTS) Berbasis Internet of Things(IoT)”*** yang diharapkan bisa menjadi solusi dan inovasi bagi petani atau orang yang ingin membuat sistem budidaya hidroponik.

2. Metode Penelitian

Dalam pembuatan alat ini memiliki metode penelitian yang terdiri dari beberapa alur penelitian yang memiliki keterkaitan antara satu dengan yang lain. Alur ini sangat membantu dalam pembuatan tugas akhir yang mana diawali dengan pencarian Analisa permasalahan dimana pada proses ini harus bisa memahami beberapa elemen dalam berbagai situasi dalam permasalahan yang ada kemudian mencari solusi penyelesaiannya. Selanjutnya proses studi literatur lalu analisa kebutuhan dimana pada proses analisa kebutuhan yaitu menganalisa alat dan bahan yang dibutuhkan dalam penyelesaian masalah, termasuk kebutuhan alat dan bahan. Setelah proses analisa kebutuhan, selanjutnya proses perancangan sistem dimana perancangan sistem adalah metode awal dalam pembuatan alat yang sangat penting karena tanpa adanya perancangan alat tidak dapat berjalan dengan baik. Tahapan perancangan terdiri dari beberapa tahapan, seperti perancangan blok diagram, diagram alir, dan sebagainya. Untuk mencapai hasil yang optimal, perancangan yang baik harus diperhatikan sifat dan karakteristik dari tiap komponen yang digunakan agar kerusakan komponen dapat dihindari. Proses selanjutnya, yaitu implementasi alat dan uji coba alat

dimana tujuan implementasi alat dilakukan untuk menyelesaikan masalah serta tujuan uji coba alat ini adalah untuk menentukan apakah alat yang telah dibuat telah berfungsi dengan baik dan sudah sesuai dengan perancangan atau belum. Pengujian pada alat ini meliputi pengujian setiap blok maupun pengujian secara keseluruhan. Setelah melakukan uji coba alat proses terakhir yaitu pengambilan data.



Gambar 1. Perencanaan Studi Penelitian

2.1. Sensor Ultrasonik HCR-04

Sensor ultrasonik merupakan sensor yang menggunakan prinsip pantulan gelombang suara, dan digunakan untuk mendeteksi keberadaan suatu objek tertentu di hadapan Anda. Frekuensi operasi dalam rentang supersonik adalah 40 kHz hingga 400 kHz. Sensor ultrasonik terdiri dari dua unit yaitu unit pengirim dan unit penerima. Struktur unit pemancar-penerima sangat sederhana: kristal piezoelektrik dihubungkan ke jangkar mekanis, yang dihubungkan ke membran bergetar. Dari beberapa jenis atau tipe sensor ultrasonik yang kita ketahui disini penulis memakai sensor ultrasonik HC-SR04 karena kemampuan (*range*) ukur jarak antara 0 cm sampai 4 m sehingga dianggap lebih efektif untuk mengukur ketinggian air dalam jumlah yang cukup tinggi. Sensor Ultrasonik HC-SR04 Memiliki 4 pin/kaki yang memiliki fungsi masing-masing sebagai berikut:

- Pin Trig (*Trigger*)

Sebagai pin/kaki yang berfungsi untuk memicu (*mentrigger*) pemancaran gelombang ultrasonik.

- Pin Echo
Sebagai pin/kaki yang berfungsi untuk mendeteksi ultrasonik apakah sudah diterima atau belum.
- Pin Vcc
Sebagai pin/kaki yang berfungsi untuk mengkoneksikan ke power supply + 5 vdc dan dapat juga dihubungkan ke pin vcc mikrokontroller
- Pin Gnd (*Ground*)
Sebagai Pin/kaki yang berfungsi untuk mekoneksikan ke Gnd power supply dan dapat juga dihubungkan ke pin Gnd mikrokontroller

2.2 Sensor Aliran Air

Sensor aliran air (*Water Flow Sensor*) adalah perangkat sensor yang digunakan untuk mengukur debit aliran air. Sebagaimana dengan semua sensor, pengkalibrasian diperlukan untuk mendapatkan pengukuran yang benar-benar akurat. Jenis sensor aliran air mekanis (*Mechanical Water Flow Sensor*) digunakan dalam perancangan penelitian ini. Sensor jenis ini memiliki rotor dan efek transducer hall di dalamnya untuk mendeteksi putaran rotor ketika aliran air melewatinya. Jumlah pulsa digital yang dihasilkan oleh putaran ini akan sebanding dengan jumlah fluida yang mengalir melaluinya[19].

2.3. LCD (Liquid Crystal Display)

LCD (Liquid Crystal Display) adalah teknologi tampilan yang sangat umum digunakan dalam banyak perangkat elektronik, termasuk ponsel cerdas, televisi, monitor komputer, dan perangkat lainnya. Pada perancangan alat ini penulis menggunakan modul *Liquid Crystal Display* (LCD) untuk menampilkan berbagai tampilan, seperti huruf, angka, dan karakter lainnya, serta berbagai tulisan dan pesan pendek. Dan pada perancangan alat ini LCD digunakan untuk menampilkan berapa jumlah volume dan debit air yang keluar[8].

2.4. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (*PLTS*)

Panel surya adalah sumber terbarukan yang sangat ramah lingkungan. Dengan model paling sederhana, pembangkit listrik tenaga surya (*PLTS*) melekat panel *fotovoltaik* pada atap dan bangunan[10]. Selama hari, *PLTS* menangkap paparan cahaya matahari dan kemudian menggunakannya untuk menghasilkan listrik untuk rumah atau bangunan yang terkait. Ini menjadikan *PLTS* sebagai sumber energi yang efisien dan ramah lingkungan. Perkembangan baru-baru ini dalam teknologi sel surya telah memiliki efek yang signifikan. Dengan peningkatan efisiensi dan

penurunan biaya, penelitian terus menghasilkan inovasi yang memungkinkan sel surya digunakan secara lebih luas dalam sistem energi terbarukan, baik di rumah tangga maupun industri. Dengan peningkatan efisiensi dan penurunan biaya, sel surya semakin menjadi pilihan utama dalam peralihan ke sumber energi yang lebih bersih dan berkelanjutan di seluruh dunia.

2.5 ESP32

ESP 32 adalah modul wifi yang bertindak sebagai perangkat tambahan untuk mikrokontroler yang memungkinkan koneksi langsung ke wifi dan membuat koneksi TCP/IP. Modul ESP32 merupakan penerus dari ESP8266 dan dilengkapi dengan prosesor, memori,GPIO yang lebih banyak, CPU serta Wi-Fi yang lebih cepat, dan dukungan terhadap Bluetooth 4.2, serta konsumsi daya yang rendah, sehingga sangat cocok untuk membuat beberapa proyek-proyek elektronika berbasis Internet of Things. Dengan demikian, modul ini dapat digunakan tanpa mikrokontroler karena memiliki perlengkapan yang mirip dengan mikrokontroler.

2.6 Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) dapat diartikan sebagai infrastruktur global untuk memenuhi kebutuhan informasi masyarakat, memungkinkan layanan canggih dengan interkoneksi fisik dan virtual berdasarkan yang telah ada dan perkembangan teknologi informasi, serta mampu menyelesaikan masalah yang ada melalui penggabungan teknologi dan dampak sosial. Konsep *Internet of Things (IoT)* memiliki kemampuan untuk membantu pekerjaan manusia dalam berbagai cara, seperti memungkinkan perangkat untuk dikontrol dari jarak jauh melalui data yang dikumpulkan oleh berbagai sensor dan mikrokontroler. Konsep ini berpotensi membuat jumlah orang yang menggunakan internet menjadi lebih banyak. Perkantoran, Pertanian, Peternakan, Kesehatan, Industri, Pariwisata, Transportasi, dan Pemerintahan adalah semua contoh aktivitas sehari-hari yang difasilitasi oleh *Internet of Things*.

2.7 Blynk

Blynk adalah aplikasi yang dapat digunakan pada perangkat Android dan IOS untuk mengontrol mikrokontroler jaringan internet. Dengan koneksi internet yang stabil, aplikasi ini memungkinkan Anda mengontrol dan menghubungkan apapun dari jarak jauh.Tiga komponen utama terdiri dari platform Blynk:

1. **Blynk App**, yang memungkinkan pengguna membuat antarmuka aplikasi untuk proyek menggunakan berbagai widget yang telah disediakan.

2. **Blynk Server**, yang mengatur semua komunikasi antara smartphone dan perangkat keras. Pengguna dapat menggunakan Blynk Cloud atau menjalankan server Blynk pribadi secara lokal, yang merupakan server lokal open source. Blynk dapat diluncurkan pada Raspberry Pi dan dengan mudah menangani ribuan perangkat.
3. **Blynk Libraries**, yang memungkinkan hardware atau mikrokontroler yang digunakan untuk terhubung ke server blynk dan memproses perintah input dan output melalui smartphone. Setiap kali pengguna menekan tombol pada aplikasi Blynk, pesan tersebut akan dikirim ke blynk cloud. Server blynk akan menerima respon dari pengguna dan mengirimkan hasil input ke perangkat keras.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pembahasan

3.1.1 Deskripsi Sistem

Sistem monitoring air di AsOne Hidroponik menggunakan kombinasi sensor ultrasonik HCR-04 dan water flow sensor untuk mengukur ketersediaan air dan aliran (penggunaan) air dalam sistem hidroponik,yang dimana pengukuran pada *sensor ultrasonic* dikonversi menjadi nilai ketinggian air.Data yang dikumpulkan oleh sensor ini dikirimkan ke platform IoT untuk pemantauan jarak jauh. Sistem ini didukung oleh sumber energi panel surya (PLTS) untuk memastikan keberlanjutan operasional.

3.1.2 Instalasi Dan Pengaturan Sistem

1. **Sensor Ultrasonik HCR-04**: Dipasang pada bagian atas tangki air untuk mengukur ketinggian(ketersediaan) air. Sensor ini bekerja dengan mengirimkan gelombang ultrasonik ke permukaan air dan mengukur waktu yang diperlukan untuk pengisian tangki dan berapa ketinggian air saat tangki penuh dan saat tangki kosong.



Gambar 2. Implementasi Sensor Ultrasonik Pada Tangki

2. **Water Flow Sensor**: Dipasang pada saluran keluar air untuk mengukur laju aliran air.

Sensor ini mengukur jumlah air yang mengalir melalui pipa dengan menggunakan turbin internal yang berputar sesuai dengan aliran air.

3.2.3 Integrasi Internet Of Things(IoT)

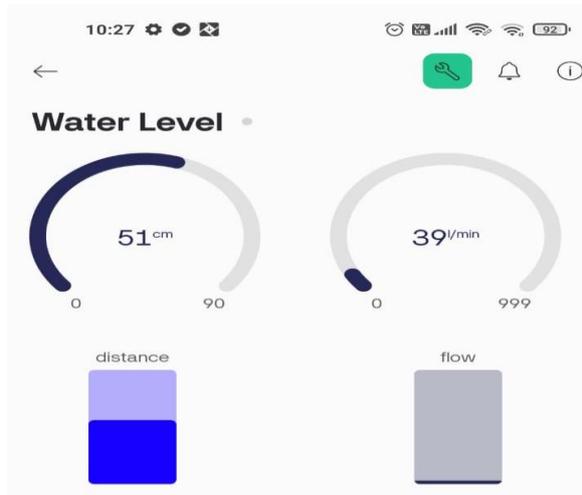


Gambar 3. Implementasi Water Flow Sensor

Data dari sensor dikirimkan ke platform IoT menggunakan modul komunikasi Wi-Fi(ESP 32). Platform IoT yang digunakan adalah Blynk, yang memungkinkan pengguna untuk memantau data secara real-time melalui aplikasi web atau mobile. Data yang dikumpulkan antara lain ketersediaan(ketinggian) air dan penggunaan air(debit) Air.

Tabel 1. Data Uji Coba Sensor Ultrasonic HC-SR04

No	Jam	Ketersediaan Air	Ketinggian Air(cm)	Error(%)
1	07.00	0%	90	0,1
2	07.15	20%	77	0
3	07.30	35%	65	0,2
4	07.45	53%	52	0
5	08.00	69%	39	0
6	08.15	86%	24	0,1
7	08.30	98%	15	2
Rata-rata Presentase Error				0,3%



Gambar 4. Tampilan Blynk Pada Aplikasi Android

3.2.4 Pengujian Sensor Ultrasonic HC-SR04

Uji coba sensor ultrasonic hc-sr04 ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana cara kerja sensor ini untuk mendeteksi ketersediaan(Ketinggian) air dalam tangki dan untuk mengetahui berapa waktu yang dibutuhkan untuk pengisian air saat tangki kosong hingga tangki penuh.

3.2.5 Hasil Uji Coba Sensor Ultrasonic HC-SR04

Hasil uji coba sensor ultrasonik HC-SR04 dapat dilihat pada Tabel 1 pengujian pada pagi hari dan Tabel 2 pada malam hari dibawah ini.

Tabel 2. Data Uji Coba Sensor Ultrasonic HC-SR04 Pada Malam Hari

No	Ketinggian Air(cm)	Volume/debit Air(liter)
1	90	0
2	77	13
3	65	25
4	52	38
5	39	51
6	22	68
7	17	73

3.2.6 Analisa Percobaan Sensor Ultrasonic HC-SR04

Penelitian ini mengkaji implementasi sensor ultrasonic HC-SR04 dalam sistem hidroponik berbasis Internet of Things (IoT) di AsOne Hidroponik, Palembang. Sensor ultrasonic HC-SR04 digunakan untuk memonitoring ketersediaan(Ketinggian) air pada tangki. Melalui integrasi dengan platform IoT, data dari sensor dikirimkan secara real-time ke aplikasi Blynk, memungkinkan pemantauan jarak jauh. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sensor sensor ultrasonic HC-SR04 mampu mendeteksi ketersediaan(ketinggian) air dengan akurat dan andal, membantu petani dalam menjaga kondisi optimal untuk pertumbuhan tanaman.Berdasarkan hasil uji coba yang dilakukan penulis dapat disimpulkan bahwa percobaan dilakukan pada pagi hari dan malam hari dimana pada percobaan pagi hari saat pengisian tangki membutuhkan waktu yang lama dibandingkan pada malam hari dikarenakan pada pagi hari aktivitas penggunaan air banyak dilakukan seperti mandi,mencuci baju dan lain-lain yang membuat pengisian tangki membutuhkan waktu yang lama dibandingkan malam hari,karena pada malam hari aktivitas penggunaan air tidak banyak dilakukan.Pada percobaan ini tangki diisi tidak terlalu penuh,karena jika pengisian air pada tangki terlalu penuh dapat merendam sensor dan mengakibatkan kerusakan pada sensor sehingga pada saat pengujian sensor terdapat nilai error 0.3% yang dimana nilai error didapatkan dari alat ukur dari sensor tersebut.

3.2.7 Hasil Uji Coba Water Flow Sensor

Hasil uji coba water flow sensor dapat dilihat dari tabel 4.3 dibawah ini.

Tabel 3. Hasil Pengukuran pada water flow sensor

No	Jam	Ketersediaan Air	Ketinggian Air(cm)	Error(%)
1	08.00	0%	90	0,1
2	08.20	16%	77	0
3	08.40	32%	65	0,2
4	09.00	48%	52	0
5	09.20	66%	39	0
6	09.40	84%	24	0,1
7	10.00	98%	15	2
Rata-rata Presentase Error				0,3%

3.2.8 Hasil Uji Coba Water Flow Sensor

Penelitian ini mengkaji implementasi water flow sensor dalam sistem hidroponik berbasis Internet of Things (IoT) di AsOne Hidroponik, Palembang.Water flow sensor digunakan untuk memonitoring penggunaan air pada tangki. Melalui integrasi dengan platform IoT, data dari sensor dikirimkan secara real-time ke aplikasi Blynk, memungkinkan pemantauan jarak jauh. Hasil penelitian menunjukkan bahwawater flow sensor mampu mendeteksi penggunaan air dengan akurat dan andal, membantu petani dalam menjaga kondisi optimal untuk pertumbuhan tanaman.Berdasarkan pengujian yang dilakukan penulis,dapat disimpulkan hasil uji sensor sesuai dengan air yang keluar dari tangki berdasarkan ketinggian tangki.Air yang keluar dari tangki kemudian dikonversi

menjadi nilai oleh water flow sensor kemudian dikirim ke platform IoT dan petani dapat memonitoring penggunaan air yang keluar melalui platform IoT.

4. Kesimpulan

Implementasi sistem monitoring air menggunakan sensor ultrasonik HCR-04 dan water flow sensor di AsOne Hidroponik dengan sumber energi panel surya berbasis IoT telah terbukti efektif dan efisien. Sistem ini tidak hanya meningkatkan kontrol dan pemantauan kondisi hidroponik tetapi juga mengurangi intervensi manual dan biaya operasional dalam jangka panjang. Keandalan sensor, kinerja panel surya, serta manfaat dari integrasi IoT menjadikan sistem ini sebagai solusi berkelanjutan dan inovatif dalam pertanian modern.

Daftar Rujukan

- [1] Prasojo and A. A. Hasyim, "Sistem Monitoring Kualitas Air Pada Pertanian Hidroponik Dengan Memanfaatkan Panel Surya Sebagai Sumber Energi," Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2024.
- [2] L. Mohammad, M. K. A. A. Suyanto, and S. P. Asma'ul Husna, "Pengembangan sistem hidroponik otomatis-modern berbasis panel surya dan baterai," *Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi*, vol. 10, no. 1, 2021.
- [3] T. M. Kawinda, A. A. Muayyadi, and A. Mulyana, "Penerapan Teknologi Internet Of Things Pada Hidroponik Cabai Rawit Dengan Sistem Dutch Bucket Menggunakan ESP32 Dan Blynk," *eProceedings of Engineering*, vol. 9, no. 6, 2023.
- [4] M. T. Muflih, G. I. Hapsari, and M. I. Sari, "Sistem Otomasi Hidroponik NFT (Nutrient Film Technique) Menggunakan Sumber Energi Alternatif," *eProceedings of Applied Science*, vol. 6, no. 3, 2020.
- [5] A. H. Santoso, M. Saputra, and F. N. R. Hamka, "PLTS sebagai Backup Supply pada Plant Hidroponik Nutrient Film Technique (NFT) Berbasis IoT," *Elposys: Jurnal Sistem Kelistrikan*, vol. 10, no. 1, pp. 19-23, 2023.
- [6] I. Fathurrahman, M. Saiful, and L. M. Samsu, "Penerapan Sistem Monitoring Hidroponik berbasis Internet of Things (IoT)," *ABSYARA: Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*, vol. 2, no. 2, pp. 283-290, 2021.
- [7] C. Widiasari and L. A. Zulkarnain, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Penggunaan Air PDAM Berbasis IoT," *Jurnal Komputer Terapan*, vol. 7, no. 2, pp. 153-162, 2021.
- [8] Y. Rahmanto, A. Rifaini, S. Samsugi, and S. D. Riskiono, "Sistem Monitoring pH Air Pada Aquaponik Menggunakan Mikrokontroler Arduino UNO," *Jurnal Teknologi Dan Sistem Tertanam*, vol. 1, no. 1, pp. 23-28, 2020.
- [9] I. Ibadarrahman, N. S. Salahuddin, and A. Kowanda, "Sistem Kontrol dan Monitoring Hidroponik berbasis Android.
- [10] S. Modjo, "PLN vs Energi Terbarukan: Peraturan Menteri ESDM Terkait Penggunaan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap," *Jurnal Hukum Lingkungan Indonesia*, vol. 6, no. 1, pp. 19-40, 2019
- [11] T. Widodo, B. Irawan, A. T. Prastowo, and A. Surahman, "Sistem Sirkulasi Air Pada Teknik Budidaya Bioflok Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno R3," *Jurnal Teknik Dan Sistem Komputer*, vol. 1, no. 2, pp. 34-39, 2020.
- [12] Y. Pebriyanto, W. Jefriyanto, E. Kurniati, K. Bryan, and N. P. H. TA, "UPGRADE SISTEM PLTS ATAP TIPE HYBRID-OFF GRID SEBAGAI SUMBER ENERGI UTAMA DALAM BUDIDAYA HIDROPONIK DI UMKM MAESTRO BORNEO HIDROPONIK FARM PALANGKA RAYA," *J-ABDI: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, vol. 3, no. 7, pp. 1529-1538, 2023.
- [13] T. N. Damanik, S. Silaban, and A. S. Silitonga, "ANALISIS SOLAR CELL 200 WP LISTRIK KAPASITAS 450 WATT UNTUK RUMAH PETANI TERPENCIL," *Prosiding Konferensi Nasional Social & Engineering Polmed (KONSEP)*, vol. 3, no. 1, pp. 1102-1109, 2022.
- [14] N. Evalina, D. J. Maulana, M. Putri, F. I. Pasaribu, and P. Harahap, "Perancangan sistem kontrol ketinggian air pada media tanam hidroponik," *Rele (rekayasa elektrikal dan energi): Jurnal Teknik Elektro*, vol. 6, no. 1, pp. 36-41, 2023.
- [15] T. Puspita, Y. R. Denny, and I. A. Darmawan, "Pres (Photovoltaic Renewable Energy Resources): Rancang Bangun Esp Berbasis Modul Surya 50 WP Pada Sistem Hidroponik DFT (Deep Flow Technique)," *Jurnal Riset Rumpun Ilmu Tanaman*, vol. 2, no. 2, pp. 01-14, 2023
- [16] P. Hidayatullah, M. Orisa, and A. Mahmudi, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Dan Kontrol Tanaman Hidroponik Berbasis Internet Of Things (IOT)," *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 6, no. 2, pp. 1200-1207, 2022.
- [17] P. D. B. Perteka, I. N. Piarsa, and K. S. Wibawa, "Sistem kontrol dan monitoring tanaman hidroponik aeroponik berbasis Internet of Things," *J. Ilm. Merpati (Menara Penelit. Akad. Teknol. Informasi)*, vol. 8, no. 3, p. 197, 2020.
- [18] M. Kautsar, R. R. Isnanto, and E. D. Widiyanto, "Sistem Monitoring Digital Penggunaan dan Kualitas Kekurangan Air PDAM Berbasis Mikrokontroler ATmega328 Menggunakan Sensor Aliran Air dan Sensor Fotodiode," *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, vol. 3, no. 1, pp. 79-86, 2019.
- [19] D. P. A. R. Hakim, A. Budijanto, and B. Widjanarko, "Sistem Monitoring Penggunaan Air PDAM pada Rumah Tangga Menggunakan Mikrokontroler NODEMCU Berbasis Smartphone ANDROID," *Jurnal Iptek*, vol. 22, no. 2, pp. 9-18, 2018.
- [20] D. Setiawan, H. Eteruddin, and L. Siswati, "Sistem pembangkit listrik tenaga surya untuk tanaman hidroponik," *Jurnal Teknik*, vol. 14, no. 2, pp. 208-215, 2020.