

PROTOTYPE IOT UNTUK PEMANTAUAN NUTRISI DAN PH PADA HIDROPONIK MENGGUNAKAN ESP32 DI KEBUN HIDROPONIK VEFAR YOGYAKARTA

Danur Wijayanto¹, Esi Putri Silmina², Arizona Firdonsyah³, Aqni Alam Aditiya⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Teknologi Informasi, Universitas `Aisyiyah Yogyakarta

Jl. KH. Ahmad Dahlan, Ngampilan, Yogyakarta – Daerah Istimewa Yogyakarta, Indonesia

Email: ¹danurwijayanto@unisayogya.ac.id, ²esiputrisilmina@unisayogya.ac.id, ³arizona@unisayogya.ac.id, ⁴2011501009@student.unisayogya.ac.id

ABSTRAK

Sektor pertanian di Indonesia menghadapi tantangan karena berkurangnya lahan pertanian, Upaya yang dilakukan untuk mengatasi hal tersebut dengan menerapkan Hidroponik. Salah satu metode hidroponik adalah Metode NFT, yang telah diterapkan di Kebun Vefar Yogyakarta. Namun dalam penerapan Hidroponik dengan Metode NFT ini sering mengalami kendala berupa gagal panen yang disebabkan oleh sistem pemantauan nutrisi dan pH yang masih manual, belum dilakukan secara berkala, keterbatasan waktu dan tenaga dari pemilik serta karyawan, ditambah dengan luasnya lahan kebun hidroponik, menjadi faktor penghambat dalam pemantauan yang intensif. Pemantauan secara *real-time* terhadap nutrisi air dan pH air juga sangat penting untuk memaksimalkan hasil produksi. Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan sistem pemantauan berbasis IoT yang memanfaatkan sensor pH dan TDS meter, Wemos D1 R32 sebagai *mikrokontroler*, dengan menggunakan Platform Antares dan Aplikasi *Mobile apps* MIT APP Inventor. Hasil menunjukkan *prototype* dapat memantau kondisi pH dan jumlah partikel padatan yang terlarut dalam air dengan pengujian selama satu hari dan keberhasilan seluruh hasil skenario pengujian. Nilai pH dan TDS pada larutan nutrisi menunjukkan fluktuasi yang relatif stabil dalam rentang waktu pengukuran. Nilai pH rata-rata berkisar antara 6.9 hingga 7.1, sedangkan nilai TDS berada di sekitar 1674-1828 ppm.

Kata kunci: IoT, hidroponik, ESP2, microcontroller, MIT App Inventor

ABSTRACT

The agricultural sector in Indonesia is facing challenges due to the decreasing amount of agricultural land. Hydroponics has been implemented as a solution to address this issue. One method of hydroponics is the Nutrient Film Technique (NFT), which has been applied in Vefar Garden, Yogyakarta. However, the implementation of NFT hydroponics often encounters obstacles such as crop failures caused by manual nutrient and pH monitoring systems, which are not conducted regularly. Limited time and labor from owners and employees, coupled with the vast area of the hydroponic garden, hinder intensive monitoring. Real-time monitoring of water nutrients and pH is crucial for maximizing production. To overcome these problems, an IoT-based monitoring system was developed using pH and TDS sensors, a Wemos D1 R32 microcontroller, the Antares Platform, and the MIT App Inventor mobile app. The results show that the prototype can monitor pH conditions and the number of solid particles dissolved in water with testing for one day and the success of all test scenario.

Keywords: IoT, hidroponik, ESP2, microcontroller, MIT App Inventor

1. PENDAHULUAN

Pertanian merupakan sektor yang sangat penting bagi masyarakat Indonesia. Petani menggunakan tanah sebagai media tanam, namun kemajuan infrastruktur di Indonesia, yang membuat lahan pertanian kian berkurang, seperti pembangunan jalan tol, bandara, perumahan, gedung-gedung, dan kawasan industri, telah mengurangi lahan pertanian yang sebelumnya tersedia. Petani harus mencari alternatif lain untuk bercocok tanam tanpa memerlukan lahan yang luas guna memenuhi kebutuhan pangan terutama sayur [1]. Inovasi dalam bidang pertanian telah menghadirkan banyak cara yang diterapkan oleh petani untuk membudidayakan tanaman sayuran agar mendapatkan hasil yang baik dan berkualitas tanpa menggunakan tambahan pupuk kimia, pestisida, herbisida, maupun obat-obatan tanaman lainnya. Praktik bercocok tanam menawarkan beragam metode, salah satunya yang efektif dan hemat lahan adalah Sistem Hidroponik [2].

Hidroponik merupakan salah satu metode penanaman tanpa tanah, melainkan menggunakan air dan larutan nutrisi sebagai media tanam. Sistem Hidroponik ini memiliki keuntungan, yaitu perawatan yang lebih mudah, penggunaan air serta pupuk yang lebih efisien, tidak bergantung pada kondisi alam, dan dapat dilakukan pada lahan yang terbatas [3]. Salah satu jenis hidroponik adalah Metode *Nutrient Film Technique* (NFT), yang menggunakan instalasi saluran pipa dengan kemiringan tertentu. Aliran air dangkal dalam metode ini menyediakan oksigen yang



cukup bagi akar dan mengandung nutrisi untuk tanaman, sehingga memungkinkan pertumbuhan tanaman dengan optimal [4].

Perkembangan teknologi yang berkembang pesat melahirkan *Internet of Things* (IoT), sebuah teknologi yang mengintegrasikan perangkat keras dan perangkat lunak untuk bertukar data secara otomatis melalui jaringan internet. IoT memungkinkan pengguna untuk dengan mudah melakukan pengawasan atau pemantauan secara *real-time* dengan akses yang lebih nyaman dan praktis [5]. Kebun Vefar merupakan salah satu Usaha Mikro Kecil Menengah (UMKM) yang bergerak di bidang budidaya tanaman hidroponik NFT. Kebun Vefar berlokasi di RT 03 RW 24, Dusun Randu, Hargobinangun, Kecamatan Pakem, Kabupaten Sleman, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta 55582. Kebun Vefar didirikan tahun 2018 oleh David Dwijatmiko, dengan berdirinya kebun Hidroponik NFT Vefar, diharapkan dapat memberikan kontribusi positif dalam meningkatkan ketahanan pangan lokal, menjadi destinasi wisata edukasi yang menarik dengan menawarkan pengalaman belajar tentang hidroponik NFT, serta mendorong pertumbuhan ekonomi masyarakat sekitar melalui penjualan hasil panen yang berkualitas.

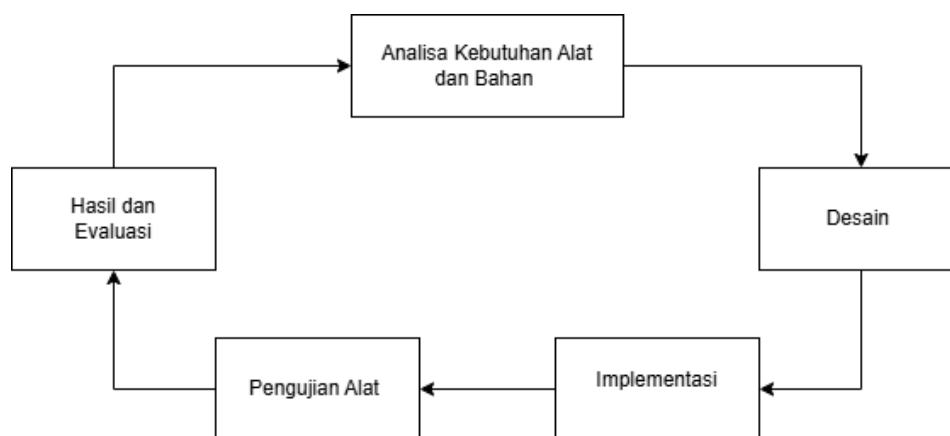
Budidaya tanaman hidroponik NFT di Kebun Vefar sering mengalami kendala berupa gagal panen. Kendala tersebut disebabkan oleh sistem pemantauan nutrisi air dan pH air yang masih manual, keterbatasan waktu dan tenaga dari pemilik serta karyawan, ditambah dengan luasnya lahan kebun hidroponik, menjadi faktor penghambat dalam pemantauan nutrisi air dan pH air yang intensif. Pemantauan secara *real-time* terhadap nutrisi air dan pH air juga sangat penting untuk memaksimalkan hasil produksi.

Penelitian terdahulu terkait dengan Hidroponik Metode NFT antara lain, Penelitian yang dilakukan di Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian (BBP2TP) berhasil mengembangkan alat pengontrol pH dan nutrisi tanaman selada pada sistem hidroponik NFT. Sistem ini menggunakan sensor pH, sensor *Total Dissolved Solids* (TDS), dan Arduino Mega 2560 [6]. Penelitian selanjutnya menerapkan sensor pH, sensor suhu, sensor kelembaban DHT22, NodeMCU ESP32, water pump, dan pencampur nutrisi otomatis, serta pemantauan kondisi air dilakukan secara daring melalui website monitoring. Sistem ini berhasil diterapkan, tetapi terdapat beberapa kekurangan yang perlu diperbaiki, seperti akurasi alat, bug pada *mikrokontroler* NodeMCU ESP32, dan memperluas jangkauan Wi-Fi [7]. Penelitian mengenai MIT APP Inventor juga telah banyak dilakukan dalam memantau kondisi sensor pada perangkat IoT sehingga dapat dipantau secara *real-time* [8], [9], [10]. Penelitian terdahulu terkait dengan Metode Prototyping dilakukan oleh [11] dan [5]. Penelitian [11] berhasil mengembangkan sistem smart class berbasis IoT yang ada di SMP XYZ. Sistem ini memungkinkan pengguna untuk mengontrol perangkat elektronik melalui Aplikasi Blynk. Perangkat keras yang digunakan adalah relay 4 channel, Arduino shield, dan NodeMCU ESP32 sebagai mikrokontroler. Penelitian [5] mengembangkan sistem pemantauan kadar nutrisi tanaman secara real-time melalui smartphone menggunakan NodeMCU ESP8266, sensor DHT11, dan sensor TDS. Sistem dilengkapi dengan panel surya sebagai sumber daya utama untuk mengurangi ketergantungan pada PLN. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem ini dapat memantau kondisi kebun secara real-time dan beroperasi mandiri dari segi pasokan listrik.

Dari beberapa referensi penelitian yang telah dilakukan, penelitian ini berfokus pada pembangunan prototype pemantauan nutrisi air dan pH air secara *real-time* berbasis IoT, dengan menggunakan ESP32 sebagai *mikrokontroler*. Pemilihan ESP32 sebagai *microcontroller* dikarenakan memiliki Wi-Fi dan Bluetooth terintegrasi, memudahkan komunikasi dengan perangkat IoT lain dan server. Sistem ini diterapkan dengan menggunakan Platform Antares dan Mobile apps MIT APP Inventor yang mendukung penyimpanan, pengelolaan, dan visualisasi data. Perancangan sistem pemantauan hidroponik menggunakan Metode Prototyping, diharapkan sistem pemantauan ini dapat mengoptimalkan hasil panen di Kebun Hidroponik Metode NFT Vefar Yogyakarta.

2. METODE PENELITIAN

Metode Prototyping merupakan metode pengembangan perangkat lunak, Metode ini dilakukan sampai mendapatkan hasil yang tepat untuk pengembangan sistem atau produk seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1 [12].



Gambar 1. Metode Prototyping

Alur Metode Prototyping adalah analisa kebutuhan alat dan bahan, desain, implementasi, pengujian alat, hasil dan evaluasi.

1. Analisa kebutuhan alat dan bahan

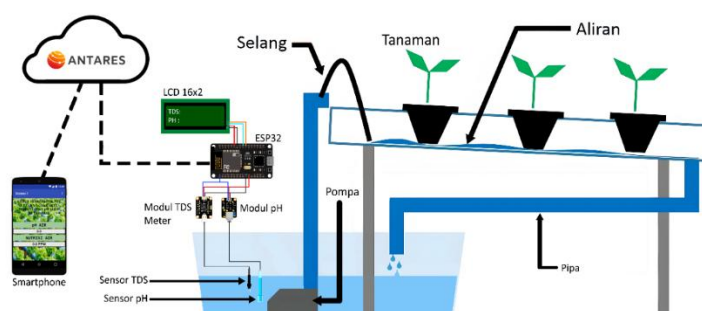
Tahap awal di mana kebutuhan dasar dan tujuan proyek diidentifikasi. Lingkup proyek ditentukan secara luas dan fitur-fitur utama diidentifikasi. Perencanaan ini memberikan arah awal untuk pengembangan Prototype. Analisa kebutuhan dilakukan dengan melakukan proses wawancara kepada pemilik kebun, observasi langsung keadaan dari kebun hidroponik, dan studi literatur. Tabel 1 menunjukkan perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan.

Tabel 1. Tabel kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak

Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	Perangkat Lunak (<i>Software</i>)
Laptop HP AMD Ryzen 5 4500U with Radeon Graphics 2.8 GHz RAM 8 GB	Arduini IDE
Wemos D1 R32	<i>Antares</i>
LCD 16x2	MIT APP Inventor
Kabel Jumper Male to Male	
Kabel Jumper Male to Female	
Sensor pH	
Sensor TDS	
Breadboard Project	

2. Desain

Berdasarkan perencanaan awal, desain Prototype dibuat dengan cepat. Desain ini bisa berupa sketsa, diagram alur, atau mockup sederhana. Fokusnya adalah pada representasi visual fitur-fitur utama dan antarmuka pengguna. Arsitektur sistem hidroponik ditunjukkan pada Gambar 2. Wemos D1 R32 digunakan sebagai *mikrokontroler*, LCD sebagai alat untuk menampilkan hasil dari sensor pH sebagai pengecekan kadar pH air, Sensor TDS sebagai pengecekan nilai jumlah partikel padatan, Layanan Antares sebagai penerima data yang dibaca oleh sensor dan dikirim ke MIT APP Inventor untuk menampilkan hasil pembacaan sensor.



Gambar 2. Arsitektur prototype sistem hidroponik

3. Implementasi

Prototype dibangun berdasarkan desain yang telah dibuat. *Prototype* ini bisa berupa model fisik, perangkat lunak yang berfungsi sebagian, atau simulasi interaktif. Tujuannya adalah untuk membuat representasi konkret dari konsep yang dapat diuji dan dievaluasi

4. Pengujian Alat

Tahap pengujian, sistem diuji coba untuk memastikan bahwa sistem berjalan sesuai dengan kebutuhan pengguna dan spesifikasi teknis. Tahap pengujian juga dilakukan pengumpulan data melalui sistem pemantauan hidroponik berbasis IoT yang telah dibangun apakah hasilnya sudah sesuai dengan yang diinginkan. Pengujian dilakukan menggunakan Metode Blackbox untuk mengetahui fungsionalitas alat pada sistem yang dibuat. Skenario pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah sensor berfungsi sesuai dengan yang diharapkan dan sesuai dengan yang ditampilkan di *smartphone* seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Skenario pengujian Blackbox

No	Skenario Pengujian	Hasil yang diharapkan	Keterangan
1.	Sensor pH membaca kandungan pH air	Sensor pH berhasil membaca kandungan ph sesuai dengan kandungan yang terdapat di air	[] Berhasil [] Gagal

No	Skenario Pengujian	Hasil yang diharapkan	Keterangan
2.	Sensor TDS membaca kandungan nutrisi dengan satuan ppm	Sensor TDS berhasil membaca kandungan nutrisi yang ada di air dengan satuan ppm	[] Berhasil [] Gagal
3.	Pembacaan sensor tampil di LCD 16x2 dan MIT APP Inventor	Pembacaan sensor berhasil tampil di LCD 16x2 dan MIT APP Inventor	[] Berhasil [] Gagal

5. Hasil dan Evaluasi

Hasil dan evaluasi bertujuan untuk memastikan bahwa sistem tersebut memenuhi kebutuhan pengguna dan dapat berfungsi dengan baik. Evaluasi dapat dilakukan dengan melibatkan pengguna untuk memberikan umpan balik.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

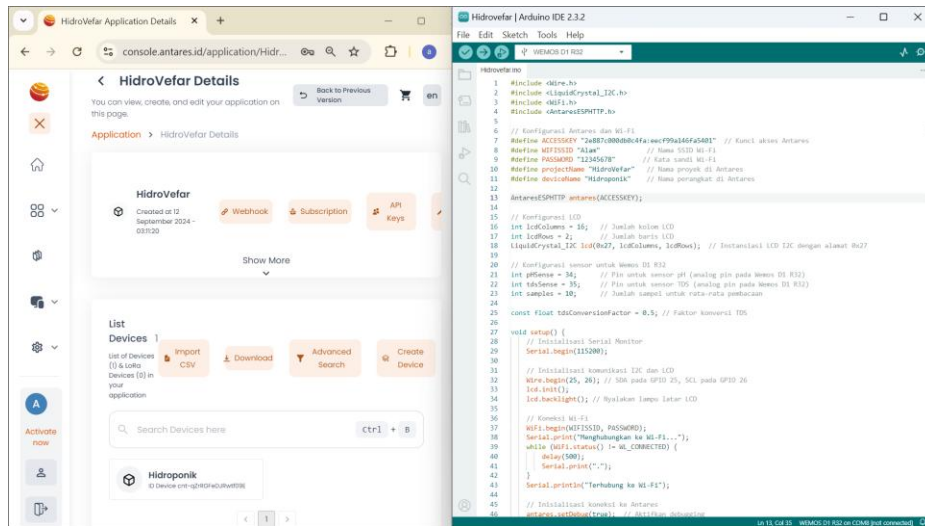
Hasil

Sensor pH, sensor TDS, dan LCD 16x2 dihubungkan secara fisik ke Wemos D1 R32 menggunakan kabel jumper. Penelitian ini menggunakan Wemos D1 R32 dikarenakan ketika menggunakan ESP32 menjumpai kendala teknis seperti saat proses deploy koding gagal, error dan library LCD 16x2 tidak sesuai dengan NodeMCU ESP32 seperti yang dialami oleh penelitian terdahulu [7], sehingga diputuskan untuk menggunakan Wemos D1 R32. Hubungan antar komponen dilakukan melalui koneksi kabel jumper langsung ke pin-pin yang sesuai pada Wemos D1 R32 seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Koneksi Komponen ke Wemos D1 R32

Komponen	Pin Pada Komponen	Pin Wemos D1 R32
LCD 16x2	GND	GND
	VCC	5V
	SDA	GPIO 25
	SCL	GPIO 26
Sensor pH	V+	5V
	G	GND
	PO	GPIO 34
Sensor TDS	A	GPIO 35
	+	5V
	-	GND

Setelah proses perakitan perangkat keras selesai, langkah selanjutnya adalah melakukan konfigurasi sistem menggunakan perangkat lunak Arduino IDE. Dengan memanfaatkan berbagai library yang telah tersedia pada Wemos ESP32 D1 R32, dengan menulis kode program untuk mengatur fungsi-fungsi dari masing-masing komponen, seperti sensor pH, sensor TDS, dan LCD 16x2. *Code* yang sudah dibuat di Arduino IDE kemudian di upload ke perangkat keras yang sudah dibuat agar bisa mengirimkan hasil pembacaan tiap sensor ke Wemos D1 R32 dan dikirimkan ke Antares. Pembacaan sensor dilakukan setiap 10 detik. Potongan kode ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Potongan kode untuk mengirim data ke Antares

Hasil implementasi aplikasi berbasis *mobile* menggunakan MIT APP Inventor ditunjukkan pada Gambar 4. Aplikasi mempunyai dua tampilan yaitu tampilan pertama sebagai *user interface*, dan tampilan kedua menampilkan waktu dan tanggal secara *real-time* sesuai dengan waktu aplikasi saat digunakan, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 4 dan Gambar 5.



Gambar 4. Tampilan pertama



Gambar 5. Tampilan kedua

Hasil dari pengujian yang telah dilakukan selama 1 hari mendapat hasil yang diharapkan. Sensor pH, LCD16x2 berhasil berfungsi sesuai yang diharapkan oleh peneliti seperti ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil pengujian

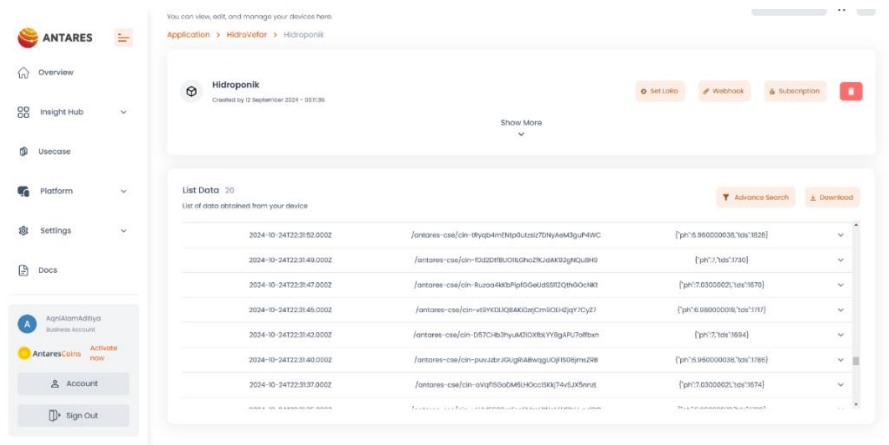
No	Skenario Pengujian	Hasil yang diharapkan	Keterangan
1.	Sensor pH membaca kandungan pH air	Sensor pH berhasil membaca kandungan ph sesuai dengan kandungan yang terdapat di air	Berhasil
2.	Sensor TDS membaca kandungan nutrisi dengan satuan ppm	Sensor TDS berhasil membaca kandungan nutrisi yang ada di air dengan satuan ppm	Berhasil



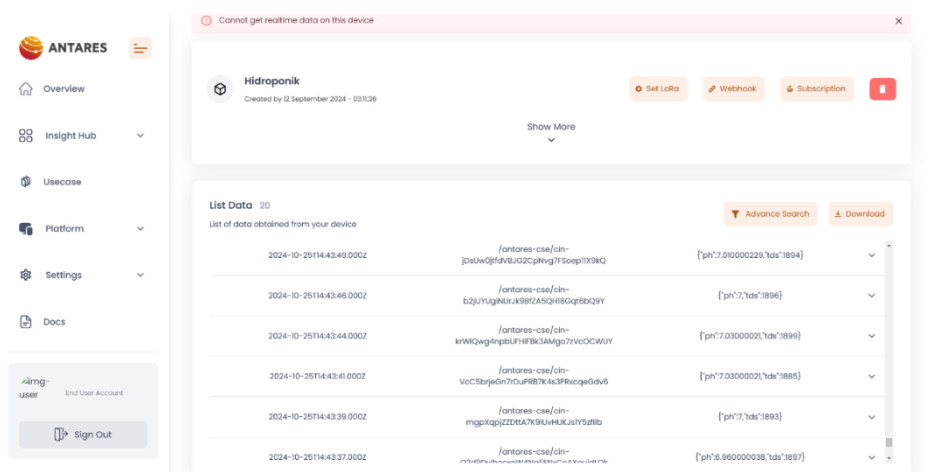
No	Skenario Pengujian	Hasil yang diharapkan	Keterangan
3.	Pembacaan sensor tampil di LCD 16x2 dan MIT APP Inventor	Pembacaan sensor berhasil tampil di LCD 16x2 dan MIT APP Inventor	Berhasil

Pembahasan

Berdasarkan data yang diperoleh pada Antares dari sistem pemantauan hidroponik selama 1 hari dari tanggal 24 November 2024 sampai 25 November 2024, nilai pH dan TDS pada larutan nutrisi menunjukkan fluktuasi yang relatif stabil dalam rentang waktu pengukuran. Halaman tersebut menampilkan data waktu, *endpoint*, dan nilai pH dan TDS berupa *array*. Nilai pH rata-rata berkisar antara 6.9 hingga 7.1, sedangkan nilai TDS berada di sekitar 1674-1828 ppm, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6 dan Gambar 7.. Hasil tersebut menunjukkan *prototype* sudah bisa bekerja melakukan pemantauan secara *real-time*. Pada Gambar 6 dan 7 menunjukkan platform antares yang menampilkan data dari sensor.



Gambar 6. Data Pemantauan pH dan Nutrisi Tanggal 24 November



Gambar 7. Data Pemantauan pH dan Nutrisi Tanggal 25 November

4. SIMPULAN

Sistem pemantauan pH dan TDS berbasis IoT ini telah berhasil dibangun menggunakan Metode *Prototyping* dibuktikan dengan keberhasilan seluruh skenario pengujian. Sistem ini menggabungkan perangkat keras seperti sensor pH, sensor TDS, dan *mikrokontroler* Wemos ESP32 D1 R32, serta perangkat lunak Arduino IDE dan MIT App Inventor. Data pembacaan sensor pH dan TDS ditampilkan secara *real-time* pada LCD 16x2 dan aplikasi mobile. Data tersebut juga dikirim ke Platform Antares dalam format *JavaScript Object Notation* (JSON) untuk analisis lebih lanjut. Nilai pH dan TDS pada larutan nutrisi menunjukkan fluktuasi yang relatif stabil dalam rentang waktu pengukuran. Nilai pH rata-rata berkisar antara 6.9 hingga 7.1, sedangkan nilai TDS berada di sekitar 1674-1828 ppm. Pengujian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa sistem ini berjalan sesuai dengan kebutuhan pengguna dan mampu memantau pH dan nutrisi air dengan secara *real-time* di kebun Vefar Yogyakarta.

Berdasarkan hasil evaluasi, *prototype* sistem pemantauan hidroponik NFT yang telah dikembangkan masih perlu diujicoba keakuratan pembacaan sensor dan dengan pengujian yang lebih lama serta dapat ditambahkan beberapa sensor seperti sensor ketinggian air dan penambahan fitur penambahan nutrisi secara otomatis.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Izzinnahdi, R. A. Murdiyantoro, and E. U. Armin, "Sistem Pemantauan Kondisi Air Hidroponik Berbasis Internet of Things Menggunakan NodeMCU ESP8266," *Journal of Telecommunication, Electronics, and Control Engineering (JTECE)*, vol. 3, no. 2, pp. 54–63, Sep. 2021, doi: 10.20895/jtece.v3i2.258.
- [2] S. Karim, I. M. Khamidah, and Yulianto, "Sistem Monitoring Pada Tanaman Hidroponik Menggunakan Arduino UNO dan NodeMCU," *Buletin Poltanesa*, vol. 22, no. 1, 2021, doi: 10.51967/tanesa.v22i1.331.
- [3] S. Firdaus, T. Rismawan, U. Ristian, J. Rekayasa, and S. Komputer, "Sistem Manajemen Pengairan Pada Budidaya Tanaman Anggur Berbasis Internet of Things (IoT)," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 11, no. 3, pp. 2830–7062, doi: 10.23960/jitet.v11i3%20s1.3389.
- [4] L. Pamungkas, P. Rahardjo, and I. G. A. P. R. Agung, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Pada Hidroponik NFT (Nurtient Film Tehenique) Berbasis IoT," *Jurnal SPEKTRUM*, vol. 8, no. 2, 2021, doi: 10.24843/spektrum.2021.v08.i02.p2.
- [5] Khairunnisak and Rahmat, "Aplikasi Internet of Things Monitoring Kebun Hidroponik Model NFT Menggunakan Solar Panel," *Jurnal TIKA Fakultas Ilmu Komputer Universitas Almuslim*, vol. 7, no. 2, pp. 121–128, 2022.
- [6] D. R. Wati and W. Sholihah, "Pengontrol pH dan Nutrisi Tanaman Selada pada Hidroponik Sistem NFT Berbasis Arduino," *JURNAL MULTINETICS*, vol. 7, no. 1, pp. 12–21, 2021.
- [7] A. A. Endryanto and N. E. Khomariah, "Kontrol dan Monitoring Tanaman Hidroponik Sistem Nutrient Film Technique Berbasis IoT," *KONVERGENSI*, vol. 18, no. 1, 2022.
- [8] D. Megawati, K. Masykuroh, and D. Kurnianto, "Rancang Bangun Sistem Monitoring pH dan Suhu Air pada Akuaponik Berbasis Internet of Thing (IoT)," *TELKA*, vol. 6, no. 2, pp. 124–137, 2020.
- [9] N. Hanifah, M. Djaohar, and M. R. Putra, "Prototipe Alat Monitoring Dan Controlling Ph Serta Suhu Pada Budidaya Akuaponik Berbasis Iot (Internet Of Things)."
- [10] M. Faikar, E. K. E. Kurniawan, and W. Priharti, "Sistem Monitoring Berbasis Internet Of Things Pada Bayam Merah Hidroponik," vol. 11, no. 1, Feb. 2024.
- [11] R. Pramudita and K. Setyawan, "Sistem Smart Class Berbasis Internet Of Things Dengan Menggunakan Metode Prototipe," *SMARTICS Journal*, vol. 8, no. 1, 2022, doi: 10.21067/smartics.v8i1.7209.
- [12] F. D. Ramadhani and M. Ardhiansyah, *Sistem Predikisi Penjualan dengan Metode Single Exponential Smoothing dan Trend Parabolik*. 20 Oktober 2022, 2022.