

Sistem Pendeteksi Nutrisi Air Otomatis (AWNDES) Untuk Hidroponik

1st Muhammad Naufal Rifqi
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
mnaufalrq@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Rendy Munadi
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
rendymunadi@telkomuniversity.ac.id

3rd Iman Hedi Santoso
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
imanhedis@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Pertanian di Indonesia masih didominasi oleh metode konvensional yang memerlukan pengawasan manual, terutama di daerah perkotaan di mana lahan semakin berkurang. Sistem hidroponik menjadi solusi efektif untuk pertanian di lahan sempit, namun sering kali membutuhkan pengamatan manual yang tidak konsisten dan memakan waktu. Untuk mengatasi masalah ini, kami mengembangkan “Sistem Pendeteksi Nutrisi Air Otomatis (AWNDES) untuk Hidroponik”. Sistem ini memantau kondisi nutrisi dan lingkungan tanaman secara real-time menggunakan sensor dan teknologi *Internet of Things* (IoT). Sensor-sensor ini terintegrasi dalam platform untuk pemantauan dan pengendalian jarak jauh melalui aplikasi *mobile*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa AWNDES mampu memberikan data tepat mengenai kondisi nutrisi dan lingkungan tanaman, meningkatkan efisiensi pengelolaan tanaman hidroponik serta meningkatkan hasil panen dan kualitas tanaman. Kesimpulannya, AWNDES memiliki potensi besar untuk mendukung pertanian modern di Indonesia dan mengatasi tantangan dalam budidaya hidroponik.

Kata kunci: hidroponik, nutrisi air otomatis, *Internet of Things* (IoT), pertanian modern.

I. PENDAHULUAN

Di Indonesia, pertanian masih dikuasai oleh metode konvensional yang membutuhkan pengawasan dan manajemen manual. Ketergantungan ini menghadirkan tantangan signifikan, khususnya di kawasan perkotaan yang di mana lahan pertanian semakin menyusut akibat pesatnya perkembangan infrastruktur. Sistem hidroponik memberikan solusi yang efisien untuk bertani di area terbatas, memungkinkan tanaman berkembang tanpa tanah[1]. Namun, metode hidroponik konvensional sering kali membutuhkan pengamatan manual yang tidak konsisten dan memakan waktu untuk mengukur serta mengevaluasi kondisi tanaman. Hal ini dapat mengakibatkan ketidakakuratan dan ketidakefisienan dalam pengelolaan nutrisi, yang pada akhirnya menghambat produktivitas dan kualitas tanaman[2][3].

Untuk mengatasi masalah ini, dikembangkanlah Sistem Pendeteksi Nutrisi Air Otomatis (AWNDES) untuk Hidroponik. AWNDES memanfaatkan berbagai sensor dan teknologi *Internet of Things* (IoT) untuk memantau kondisi nutrisi serta lingkungan tanaman hidroponik secara langsung dan *real-time*. Sistem ini menggabungkan sensor-sensor

tersebut dalam sebuah platform yang memungkinkan pemantauan dan pengendalian secara jarak jauh melalui aplikasi *mobile*, sehingga mengurangi kemungkinan kesalahan manusia dan memastikan kondisi yang ideal untuk pertumbuhan tanaman secara berkelanjutan.

Melalui pengujian yang ketat, AWNDES telah menunjukkan kemampuannya dalam menyediakan data yang akurat mengenai kondisi nutrisi dan lingkungan tanaman, yang mengarah pada peningkatan efisiensi dalam manajemen tanaman hidroponik serta peningkatan signifikan dalam hasil dan kualitas tanaman.

II. DASAR TEORI

A. Hidroponik

Sistem hidroponik, atau hidroponik, adalah metode bercocok tanam yang menggunakan larutan nutrisi mineral dalam air. Teknik ini juga dikenal sebagai budidaya tanpa tanah karena tidak menggunakan tanah sebagai media tanam[4]. Oleh karena itu, larutan nutrisi menjadi satu-satunya sumber hara yang diserap oleh tanaman dalam sistem hidroponik. Larutan nutrisi hidroponik mengandung berbagai garam organik seperti nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), mangan (Mn), dan lain-lain. Dalam praktiknya, terdapat beberapa metode pemberian nutrisi dalam sistem hidroponik, di antaranya Nutrient Film Technique (NFT), Deep Flow Technique (DFT), sistem Drip, sistem Wick, sistem Aeroponic, dan hidroponik vertikal. Gambar 1 menunjukkan jenis hidroponik yang digunakan dalam penelitian ini.



GAMBAR 1
Hidroponik yang digunakan

B. Internet of Things (IoT)

Konsep Internet of Things (IoT) pertama kali diperkenalkan oleh komunitas pengembang Radio Frequency Identification (RFID) pada tahun 1999. IoT mengacu pada jenis jaringan yang menghubungkan berbagai objek dengan internet menggunakan protokol tertentu melalui perangkat sensor informasi untuk pertukaran data dan komunikasi[5]. Tujuannya adalah untuk mencapai pengenalan cerdas, pemetaan posisi, pelacakan, administrasi, dan pemantauan yang efektif. Arsitektur IoT terdiri dari berbagai lapisan teknologi yang mendukung fungsionalitas IoT. Lapisan-lapisan ini menggambarkan hubungan antara berbagai teknologi dan bertujuan untuk mengkomunikasikan skalabilitas, modularitas, serta konfigurasi penerapan IoT dalam berbagai scenario.

C. Hypertext Transfer Protocol (HTTP)

Hypertext Transfer Protocol (HTTP) adalah protokol yang digunakan untuk mentransfer data di *World Wide Web*[6]. HTTP juga merupakan salah satu protokol yang digunakan dalam *Internet of Things (IoT)* untuk komunikasi antara perangkat. Dalam konteks IoT, HTTP memungkinkan perangkat untuk mengirim dan menerima data melalui internet menggunakan permintaan (*request*) dan tanggapan (*response*).

D. Antares Platform

Antares adalah platform IoT horizontal yang dikembangkan oleh PT. Telekomunikasi Indonesia. Platform ini menawarkan empat pilar utama, yaitu platform IoT, solusi IoT, konektivitas IoT, dan perangkat IoT. Antares juga menyediakan basis data cloud untuk menyimpan dan menampilkan data. Beberapa protokol yang didukung oleh Antares meliputi HTTP, MQTT, dan CoAP (The Constrained Application Protocol)[7].

1. Lynx32 Development Board

Lynx32 Development Board dibuat oleh PT. Telkom Indonesia melalui brand Antares, yang bergerak di bidang *Internet of Things (IoT)*. Antares adalah brand yang berada di bawah PT. Telekomunikasi Indonesia dan berfokus pada pengembangan teknologi IoT. Lynx 32 Development Board menggunakan produk ESP (*Espressif*) dan memiliki

berbagai fitur seperti dual core 32-bit, mendukung LoRaWAN, *built-in Li-Ion Charger*, dan USB Type C[7]. Gambar 2 menunjukkan Development Board yang digunakan dalam penelitian ini.



GAMBAR 2
Lynx32 Development Board

2. Antares Cloud Database

Antares Cloud adalah platform cloud yang digunakan dalam mendesain Automatic Water Nutrition Detection System (AWNDES) for Hydroponic. Antares Cloud Database, sebuah platform penyimpanan data berbasis internet yang dikembangkan oleh PT. Telkom Indonesia, telah mengembangkan fitur-fitur yang lebih canggih untuk meningkatkan efisiensi penggunaan. Dalam konteks desain sistem ini, Antares Cloud digunakan untuk mengirim dan menerima data nutrisi, pH, suhu, dan Tingkat ketinggian air. Data data yang dikumpulkan dari sensor akan dikirim ke Antares Cloud melalui protokol komunikasi yang sesuai. Antares Cloud akan menyimpan dan mengelola data dari sensor tersebut[8].

E. MIT App Inventor

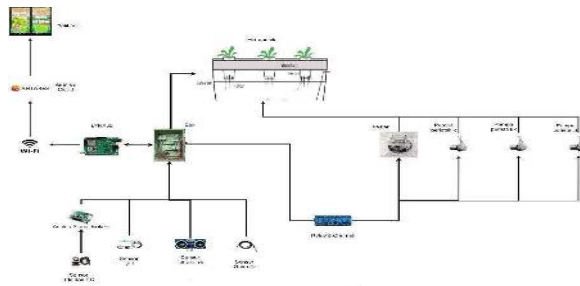
MIT App Inventor merupakan salah satu platform dalam pembuatan aplikasi sederhana tanpa harus mempelajari atau menggunakan bahasa pemrograman yang terlalu banyak. Pengguna dapat mendesain aplikasi android sesuai keinginan dengan menggunakan berbagai macam layout dan komponen yang tersedia[9]. Protokol yang digunakan HyperText Transfer Protocol (HTTP) dan Application Programming Interface (API) berbasis Representational State Transfer (REST) atau disebut RESTful API, yang beroperasi melalui HTTP dengan menggunakan metode standar untuk operasi CRUD (Create, Read, Update, Delete)[10].

F. Arduino IDE

Arduino *Integrated Development Environment (IDE)* adalah *software* yang digunakan untuk menulis, mengompilasi, dan mengirim kode ke *board* Arduino. IDE ini terdiri dari *toolbar*, menu, *text* editor, *message* area, *text console*, dan status bar. Dengan menggunakan Arduino IDE, pengguna dapat membuat proyek-proyek interaktif dan mengembangkan elektronik dan robotika yang lebih kompleks.

III. PEMBAHASAN

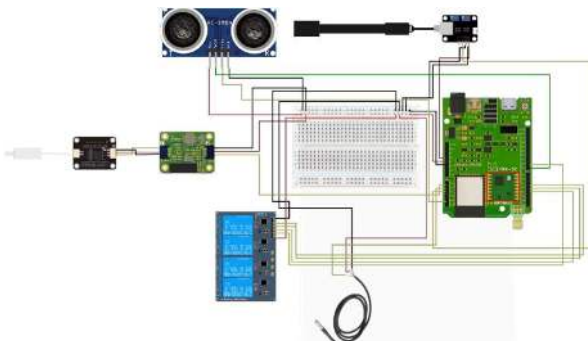
A. Desain AWNDES



GAMBAR 3
Skema Desain AWNDES

Gambar 3 menunjukkan desain perancangan sistem AWNDES. Sistem ini mencakup lima sensor, analog signal isolator yang dihubungkan ke sensor tds dan modul relai 4 channel, di mana setiap channel relay terhubung ke perangkat peltier dan tiga pompa peristaltik. Semua ini dihubungkan ke mikrokontroler Lynx32 yang ditempatkan dalam kotak pelindung. Data yang diperoleh dari sensor-sensor ini dibaca oleh mikrokontroler Lynx32, kemudian dikirimkan ke platform Antares melalui koneksi WiFi. Data yang diterima oleh Antares kemudian ditampilkan melalui aplikasi.

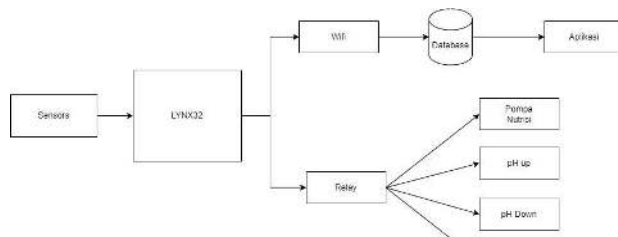
B. Skematik Alat AWNDES



GAMBAR 4
Skematik Alat AWNDES

Gambar 4 merupakan skematik alat *Automatic Water Nutrition Detection System (AWNDES) for Hydroponic* yang mengintegrasikan semua sensor (TDS & EC, pH, suhu, dan ketinggian air), serta relay 4 channel dengan Lynx32 yang sudah disesuaikan pada pin-pin tertentu. Relay TDS (Channel 1) terhubung ke pin 26, relay suhu (Channel 2) terhubung ke pin 14, relay pH Up (Channel 3) terhubung ke pin 12, dan relay pH Down (Channel 4) terhubung ke pin 13. Sensor pH terhubung ke pin 34, sensor TDS & Analog Isolator terhubung ke pin 32, sensor suhu terhubung ke pin 33, trig pin ultrasonik terhubung ke pin 25, dan echo pin ultrasonik terhubung ke pin 36 pada Lynx32.

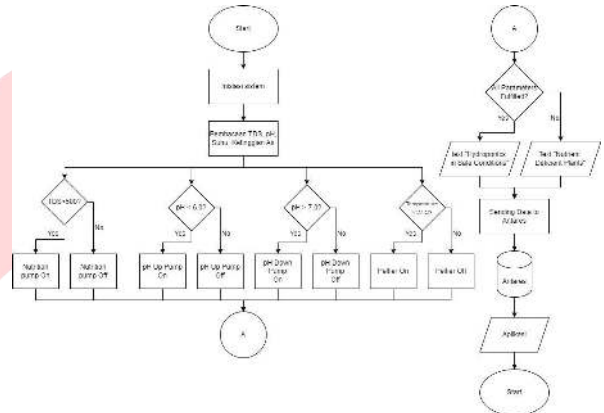
C. Blok Diagram Otomatisasi



GAMBAR 5
Blok Diagram Otomatisasi

Gambar 5 menjelaskan blok diagram otomatisasi sistem ini dimulai dengan sensor-sensor yang mengukur parameter lingkungan seperti pH, *Total Dissolved Solids* (TDS), *Electrical Conductivity* (EC), suhu, dan ketinggian air. Data dari sensor-sensor ini kemudian dikirimkan ke Lynx32, yang berfungsi sebagai unit pengolahan utama (mikrokontroler). Lynx32 mengolah data yang diterima dan meneruskannya ke berbagai modul lainnya sesuai kebutuhan. Modul Wifi menghubungkan Lynx32 dengan jaringan internet untuk pengiriman data ke *database* untuk penyimpanan dan pemrosesan lebih lanjut. Data yang disimpan di *database* ini kemudian dapat diakses oleh aplikasi, yang berfungsi sebagai antarmuka pengguna.

D. Flowchart AWNDES



GAMBAR 6
Flowchart AWNDES

Gambar 6 menjelaskan alur kerja dari AWNDES. Dimulai dari inisiasi sistem kemudian masuk ke loop utama yang memonitoring keadaan hidroponik seperti nilai jarak ke permukaan air, pH air, suhu air, TDS, dan EC secara real-time. Setelah itu, sistem akan mengukur apakah nilai TDS berada di bawah 500 ppm jika ya, sistem akan mengaktifkan pompa nutrisi, jika tidak, sistem akan mematikan pompa nutrisi. Selanjutnya, sistem mengukur pH jika pH kurang dari 6.0, pompa pH up akan menyala, jika tidak, pompa pH up akan mati, dan jika pH lebih dari 7.0, pompa pH down akan menyala, jika tidak, pompa pH down akan mati. Sistem juga mengukur suhu jika suhu berada di atas 27°C, maka peltier akan menyala, dan jika tidak, peltier akan mati. Setelah itu, sistem juga akan memantau dan menganalisis parameter kesehatan tanaman. Jika ada nilai abnormal, ditampilkan pesan kondisi abnormal pada aplikasi, jika normal, data dianggap sehat. Data yang diperoleh disimpan ke database Antares, dan proses monitoring berulang sesuai interval yang telah ditentukan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini berisi paparan objektif peneliti terhadap hasil-hasil penelitian berupa penjelasan dan analisis terhadap penemuan-penemuan penelitian, penjelasan serta penafsiran dari data dan hubungan yang diperoleh, serta pembuatan generalisasi dari penemuan. Apabila terdapat hipotesis, maka pada bagian ini juga menjelaskan proses pengujian hipotesis beserta hasilnya.

Hasil penelitian harus disajikan secara jelas dan sistematis supaya mudah dibaca dan dipahami. Penyajian hasil penelitian dapat dilakukan dengan cara deskriptif (naratif),

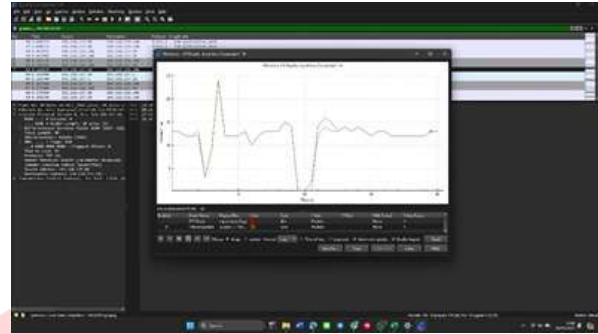
menggunakan tabulasi, tabel atau grafik, atau dengan menggunakan gabungan dua atau ketiganya secara sekaligus. Penggunaan ketiga cara tersebut disesuaikan dengan jenis data dan sejauh mana deskripsi data akan dijelaskan. Misalnya, pada awal peneliti memaparkan narasi temuannya, kemudian didukung dengan sajian data dalam bentuk tabulasi, tabel atau grafik. Peneliti juga menyajikan data-data hasil penelitian, kemudian didukung grafik dilanjutkan deskripsi naratif [10 pts]. Berikan kemungkinan pengembangan atau penelitian ke depan terkait penelitian ini

A. Analisis Hasil Pengujian Otomatisasi

Solusi yang diterapkan menggunakan mikrokontroler Lynx32 untuk mengendalikan dan memantau kondisi lingkungan hidroponik telah terbukti berhasil. Sistem otomatis ini mampu menyesuaikan kondisi air dengan tepat berdasarkan parameter yang terukur seperti suhu, pH, dan tingkat nutrisi. Keberhasilan ini didukung oleh data yang menunjukkan bahwa kondisi lingkungan hidroponik dapat dipertahankan dalam batas optimal seperti pada Lampiran. Pada Lampiran merupakan hasil pengujian dari sistem otomatisasi AWNDES yang dilakukan selama 24 jam dimulai dari pukul 06.00 pada hari ke 1 dan diakhiri pada pukul 06.00 pada hari ke 2. Pada hari ke 1 dari pukul 06.00 sampai dengan pukul 11.00 semua parameter menunjukkan kondisi yang baik, pada pukul 11.30 nilai pH berada di 7.24 yang dimana menunjukkan kategori yang tidak normal, maka pompa pH down menyala dari pukul 11.30 sampai dengan pukul 11.33 dengan nilai pH yang berhasil sistem otomatisasi turunkan selama 3 menit menjadi 6.84 pH. Pada pukul 12.25 nilai pH kembali naik menjadi 7.20, lalu sistem otomatisasi menyalakan pompa pH down dari pukul 12.25 sampai dengan pukul 12.27 yang menunjukkan sistem otomatisasi berhasil menurunkan nilai pH selama 2 menit dengan nilai 6.87 pH. Pada pukul 13.03 suhu yang dibaca oleh sensor suhu menunjukkan suhu air berada di 27.06 C dan sistem otomatisasi menyalakan peltier untuk menurunkan suhu air, pada pukul 13.09 nilai pH air meningkat di 7.22 pH dan sistem otomatisasi menyalakan pompa pH down bersamaan dengan peltier yang masih menyala karena suhu yang dibaca berada di 27.44 C, lalu pada pukul 13.14 pH berhasil diturunkan dengan waktu pompa pH down menyala selama 5 menit, sedangkan peltier masih menyala karena suhu masih berada di 27.37 C, pada pukul 13.22 sistem otomatisasi berhasil menurunkan suhu air ke 27 C dengan waktu peltier menyala selama 19 menit dan suhu air tertinggi yang dibaca 27.56 C pada pukul 13.04 siang. Pada pukul 16.22 nilai pH air mengalami sedikit kenaikan dengan nilai 7.08 pH dan sistem otomatisasi berhasil mengembalikan nilai pH pada pukul 16.25 dengan lama waktu pompa pH down menyala selama 3 menit. Pada pukul 17.58 pompa pH down kembali dinyalakan oleh sistem otomatisasi karena nilai berada di 7.33 pH sampai dengan pukul 18.05 pH berhasil diturunkan menjadi 6.90 pH dan pompa pH down menyala selama 7 menit. Pada pukul 20.49 sensor pH membaca 7.15 pH, sistem otomatisasi menyalakan pompa pH down sampai dengan pukul 20.52 karena sudah berhasil mengembalikan nilai pH ke kategori normal dan pompa pH down menyala selama 3 menit. Pada pukul 21.00 hari ke 1 sampai dengan pukul 06.00 hari ke 2 sistem otomatisasi tidak menyala dikarenakan semua parameter selama 9 jam berada di kategori yang normal.

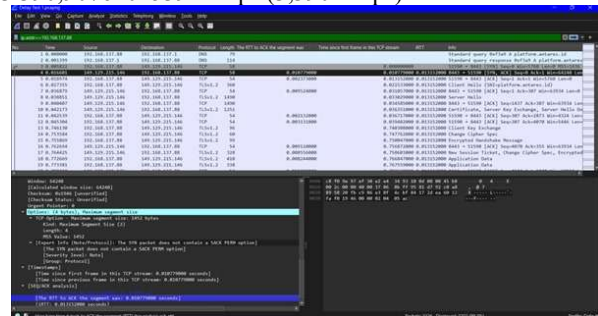
B. Analisis Hasil Pengujian Menggunakan Metode *Quality of Service* (QoS)

Quality of Service (QoS) merupakan kumpulan parameter yang mengukur kualitas jaringan paket data. Dalam pengujian QoS ini, fokusnya adalah pada perhitungan *Throughput* dan *Delay*. Pengujian dilakukan dengan menangkap paket selama 5 menit menggunakan aplikasi WireShark.



GAMBAR 7
Hasil *Throughput*

Gambar 7 menunjukan hasil dari grafik pengukuran *Quality of Service* (QoS) terhadap parameter *Throughput*. Grafik tersebut menunjukkan perubahan selama periode waktu yang dipantau dengan fluktuasi throughput yang signifikan di awal, diikuti oleh stabilitas yang lebih tinggi di akhir. Terdapat fluktuasi dalam pengukuran parameter throughput yang bisa disebabkan dari kondisi jaringan atau penurunan permintaan data. Menghasilkan total 488 paket yang ditransmisikan dan throughput yang didapatkan mencapai 3.390.90764045392 Kbps (3,390 Mbps).



GAMBAR 8
Hasil *Delay*

Pada Gambar 8 menjelaskan hasil dari delay yang didapatkan dengan cara mencari parameter *SEQ/ACK Analysis* lalu mengambil hasil delay di *the RTT to ACK segment*. Dapat dilihat delay yang didapatkan adalah 0.010779 s (10.779 ms). Dari hasil *Throughput* dan *Delay* dapat disimpulkan *Throughput* dan *Delay* yang didapatkan termasuk dalam kategori Sangat Bagus menurut standart ITU-T G.1010.

C. Analisis Pengujian Aplikasi Menggunakan Metode *User Acceptance Test* (UAT)

Pengujian *User Acceptance Test* (UAT) merupakan sebuah proses yang bertujuan untuk memastikan bahwa aplikasi *mobile* AWNDES telah memenuhi semua kebutuhan dan persyaratan yang telah ditetapkan oleh pengguna. Proses ini dilakukan dengan cermat oleh *end-user*, yang bertindak sebagai penguji dalam rangkaian pembuatan sistem AWNDES. Melalui UAT, berbagai fungsi dari aplikasi diuji secara menyeluruh untuk memastikan bahwa aplikasi berjalan sesuai harapan dan dapat memenuhi ekspektasi *end-user*. Pengujian ini tidak hanya berfokus pada aspek teknis,

tetapi juga pada kenyamanan dan kemudahan penggunaan, sehingga aplikasi dapat memberikan pengalaman terbaik bagi para penggunanya. Pada aspek *Usability* (Kegunaan) mendapatkan presentase 91.5%, *Reability* (Keandalan) 86.25%, *Performance* (Kinerja) 89.5%, *User Satification* (Kepuasan Pengguna) 92%, dan *User Interface* (Antarmuka Pengguna) 92.5% dengan nilai rata-rata presentase 90.35% yang menandakan pengguna merasa puas dengan aplikasi yang dibuat secara simpel dan mudah dimengerti.

V. KESIMPULAN

A. Analisis Hasil Pengujian Menggunakan Metode *Quality of Service* (QoS)

Sistem otomatisasi AWNDES menggunakan mikrokontroler Lynx32 telah terbukti efektif dalam mengendalikan dan memantau kondisi lingkungan hidroponik, seperti suhu, pH, dan tingkat nutrisi, sehingga dapat mempertahankan kondisi optimal. Pengukuran *Quality of Service* (QoS) menunjukkan bahwa parameter throughput dan delay berada dalam kategori sangat bagus menurut standar TIPHON. Selain itu, pengujian *User Acceptance Test* (UAT) menunjukkan bahwa aplikasi mobile AWNDES memenuhi semua kebutuhan dan persyaratan pengguna, berjalan sesuai harapan, dan memberikan pengalaman terbaik bagi pengguna. Secara keseluruhan, sistem AWNDES berhasil menjawab permasalahan pada sistem hidroponik manual, serta efektif dalam pemantauan dan kontrol otomatis tanaman hidroponik.

B. Saran

Untuk mendukung keberlanjutan sistem hidroponik otomatis AWNDES, disarankan untuk terus memperbarui dan mengembangkan teknologi yang digunakan. Peningkatan pada sensor dan perangkat keras lainnya akan memastikan sistem tetap efisien dan akurat dalam memantau kondisi lingkungan tanaman. Selain itu, integrasi dengan teknologi terbaru seperti kecerdasan buatan (AI) dapat meningkatkan kemampuan sistem dalam analisis data dan pengambilan keputusan otomatis, yang pada akhirnya dapat lebih meningkatkan hasil dan kualitas tanaman[11]. Untuk memastikan keberlanjutan jangka panjang, penting juga untuk melakukan pelatihan dan pendidikan kepada pengguna akhir mengenai cara penggunaan dan pemeliharaan sistem ini, sehingga mereka dapat memanfaatkannya secara maksimal dan memastikan operasional yang berkelanjutan.

REFERENSI

- [1] R. Y. Endra, A. Cucus, S. Wulandana, and M. Aditya, "Perancangan Aplikasi Berbasis Web Pada System Aeroponik untuk Monitoring Nutrisi Menggunakan Framework CodeIgniter," *Explore: Jurnal Sistem Informasi Dan Telematika*, vol. 11, no. 1, pp. 10–16, 2020.
- [2] C. J. G. Aliac and E. Maravillas, "IOT hydroponics management system," in *2018 IEEE 10th International Conference on Humanoid, Nanotechnology, Information Technology, Communication and Control, Environment and Management (HNICEM)*, 2018, pp. 1–5.
- [3] M. F. Salsabila, A. Surur, and Others, "Determination of Chlorophyll Levels of Water Kale Plants (*Ipomoea aquatica* Forkss) Experiencing Nutrient Deficiencies," *Jurnal Biologi Tropis*, vol. 23, no. 1, pp. 186–191, 2023.
- [4] N. A. Izzany, S. Radinka, N. Z. T. Ramadhan, G. Nauli, C. M. Vergina, and D. Y. B. Ketaren, "Peran mahasiswa dalam menjaga dan membudidayakan tanaman hidroponik di Jurusan PKK," *Indonesian Journal of Conservation*, vol. 12, no. 1, pp. 24–32, 2023.
- [5] L. Purnama, "White Paper: Internet of Things," 2019.
- [6] F. H. A. Islami, "Mengenal Pengertian dan Fungsi Protocol http dalam Internet.," DTE Telkom University. Accessed: Mar. 19, 2024. [Online]. Available: <https://dte.telkomuniversity.ac.id/mengenalpengertian-dan-fungsi-protocol-http-dalaminternet>
- [7] Antares, "Antares Documentation," Antares.id. Accessed: Feb. 19, 2025. [Online]. Available: <https://docs.antares.id/>
- [8] Y. Weisrawei, D. A. Prasetya, and A. B. Setiawan, "Perancangan Smart Green House Dengan Optimalisasi Ph Dan Suhu Air Pada Tanaman Selada, Media Tanam Hidroponik Berbasis Arduino Uno," *SinarFe7*, vol. 1, no. 1, pp. 312–317, 2018.
- [9] S. Edriati, L. Husnita, E. Amri, A. A. Samudra, and N. Kamil, "Penggunaan Mit App Inventor untuk Merancang Aplikasi Pembelajaran Berbasis Android," *E-Dimas: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, vol. 12, no. 4, pp. 652–657, 2021.
- [10] Restapi, "What is REST." Accessed: Feb. 19, 2025. [Online]. Available: <https://www.restapitutorial.com/introduction/whatisrest>
- [11] R. and S. K. Scholar, "Iot & Artificial Intelligence Based Automated Smart Hydroponics System," *IJCRT*. Accessed: Apr. 12, 2024. [Online]. Available: www.ijcrt.org