

RANCANG BANGUN ALAT SISTEM MONITORING HIDROPONIK BERBASIS ANDROID

(DESIGN OF AN ANDROID-BASED HYDROPONIC MONITORING SYSTEM TOOL)

Micco Aureldo¹⁾, Juanda Renaldi²⁾, Riki Afriansyah³⁾, Yang Agita Rindri⁴⁾

^{1,2,3,4)} Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

Jl. Simpang Timah Raya, Sungailiat 33211, Bangka, Bangka Belitung

e-mail: miccoadvan22@gmail.com¹⁾, jrjuan072@gmail.com²⁾, riki.afriansyah@polman-babel.ac.id³⁾, yang.agita@polman-babel.ac.id⁴⁾

ABSTRAK

Perkembangan sektor pertanian di Indonesia menghadapi tantangan signifikan berupa alih fungsi lahan yang mencapai 668.145 hektare dalam lima tahun terakhir, serta perubahan iklim dan pencemaran lingkungan yang mengancam keberlanjutan produksi. Hidroponik hadir sebagai solusi inovatif untuk mengatasi keterbatasan lahan, namun memerlukan pemantauan intensif terhadap parameter pertumbuhan tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem monitoring hidroponik berbasis Internet of Things (IoT) yang terintegrasi dengan aplikasi Android untuk memudahkan pemantauan parameter pertumbuhan tanaman. Metodologi penelitian meliputi perancangan sistem menggunakan Arduino Uno R3 dan ESP32 sebagai mikrokontroler utama, sensor pH-4502C untuk pengukuran pH, sensor DHT22 untuk suhu dan kelembapan, serta Firebase sebagai basis data real-time. Pengujian dilakukan selama 15 jam dengan interval pengambilan data setiap jam untuk menganalisis akurasi dan reliabilitas sistem. Hasil pengujian menunjukkan sistem berhasil memantau parameter pertumbuhan dengan tingkat akurasi yang tinggi, ditunjukkan dengan error pengukuran pH sebesar 0,1% dan kelembapan 1,35%, serta rata-rata akurasi pengukuran kelembapan 98,64% dan suhu 97,41%. Aplikasi Android yang dikembangkan berhasil menampilkan data secara real-time, menyimpan log aktivitas, dan menampilkan visualisasi grafik untuk memudahkan analisis pertumbuhan tanaman.

Kata Kunci: Android, Arduino, ESP32, Firebase, Hidroponik

ABSTRACT

The development of the agricultural sector in Indonesia faces significant challenges in the form of land conversion, which has reached 668,145 hectares in the last five years, as well as climate change and environmental pollution that threaten the sustainability of production. Hydroponics comes as an innovative solution to overcome land limitations, but requires intensive monitoring of plant growth parameters. This research aims to develop an Internet of Things (IoT)-based hydroponic monitoring system integrated with an Android application to facilitate monitoring of plant growth parameters. The research methodology includes system design using Arduino Uno R3 and ESP32 as the main microcontroller, pH-4502C sensor for pH measurement, DHT22 sensor for temperature and humidity, and Firebase as a real-time database. The test was conducted for 15 hours with data retrieval intervals every hour to analyze the accuracy and reliability of the system. The test results show that the system successfully monitors growth parameters with a high level of accuracy, indicated by a pH measurement error of 0.1% and humidity of 1.35%, as well as an average humidity measurement accuracy of 98.64% and temperature of 97.41%. The developed Android application successfully displays real-time data, stores activity logs, and displays graph visualizations to facilitate plant growth analysis.

Keyword: Android, Arduino, ESP32, Firebase, Hidroponik

I. PENDAHULUAN

Indonesia dikenal sebagai Negara agraris dengan sektor pertanian yang menjadi tulang punggung perekonomian nasional. Pada tahun 2021, sektor pertanian memberikan kontribusi sebesar 13,28% terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) Nasional, setara dengan Rp 2,25 kuadriliun [1]. Namun, sektor ini menghadapi tantangan signifikan, termasuk alih fungsi lahan

yang mencapai 668.145 hektare dalam lima tahun terakhir [2]. Alih fungsi lahan ini tidak hanya mengurangi kapasitas produksi tetapi juga menimbulkan masalah lingkungan berupa perubahan iklim dan pencemaran tanah [3]. Selain itu, meningkatnya kesadaran masyarakat terhadap pola makan sehat bebas pestisida mendorong perubahan metode budidaya pertanian [4]. Kondisi ini memerlukan inovasi dalam metode bercocok tanam yang mampu meningkatkan efisiensi lahan dan kualitas hasil panen.

Untuk menghadapi tantangan tersebut, metode hidroponik menjadi salah satu solusi yang inovatif. Hidroponik adalah metode bercocok tanam yang menggunakan air sebagai medium tanpa tanah, dilengkapi larutan nutrisi untuk mendukung pertumbuhan sistem akar tanaman [5], [6]. Metode ini efisien dalam penggunaan lahan, namun memerlukan pemantauan ketat terhadap parameter lingkungan seperti pH, suhu, dan kelembapan untuk memastikan pertumbuhan optimal [7]. Pemantauan manual yang berulang menjadi tantangan tersendiri karena membutuhkan waktu dan tenaga yang signifikan.

Solusi lain yang potensial adalah integrasi teknologi *Internet of Things (IoT)* dalam sistem hidroponik. IoT memungkinkan petani untuk memantau dan mengontrol parameter lingkungan secara *real-time* dari jarak jauh, mengurangi kebutuhan pemantauan yang biasanya dilakukan secara manual. Teknologi ini mengintegrasikan sensor untuk mengukur suhu, kelembapan, dan pH, dengan data yang dapat diakses melalui aplikasi berbasis *Android* [8]. Selain memberikan informasi *real-time*, IoT juga memungkinkan analisis historis untuk mendukung pengambilan keputusan yang lebih baik dalam pengelolaan pertanian.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem monitoring tanaman hidroponik berbasis IoT yang dapat dimonitoring dengan menggunakan aplikasi berbasis *Android*. Sistem ini dirancang untuk memantau parameter secara otomatis, mengoptimalkan produktivitas tanaman, serta mengurangi waktu dan tenaga yang diperlukan petani. Dengan integrasi teknologi modern ini, diharapkan sistem hidroponik dapat memberikan solusi yang efisien dan berkelanjutan bagi sektor pertanian di Indonesia.

II. STUDI PUSTAKA

Pada penelitian ini memiliki kesamaan dengan beberapa penelitian sebelumnya yang memanfaatkan teknologi *Internet of Things (IoT)* untuk meningkatkan efisiensi sistem hidroponik. Abu Sneineh dan Shabaneh (2023) mengembangkan sistem pemantauan hidroponik berbasis IoT yang menggunakan mikrokontroler ESP32 serta sensor TDS, pH meter dan ketinggian air. Sistem ini memungkinkan pemantauan parameter secara jarak jauh, serupa dengan

penelitian ini yang turut mengintegrasikan teknologi IoT untuk meningkatkan efisiensi pemantauan parameter hidroponik [9].

Hidayat dan Amrullah (2022) menyajikan implementasi NodeMCU ESP32 untuk kontrol dan monitoring hidroponik. Penelitian ini menunjukkan bahwa sistem dapat mengontrol pemberian nutrisi secara otomatis berdasarkan data sensor suhu dan pH yang dikirimkan secara *real-time* ke aplikasi web. Meskipun memiliki kesamaan dalam penggunaan IoT, namun penelitian ini terfokus kepada pengembangan aplikasi berbasis website [10]. Ridwan dan Sari (2021) mengembangkan sistem otomatisasi hidroponik berbasis IoT untuk kontrol suhu, kelembapan dan tingkat keasaman pada hidroponik. Penelitian ini memberikan kontribusi dalam mengatasi pemantauan secara manual.

Penelitian oleh Putu Denanta dan I Nyoman Piarsa (2020) mengembangkan sistem kontrol hidroponik aeroponik berbasis IoT dengan perangkat Raspberry Pi, Arduino Mega dan Sensor DHT22. Penelitian ini menunjukkan keberhasilan sistem dalam mencampur nutrisi secara otomatis sesuai dengan kebutuhan tanaman. Penelitian ini berfokus pada teknik hidroponik konvensional dengan parameter pengujian pH, suhu, dan kelembapan [11]. Pada penelitian yang dilakukan oleh Fuada et al. (2023) melalui kajian naratif mereka menunjukkan bahwa potensi IoT dalam monitoring pembibitan tanaman hidroponik, menggunakan berbagai mikrokontroler seperti ESP32 dan ESP8266. Penelitian ini berfokus pada pandangan tentang manfaat IoT terhadap pembibitan hingga panen pada tanaman hidroponik [12].

Gregoryan et al. (2019) dalam penelitiannya menyelidiki kontrol pH air dan kepekatan nutrisi pada tanaman hidroponik dengan teknik *Deep Flow Technique*. Sistem yang dikembangkan berfokus pada penggunaan sensor TDS dan pH dan hanya ditampilkan pada antarmuka berbasis website. Penelitian ini serupa dalam hal fokus kontrol parameter pH tetapi tidak mencakup fitur manajemen monitoring terhadap tanaman hidroponik [13].

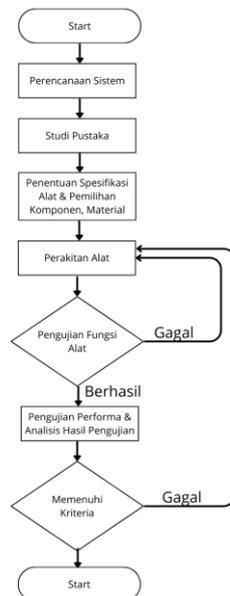
Pada penelitian ini memiliki keunikan yang dimana sistem yang dikembangkan berfokus pada pemantauan parameter lingkungan hidroponik secara optimal, yaitu pH, suhu dan kelembapan, dengan integrasi IoT. Selain itu, penelitian ini mengembangkan aplikasi berbasis *Android* dengan fitur tambahan seperti pencatatan

penghasilan dari hasil panen hidroponik dan riwayat aktivitas data sensor. Kombinasi unik fitur ini memberikan solusi yang tidak hanya efisien tetapi juga relevan dengan kebutuhan petani modern, yang belum sepenuhnya diterapkan pada penelitian sebelumnya.

III. METODE PENELITIAN

A. Alur Penelitian

Penelitian ini dilakukan berdasarkan alur seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Tahapan dimulai dari perencanaan sistem yang mencakup hardware dan software, dilanjutkan dengan studi pustaka, penentuan spesifikasi alat, pemilihan komponen, dan material. Setelah itu, dilakukan perakitan alat dengan mengintegrasikan semua komponen sesuai spesifikasi. Tahap pengujian dilakukan untuk memastikan fungsi alat berjalan dengan baik. Jika berhasil, pengujian performa dan analisis hasil dilakukan untuk menentukan apakah alat memenuhi kriteria yang telah ditetapkan. Apabila tidak, alat akan diperbaiki dan dilakukan pengujian ulang.



Gambar 1. Alur Penelitian

B. Alat dan Bahan Penelitian

Komponen utama yang digunakan dalam Rancang Bangun Alat Sistem Monitoring Pada Tanaman Hidroponik meliputi :

a. Arduino Uno R3

Arduino Uno R3 adalah salah satu varian dari papan mikrokontroler Arduino yang dirilis pada tahun 2011. Arduino dikenal sebagai *platform open-source* yang memudahkan pengembangan proyek-proyek elektronik dan *physical*

computing [14]. Arduino Uno R3 merupakan perangkat Mikrokontroler berbasis ATmega238P dengan 14 pin digital I/O (6 pin PWM output), 6 pin *input analog*, dan *clock speed* 16MHz. Arduino Uno R3 berfungsi sebagai pengendali utama sistem [15].

b. ESP32

ESP 32 merupakan mikrokontroler yang diperkenalkan oleh Espressif System, ESP 32 sendiri merupakan penerus dari mikrokontroler ESP8266. ESP32 merupakan Mikrokontroler dengan fitur *WiFi* dan *Bluetooth* terintegrasi yang mendukung implementasi *Internet of Things (IoT)*. ESP32 memiliki kapasitas memori lebih besar dan pin I/O yang lebih banyak dibandingkan pendahulunya [16].

c. Sensor pH-4502C

Sensor pH-4502C adalah modul sensor yang dirancang untuk mengukur tingkat keasaman atau kebasaan suatu larutan, dengan rentang pengukuran pH 0-14 [17] [18]. Sensor ini juga memiliki suhu kerja optimal antara 0 hingga 80 °C, meskipun suhu yang paling umum digunakan adalah antara 0 hingga 60 °C. Dengan tingkat akurasi ± 0.1 pH

d. DHT22

Sensor DHT22 merupakan sensor suhu dan kelembapan digital yang canggih dan populer dengan akurasi pengukuran suhu sekitar $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ dan kelembapan relatif $\pm 2\%$. Sensor ini memiliki respon yang cepat dalam mengukur perubahan suhu dan kelembapan [19].

e. Power Supply 5V 5A

Power supply switching 5V 5A adalah perangkat yang mengubah tegangan AC menjadi DC dengan *output* stabil 5 volt dan arus maksimum 5 ampere

f. LCD 20 x 4

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah komponen elektronika yang digunakan untuk menampilkan tampilan berupa titik, garis, symbol huruf hingga angka [20]. LCD telah terkonfigurasi dengan Kristal cair pada gelas plastik atau kaca sehingga nantinya mampu untuk memunculkan tampilan.

g. Firebase

Firebase adalah layanan yang disediakan oleh *Google* untuk mempermudah pengembangan aplikasi. Firebase menawarkan dua pilihan basis data berbasis *cloud*, yaitu *Realtime Database* dan *Firestore Cloud*, yang dapat digunakan sesuai kebutuhan [21] [22].

C. Perancangan Sistem

1. Alur Kerja Alat

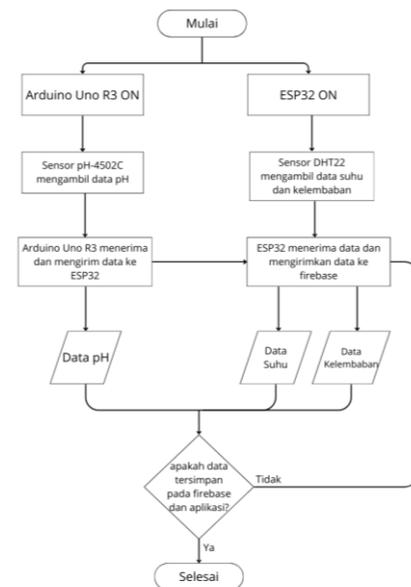
Perancangan sistem monitoring tanaman hidroponik ini menggunakan dua komponen utama, yaitu Arduino Uno R3 dan ESP32, yang dirancang untuk mengoptimalkan kinerja sistem secara komprehensif. Sistem ini bertujuan memantau kondisi kritis pertumbuhan tanaman hidroponik, meliputi pH air, suhu, dan kelembaban, yang merupakan faktor penting dalam budidaya hidroponik.

Arsitektur sistem terdiri dari beberapa modul sensor kunci yakni modul pH-4502C untuk mengukur tingkat keasaman air, sensor DHT22 untuk memantau suhu dan kelembaban, LCD untuk menampilkan data, dan Buzzer sebagai indikator kondisi. Proses kerja sistem dimulai dengan inisiasi Arduino Uno R3 untuk membaca data sensor pH-4502C. Arduino bertanggung jawab mengolah data pH melalui komunikasi serial dengan ESP32. Sementara itu, ESP32 berperan membaca data sensor DHT22, menampilkan informasi pada LCD, dan mengaktifkan buzzer sebagai indikator peringatan sebagaimana yang ditampilkan pada Gambar 2.

Sistem dirancang dengan pembagian tugas antara Arduino dan ESP32 untuk mengatasi keterbatasan Arduino Uno R3 yang bersifat *single-threaded*. ESP32 akan mengaktifkan buzzer ketika menghadapi kondisi pH di luar rentang 5,5-7,0, suhu tidak berada pada kisaran 25-28°C, dan kelembaban di luar rentang 40-60%.

2. Desain dan Penempatan Alat

Pada sistem monitoring tanaman hidroponik ini terdapat komponen yang dibutuhkan dan dirancang menggunakan aplikasi *Fritzing*. Komponen yang dibutuhkan diantaranya adalah : Arduino Uno R3, ESP32, Buzzer, DHT22, sensor pH-4502C dan LCD 20x4.

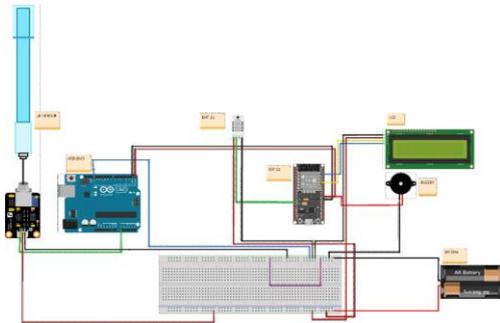


Gambar 2. Alur Kerja Alat

Tahap perancangan sistem monitoring hidroponik dimulai dengan persiapan komponen pada *parts panel*. Proses selanjutnya adalah menghubungkan modul pH-4502C dengan Arduino Uno R3, serta mengintegrasikan LCD 20x4, buzzer, dan sensor DHT22 dengan ESP32. Rancangan sistem yang ditunjukkan pada Gambar 3 mencakup skematik rangkaian, tata letak komponen, dan konfigurasi pada instalasi hidroponik.

Arsitektur sistem dirancang dengan pembagian tugas spesifik antara Arduino Uno R3 dan ESP32. Arduino difungsikan untuk mengolah data dari sensor pH, sementara ESP32 berperan dalam komunikasi serial dengan Arduino, memproses data sensor DHT22, mentransmisikan informasi ke LCD, dan menyimpan data pada Firebase. Desain ini memungkinkan pembagian beban komputasi yang efisien antara kedua mikrokontroler.

Komponen sistem dikemas dalam box berukuran 18,5 cm x 11,5 cm x 6,5 cm, yang terdiri atas Arduino Uno R3, ESP32, dan Power Supply. Pemilihan box menggunakan material plastik berkualitas tinggi yang mampu memberikan perlindungan optimal terhadap komponen elektronik dari pengaruh lingkungan eksternal.



Gambar 3. Perancangan Alat

Berdasarkan pada gambar 3 di atas Arduino Uno hanya akan menangani sensor pH bersamaan dengan mengtransmisikan data yang diperolehnya menuju ESP32 yang juga menangani sensor DHT22, LCD, dan juga *Buzzer*.

3. Pemrograman Alat dan Aplikasi

Pemrograman merupakan tahap kritis dalam pengembangan sistem monitoring hidroponik, yang menentukan fungsionalitas perangkat dan aplikasi. Penelitian ini mengimplementasikan pemrograman dalam dua segmen utama : pengembangan perangkat menggunakan Arduino IDE dan pembangunan aplikasi *Android* melalui *Android Studio*. Arduino IDE, software *open-source* yang dikembangkan oleh Arduino.cc, digunakan untuk menulis, mengompilasi, dan mengunggah kode ke modul Arduino. Platform ini mendukung berbagai sistem operasi seperti Windows, Linux, dan Mac OS X, dengan menggunakan bahasa pemrograman C/C++. Fitur-fitur Arduino IDE memungkinkan pengembang untuk melakukan konfigurasi dan kontrol terhadap mikrokontroler secara efisien.

Android Studio, Integrated Development Environment (IDE) berbasis IntelliJ IDEA yang dikembangkan *Google* pada 23 September 2009, dimanfaatkan untuk mengembangkan aplikasi *mobile*. Platform ini menawarkan fitur komprehensif yang meningkatkan produktivitas pengembang, termasuk sistem berbasis *Gradle*, *emulator* cepat, dukungan multi-versi *Android*, fitur *Instant Run*, dan kerangka kerja pengujian ekstensif.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perakitan Alat

Perakitan komponen dilakukan secara teliti sesuai rancangan fritzing, menghubungkan setiap elemen elektronik untuk memastikan

fungsionalitas sistem sesuai desain. Gambar 4 menunjukkan konfigurasi komponen di dalam box, dengan memperhatikan tata letak dan kebutuhan lubang untuk catu daya, probe pH-4502C, dan sensor DHT22. Desain box mempertimbangkan kebutuhan penempatan setiap komponen serta ventilasi untuk menjaga kinerja optimal perangkat.

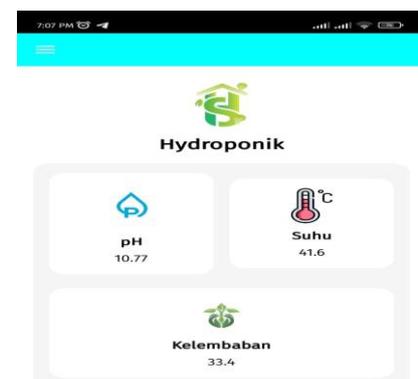


Gambar 4. Perakitan Alat

Pada gambar 4 yang merupakan proses perakitan alat, untuk dapat mengukur suhu dan kelembapan nantinya maka pada box komponen juga akan diberikan lubang agar nantinya tata letak dan kebutuhan dari catu daya, probe pH-4520C dan sensor DHT22 bisa digunakan pada saat penempatan alat pada instalasi hidroponik.

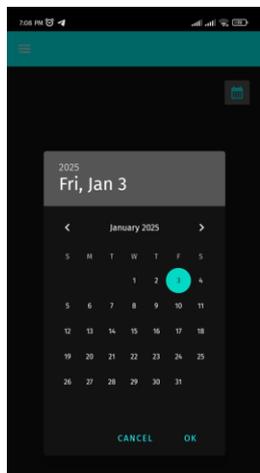
B. Pembuatan Aplikasi

Sistem monitoring hidroponik dikembangkan menggunakan aplikasi *Android* berbasis Java melalui *Android Studio*. Aplikasi dirancang untuk menampilkan data sensor pH, suhu, dan kelembapan secara *real-time*. Fitur utama meliputi penyimpanan log aktivitas sensor, grafik rata-rata data nilai sensor, dan *note* untuk pencatatan tambahan seperti produksi hasil panen tanaman. Gambar 5 menunjukkan antarmuka aplikasi yang memungkinkan pemantauan komprehensif kondisi tanaman hidroponik.



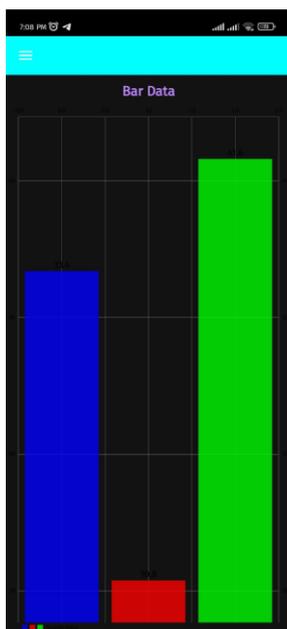
Gambar 5. Tampilan Halaman Monitoring

Pada gambar 5, dapat dilihat bahwa antarmuka dari aplikasi *Android* yang dikembangkan akan menampilkan informasi secara *real-time* mengenai pH, suhu dan kelembapan dari tanaman hidroponik.



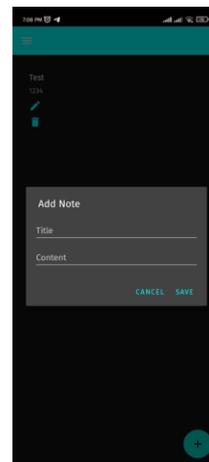
Gambar 6. Tampilan Halaman Log Data Sensor

Berdasarkan pada gambar 6 petani atau pengguna dapat melihat riwayat pengukuran sensor yang ditempatkan pada instalasi hidroponik. Aplikasi akan mencatat secara *real-time* dan bisa mengakses riwayat data sensor berdasarkan penanggalan yang dimana data ini tersimpan dalam Firebase.



Gambar 7. Tampilan Grafik Pengukuran Sensor

Pada gambar 7 merupakan fitur aplikasi yang menampilkan grafik batang terhadap pengukuran yang dilakukan oleh sensor. Warna biru mewakili suhu, merah mewakili pH dan warna hijau mewakili kelembapan.



Gambar 8. Tampilan Add Note

Selanjutnya gambar 8 adalah fitur penambahan catatan yang bisa difungsikan untuk menambahkan data panen dan berbagai kebutuhan pengingat lainnya tergantung pada kebutuhan dari pengguna.

C. Penempatan Alat

Alat yang telah dibuat akan ditempatkan pada instalasi tanaman hidroponik sebagaimana desain yang telah dibuat sebelumnya. Penempatan alat ini akan ditempatkan menghadap ke sisi tanaman hidroponik dengan probe pH-4502C dan DHT22 yang diletakkan langsung pada air mengalir dari instalasi tanaman hidroponik untuk menangkap data pH, suhu, dan kelembapan tanaman hidroponik secara *real-time*. Penempatan kotak alat akan diletakkan tepat pada bagian atas dari tanaman hidroponik yang diposisikan diantara kedua sisi pipa hidroponik.

D. Pengujian Alat

Pengujian dilaksanakan dengan menempatkan perangkat pada instalasi hidroponik, memantau parameter suhu, kelembapan, dan pH melalui sistem monitoring dan aplikasi *Android*. Pengujian alat dilakukan dengan menggunakan metode eksperimen yang berlangsung selama 15 jam dengan interval pengukuran setiap 1 jam untuk mengamati pola fluktuasi.

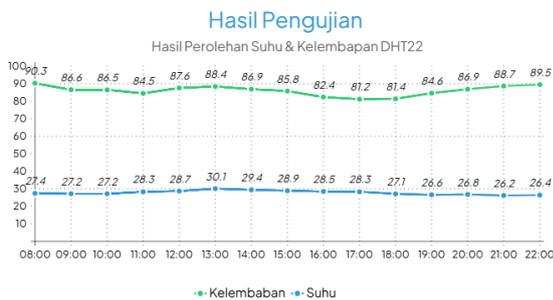
Sementara itu untuk pengujian aplikasi *Android* dilakukan dengan metode *Black-box testing* untuk memastikan fungsionalitasnya.

a. Pengujian Suhu dan Kelembapan

Dari hasil pengujian, didapatkan grafik yang menunjukkan variasi suhu dan kelembapan selama pengujian sistem hidroponik seperti pada gambar 9. Gambar 9 merupakan grafik nilai suhu yang diambil selama 15 jam pengujian dengan interval pengambilan data setiap 1 jam.

Berdasarkan hasil percobaan, nilai suhu tertinggi tercatat pada pukul 13:00 WIB dengan suhu mencapai 30,1°C, sedangkan suhu terendah tercatat pada pukul 21:00 WIB dengan nilai 26,2°C. Fluktuasi suhu ini menunjukkan pola yang sesuai dengan karakteristik siklus harian, dimana suhu mencapai puncaknya pada siang hari dan menurun menjelang malam hari. Rata-rata suhu selama pengujian adalah 27,4°C, yang masih berada dalam rentang optimal untuk pertumbuhan tanaman hidroponik.

Untuk parameter kelembapan, nilai tertinggi tercatat pada pukul 08:00 WIB sebesar 90,3%, sementara nilai terendah tercatat pada pukul 17:00 WIB sebesar 81,2%. Pola kelembapan menunjukkan kecenderungan berbanding terbalik dengan suhu, dimana kelembapan tertinggi terjadi pada pagi hari dan menurun seiring dengan peningkatan suhu. Rata-rata kelembapan selama pengujian adalah 85%, yang mengindikasikan kondisi lingkungan yang cukup lembab untuk sistem hidroponik.



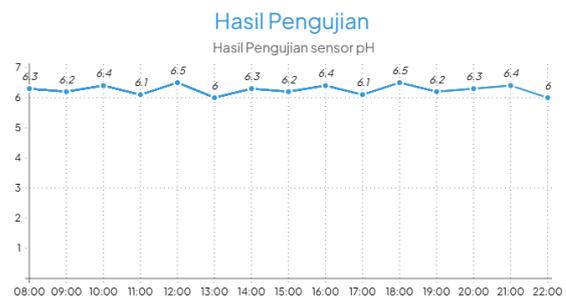
Gambar 9. Grafik Hasil Pengujian Suhu & Kelembapan

b. Pengujian pH

Dari hasil pengujian, didapatkan grafik yang menunjukkan variasi pH selama pengujian sistem hidroponik pada gambar 10. Gambar 10 merupakan grafik nilai pH yang diambil selama 15 jam pengujian dengan interval pengambilan data setiap 1 jam. Grafik tersebut menampilkan

perubahan tingkat keasaman (pH) larutan nutrisi dalam sistem hidroponik.

Berdasarkan hasil percobaan, nilai pH tertinggi tercatat pada pukul 12:00 WIB dan 18:00 WIB dengan nilai pH mencapai 6,5, sedangkan pH terendah tercatat pada pukul 13:00 WIB dan 22:00 WIB dengan nilai 6,0. Fluktuasi pH menunjukkan variasi yang relative kecil dengan rentang perubahan sebesar 0,5 unit pH. Rata-rata pH selama pengujian adalah 6,3, yang berada dalam rentang optimal untuk pertumbuhan mayoritas tanaman hidroponik (5,5 – 6,5).



Gambar 10. Grafik Hasil Pengujian pH

c. Pengujian Aplikasi Android

Pengujian terhadap aplikasi *Android* yang dikembangkan dilakukan dengan menggunakan metode *Black-box testing* untuk memastikan fungsionalitas aplikasi dapat bekerja sebagaimana mestinya. Pengujian aplikasi dapat dilihat seperti pada table 1.

Tabel 1. Pengujian Black-box testing Aplikasi

No	Fungsi	Deskripsi	Hasil Pengujian
1	Menampilkan Parameter	Aplikasi mampu menampilkan parameter pH, suhu dan kelembapan secara real-time dari alat	Berhasil
2	Log Aktivitas Sensor	Aplikasi mampu menampilkan Log Aktivitas sensor berdasarkan hari	Berhasil
3	Grafik Sensor	Aplikasi menampilkan grafik parameter data pada pH, suhu dan kelembapan	Berhasil
4	Note	Pengguna dapat menambahkan catatan dengan menggunakan fitur note	Berhasil

V. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem monitoring hidroponik berbasis Arduino dan ESP32 yang terintegrasi dengan aplikasi *Android* menggunakan firebase sebagai basis data *real-time*. Sistem ini mampu memantau parameter pH,

suhu, dan kelembapan, serta menyajikan data dalam bentuk grafik untuk kemudahan pemantauan. Pengujian menunjukkan tingkat akurasi tinggi, dengan error pengukuran pH sebesar 0,1% dan kelembapan sebesar 1,35%, serta rata-rata akurasi pengukuran kelembapan sebesar 98,64% dan suhu sebesar 97,41%. Sistem ini menawarkan efisiensi dalam memantau kondisi lingkungan hidroponik, sehingga dapat membantu petani meningkatkan produktivitas tanaman. Namun, penelitian ini memiliki keterbatasan dalam hal keterbatasan jarak jangkauan sensor dan dependensi pada konektivitas internet untuk pengoperasian aplikasi. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengeksplorasi peningkatan jangkauan sensor, optimasi konsumsi daya, serta integrasi fitur-fitur tambahan untuk mendukung pengelolaan hidroponik secara lebih komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kusnandar, V. B. (2022, February 15). *Kontribusi dan Pertumbuhan Sektor Pertanian terhadap PDB Nasional (2010-2021)*. <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2022/02/15/ini-kontribusi-sektor-pertanian-terhadap-ekonomi-ri-tahun-2021>
- [2] M. N. Ardiansyah, "Riset IMPI: 5 Tahun, Penurunan Luas Lahan Pertanian Indonesia Capai 668 Ribu Hektar," **TIMES Indonesia**, May 10, 2021. Accessed: Nov. 20, 2024. [Online]. Available: <https://timesindonesia.co.id/indonesia-positif/381626/riset-impi-5-tahun-penurunan-luas-lahan-pertanian-indonesia-capai-668-ribu-hektar>
- [3] Khan, S., Purohit, A., & Vadsaria, N. (2020). Hydroponics: current and future state of the art in farming. *Journal of Plant Nutrition*, 44(10), 1515–1538. <https://doi.org/10.1080/01904167.2020.1860217>
- [4] Mamatha, V., & Kavitha, J. C. (2023). Machine learning based crop growth management in greenhouse environment using hydroponics farming techniques. *Measurement: Sensors*, 25(December 2022), 100665. <https://doi.org/10.1016/j.measen.2023.100665>
- [5] Roidah, I. S. (2014). Pemanfaatan lahan dengan menggunakan sistem hidroponik. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 1(2), 43–50.
- [6] R. Rosliani and N. Sumarni, *Budidaya Tanaman Sayuran dengan Sistem Hidroponik*. Balai Penelitian Tanaman Sayuran, 2005, Monografi No. 27, ISBN: 979-8403-36-2.
- [7] Dadang ITS, "Empat Hal Penting dalam Mengelola Hidroponik," **ITS News**, May 10, 2017. Accessed: Nov. 20, 2024. [Online]. Available: <https://www.its.ac.id/news/2017/02/24/empat-hal-penting-dalam-mengelola-hidroponik/>
- [8] Irawan1, N. D., Nurdin, S., Kusumawardhani, A., & Izza, S. (2023). Smart Hidroponik Berbasis *Internet of Things (IoT)* untuk Efektifitas Pertumbuhan Tanaman Bayam Hijau (*Amaranthus Tricolor*). *RAINSTEK: Jurnal Terapan Sains & Teknologi*, 5(2), 2023.
- [9] Abu Sneineh, A., & Shabaneh, A. A. A. (2023). Design of a smart hydroponics monitoring system using an ESP32 microcontroller and the Internet of Things. *MethodsX*, 11(September), 102401. <https://doi.org/10.1016/j.mex.2023.102401>
- [10] Hidayat, M. A. J., & Amrullah, A. Z. (2022). Sistem kontrol dan monitoring tanaman hidroponik berbasis *Internet of Things (IoT)* menggunakan NodeMCU ESP32. *Jurnal SAINTEKOM*, 12(1), 23–32. <https://doi.org/10.33020/saintekom.v12i1.223>
- [11] Ridwan, M., & Sari, K. M. (2021). Penerapan IoT dalam Sistem Otomatisasi Kontrol Suhu, Kelembaban, dan Tingkat Keasaman Hidroponik. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung (Journal of Agricultural Engineering)*, 10(4), 481. <https://doi.org/10.23960/jtep-1.v10i4.481-487>
- [12] Fuada, S., Setyowati, E., Aulia, G. I., & Riani, D. W. (2023). Narrative Review Pemanfaatan Internet-of-Things Untuk Aplikasi Seed Monitoring and Management System Pada Media Tanaman Hidroponik Di Indonesia. *INFOTECH Journal*, 9(1), 38–45. <https://doi.org/10.31949/infotech.v9i1.4439>
- [13] Gregoryan, M., Andjarwirawan, J., & Lim, R. (2019). Sistem Kontrol dan Monitoring Ph Air serta Kepekatan Nutrisi pada Budidaya Hidroponik Jenis Sayur dengan Teknik Deep Flow Techcnique. *Jurnal Infra*, 7(2), 1–6.
- [14] A. Sofyan and P. P. B. D, "Sistem Keamanan Pengendali Pintu Otomatis Berbasis Radio Frequency Identification (RFID) dengan Arduino Uno R3," **Jurnal Sisfotek Global**, vol. 7, no. 1, pp. 2088–1762, 2017.
- [15] H. Susanto, R. Pramana, and M. Mujahidin, "Perancangan Sistem Telemetri Wireless untuk Mengukur Suhu dan Kelembaban Berbasis Arduino Uno R3 ATmega328p dan XBee Pro," **Universitas Maritim Raja Ali Tanjung Pinang**, vol. 4, no. 1, 2013.
- [16] Muliadi, A. Imran, and M. Rasul, "Pengembangan Tempat Sampah Pintar Menggunakan ESP32," **Jurnal Media Elektrik**, vol. 17, no. 2, pp. 2721–9100, Apr. 2020.
- [17] A. Zulius, "Rancang Bangun Monitoring pH Air Menggunakan Soil Moisture Sensor di SMK N 1 Tebing Tinggi Kabupaten Empat Lawang," **Jusikom**, vol. 2, no. 1, pp. 37–43, 2017.
- [18] Muliadi, A. Imran, and M. Rasul, "Pengembangan Tempat Sampah Pintar Menggunakan ESP32," **Jurnal Media Elektrik**, vol. 17, no. 2, pp. 2721–9100, Apr. 2020.
- [19] F. Puspasari, I. Fahrurrozi, U. Y. Oktawati, and T. P. Satya, "Development of embedded system in monitoring temperature and humidity as supporting smart farm," **Journal of Physics: Conference Series**, vol. 1511, no. 1, pp. 012017, Mar. 2020.
- [20] M. A. Lesmana, "Monitoring Charging–Discharging Baterai Li-Ion CD 18650 3.7V Menggunakan NodeMCU Berbasis *Internet of Things (IoT)*," Doctoral dissertation, Universitas Siliwangi, 2022.
- [21] K. Edi and S. M. Miftah, "Implementasi Kebun Cerdas pada Perkebunan Hidroponik Sistem Deep Flow Technique (DFT) Terintegrasi IoT," Doctoral dissertation, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, 2023.

- [22] M. Ilhami, “Pengenalan Google Firebase untuk Hybrid Mobile Apps Berbasis Cordova,” *Jurnal Ilmiah IT CIDA*, vol. 3, no. 1, 2017.