
Rancang Bangun Pemeliharaan Tanaman Hidroponik Melalui *Internet Of Things* (IoT) Berbasis Tenaga Surya

Mohamad Amin¹⁾, Rizki Galih Saputro²⁾, M. Arif Yuana³⁾

^{1,2,3} Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Borobudur, Jl. Raya Kalimalang No. 1 Jakarta Timur
email : ¹mohammad_amin@borobudur.ac.id, ^{2,3}fik@borobudur.ac.id

Abstract

Hydroponics is a method of cultivating plants that does not use soil, relying heavily on water quality and the availability of appropriate nutrients. Manual monitoring of hydroponic system maintenance is not yet efficient because it requires a person's presence periodically in the hydroponic garden to monitor water quality and the availability of nutrient content. This paper proposes a form of online monitoring system design for hydroponic garden maintenance based on the Internet of Things (IoT) using a solar-powered ESP32 microcontroller. This system uses a Total Dissolved Solids (TDS) sensor to monitor water quality, a DS18B20 temperature sensor to monitor water temperature, a DHT11 sensor to monitor environmental humidity, and an ultrasonic sensor to monitor water level. Data from the sensors are transmitted to the Blynk application online, allowing users to monitor via smartphone remotely. This system automatically turns on the nutrient and water pumps based on pre-set parameter values. Test results show that the hydroponic plant maintenance monitoring system via the Internet of Things connected to a smartphone successfully operates according to the pre-set design scenario.

Keywords: *Monitoring, hydroponics system, IoT, ESP32, automatic.*

Abstrak

Hidroponik adalah metode budidaya tanaman yang tidak menggunakan tanah, sangat mengandalkan kualitas air dan ketersediaan nutrisi yang tepat. Pemantauan pemeliharaan sistem hidroponik manual belum efisien karena membutuhkan kehadiran seseorang secara periodik pada kebun hidroponik untuk memantau kualitas air, dan ketersediaan kandungan nutrisi. Paper ini mengusulkan suatu bentuk rancang bangun sistem pemantauan secara daring pemeliharaan kebun hidroponik berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan mikrokontroler ESP32 bertenaga surya. Sistem ini menggunakan sensor Total Dissolved Solids (TDS) untuk memonitor kualitas air, sensor suhu DS18B20 untuk memonitor suhu air, sensor DHT11 untuk memantau kelembaban lingkungan, dan sensor ultrasonik untuk memantau ketinggian permukaan air. Data dari sensor-sensor ditransmisikan ke aplikasi Blynk secara daring sehingga memungkinkan pengguna memantau melalui telepon cerdas dari jarak jauh. Sistem ini secara otomatis menghidupkan pompa nutrisi dan air berdasarkan nilai parameter yang telah ditetapkan sebelumnya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem pemantauan pemeliharaan tanaman hidroponik melalui Internet of things yang terhubung pada telepon cerdas berhasil beroperasi dengan benar sesuai skenario rancang bangun yang telah ditetapkan sebelumnya.

Keywords: *pemantauan, hidroponik, IoT, Sensor, ESP32, otomatis.*

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) telah membawa perubahan signifikan dalam berbagai aspek kehidupan manusia. Salah satu perkembangan teknologi TIK yang pesat adalah Internet of Things (IoT). IoT menyediakan teknologi komunikasi antar perangkat melalui internet. Dengan ketersediaan teknologi tersebut, suatu perangkat yang berada pada suatu tempat dapat dipantau dan dikendalikan dari tempat lain.

Hidroponik merupakan sistem budidaya tanaman menggunakan media utama air yang diperkaya nutrisi. Sistem hidroponik merupakan sistem budidaya tanaman yang memerlukan pemantauan kualitas air dan nutrisi tanaman secara periodik. Pemantauan kualitas air dan nutrisi tanaman hidroponik yang bersifat periodik dan selalu melibatkan kehadiran manusia secara fisik pada lahan hidroponik merupakan bentuk pemantauan yang menguras tenaga dan kurang efisien (Kuswara dan Syahfiqri, 2023; Ar-Razy dan Wagiyana, 2024).

Dengan ketersediaan teknologi IoT, sistem pemantauan pemeliharaan tanaman hidroponik dapat dilakukan secara berkala tanpa mengharuskan kehadiran manusia secara langsung sebagai pemantau pada lahan hidroponik. Selanjutnya, sistem pemantau tanaman hidroponik dengan teknologi IoT disamping memerlukan ketersediaan jaringan internet, juga membutuhkan suplai daya listrik yang terus menerus agar proses pemantauan tetap berlangsung.

Pemanfaatan tenaga surya sebagai penyuplai daya listrik diharapkan menjadi solusi kedaruratan ketika suplai daya dari jaringan listrik utama terkendala (Sanubary et al., 2021).

Paper ini menyajikan suatu hasil rancang bangun dan implementasi dari sistem pemantauan dan pemeliharaan tanaman hidroponik melalui IoT dengan suplai tegangan menggunakan tenaga surya.

2. KERANGKA TEORI

Hidroponik merupakan teknik bercocok tanam yang menggunakan air sebagai media utama dengan penambahan nutrisi (Ambarwati dan Abidin, 2021). Salah satu teknik bercocok tanaman hidroponik yang banyak digunakan adalah Nutrient Film Technique (NFT) yang memanfaatkan aliran tipis larutan nutrisi di sekitar akar tanaman (Wati dan Sholihah, 2021). Teknik bercocok tanam hidroponik memerlukan suatu pemantauan berkala terhadap nilai konsentrasi larutan nutrisi serta suhu air yang berada di sekitar akar tanaman. Pemantauan berkala seperti ini akan lebih efektif jika menggunakan sistem pemantau yang dapat dilakukan dari mana saja seperti penggunaan Internet of Things (IoT) (Rouhillah, et. Al, 2022; Richo dan Budihardjo, 2024; Panjaitan, 2024).

Kehadiran teknologi *Internet of Things* (IoT) memungkinkan penerapan sistem pemantauan larutan nutrisi yang terkandung di dalam air hidroponik dapat dilakukan secara berkala dari mana saja asalkan infrastruktur jaringan internet telah tersedia. Ketersediaan beberapa mikrokontroler yang dapat terhubung ke internet baik melalui komunikasi serial maupun melalui jaringan nirkabel sangat mendukung penerapan sistem pemantauan konsentrasi larutan nutrisi yang terkandung di dalam air sistem tanaman hidroponik.

Mikrokontroler ESP32 dipilih sebagai inti sistem karena disamping menyediakan sejumlah port digital dan analog sebagai jalur data dari sensor, juga dilengkapi WiFi dan Bluetooth yang memudahkan terhubung ke server Internet of Things (IoT). Sensor-sensor yang dapat dihubungkan ke ESP32 dalam memantau larutan nutrisi, level tinggi air pembawa larutan nutrisi, serta suhu air sistem tanaman hidroponik antara lain:

1. TDS (Total Dissolved Solids): mengukur kadar zat terlarut dalam air untuk mengetahui kebutuhan nutrisi tanaman.
2. DS18B20: sensor suhu digital yang akurat dan dapat digunakan dalam konfigurasi multi-drop.
3. DHT11: mengukur suhu dan kelembaban udara.
4. Ultrasonic HC-SR04: mendeteksi tinggi permukaan air pada bak nutrisi.

Ketersediaan *Server Internet of Thing* seperti *Blynk* memperkuat penerapan sistem pemantauan dan pengendalian pemeliharaan tanaman hidroponik dapat dilakukan secara berkala melalui telepon pintar. *Blynk* menyediakan dari tiga komponen utama yaitu *Blynk App*, *Blynk Server*, dan *Blynk Library* yang terintegrasi dengan ESP32.

Sumber daya sistem yang digunakan adalah dengan memanfaatkan panel surya, yang terdiri dari:

1. Solar panel sebagai konversi energi cahaya menjadi listrik.
2. Inverter DC untuk menyesuaikan arus.
3. Baterai sebagai penyimpan energi yang digunakan saat sinar matahari tidak tersedia.

Pengembangan sistem pemantau dan pengendalian pemeliharaan tanaman hidroponik menggunakan pendekatan prototipe, memungkinkan iterasi berulang dalam desain sistem (Al et al., 2022). Pengujian dilakukan dengan metode *Black Box Testing* untuk mengevaluasi fungsi sistem secara keseluruhan berdasarkan input-output tanpa mengetahui struktur internal (Muhammad Arofiq et al., 2023).

3. METODOLOGI

Rancang bangun sistem pemantau pemeliharaan tanaman hidroponik melalui Internet of Things (IoT) berbasis tenaga surya merupakan kumpulan beberapa perangkat keras berupa modul-modul sensor dan aktuator yang diintegrasikan pada sebuah mikrokontroler ESP32. ESP32 tersebut kemudian disandi menggunakan bantuan dari editor pemrograman Arduino IDE untuk membaca nilai dari setiap sensor dan mengirim perintah untuk mengaktifkan atau menonaktifkan aktuator pompa air dan pompa nutrisi. Hasil pembacaan ini kemudian di tampilkan pada *dashboard Blynk* yang dapat dilihat pada telepon cerdas pemantau. Sumber daya yang diperoleh dari panel surya disamping digunakan untuk menyuplai daya pada sistem pemantau, juga digunakan untuk mengisi daya aki penyuplai tegangan pada malam hari. Skema rancang bangun sistem pemantau pemeliharaan tanaman hidroponik tersebut yakni:

1. Rancang bangun perangkat keras
2. Rancang bangun perangkat lunak dan antarmuka pengguna
3. Integrasi hasil rancang bangun
4. Uji integrasi hasil rancang bangun

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Rancang Bangun Perangkat Keras

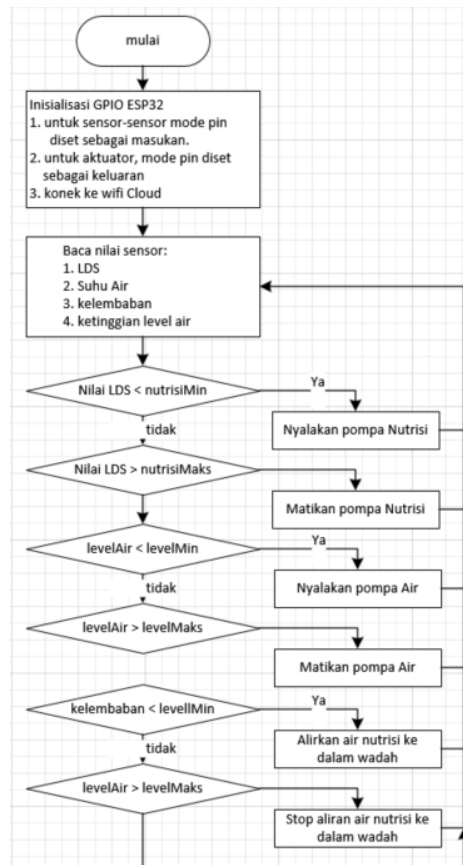
Hasil rancang bangun perangkat keras adalah memilih sensor-sensor, aktuator, dan modul panel surya, serta menetapkan port-port dari mikrokontroler ESP32 yang dibutuhkan sebagai jalur antarmuka dalam melakukan pemantauan pada tanaman hidroponik. Port-port tersebut disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Antarmuka Sensor dan aktuator pada ESP32

No.	Nama Sensor/Aktuator	Port koneksi ke ESP32	Jenis koneksi
1	Sensor TDS	GPIO34	Masukan
2	Sensor Suhu DS18B20	GPIO15	Masukan
3	Sensor Kelembaban DHT11	GPIO4	Masukan
4	Sensor Ultrasonik Ketinggian Air	GPIO5	Masukan
5	Aktuator pompa nutrisi A dari AB Mix	GPIO25	Keluaran
5	Aktuator pompa nutrisi B dari AB Mix	GPIO26	Keluaran
6	Aktuator pompa air	GPIO27	Keluaran
7	Suplai daya listrik	USB	Masukan

4.2. Hasil Rancang Bangun Perangkat Lunak pada ESP32

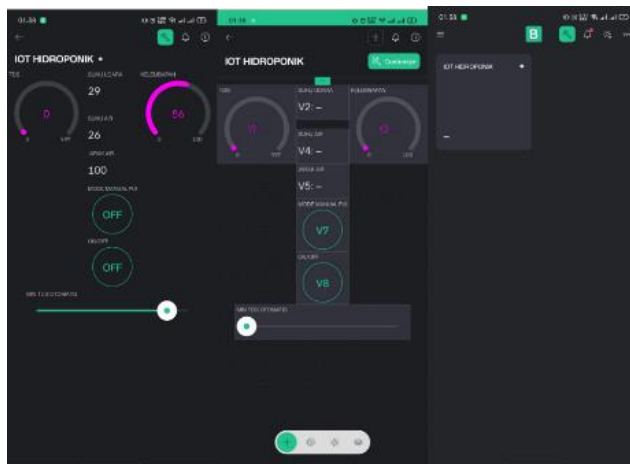
Rancang bangun perangkat lunak yang ditanamkan pada memori ESP32 bertujuan untuk membaca data dari sejumlah sensor, mengirim perintah untuk menyalakan atau mematikan pompa nutrisi atau pompa air ketika konsentrasi kandungan nutrisi dan atau suhu air dalam wadah tanaman berada dalam batas nilai yang ditetapkan. Hasil rancang bangun perangkat lunak yang ditanamkan di memori ESP32 diperlihatkan dalam bentuk diagram alir pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir rancang bangun perangkat lunak

4.3. Hasil Rancang Bangun Antarmuka Pengguna

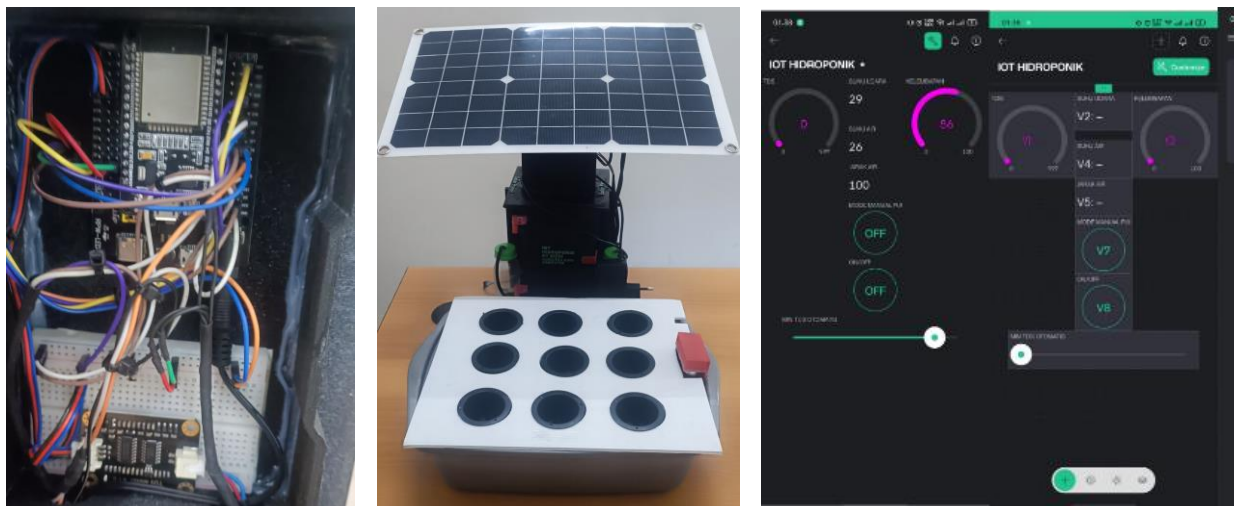
Rancangan bangun antarmuka pengguna bertujuan sebagai tempat interaksi pengguna dengan sistem monitoring dan pemeliharaan tanam hidroponik. Rancang bangun antarmuka pengguna dalam paper ini menggunakan komponen widget yang telah tersedia pada dashboard Blynk. Hasil rancang bangun antarmuka pengguna menggunakan komponen widget Blynk diperlihatkan dalam Gambar 2.



Gambar 2. Hasil Rancang Bangun Antarmuka Pengguna pada Blynk

4.4. Hasil Integrasi Rancang Bangun

Hasil integrasi rancang bangun sistem pemantau pemeliharaan tanaman hydroponik diperlihatkan dalam Gambar 3. Hasil integrasi rancang bangun sistem pemantau pemeliharaan tanaman tersebut menyatukan antara perangkat keras yang terhubung langsung ke mikrokontroler ESP32 (Gambar 3.a), sumber daya listrik yang memanfaatkan panel surya (Gambar 3.b), dan perangkat lunak hasil rancang bangun yang memanfaatkan komponen widget yang disediakan oleh server IoT dari Blynk (Gambar 3.c).



Gambar 3. Hasil Integrasi Rancang Bangun sistem Pemantau dan Pemeliharaan Tanaman Hydroponik
 a. Perangkat keras b. Panel Surya c. Dashboard Pemantau

4.5. Pengujian Sistem dengan Metode Black Box

Pengujian *Black-box* dilakukan untuk mengetahui sistem yang dibuat dapat bekerja normal sesuai spesifikasi rancangan. Sensor TDS akan bekerja untuk mendeteksi kandungan nutrisi pada air. Jika nilai ppm yang dihasilkan kurang dari atau lebih dari *setpoint* yang ditentukan maka relai akan aktif untuk menghidupkan pompa nutrisi secara otomatis. Sensor *ultrasonic* akan bekerja untuk mendeteksi ketinggian air, Jika jarak air yang ada di bak panampungan kurang dari atau lebih dari *setpoint* yang ditentukan maka relai akan bekerja untuk menghidupkan pompa air secara otomatis. Tabel 2 berikut menyajikan hasil pengujian sistem dengan metode *Black Box* dengan mengamati sistem berhasil atau gagal dalam melaksanakan fungsinya.

Tabel 2. Hasil Pengujian dengan metode *Black Box*

Input/Pengujian	Fungsi	Output	Hasil Uji
Solar Panel dan baterai	Memasok asupan daya Listrik ke baterai	Mikrokontroler dan sensor sensor menyala karena terhubung dengan arus Listrik yang di pasok dari baterai	Berhasil

Input/Pengujian	Fungsi	Output	Hasil Uji
Pengujian Nilai PPM yang terkandung dalam air	TDS meter membaca jumlah nutrisi dengan satuan PPM	TDS meter berhasil mengkonversi dan berhasil menampilkan nilai ppm. Relay akan menyala jika nilai kurang atau lebih dari <i>setpoint</i> yang di tentukan.	Berhasil
Pengujian jarak air dalam penampungan	Sensor <i>Ultrasonic</i> akan membaca jarak air dengan satuan cm	Sensor <i>ultrasonic</i> berhasil mengukur jarak air dan ditampilkan dalam satuan cm. Relay pompa air akan menyala jika jarak air kurang atau lebih dari <i>set poin</i> yang di tentukan	Berhasil
Pengujian sensor DHT11	Sensor DHT11 mendeteksi suhu udara dan kelembapan	Sensor DHT11 berhasil mengirimkan data suhu dan kelembapan ke <i>mikrokontroler</i>	Berhasil
Pengujian sensor DS18B20	Sensor DS18B20 Mendeteksi suhu air	Sensor DS18B20 berhasil mengirimkan data suhu dalam satuan <i>celcius</i> ke <i>mikrokontroler</i>	Berhasil
Pengujian Mikrokontroler Esp32	Esp32 terkoneksi dengan Blynk	Esp32 dapat terhubung dengan <i>smartphone</i> melalui platform Blynk yang dapat mengirim dan menerima data	Berhasil

4.5. Hasil pengujian

Hasil pengujian sistem pemantau pemeliharaan tanaman hidroponik yang disajikan dalam Tabel 2 menunjukkan bahwa sensor-sensor dan aktuator yang dilibatkan dalam sistem pemantau pemeliharaan tanaman hidroponik melalui IoT selalu berhasil beroperasi dengan benar sesuai skema rancang bangun yang telah dibuat.

5. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan sistem pemeliharaan tanaman hidroponik berbasis Internet of Things (IoT) dengan mikrokontroler ESP32 dan sumber daya tenaga surya. Sistem mampu memantau parameter penting seperti suhu air, kelembapan udara, TDS, dan ketinggian air secara real-time melalui aplikasi Blynk. Selain itu, sistem juga mampu mengatur pemberian nutrisi dan air secara otomatis berdasarkan data sensor yang terintegrasi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem berhasil menjalankan fungsinya dengan benar tanpa terjadi kegagalan.

DAFTAR PUSTAKA

- Al, U., Mandar, A., Fauziyah, S., & Sugiarti, Y. (2022). Literature Review: Analisis Metode Perancangan Sistem Informasi Akademik Berbasis Web. *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer Fakultas Ilmu Komputer*, 8(2). <http://ejournal.fikom-unasman.ac.id>.
- Ambarwati, D., dan Abidin, Z. (2021). RANCANG BANGUN ALAT PEMBERIAN NUTRISI OTOMATIS PADA TANAMAN HIDROPONIK. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi (JTSI)*, 2(1), 29-34. <http://jim.teknokrat.ac.id/index.php/JTSI>.
- Ar-Razy, H., dan Wagya, D. A. (2024). *Perancangan Sistem Kontrol Dan Monitoring Tanaman Hidroponik Berbasis Internet Of Things Bertenaga Surya* (Vol. 3, Issue 1). Prosiding Seminar Nasional Vokasi Inovasi Vokasi 2024. <https://prosiding.pnj.ac.id/index.php/sniv/article/view/2290>
- Wati D. R., Sholihah W. (2021). Pengontrol pH dan Nutrisi Tanaman Selada pada Hidroponik Sistem NFT berbasis Arduino. *Jurnal Multimedia Networking Informatics*. Vol. 7. No. 1. <https://jurnal.pnj.ac.id/index.php/multinetics/article/view/3504>.
- Rouhillah, R., Salfikar, I., & Ichan, M. (2022). Kontrol Nutrisi Tanaman Hidroponik Berbasis Monitoring Internet of Things. *Elektron : Jurnal Ilmiah*, 72–77. <https://doi.org/10.30630/eji.14.2.306>.
- Richo, A. Y., & Budiardjo, H. (2024). *Electron : Jurnal Ilmiah Teknik Elektro 59 Sistem HIPOI 1.0: Hidroponik Indoor Berbasis Internet of Things untuk Tanaman Selada dengan Teknik NFT*.
- Panjaitan, R. A. (2024). Prototype Sistem Pemberian Nutrisi Otomatis Pada Tanaman Hidroponik Selada Dengan Wick System Berbasis Internet Of Things (IoT). *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, 12(2). <https://doi.org/10.23960/jitet.v12i2.4063>.
- Kuswara, E., dan Syahfiqri, M. M. (2023). Implementasi Kebun Cerdas pada Perkebunan Hidroponik Sistem Deep Flow Technique (DFT) Terintegrasi Iot. Laporan Akhir Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung. <http://repository.polman-babel.ac.id/id/eprint/725/>
- Muhammad Arofiq, N., Ferdo Erlangga, R., Irawan, A., & Saifudin, A. (2023). *OKTAL : Jurnal Ilmu Komputer dan Science Pengujian Fungsional Aplikasi Inventory Barang Kedatangan Dengan Metode Black Box Testing Bagi Pemula*. 2(5). <https://journal.mediapublikasi.id/index.php/oktal>.