

PERANCANGAN SISTEM PEMANTAUAN DAN PENGOLAHAN DATA HIDROPONIK BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT) PADA SEKOLAH INSAN TERATAI

Randhy Satria¹, Rudy Arijanto^{2*}

^{1,2} Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Buddhi Dharma

*Corresponding Author, email: rudy.arijanto@ubd.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem monitoring hidroponik berbasis *Internet of Things* (IoT) di Sekolah Insan Teratai. Sistem ini dirancang untuk memantau dan mengendalikan parameter lingkungan seperti suhu, kelembaban, pH, dan *Total Dissolved Solids* (TDS) secara *real-time*, dengan tujuan meningkatkan efisiensi dan efektivitas pengelolaan tanaman hidroponik. Dalam pengembangan sistem, digunakan mikrokontroler ESP32 yang terhubung dengan berbagai sensor digital, serta platform IoT seperti Blynk dan Telegram untuk visualisasi data dan pemberitahuan otomatis. Sistem ini juga bertujuan untuk mempermudah pembelajaran berbasis teknologi bagi siswa dan guru melalui penerapan konsep pertanian modern berbasis IoT. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini dapat memantau kondisi lingkungan tanaman secara *real-time* dan mengirimkan notifikasi otomatis melalui Telegram saat parameter lingkungan melewati ambang batas yang ditentukan. Pengujian fungsionalitas menggunakan metode *Blackbox Testing* memastikan bahwa sistem dapat beroperasi dengan baik, sementara *User Acceptance Testing* (UAT) menunjukkan tingkat kepuasan tinggi dari pengguna, dengan sebagian besar aspek aplikasi mendapatkan penilaian positif. Meskipun demikian, terdapat beberapa area yang perlu diperbaiki, seperti pengembangan antarmuka pengguna dan pengujian skala lebih besar. Penelitian ini memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan sistem hidroponik berbasis IoT, baik dalam konteks pertanian modern maupun dalam penerapan teknologi dalam pendidikan, khususnya dalam kurikulum *Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics* (STEAM). Penelitian ini dapat menjadi model bagi sekolah-sekolah lain yang ingin mengadopsi teknologi serupa untuk mendukung pembelajaran dan praktik pertanian urban.

Kata kunci: Hidroponik, *Internet of Things*, Pendidikan Berbasis Teknologi, Pertanian Presisi, Sistem Monitoring

I. PENDAHULUAN

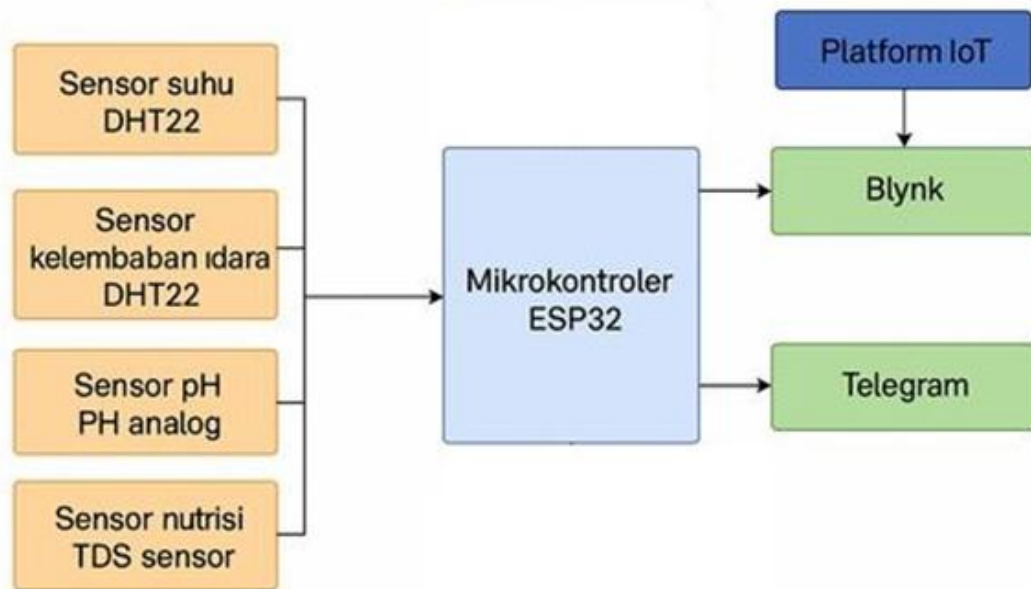
Kemajuan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) telah membawa dampak signifikan dalam berbagai sektor, termasuk dalam bidang pertanian (Pratiwi, 2023). Pertanian presisi (*precision agriculture*) merupakan salah satu inovasi yang muncul sebagai hasil dari penerapan teknologi canggih untuk meningkatkan efisiensi dan hasil pertanian (Prabowo et al., 2023). Salah satu metode yang mencerminkan pergeseran ini adalah hidroponik, yaitu teknik budidaya tanaman tanpa tanah menggunakan media air yang diperkaya dengan

larutan nutrisi (Marlina et al., 2024). Meskipun hidroponik memiliki sejumlah keunggulan, seperti efisiensi penggunaan lahan dan air, serta kontrol yang lebih presisi terhadap kondisi pertumbuhan tanaman, tantangan dalam pengelolaan tetap ada, terutama terkait dengan pemantauan dan pengendalian parameter lingkungan secara *real-time* (Setiawan et al., 2019). Untuk menjawab tantangan tersebut, pemanfaatan *Internet of Things* (IoT) sebagai teknologi monitoring hidroponik dapat menjadi solusi yang efektif (Agustian et al., 2022). IoT memungkinkan pemantauan otomatis parameter lingkungan yang penting bagi pertumbuhan tanaman, seperti suhu, kelembaban, pH, dan *Total Dissolved Solids* (TDS), yang pada gilirannya dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas sistem hidroponik di sekolah-sekolah sebagai bagian dari pembelajaran berbasis teknologi.

Di Sekolah Insan Teratai, sistem monitoring hidroponik masih manual, menyulitkan pemantauan *real-time* terhadap kondisi lingkungan tanaman dan rentan terhadap kesalahan manusia. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem monitoring hidroponik berbasis IoT menggunakan mikrokontroler Arduino dan sensor digital untuk mengukur suhu, kelembaban, pH, dan *Total Dissolved Solids* (TDS) secara *real-time*. Sistem ini juga akan mencakup pengendalian otomatis dan antarmuka visual berbasis mobile untuk memudahkan pemantauan. Penelitian ini mengisi kekosongan dalam penerapan IoT di pendidikan, khususnya dalam pembelajaran berbasis proyek (*Project-Based Learning*) untuk siswa dan guru.

II. METODOLOGI

Penelitian ini mengembangkan sistem monitoring hidroponik berbasis IoT yang mendukung pembelajaran *Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics* (STEAM). Sistem menggunakan mikrokontroler ESP32 dengan sensor DHT22 (suhu dan kelembaban), sensor pH, dan sensor *Total Dissolved Solids* (TDS) untuk memantau lingkungan tanaman. Antarmuka dikembangkan melalui platform Blynk untuk pemantauan real-time dan Telegram untuk notifikasi otomatis. Tujuannya adalah meningkatkan efisiensi pengelolaan hidroponik dan menyediakan sarana praktis bagi siswa untuk memahami IoT dan otomasi dalam pertanian modern.

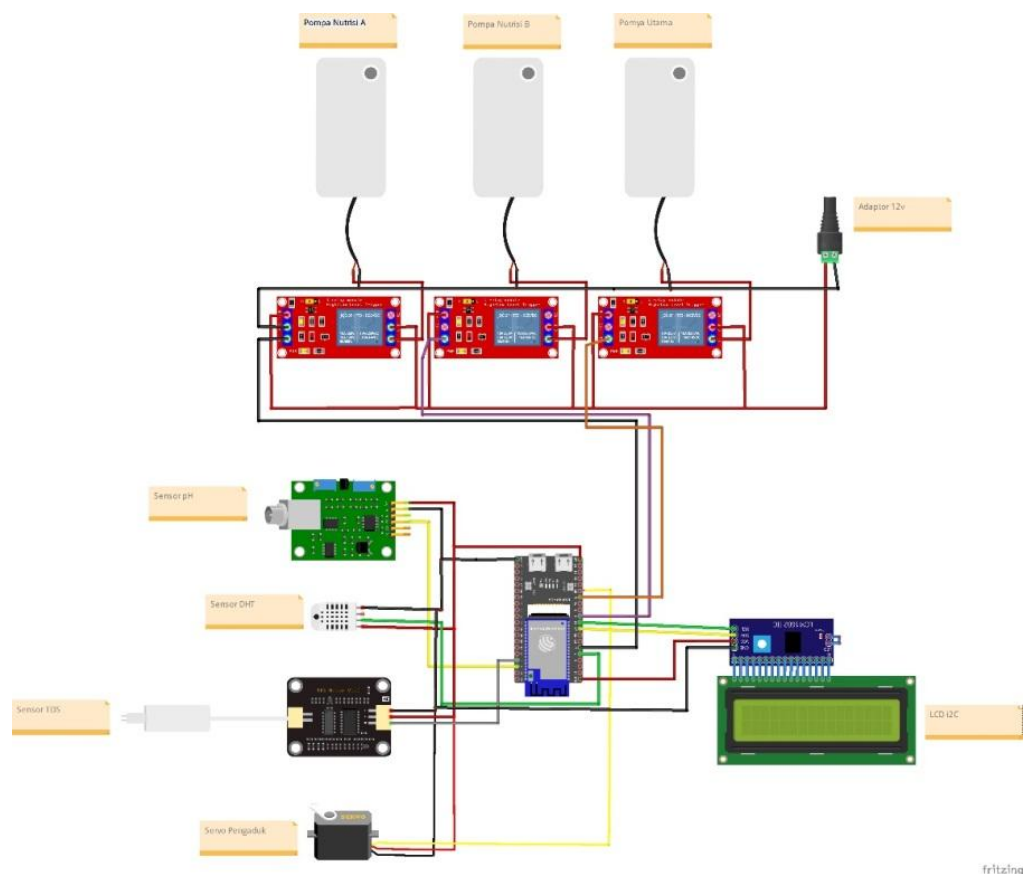


Gambar 1. Diagram Blok Sistem

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

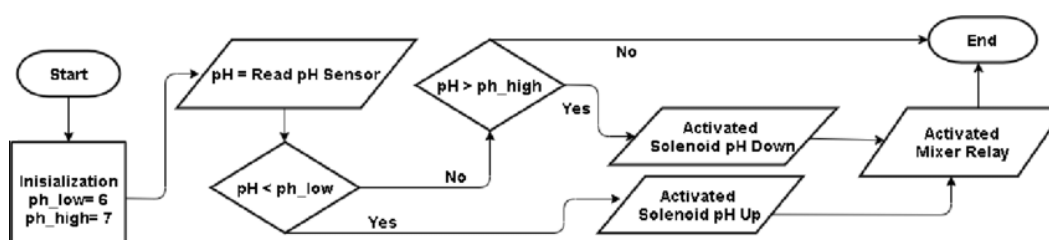
Berikut adalah hasil dan pembahasan dari penelitian ini. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem monitoring hidroponik berbasis IoT yang memantau parameter lingkungan seperti suhu, kelembaban, pH, dan TDS. Sistem hardware menggunakan mikrokontroler untuk mengendalikan dan mengumpulkan data dari sensor suhu, kelembaban, pH, dan TDS (Saputra et al., 2024), yang penting untuk pertumbuhan tanaman (Mukhtar et al., 2023). Sistem monitoring hidroponik berbasis IoT dirancang dengan menggunakan berbagai komponen *hardware* dan perangkat lunak yang saling terintegrasi. *Hardware* mencakup mikrokontroler ESP32, sensor suhu dan kelembaban DHT22, sensor pH, sensor TDS/EC untuk memantau kondisi lingkungan tanaman, serta modul Wi-Fi untuk konektivitas (Sitindaon et al., 2022). Relay digunakan untuk mengendalikan perangkat eksternal seperti pompa air, dan sumber daya listrik disediakan oleh adaptor DC-DC *stepdown* (Risanty & Arianto, 2017). Di sisi perangkat lunak, sistem menggunakan Arduino IDE untuk pemrograman mikrokontroler, serta *platform* IoT Blynk untuk visualisasi data sensor secara *real-time* melalui aplikasi mobile dan pengendalian jarak jauh (Mardolina et al., 2023). Blynk server mengelola komunikasi antara perangkat keras dan aplikasi, memastikan data terhubung dengan lancar. Sistem ini memungkinkan pemantauan dan pengendalian

otomatis parameter hidroponik untuk efisiensi pengelolaan tanaman secara efektif dan *real-time* (Alias et al., 2019). Wiring diagram ini menggambarkan penerapan algoritma untuk sistem monitoring hidroponik berbasis IoT. Setiap sensor (suhu, kelembaban, pH, TDS) terhubung ke mikrokontroler yang memproses data sesuai algoritma yang diterapkan (Arisno & Suprpto, 2012). Mikrokontroler akan memantau pH air dan mengaktifkan notifikasi melalui platform IoT atau Telegram jika nilai pH air melebihi ambang batas yang ditetapkan. Ambang batas yang digunakan adalah pH air di bawah 6.5, yang menunjukkan kondisi air terlalu asam, atau di atas 9.0, yang menunjukkan air terlalu basa. Jika pH air berada di luar rentang ini, mikrokontroler akan mengirimkan peringatan kepada pengguna, misalnya, "Peringatan: pH air di bawah batas normal (pH < 6.5), kualitas air tidak aman." Notifikasi ini memungkinkan pengguna untuk segera mengambil tindakan untuk memperbaiki kualitas air. Diagram ini menunjukkan alur pengiriman data dari sensor ke mikrokontroler dan integrasi dengan platform IoT untuk visualisasi serta pengiriman peringatan. Sistem ini beroperasi otomatis, menjaga kondisi lingkungan hidroponik tetap optimal tanpa intervensi manual.



Gambar 2 Wiring Hidroponik

Setiap komponen ini bekerja secara terintegrasi, mengirimkan data dan menerima perintah dari mikrokontroler untuk pengendalian sistem hidroponik. Flowchart sistem menggambarkan alur kerja monitoring hidroponik berbasis IoT. Sensor-sensor mengukur parameter seperti suhu, kelembaban, pH, dan TDS, kemudian data dikirim ke mikrokontroler untuk diproses (Zalukhu et al., 2023). Mikrokontroler membandingkan hasil pembacaan dengan ambang batas yang telah ditentukan. Jika ada parameter yang melebihi batas, sistem mengirimkan notifikasi otomatis melalui Blynk dan Telegram. Jika parameter dalam batas optimal, data terus dipantau tanpa intervensi.



Gambar 3. Flowchart Sistem Hidroponik

Pada tahap pengujian sistem, dilakukan Blackbox Testing untuk mengevaluasi fungsionalitas sistem tanpa memerlukan pengetahuan tentang struktur internal program (Sukma et al., 2021). Pengujian ini fokus pada input dan output, memastikan sistem dapat memproses data sensor (suhu, kelembaban, pH, dan TDS) dan menghasilkan output yang sesuai, seperti visualisasi data dan notifikasi otomatis melalui IoT dan Telegram. Uji coba dilakukan dengan berbagai input untuk memverifikasi akurasi data dan ketahanan sistem dalam merespons perubahan parameter, serta memastikan notifikasi dikirimkan dengan tepat.

Tabel 1. Blackbox Testing

Pengujian	Uji Kasus	Hasil yang Diharapkan	Hasil Uji
Dashboard Responsif	Menekan tombol refresh data pada dashboard Blynk	Data suhu, kelembaban, pH, dan TDS tampil <i>real-time</i>	Lulus
Notifikasi Telegram	Mengubah parameter sensor di luar batas threshold	Menerima pesan notifikasi peringatan di Telegram	Lulus
Kontrol Pompa	Menekan tombol manual untuk pompa peristaltik	Pompa aktif sesuai perintah	Lulus
Input Data Sensor	Sistem membaca data dari sensor pH dan TDS	Data akurat sesuai sensor, tanpa delay signifikan	Lulus

Pengujian	Uji Kasus	Hasil yang Diharapkan	Hasil Uji
Otomatisasi Pompa	Parameter pH/TDS di luar batas otomatis	Pompa peristaltik menyala otomatis untuk koreksi	Lulus
Reset Sistem	Menekan tombol reset sistem di dashboard	Semua perangkat restart dan data ter-refresh	Lulus
Validasi Data Keluar	Mengecek data keluaran sensor terhadap alat ukur manual	Data valid	Lulus

User Acceptance Testing (UAT) adalah proses untuk memastikan bahwa sistem yang dikembangkan memenuhi kebutuhan dan harapan pengguna akhir. Pada sistem monitoring hidroponik berbasis IoT di Sekolah Insan Teratai (Abdullah, 2017), UAT dilakukan untuk mengevaluasi fungsionalitas dan kemudahan penggunaan sistem. Guru dan siswa menguji antarmuka aplikasi dan respons sistem terhadap parameter lingkungan seperti suhu, kelembaban, pH, dan TDS. UAT juga menguji fitur seperti visualisasi data, notifikasi melalui Telegram, serta kecepatan dan akurasi sistem. Hasil UAT akan membantu mengidentifikasi area perbaikan dan memastikan sistem berfungsi optimal untuk pengelolaan tanaman hidroponik. Hasil pengujian *User Acceptance Testing* (UAT) menunjukkan distribusi jawaban responden untuk sepuluh pertanyaan terkait evaluasi aplikasi pemantauan tanaman hidroponik. Skor total berdasarkan skala 1-5 dan nilai rata-rata persentase menggambarkan tingkat kepuasan responden terhadap fitur aplikasi. Nilai di bawah 60% menunjukkan kepuasan rendah, antara 60%-75% cukup baik, dan di atas 75% menunjukkan kepuasan yang baik hingga sangat baik. Mayoritas responden memberikan penilaian positif dengan nilai rata-rata antara 69% hingga 83%. Misalnya, pertanyaan tentang "Seberapa puas Anda dengan pengalaman menggunakan sistem ini?" mendapatkan nilai 83%, menunjukkan kepuasan tinggi. Sebaliknya, pertanyaan mengenai "Ketepatan notifikasi Telegram" mendapatkan nilai terendah 69%, yang menunjukkan adanya ruang untuk perbaikan.

IV. SIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang dan mengembangkan sistem monitoring hidroponik berbasis IoT di Sekolah Insan Teratai, yang mampu memantau dan mengontrol parameter lingkungan seperti suhu, kelembaban, pH, dan TDS secara

real-time. Sistem ini mengurangi ketergantungan pada pemantauan manual dan meningkatkan kualitas hasil panen. Dengan integrasi platform IoT seperti Blynk dan Telegram, pengguna dapat menerima notifikasi otomatis jika parameter melebihi ambang batas. Hasil pengujian, termasuk *User Acceptance Testing* (UAT), menunjukkan bahwa sistem memenuhi harapan pengguna dalam fungsionalitas dan kemudahan penggunaan, meskipun ada ruang untuk perbaikan dalam antarmuka dan pengujian skala lebih besar. Secara keseluruhan, penelitian ini memberikan kontribusi penting terhadap pengembangan sistem hidroponik berbasis IoT dan penerapan teknologi dalam pendidikan, khususnya dalam kurikulum STEAM, serta dapat menjadi model bagi sekolah lain yang ingin mengadopsi teknologi serupa.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, J. (2017). *Global Climate Change and Jute Based ECHO Strategy of Bangladesh* (Issue January 2013). Primeasia University.
- Agustian, I., Prayoga, B. I., Santosa, H., Daratha, N., & Faurina, R. (2022). NFT Hydroponic Control Using Mamdani Fuzzy Inference System. *Journal of Robotics and Control (JRC)*, 3(3), 374–383.
- Alias, M. N. A. M., Mohyar, S. N., Isa, M. N., Harun, A., Jambek, A. B., & Murad, S. A. Z. (2019). Design and analysis of dedicated Real-time clock for customized microcontroller unit. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 14(2), 796–801.
- Arisno, T., & Suprptono. (2012). Penggunaan Panel Peraga dan Wiring Diagram Sistem Penerangan Mobil pada Pembelajaran Kelistrikan Otomotif. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin*, 12(1), 40–43.
- Mardolina, G. J., Salam, A. ejah U., & Sahali, I. R. (2023). Rancang Bangun Smart Hydroponic Menggunakan ESP32 Berbasis Aplikasi Android. *Jurnal EKSITASI*, 2(2), 69–74.
- Marlina, R., Ngemba, H. R., & Smith, J. (2024). Manfaat Integrasi IoT dalam Pengembangan Perangkat Lunak di Sektor Pendidikan. *Jurnal MENTARI: Manajemen, Pendidikan Dan Teknologi Informasi*, 3(1), 90–98.
- Mukhtar, A., Hermana, R., Burhanudin, A., & Setyoadi, Y. (2023). Sensor Dan Aktuator: Konsep Dasar Dan Aplikasi. *Cv Widina Media Utama*, 1.

- Prabowo, M. C. A., Janitra, A. A., & Wibowo, N. M. (2023). Sistem Monitoring Hidroponik Berbasis IoT dengan Sensor Suhu, pH, dan Ketinggian Air Menggunakan ESP8266. *Jurnal Tecnosienza*, 7(2), 312–323.
- Pratiwi, I. W. (2023). *Implementasi IOT Untuk Monitoring Tanaman Hidroponik (Studi Kasus Prodi Biologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh)*. UIN Ar-Raniry.
- Risanty, R. D., & Arianto, L. (2017). Rancang Bangun Sistem Pengendalian Listrik Ruangan Dengan Menggunakan Atmega 328 Dan Sms Gateway Sebagai Media Informasi. *Sistem Informasi*, 7(2), 1–10.
- Saputra, R., Rohman, F., Rasinta, I., Viyona, M., Daulay, D. P., & Zulni, Y. (2024). Pelatihan Penerapan Internet of Things (IoT) dalam Bidang Pertanian untuk Mahasiswa Program Studi Teknik Pertanian Universitas Jambi. *JDISTIRA (Jurnal Pengabdian Inovasi Dan Teknologi Kepada Masyarakat) 1.*, 4(2), 400–405.
- Setiawan, Y., Tanudjaja, H., & Octaviani, S. (2019). Penggunaan Internet of Things (IoT) untuk Pemantauan dan Pengendalian Sistem Hidroponik. *TESLA: Jurnal Teknik Elektro*, 20(2), 175.
- Sitindaon, J. R. P., Sari, D. P., & Kusumanto, R. (2022). Implementasi Sistem Monitoring Air Dengan Sensor Ultrasonik HC-SR04 dan Water Flow di Asone Hidroponik Berbasis Internet of Things (IoT) Menggunakan Energi Panes Surya (PLTS). *Journal of Applied Smart Electrical Network and Systems (JASENS)*, 3(2), 37–42.
- Sukma, F., Lestari, T., Prayama, D., Meidelfi, D., & Athaya, D. (2021). Pengujian Perangkat Lunak Aplikasi Studio Musik Nedd Audio Production Menggunakan Teknik Boundary Value Analysis. *Elektron : Jurnal Ilmiah*, 13(November 2020), 37–44. <https://doi.org/10.30630/eji.0.0.191>
- Zalukhu, A., Swingly, P., & Darma, D. (2023). Perangkat Lunak Aplikasi Pembelajaran Flowchart. *Jurnal Teknologi, Informasi Dan Industri*, 4(1), 61–70.