

SISTEM PERTANIAN CERDAS BERBASIS IOT UNTUK PEMANTAUAN DAN PENYIRAMAN TANAMAN OTOMATIS

Marwanto Rahmatuloh¹, Maheswara Rivai Jamhur², Muhammad Wahyudi Hidayatullah³,

Sekolah Vokasi, Universitas Logistik dan Bisnis Internasional

email: mrahmatuloh@ulbi.ac.id¹, 613220032@std.ulbi.ac.id², 613220016@std.ulbi.ac.id³

Abstrak

Sistem pertanian cerdas berbasis IoT merupakan solusi digital inovatif yang dirancang untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas di sektor pertanian. Sistem ini memungkinkan pemantauan kondisi tanaman secara real-time dan otomatisasi penyiraman berdasarkan parameter lingkungan seperti kelembapan tanah, suhu. Pembangunan sistem ini didasarkan pada konsep Internet of Things (IoT), pengembangan perangkat lunak berbasis mobile, serta integrasi sensor dan aktuator yang saling terhubung. Pengembangan sistem membutuhkan waktu sekitar tiga bulan, mencakup tahap analisis kebutuhan, desain perangkat keras dan lunak, hingga pengujian fungsi secara menyeluruh. Sistem ini menggunakan komponen utama seperti mikrokontroler ESP32 untuk koneksi WiFi, sensor kelembapan tanah YL-69, Sensor suhu dan kelembapan udara DHT11 Untuk sistem penyiraman otomatis, sistem ini dilengkapi dengan pompa air mini yang dikendalikan oleh relay module. Komponen-komponen tersebut didukung oleh sumber daya seperti baterai atau adaptor sesuai kebutuhan perangkat, dan diintegrasikan dengan platform Mobile, Flutter untuk pengelolaan data dan kendali jarak jauh. Data yang dikumpulkan disimpan secara terpusat di cloud untuk analisis lebih lanjut. Sistem ini tidak hanya mendukung efisiensi penggunaan air, tetapi juga mempermudah petani dalam mengelola lahan pertanian secara lebih terintegrasi dan berkelanjutan.

Kata Kunci: *ESP32,DHT11,YL-69,Flutter*

Abstract

Smart Farm systems based on IoT-based intelligent farming systems are innovative digital solutions designed to increase improve efficiency and productivity in the agricultural sector. The system allows real-time monitoring of crop conditions and automation of watering based on environmental parameters such as soil moisture, temperature. based on environmental parameters such as soil moisture, temperature.. The construction of this system is based on the concept of the Internet of Things (IoT), Mobile software development, and the integration of interconnected sensors and actuators. The development of the system took about three months, including the needs analysis, hardware and software design, and thorough function testing stages. The system uses main components such as ESP32 microcontroller for WiFi connection, soil moisture sensor YL-69, temperature and humidity sensor DHT11, and air humidity sensor DHT11. temperature and humidity sensor DHT11. For the automatic watering system, the system is equipped with a mini water pump controlled by a relay module. These components are powered by power sources such as batteries or adapters according to the needs of the device, and are integrated with the Flutter Mobile platform for data management and remote control. The collected data is centrally stored in the cloud for further analysis. further analysis. The system not only supports efficient water use, but also makes it easier for farmers to manage their farmland in a more integrated and sustainable way. in a more integrated and sustainable way.

Keywords: *ESP32,DHT11,YL-69,Flutter*

1. PENDAHULUAN

Sistem pertanian cerdas berbasis Internet of Things (IoT) telah membuktikan diri sebagai solusi inovatif dalam meningkatkan efisiensi dan produktivitas pertanian modern. Dengan pemahaman mendalam terhadap kebutuhan tanaman dan lingkungan, sistem ini mampu memberikan pemantauan dan pengelolaan yang lebih akurat dibandingkan metode konvensional. Untuk memperkuat efektivitasnya, integrasi teknologi IoT menjadi elemen kunci[1].

Dalam konteks ini, penerapan sistem monitoring dan penyiraman otomatis berbasis IoT muncul sebagai solusi potensial untuk mengoptimalkan pengelolaan pertanian. Melalui sensor yang memantau kelembapan tanah, suhu, dan kondisi lingkungan, serta aktuator yang mengontrol penyiraman, sistem ini mengurangi ketergantungan pada proses manual yang tidak efisien. Dampaknya mencakup penghematan sumber daya air, peningkatan hasil panen, dan pengurangan biaya operasional secara keseluruhan.

Namun, meskipun memiliki banyak potensi, sistem ini juga menghadapi tantangan, seperti keterbatasan akses terhadap jaringan internet di area terpencil, biaya awal implementasi yang tinggi, dan kebutuhan akan pemeliharaan perangkat secara berkala. Oleh karena itu, penyelesaian atas kendala ini menjadi penting untuk memaksimalkan manfaat teknologi IoT dan meningkatkan keberlanjutan praktik pertanian[2].

2. LANDASAN TEORI

2.1 Internet of Things (IoT) dalam Pertanian

Internet of Things (IoT) adalah sebuah konsep teknologi di mana perangkat fisik dapat saling terhubung melalui jaringan internet untuk mengumpulkan, bertukar, dan memproses data secara otomatis[3]. IoT memungkinkan integrasi perangkat sensor dan aktuator untuk melakukan tugas tertentu tanpa intervensi manusia secara langsung[4]. Dalam konteks pertanian, IoT dapat digunakan untuk memantau kondisi lingkungan, seperti kelembapan tanah, suhu, dan kebutuhan air tanaman, serta mengontrol sistem penyiraman secara otomatis[5].

2.2 Sistem Monitoring Lingkungan Pertanian

Sistem monitoring pertanian berbasis teknologi adalah solusi yang dirancang untuk memantau kondisi lingkungan tanaman secara real-time. Sistem ini biasanya menggunakan sensor untuk mengukur parameter penting seperti kelembapan tanah, dan suhu udara. Dengan adanya sistem monitoring, petani dapat mengambil keputusan yang lebih tepat berdasarkan data yang akurat, sehingga meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya dan produktivitas tanaman[6].

2.3 Sistem Penyiraman Otomatis

Penyiraman otomatis berbasis IoT bekerja dengan memanfaatkan sensor kelembapan tanah untuk mengaktifkan atau menonaktifkan sistem irigasi sesuai kebutuhan tanaman. Metode ini lebih efisien dibandingkan penyiraman manual karena dapat mengurangi pemborosan air dan memastikan tanaman mendapatkan pasokan air yang optimal. Sistem ini dapat diatur menggunakan dua metode utama, yaitu *threshold mode* (berdasarkan ambang batas kelembapan tanah) dan *time mode* (berdasarkan jadwal yang telah ditentukan[7]).

2.4 Sensor Kelembapan Tanah

Sensor kelembapan tanah adalah perangkat yang digunakan untuk mengukur kadar air di dalam tanah. Data dari sensor ini menjadi indikator penting dalam menentukan kebutuhan penyiraman tanaman. Sensor kelembapan tanah biasanya bekerja dengan mengukur konduktivitas atau resistansi tanah, yang berkaitan dengan kadar air yang ada[8].

2.5 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah perangkat elektronik yang berfungsi sebagai otak dari sistem otomatisasi. Dalam sistem berbasis IoT, mikrokontroler digunakan untuk mengolah data dari sensor dan memberikan perintah kepada aktuator seperti pompa air. Contoh mikrokontroler yang populer untuk aplikasi IoT adalah ESP 32[9].

2.6 ESP32

ESP32 adalah sebuah mikrokontroler yang sangat populer dan kuat, dirancang untuk aplikasi Internet of Things (IoT). Mikrokontroler ini dilengkapi dengan Wi-Fi

dan Bluetooth, memungkinkan konektivitas nirkabel yang mudah dan efisien. Dengan arsitektur dual-core, ESP32 mampu menjalankan berbagai aplikasi secara bersamaan, menjadikannya pilihan ideal untuk proyek yang memerlukan pemrosesan data yang cepat dan responsif[10].

2.7 Sensor Kelembaban tanah (YL-69)

Sensor Kelembaban Tanah YL-69 adalah sensor yang dirancang untuk mengukur kadar air dalam tanah. Sensor ini bekerja dengan prinsip resistivitas listrik, di mana perubahan kelembaban tanah memengaruhi konduktivitas listrik antara dua elektroda logam pada sensor. Sensor ini umum digunakan dalam proyek pertanian, sistem irigasi otomatis, atau pemantauan tanaman.

2.8 Sensor Suhu dan Kelembaban DHT11

DHT11 adalah sensor yang dirancang untuk mengukur suhu dan kelembaban udara. Sensor ini sangat populer dalam proyek-proyek elektronik dan Internet of Things (IoT) karena kemudahan penggunaannya dan harga yang terjangkau. DHT11 dapat memberikan data suhu dalam derajat Celsius dan kelembaban relatif dalam persentase[11].

2.9 Pompa Air Mini

Pompa Air Mini adalah perangkat kecil yang dirancang untuk memindahkan air dari satu tempat ke tempat lain. Pompa ini sering digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk sistem irigasi, akuarium, kolam renang, dan proyek DIY (Do It Yourself). Pompa air mini biasanya memiliki ukuran yang kompak dan ringan, sehingga mudah untuk dipasang dan digunakan dalam ruang terbatas[12].

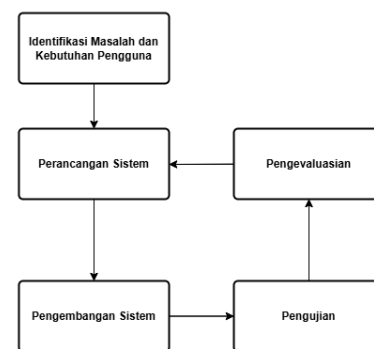
3. METODE PENELITIAN

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini mengadopsi pendekatan Research and Development (R&D) untuk mengembangkan sistem pertanian cerdas berbasis IoT. Pendekatan R&D dipilih karena dapat menghasilkan produk atau prototipe yang dapat diuji dan dievaluasi secara langsung. Proses ini melibatkan serangkaian tahap, mulai dari perencanaan, desain, pengembangan, hingga evaluasi, yang bertujuan untuk menciptakan solusi inovatif dalam sistem

monitoring dan penyiraman tanaman otomatis berbasis IoT[13].

3.1 Pendekatan R&D dalam Pengembangan Sistem

Penelitian ini mengikuti tahapan dalam metodologi R&D, yang diawali dengan identifikasi masalah dan kebutuhan pengguna berdasarkan studi literatur dan survei terhadap teknologi IoT dalam pertanian. Tahap selanjutnya adalah perancangan sistem yang mencakup pengembangan frontend, API backend, dan integrasi perangkat keras menggunakan ESP32. Setelah itu, sistem diuji dalam skala kecil sebelum dilakukan penyempurnaan dan pengujian lebih lanjut untuk mendapatkan hasil yang optimal[14].



Gambar 1. Tahapan Pengembangan

3.2 Desain Sistem: Aplikasi Frontend, API Backend, dan Perangkat Keras

Sistem yang dikembangkan terdiri dari tiga komponen utama:

1. Aplikasi Frontend: Dirancang untuk memberikan antarmuka yang sederhana dan informatif bagi pengguna agar dapat memantau kondisi tanaman, seperti kelembaban tanah, kelembaban udara, dan suhu lingkungan. Selain itu, aplikasi juga memungkinkan pengguna mengontrol pompa penyiraman secara otomatis dengan dua mode (threshold dan timebased) melalui perangkat mobile.
2. API Backend: Bertanggung jawab dalam mengelola komunikasi data antara aplikasi frontend dan perangkat keras IoT.
3. Perangkat Keras (ESP32): Berfungsi sebagai mikrokontroler utama yang

menghubungkan sensor kelembaban dan suhu untuk memantau kondisi tanaman serta mengontrol pompa sebagai sistem penyiraman otomatis.

3.3 Pengembangan dan Implementasi Prototipe

Pada tahap pengembangan, perangkat keras ESP32 diprogram untuk menerima data dari sensor, kemudian mengirimkan informasi tersebut ke API backend untuk diproses dan ditampilkan pada aplikasi frontend. Sistem penyiraman otomatis dikendalikan berdasarkan data kelembaban tanah yang diperoleh dari sensor, sehingga penyiraman hanya terjadi saat waktu maupun kondisi yang ditentukan.

Prototipe awal diuji dalam lingkungan laboratorium untuk memastikan fungsionalitasnya sebelum diuji dalam skala yang lebih luas di lingkungan pertanian. Hasil pengujian digunakan untuk mengevaluasi sistem dan melakukan perbaikan agar dapat memenuhi kebutuhan pengguna dengan lebih baik.

3.4 Uji Coba dan Evaluasi Sistem Setelah

Setelah prototipe selesai, dilakukan serangkaian uji coba untuk mengevaluasi kinerja sistem dari sisi perangkat keras maupun perangkat lunak. Pengujian ini meliputi:

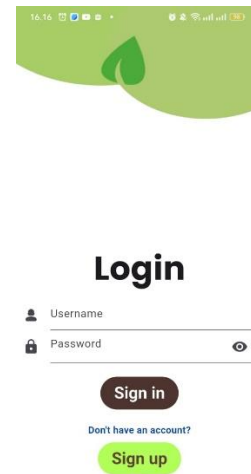
1. Akurasi sensor dalam mendeteksi kelembaban tanah dan suhu lingkungan.
2. Responsivitas sistem dalam mengaktifkan penyiraman otomatis dengan dua mode kontrol (threshold dan time-based).
3. Kemudahan penggunaan aplikasi frontend dalam menampilkan data secara real-time dan memberikan kontrol kepada pengguna.
4. Performa API backend dalam mengelola komunikasi data secara efisien.

Berdasarkan hasil uji coba dan evaluasi, dilakukan analisis untuk mengidentifikasi kekurangan sistem. Langkah berikutnya adalah

melakukan revisi dan pengembangan lebih lanjut hingga sistem siap untuk implementasi dalam skala yang lebih besar di lingkungan pertanian nyata.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

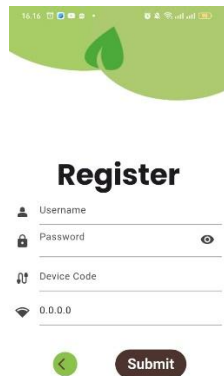
4.1 Tampilan Login



Gambar 2. Tampilan Login

Tampilan Login dalam aplikasi Plantio dirancang untuk memastikan akses yang aman ke sistem. Pengguna perlu mengisi dua kolom input: username dan password yang terdaftar. Tujuan fitur login ini adalah untuk melindungi keamanan sistem tanpa mengorbankan kemudahan pengguna. Dengan antarmuka yang sederhana dan jelas, pengguna dapat dengan mudah masuk dan mengakses aplikasi untuk mengontrol sistem pertanian cerdas yang terhubung.

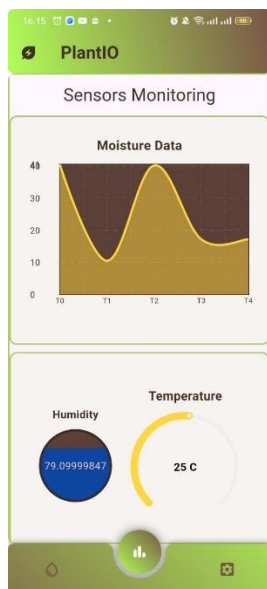
4.2 Tampilan Register



Gambar 3. Tampilan Register

Tampilan Register di aplikasi Plantio memungkinkan pengguna baru membuat akun dan mendaftarkan perangkat. Pengguna perlu mengisi username, password, IP, dan *device code*. Username dan password digunakan untuk otentikasi, IP untuk menghubungkan perangkat ESP32, dan *device code* sebagai identifikasi unik perangkat dalam sistem.

4.3 Tampilan Sensor Monitoring

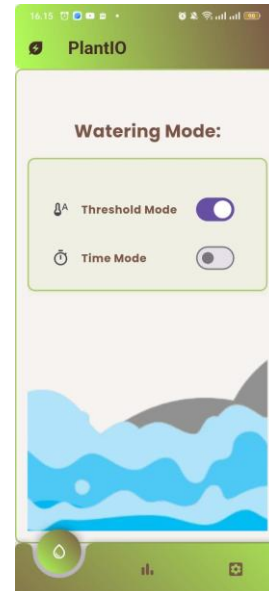


Gambar 4. Tampilan Sensor Monitoring

Tampilan monitoring sensor di aplikasi Plantio menampilkan data real-time tentang kondisi

lahan, seperti kelembaban tanah, suhu, dan kelembaban udara. Fitur ini membantu petani memantau lahan dari perangkat mobile dan mengoptimalkan penyiraman untuk efisiensi air serta pertanian yang lebih ramah lingkungan.

4.4 Tampilan Watering Mode



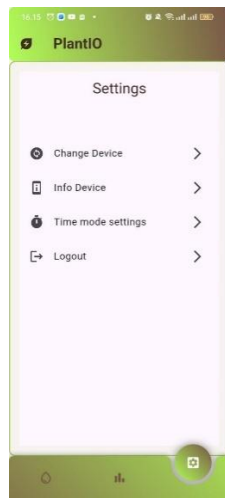
Gambar 5. Tampilan Watering Mode

Tampilan *UI Control Pompa* di Plantio memungkinkan pengguna mengatur penyiraman dengan dua mode:

1. **Threshold Mode:** Pompa aktif otomatis saat kelembaban tanah di bawah ambang batas.
2. **Time-Based Mode:** Pompa menyala pada waktu yang dijadwalkan, tanpa bergantung pada kelembaban.

Antarmuka intuitif memudahkan pengguna mengubah pengaturan dan memonitor pompa secara real-time untuk efisiensi irigasi.

4.5 Tampilan Settings



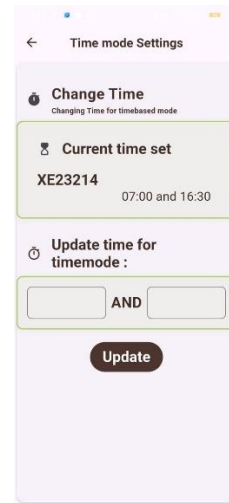
Gambar 6. Tampilan Settings

Tampilan *Settings* di aplikasi Plantio memberi pengguna kontrol penuh atas konfigurasi sistem. Fitur yang tersedia meliputi:

1. **Change Device:** Mengubah kode unik perangkat ESP32 untuk pengendalian sensor dan pompa.
2. **Info Device:** Menampilkan informasi perangkat, seperti mode pompa dan alamat IP.
3. **Time Mode Settings:** Mengatur jadwal penyiraman berbasis waktu.
4. **Login/Logout:** Mengelola akses pengguna untuk keamanan sistem.

Dengan tampilan ini, pengguna dapat dengan mudah mengelola perangkat dan pengaturan sistem dalam aplikasi pertanian cerdas berbasis IoT.

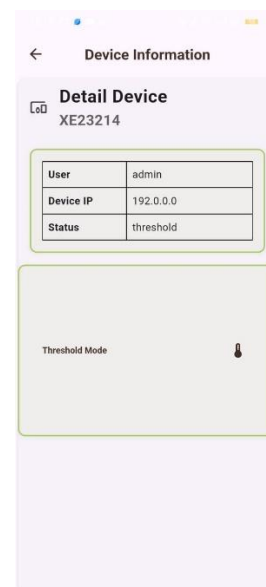
4.5 Tampilan Time Mode Settings



Gambar 7. Tampilan Time Mode Settings

Tampilan *Time Mode Settings* di aplikasi Plantio memungkinkan pengguna mengatur dua jadwal penyiraman harian secara otomatis. Pengguna cukup memasukkan waktu dalam format jam dan menit, lalu sistem akan menjalankannya sesuai jadwal. Fitur ini mempermudah pengelolaan irigasi tanpa bergantung pada kelembaban tanah, memastikan efisiensi air dan kesehatan tanaman.

4.6 Tampilan Device Information



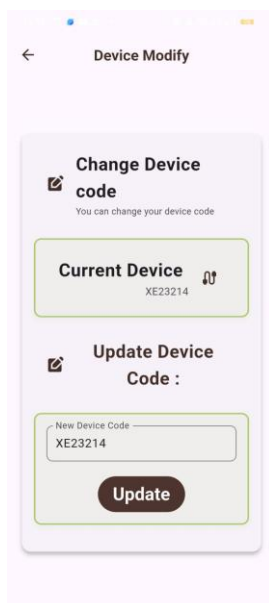
Gambar 8. Tampilan Device Information

Tampilan *Device Information* di aplikasi Plantio menampilkan informasi penting tentang perangkat yang terhubung, meliputi:

1. **User:** Menunjukkan pengguna yang terdaftar pada perangkat.
2. **Device IP:** Alamat IP perangkat untuk komunikasi dalam jaringan.
3. **Status:** Menampilkan kondisi perangkat, seperti aktif atau tidak terhubung.

Dengan tampilan ini, pengguna dapat dengan mudah memantau dan mengelola perangkat dalam sistem.

4.6 Tampilan Device Modify



Gambar 8. Tampilan Device Information

Tampilan *Device Modify* di aplikasi Plantio memudahkan pengguna mengubah kode unik perangkat ESP32 untuk identifikasi dan manajemen perangkat. Proses ini dilakukan langsung melalui aplikasi, memungkinkan pembaruan cepat tanpa pengaturan teknis kompleks. Fitur ini memastikan koneksi ke perangkat yang tepat dan memudahkan pergantian perangkat baru.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Sistem yang telah kami kembangkan merupakan solusi inovatif dalam bidang pertanian cerdas berbasis IoT yang bertujuan untuk memonitor kondisi tanaman dan mengotomatisasi proses penyiraman. Sistem ini dirancang untuk meningkatkan efisiensi dalam pengelolaan lahan pertanian dengan memanfaatkan sensor untuk memantau kelembaban tanah, suhu, dan kelembaban udara secara real-time. Penyiraman tanaman dapat dilakukan secara otomatis dengan dua mode utama, yaitu threshold mode dan time mode. Threshold mode memungkinkan penyiraman aktif ketika kelembaban tanah berada di bawah ambang batas yang telah ditentukan, sehingga tanaman selalu mendapatkan kadar air yang optimal tanpa pemborosan. Sementara itu, time mode memungkinkan penyiraman dilakukan berdasarkan jadwal waktu tertentu yang telah ditetapkan, memberikan fleksibilitas bagi pengguna dalam mengatur pola irigasi sesuai dengan kebutuhan tanaman. Dengan adanya fitur monitoring berbasis IoT dan mode penyiraman yang fleksibel, petani dapat dengan mudah mengakses informasi kondisi lahan dan menyesuaikan pengaturan penyiraman melalui aplikasi. Sistem ini tidak hanya membantu menghemat penggunaan air dan tenaga kerja, tetapi juga memberikan solusi yang lebih adaptif terhadap berbagai jenis tanaman dan kondisi lahan. Kami menyadari bahwa sistem ini masih dapat dikembangkan lebih lanjut dan terbuka terhadap masukan serta kritik guna meningkatkan performa dan fungsionalitasnya. Dengan komitmen untuk terus berinovasi, kami berharap sistem ini dapat mendukung pertanian yang lebih modern, efisien, dan berkelanjutan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Ridlo, A. Hakim, A. Pangestu, H. A. Hidayah, and S. Faizah, "Pemanfaatan Teknologi IoT untuk Pertanian Berkelanjutan (IoT Technology for Sustainable Agriculture) Artificial Intelligence View project Structural Equation Modelling-Partial Least Square View project," *Semin. Nas. Inov. Teknol. Pertan. Berkelanjutan*, vol. 1, no. 1, pp. 1–9, 2022, [Online].

- Available:
<https://www.researchgate.net/publication/361475268>
- [2] D. E. Subroto, Supriandi, R. Wirawan, and A. Y. Rukmana, "Implementasi Teknologi dalam Pembelajaran di Era Digital: Tantangan dan Peluang bagi Dunia Pendidikan di Indonesia," *J. Pendidik. West Sci.*, vol. 1, no. 07, pp. 473–480, 2023, doi: 10.58812/jpdws.v1i07.542.
- [3] H. Li, K. Ota, and M. Dong, "Learning IoT in Edge: Deep Learning for the Internet of Things with Edge Computing," *IEEE Netw.*, vol. 32, no. 1, pp. 96–101, 2018, doi: 10.1109/MNET.2018.1700202.
- [4] K. JASMINE, 濟無No Title No Title No Title. 2014.
- [5] R. L. Batubara, "Pengembangan Sistem Internet of Things untuk Penyiraman dan Pemupukan Tanaman," *Univ. Sumatera Utara*, no. June, 2024, [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/381453552_Pengembangan_Sistem_Internet_of_Things_untuk_Penyiraman_dan_Pemupukan_Tanaman
- [6] F. Mahfud, H. Ardiansyah, and M. R. Aprillya, "Sistem Monitoring Kelembaban Tanah Dengan Sensor," *J. Inform. Polinema*, pp. 117–124, 2022.
- [7] N. Effendi, W. Ramadhani, and F. Farida, "Perancangan Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Menggunakan Sensor Kelembaban Tanah Berbasis IoT," *J. CoSciTech (Computer Sci. Inf. Technol.)*, vol. 3, no. 2, pp. 91–98, 2022, doi: 10.37859/coscitech.v3i2.3923.
- [8] A. Bajiel Rifaat, F. Sephiani, and P. Studi Teknik Elektro, "Pengembangan Sistem Penyiram Tanaman Otomatis Berbasis IoT Menggunakan Sensor Suhu, Kelembapan Udara dan Kelembapan Tanah," vol. 16, no. 2, pp. 15–23, 2024.
- [9] P. N. Bali, "Buku Teks Mikrokontroler (Chapter One) Buku Teks Mikrokontroler I Gede Suputra Widharma And The A Team," no. September, 2021.
- [10] *et al.*, "Perbandingan Kinerja Arduino Uno dan ESP32 Terhadap Pengukuran Arus dan Tegangan," *J. Otomasi Kontrol dan Instrumentasi*, vol. 13, no. 1, pp. 35–47, 2021, doi: 10.5614/joki.2021.13.1.4.
- [11] S. Yaakub and R. Meilano, "Potensi Sensor Kelembaban Tanah YL-69 Sebagai Pemonitor Tingkat Kelembaban Media Tanam Palawija," *J. Elektron. List. dan Teknol. Inf. Terap.*, vol. 1, no. 1, p. 7, 2020, doi: 10.37338/e.v1i1.93.
- [12] K. C. Membuat, "Membuat Pompa Air Mini Powerful Dari Motor Dinamo 12v - Kreatif Cara Membuat," 2017, [Online]. Available: <https://kreatifcaramembuat.blogspot.com/2017/11/membuat-pompa-air-mini-powerful-dari.html>
- [13] L. Judijanto *et al.*, *Metodologi Research and Development (Teori dan Penerapan Metodologi RnD)*, no. June. 2024. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/381290945_METODOLOGI_RESEARCH_AND_DEVELOPMENT_Teor i_dan_Penerapan_Metodologi_RnD
- [14] Torang Siregar, "Stages of Research and Development Model Research and Development (R&D)," *DIROSAT J. Educ. Soc. Sci. Humanit.*, vol. 1, no. 4, pp. 142–158, 2023, doi: 10.58355/dirosat.v1i4.48.