

Rancang Bangun Sistem Monitoring Smart Farming berbasis *Internet of Things* (IoT) pada Lahan Gambut

Wilson Jefriyanto ^{1, a} Zafarullah Damanik ^{2, b} Samsul Arifin ^{1, c}

¹Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Palangka Raya
Jalan Yos Sudarso, Palangka Raya 73111 Indonesia

²Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Palangka Raya
Jalan Yos Sudarso, Palangka Raya 73111 Indonesia

e-mail: ^{a*} wilsonjefriyanto@gmail.com ^b damanik_z@agr.upr.ac.id dan ^c samsularifin@mipa.upr.ac.id

Diajukan: 4 Agustus 2026; Diterima: 18 Agustus 2026; Diterbitkan: 7 September 2026

Abstrak

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi telah memungkinkan implementasi smart farming untuk monitoring parameter fisis tanah melalui sensor. Penelitian sebelumnya umumnya berfokus pada lahan subur, berbeda dengan kondisi lahan gambut di Kalimantan Tengah yang memerlukan penanganan spesifik. Penelitian ini bertujuan merancang sistem smart farming berbasis IoT di lahan gambut Universitas Palangka Raya (UPR) sebagai upaya mendukung Kalimantan Tengah menjadi daerah penyangga kebutuhan pangan Ibu Kota Negara (IKN). Metode penelitian ini menggunakan pendekatan rancang bangun, melibatkan perancangan alat, pengujian, dan pengumpulan data yang terintegrasi dengan smartphone untuk monitoring. Penggunaan sensor DHT11, DS18B20, dan capacitive soil moisture sensor secara bersamaan terbukti mampu memberikan gambaran akurat dan dinamis terhadap kondisi lingkungan mikro lahan gambut, menunjukkan keterkaitan erat antara suhu dan kelembaban tanah. Data yang dihasilkan mendukung penentuan kebutuhan dan penempatan sensor yang tepat, memungkinkan monitoring real-time melalui IoT, serta analisis tren suhu dan kelembaban harian untuk pengambilan keputusan optimal terkait irigasi dan pemupukan..

Kata kunci: IoT; Lahan; Gambut; Sensor; Sistem monitoring; Smart farming

Abstract

Advances in information and communication technology have enabled the implementation of smart farming for monitoring the physical parameters of soil using sensor technology. Previous studies have generally focused on fertile agricultural land, whereas peatlands in Central Kalimantan require specific management approaches due to their unique characteristics. This study aims to design an Internet of Things (IoT)-based smart farming system for the peatland area of Universitas Palangka Raya (UPR) to support Central Kalimantan's role as a food production buffer for Indonesia's new capital city (IKN). The research employed a design-and-development approach, involving system design, prototype testing, and data acquisition integrated with a smartphone-based monitoring platform. The combined use of DHT11, DS18B20, and capacitive soil moisture sensors successfully provided accurate and dynamic information on the microenvironmental conditions of the peatland, demonstrating a strong relationship between soil temperature and soil moisture. The collected data support the identification of appropriate sensor requirements and placement, enable real-time monitoring through IoT technology, and facilitate the analysis of daily temperature and moisture trends for informed decision-making regarding irrigation and fertilization.

Keywords: Internet of Things (IoT); Peatland; Sensors; Monitoring system; Smart farming

PENDAHULUAN

Kelangsungan hidup manusia sangat bergantung pada pertanian, yang berfungsi sebagai sumber pangan primer [1] Untuk menjamin ketersediaan pangan yang berkelanjutan, sistem nutrisi dan irigasi menjadi komponen fundamental dalam praktik pertanian modern yang mendukung kelangsungan hidup manusia. Pertanian merupakan aktivitas pemanfaatan sumber daya alam yang dilakukan manusia untuk produksi bahan pangan, bahan baku untuk kegiatan industri, atau sumber energi, dan mengelola lingkungan hidup [2].

Kesuburan tanah adalah faktor krusial dalam keberhasilan produksi tanaman, di mana ia mencerminkan kapasitas tanah untuk menghasilkan hasil panen yang optimal. Selain itu, kesuburan tanah bekerja sama dengan faktor lain seperti varietas tanaman serta pengelolaan hama dan penyakit untuk memastikan produktivitas hasil

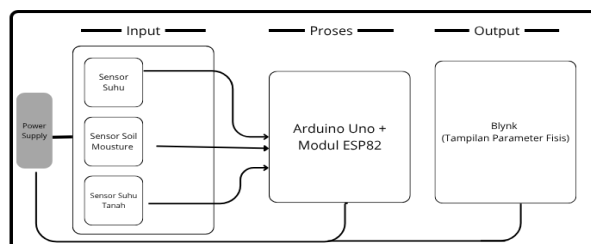
panen [3]. Tanah merupakan media utama dalam kegiatan pertanian, dan kandungan unsur hara di dalamnya menjadi indikator langsung tingkat kesuburan tanah. Tanah yang sehat dicirikan oleh keseimbangan fisik, kimia, dan biologis, yang tidak hanya meningkatkan produktivitas tanaman, tetapi juga menjaga kualitas ekosistem secara keseluruhan, termasuk konservasi air dan kesuburan tanah. Kesuburan tanah bervariasi tergantung pada faktor pembentuknya, seperti bahan induk, iklim, topografi, aktivitas biologis, dan waktu. Dengan demikian, tanah adalah fokus utama dalam studi kesuburan, sedangkan tumbuhan berfungsi sebagai indikator dari kualitas kesuburan tersebut. [4].

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi sekarang ini sudah hampir digunakan pada berbagai bidang tak terkecuali pada bidang pertanian [5]. Dengan teknologi sensor, beberapa parameter kesuburan tanah yaitu pH (6-6.8), kelembaban [7], dan unsur hara [8], ini dapat dideteksi sehingga memungkinkan dalam monitoring kesuburan tanah [9]. Kelembapan tanah terkait dengan kadar air dan merupakan faktor yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman.

Beberapa penelitian sebelumnya telah membuat sistem Smart Farming dengan membuat sistem terintegrasi dengan parameter kondisi tanah yang dihubungkan dengan internet pada proses monitoring [10]. Namun pada penelitian sebelumnya menggunakan lahan yang memiliki kandungan unsur hara yang baik. Berbeda dengan wilayah Kalimantan Tengah, yang sebagian besar lahannya adalah lahan gambut yang memiliki karakteristik yang berbeda sehingga butuh penanganan yang berbeda. Untuk itu dalam menyelesaikan masalah ini Tim peneliti akan merancang sebuah sistem Smart Farming di lahan gambut yang akan dipersiapkan sebagai lahan penyangga pangan untuk Ibu Kota Negara (IKN) ke depannya. Perkembangan teknologi dan permasalahan pangan dua hal yang tidak dapat dipisahkan. Permasalahan pangan merupakan kebutuhan primer masyarakat sehingga butuh penanganan yang cepat. Melalui inovasi teknologi yang ada, diharapkan penelitian ini dapat membantu sistem pengembangan pertanian yang lebih baik dalam mempersiapkan kemandirian pangan di Kalimantan Tengah.

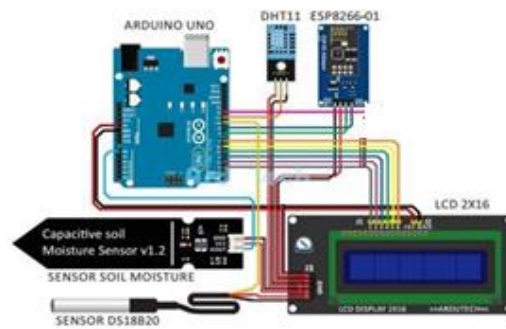
METODE

Metode penelitian ini menggunakan pendekatan rancang bangun, melibatkan perancangan alat, pengujian, dan pengumpulan data yang terintegrasi dengan smartphone untuk monitoring. Persiapan dan studi literatur menjadi langkah awal untuk merancang sistem yang akan dibuat. Kegiatan ini dilakukan dengan mengkaji beberapa referensi dari Jurnal penelitian yang terkait dengan topik penelitian. Selanjutnya Pada blok diagram (Gambar 1) merupakan sistem smart farming berbasis IoT yang akan dibangun, dimana menggunakan sensor soil moisture mendeteksi kekeringan pada tanah, modul kontroler ESP32 sebagai proses data untuk mengirim data menuju firebase menggunakan wifi sehingga data dapat tampil pada aplikasi android, aplikasi android dapat digunakan untuk memberikan tampilan secara realtime.



Gambar 1. Blok Diagram Sistem

Pada sistem interface (antarmuka) menggunakan Blynk Application. Blynk adalah sebuah layanan server yang digunakan untuk mendukung project Internet of Things. Layanan server ini memiliki lingkungan mobile user baik Android maupun iOS. Aplikasi Blynk berfungsi sebagai dasbor digital yang menyediakan antarmuka grafis untuk membangun dan mengelola proyek. Aplikasi ini dapat diunduh di Google Play Store (untuk pengguna Android) dan App Store (untuk pengguna iOS). Salah satu keunggulan Blynk adalah dukungannya terhadap berbagai jenis perangkat keras, menjadikannya pilihan serbaguna untuk berbagai aplikasi IoT [11]. Proses perakitan mengikuti dengan skematik sistem yang dibuat.



Gambar 2. Rangkaian Skematik Smart Farming Berbasis IoT

Proses pengujian dilakukan yaitu pada sistem smart farming yang di dalamnya menggunakan sensor suhu, kelembaban, dan suhu tanah. Hal ini dilakukan untuk memastikan bahwa sistem dapat memantau kondisi lahan secara akurat dan responsif. Pengujian diawali dengan pemasangan seluruh sensor pada lahan uji, baik di lingkungan terbuka maupun dalam sistem simulasi seperti greenhouse. Setelah terpasang, sensor dikalibrasi terlebih dahulu menggunakan standar pengukuran yang sesuai, seperti termometer untuk suhu parameter suhu. Kalibrasi ini penting agar data yang dihasilkan mendekati nilai sebenarnya dan mengurangi kesalahan pengukuran. Sensor-sensor ini kemudian dihubungkan ke mikrokontroler atau sistem kendali berbasis Internet of Things (IoT), ESP32 yang bertugas mengolah dan mengirimkan data secara real-time ke sistem penyimpanan, baik lokal (LCD) maupun cloud [12].

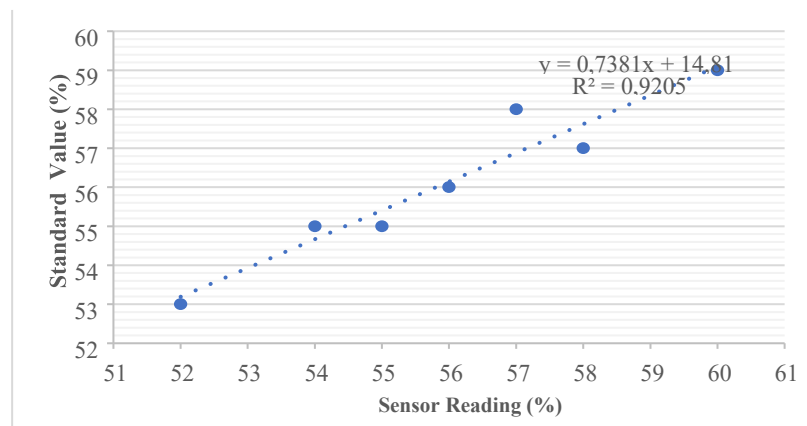
Tahap selanjutnya, yaitu melakukan pengambilan Data. Pengambilan data dari sensor diambil secara berkala, setiap 10 atau 15 menit, selama 10 Jam. Data ini dicatat secara otomatis oleh sistem dan juga dibandingkan dengan data manual yang diperoleh dari alat ukur standar guna memvalidasi keakuratan sensor [13]. Pengujian ini juga mencakup uji fungsionalitas sistem, yakni mengevaluasi apakah sensor dapat saling terintegrasi dengan baik juga dilakukan uji keandalan dengan menjalankan sistem secara terus-menerus untuk melihat kestabilan kinerja serta kemampuan sensor dalam menghadapi perubahan kondisi lingkungan, seperti hujan atau fluktuasi suhu ekstrim [14].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada proses pengujian alat maka dilakukan sistem kalibrasi dengan membandingkan nilai pembacaan sensor dengan nilai pada alat yang sudah terstandarisasi (komersil). Kalibrasi menggunakan metode linear regression untuk meningkatkan akurasi pengukuran terhadap nilai acuan kalibrator yang lebih presisi [15]. Berikut tabel dan kurva kalibrasi setiap sensor yang ada pada sistem *smart farming*.

Tabel 1. Kalibrasi Sensor DHT11 (Kelembaban Udara)

Menit (menit)	Sensor reading (°C)	Standar value (°C)
0	52	53
10	55	55
20	54	55
30	58	57
40	60	59
50	57	58
60	56	56

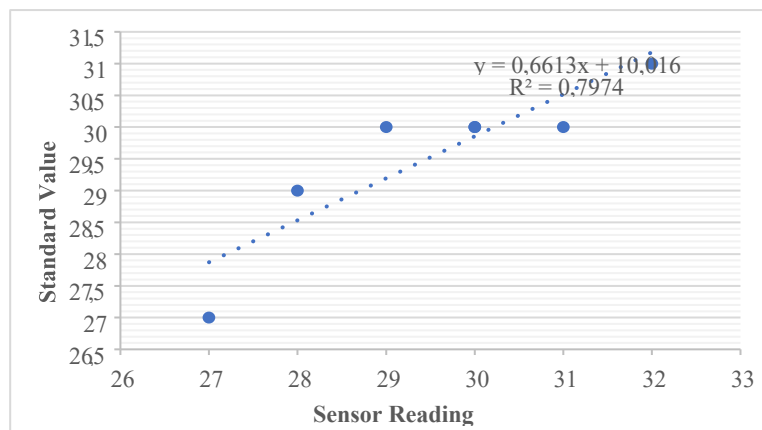


Gambar 3. Kurva Regresi Linear Pembacaan Sensor Kelembaban Udara DHT11

Sebagian besar data memiliki selisih (error) $0-\pm 1^{\circ}\text{C}$, yang merupakan deviasi kecil dan masih dalam batas toleransi penggunaan sensor suhu di sistem monitoring pertanian. Nilai pembacaan sensor cukup stabil dan konsisten, dengan fluktuasi $\pm 1^{\circ}\text{C}$ yang wajar dalam konteks kondisi lingkungan nyata di lapangan.

Tabel 2. Kalibrasi Sensor Suhu Tanah DS18B20

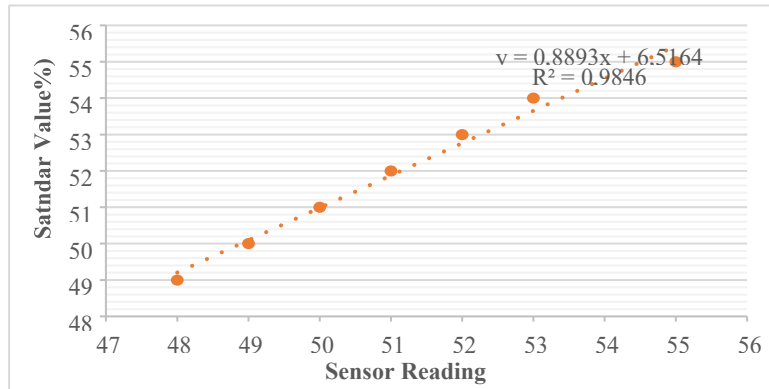
Menit (menit)	Sensor reading ($^{\circ}\text{C}$)	Standar value ($^{\circ}\text{C}$)
0	27	27
10	28	28
20	28	28
30	30	29
40	32	31
50	32	31
60	28	28



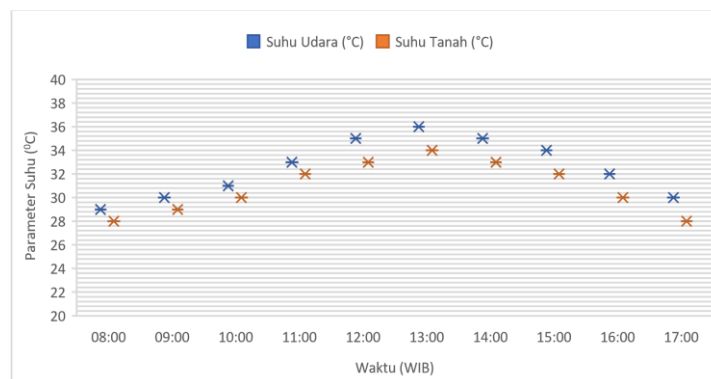
Gambar 4. Kurva Regresi Linear Pembacaan Sensor Suhu Tanah DS18B20

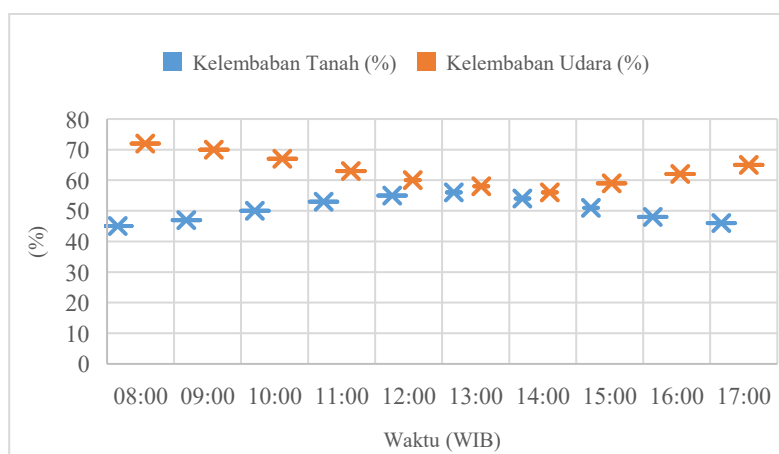
Tabel 3. Kalibrasi Sensor Kelembaban Tanah (*Capacitive Soil moisture*)

Menit (menit)	Sensor reading (°C)	Standar value (°C)
0	48	49
10	50	51
20	51	52
30	49	50
40	53	54
50	55	55
60	52	53

**Gambar 5.** Kurva Regresi Linear Pembacaan Sensor Kelembaban Tanah (*Capacitive Soil moisture*)**Pengamatan**

Pengamatan suhu udara, suhu tanah, kelembaban udara dan kelembaban tanah dilakukan selama 10 jam. Adapun sistem monitoring ini menggunakan sensor DHT11, DS18B20, dan Capacitive Soil Moisture Sensor yang menunjukkan pola fluktuasi yang wajar khususnya ditanah gambut. Pada grafik Suhu udara meningkat secara bertahap dari pagi hari sebesar 29°C hingga mencapai puncaknya 36°C pada pukul 13:00, lalu menurun kembali hingga sore hari. Sementara itu, suhu tanah menunjukkan peningkatan yang lebih lambat dan stabil dengan puncaknya 34°C, mencerminkan karakteristik termal tanah yang menyerap panas lebih lambat daripada udara.

**Gambar 6.** Grafik Hasil Pengamatan Sensor untuk Parameter Fisis Suhu Udara dan Tanah



Gambar 7. Grafik Hasil Pengamatan Sensor untuk Parameter Kelembaban Tanah dan Udara

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa kelembaban udara (%) cenderung menurun dari pagi ke siang hari, dimulai dari 72% pada pukul 08:00 dan mencapai titik terendah 56% pada pukul 14:00, kemudian meningkat kembali hingga 65% pada pukul 17:00. Penurunan ini terjadi karena suhu udara yang meningkat menyebabkan udara mampu menahan lebih banyak uap air, sehingga kelembaban relatif menurun meskipun kandungan uap air absolut bisa tetap. Sebaliknya, kelembaban tanah (%) mengalami peningkatan dari 45% pada pukul 08:00 hingga 56% pada pukul 13:00, kemudian menurun bertahap hingga 46% pada pukul 17:00. Kenaikan kelembaban tanah pada pagi hari bisa terjadi karena akumulasi kelembaban malam (embun atau air tanah naik ke permukaan), sementara penurunannya setelah siang disebabkan oleh peningkatan evaporasi akibat suhu udara dan tanah yang tinggi. Pola ini menunjukkan adanya hubungan fisis antara pemanasan oleh radiasi matahari, penurunan kelembaban udara, dan kehilangan air dari tanah, yang penting untuk pengelolaan irigasi dalam sistem pertanian cerdas.

Pengembangan Sistem Smart Farming

Parameter fisis lain seperti pH dan unsur hara akan dikembangkan pada tahap pengembangan ke depan. Setelah optimasi dan validasi sistem monitoring suhu dan kelembaban tanah tercapai, fase pengembangan selanjutnya akan memfokuskan pada ekstensifikasi kapabilitas sistem melalui integrasi parameter fisikokimia tanah yang lebih kompleks. Prioritas akan diberikan pada akuisisi data pH tanah dan konduktivitas elektrik (EC), yang merupakan indikator krusial terhadap ketersediaan nutrisi dan kondisi salinitas tanah. Implementasi sensor-sensor ini akan menuntut riset komprehensif mengenai pemilihan instrumen yang sesuai untuk lingkungan tanah yang heterogen, perancangan sirkuit antarmuka yang presisi untuk memproses sinyal analog (khususnya dari elektroda pH).

Dengan penambahan data pH dan EC, kapabilitas analisis data dan inferensi agronomis akan mengalami peningkatan signifikan. Integrasi data multi-parametrik ini akan memungkinkan identifikasi kondisi tanah yang suboptimal, seperti anomali keasaman/alkalinitas atau akumulasi garam terlarut, yang secara langsung memengaruhi metabolisme dan penyerapan hara oleh tanaman. Selanjutnya, data terpadu ini akan menjadi basis untuk formulasi rekomendasi manajemen lahan yang adaptif dan presisi, meliputi optimasi dosis dan jadwal pemupukan, intervensi penyesuaian pH tanah, serta strategi irigasi berbasis ketersediaan nutrisi. Tahap ini krusial dalam evolusi sistem menuju platform smart farming yang mampu memberikan wawasan holistik dan panduan operasional yang meningkatkan produktivitas serta efisiensi sumber daya di sektor pertanian.

KESIMPULAN

Berdasarkan data pengamatan pada sistem Smart farming, dapat disimpulkan bahwa penggunaan sensor DHT11, DS18B20, dan Capacitive Soil Moisture Sensor secara bersamaan mampu memberikan gambaran yang akurat dan dinamis terhadap kondisi lingkungan mikro di lahan pertanian khususnya lahan gambut. Pola data menunjukkan adanya keterkaitan erat antara suhu dan kelembaban tanah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih untuk LPPM Universitas Palangka Raya yang telah membantu dalam bantuan dana penelitian dan seluruh pihak yang mendukung riset ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Dwiyoatno, E. Krisnaningsih, and D. R. Hidayat, "Smart Agriculture Monitoring Penyiraman Tanaman Berbasis Internet of Things," vol. 9, no. 1, 2022.

- [2] L. Garc, L. Parra, J. M. Jimenez, and J. Lloret, "IoT-Based Smart Irrigation Systems: An Overview on the Recent Trends on Sensors and IoT Systems for Irrigation in Precision Agriculture," 2020.
- [3] D. L. Girijamba, S. G. Pavithra, H. C. Pooja, G. M. Sahana, and K. R. Varsha, "A Review on IoT Based Smart Crop Monitoring in Farm Land," vol. 9, no. 6, pp. 151–154, 2022.
- [4] R. Hariri, M. A. Novianta, and S. Kristiyana, "Perancangan Aplikasi Blynk untuk Monitoring dan Kendali Penyiramaan Tanaman," *Jurnal Elektrikal*, vol. 6, no. 1, pp. 1–10, 2019.
- [5] H. Husdi, "Monitoring Kelembaban Tanah Pertanian Menggunakan Soil Moisture Sensor FC-28 dan Arduino Uno," *ILKOM Jurnal Ilmiah*, vol. 10, pp. 237–243, 2018.
- [6] W. Jefriyanto, A. Samudra, K. A. C. Adelia, K. Bryan, and Y. C. Sukoco, "Penerapan Sistem Monitoring Pergeseran Tanah Berbasis Internet of Things (IoT) di Daerah Aliran Sungai (DAS) Kahayan, Kota Palangka Raya," *Pengabdian Kampus: Jurnal Informasi Kegiatan Pengabdian pada Masyarakat*, vol. 10, no. 2, pp. 153–158, 2023, doi: 10.52850/jpmupr.v10i2.11046.
- [7] A. Javed, E. Ali, K. B. Afzal, A. Osman, and S. Riaz, "Soil Fertility: Factors Affecting Soil Fertility, and Biodiversity Responsible for Soil Fertility," vol. 12, no. 1, pp. 21–33, 2022, doi: 10.26502/ijpaes.202129.
- [8] W. Jefriyanto, Silka, and M. Djamal, "Analisis Pergeseran Tanah dengan Menggunakan Sensor Kelembaban Tanah Berbasis Arduino Uno," in *Prosiding SNIPS 2018*, 2018, pp. 529–535.
- [9] H. M. Jumasa and W. T. Saputro, "Prototipe Penyiram Tanaman dan Pengukur Kelembaban Tanah Berbasis Arduino Uno," vol. 2, Nov. 2019.
- [10] R. Kurniawan, A. H. Rahmadani, and R. Hidayat, "Smart Agriculture: Real-Time Monitoring System Using Soil Sensors Based on IoT," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1858, no. 1, p. 012018, 2022, doi: 10.1088/1742-6596/1858/1/012018.
- [11] S. Maity and S. C. Mukhopadhyay, "Calibration of Sensors in Smart Agriculture: A Review," *Measurement*, vol. 167, p. 108326, 2020, doi: 10.1016/j.measurement.2020.108326.
- [12] A. Morseleno and F. Y. Andie Rahman, "Alat Monitoring Kondisi Tanah dan Penyiraman Otomatis pada Tanaman Cabai di Lahan Gambut dengan Web Menggunakan NodeMCU ESP8266 Berbasis Internet of Things," *Diploma Thesis, Universitas Islam Kalimantan MAB*, pp. 1–15, 2021.
- [13] H. Muchtar, M. Zulfikar, and H. Ulhaq, "Rancang Bangun Smart Monitoring Farming pada Media Tanah Menggunakan Sistem IoT (Internet of Things)," *RESISTOR (Elektronika Kendali Telekomunikasi Tenaga Listrik Komputer)*, vol. 6, no. 2, pp. 133–142, 2023.
- [14] A. Murasyd, M. R. Azhari, A. Abdullah, and S. Muryani, "Perancangan Alat Ukur Kelembaban Tanah Media Tanaman Hias Menggunakan Sensor YL-69 Berbasis Arduino Uno," vol. 8, no. 1, pp. 45–51, 2022, doi: 10.31294/jtk.v4i2.
- [15] S. Patil and M. Kale, "Development and Testing of an Automated Smart Irrigation System," in *Proc. 2019 Int. Conf. Innovations in Engineering and Technology (ICIET)*, 2019, pp. 134–138, doi: 10.1109/ICET.2019.00027.