

Implementasi teknologi IoT dengan jaringan sensor nirkabel pada sistem irigasi tetes otomatis di lahan kering kepulauan

Kalvein Rantelobo^{1,*}, Tomycho Olviana², Yeremias Maria Pell³, Theodosius Laubase⁴, Hevenly Imanuel Araujo Berubu⁵, Bernandus⁶, Nixon Rammang⁷, Agusthinus Sampeallo⁸

^{1,8} Program Studi Teknik Elektro, FST, Universitas Nusa Cendana, Kupang, Indonesia

^{2,4,7} Program Studi Agroteknologi, Fak. Pertanian, Universitas Nusa Cendana, Kupang, Indonesia

³ Program Studi Teknik Mesin, FST, Universitas Nusa Cendana, Kupang, Indonesia

^{5,6} Program Studi Fisika, FST, Universitas Nusa Cendana, Kupang, Indonesia

Article Info

Article history:

Received December 27, 2024

Accepted April 10, 2025

Published August 1, 2025

Kata Kunci:

IoT,
Jaringan Sensor Nirkabel,
Irigasi Tetes Otomatis,
Pertanian Lahan Kering,
Pengabdian kepada Masyarakat.

ABSTRAK

Kegiatan pengabdian ini berfokus pada implementasi teknologi Internet of Things (IoT) dan Jaringan Sensor Nirkabel (JSN) guna meningkatkan produktivitas serta efisiensi penggunaan sumber daya air pada sistem pertanian lahan kering di Nusa Tenggara Timur (NTT). Wilayah ini menghadapi tantangan serius berupa keterbatasan ketersediaan air dan ketidakpastian iklim yang tinggi. Oleh karena itu, kegiatan ini menawarkan solusi inovatif berupa sistem pemantauan dan otomatisasi irigasi tetes berbasis sensor. Sensor IoT yang digunakan meliputi pengukur kelembapan tanah dan suhu, yang mampu memberikan data secara waktu nyata (real-time) untuk mendukung pengelolaan air secara tepat guna. Hasil awal dari implementasi teknologi ini menunjukkan adanya efisiensi penggunaan air yang signifikan, serta peningkatan hasil panen tanaman tomat. Pada lahan mitra, sistem ini mampu menghemat penggunaan air antara 25% hingga 30%, dengan peningkatan hasil panen dari 260 kilogram menjadi 300 kilogram. Artikel ini menguraikan metodologi implementasi teknologi, hasil yang diperoleh dari proyek, serta implikasi penggunaan IoT dalam mendukung pertanian berkelanjutan, khususnya di wilayah lahan kering kepulauan. Inovasi ini diharapkan menjadi model penerapan teknologi digital dalam bidang pertanian presisi di Indonesia.



Corresponding Author:

Kalvein Rantelobo,
Program Studi Teknik Elektro, FST,
Universitas Nusa Cendana,
Jl. Adisucipto, Penfui, Kupang, NTT.
Email: *kalvein@staf.undana.ac.id

1. PENDAHULUAN

Lahan kering di Kepulauan Nusa Tenggara Timur (NTT) menghadapi tantangan dalam pengelolaan sumber daya air, yang berdampak langsung pada produktivitas pertanian. Salah satu solusi yang efektif adalah penerapan Internet of Things (IoT) dan Jaringan Sensor Nirkabel (JSN) dalam sistem irigasi otomatis. Melalui penggunaan teknologi ini, petani dapat memantau kondisi lahan dan mengontrol irigasi secara real-time, memungkinkan pengelolaan air yang lebih efisien dan peningkatan hasil panen. Artikel ini bertujuan untuk mengevaluasi dampak implementasi IoT dan JSN terhadap produktivitas lahan mitra, Kelompok Tani Imanuel.

Teknologi IoT telah banyak diadopsi dalam bidang pertanian di berbagai negara maju, namun di Indonesia, terutama di wilayah NTT, penerapannya masih sangat minim. Padahal, penerapan teknologi ini sangat potensial untuk membantu meningkatkan hasil pertanian di wilayah lahan kering, khususnya di NTT yang memiliki keterbatasan sumber daya air. Implementasi IoT yang terintegrasi dengan jaringan sensor dapat membantu petani dalam mengelola irigasi dan memantau kesehatan tanaman, sehingga mampu mengurangi risiko gagal panen.

Lahan pertanian di wilayah NTT, terutama di wilayah Kabupaten Kupang, umumnya dikelola secara tradisional dengan mengandalkan sistem pengairan alami atau curah hujan, seperti yang terlihat pada [Gambar](#)

1. Kondisi ini membuat produktivitas pertanian sangat dipengaruhi oleh musim. Ketika musim kemarau panjang, lahan sering kali tidak mendapatkan air yang cukup, sehingga hasil pertanian cenderung menurun. Sebaliknya, saat musim hujan tiba, banyak lahan tidak dapat menampung air secara efisien, menyebabkan masalah banjir dan erosi yang mengurangi kualitas tanah. Implementasi IoT dengan JSN pada pertanian lahan kering di NTT diharapkan mampu memberikan solusi untuk masalah-masalah tersebut. Teknologi IoT memungkinkan petani untuk memantau kondisi lahan dari jarak jauh menggunakan sensor yang terhubung dengan internet [1] - [3]. Dengan demikian, petani dapat mengambil keputusan berdasarkan data real-time yang diperoleh dari sensor, seperti kapan harus mengairi lahan, berapa jumlah air yang dibutuhkan, dan bagaimana kondisi tanah serta tanaman [4] - [6].



Gambar 1. Kondisi lahan pertanian mitra

Salah satu masalah utama yang dihadapi dalam pertanian lahan kering adalah keterbatasan sumber daya air. Sistem pengairan tradisional yang digunakan oleh petani sering kali tidak efisien dan tidak terkoordinasi dengan baik. Penggunaan air yang berlebihan pada musim hujan menyebabkan pemborosan, sementara kekurangan air di musim kemarau sering kali menyebabkan tanaman mati. Hal ini mempengaruhi produktivitas pertanian secara keseluruhan [7] - [9].

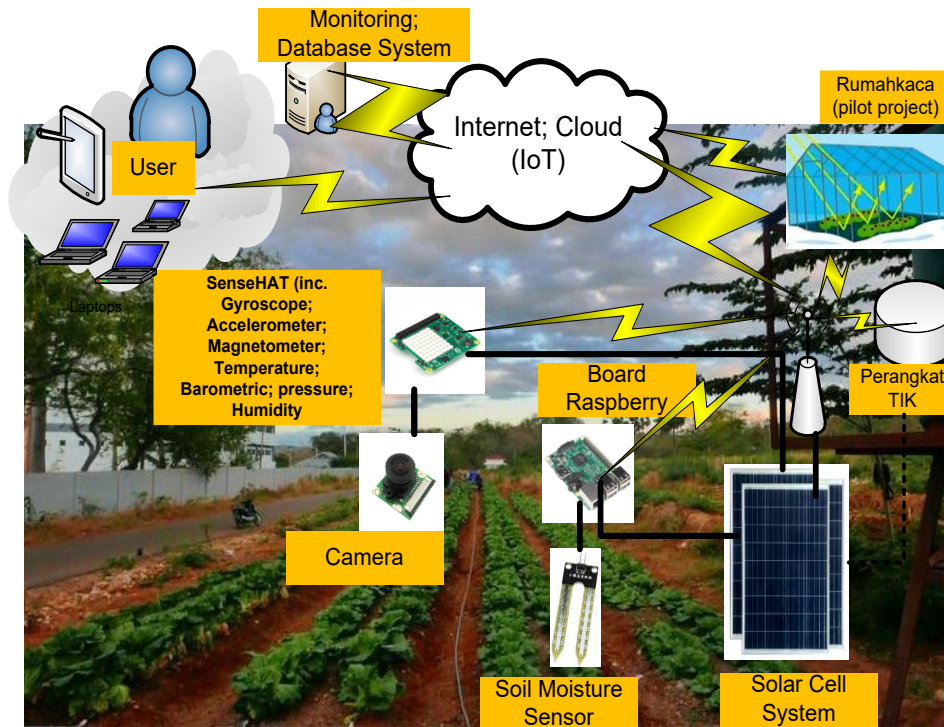
Permasalahan lainnya adalah keterbatasan teknologi yang digunakan dalam pengelolaan lahan. Sebagian besar petani di wilayah ini masih menggunakan metode konvensional dalam mengelola lahan dan tanaman mereka, tanpa memanfaatkan teknologi modern yang tersedia. Padahal, dengan bantuan teknologi seperti IoT dan JSN, banyak proses yang bisa diotomatisasi, sehingga meningkatkan efisiensi pengelolaan lahan dan meningkatkan hasil pertanian [10], [11]. Selain itu, minimnya akses terhadap data real-time juga menjadi masalah yang signifikan. Petani sering kali tidak memiliki akses yang cukup terhadap informasi terkait kondisi cuaca, kelembaban tanah, atau data lain yang relevan untuk menentukan waktu yang tepat dalam penanaman, pemupukan, dan pengairan. Akibatnya, banyak keputusan diambil berdasarkan intuisi atau pengalaman masa lalu, yang tidak selalu sesuai dengan kondisi aktual di lapangan [12], [13]. Penggunaan teknologi IoT dan JSN memungkinkan pemantauan lahan secara real-time, yang memberikan informasi akurat mengenai kondisi tanah dan cuaca di lahan pertanian. Dengan data ini, petani dapat mengambil keputusan yang lebih baik mengenai pengelolaan lahan, termasuk kapan waktu yang tepat untuk menyiram, berapa banyak air yang dibutuhkan, dan bagaimana kondisi kesehatan tanaman.

2. METODE

Metodologi yang digunakan dalam kegiatan pengabdian ini mencakup beberapa tahap utama, yaitu: sosialisasi dan pelatihan, implementasi dan pemasangan perangkat, serta pendampingan dan evaluasi. Tahap sosialisasi bertujuan untuk memberikan pemahaman kepada mitra tentang pentingnya teknologi IoT dalam meningkatkan produktivitas lahan kering. Metode yang diterapkan dalam kegiatan ini meliputi tahap sosialisasi, pelatihan teknis, pemasangan perangkat, dan implementasi sistem irigasi otomatis. Tahap sosialisasi bertujuan untuk memberikan pemahaman dasar tentang teknologi IoT kepada para petani, diikuti dengan pelatihan teknis yang mencakup instalasi dan pemeliharaan perangkat sensor IoT. Perangkat sensor dipasang di berbagai titik strategis untuk memantau kelembaban tanah, suhu, dan kondisi cuaca secara real-time. Data dari sensor ini digunakan untuk mengaktifkan sistem irigasi otomatis berdasarkan kebutuhan spesifik tanaman, sehingga penggunaan air menjadi lebih efisien.

Dalam kegiatan pengabdian ini, beberapa perangkat teknologi menggunakan penerapan *Internet of Things* (IoT) dengan Jaringan Sensor Nirkabel (JSN) yang khusus diperuntukan untuk lahan kering. Perangkat

ini dirancang untuk memberikan solusi terhadap permasalahan utama yang dihadapi oleh petani, seperti keterbatasan sumber daya air, rendahnya produktivitas, dan minimnya kemampuan pemantauan lahan secara real-time yang terkoneksi dengan teknologi IoT. Adapun skema serta prototipe teknologi dan perangkat yang diterapkan pada mitra seperti terlihat pada [Gambar 2](#) [14] - [16].



Gambar 2. Skema dan teknologi yang diterapkan pada mitra

Tahap implementasi meliputi pemasangan perangkat sensor di lahan pertanian mitra dan pengintegrasian sistem IoT untuk memantau kondisi lahan. Setelah implementasi, dilakukan pendampingan secara berkala untuk memastikan perangkat bekerja dengan baik dan memberikan manfaat sesuai harapan. Evaluasi akan dilakukan pada akhir kegiatan untuk menilai keberhasilan program.

Pelaksanaan kegiatan ini dilaksanakan melalui lima tahapan utama yang bertujuan untuk mengintegrasikan teknologi Internet of Things (IoT) dan Jaringan Sensor Nirkabel (JSN) dalam sistem pertanian lahan kering [16], [17]. Tahap pertama adalah sosialisasi kepada kelompok tani mitra mengenai manfaat dan penggunaan teknologi tersebut. Sosialisasi bertujuan memberikan pemahaman awal kepada petani tentang bagaimana teknologi dapat meningkatkan produktivitas lahan dan efisiensi penggunaan air. Pada tahap ini, tim pengusul menjelaskan konsep dasar IoT dan JSN, termasuk integrasinya ke sistem pertanian. Kegiatan ini juga mencakup literasi digital dasar, khususnya bagi petani yang belum terbiasa dengan teknologi, dan dilakukan dalam bentuk presentasi serta diskusi kelompok agar petani bisa aktif bertanya dan menyampaikan harapan mereka.

Tahap kedua yaitu pelatihan teknis, di mana para petani mitra (seperti pada [Gambar 3](#)). Pelatihan ini berfokus pada penggunaan perangkat IoT dan JSN, serta bagaimana perangkat ini dapat dioperasikan untuk memantau kondisi lahan dan mengelola irigasi secara otomatis. Petani diajarkan cara menginstal sensor kelembaban tanah, sensor suhu, dan perangkat pemantauan cuaca yang terintegrasi dengan sistem IoT. Pelatihan teknis ini melibatkan demonstrasi langsung di lapangan, di mana petani diajak untuk memasang perangkat sensor di lahan mereka. Selain itu, petani juga diajarkan cara membaca data dari dashboard sistem IoT yang terhubung ke perangkat mereka. Data ini mencakup informasi mengenai kondisi tanah, cuaca, dan kebutuhan air tanaman, yang akan digunakan untuk mengatur irigasi secara otomatis.



Gambar 3. Pelaksanaan Kegiatan di Lokasi Mitra

Tahap ketiga meliputi implementasi dan pemasangan perangkat sistem irigasi tetes otomatis di lahan pertanian mitra. Sensor-sensor dipasang di titik-titik strategis dan mengirimkan data secara real-time ke pusat pengolahan yang terhubung internet. Data ini digunakan untuk mengaktifkan sistem irigasi otomatis sesuai kebutuhan tanaman berdasarkan kelembaban tanah. Selain itu, sistem keamanan berbasis sensor juga dipasang untuk mendeteksi hama atau gangguan lain melalui kamera dan sensor gerak. Irigasi akan menyala otomatis saat tanah kering dan berhenti saat kelembaban mencukupi, dilengkapi dengan alat pengukur debit air guna mencegah pemborosan, yang sangat penting untuk wilayah lahan kering seperti di Nusa Tenggara Timur.

Tahap keempat adalah pemantauan dan pendampingan teknis. Tim pengusul secara berkala melakukan pemantauan terhadap sistem yang telah dipasang dan memberikan bimbingan teknis kepada para petani. Kegiatan ini mencakup pengecekan perangkat, penanganan masalah teknis (troubleshooting), serta evaluasi kinerja sistem secara menyeluruh. Tim juga mendampingi petani dalam membaca dan menganalisis data yang diperoleh dari sensor sehingga petani mampu mengelola lahan secara mandiri dengan teknologi yang telah diadopsi. Pendampingan dilakukan secara intensif pada bulan-bulan awal untuk memastikan bahwa para petani memahami sepenuhnya operasional teknologi.

Tahap terakhir dari rangkaian kegiatan ini adalah pembuatan laporan, diseminasi, evaluasi, dan perencanaan keberlanjutan program. Evaluasi dilakukan untuk mengukur dampak penerapan sistem terhadap produktivitas pertanian dan efisiensi pemanfaatan air. Data dari sensor dan hasil panen akan dibandingkan dengan kondisi sebelum implementasi teknologi. Berdasarkan hasil evaluasi, akan diberikan rekomendasi perbaikan sistem ke depan. Untuk menjamin keberlanjutan program, dilakukan kolaborasi jangka panjang antara tim pengusul dengan petani mitra serta pihak terkait seperti pemerintah daerah dan lembaga penelitian. Keberlanjutan ini mencakup perluasan cakupan teknologi ke wilayah lain dan pemberian dukungan teknis berkelanjutan kepada petani agar manfaat program terus dirasakan dalam jangka panjang.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penerapan IoT dan JSN di lahan pertanian mitra menunjukkan hasil yang signifikan. Sistem irigasi otomatis memungkinkan pengelolaan air yang lebih hemat dan efisien, mengurangi konsumsi air dari 20% hingga 30%. Produktivitas lahan meningkat dari rata-rata dari 260 kg menjadi 300 kg per musim, seperti data pada [Tabel 1](#). Juga dengan penggunaan teknologi ini, dapat membantu mitra mengupayakan panen sebanyak dua kali dalam setahun, yang dari dulu sulit di lakukan. Dampak ekonomi yang dihasilkan juga signifikan, dengan peningkatan pendapatan petani sebesar 33% dibandingkan sebelumnya.

Tahun	Hasil Produksi/Panen (kg)
2023	260
2024	300

(Sumber: Data Mitra)

Teknologi ini juga memungkinkan mitra melakukan pemupukan (*fertigation*) menggunakan saluran irigasi tetes otomatis tersebut. Perangkat dan system yang terpasang pada mitra dapat dilihat pada [Gambar 5](#) sampai [Gambar 7](#), dimana ujicoba IoT dilakukan secara terbatas. Perangkat system yang digunakan terlihat seperti pada [Gambar 5](#), sedangkan kondisi lahan mitra terlihat seperti pada [Gambar 6](#). Adapun perangkat yang

terpasang pada lahan mitra dapat dilihat pada [Gambar 7](#), dan hasil pengujian menggunakan IoT pada OS Android *smartphone* terlihat seperti pada [Gambar 4](#).



Gambar 4. Perangkat sistem irigasi tetes otomatis; sensor kelembaban dan suhu tanah

Gambar 4 tersebut menunjukkan sistem otomatisasi irigasi berbasis Internet of Things (IoT) untuk pertanian. Gambar pertama menampilkan instalasi sistem kontrol irigasi yang terdiri dari sensor tanah, katup solenoid, pipa, dan kotak kontrol yang berisi komponen elektronik seperti relay, power supply, dan mikrokontroler. Sistem ini berfungsi untuk mengatur aliran air secara otomatis berdasarkan kondisi tanah. Gambar kedua menunjukkan rangkaian sensor kelembaban tanah dan suhu yang dihubungkan dengan mikrokontroler (kemungkinan ESP8266 atau ESP32), yang digunakan untuk membaca data lingkungan dan mengirimkannya ke sistem utama untuk dianalisis. Kedua perangkat ini bekerja secara terintegrasi untuk mengoptimalkan penggunaan air dalam pertanian lahan kering secara efisien dan cerdas.



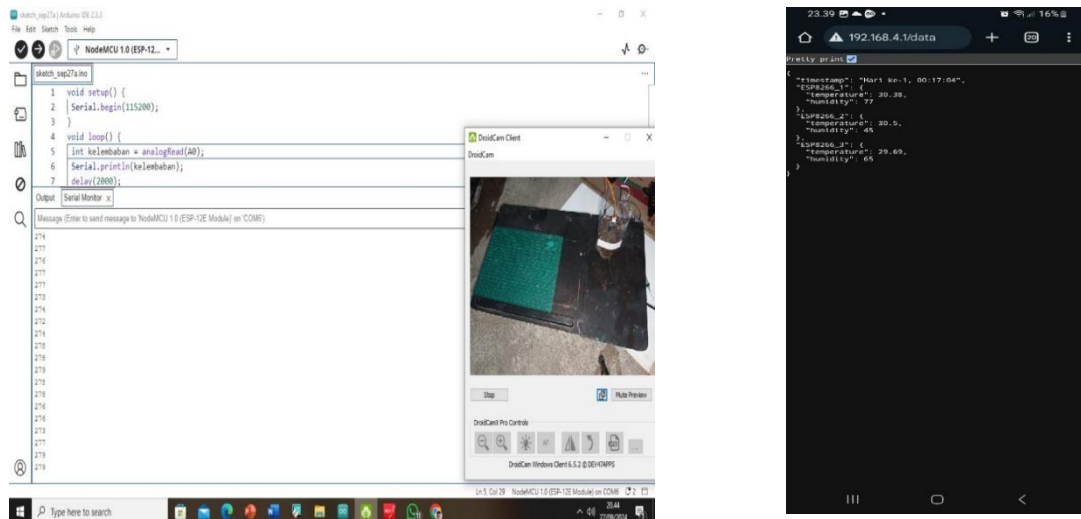
Gambar 5. Lahan dan situasi pada mitra (terlihat reservoir air)

Gambar 5 menunjukkan sebuah sistem pertanian yang memanfaatkan teknologi sederhana berupa tandon air yang ditinggikan untuk keperluan irigasi. Tandon air berwarna oranye diletakkan di atas struktur penyangga yang memungkinkan aliran air menggunakan gaya gravitasi untuk mengairi lahan pertanian di sekitarnya. Lahan terlihat sudah tertata rapi dengan beberapa tanaman yang mulai tumbuh, menandakan adanya upaya budidaya secara terorganisir. Di latar belakang, terlihat rumah atau bangunan tempat tinggal yang menunjukkan bahwa kegiatan pertanian ini kemungkinan dilakukan dalam skala rumah tangga atau komunitas kecil. Sistem ini merupakan contoh pemanfaatan teknologi tepat guna dalam mendukung pertanian di lahan kering.



Gambar 6. Pemasangan otomatisasi pada pipa utama sistem irigasi tetes

Gambar 6 menunjukkan sistem irigasi tetes yang diterapkan pada lahan pertanian, khususnya pada tanaman tomat. Sistem ini menggunakan jaringan pipa PVC dan selang kecil yang terhubung dengan sumber air melalui katup dan sambungan pipa berbentuk "U", serta dilengkapi dengan alat kontrol aliran air. Air dialirkan secara perlahan dan langsung ke pangkal tanaman, sehingga efisien dalam penggunaan air dan mendukung pertumbuhan tanaman secara optimal. Sistem ini sangat cocok digunakan di daerah dengan ketersediaan air terbatas karena mampu mengurangi pemborosan air sekaligus menjaga kelembaban tanah secara konsisten.



Gambar 7. Hasil Pengujian perangkat dengan IoT via OS Android

Gambar 7 menunjukkan implementasi sistem pemantauan berbasis IoT untuk pengukuran kelembaban dan suhu lingkungan. Gambar pertama menampilkan antarmuka pemrograman Arduino IDE yang digunakan untuk membaca data kelembaban dari sensor melalui pin analog A0 pada board NodeMCU, yang hasilnya ditampilkan di Serial Monitor. Selain itu, terlihat pula penggunaan DroidCam sebagai kamera pemantau area sekitar sensor. Gambar kedua memperlihatkan hasil pemantauan data suhu dan kelembaban dari beberapa sensor (ESP8266_1 dan ESP8266_3) yang ditampilkan dalam format JSON pada browser melalui alamat IP lokal, menandakan bahwa data telah berhasil dikirim dan diakses melalui jaringan Wi-Fi. Sistem ini berfungsi untuk memantau kondisi lingkungan secara real-time yang dapat diterapkan dalam berbagai aplikasi seperti pertanian cerdas atau monitoring ruangan.

4. KESIMPULAN

Implementasi teknologi IoT dan JSN dalam sistem irigasi otomatis di lahan pertanian kering NTT membuktikan bahwa teknologi ini efektif dalam meningkatkan efisiensi penggunaan air dan produktivitas hasil pertanian. Dari hasil yang didapatkan pada mitra, Sistem irigasi otomatis memungkinkan pengelolaan air yang lebih hemat dan efisien, mengurangi konsumsi air dari 20% hingga 30%. Produktivitas lahan meningkat dari

rata-rata dari 260 kg menjadi 300 kg per musim. Juga dengan penggunaan teknologi ini, dapat membantu mitra mengupayakan panen sebanyak dua kali dalam setahun, yang dari dulu sulit di lakukan. Dampak positif ini tidak hanya dirasakan dalam jangka pendek, tetapi juga berpotensi untuk mendukung keberlanjutan pertanian lahan kering di masa depan. Dengan dukungan lebih lanjut, teknologi ini dapat diperluas ke wilayah lain untuk membantu petani menghadapi tantangan iklim dan keterbatasan sumber daya alam.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian kepada Masyarakat (DRTPM) Kemdikbud Ristek yang sudah memberikan Hibah Program Pemberdayaan Kemitraan Masyarakat Tahun 2024 dengan kontrak No. 493/UN15.22/SP2H/PM/2024, serta pihak LPPM Universitas Nusa Cendana, Laboratorium Lahan Kering Undana, Laboratorium Terpadu (Biosains) Undana, serta Laboratorium Teknik Elektro yang telah menyediakan fasilitas dan bantuan teknis selama pelaksanaan kegiatan ini. Terima kasih juga disampaikan kepada Kelompok Tani Imanuel yang telah berpartisipasi aktif dalam setiap tahap kegiatan pengabdian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Atin, H. Maulana, I. Afrianto, D. Hirawan, R. D. Agustia, A. Finandhita, dan I. D. Saputra, "Pelatihan dan penerapan IoT smart farming hidroponik guna mendukung mata pelajaran prakarya dan kewirausahaan (PKWU) di SMAN 1 Majalaya," *Dinamisia: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, vol. 7, no. 2, pp. 342-353, 2023, doi: [10.31849/dinamisia.v7i2.12570](https://doi.org/10.31849/dinamisia.v7i2.12570)
- [2] A. Baharuddin, M. Rusli, dan A. H. Jufri, "Smart farming using IoT technology for agricultural land monitoring and precision farming in Indonesia," *Journal of Sustainable Agriculture*, vol. 12, no. 2, pp. 109-120, 2020. doi: [10.3390/agriculture12101745](https://doi.org/10.3390/agriculture12101745)
- [3] J. Fernandes, J. C. O. Matias, dan R. N. Alves, "Internet of Things in precision agriculture: Integration of wireless sensors networks and data mining techniques," *International Journal of Advanced Research in Computer Science*, vol. 4, no. 7, pp. 15-23, 2013.
- [4] M. A. Fernandes et al., "A framework for wireless sensor networks management for precision viticulture and agriculture based on IEEE 1451 standard," *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 95, pp. 19-30, 2013, doi: [10.1016/j.compag.2013.04.001](https://doi.org/10.1016/j.compag.2013.04.001)
- [5] L. Garcia, L. Ruiz, P. Lunadei, J. I. R. Barreiro, dan R. Villalba, "A review of wireless sensor technologies and applications in agriculture and food industry: State of the art and current trends," *Undefined*, 2009.
- [6] H. M. Jawad, R. Nordin, S. K. Gharghan, A. M. Jawad, dan M. Ismail, "Energy-efficient wireless sensor networks for precision agriculture: A review," *Sensors*, vol. 17, no. 8, p. 1781, 2017, doi: [10.3390/s17081781](https://doi.org/10.3390/s17081781)
- [7] H. M. Lepa, I. Nurwiana, dan T. Olviana, "Pengembangan sistem pertanian terpadu yang berkelanjutan di Desa Jak Kecamatan Miomaffo Timur," *Jurnal Excell*, vol. 10, no. 2, pp. 186-193, 2021.
- [8] Y. Sahrawi, M. H. Abdul Wahab, dan M. Abdul Hamid, "Wireless sensor networks for precision agriculture: A review of challenges and potential applications," *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE)*, vol. 9, no. 1, pp. 1271-1276, 2019. doi: [10.3390/s24010051](https://doi.org/10.3390/s24010051)
- [9] H. Shi et al., "A wireless multimedia sensor network platform for environmental event detection dedicated to precision agriculture," *arXiv preprint*, 2018.
- [10] O. Younis dan S. Fahmy, "Distributed clustering in ad-hoc sensor networks: A hybrid, energy-efficient approach," *Journal of Agricultural Research*, vol. 17, no. 1, pp. 39-52, 2016.
- [11] A. F. Aji et al., "Pendampingan penerapan teknologi smart greenhouse hidroponik tanaman selada keriting sistem apung berbasis Internet of Things di Nurunnah Farm," *Jurnal Pengabdian Sosial*, vol. 1, no. 9, pp. 1401-1406, 2024, doi: [10.59837/c4jhg764](https://doi.org/10.59837/c4jhg764)
- [12] N. D. Irawan et al., "Desain alat smart farming penyiram bawang merah menggunakan Arduino Uno berbasis Android," *Infotekmesin*, vol. 13, no. 2, pp. 272-277, 2022, doi: [10.35970/infotekmesin.v13i2.1539](https://doi.org/10.35970/infotekmesin.v13i2.1539)
- [13] A. K. Nalendra dan M. Mujiono, "Perancangan IoT pada sistem irigasi tanaman cabai," *Generation Journal*, vol. 4, no. 2, pp. 61-68, 2020, doi: [10.29407/gj.v4i2.14187](https://doi.org/10.29407/gj.v4i2.14187)
- [14] K. Rantelobo, A. C. Louk, dan T. Olviana, *Pemanfaatan teknologi pertanian presisi pada lahan kering kepulauan*. Undana Press, 2021.
- [15] K. Rantelobo, H. F. J. Lami, A. C. Louk, dan N. P. Sastra, "The object detection on video transmission over wireless visual sensor network," in *2020 MECnIT*, IEEE, pp. 54-57, 2020, doi: [10.1109/MECnIT48290.2020.9166680](https://doi.org/10.1109/MECnIT48290.2020.9166680)
- [16] K. Rantelobo, H. F. J. Lami, A. C. Louk, B. Bernandus, dan T. Olviana, "Design implementation of wireless multimedia sensor networks for dryland agriculture," *Journal of Physics: Conference Series*, IOP Publishing, p. 012013, 2021, doi: [10.1088/1742-6596/2017/1/012013](https://doi.org/10.1088/1742-6596/2017/1/012013)

- [17] M. Rafrin et al., "IoT-based irrigation system using machine learning for precision shallot farming," *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem Dan Teknologi Informasi)*, vol. 8, no. 2, pp. 216-222, 2024, doi: [10.29207/resti.v8i2.5579](https://doi.org/10.29207/resti.v8i2.5579)