
PENERAPAN TEKNOLOGI SPRINKLER BERBASIS IOT PADA IRIGASI HOLTIKULTURA LAHAN KERING KEPULAUAN**Oleh****Kalvein Rantelobo¹, Tomycho Olviana², Hendro F. J. Lami³, Theodosius Laubase⁴, Hevenly I. A. Berubu⁵, Bernandus⁶, Nixon Rammang⁷, Agusthinus Sampeallo⁸**^{1,3,8} Program Studi Teknik Elektro, FST, Universitas Nusa Cendana, Kupang, Indonesia^{2,4,7} Program Studi Agroteknologi, Fak. Pertanian, Universitas Nusa Cendana, Kupang, Indonesia^{5,6} Program Studi Fisika, FST, Universitas Nusa Cendana, Kupang, IndonesiaE-mail: ¹kalvein@staf.undana.ac.id

Article History:

Received: 13-11-2025

Revised: 28-11-2025

Accepted: 16-12-2025

Keywords:Sprinkler Technology;
IoT; Horticultural
Irrigation; Semi-Arit
Dryland Agriculture;
CPE

Abstract: Agriculture is a vital sector for the majority of Indonesians, especially in regions with unique agroecological characteristics such as East Nusa Tenggara (NTT) Province. Existing conditions indicate that some agriculture in NTT's drylands is still rain-fed. One modern irrigation technology that offers a potential solution to overcome these challenges and is relevant for dryland conditions is the sprinkler irrigation system. This system operates by spraying water onto agricultural land in the form of fine droplets, resembling natural rainwater, thereby offering specific advantages over other systems. The development of digital technology presents opportunities to enhance the effectiveness and efficiency of sprinkler irrigation systems by integrating them with the Internet of Things (IoT). By utilizing IoT-based controllers, sprinkler systems can be operated, monitored, and managed remotely in real-time via smart devices, such as smartphones or mini-computers. The results of this Community Partnership Empowerment (CPE) activity indicate that the application of sprinkler irrigation technology can increase farmer productivity and reduce water consumption by approximately one cubic meter (m^3) per week. The results are very suitable and have the potential to be applied in dryland areas such as NTT.

PENDAHULUAN

Pertanian merupakan sektor vital bagi kehidupan masyarakat, terutama di wilayah dengan karakteristik agroekologi yang unik seperti Provinsi Nusa Tenggara Timur (NTT). Wilayah ini didominasi oleh lahan kering kepulauan yang menghadirkan tantangan signifikan bagi pengembangan pertanian berkelanjutan. Analisis situasi menunjukkan bahwa kondisi iklim di NTT cenderung kering hingga sangat kering, ditandai dengan curah hujan tahunan yang rendah, seringkali di bawah 1.000 mm, dan distribusinya yang tidak merata serta sangat tidak menentu. Periode musim kemarau yang panjang, yang dapat berlangsung selama tujuh (7) hingga delapan (8) bulan, semakin memperparah kondisi keterbatasan sumber daya air. Faktor topografi yang mayoritas berbukit dan bergunung, ditambah dengan kualitas tanah

yang umumnya dangkal, berbatu, dan memiliki tingkat kesuburan rendah, menjadikan air sebagai faktor pembatas utama dan paling kritis dalam setiap upaya peningkatan produksi pertanian di wilayah ini [1] - [3].

Kondisi eksisting menunjukkan bahwa sebagian besar praktik pertanian di lahan kering NTT masih bersifat tadah hujan. Ketergantungan penuh pada curah hujan yang tidak pasti ini mengakibatkan produktivitas tanaman menjadi rendah dan sangat berfluktuasi dari satu musim tanam ke musim tanam berikutnya. Risiko gagal panen, terutama saat musim kemarau atau ketika terjadi anomali iklim, menjadi ancaman nyata yang terus membayangi para petani. Keterbatasan akses terhadap sumber air yang memadai dan teknologi irigasi yang efisien menjadi permasalahan mendasar yang dihadapi oleh mitra petani di lahan kering NTT. Metode irigasi permukaan konvensional, jika pun diterapkan, seringkali tidak efisien dan menyebabkan pemborosan air yang signifikan, suatu hal yang sangat ironis di tengah kondisi kelangkaan air.

Menghadapi konstelasi permasalahan tersebut, penggunaan teknologi pengelolaan sumber daya air yang efisien menjadi sebuah urgensi yang tidak dapat ditawar lagi. Hal ini krusial tidak hanya untuk meningkatkan produktivitas dan pendapatan petani, tetapi juga untuk menjamin ketahanan pangan regional dan mendukung adaptasi sektor pertanian terhadap perubahan iklim. Teknologi irigasi modern menawarkan solusi potensial untuk mengatasi tantangan ini. Salah satu teknologi yang relevan untuk kondisi lahan kering adalah sistem irigasi *sprinkler* (curah). Sistem ini bekerja dengan menyemprotkan air ke lahan pertanian dalam bentuk butiran halus menyerupai air hujan alami [4] - [7].

Mengacu pada karakteristiknya, irigasi sprinkler memiliki beberapa keunggulan signifikan. Pertama, sistem ini mampu mendistribusikan air secara lebih merata ke seluruh area pertanaman dibandingkan metode irigasi permukaan. Kedua, efisiensi penggunaan air dapat ditingkatkan karena air disemprotkan langsung ke zona perakaran tanaman, mengurangi kehilangan air akibat evaporasi atau aliran permukaan yang berlebihan. Ketiga, sistem sprinkler memberikan fleksibilitas dalam aplikasinya, dapat disesuaikan untuk berbagai jenis komoditas hortikultura seperti sayuran, buah-buahan, maupun tanaman hias, serta dapat diadaptasi pada berbagai kondisi topografi lahan. Kemampuannya dalam mengatur tingkat kelembapan tanah secara presisi sangat sesuai untuk kebutuhan spesifik tanaman hortikultura yang seringkali sensitif terhadap ketersediaan air [8] - [10].

Perkembangan teknologi digital membuka peluang untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi sistem irigasi sprinkler melalui integrasi dengan *Internet of Things* (IoT). Dengan memanfaatkan kontroler berbasis IoT, sistem sprinkler dapat dioperasikan, dipantau, dan dikelola secara real-time dari jarak jauh melalui perangkat pintar seperti smartphone atau komputer. Mitra atau petani dapat menjadwalkan irigasi secara otomatis berdasarkan data sensor kelembapan tanah, kondisi cuaca aktual, atau kebutuhan air spesifik tanaman. Pendekatan ini tidak hanya menghemat waktu dan tenaga kerja petani, tetapi yang lebih penting adalah memungkinkan optimalisasi penggunaan air secara signifikan. Air hanya diberikan sesuai kebutuhan tanaman pada waktu yang tepat, meminimalkan pemborosan dan memaksimalkan hasil panen [10], [11].

Penerapan teknologi irigasi sprinkler yang terintegrasi dengan sistem kontrol berbasis IoT diidentifikasi sebagai solusi strategis untuk mengatasi permasalahan utama yang dihadapi oleh mitra petani di lahan kering kepulauan seperti kondisi di Propinsi Nusa

Tenggara Timur (NTT), yaitu kelangkaan air dan inefisiensi penggunaannya dalam praktik pertanian. Program pemberdayaan ini bertujuan untuk memperkenalkan, menerapkan, dan mendampingi petani/mitra dalam memanfaatkan teknologi ini guna meningkatkan efisiensi irigasi, menaikkan produktivitas tanaman hortikultura, dan pada akhirnya meningkatkan kesejahteraan petani di tengah tantangan kondisi lahan kering. Adapun penelitian ini adalah lanjutan penelitian lalu. Adapun kondisi lahan penelitian untuk percobaan perangkat seperti pada Gambar 1.

Pelaksanaan penelitian ini tidak hanya berfokus pada penyelesaian masalah spesifik yaitu mengatasi keterbatasan air pada lahan kering, tetapi juga dirancang selaras dengan kerangka pembangunan yang lebih luas, baik di tingkat nasional maupun global. Dalam konteks global, program ini berkontribusi pada pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs), terutama SDG 2 (Tanpa Kelaparan) melalui upaya peningkatan produktivitas pangan, SDG 6 (Air Bersih dan Sanitasi Layak) dengan mendorong efisiensi penggunaan air, SDG 1 (Tanpa Kemiskinan) melalui potensi peningkatan pendapatan petani, serta SDG 13 (Penanganan Perubahan Iklim) dengan mempromosikan praktik pertanian adaptif di lahan kering [12] – [14].



Gambar 1. Kondisi Lahan Holtukultura Mitra

LANDASAN TEORI

Metode Penerapan Teknologi

Penerapan teknologi irigasi sprinkler berbasis IoT akan dilakukan dengan metode yang terencana dan adaptif:

- a. Asesmen dan Perancangan Spesifik Lokasi (*Site-Specific Design*): Sebelum instalasi,

dilakukan survei detail di lahan mitra untuk mengukur dimensi lahan, mengidentifikasi sumber air (jenis, kapasitas/debit, jarak), mengukur elevasi/kontur lahan, dan mendata jenis tanaman hortikultura yang dibudidayakan. Berdasarkan data ini, tim akan merancang tata letak jaringan pipa, menentukan jenis dan jumlah kepala sprinkler yang paling sesuai (misalnya, impact sprinkler atau rotating sprinkler dengan radius dan debit tertentu), kapasitas pompa yang dibutuhkan, serta spesifikasi kontroler IoT yang memadai. Perancangan ini dilakukan secara partisipatif dengan melibatkan masukan dari mitra.

- b. Instalasi Sistem Secara Bertahap: Pemasangan komponen sistem dilakukan secara sistematis, meliputi: penyiapan sumber air (jika perlu), pemasangan pompa, instalasi jaringan pipa utama dan lateral, pemasangan filter air (penting untuk mencegah penyumbatan sprinkler), pemasangan kepala sprinkler sesuai desain, instalasi katup solenoid, dan pemasangan serta konfigurasi kontroler IoT. Mitra akan dilibatkan dalam proses instalasi ringan untuk memahami komponen sistem.
- c. Konfigurasi dan Uji Coba Sistem: Setelah terpasang, kontroler IoT dikonfigurasi sesuai kebutuhan awal (misalnya pengaturan koneksi, pembuatan akun pengguna jika berbasis cloud, pengaturan zona irigasi jika lahan dibagi beberapa blok). Dilakukan uji coba menyeluruh untuk memastikan semua komponen berfungsi baik, air terdistribusi merata, tidak ada kebocoran, dan kontroler dapat mengendalikan sistem sesuai perintah (manual maupun terjadwal via aplikasi).
- d. Integrasi dengan Aplikasi *User-Friendly*: Dipilih kontroler IoT yang memiliki antarmuka aplikasi (di smartphone) yang relatif mudah dipahami dan dioperasikan oleh petani, dengan fitur dasar yang paling dibutuhkan seperti on/off manual, penjadwalan sederhana, dan indikator status.

Pendekatan ini merupakan sebuah inovasi dalam penerapan pertanian hortikultura di lahan kering, yang secara tradisional masih sangat bergantung pada curah hujan atau metode irigasi permukaan yang kurang efisien.

Gambaran teknologi dan inovasi yang diterapkan (seperti pada Gambar 2) adalah sebagai berikut:

- a. Teknologi Irigasi Sprinkler yang Efisien

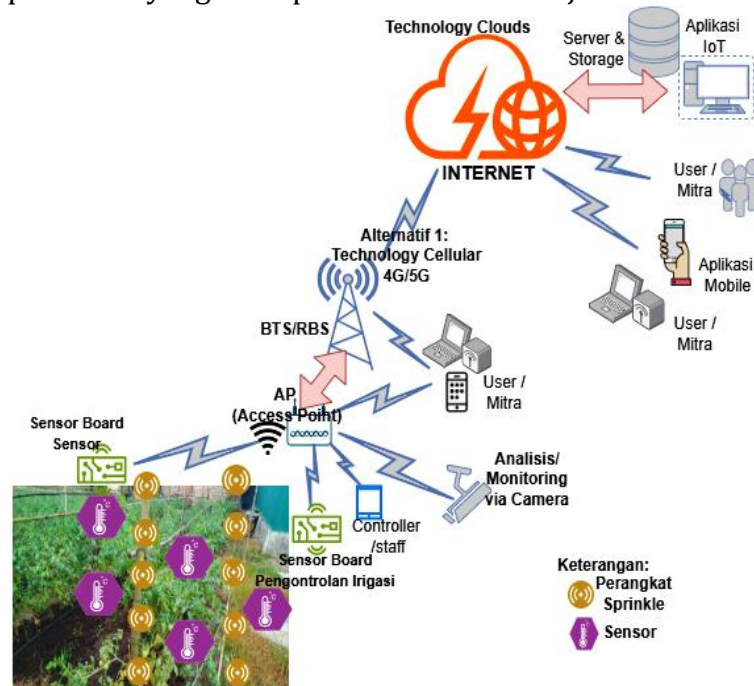
Sistem ini bekerja dengan menyemprotkan air melalui kepala sprinkler dalam bentuk butiran halus yang menyerupai hujan alami, memastikan distribusi air yang lebih merata ke seluruh area tanam dibandingkan metode penggenangan atau alur. Keunggulan utamanya adalah efisiensi penggunaan air yang lebih tinggi, karena air diarahkan langsung ke zona perakaran tanaman, sehingga mengurangi kehilangan akibat aliran permukaan. Selain itu, sistem ini memungkinkan pengaturan kelembapan tanah yang lebih baik sesuai kebutuhan spesifik tanaman hortikultura, yang seringkali sensitif terhadap ketersediaan air. Jenis dan tata letak sprinkler akan disesuaikan dengan kondisi spesifik lahan seperti terlihat pada Gambar 3. Dimana kondisi awal pengujian dan setelah sayuran sudah mulai bertumbuh.

- b. Inovasi Integrasi Internet of Things (IoT)

Aspek inovatif utama terletak pada integrasi sistem sprinkler dengan kontroler berbasis IoT. Kontroler berfungsi sebagai unit pengendali pintar yang terhubung ke sistem katup irigasi. Melalui konektivitas Wi-fi dan Selular, kontroler ini memungkinkan petani untuk: mengendalikan dan memantau jarak jauh; melakukan penjadwalan otomatis sesuai

kebutuhan; dan meningkatkan presisi manajemen penggunaan air.

Kombinasi antara perangkat keras irigasi sprinkler yang efisien dengan sistem kontrol cerdas berbasis IoT inilah yang menjadi nilai tambah dan kebaruan teknologi yang ditawarkan kepada mitra. Ini bukan sekadar menyediakan alat penyiram, tetapi memperkenalkan sebuah sistem manajemen air modern yang adaptif dan mudah dikelola. Teknologi ini secara langsung menjawab tantangan utama efisiensi penggunaan sumber daya air yang sangat terbatas di lahan kering NTT, sekaligus memberikan kemudahan operasional bagi petani, mendorong praktik pertanian yang lebih presisi dan berkelanjutan.



Gambar 2. Skema Perangkat dan Sistem Irigasi yang Diterapkan

Adapun perangkat sprinkle yang akan dipasang terlihat seperti Gambar 3.



(a) Lahan saat awal pengujian

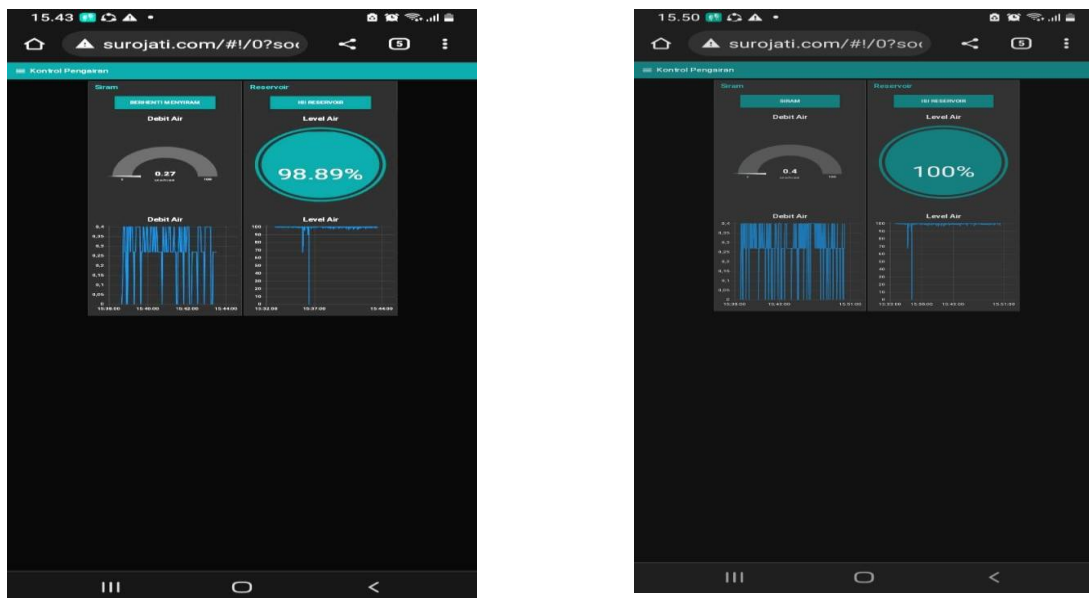


(b) Lahan dengan tanaman sayur kol

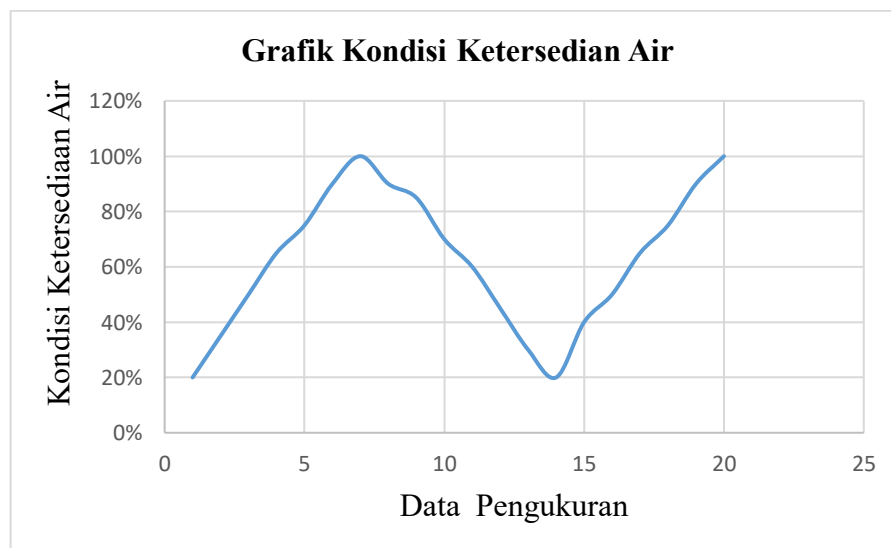
Gambar 3. Perangkat Sprinkle pada Lahan Mitra

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini adalah rangkaian kegiatan yang dilakukan pada lahan percobaan dan masih berkelanjutan untuk pengamatan serta analisis beberapa parameter, termasuk pengaruh kelembaban dan faktor cuaca. Adapun hasil yang disampaikan pada artikel ini adalah penggunaan air irigasi yang dapat dilihat pada Gambar 4. Hasil tersebut merupakan luaran dari IoT yang sementara disempurnakan, sedangkan hasil analisisnya pada Gambar 5. Terlihat bahwa sudah terjadi penggunaan air yang efisien, dan dapat menghemat air sebanyak 1000 lt dalam penggunaan satu (1) minggu. Hasilnya masih harus diamati seiring dengan kompleksitas pengujian yang melibatkan berbagai parameter pada lahan percobaan.



Gambar 4. Hasil pengamatan menggunakan IoT



Gambar 5. Hasil Analisis Pemantauan Kondisi Ketersediaan Air pada Penampungan

KESIMPULAN

Kegiatan PKM ini menghasilkan kesimpulan sementara karena masih berlangsung untuk pengamatan beberapa parameter, dimana dihasilkan pemantauan penggunaan air pada lahan penelitian yaitu terjadinya efisiensi penggunaan air sebesar 1000 liter dalam seminggu. Adapun hasilnya masih terus dikaji dengan penerapan berbagai kondisi dan parameter seperti kelembaban, dan kondisi cuaca. Diharapkan hasil dari rangkaian penelitian yang dirangkakan dengan kegiatan Pemberdayaan Kemitraan Masyarakat dapat memberikan peningkatan produktivitas lahan pertanian serta penggunaan air irigasi yang efektif dan efisien.

PENGAKUAN/ACKNOWLEDGEMENTS

Penulis menyampaikan terima kasih kepada reviewer anonymous dan pihak Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Kemendikristek atas Hibah PKM dengan Kontrak No. 088/C3/DT.05.00/PM/2025; serta LPPM; UPT. Lahan Kering Kepulauan; Lab. Biosains Undana yang telah menyediakan fasilitas dan bantuan teknis; dan Mitra Kelompok Tani Imanuel yang telah berpartisipasi dalam kegiatan PKM ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] World Bank, "Water in agriculture," 2024. [Online]. Available: <https://www.worldbank.org/en/topic/water-in-agriculture>. [Accessed: Oct. 26, 2024].
- [2] FAO, *The state of food and agriculture 2020: Overcoming water challenges in agriculture*. Rome: FAO, 2020.
- [3] C. Brouwer, U. Prins, M. Heibloem, and A. Jansen, *Irrigation water management: Irrigation methods (FAO Training Manual No. 5)*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1989.
- [4] C. M. Burt and D. S. Howes, *Water measurement with flumes and weirs*. U.S. Department of the Interior, Bureau of Reclamation, 1983.
- [5] R. O. Evans, R. E. Sneed, and R. L. Vanderlip, *Design and management of sprinkler irrigation systems*. Raleigh, NC: North Carolina Cooperative Extension Service, 1996.
- [6] T. A. Howell, "Sprinkler technology: Principles and practices," *Biosyst. Eng.*, vol. 85, no. 4, pp. 389–402, 2003.
- [7] J. Keller and R. D. Bliesner, *Sprinkle and trickle irrigation*. New York: Van Nostrand Reinhold, 1990.
- [8] F. R. Lamm, J. E. Ayars, and F. S. Nakayama, *Microirrigation for crop production: Design, operation, and management*. Amsterdam: Elsevier, 2007.
- [9] R. R. Lansford et al., *Sprinkler irrigation systems: Costs and performance*. Las Cruces, NM: New Mexico State University, Agricultural Experiment Station, 1990.
- [10] A. P. Savva and K. Frenken, *Irrigation manual: Planning, development and management (FAO Water Reports 3)*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2002.
- [11] K. Rantelobo et al., "Design implementation of wireless multimedia sensor networks for dryland agriculture," *J. Phys., Conf. Ser.*, vol. 1869, no. 1, p. 012013, 2021.
- [12] Ministry of National Development Planning/Bappenas, *Indonesia's voluntary national review 2022: Accelerating the recovery from the Coronavirus Disease (COVID-19) and the*

full implementation of the 2030 Agenda for Sustainable Development at the Decade of Action. Jakarta: Bappenas, 2022.

- [13] K. Rantelobo et al., "Sistem pertanian presisi pada lahan kering kepulauan," Indonesian Patent IDS000005386, 2022.
- [14] K. Rantelobo et al., "Implementasi teknologi IoT dengan jaringan sensor nirkabel pada sistem irigasi tetes otomatis di lahan kering kepulauan," *KACANEGARA Jurnal Pengabdian pada Masyarakat*, 2025.