

Penerapan Teknologi Penyiraman Tanaman Otomatis Untuk Meningkatkan Hasil Pertanian di Desa Sifalaete Tabaloho

Nov Elhan Gea¹, Elemonoku D. Telaumbanua², Yusmei Paskah Harefa³

¹⁻³ Universitas Nias, Gunungsitoli, Indonesia

*Corresponding author

E-mail: elhangea@gmail.com*

Article History:

Received: September, 2026

Revised: September, 2026

Accepted: September, 2026

Abstract: Kelompok Tani Cerah di Desa Sifalaete Tabaloho menghadapi penyiraman manual yang tidak terukur, keterbatasan air, dan ketergantungan pada tenaga kerja. Kegiatan pengabdian ini bertujuan menerapkan penyiraman otomatis berbasis sensor kelembaban tanah sekaligus meningkatkan kemampuan petani mengoperasikan teknologi. Pelaksanaan menggunakan pendekatan partisipatif melalui survei kebutuhan, perancangan, perakitan, kalibrasi, persiapan lahan, instalasi, demonstrasi, pendampingan, dan monitoring. Sistem mengintegrasikan sensor, mikrokontroler, relay, pompa 12 volt, pipa, dan nozzle; pompa aktif pada kelembaban di bawah 60% dan berhenti pada 75% atau lebih. Perangkat berhasil dirakit dan diuji, meskipun persiapan lahan tertunda akibat ilalang dan keterbatasan tenaga kerja. Catatan lapangan menunjukkan indikasi penghematan air sekitar 25% dan peningkatan hasil sekitar 40%. Angka tersebut merupakan estimasi awal karena data mentah terukur belum lengkap. Program menunjukkan bahwa teknologi sederhana yang dikalibrasi secara lokal dan disertai pendampingan berpotensi meningkatkan efisiensi serta kemandirian teknologi petani.

Keywords:

Kelembaban Tanah, Mikrokontroler, Pemberdayaan Petani, Teknologi Tepat Guna, Desa Sifalaete Tabaloho

Pendahuluan

Pertanian merupakan salah satu sumber penghidupan utama masyarakat Desa Sifalaete Tabaloho, Kecamatan Gunungsitoli. Pada tingkat mitra, Kelompok Tani Cerah beranggotakan 14 kepala keluarga dan mengelola lahan kurang lebih 2.500 m² untuk komoditas hortikultura dan palawija, terutama cabai dan jagung. Kedua komoditas tersebut bernilai ekonomi bagi rumah tangga petani, tetapi keberhasilan budidayanya sangat dipengaruhi oleh ketersediaan air dan konsistensi kelembaban tanah. Kondisi awal menunjukkan bahwa penyiraman masih dilakukan menggunakan selang atau ember, waktunya ditentukan berdasarkan pengamatan visual dan ketersediaan tenaga, serta belum disertai pencatatan volume air. Praktik

ini menyebabkan pemberian air tidak seragam, sulit dievaluasi, dan rentan menghasilkan kondisi kekurangan maupun kelebihan air.

Air yang diberikan terlalu sedikit dapat memicu stres tanaman, menghambat pertumbuhan, dan mengganggu pembentukan bunga serta buah. Sebaliknya, air yang berlebihan dapat menurunkan aerasi tanah dan meningkatkan risiko gangguan pada perakaran. Permasalahan tersebut menjadi semakin penting ketika musim kemarau tidak mudah diprediksi dan petani harus meningkatkan frekuensi penyiraman. Berdasarkan wawancara dan observasi awal, penyiraman pada musim kering dapat dilakukan hingga dua kali sehari. Pola tersebut menyerap waktu kerja keluarga, meningkatkan kelelahan fisik, dan mengurangi kesempatan petani melakukan kegiatan budidaya lain.

Transformasi dari penyiraman berbasis perkiraan menuju penyiraman berbasis data merupakan salah satu bentuk penerapan irigasi presisi. Irigasi presisi berupaya menyalurkan air pada waktu, lokasi, dan jumlah yang sesuai dengan kebutuhan tanaman. Kajian Lakhari et al. (2024) menunjukkan bahwa teknologi irigasi hemat air dapat memperbaiki efisiensi penggunaan air, mendukung hasil tanaman, dan mengurangi jejak lingkungan, khususnya dalam menghadapi perubahan iklim. Sementara itu, tinjauan sistematis Vallejo-Gómez et al. (2023) menjelaskan bahwa sistem irigasi cerdas umumnya mengintegrasikan sensor, unit pemroses, aktuator, serta mekanisme komunikasi atau pengendalian untuk menghasilkan keputusan penyiraman berdasarkan kondisi aktual lahan.

Pada skala kelompok tani, teknologi yang paling relevan tidak selalu harus berupa sistem yang kompleks. Pengendalian on-off berbasis ambang kelembaban dapat menjadi pilihan karena biayanya relatif terjangkau, komponennya tersedia di pasaran, dan cara kerjanya mudah dipelajari. Sensor membaca keadaan tanah, mikrokontroler membandingkan nilai pembacaan dengan ambang yang ditentukan, relay menghubungkan atau memutuskan daya, dan pompa mengalirkan air melalui pipa serta nozzle. Ketika dirancang dengan baik, proses tersebut dapat mengurangi ketergantungan pada penilaian visual dan membuat penyiraman lebih konsisten.

Walaupun demikian, sensor berbiaya rendah tidak dapat langsung diperlakukan sebagai instrumen yang selalu akurat pada semua jenis tanah. Abdelmoneim et al. (2025) menegaskan pentingnya kalibrasi sensor kapasitif agar nilai pembacaan sesuai dengan karakteristik media dan rentang kadar air yang relevan. Tekstur tanah, kepadatan, salinitas, kedalaman penempatan sensor, dan perubahan kondisi setelah hujan dapat memengaruhi pembacaan. Oleh sebab itu,

kegiatan PkM tidak cukup hanya menyerahkan alat. Petani juga perlu memahami cara membaca indikator, memeriksa sambungan, membersihkan saluran, mengenali kesalahan sederhana, dan mengetahui kapan sensor perlu dikalibrasi ulang.

Pengalaman program pengabdian lain memperlihatkan bahwa keberhasilan teknologi irigasi otomatis ditentukan oleh keterpaduan antara inovasi teknis dan pemberdayaan pengguna. Ardiansyah dan Agustina (2023), misalnya, melaksanakan penerapan irigasi otomatis bertenaga surya untuk budidaya cabai melalui diskusi kelompok, pembangunan sistem, dan pelatihan. Herdiana et al. (2025) juga menekankan pelatihan berbasis praktik untuk meningkatkan pengetahuan dan kepercayaan pengguna dalam mengoperasikan irigasi cerdas. Temuan-temuan tersebut menguatkan pandangan bahwa adopsi teknologi di tingkat desa memerlukan partisipasi mitra sejak identifikasi kebutuhan hingga evaluasi.

Berdasarkan situasi tersebut, tim Universitas Nias bersama Kelompok Tani CeraH melaksanakan kegiatan PkM berupa penerapan penyiraman otomatis berbasis sensor kelembaban tanah pada lahan percontohan 20×25 meter. Kegiatan ini memadukan kompetensi teknologi informasi dan agroteknologi. Tujuannya adalah: (1) menghasilkan sistem penyiraman yang bekerja berdasarkan kondisi kelembaban tanah; (2) membantu petani mengurangi penggunaan air dan beban penyiraman manual; (3) meningkatkan kemampuan mitra dalam mengoperasikan dan merawat sistem; serta (4) membangun model teknologi tepat guna yang dapat dikembangkan atau direplikasi. Artikel ini mendeskripsikan metode pelaksanaan, capaian teknis, kendala lapangan, dampak awal, dan pelajaran implementasi yang relevan bagi program sejenis.

Metode

A. Lokasi, Mitra, dan Pendekatan

Kegiatan dilaksanakan pada lahan Kelompok Tani CeraH di Desa Sifalaete Tabaloho, Kecamatan Gunungsitoli. Mitra terdiri atas 14 kepala keluarga yang berpengalaman dalam budidaya, tetapi belum terbiasa menggunakan sensor dan otomasi. Lahan keseluruhan yang dikelola kelompok sekitar 2.500 m^2 , sedangkan demonstrasi teknologi difokuskan pada plot 20×25 meter atau 500 m^2 . Pemilihan plot percontohan dimaksudkan agar risiko teknis dapat dikendalikan, proses pembelajaran lebih terarah, dan hasilnya dapat dibandingkan secara observasional dengan penyiraman konvensional.

Metode pelaksanaan menggunakan pendekatan partisipatif, aplikatif, dan

berbasis teknologi tepat guna. Partisipatif berarti mitra dilibatkan dalam identifikasi masalah, persiapan lahan, penentuan kebutuhan operasional, pemasangan, dan pemantauan. Aplikatif berarti materi tidak berhenti pada penjelasan konsep, tetapi langsung diwujudkan menjadi perangkat yang dapat digunakan. Prinsip teknologi tepat guna diterapkan melalui pemilihan komponen yang relatif murah, mudah diganti, dan dapat dipelajari oleh pengguna lokal.

B. Tahapan Kegiatan

1. Survei dan analisis kebutuhan. Tim mengamati kondisi lahan, sumber air, pola penyiraman, komoditas, ketersediaan listrik, serta kesiapan anggota kelompok. Diskusi dengan mitra digunakan untuk memetakan masalah dan menentukan fungsi minimum sistem.
2. Perancangan dan pengadaan komponen. Sistem dirancang dengan sensor kelembaban tanah, papan mikrokontroler Arduino/ESP32, relay, adaptor, pompa air 12 volt, kabel, kotak pelindung, jaringan pipa, dan nozzle. DHT22, RTC, buzzer, dan catu daya cadangan tersedia sebagai komponen pendukung pengembangan.
3. Perakitan, pemrograman, dan uji meja. Sensor dihubungkan ke unit kendali, sedangkan relay digunakan sebagai penghubung pompa. Program membaca kelembaban, membandingkannya dengan ambang, lalu mengaktifkan atau menghentikan pompa. Uji awal dilakukan sebelum pemasangan untuk memeriksa respons sensor, relay, pompa, dan rangkaian daya.
4. Kalibrasi dan persiapan lahan. Pembacaan sensor dibandingkan pada kondisi tanah yang berbeda untuk memperoleh ambang operasional. Pada saat yang sama, lahan dibersihkan, digemburkan, dibentuk menjadi bedengan, dan disiapkan dengan plastik mulsa. Tahap ini mengalami penyesuaian waktu karena ilalang cukup padat.
5. Instalasi dan demonstrasi. Sensor ditempatkan pada zona perakaran, pipa dan nozzle disesuaikan dengan titik tanam, serta unit kontrol ditempatkan dalam kotak pelindung. Petani diperkenalkan pada alur kerja sistem, indikator kelembaban, fungsi pompa, dan prosedur pemeriksaan sederhana.
6. Pendampingan, monitoring, dan evaluasi. Tim memantau kestabilan pembacaan sensor, respons pompa, kondisi jaringan pipa, kelembaban tanah, kebutuhan intervensi manual, dan perkembangan tanaman.

Umpan balik petani dipakai untuk melakukan kalibrasi ulang dan merumuskan perbaikan.



Gambar 1. Koordinasi dan Perancangan Sistem Oleh Tim Pelaksana

C. Logika Kerja dan Indikator Evaluasi

Sistem menggunakan logika histeresis sederhana untuk mencegah pompa hidup dan mati terlalu sering. Pompa dinyalakan ketika nilai kelembaban terukur berada di bawah 60%, kemudian dihentikan ketika kelembaban mencapai atau melebihi 75%. Rentang ini digunakan sebagai ambang operasional lapangan dan disesuaikan melalui kalibrasi. Secara teknis, penggunaan dua ambang menghasilkan jeda kendali yang lebih stabil dibandingkan satu titik pemicu karena fluktuasi kecil di sekitar batas tidak langsung mengubah status pompa berulang kali.

Evaluasi mencakup empat kelompok indikator. Pertama, indikator keluaran teknis berupa keterhubungan komponen, keterbacaan sensor, respons relay, fungsi pompa, dan distribusi air. Kedua, indikator proses berupa keterlibatan mitra, progres persiapan lahan, dan kemampuan melakukan pemeriksaan dasar. Ketiga, indikator manfaat berupa berkurangnya penyiraman manual dan indikasi efisiensi air. Keempat, indikator agronomis berupa kondisi pertumbuhan dan hasil tanaman. Karena kegiatan bersifat pengabdian lapangan, bukan eksperimen laboratorium terkontrol, data hasil dipahami sebagai evaluasi observasional. Angka perubahan yang disebutkan dalam laporan diverifikasi sebagai catatan program, tetapi belum didukung tabel pengukuran harian yang lengkap.

Hasil

A. Capaian Perakitan dan Kesiapan Sistem

Tahap perakitan alat dan pembibitan dinyatakan selesai 100%. Komponen utama berupa sensor kelembaban, mikrokontroler, relay, pompa, dan rangkaian kelistrikan berhasil dirakit serta diuji fungsinya. Uji meja menunjukkan bahwa unit kendali dapat menerima pembacaan sensor dan memberikan perintah kepada relay. Pompa dapat aktif ketika nilai berada di bawah batas minimum dan berhenti ketika mencapai batas atas. Capaian ini penting karena keandalan logika kendali merupakan prasyarat sebelum perangkat dipasang pada lahan.

Pemilihan arsitektur sederhana sesuai dengan kebutuhan mitra. Sistem tidak bergantung pada koneksi internet untuk menjalankan fungsi inti, sehingga penyiraman tetap dapat berlangsung ketika jaringan tidak tersedia. ESP32 menyediakan peluang pengembangan IoT, tetapi fungsi otomatis lokal tetap diprioritaskan. Pendekatan tersebut sejalan dengan karakter teknologi tepat guna: manfaat utama dapat diperoleh tanpa menambah kompleksitas operasional yang belum diperlukan.

Perangkat kemudian diuji pada kondisi lapangan. Penempatan sensor dan jalur distribusi air disesuaikan dengan posisi tanaman dan bedengan. Kotak kontrol digunakan untuk mengurangi paparan terhadap air serta gangguan mekanis. Foto kegiatan memperlihatkan proses perakitan bersama mitra dan penyiapan jalur penyiraman. Keterlibatan mitra sejak tahap ini membantu pengguna mengenali fungsi komponen, bukan sekadar menerima perangkat sebagai produk jadi.



Gambar 2. Perakitan dan Pemeriksaan Perangkat

B. Persiapan Lahan dan Penyesuaian Jadwal

Pelaksanaan menghadapi kendala paling nyata pada persiapan plot 500 m². Lahan dipenuhi ilalang yang cukup tebal, sehingga pembersihan, penggemburan, dan pembentukan bedengan membutuhkan waktu lebih panjang. Dengan dua orang tenaga kerja, progres pembukaan lahan pada saat pelaporan antara mencapai sekitar 70%. Penanaman dan pemasangan permanen harus menunggu titik tanam siap karena posisi sensor, pipa, dan nozzle perlu mengikuti tata letak tanaman. Akibatnya, monitoring awal dan finalisasi laporan ikut mengalami penyesuaian.

Kendala ini memberi pelajaran bahwa implementasi teknologi pertanian tidak dapat dipisahkan dari kesiapan agronomis lahan. Jadwal perangkat elektronik mungkin dapat diprediksi, tetapi pekerjaan fisik dipengaruhi vegetasi awal, cuaca, jumlah tenaga kerja, dan kondisi tanah. Untuk program serupa, survei sebaiknya tidak hanya mengidentifikasi sumber air dan listrik, tetapi juga menghitung kebutuhan hari orang kerja untuk pembersihan, pembentukan bedengan, penanaman, serta pemasangan jaringan distribusi. Cadangan waktu perlu dimasukkan sejak perencanaan agar evaluasi tanaman tidak terpotong.

Tim mengestimasi tambahan waktu sekitar dua minggu untuk penyelesaian lahan, penanaman, pemasangan alat, monitoring awal, dan dokumentasi. Penyesuaian tersebut merupakan keputusan yang tepat karena pemasangan sebelum tata letak tanaman final berisiko menghasilkan posisi sensor yang tidak representatif. Dalam konteks pemberdayaan, proses penyelesaian masalah bersama juga menjadi pengalaman belajar: petani dan tim memahami bahwa otomasi tetap memerlukan pengelolaan lahan, pemeriksaan berkala, dan pembagian tanggung jawab.



Gambar 3. Kondisi Plot Percontohan dan Jaringan Distribusi Air Pada Tahap Implementasi

C. Kinerja Kendali Kelembaban

Setelah pemasangan dan pengujian, sistem menunjukkan respons sesuai logika yang dirancang. Ketika pembacaan kelembaban turun di bawah 60%, relay mengaktifkan pompa dan air disalurkan melalui jaringan pipa. Setelah nilai mencapai setidaknya 75%, pompa dihentikan. Mekanisme ini mengubah keputusan penyiraman dari kebiasaan berbasis perkiraan menjadi keputusan berbasis data sensor. Petani tidak harus menunggu tanah tampak sangat kering dan tidak perlu membiarkan pompa bekerja tanpa batas yang jelas.

Pada minggu kedua, pembacaan sensor mengalami deviasi setelah perubahan kondisi tanah akibat hujan. Tim melakukan kalibrasi ulang untuk mengembalikan relevansi nilai pembacaan. Kejadian ini mendukung temuan Abdelmoneim et al. (2025) bahwa kalibrasi lokal merupakan bagian penting dari penggunaan sensor kelembaban berbiaya rendah. Dengan kata lain, keberhasilan sistem bukan hanya ditentukan oleh kode program, tetapi juga oleh kualitas pemasangan, kedalaman sensor, karakter tanah, dan prosedur pemeliharaan.

Fluktuasi tegangan listrik juga sempat memengaruhi kinerja pompa. Penanganan dilakukan melalui pemeriksaan sumber daya dan kebutuhan pengamanan tambahan. Ke depan, proteksi tegangan, sekering, konektor tahan air, dan catu daya cadangan perlu menjadi komponen standar. Alternatif panel surya juga

relevan, sebagaimana ditunjukkan oleh Ardiansyah dan Agustina (2023), terutama untuk meningkatkan kemandirian energi pada lahan dengan pasokan listrik yang tidak stabil.

D. Dampak Awal terhadap Air, Tenaga Kerja, dan Produktivitas

Laporan kegiatan mencatat bahwa sistem memberikan dampak positif terhadap efisiensi air dan produktivitas. Secara dokumenter, konsumsi air diperkirakan berkurang sekitar 25%, sedangkan hasil tanaman dilaporkan meningkat sekitar 40% dibandingkan metode konvensional. Arah perubahan tersebut masuk akal secara teoritis karena pompa hanya bekerja ketika tanah berada di bawah ambang minimum, sementara penghentian pada batas atas mencegah penyiraman berlebihan. Penggunaan mulsa pada plot juga membantu menekan evaporasi dan mempertahankan kelembaban, sehingga terdapat efek gabungan antara pengendalian otomatis dan konservasi air di permukaan tanah.

Meskipun demikian, kedua persentase tersebut perlu dibaca secara hati-hati. Dokumen pelaksanaan tidak menyajikan tabel volume air harian, durasi pompa, jumlah tanaman sampel, bobot panen per plot, variasi antartanaman, atau uji statistik. Selain itu, bagian laporan antara menunjukkan bahwa beberapa tahap masih berjalan saat dokumen disusun. Oleh karena itu, artikel ini tidak menempatkan angka 25% dan 40% sebagai bukti eksperimen final, melainkan sebagai estimasi awal berdasarkan catatan lapangan. Penguatan bukti memerlukan meter air atau pencatatan debit dan durasi pompa, penimbangan panen per plot, kesetaraan jumlah tanaman, periode pengamatan yang sama, serta replikasi minimal pada lebih dari satu musim.

Walaupun bukti kuantitatif masih terbatas, manfaat operasional terlihat dari berkurangnya kebutuhan petani memulai dan menghentikan pompa secara manual. Sistem mengalihkan sebagian tugas rutin kepada kontrol otomatis, sehingga petani dapat memusatkan perhatian pada pengendalian gulma, pemupukan, dan kesehatan tanaman. Dampak semacam ini penting dalam PkM karena keberhasilan tidak semata-mata berupa peningkatan hasil, tetapi juga perubahan cara kerja dan kemampuan mitra mengelola teknologi.

Diskusi

Temuan lapangan konsisten dengan literatur yang menunjukkan potensi irigasi cerdas untuk meningkatkan ketepatan penggunaan air. Vallejo-Gómez et al. (2023) menemukan bahwa sensor kelembaban merupakan salah satu input yang

paling umum dalam sistem irigasi cerdas, sedangkan Lakhiar et al. (2024) menekankan kontribusi irigasi presisi terhadap efisiensi air dan hasil. Namun, literatur juga menunjukkan bahwa besar manfaat sangat bergantung pada komoditas, iklim, metode distribusi, kalibrasi, dan desain evaluasi. Karena itu, hasil dari lokasi lain tidak dapat langsung digunakan untuk mengesahkan angka di Desa Sifalaete Tabaloho; kesesuaiannya berfungsi sebagai dukungan konseptual, bukan pengganti data lokal.

A. Peningkatan Kapasitas dan Keberlanjutan

Aspek pemberdayaan dilakukan melalui penjelasan cara kerja alat, demonstrasi penggunaan, pemeriksaan sambungan, pemeliharaan pompa dan pipa, serta penanganan gangguan sederhana. Pada tahap awal, sebagian anggota membutuhkan waktu untuk memahami hubungan antara indikator kelembaban dan status pompa. Pendampingan langsung membantu menerjemahkan konsep elektronik menjadi tindakan praktis, misalnya memeriksa apakah sensor tertanam baik, memastikan nozzle tidak tersumbat, dan mengenali pembacaan yang tidak wajar setelah hujan.

Pendekatan tersebut selaras dengan Herdiana et al. (2025), yang menempatkan pelatihan partisipatif sebagai sarana memperkuat pengetahuan dan kepercayaan pengguna irigasi otomatis. Bagi mitra dengan pengalaman teknologi terbatas, penerimaan tidak terbentuk hanya dari penjelasan satu arah. Pengguna perlu memegang perangkat, melihat respons sistem, melakukan kesalahan dalam lingkungan yang aman, dan mencoba prosedur pemulihan. Karena itu, keberlanjutan program perlu didukung dengan panduan singkat, daftar pemeriksaan, penanggung jawab alat, jadwal kalibrasi, serta akses terhadap komponen pengganti.

Replikasi sebaiknya dilakukan bertahap setelah satu plot menunjukkan kinerja stabil. Tahap berikutnya dapat menambahkan pencatatan data otomatis, pengukur debit, sensor cadangan, dashboard sederhana, dan notifikasi. Integrasi panel surya dapat dipertimbangkan setelah kebutuhan daya pompa dan unit kendali dihitung. Pengembangan IoT sebaiknya tidak menghilangkan kemampuan sistem bekerja secara lokal, sebab konektivitas bukan selalu sumber daya yang andal di lahan. Model hibrida—kendali otomatis lokal dengan pemantauan jarak jauh—lebih sesuai untuk menjaga fungsi inti.

Secara institusional, kegiatan ini mempertemukan keahlian teknologi informasi dan agroteknologi dalam penyelesaian masalah nyata. Prototipe dapat digunakan sebagai media praktikum, topik riset terapan mahasiswa, dan model

kolaborasi berkelanjutan antara Universitas Nias, pemerintah desa, serta kelompok tani. Keberlanjutan semacam ini akan lebih kuat apabila evaluasi berikutnya menggunakan protokol data yang disepakati bersama dan hasilnya dikembalikan kepada mitra dalam bentuk informasi yang mudah dipahami.

B. Ringkasan Capaian dan Keterbatasan

Tabel 1. Ringkasan capaian pelaksanaan dan keterbatasan bukti

Aspek	Capaian	Catatan evaluatif
Perangkat	Sensor, mikrokontroler, relay, pompa, dan jaringan distribusi berhasil dirakit serta diuji.	Fungsi inti dapat berjalan tanpa internet.
Kendali	Pompa aktif pada kelembaban <60% dan berhenti pada $\geq 75\%$.	Ambang perlu dikalibrasi sesuai tanah dan fase tanaman.
Lahan	Plot percontohan 20×25 m disiapkan; pekerjaan sempit tertunda.	Ilalang dan keterbatasan tenaga kerja menambah waktu.
Manfaat awal	Indikasi penghematan air $\pm 25\%$ dan kenaikan hasil $\pm 40\%$ dalam laporan.	Masih berupa estimasi lapangan; data mentah lengkap belum tersedia.
Kapasitas mitra	Mitra memperoleh demonstrasi operasi dan pemeliharaan dasar.	Perlu evaluasi pretest-posttest dan pendampingan berkala.

Keberlanjutan program memerlukan pembagian peran yang jelas antara pengelola alat, anggota kelompok, dan tim pendamping. Kelompok tani perlu menetapkan seorang penanggung jawab yang memeriksa sensor, pompa, sumber listrik, pipa, serta nozzle secara berkala dan mencatat setiap gangguan. Catatan tersebut dapat digunakan untuk menentukan jadwal kalibrasi, kebutuhan penggantian komponen, dan biaya pemeliharaan. Pada sisi evaluasi, pengukuran berikutnya sebaiknya menggunakan meter air, pencatatan durasi pompa, jumlah tanaman yang setara, serta penimbangan hasil tiap plot. Data dikumpulkan pada plot otomatis dan plot konvensional dalam periode yang sama sehingga perbedaan tidak hanya berasal dari cuaca atau perlakuan budidaya lain. Dengan prosedur tersebut, manfaat yang dirasakan petani dapat diterjemahkan menjadi bukti kuantitatif yang lebih kuat. Dokumentasi yang konsisten juga akan membantu kelompok menilai kelayakan replikasi, menyusun kebutuhan anggaran, dan menjelaskan manfaat teknologi kepada pemerintah desa maupun calon mitra pendukung.

Kesimpulan

Kegiatan PkM berhasil menghasilkan dan menerapkan sistem penyiraman otomatis berbasis sensor kelembaban tanah pada plot percontohan Kelompok Tani Cera di Desa Sifalaete Tabaloho. Sistem mengintegrasikan sensor, mikrokontroler, relay, pompa 12 volt, serta jaringan distribusi air dengan logika pompa aktif pada kelembaban di bawah 60% dan berhenti ketika mencapai sekurang-kurangnya 75%. Implementasi memperkenalkan proses penyiraman berbasis kondisi aktual tanah, mengurangi ketergantungan pada keputusan visual, dan memberi pengalaman langsung kepada petani dalam mengoperasikan serta memelihara teknologi. Kendala utama berupa ilalang yang padat, keterbatasan tenaga kerja, fluktuasi listrik, dan kebutuhan kalibrasi ulang sensor menunjukkan bahwa kesiapan lahan dan tata kelola pemeliharaan harus diperlakukan sebagai bagian inti inovasi. Laporan kegiatan mencatat indikasi penghematan air sekitar 25% dan peningkatan hasil sekitar 40%; namun, karena data mentah terukur belum disajikan lengkap, capaian tersebut masih perlu diverifikasi melalui meter air, pencatatan durasi pompa, penimbangan hasil per plot, dan pengamatan lintas musim. Secara keseluruhan, program menunjukkan bahwa teknologi tepat guna yang sederhana, partisipatif, dan disertai pendampingan berpotensi meningkatkan efisiensi kerja serta membangun kemandirian teknologi petani. Pengembangan berikutnya diarahkan pada penguatan proteksi daya, pencatatan data otomatis, pemantauan IoT, energi surya, dan replikasi bertahap.

Pengakuan/Acknowledgements

Tim pelaksana menyampaikan terima kasih kepada Universitas Nias dan Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Nias atas dukungan kelembagaan terhadap kegiatan ini. Apresiasi disampaikan kepada Pemerintah Desa Sifalaete Tabaloho serta Kelompok Tani Cera yang telah menjadi mitra, menyediakan lokasi, menyampaikan kebutuhan lapangan, dan berpartisipasi dalam proses persiapan, implementasi, serta evaluasi. Terima kasih juga disampaikan kepada dosen, mahasiswa, tenaga lapangan, dan seluruh pihak yang membantu pengadaan komponen, perakitan perangkat, persiapan lahan, dokumentasi, dan pendampingan teknis.

Daftar Referensi

- Abdelmoneim, A. A., Al Kalaany, C. M., Khadra, R., Derardja, B., & Dragonetti, G. (2025). Calibration of low-cost capacitive soil moisture sensors for irrigation management applications. *Sensors*, 25(2), 343. <https://doi.org/10.3390/s25020343>
- Ardiansyah, H., & Agustina, R. F. (2023). Community empowerment in application of

solar-powered automatic irrigation for chilli farming on a rainfed rice field. *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat (Indonesian Journal of Community Engagement)*, 9(4). <https://doi.org/10.22146/jpkm.79514>

Herdiana, B., Utama, J., Pohan, M. A. R., Hartono, R., Rahajoeningroem, T., Soegoto, B. K., Supatmi, S., & Kerlooza, Y. Y. (2025). Improving farmers' knowledge through empowerment training on smart irrigation systems in hydroponic farming. *Abdimas: Jurnal Pengabdian Masyarakat Universitas Merdeka Malang*, 10(2), 303–313. <https://doi.org/10.26905/abdimas.v10i2.14997>

Lakhari, I. A., Yan, H., Zhang, C., Wang, G., He, B., Hao, B., Han, Y., Wang, B., Bao, R., Syed, T. N., Chauhdary, J. N., & Rakibuzzaman, M. (2024). A review of precision irrigation water-saving technology under changing climate for enhancing water use efficiency, crop yield, and environmental footprints. *Agriculture*, 14(7), 1141. <https://doi.org/10.3390/agriculture14071141>

Vallejo-Gómez, D., Osorio, M., & Hincapié, C. A. (2023). Smart irrigation systems in agriculture: A systematic review. *Agronomy*, 13(2), 342. <https://doi.org/10.3390/agronomy13020342>