SELAPARANG: Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan
Volume 10, Nomor 5, Oktober 2026, hal. 5448 – 5461
ISSN : 2614-5251 (*print*) | ISSN : 2614-526X (elektronik)

Pemberdayaan petani timun di Desa Cinta damai melalui pelatihan dan penerapan sistem penyiraman otomatis berbasis tenaga surya dengan sensor kelembapan tanah

Agnes Irene Silitonga[1], Michael Fritz Immanuel[2], Lisa Melvi Ginting[3], Ferry Indra Sakti Sinaga[4], Yoakim Simamora[2]

[1]Program Studi Bisnis Digital, Fakultas Ekonomi, Universitas Negeri Medan, Indonesia
[2]Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Medan, Indonesia
[3]Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Medan, Indonesia
[4]Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Medan, Indonesia

Penulis korespondensi : Agnes Irene Silitonga
E-mail : agnesirenesilitonga@unimed.ac.id

Diterima: 07 Agustus 2026| Direvisi: 17 Oktober 2026| Disetujui: 24 Oktober 2026| Online: 31 Oktober 2026
© Penulis 2026

Abstrak
Budidaya timun di Desa Cinta Damai masih menghadapi kendala dalam pengelolaan irigasi akibat penyiraman yang dilakukan secara manual, sehingga membutuhkan waktu dan tenaga yang relatif besar, serta belum mampu menjaga kelembapan tanah secara optimal. Kondisi tersebut berpotensi memengaruhi pertumbuhan tanaman dan produktivitas hasil panen. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan meningkatkan kapasitas petani melalui pelatihan dan penerapan sistem penyiraman otomatis berbasis tenaga surya dengan sensor kelembapan tanah sebagai solusi irigasi yang lebih efisien dan berkelanjutan. Pelaksanaan pengabdian kepada masyarakat ini melibatkan 20 petani timun. Metode pelaksanaan meliputi identifikasi kebutuhan mitra, perancangan dan instalasi sistem, pelatihan pengoperasian dan pemeliharaan alat, pendampingan implementasi di lahan budidaya, serta evaluasi menggunakan observasi, wawancara, dan kuesioner sebelum dan sesudah pelatihan. Sistem yang diterapkan memanfaatkan panel surya sebagai sumber energi utama, sensor kelembapan tanah untuk mendeteksi kondisi media tanam, mikrokontroler sebagai pengendali, serta pompa air yang bekerja secara otomatis sesuai tingkat kelembapan tanah. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa petani mampu mengoperasikan dan merawat sistem secara mandiri dengan tingkat adopsi teknologi sebesar 80%, memahami prinsip kerja teknologi penyiraman otomatis dengan peningkatan skor pengetahuan sebesar 68%, efisiensi waktu penyiraman sebesar 58,33%, efisiensi tenaga kerja sebesar 66,67%. Program ini diharapkan menjadi model penerapan teknologi tepat guna yang dapat direplikasi pada komoditas hortikultura lainnya guna mendukung pertanian yang lebih produktif, efisien, dan berkelanjutan.

Kata kunci: budidaya timun; penyiraman otomatis; tenaga surya; sensor kelembapan tanah.

Abstract
Budidaya timun di Desa Cinta Damai masih menghadapi kendala dalam pengelolaan irigasi akibat penyiraman yang dilakukan secara manual, sehingga memerlukan waktu dan tenaga yang relatif besar, serta belum mampu menjaga kelembaban tanah secara optimal. Kondisi tersebut berpotensi mempengaruhi pertumbuhan tanaman dan produktivitas hasil panen. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan meningkatkan kapasitas petani melalui pelatihan dan penerapan sistem irigasi otomatis berbasis energi surya dengan sensor kelembaban tanah sebagai solusi irigasi yang lebih efisien dan berkelanjutan. Pelaksanaan pengabdian kepada masyarakat ini melibatkan 20 petani timun. Metode pelaksanaannya meliputi identifikasi kebutuhan mitra, perancangan dan sistem instalasi, pelatihan pengoperasian dan pemeliharaan alat, pendampingan implementasi di lahan budidaya, serta

evaluasi menggunakan observasi, wawancara, dan kuesioner sebelum dan sesudah pelatihan. Sistem yang diterapkan memanfaatkan panel surya sebagai sumber energi utama, sensor kelembapan tanah untuk mendeteksi kondisi media tanam, mikrokontroler sebagai pengontrol, serta pompa air yang bekerja secara otomatis sesuai tingkat kelembapan tanah. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa petani mampu mengoperasikan dan merawat sistem secara mandiri dengan tingkat adopsi teknologi sebesar 80%, memahami prinsip kerja teknologi penyiraman otomatis dengan peningkatan skor pengetahuan sebesar 68%, efisiensi waktu penyiraman sebesar 58,33%, efisiensi tenaga kerja sebesar 66,67%. Program ini diharapkan menjadi model penerapan teknologi tepat guna yang dapat direplikasi pada komoditas hortikultura lainnya guna mendukung pertanian yang lebih produktif, efisien, dan berkelanjutan.

Keywords: cucumber cultivation; automatic irrigation; solar energy; soil moisture sensor.

PENDAHULUAN

Pertanian hortikultura merupakan salah satu sektor strategis dalam mendukung ketahanan pangan, peningkatan pendapatan masyarakat, serta penguatan ekonomi pedesaan di Indonesia. Salah satu komoditas hortikultura yang banyak dibudidayakan adalah timun (*Cucumis sativus* L.) karena memiliki siklus panen yang relatif singkat, permintaan pasar yang stabil, dan nilai ekonomi yang cukup tinggi. Meskipun demikian, produktivitas tanaman timun sangat dipengaruhi oleh ketersediaan air dan kestabilan kelembapan tanah selama fase pertumbuhan. Pengelolaan irigasi yang tidak tepat dapat menyebabkan cekaman air, menurunkan kualitas buah, serta mengurangi hasil panen (Abdelhamid et al., 2025). Oleh karena itu, penerapan teknologi yang mampu meningkatkan efisiensi penggunaan air menjadi salah satu upaya penting dalam mendukung praktik pertanian yang produktif dan berkelanjutan (Jawad et al., 2019).

Desa Cinta Damai merupakan salah satu wilayah yang masyarakatnya menggantungkan mata pencaharian pada sektor pertanian hortikultura, khususnya budidaya tanaman timun. Berdasarkan hasil observasi lapangan dan wawancara dengan mitra, proses penyiraman tanaman masih dilakukan secara manual menggunakan pompa listrik atau pompa berbahan bakar dengan frekuensi dua kali setiap hari, yaitu pada pagi dan sore hari. Kondisi tersebut menyebabkan kebutuhan waktu dan tenaga yang cukup besar, terutama ketika seluruh lahan harus disiram secara bersamaan, sehingga aktivitas budidaya menjadi kurang efisien.

Selain membutuhkan tenaga kerja yang cukup besar, sistem penyiraman manual juga belum mempertimbangkan kondisi kelembapan tanah secara aktual. Penyiraman dilakukan berdasarkan jadwal tetap tanpa memperhatikan kebutuhan air tanaman, sehingga berpotensi menimbulkan pemborosan air pada saat kelembapan tanah masih mencukupi atau sebaliknya menyebabkan tanaman mengalami kekurangan air ketika kondisi tanah cepat mengering akibat perubahan cuaca (Balaji et al., 2025). Di sisi lain, penggunaan pompa air secara rutin juga meningkatkan biaya operasional, sementara pengetahuan petani mengenai pemanfaatan teknologi penyiraman otomatis dan energi terbarukan masih terbatas. Berdasarkan kondisi tersebut, peningkatan kapasitas petani melalui pelatihan dan penerapan teknologi penyiraman otomatis menjadi kebutuhan prioritas untuk mendukung budidaya timun yang lebih efisien, hemat energi, dan berkelanjutan (Subagja et al., 2023).

Berbagai penelitian telah mengembangkan sistem penyiraman otomatis menggunakan sensor kelembapan tanah sebagai dasar pengendalian pompa air. Al-Mamun et al. (2025) menunjukkan bahwa sistem penyiraman otomatis mampu meningkatkan efisiensi pengelolaan irigasi melalui pengendalian penyiraman secara otomatis berdasarkan kondisi media tanam. Selain itu, Effendi et al. (2022) melaporkan bahwa penggunaan sensor kelembapan tanah memberikan respons yang baik dalam mengendalikan proses penyiraman sehingga kondisi tanah dapat dipertahankan pada tingkat kelembapan yang optimal untuk mendukung pertumbuhan tanaman.

Pengembangan sistem penyiraman juga telah dipadukan dengan pemanfaatan energi terbarukan (Bonardo et al., 2025). Roihan et al. menerapkan sistem penyiraman otomatis berbasis tenaga surya yang mampu beroperasi secara mandiri, menghemat penggunaan energi listrik konvensional, serta

meningkatkan efisiensi penggunaan air dalam pemeliharaan tanaman (Rozzi et al., 2023). Hasil kegiatan tersebut menunjukkan bahwa integrasi tenaga surya pada sistem penyiraman otomatis memberikan manfaat tidak hanya dari aspek teknis, tetapi juga mendukung penerapan teknologi ramah lingkungan yang berkelanjutan (Roihan et al., 2025).

Meskipun berbagai penelitian dan kegiatan pengabdian telah berhasil mengembangkan sistem penyiraman otomatis, sebagian besar masih berorientasi pada aspek perancangan perangkat dan pengujian kinerja sistem (Mahmud et al., 2026). Aspek pemberdayaan petani melalui pelatihan, pendampingan, transfer pengetahuan, serta peningkatan kemampuan dalam mengoperasikan dan memelihara sistem secara mandiri masih belum banyak menjadi fokus utama. Padahal, keberhasilan adopsi teknologi di tingkat masyarakat tidak hanya ditentukan oleh kinerja alat, tetapi juga oleh kesiapan pengguna dalam mengoperasikan, merawat, dan memanfaatkan teknologi tersebut secara berkelanjutan (Alamsyah et al., 2024).

Berdasarkan kondisi tersebut, kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini menawarkan solusi melalui pelatihan, penerapan, dan pendampingan penggunaan sistem penyiraman otomatis berbasis tenaga surya dengan sensor kelembapan tanah pada budidaya timun di Desa Cinta Damai. Sistem yang diterapkan memanfaatkan sensor kelembapan tanah untuk mengendalikan pompa air secara otomatis sesuai kondisi media tanam, sedangkan tenaga surya digunakan sebagai sumber energi utama sehingga mampu mengurangi ketergantungan terhadap listrik konvensional (Sidik et al., 2025). Program ini juga dilengkapi dengan pelatihan pengoperasian, pemeliharaan, serta pendampingan kepada petani agar teknologi dapat diadopsi secara mandiri dan berkelanjutan. Kebaruan kegiatan ini terletak pada integrasi antara penerapan teknologi tepat guna berbasis energi terbarukan dengan pendekatan pemberdayaan masyarakat melalui peningkatan kapasitas petani sebagai pengguna utama teknologi (Mursalin et al., 2020).

Kegiatan pengabdian ini bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan petani dalam mengoperasikan serta memelihara sistem penyiraman otomatis berbasis tenaga surya dengan sensor kelembapan tanah, meningkatkan efisiensi waktu penyiraman dan tenaga kerja pada budidaya timun, mengurangi ketergantungan terhadap penyiraman manual, serta mendorong pemanfaatan teknologi tepat guna yang berkelanjutan untuk mendukung peningkatan produktivitas dan kesejahteraan petani di Desa Cinta Damai.

METODE

Lokasi dan Mitra

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) dilaksanakan di Desa Cinta Damai, Kecamatan Percut Sei Tuan, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara. Mitra kegiatan merupakan kelompok petani timun yang beranggotakan 20 orang petani dengan luas lahan budidaya sekitar 1 hektar. Berdasarkan hasil observasi awal dan wawancara dengan ketua kelompok tani, proses penyiraman tanaman masih dilakukan secara manual menggunakan pompa listrik atau pompa berbahan bakar dengan frekuensi penyiraman dua kali sehari, yaitu pada pagi dan sore hari. Kondisi tersebut menyebabkan penggunaan tenaga kerja yang relatif tinggi, waktu penyiraman yang cukup lama, karena penyiraman dilakukan berdasarkan jadwal tetap tanpa mempertimbangkan kondisi kelembapan tanah. Selain itu, penggunaan pompa listrik atau pompa berbahan bakar secara terus-menerus meningkatkan biaya operasional petani. Berdasarkan kondisi tersebut, kegiatan pengabdian difokuskan pada penerapan sistem penyiraman otomatis berbasis tenaga surya dengan sensor kelembapan tanah yang disertai pelatihan dan pendampingan kepada petani agar mampu mengoperasikan serta memelihara sistem secara mandiri.

Tahap Kegiatan

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan menggunakan pendekatan sistematis dan partisipatif dengan melibatkan kelompok petani timun di Desa Cinta Damai pada setiap tahapan pelaksanaan program. Pendekatan ini bertujuan tidak hanya untuk menerapkan teknologi penyiraman otomatis berbasis tenaga surya dengan sensor kelembapan tanah, tetapi juga meningkatkan

pengetahuan dan keterampilan petani dalam mengoperasikan, memelihara, serta memanfaatkan teknologi tersebut secara mandiri guna mendukung produktivitas budidaya timun. Pelaksanaan kegiatan disusun secara bertahap yang meliputi analisis kebutuhan, perancangan dan pengembangan sistem, sosialisasi dan pelatihan, implementasi serta pendampingan, hingga monitoring dan evaluasi sebagai berikut

1. Tahap Analisis Kebutuhan dan Perencanaan Awal

Tahap analisis kebutuhan dan perencanaan awal merupakan dasar dalam pelaksanaan kegiatan pengabdian karena bertujuan mengidentifikasi kondisi mitra serta merumuskan solusi yang sesuai dengan permasalahan di lapangan. Kegiatan pada tahap ini meliputi beberapa aktivitas sebagai berikut.

- Observasi Lapangan dan Wawancara Mitra

  Tim pengabdian melakukan kunjungan langsung ke Desa Cinta Damai untuk mengamati kondisi lahan budidaya timun, karakteristik tanah, sumber air yang tersedia, serta sistem penyiraman yang selama ini diterapkan oleh petani. Selain observasi, dilakukan wawancara dengan ketua kelompok tani dan beberapa anggota untuk memperoleh informasi mengenai kendala yang dihadapi dalam proses penyiraman, seperti kebutuhan tenaga kerja yang tinggi, biaya operasional, serta tingkat pemahaman petani terhadap pemanfaatan teknologi pertanian. Informasi tersebut menjadi dasar dalam menentukan kebutuhan sistem yang akan dikembangkan.

- Kajian Literatur dan Perencanaan Sistem

  Selain pengumpulan data lapangan, dilakukan kajian literatur mengenai teknologi penyiraman otomatis berbasis tenaga surya, penggunaan sensor kelembapan tanah, serta penerapan teknologi tepat guna pada sektor pertanian. Kajian ini bertujuan memperoleh referensi mengenai desain sistem, pemilihan komponen, serta pendekatan implementasi yang sesuai dengan kondisi lahan dan karakteristik budidaya timun. Hasil kajian kemudian digunakan sebagai acuan dalam menyusun konsep pengembangan sistem penyiraman otomatis.

- Penyusunan Spesifikasi Sistem

  Berdasarkan hasil observasi, wawancara, dan kajian literatur, dilakukan penyusunan spesifikasi teknis sistem penyiraman otomatis yang akan diterapkan. Tahap ini meliputi penentuan kapasitas panel surya, jenis dan kapasitas pompa air, pemilihan sensor kelembapan tanah, mikrokontroler, sistem perpipaan, serta kebutuhan komponen pendukung lainnya. Selain itu, disusun pula rancangan kebutuhan biaya dan konfigurasi sistem agar teknologi yang dikembangkan sesuai dengan kondisi lahan, mudah dioperasikan oleh petani, serta memiliki biaya operasional yang rendah.

2. Tahap Perancangan dan Pengembangan Sistem

Tahap perancangan dan pengembangan sistem bertujuan untuk merealisasikan hasil analisis kebutuhan ke dalam sebuah sistem penyiraman otomatis yang sesuai dengan kondisi lahan dan kebutuhan mitra. Seluruh proses dilakukan secara bertahap mulai dari penyusunan desain teknis hingga pengujian fungsional sebelum sistem diterapkan di lahan budidaya.

- Perancangan Sistem Penyiraman Otomatis

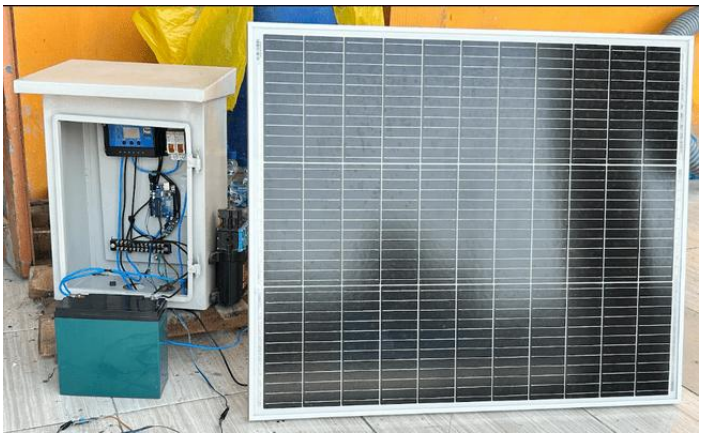
  Pada tahap ini dilakukan penyusunan desain teknis sistem penyiraman otomatis berbasis tenaga surya dengan sensor kelembapan tanah. Perancangan meliputi penyusunan diagram kelistrikan, tata letak komponen, konfigurasi sistem kontrol, serta desain instalasi perpipaan yang disesuaikan dengan kondisi lahan budidaya timun. Selain mempertimbangkan hasil analisis kebutuhan, desain sistem juga memperhatikan kemudahan instalasi, pengoperasian, dan pemeliharaan sehingga dapat digunakan secara efektif oleh petani. Proses perakitan seluruh komponen sistem ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Perakitan Sistem Penyiraman Otomatis

- Perakitan dan Pengujian Sistem

  Setelah rancangan teknis selesai, dilakukan perakitan seluruh komponen menjadi satu kesatuan sistem yang terdiri atas panel surya, *solar charge controller*, baterai, mikrokontroler, sensor kelembapan tanah, relay, dan pompa air DC. Sistem yang telah dirakit kemudian diuji untuk memastikan setiap komponen berfungsi dengan baik dan mampu bekerja secara terintegrasi. Pengujian dilakukan dengan mengamati respons sensor terhadap perubahan kelembapan tanah serta kemampuan mikrokontroler dalam mengendalikan pompa air secara otomatis sesuai nilai ambang yang telah ditetapkan. Selain itu, dilakukan pengujian terhadap sistem catu daya berbasis panel surya untuk memastikan energi yang dihasilkan mampu mendukung operasional sistem secara stabil sebelum diimplementasikan di lahan mitra. Tahapan pengujian sistem ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Pengujian sistem penyiraman otomatis terintegrasi panel surya.

3. Tahap Sosialisasi dan Pelatihan

Tahap sosialisasi dan pelatihan bertujuan untuk meningkatkan pemahaman serta keterampilan petani dalam memanfaatkan sistem penyiraman otomatis berbasis tenaga surya dengan sensor kelembapan tanah. Melalui tahapan ini, diharapkan teknologi yang telah dikembangkan dapat dipahami, diterima, dan dioperasikan secara mandiri oleh mitra sehingga mendukung keberlanjutan program pengabdian.

- Sosialisasi Program

  Kegiatan sosialisasi dilaksanakan melalui pertemuan bersama kelompok petani timun dan perangkat desa sebagai bentuk pengenalan program pengabdian kepada masyarakat. Pada kegiatan ini, tim menjelaskan tujuan pelaksanaan program, manfaat penerapan sistem penyiraman otomatis, serta prinsip kerja teknologi yang akan diterapkan di lahan budidaya. Selain itu, peserta diberikan

penjelasan mengenai spesifikasi sistem, fungsi setiap komponen, mekanisme kerja sensor kelembapan tanah, sumber energi yang berasal dari panel surya, serta prosedur pengoperasian dan pemeliharaan sistem. Kegiatan sosialisasi juga menjadi sarana diskusi antara tim pelaksana dan mitra untuk memperoleh masukan serta membangun komitmen bersama dalam mendukung keberhasilan implementasi program. Dokumentasi kegiatan sosialisasi ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Sosialisasi sistem penyiraman otomatis kepada kelompok petani timun.

- Pelatihan Pengoperasian dan Pemeliharaan Sistem

  Setelah kegiatan sosialisasi, dilaksanakan pelatihan praktik (*hands-on training*) mengenai pengoperasian dan pemeliharaan sistem penyiraman otomatis. Pelatihan diawali dengan pengenalan seluruh komponen sistem, dilanjutkan dengan demonstrasi cara mengoperasikan alat, membaca kondisi kelembapan tanah melalui sensor, serta memahami proses kerja sistem dalam mengendalikan pompa air secara otomatis. Selain itu, peserta diberikan materi mengenai pemeliharaan rutin, seperti pembersihan panel surya, pemeriksaan sambungan kelistrikan, pengecekan sensor kelembapan tanah, serta perawatan pompa air agar sistem tetap beroperasi secara optimal. Pada akhir pelatihan, peserta diberi kesempatan untuk mengoperasikan sistem secara langsung dengan pendampingan dari tim pengabdian sehingga mampu memahami prosedur penggunaan dan perawatan alat secara mandiri.

4. Tahap Implementasi dan Pendampingan

Tahap implementasi dan pendampingan merupakan tahapan penerapan sistem penyiraman otomatis secara langsung pada lahan budidaya timun milik mitra. Pada tahap ini dilakukan instalasi sistem, pengujian operasional di lapangan, serta pendampingan kepada petani untuk memastikan teknologi dapat dimanfaatkan secara optimal dan berkelanjutan.

- Pemasangan Sistem di Lahan Mitra

  Tahap implementasi diawali dengan pemasangan sistem penyiraman otomatis berbasis tenaga surya pada lahan budidaya timun yang telah ditetapkan sebagai lokasi penerapan program. Proses instalasi dilakukan secara bersama-sama oleh tim pengabdian dan kelompok petani, meliputi pemasangan panel surya, box panel kontrol, sensor kelembapan tanah, pompa air, serta jaringan perpipaan menuju area penyiraman. Seluruh komponen dipasang sesuai dengan rancangan sistem yang telah disusun pada tahap sebelumnya sehingga mampu bekerja sebagai satu kesatuan sistem yang terintegrasi. Dokumentasi proses pemasangan sistem ditunjukkan pada Gambar 4.

- Pengujian Operasional Sistem

  Setelah proses instalasi selesai, dilakukan pengujian operasional untuk memastikan seluruh komponen sistem dapat bekerja sesuai dengan fungsi yang telah dirancang. Pengujian dilakukan dengan mengamati respons sensor kelembapan tanah terhadap perubahan kondisi media tanam, kinerja mikrokontroler dalam mengendalikan pompa air, serta kemampuan sistem tenaga surya

dalam menyediakan pasokan energi selama proses penyiraman berlangsung. Selain itu, dilakukan penyesuaian parameter sistem, seperti batas nilai kelembapan tanah dan durasi penyiraman, agar sesuai dengan kebutuhan tanaman timun dan kondisi lahan mitra. Hasil pengujian operasional sistem ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 4. Pemasangan sistem penyiraman otomatis pada lahan budidaya timun.



Gambar 5. Pengujian operasional sistem penyiraman otomatis di lahan mitra.

- Pendampingan

  Setelah sistem beroperasi dengan baik, kegiatan dilanjutkan dengan pendampingan kepada kelompok petani selama masa awal penggunaan sistem. Pendampingan dilakukan melalui kunjungan lapangan secara berkala untuk memantau kinerja sistem, memberikan bimbingan teknis, serta membantu petani dalam mengatasi kendala yang muncul selama pengoperasian. Selain itu, tim pengabdian melakukan observasi terhadap kemampuan petani dalam mengoperasikan dan memelihara sistem secara mandiri sehingga teknologi yang diterapkan dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan. Hasil pendampingan ini menjadi bahan evaluasi untuk mengetahui efektivitas implementasi sistem serta menyusun rekomendasi pengembangan pada kegiatan selanjutnya.

5. Tahap Monitoring, Evaluasi dan keberlanjutan

Tahap monitoring, evaluasi, dan keberlanjutan merupakan tahap akhir dalam pelaksanaan kegiatan pengabdian yang bertujuan untuk menilai efektivitas penerapan sistem penyiraman otomatis, mengidentifikasi kendala yang masih dihadapi, serta merumuskan strategi pengembangan dan keberlanjutan program pada masa mendatang.

Pemberdayaan petani timun di Desa Cinta damai melalui pelatihan dan penerapan sistem penyiraman otomatis berbasis tenaga surya dengan sensor kelembapan tanah

- Monitoring Kerja Sistem

  Monitoring dilakukan secara berkala untuk mengevaluasi kinerja sistem penyiraman otomatis selama digunakan oleh kelompok petani timun. Kegiatan ini meliputi pengamatan terhadap performa panel surya sebagai sumber energi, respons sensor kelembapan tanah dalam mendeteksi kondisi media tanam, kinerja mikrokontroler dalam mengendalikan pompa air, serta stabilitas operasional sistem secara keseluruhan. Selain itu, dilakukan observasi terhadap efektivitas proses penyiraman, kemudahan pengoperasian sistem oleh petani, serta manfaat yang dirasakan setelah teknologi diterapkan pada lahan budidaya.

- Evaluasi Program dan Penyusunan Rekomendasi

  Evaluasi dilakukan berdasarkan hasil observasi lapangan, diskusi, dan wawancara bersama kelompok petani untuk mengetahui tingkat keberhasilan implementasi program serta mengidentifikasi kendala yang ditemui selama penggunaan sistem. Informasi yang diperoleh kemudian dianalisis sebagai dasar dalam menyusun laporan kegiatan pengabdian. Hasil evaluasi juga digunakan untuk merumuskan rekomendasi terkait pengembangan teknologi, peningkatan kualitas sistem, serta strategi keberlanjutan agar sistem penyiraman otomatis dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan dan direplikasi pada lahan maupun kelompok tani lainnya.

Melalui tahapan monitoring dan evaluasi tersebut, diharapkan sistem penyiraman otomatis berbasis tenaga surya dengan sensor kelembapan tanah dapat memberikan manfaat yang berkelanjutan dalam meningkatkan efisiensi penyiraman, mengoptimalkan penggunaan sumber daya, serta mendukung peningkatan produktivitas budidaya timun di Desa Cinta Damai.

Indikator Keberhasilan

Tabel 1. Indikator Keberhasilan

Aspek	Indikator	Target
Partisipasi	Kehadiran mitra dalam sosialisasi dan pelatihan	80%
Pengetahuan	Kenaikan rata-rata skor pretest dan posttest	60%
Keterampilan	Petani mampu mengoperasikan dan merawat sistem berdasarkan lembar observasi	80%
Keberfungsian alat	Sistem membaca kelembapan dan mengaktifkan pompa sesuai nilai ambang	Sistem berfungsi pada seluruh sesi uji
Adopsi teknologi	Petani menggunakan sistem setelah pendampingan	80%
Efisiensi tenaga dan waktu	Berkurangnya kebutuhan penyiraman manual	50%
Keberlanjutan	Tersedianya petugas mitra dan jadwal perawatan alat	Dua petani bertindak sebagai penanggung jawab

Teknik Analisis Data

Partisipasi mitra dihitung dari jumlah peserta yang hadir dan mengikuti kegiatan dibandingkan dengan jumlah anggota mitra yang terdaftar.

Tabel 2. Partisipasi Mitra

Kegiatan	Anggota Mitra	Peserta Hadir	Partisipasi
Sosialisasi program	20	18	90%
Pelatihan pengoperasian alat	20	17	85%
Pemasangan sistem	20	16	80%
Monitoring dan evaluasi	20	15	75%

Pemberdayaan petani timun di Desa Cinta damai melalui pelatihan dan penerapan sistem penyiraman otomatis berbasis tenaga surya dengan sensor kelembapan tanah

$$Rata - rata\ partisipasi = \frac{90\% + 85\% + 80\% + 75\%}{4} = 82{,}5\%$$

Data kuantitatif dari kuesioner pretest dan posttest dianalisis secara deskriptif menggunakan nilai rata-rata dan persentase peningkatan pengetahuan menggunakan persamaan 1.

$$Peningkatan\ Pengetahuan = \frac{Nilai\ posttest - Nilai\ pretest}{Nilai\ pretest} x100\% \quad ...(1)$$

$$Peningkatan\ Pengetahuan = \frac{84 - 50}{50} x100\% = 68\%$$

Terdapat lima indikator keterampilan yang diamati pada 20 petani diantaranya menyalakan dan mematikan sistem dengan benar, memeriksa kondisi panel surya dan baterai, kemampuan membaca kondisi kelembapan tanah, mampu mengoperasikan pompa melalui sistem otomatis, dan mampu melakukan perawatan dasar sensor dan pompa. Data keterampilan petani dan kinerja sistem dianalisis menggunakan persentase ketercapaian indikator menggunakan persamaan 2.

$$Persentase\ Ketercapaian = \frac{Jumlah\ capaian\ indikator}{Jumlah\ indikator\ keseluruhan} x100\% \quad (2)$$

$$Persentase\ Ketercapaian = \frac{84}{100} x100\% = 84\%$$

Dari 20 petani yang menjadi mitra, terdapat 16 petani yang mampu menggunakan sistem penyiraman otomatis secara mandiri setelah tahap pendampingan.

$$Tingkat\ Adopsi\ Teknologi = \frac{16}{20} x100\% = 80\%$$

Sebelum teknologi diterapkan, petani membutuhkan total 120 menit per hari untuk menyiram lahan secara manual. Setelah sistem otomatis diterapkan, waktu kerja langsung petani untuk penyiraman berkurang menjadi 50 menit per hari.

$$Efisiensi\ Waktu = \frac{120 - 50}{120} x100\% = 58{,}3\%$$

Sebelumnya, penyiraman yang dilakukan secara manual membutuhkan 3 orang petani setiap hari. Setelah sistem otomatis diterapkan, hanya diperlukan 1 orang untuk memeriksa sistem.

$$Efisiensi\ Tenaga\ Kerja = \frac{3 - 1}{3} x100\% = 66{,}67\%$$

Data kualitatif dari observasi, wawancara, diskusi, dan catatan monitoring dianalisis secara deskriptif melalui tahapan reduksi data, pengelompokan temuan, penyajian data, dan penarikan kesimpulan. Hasil analisis digunakan untuk menilai perubahan kapasitas mitra, keberfungsian sistem, kendala implementasi, dan potensi keberlanjutan program.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan Implementasi

Berdasarkan tahapan kegiatan yang telah dilaksanakan, sistem penyiraman otomatis berbasis tenaga surya berhasil dirancang, dirakit, dipasang, dan dioperasikan pada lahan budidaya timun milik kelompok tani di Desa Cinta Damai. Seluruh komponen sistem berfungsi secara terintegrasi sehingga mampu mendukung proses penyiraman tanaman secara otomatis sesuai kondisi kelembapan tanah. Implementasi sistem ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi waktu penyiraman dan tenaga kerja, mengurangi ketergantungan terhadap penyiraman manual, serta mendukung pemanfaatan energi terbarukan pada kegiatan budidaya.

- Panel Surya

  Sumber energi utama sistem berasal dari satu unit panel surya berkapasitas 100 WP dengan tegangan maksimum 18 V, arus maksimum 5,56 A, tegangan *open circuit* (Voc) sebesar 21,6 V, arus *short-circuit* (Isc) sebesar 5,95 A, dan efisiensi modul sekitar 20% seperti pada gambar 6. Panel surya

Pemberdayaan petani timun di Desa Cinta damai melalui pelatihan dan penerapan sistem penyiraman otomatis berbasis tenaga surya dengan sensor kelembapan tanah

berfungsi mengubah energi radiasi matahari menjadi energi listrik yang selanjutnya digunakan untuk mengisi baterai melalui *solar charge controller*. Energi yang tersimpan kemudian dimanfaatkan sebagai sumber daya untuk mengoperasikan mikrokontroler, sensor kelembapan tanah, serta pompa air DC. Berdasarkan hasil implementasi, kapasitas panel surya yang digunakan mampu menyediakan pasokan energi yang memadai sehingga sistem dapat beroperasi secara mandiri tanpa bergantung pada jaringan listrik konvensional.

- Pompa Air DC

  Pompa air DC yang digunakan memiliki spesifikasi dual pump, double drat, tekanan maksimum 138 PSI, tegangan kerja 12 V, arus 8 A, dan kapasitas aliran 10–12 LPM pada gambar 7. Penggunaan pompa DC memungkinkan sistem beroperasi langsung menggunakan sumber arus searah tanpa memerlukan inverter, sehingga lebih efisien.



Gambar 6. Panel surya 100 WP



Gambar 7. Pompa Air DC

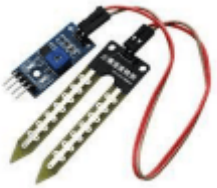
- Sensor Kelembapan Tanah

  Sensor kelembapan tanah tipe YL-69 memiliki tegangan kerja 5 V, arus kerja kurang dari 20 mA, dan dimensi sensor 60 mm × 20 mm. Sensor ini berfungsi mendeteksi tingkat kelembapan tanah sebagai dasar pengendalian penyiraman otomatis, di mana semakin tinggi kadar air dalam tanah, semakin rendah nilai analog yang dihasilkan sensor.

- Mikrokontroler ATmega328P

Pemberdayaan petani timun di Desa Cinta damai melalui pelatihan dan penerapan sistem penyiraman otomatis berbasis tenaga surya dengan sensor kelembapan tanah

Mikrokontroler ATmega328P digunakan sebagai pusat kendali sistem penyiraman otomatis. Mikrokontroler ini menerima data dari sensor kelembapan tanah, kemudian memprosesnya untuk mengendalikan kerja pompa air secara otomatis sesuai dengan nilai kelembapan yang telah ditentukan. Dengan arsitektur 8-bit dan ADC 10-bit, ATmega328P mampu membaca data sensor secara akurat serta mendukung pengoperasian sistem secara andal.



Gambar 8. Sensor Kelembapan Tanah



Gambar 9. Papan Arduino Uno Berbasis ATmega328P

- Selang Air

  Sistem menggunakan selang berbahan *Polyethylene* (PE) karena memiliki ketahanan terhadap tekanan dan abrasi, fleksibel, serta sesuai untuk aplikasi irigasi. Sambungan selang menggunakan konektor tipe *push-in* atau drat untuk memastikan distribusi air berlangsung dengan baik tanpa kebocoran, sehingga meningkatkan keandalan sistem penyiraman.

Hasil implementasi menunjukkan bahwa sistem penyiraman otomatis berfungsi dengan baik. Sensor kelembapan tanah mampu mendeteksi perubahan kondisi tanah, sedangkan mikrokontroler mengendalikan pompa air secara otomatis sesuai nilai kelembapan yang telah ditetapkan. Sistem ini mengurangi kebutuhan penyiraman secara manual sehingga proses irigasi menjadi lebih efisien. Pemanfaatan panel surya sebagai sumber energi utama memungkinkan sistem beroperasi secara mandiri tanpa bergantung pada pasokan listrik PLN. Penerapan energi terbarukan ini tidak hanya menekan biaya operasional, tetapi juga mendukung penggunaan energi yang lebih ramah lingkungan dalam kegiatan budidaya timun.

Analisis Dampak dan Capaian

Implementasi sistem penyiraman otomatis berbasis tenaga surya dengan sensor kelembapan tanah memberikan berbagai manfaat bagi kelompok petani timun di Desa Cinta Damai. Selain meningkatkan efisiensi proses penyiraman, penerapan teknologi ini juga memberikan kemudahan dalam pengelolaan irigasi, mengurangi ketergantungan terhadap penyiraman manual, serta mendukung pemanfaatan energi terbarukan pada kegiatan budidaya.

- Efisiensi Waktu dan Tenaga Kerja

  Sebelum penerapan sistem, penyiraman dilakukan secara manual sebanyak dua kali sehari sehingga memerlukan waktu dan tenaga yang cukup besar. Setelah sistem diimplementasikan,

proses penyiraman berlangsung secara otomatis sehingga petani tidak lagi melakukan penyiraman secara langsung. Kondisi ini memberikan efisiensi waktu kerja dan memungkinkan petani lebih fokus pada kegiatan budidaya lainnya, seperti pemupukan, pengendalian hama dan penyakit, serta pemeliharaan tanaman.

- Peningkatan Efektivitas Budidaya

  Penyediaan air yang lebih terkontrol membantu menjaga kelembapan tanah pada kisaran yang dibutuhkan tanaman. Kondisi tersebut diharapkan mampu mendukung pertumbuhan tanaman yang lebih baik, mengurangi risiko cekaman akibat kekurangan atau kelebihan air, serta meningkatkan kualitas pengelolaan budidaya secara keseluruhan.

- Penghematan Biaya Operasional

  Pemanfaatan panel surya sebagai sumber energi utama memungkinkan sistem beroperasi tanpa bergantung pada pasokan listrik PLN. Penggunaan energi surya berpotensi menekan biaya operasional yang sebelumnya diperlukan untuk mengoperasikan pompa listrik atau pompa berbahan bakar, sehingga sistem menjadi lebih ekonomis untuk digunakan dalam jangka panjang.

- Peningkatan Pengetahuan dan Keterampilan Petani

  Kegiatan sosialisasi, pelatihan, dan pendampingan memberikan pengalaman baru bagi petani dalam mengoperasikan serta memelihara sistem penyiraman otomatis. Melalui kegiatan tersebut, petani memperoleh pemahaman mengenai prinsip kerja sistem, fungsi setiap komponen, serta prosedur pemeliharaan dasar sehingga mampu mengoperasikan teknologi secara lebih mandiri.

- Tantangan dan Keberlanjutan Program

  Selama implementasi, beberapa aspek masih memerlukan perhatian, seperti pemeliharaan rutin terhadap panel surya, sensor kelembapan tanah, dan pompa air agar sistem tetap bekerja secara optimal. Selain itu, ketersediaan energi surya sangat dipengaruhi oleh kondisi cuaca sehingga kapasitas baterai dan manajemen energi perlu diperhatikan untuk menjaga kontinuitas operasional sistem. Oleh karena itu, pendampingan berkelanjutan dan perawatan berkala menjadi faktor penting dalam mendukung keberhasilan jangka panjang program.

Secara keseluruhan, penerapan sistem penyiraman otomatis berbasis tenaga surya dengan sensor kelembapan tanah memberikan manfaat positif bagi kelompok petani timun di Desa Cinta Damai. Sistem ini tidak hanya meningkatkan efisiensi penyiraman dan mengurangi beban kerja petani, tetapi juga mendorong pemanfaatan teknologi tepat guna dan energi terbarukan dalam kegiatan budidaya. Dengan dukungan pendampingan yang berkelanjutan, teknologi ini berpotensi menjadi model penerapan yang dapat direplikasi pada kelompok tani maupun komoditas hortikultura lainnya.

SIMPULAN DAN SARAN

Penerapan sistem penyiraman otomatis berbasis tenaga surya dengan sensor kelembapan tanah memberikan manfaat dalam meningkatkan efisiensi pengelolaan irigasi pada budidaya timun di Desa Cinta Damai. Sistem mampu mengoperasikan pompa air secara otomatis berdasarkan tingkat kelembapan tanah sehingga proses penyiraman menjadi lebih tepat sasaran dan mengurangi ketergantungan terhadap penyiraman manual. Penerapan sistem penyiraman otomatis berbasis tenaga surya dengan sensor kelembapan tanah memberikan manfaat dalam meningkatkan efisiensi waktu penyiraman sebesar 58,33% dan efisiensi tenaga kerja sebesar 66,67% pada budidaya timun di Desa Cinta Damai. Sistem mampu mengoperasikan pompa air secara otomatis berdasarkan tingkat kelembapan tanah sehingga proses penyiraman menjadi lebih tepat sasaran dan mengurangi ketergantungan terhadap penyiraman manual. Hasil implementasi menunjukkan bahwa sistem dapat

berfungsi dengan baik dalam mendukung kebutuhan penyiraman tanaman dimana petani mampu mengoperasikan dan merawat sistem secara mandiri dengan tingkat adopsi teknologi sebesar 80%, memahami prinsip kerja teknologi penyiraman otomatis dengan peningkatan skor pengetahuan sebesar 68%. Agar manfaat teknologi dapat dipertahankan, diperlukan pemeliharaan rutin terhadap panel surya, sensor kelembapan tanah, pompa air, dan komponen pendukung lainnya. Selain itu, pendampingan berkelanjutan kepada petani perlu dilakukan untuk meningkatkan kemampuan dalam mengoperasikan dan merawat sistem secara mandiri. Ke depannya, sistem ini berpotensi dikembangkan dan diterapkan pada komoditas hortikultura lainnya dengan penyesuaian kebutuhan air sesuai karakteristik masing-masing tanaman.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Negeri Medan (UNIMED) atas dukungan dan fasilitasi yang diberikan sehingga kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dapat terlaksana dengan baik. Apresiasi juga disampaikan kepada kelompok petani timun di Desa Cinta Damai atas partisipasi aktif, kerja sama, dan keterbukaan selama proses pelaksanaan kegiatan.

DAFTAR RUJUKAN

Abdelhamid, M. A., Abdelkader, T. K., Sayed, H. A. A., Zhang, Z., Zhao, X., & Atia, M. F. (2025). *Design and Evaluation of A Solar Powered Smart Irrigation System for Sustainable Urban Agriculture*. *Scientific Reports*, 15, 11761. https://doi.org/10.1038/s41598-025-94251-3

Al-Mamun, M. R., Ahmed, A. K., Upoma, S. M., Haque, M. M., & Ashik-E-Rabbani, M. (2025). Iot-Enabled Solar-Powered Smart Irrigation for Precision Agriculture. *Smart Agricultural Technology*, *10*, 100773. https://doi.org/10.1016/j.atech.2025.100773

Alamsyah, R., Ryansyah, E., Permana, A. Y., & Mufidah, R. (2024). Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Menggunakan Logika Fuzzy Dengan Teknologi Internet of Things Berbasis Esp8266 dan Aplikasi Blynk. *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, *12*(2). https://doi.org/10.23960/jitet.v12i2.4007

Balaji, J & Ali, Mir & Mohiuddin, Mohammad & jawaad, Mohammed & Ali, Nabeel & Qavi, Mohammed. (2025). *A Review of Smart Irrigation Technologies. International Research Journal on Advanced Engineering and Management (IRJAEM), 3, 1480-1487*. https://doi.org/10.47392/IRJAEM.2025.0240.

Bonardo, D., Alajuri, M. H. S., Bavitra, Harahap, B. I., & Afriadi, A. (2025). *Design and Implementation of a Solar-Powered Automatic Plant Irrigation System in Kampung Gisi, Bintan Regency, Riau Islands*. *Indonesian Journal of Community Engagement, 11(4)*, 247–251. https://doi.org/10.22146/jpkm.104333

Effendi, N., Ramadhani, W., & Farida, F. (2022). Perancangan Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Menggunakan Sensor Kelembapan Tanah Berbasis IoT. *Jurnal CoSciTech (Computer Science and Information Technology)*, *3*(2), 91–98. https://doi.org/10.37859/coscitech.v3i2.3923

Jawad, H. M., Nordin, R., Gharghan, S. K., Jawad, A. M., & Ismail, M. (2019). Energy-Efficient Wireless Sensor Networks for Precision Agriculture: A Review. *Sensors, 19(23), 5162.* https://doi.org/10.3390/s19235162

Mahmud, M. I. M., Sujono, S., & Yaqin, N. (2026). Sistem Monitoring Kelembapan Tanah dan Penyiraman Otomatis pada Tanaman Jagung Berbasis IoT. *Exact Papers in Compilation (EPiC)*, *8*(2), 58–66. https://doi.org/10.32764/epic.v8i2.1592

Mursalin, S. B., Sunardi, H., & Zulkifli, Z. (2020). Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis Sensor Kelembapan Tanah Menggunakan Logika Fuzzy. *Jurnal Ilmiah Informatika Global*, *11*(1). https://doi.org/10.36982/jiig.v11i1.1072

Roihan, A., Setiani Rafika, A., & Firmansyah, R. (2025). Perancangan Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis IoT Dan Energi Surya Di Lingkungan Madrasah. *Masyarakat: Jurnal Pengabdian*, *2*(3), 331–338. https://doi.org/10.58740/m-jp.v2i3.490

Rozzi, Y. A., Fredricka, J., & Sussolaikah, K. (2023). KLIK: Kajian Ilmiah Informatika dan Komputer Desain Penyiram Tanaman Otomatis Berbasis Arduino Menggunakan Sensor Kelembapan Tanah. *Media Online*, *3*(5), 490–496. https://djournals.com/klik

Sidik, A. R., Tawakal, A., Sumirat, G. S., & Narputro, P. (2025). *Smart Irrigation Based on Soil Moisture Sensors with Photovoltaic Energy for Efficient Agricultural Water Management: A Systematic Literature Review*. *Engineering Proceedings*, 107(1), 17. https://doi.org/10.3390/engproc2025107017

Subagja, F. E., Supriyadi, A. P., Kurniadi, A. R., & Saragih, Y. (2023). Pengujian Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis IoT. *Infotronik : Jurnal Teknologi Informasi Dan Elektronika*, *8*(2), 91-97. https://doi.org/10.32897/infotronik.2023.8.2.3015