AJAD
JURNAL PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
DOI: 10.59431/ajad.v6i3.1049.
E-ISSN: 2797-2356 | P-ISSN: 2797-2364
COMMUNITY ENGAGEMENT ARTICLE

Pelatihan dan Implementasi Sistem Kendali Otomatis pada Pompa Air Tenaga Surya untuk Meningkatkan Efisiensi Irigasi Sawah di Desa Ulak Depati

Andri Suyadi [1*], Nurhaida [2], Dyah Utari Yusa Wardhani [3], Khafiz Abto Puqoha [4]

Affiliation
[1*,2,3,4] Politeknik Negeri Sriwijaya, Kota Palembang, Provinsi Sumatera Selatan, Indonesia.

Correspondence
[1*] Politeknik Negeri Sriwijaya, Kota Palembang, Provinsi Sumatera Selatan, Indonesia.

Email: andri.suyadi@gmail.com.

Funding Information
Politeknik Negeri Sriwijaya.

Article History
Received: 3 Oct 2026.
Revised: 12 Oct 2026.
Accepted: 30 Oct 2026.
Available online: 1 November 2026.
Published: 1 December 2026.

Abstract
Limited water availability during the dry season and reliance on diesel-powered pumps remain major obstacles to rice field irrigation in Ulak Depati Village, as diesel pumps require high operating costs and inefficient manual operation. This community engagement activity aims to design and implement an Arduino-based, solar-powered automatic water pump system that operates according to soil moisture conditions, as well as to improve the partner farmer group's knowledge and skills in operating and maintaining the system. The system consists of solar panels, a solar charge controller (SCC), a battery, an Arduino Uno, a soil moisture sensor, a relay module, a solid-state relay (SSR), and a DC water pump. The implementation stages included socialization, field surveys, system design and assembly, field installation and testing, and training and mentoring for the farmer group. The results showed that the Arduino Uno successfully processed sensor data to control the pump automatically, turning the pump on when the sensor value exceeded 450 and stopping it at values of 450 or below. Field testing delivered 2,513.60 liters of water with a water level of 4.7 cm over 246 minutes, while the training evaluation involving 15 participants achieved an average satisfaction rate of 93%. These findings indicate that the program effectively supports automatic solar-powered rice field irrigation and enhances the farmers' capacity to manage appropriate technology independently.

Keywords
Automatic Water Pump; PV System; Control System; Arduino; Irrigation.

Abstrak
Keterbatasan ketersediaan air pada musim kemarau dan ketergantungan pada pompa berbahan bakar diesel menjadi kendala dalam pengairan sawah di Desa Ulak Depati karena memerlukan biaya operasional yang tinggi serta pengoperasian manual yang kurang efisien. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan sistem pompa air otomatis bertenaga surya berbasis Arduino yang bekerja berdasarkan kondisi kelembapan tanah, sekaligus meningkatkan pengetahuan dan keterampilan kelompok tani mitra dalam pengoperasian dan perawatan sistem. Sistem ini terdiri atas panel surya, solar charge controller (SCC), baterai, Arduino Uno, sensor kelembapan tanah, modul relay, solid-state relay (SSR), dan pompa air DC. Tahapan kegiatan meliputi sosialisasi, survei lapangan, perancangan dan perakitan sistem, instalasi dan pengujian di lahan persawahan, serta pelatihan dan pendampingan kepada kelompok tani. Hasil pengujian menunjukkan bahwa Arduino Uno mampu mengolah data sensor dan mengendalikan pompa secara otomatis, yaitu menyalakan pompa saat nilai sensor melebihi 450 dan menghentikannya pada nilai 450 atau kurang. Pengujian lapangan menghasilkan volume air sebesar 2.513,60 liter dengan ketinggian air 4,7 cm selama 246 menit, sedangkan evaluasi pelatihan terhadap 15 peserta menunjukkan rata-rata tingkat kepuasan sebesar 93%. Hasil tersebut membuktikan bahwa kegiatan ini mampu mendukung pengairan sawah otomatis menggunakan energi surya sekaligus meningkatkan kemandirian mitra dalam mengelola teknologi tepat guna.

Kata Kunci
Pompa Air Otomatis; Sistem PLTS; Sistem Kontrol; Arduino; Irigasi.

1 | PENDAHULUAN

Desa Ulak Depati di Kabupaten Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan, merupakan wilayah agraris yang sebagian besar masyarakatnya menggantungkan mata pencaharian pada sektor pertanian, khususnya budi daya padi sawah. Dalam kegiatan usaha tani tersebut, ketersediaan dan keteraturan pasokan air irigasi menjadi faktor penentu bagi pertumbuhan tanaman serta keberlanjutan hasil panen. Akan tetapi, pada musim kemarau ketersediaan air permukaan mengalami penurunan debit yang cukup signifikan, sehingga lahan persawahan rentan mengalami kekeringan apabila hanya mengandalkan pengairan alami. Kondisi ini mendorong kelompok tani setempat menggunakan pompa air berbahan bakar diesel sebagai solusi alternatif untuk mengalirkan air dari sumber air ke petak-petak sawah. Meskipun mampu membantu pemenuhan kebutuhan air sementara, penggunaan pompa diesel dalam jangka panjang menimbulkan beban ekonomi bagi petani akibat tingginya biaya pembelian bahan bakar solar dan biaya perawatan mesin secara berkala, serta meningkatkan ketergantungan terhadap ketersediaan bahan bakar fosil (Rahman *et al*., 2021). Selain kendala biaya bahan bakar, pengelolaan irigasi oleh kelompok tani di Desa Ulak Depati masih dilakukan secara konvensional dengan mengoperasikan pompa secara manual. Pengoperasian manual tersebut mengharuskan petani berada di lokasi lahan untuk menyalakan, mengawasi ketinggian genangan air, dan mematikan mesin pompa secara langsung. Pola kerja ini tidak hanya menyita waktu dan tenaga petani, tetapi juga berisiko menimbulkan ketidakefisienan distribusi air, baik berupa pemborosan air akibat keterlambatan mematikan pompa maupun kekurangan pasokan air ketika lahan mengering tanpa terpantau. Permasalahan ini semakin kompleks karena kelompok tani belum memiliki data teknis yang memadai mengenai kebutuhan daya pompa dan volume air irigasi yang sesuai dengan karakteristik lahan mereka, sehingga upaya beralih ke sistem pemompaan yang lebih hemat energi belum dapat direncanakan secara mandiri oleh masyarakat.

Untuk menjawab permasalahan di lokasi mitra tersebut, pemanfaatan energi matahari melalui sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) yang dipadukan dengan sistem kendali otomatis menjadi solusi teknologi tepat guna yang relevan untuk diterapkan. Wilayah Sumatera Selatan memiliki potensi intensitas penyinaran matahari yang memadai sepanjang tahun sehingga mendukung pengoperasian pompa air tenaga surya sebagai pengganti pompa diesel di kawasan perdesaan. Pemanfaatan energi surya untuk irigasi pertanian ini juga sejalan dengan agenda strategis global dan kebijakan Pemerintah Indonesia dalam mempercepat transisi menuju penggunaan energi baru dan terbarukan yang ramah lingkungan pada sektor produktif (International Energy Agency, 2023; Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2022). Dengan mengintegrasikan sumber energi surya dan pengendalian pompa otomatis berbasis sensor kelembapan tanah, proses pengairan sawah dapat berlangsung secara mandiri mengikuti kondisi aktual lahan tanpa memerlukan pengawasan terus-menerus maupun biaya bahan bakar harian. Berdasarkan analisis situasi dan permasalahan mitra tersebut, kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan sistem pompa air tenaga surya otomatis berbasis mikrokontroler Arduino Uno yang disesuaikan dengan kebutuhan riil kelompok tani di Desa Ulak Depati. Di samping menghadirkan perangkat teknologi di lapangan, program ini bertujuan meningkatkan pengetahuan, pemahaman, dan keterampilan teknis kelompok tani mitra melalui sosialisasi, pelatihan, serta pendampingan langsung mengenai cara pengoperasian dan perawatan dasar sistem. Penerapan teknologi tepat guna ini diharapkan mampu mendukung kemandirian energi masyarakat desa, menekan biaya operasional pengairan sawah secara berkelanjutan, serta menjadi proyek percontohan (*pilot project*) yang dapat direplikasi pada wilayah pertanian lain dengan permasalahan irigasi serupa (Putra *et al*., 2023).

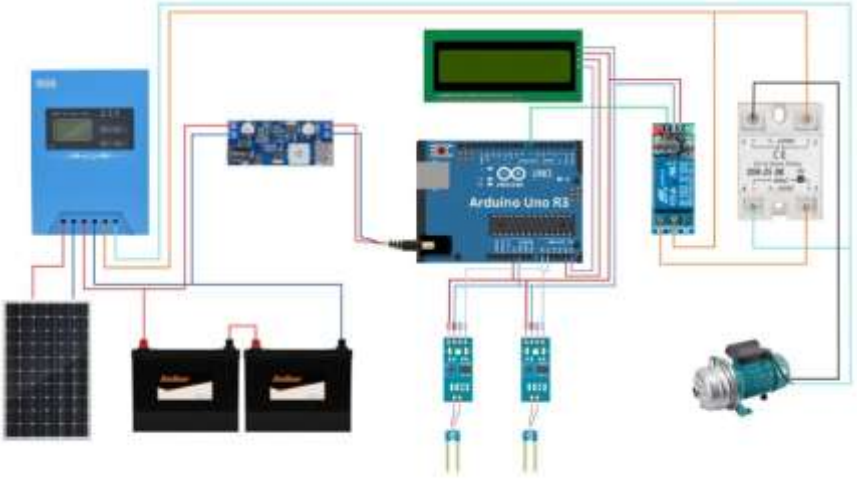
2 | LANDASAN TEORI

Sistem pompa air tenaga surya (*solar photovoltaic water pumping system*) merupakan teknologi pemompaan air yang memanfaatkan energi radiasi matahari sebagai sumber daya utama pengganti bahan bakar fosil maupun jaringan listrik konvensional, sehingga sangat sesuai diterapkan pada lahan pertanian di wilayah perdesaan (Meah *et al*., 2008; Perea-Moreno *et al*., 2018). Secara teknis, panel surya (*photovoltaic*) mengonversi energi cahaya matahari menjadi energi listrik arus searah (*direct current* atau DC) yang selanjutnya diatur oleh *solar charge controller* (SCC) untuk menjaga kestabilan tegangan dan arus pengisian ke dalam baterai, sekaligus melindungi baterai dari risiko kelebihan pengisian (*overcharging*) maupun pengosongan berlebih. Baterai berfungsi sebagai penyimpan cadangan energi listrik agar suplai daya menuju pompa air DC tetap stabil meskipun intensitas penyinaran matahari berfluktuasi. Agar sistem dapat bekerja secara andal pada beban pemompaan yang bervariasi, kapasitas panel surya, SCC, baterai, dan pompa air harus dirancang secara proporsional berdasarkan kebutuhan debit air dan daya pemompaan di lapangan (Kumar & Singh, 2022; Zhang *et al*., 2022). Sejalan dengan pemanfaatan energi terbarukan tersebut, konsep pertanian presisi (*precision agriculture*) dalam pengelolaan pengairan modern menekankan pengaturan distribusi air yang disesuaikan secara akurat dengan kebutuhan aktual lahan guna mencegah pemborosan sumber daya air (Kamienski *et al*., 2019; Zhang *et al*., 2002). Perkembangan teknologi otomasi dan *Internet of Things* (IoT) mendukung penerapan sistem irigasi cerdas (*smart irrigation system*) yang mengintegrasikan perangkat sensor lingkungan dengan unit pemroses data untuk memantau kondisi tanah secara waktu

nyata (*real-time*) serta mengaktifkan pengairan secara otomatis (Ayaz *et al*., 2019; García *et al*., 2020; Jawad *et al*., 2017). Pada skala teknologi tepat guna, sistem kendali irigasi otomatis ini dapat dibangun menggunakan mikrokontroler Arduino Uno yang memiliki keunggulan berupa fleksibilitas pemrograman, biaya implementasi yang terjangkau, dan kemudahan pemeliharaan (Dewi *et al*., 2024; Pratama *et al*., 2021). Dalam pengoperasiannya, sensor kelembapan tanah (*soil moisture sensor*) mendeteksi kadar air di dalam tanah dan mengirimkan sinyal keluarannya ke pin input Arduino Uno untuk dibandingkan terhadap nilai ambang batas (*threshold* atau *setpoint*) yang telah diprogram. Ketika nilai pembacaan sensor melampaui batas ambang yang menunjukkan kondisi tanah kering (bernilai lebih dari 450), Arduino Uno mengirimkan sinyal logika untuk mengaktifkan modul *relay* dan *solid-state relay* (SSR) sehingga rangkaian daya terhubung dan pompa air DC menyala mengalirkan air ke sawah, lalu secara otomatis memutus sinyal pada *relay* dan SSR untuk menghentikan pompa ketika air telah menggenangi lahan dan nilai sensor turun mencapai 450 atau kurang.

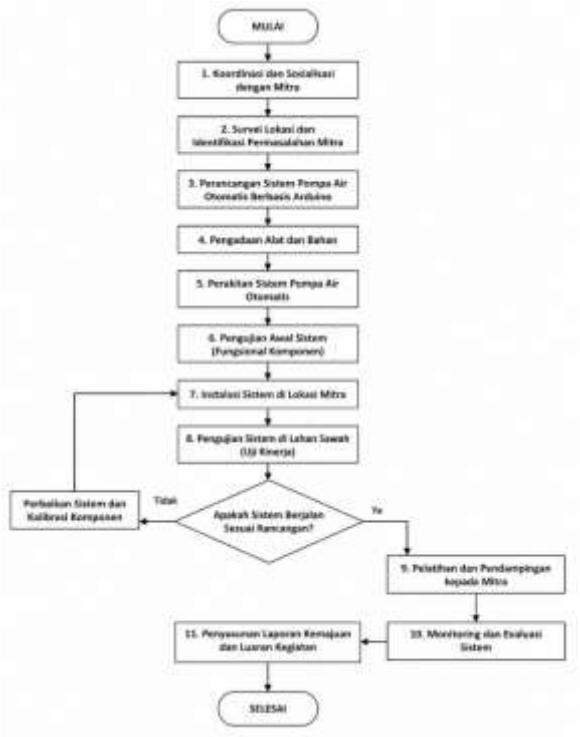
3 | METODE

Pelaksanaan kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) di Desa Ulak Depati menggunakan pendekatan partisipatif dengan melibatkan kelompok tani mitra secara aktif pada setiap tahapan program. Kegiatan diawali dengan koordinasi dan sosialisasi bersama mitra untuk mengidentifikasi permasalahan pengairan sawah serta menyepakati solusi teknologi yang sesuai dengan kebutuhan petani. Tahap selanjutnya adalah pelaksanaan survei lapangan guna memetakan kondisi lahan persawahan, ketersediaan sumber air, kebutuhan debit irigasi, titik penempatan panel surya dan rumah pompa, serta jalur instalasi perpipaan. Dalam tahapan ini, kelompok tani berpartisipasi dengan menyediakan lokasi kegiatan, memberikan informasi teknis mengenai karakteristik lahan dan pola pengairan, serta mendukung persiapan pemasangan instalasi di lapangan. Berdasarkan data hasil survei lapangan, tim melaksanakan perancangan dan perakitan sistem pompa air otomatis bertenaga surya sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1. Perangkat keras sistem ini terdiri atas panel surya, *solar charge controller* (SCC), baterai, mikrokontroler Arduino Uno sebagai pusat kendali, sensor kelembapan tanah (*soil moisture sensor*), modul *relay*, *solid-state relay* (SSR), dan pompa air DC. Setelah proses perakitan selesai, dilakukan pengujian fungsional pada skala awal untuk memastikan setiap komponen dan logika pemrograman bekerja sesuai rancangan, yaitu mengaktifkan pompa saat nilai pembacaan sensor melampaui ambang batas kering (lebih dari 450) dan menghentikannya saat kelembapan tanah telah tercukupi (450 atau kurang). Sistem yang telah teruji kemudian dipasang pada lahan persawahan mitra dan diuji coba secara langsung untuk mengukur kinerja pengairan di lapangan.



Gambar 1. Perancangan Sistem Pompa Air Tenaga Surya Otomatis

Setelah sistem terpasang dan diuji coba di lahan persawahan, kegiatan dilanjutkan dengan pelatihan dan pendampingan teknis kepada kelompok tani mengenai prinsip kerja alat, prosedur pengoperasian, perawatan berkala, serta penanganan gangguan sederhana. Evaluasi program dilakukan melalui dua pendekatan, yaitu observasi teknis terhadap akurasi sensor kelembapan tanah, respons kendali Arduino Uno, dan kestabilan suplai energi surya, serta evaluasi partisipatif melalui wawancara, diskusi, dan penyebaran kuesioner berskala Likert (1–5) kepada 15 peserta kelompok tani untuk mengukur tingkat pemahaman, kepuasan, dan kebermanfaatan teknologi. Seluruh rangkaian tahapan pelaksanaan kegiatan dari tahap persiapan hingga evaluasi akhir diuraikan secara sistematis pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Pelaksanaan Kegiatan

Sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2, alur pelaksanaan kegiatan dimulai dari koordinasi awal bersama mitra, survei lapangan, dan identifikasi permasalahan irigasi sebagai dasar perancangan serta perakitan sistem pompa air otomatis berbasis Arduino Uno. Tahap berikutnya mencakup pengujian awal di tingkat perakitan hingga pemasangan dan pengujian langsung pada lahan persawahan mitra. Pada tahap pengujian ini diterapkan mekanisme kendali mutu, yaitu apabila ditemukan kendala teknis atau ketidaksesuaian pembacaan sensor, maka dilakukan perbaikan rangkaian serta kalibrasi ulang sebelum melangkah ke tahap selanjutnya. Setelah seluruh sistem dipastikan berfungsi secara stabil dan andal, kegiatan dilanjutkan dengan pelatihan serta pendampingan kepada kelompok tani, monitoring dan evaluasi menyeluruh untuk menyempurnakan kinerja sistem di lapangan, hingga diakhiri dengan penyusunan laporan akhir dan publikasi luaran kegiatan agar manfaat teknologi dapat terjaga secara berkelanjutan.

4 | HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

Pelaksanaan kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) di Desa Ulak Depati, Kabupaten Ogan Komering Ilir, telah direalisasikan secara bertahap sesuai dengan rencana kegiatan yang disajikan pada Tabel 1. Tahap awal berupa koordinasi dan sosialisasi bersama kelompok tani mitra berhasil mencapai kesepakatan mengenai lokasi penempatan alat serta jadwal pelaksanaan kegiatan. Selanjutnya, hasil survei lapangan menunjukkan bahwa kawasan persawahan mitra memiliki ketersediaan sumber air permukaan yang memadai serta area terbuka dengan potensi penyinaran matahari yang optimal, sehingga layak untuk instalasi pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) mandiri.

Tabel 1. Tahapan dan Capaian Kegiatan Pelaksanaan PkM

No.	Tahapan	Kegiatan	Luaran
1	Koordinasi dan sosialisasi	Penyampaian program dan identifikasi permasalahan mitra	Kesepakatan kegiatan
2	Survei lapangan	Identifikasi lahan, sumber air, kebutuhan irigasi, dan lokasi instalasi	Data kondisi lapangan
3	Perancangan dan perakitan	Perancangan dan perakitan sistem pompa otomatis	Sistem siap diuji
4	Instalasi dan pengujian	Pemasangan dan pengujian sistem	Sistem berfungsi
5	Pelatihan dan pendampingan	Pelatihan pengoperasian dan perawatan sistem	Peningkatan keterampilan mitra

6	Monitoring dan evaluasi	Pemantauan dan penyempurnaan sistem	Sistem optimal dan berkelanjutan

Berdasarkan data teknis hasil survei lapangan, tim merancang, merakit, dan memasang satu unit sistem pompa air tenaga surya otomatis di lahan persawahan mitra. Instalasi lapangan mencakup pemasangan struktur dudukan panel surya, rumah pompa, jalur perpipaan distribusi air, rangkaian kelistrikan *solar charge controller* (SCC) dan baterai, penempatan sensor kelembapan tanah pada area tanam, serta unit kendali berbasis mikrokontroler Arduino Uno yang terhubung dengan modul *relay*, *solid-state relay* (SSR), dan pompa air DC. Hasil pengujian fungsional di lapangan membuktikan bahwa seluruh komponen bekerja secara terintegrasi sesuai logika pemrograman. Sensor kelembapan tanah mampu mendeteksi perubahan kadar air tanah secara akurat, di mana ketika kondisi tanah kering (nilai pembacaan sensor melampaui 450), Arduino Uno mengaktifkan *relay* dan SSR sehingga pompa air DC menyala secara otomatis untuk mengairi sawah, kemudian berhenti secara otomatis ketika tanah telah basah atau tergenang (nilai pembacaan sensor mencapai 450 atau kurang). Setelah sistem terpasang dan berfungsi dengan baik, kegiatan dilanjutkan dengan pelatihan teknis serta praktik langsung bersama kelompok tani mengenai pengenalan fungsi tiap komponen, prosedur pengoperasian pompa otomatis, pemeriksaan kondisi panel surya dan baterai, serta penanganan gangguan sederhana. Selama rangkaian kegiatan berlangsung, kelompok tani mitra berpartisipasi secara aktif dengan menyediakan lahan persawahan, membantu pekerjaan fisik pemasangan instalasi dan perpipaan, memberikan informasi mengenai karakteristik lahan dan kebutuhan irigasi, serta terlibat langsung dalam uji coba dan evaluasi sistem. Hingga tahap pelaporan ini, capaian realisasi kegiatan utama telah mencapai sekitar 55% dari keseluruhan rangkaian program jangka panjang, dengan rincian status luaran sebagaimana dirangkum pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Capaian Luaran Kegiatan PkM

No.	Luaran	Target	Status
1	Sistem pompa air otomatis tenaga surya berbasis Arduino	1 Unit	Tercapai
2	Pelatihan kepada kelompok tani	1 Kegiatan	Tercapai
3	Pendampingan mitra	Berkelanjutan	Sedang Berjalan (55%)
4	Artikel ilmiah	1 Artikel	Dalam Proses
5	Laporan akhir PkM	1 Dokumen	Dalam Proses

Evaluasi tingkat keberhasilan pelatihan dan implementasi teknologi dilakukan melalui penyebaran kuesioner berskala Likert (1–5) kepada 15 peserta dari kelompok tani mitra di Desa Ulak Depati. Pengukuran ini mencakup delapan indikator penilaian yang meliputi aspek pemahaman materi dan komponen, kemudahan pengoperasian, kesesuaian teknologi dengan kebutuhan irigasi sawah, efisiensi air, kemampuan perawatan, potensi penghematan biaya operasional, serta kebermanfaatan pelatihan. Sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 3, hasil pengolahan data kuesioner memperlihatkan bahwa seluruh aspek penilaian memperoleh capaian persentase di atas 90%, dengan rata-rata tingkat kepuasan keseluruhan sebesar 93% (kategori *Sangat Puas*).

Tabel 3. Hasil Evaluasi Kepuasan Peserta terhadap Pelaksanaan Kegiatan PkM

No.	Aspek yang Dinilai	Persentase Kepuasan
1	Pemahaman peserta terhadap materi sistem pompa air otomatis berbasis Arduino	94%
2	Pemahaman peserta terhadap komponen sistem (panel surya, Arduino, sensor, *relay*, dan pompa)	92%
3	Kemudahan peserta dalam mengikuti demonstrasi dan pengoperasian sistem	93%
4	Kesesuaian teknologi pompa air tenaga surya dengan kebutuhan irigasi sawah	95%
5	Manfaat sistem dalam meningkatkan efisiensi penggunaan air pertanian	94%
6	Kemampuan peserta dalam melakukan perawatan sederhana sistem	90%
7	Potensi teknologi dalam mengurangi biaya operasional penyiraman sawah	93%
8	Kebermanfaatan kegiatan pelatihan bagi kelompok tani	95%
Tingkat Kepuasan	Sangat Puas	93%

Data pada Tabel 3 menunjukkan bahwa skor kepuasan tertinggi terdapat pada aspek kesesuaian teknologi pompa air tenaga surya dengan kebutuhan irigasi sawah (95%) serta kebermanfaatan kegiatan pelatihan bagi kelompok tani (95%), diikuti oleh pemahaman peserta terhadap materi sistem pompa otomatis (94%) dan manfaat peningkatan efisiensi penggunaan air pertanian (94%). Sementara itu, aspek kemudahan pengoperasian dan potensi pengurangan biaya operasional masing-masing memperoleh capaian 93%, pemahaman fungsi komponen mencapai 92%, serta kemampuan

melakukan perawatan sederhana memperoleh skor 90%.

4.2 Pembahasan

Keberhasilan implementasi sistem pompa air tenaga surya otomatis di Desa Ulak Depati membuktikan bahwa integrasi antara pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) dan sistem kendali berbasis mikrokontroler Arduino Uno mampu menjadi solusi teknologi tepat guna bagi pengairan lahan persawahan di wilayah perdesaan. Suplai energi listrik arus searah (DC) dari panel surya yang distabilkan oleh *solar charge controller* (SCC) dan disimpan di dalam baterai terbukti mampu menggerakkan pompa air DC secara konsisten tanpa ketergantungan pada jaringan listrik maupun bahan bakar minyak. Temuan ini sejalan dengan hasil kajian Meah *et al*. (2008), Perea-Moreno *et al*. (2018), serta Kumar dan Singh (2022) yang menyatakan bahwa sistem pemompaan air fotovoltaik sangat efektif diimplementasikan pada kawasan pertanian perdesaan yang memiliki potensi radiasi matahari memadai. Dari sisi otomasi pengairan, mekanisme pengendalian pompa menggunakan sensor kelembapan tanah yang diolah oleh Arduino Uno melalui sakelar modul *relay* dan *solid-state relay* (SSR) berhasil menggantikan cara kerja manual yang selama ini membebani petani. Penetapan nilai ambang batas (*threshold*) pembacaan sensor pada angka 450 memungkinkan pompa bekerja secara responsif hanya ketika tanah mengalami kekeringan dan berhenti secara presisi saat kebutuhan air lahan telah terpenuhi. Kinerja ini mendukung konsep pertanian presisi (*precision agriculture*) dan irigasi cerdas (*smart irrigation*), di mana pemberian air diatur berdasarkan parameter aktual tanah secara waktu nyata sehingga mencegah pemborosan sumber daya air (Ayaz *et al*., 2019; García *et al*., 2020; Kamienski *et al*., 2019). Hasil pengujian lapangan ini juga memperkuat temuan Dewi *et al*. (2024) dan Pratama *et al*. (2021) bahwa penggunaan mikrokontroler Arduino Uno dengan sensor kelembapan tanah sangat andal dan ekonomis untuk diterapkan pada otomasi irigasi skala kelompok tani.

Tingginya rata-rata tingkat kepuasan peserta yang mencapai 93% (Tabel 3) mengindikasikan bahwa inovasi teknologi yang diterapkan memiliki tingkat penerimaan (*technology acceptance*) yang sangat baik di kalangan kelompok tani Desa Ulak Depati. Capaian tertinggi sebesar 95% pada indikator kesesuaian teknologi dan kebermanfaatan pelatihan menunjukkan bahwa sistem yang dirancang benar-benar menjawab permasalahan utama petani, khususnya dalam mengatasi kesulitan pengairan pada musim kemarau. Selain itu, penilaian sebesar 93% pada aspek potensi pengurangan biaya operasional menegaskan bahwa peralihan dari pompa berbahan bakar diesel ke pompa bertenaga surya memberikan dampak ekonomi langsung berupa penghematan biaya pembelian solar dan pemeliharaan mesin konvensional (Rahman *et al*., 2021). Meskipun rata-rata kepuasan berada pada kategori sangat puas, indikator kemampuan peserta dalam melakukan perawatan sederhana sistem memiliki nilai paling rendah di antara indikator lainnya, yaitu sebesar 90%. Hal ini wajar terjadi mengingat perangkat elektronik berbasis mikrokontroler, sensor kelembapan tanah, dan instalasi kelistrikan PLTS merupakan teknologi baru bagi sebagian besar petani di Desa Ulak Depati. Temuan ini menunjukkan bahwa penguasaan aspek pemeliharaan teknis dan penanganan gangguan (*troubleshooting*) memerlukan pembiasaan praktik secara berulang melalui pendampingan berkelanjutan pascapelatihan, sebagaimana ditekankan oleh Putra *et al*. (2023) dalam program pemberdayaan masyarakat berbasis teknologi energi terbarukan di perdesaan.

Selama proses implementasi di lapangan, tim menghadapi beberapa kendala teknis dan nonteknis. Kendala teknis meliputi perlunya kalibrasi berulang pada sensor kelembapan tanah agar sesuai dengan karakteristik tekstur tanah sawah setempat, serta penyesuaian sudut kemiringan dan arah hadap panel surya untuk memperoleh intensitas penyinaran matahari yang paling optimal. Sementara itu, kendala nonteknis berkaitan dengan penyesuaian jadwal kegiatan bersama aktivitas bertani masyarakat serta fluktuasi kondisi cuaca di lokasi yang memengaruhi waktu pemasangan dan pengujian alat. Seluruh kendala tersebut berhasil diatasi melalui koordinasi intensif bersama pengurus kelompok tani, penyesuaian parameter pemrograman pada Arduino Uno, pengaturan ulang jadwal kerja lapangan, serta pelibatan aktif petani dalam setiap tahapan instalasi. Untuk menjamin keberlanjutan pemanfaatan sistem dalam jangka panjang sekaligus menuntaskan sisa tahapan program hingga 100%, ditetapkan langkah tindak lanjut yang terstruktur bersama mitra. Pertama, pelaksanaan monitoring dan evaluasi teknis secara berkala untuk memantau kestabilan kinerja panel surya, kesehatan baterai, akurasi sensor kelembapan tanah, serta keandalan Arduino Uno, *relay*, SSR, dan pompa air DC selama siklus tanam berlangsung. Kedua, pelaksanaan penyempurnaan sistem (*system refinement*) apabila ditemukan pergeseran pembacaan sensor di lapangan melalui kalibrasi ulang maupun optimalisasi instalasi kelistrikan. Ketiga, penguatan pendampingan lanjutan kepada kelompok tani guna meningkatkan kemandirian mitra dalam melakukan pemeriksaan rutin dan perawatan sederhana (merespons skor indikator perawatan 90% pada Tabel 3), serta penyelesaian seluruh luaran publikasi ilmiah dan laporan akhir kegiatan kepada Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (P3M). Melalui tahapan keberlanjutan tersebut, sistem pompa air tenaga surya otomatis ini diharapkan mampu beroperasi secara optimal dalam mendukung efisiensi irigasi, kemandirian energi, dan peningkatan produktivitas pertanian di Desa Ulak Depati.

5 | KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Berdasarkan rangkaian kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) yang telah dilaksanakan di Desa Ulak Depati, Kabupaten Ogan Komering Ilir, dapat disimpulkan bahwa perancangan dan implementasi sistem pompa air tenaga surya otomatis berbasis mikrokontroler Arduino Uno telah berjalan dengan baik sesuai tahapan yang direncanakan, meliputi sosialisasi, survei lapangan, perakitan, instalasi, pengujian kinerja, hingga pelatihan bersama kelompok tani mitra, dengan tingkat realisasi keseluruhan program saat ini mencapai 55%. Hasil pengujian lapangan membuktikan bahwa sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) dan perangkat kendali otomatis menggunakan sensor kelembapan tanah, modul *relay*, serta *solid-state relay* (SSR) mampu mengoperasikan pompa air DC secara mandiri dan responsif, yaitu menyalakan pompa saat kondisi tanah kering (nilai pembacaan sensor lebih dari 450) dan menghentikannya ketika kebutuhan air sawah telah terpenuhi (450 atau kurang). Selain itu, kegiatan pelatihan dan pendampingan teknis berhasil meningkatkan pemahaman serta keterampilan kelompok tani dalam mengoperasikan dan merawat sistem secara mendasar, yang tercermin dari rata-rata tingkat kepuasan peserta sebesar 93% (kategori *Sangat Puas*). Penerapan teknologi tepat guna ini terbukti efektif dalam meningkatkan efisiensi pengairan sawah, menekan biaya operasional bahan bakar, serta mendukung kemandirian energi terbarukan pada sektor pertanian perdesaan. Untuk menjaga keandalan sistem dan keberlanjutan manfaat program dalam jangka panjang, direkomendasikan pelaksanaan monitoring dan evaluasi teknis secara berkala terhadap kinerja panel surya, baterai, akurasi kalibrasi sensor kelembapan tanah, serta sistem kendali pompa selama masa tanam berlangsung. Pendampingan lanjutan juga perlu terus diperkuat agar kelompok tani semakin terampil dan mandiri dalam melakukan perawatan rutin serta penanganan gangguan sederhana di lapangan. Pada pengembangan selanjutnya, sistem pompa air tenaga surya otomatis ini direkomendasikan untuk diintegrasikan dengan teknologi *Internet of Things* (IoT) sehingga status operasional pompa, kapasitas baterai, dan tingkat kelembapan tanah dapat dipantau serta dikendalikan secara jarak jauh melalui perangkat pintar. Di samping itu, model program pengabdian ini diharapkan dapat direplikasi pada wilayah pertanian lain yang menghadapi permasalahan irigasi serupa guna memperluas pemanfaatan energi bersih dan mendukung produktivitas pertanian secara berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (P3M) Politeknik Negeri Sriwijaya atas dukungan dan fasilitas dalam pelaksanaan kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat ini. Apresiasi juga disampaikan atas bantuan pendanaan yang diberikan melalui skema Pengabdian kepada Masyarakat sesuai dengan Nomor Kontrak: DIPA Polsri Nomor Kontrak: 6800/PL6.2.1/PG/2026.

REFERENSI

Ayaz, M., Ammad-Uddin, M., Sharif, Z., Mansour, A., & Aggoune, E.-H. M. (2019). Internet-of-Things (IoT)-based smart agriculture: Toward making the fields talk. *IEEE Access*, *7*, 129551–129583. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2932609

Chandel, S. S., Nagaraju Naik, M., & Chandel, R. (2015). Review of solar photovoltaic water pumping system technology for irrigation and community drinking water supplies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *49*, 1084–1099. https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.04.083

Closas, A., & Rap, E. (2017). Solar-based groundwater pumping for irrigation: Sustainability, policies, and limitations. *Energy Policy*, *104*, 33–37. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.01.035

Dewi, I. R., Ramadhan, F., & Ayumi, M. A. (2024). Sistem monitoring dan penyiraman otomatis berbasis sensor kelembapan tanah. *INFOTECH Journal*, *10*(1), 19–27. https://doi.org/10.31949/infotech.v10i1.8324

García, L., Parra, L., Jimenez, J. M., Lloret, J., & Lorenz, P. (2020). IoT-based smart irrigation systems: An overview on the recent trends on sensors and IoT systems for irrigation in precision agriculture. *Sensors*, *20*(4), 1042. https://doi.org/10.3390/s20041042

International Energy Agency. (2023). *Renewables 2023: Analysis and forecast to 2028*. International Energy Agency.

Jawad, M. S., Nordin, R., Gharghan, S. K., Jawad, A. M., & Ismail, M. (2017). Energy-efficient wireless sensor network for precision agriculture: A review. *Sensors*, *17*(8), 1781. https://doi.org/10.3390/s17081781

Kamienski, C., Soininen, J.-P., Taumberger, M., Dantas, R., Toscano, A., Salmon Cinotti, T., Filev Maia, R., & Neto, A. T. (2019). Smart water management platform: IoT-based precision irrigation system. *Sensors*, *19*(2), 276. https://doi.org/10.3390/s19020276

Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2022). *Statistik energi baru terbarukan Indonesia*. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia.

Kumar, M., & Singh, A. (2022). Solar powered water pumping system for irrigation: A review. *Renewable Energy*, *180*, 125–135.

Meah, K., Fletcher, S., & Ula, S. (2008). Solar photovoltaic water pumping for remote locations. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *12*(2), 472–487. https://doi.org/10.1016/j.rser.2006.10.008

Perea-Moreno, A.-J., Manzano-Agugliaro, F., & Hernandez-Escobedo, Q. (2018). Sustainable energy based on solar power for agricultural applications. *Energies*, *11*(7), 1858. https://doi.org/10.3390/en11071858

Rana, J., Kamruzzaman, M., Oliver, M. H., & Akhi, K. (2021). Financial and factors demand analysis of solar powered irrigation system in Boro rice production: A case study in Meherpur district of Bangladesh. *Renewable Energy*, *167*, 433–439. https://doi.org/10.1016/j.renene.2020.11.100

Taneja, K., & Bhatia, S. (2017). Automatic irrigation system using Arduino Uno. *2017 International Conference on Intelligent Computing and Control Systems (ICICCS)*, 132–135. https://doi.org/10.1109/ICCONS.2017.8250693

Zhang, N., Wang, M., & Wang, N. (2002). Precision agriculture—A worldwide overview. *Computers and Electronics in Agriculture*, *36*(2–3), 113–132. https://doi.org/10.1016/S0168-1699(02)00096-0