AJAD
JURNAL PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
DOI: 10.59431/ajad.v6i3.1047.
E-ISSN: 2797-2356 | P-ISSN: 2797-2364
COMMUNITY ENGAGEMENT ARTICLE

# Penerapan Teknologi Pompa Air Otomatis Tenaga Surya Berbasis Arduino sebagai Solusi Irigasi Lahan Persawahan di Desa Ulak Depati

Mohammad Noer [1*], Sudirman Yahya [2], Pertiwi Nurul Utami [3], M. Bagus Ramadhani [4]

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

**Correspondence**
[1*] Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang.

Email: mnjphiliang@gmail.com.

**Funding Information**
Politeknik Negeri Sriwijaya.

**Article History**
Received: 7 Oct 2026.
Revised: 12 Oct 2026.
Accepted: 23 Oct 2026.
Available online: 1 November 2026.
Published: 1 December 2026.

## Abstract
This community service program aims to implement an Arduino-based solar-powered automatic water pump for rice field irrigation in Ulak Depati Village to improve watering efficiency and reduce dependence on fossil fuels. Using a participatory approach, partners were actively involved in socialization, system design, control panel assembly, field installation of solar panels, a Solar Charge Controller, a battery, a water pump, and a soil moisture sensor, as well as training, mentoring, and evaluation. Following field adjustments to solar panel positioning and sensor calibration, testing confirmed that the sensor accurately detected soil moisture and transmitted data to the Arduino to automatically control the water pump based on a predetermined threshold. Questionnaire evaluation results indicated high community acceptance, averaging 93.6% in the very good category across technology comprehension, ease of operation, suitability to local needs, irrigation benefits, and participant satisfaction. An operational guide was also provided to support independent and sustainable system operation and maintenance by the community.

## Keywords
Automatic Water Pump; Solar Energy; Arduino; Rice Field Irrigation; Soil Moisture Sensor.

## Abstrak
Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan menerapkan teknologi pompa air otomatis bertenaga surya berbasis Arduino sebagai solusi irigasi persawahan di Desa Ulak Depati guna meningkatkan efisiensi pengairan dan mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil. Pelaksanaan kegiatan menggunakan pendekatan partisipatif yang melibatkan mitra mulai dari sosialisasi, perancangan sistem, perakitan panel kontrol, instalasi panel surya, Solar Charge Controller, baterai, pompa air, dan sensor kelembapan tanah, hingga pelatihan, pendampingan, serta evaluasi. Setelah penyesuaian posisi panel surya dan kalibrasi sensor di lapangan, hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor mampu mendeteksi kondisi tanah dan mengirimkan data ke Arduino untuk mengendalikan pompa air secara otomatis berdasarkan nilai ambang yang ditentukan. Evaluasi melalui kuesioner menunjukkan penerimaan masyarakat yang sangat positif dengan rata-rata penilaian kategori sangat baik sebesar 93,6% pada aspek pemahaman, kemudahan pengoperasian, kesesuaian kebutuhan, manfaat sistem, dan kepuasan peserta. Penyerahan panduan operasional turut dilakukan untuk mendukung pemanfaatan dan pemeliharaan teknologi secara mandiri serta berkelanjutan oleh masyarakat.

## Kata Kunci
Pompa Air Otomatis; Tenaga Surya; Arduino; Irigasi Persawahan; Sensor Kelembapan Tanah.

# 1 | PENDAHULUAN

Desa Ulak Depati, Kabupaten Ogan Komering Ilir, merupakan wilayah yang memiliki potensi pertanian dengan sektor persawahan sebagai salah satu sumber penghidupan utama masyarakat. Kegiatan pertanian tersebut sangat bergantung pada ketersediaan air yang memadai untuk mendukung fase pertumbuhan tanaman padi dan menjaga produktivitas lahan. Namun, pada musim kemarau, pasokan air dari sungai maupun saluran irigasi mengalami penurunan drastis sehingga menghambat proses pengairan dan meningkatkan risiko kekeringan pada petak persawahan. Kondisi ini menunjukkan bahwa sistem irigasi yang efektif dan berkelanjutan menjadi faktor penting dalam menjaga keberlangsungan sektor pertanian (Navarro-Hellín *et al*., 2016). Untuk memenuhi kebutuhan pengairan, petani di Desa Ulak Depati selama ini masih mengandalkan pompa air berbahan bakar solar guna mengalirkan air dari sumbernya menuju lahan persawahan. Meskipun mudah digunakan, pengoperasian pompa berbahan bakar fosil tersebut memiliki sejumlah keterbatasan, seperti biaya pembelian bahan bakar yang tinggi, ketergantungan terhadap pasokan solar, kebutuhan pemeliharaan mesin secara berkala, serta keharusan bagi petani untuk mengawasi dan menyalakan pompa secara manual di lapangan. Penggunaan mesin diesel dalam kegiatan irigasi juga meningkatkan konsumsi energi fosil sehingga diperlukan inovasi sistem pengairan yang lebih hemat energi, ramah lingkungan, dan mampu mengoptimalkan efisiensi penggunaan sumber daya. Salah satu alternatif teknologi yang dapat diterapkan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah sistem pompa air berbasis energi surya. Energi surya memiliki potensi besar sebagai sumber energi terbarukan dalam sistem pemompaan air karena tersedia secara melimpah di wilayah tropis dan dapat diaplikasikan secara mandiri di area persawahan yang jauh dari jaringan listrik konvensional. Sistem pompa air arus searah (*direct current*/DC) bertenaga surya telah banyak dikembangkan untuk kebutuhan irigasi pertanian karena mampu menyediakan suplai energi secara berkelanjutan serta menekan biaya operasional petani dalam jangka panjang (Kumar & Singh, 2022; Kusuma *et al*., 2020; Meah *et al*., 2008). Melalui dukungan komponen penyimpanan energi berupa baterai dan pengatur pengisian daya (*Solar Charge Controller*), energi listrik yang dihasilkan oleh panel fotovoltaik pada siang hari dapat disimpan dan disalurkan secara stabil untuk menggerakkan pompa air. Pemanfaatan teknologi fotovoltaik ini sekaligus menjadi pendekatan strategis dalam mendukung transisi menuju sistem energi pertanian yang bersih dan berkelanjutan (El Chaar *et al*., 2011; Perea-Moreno *et al*., 2018).

Di samping pemanfaatan energi terbarukan, pengembangan sistem pompa tenaga surya perlu diintegrasikan dengan teknologi otomasi agar penyaluran air berlangsung lebih terukur sesuai kebutuhan tanaman. Pengairan konvensional yang masih dioperasikan berdasarkan perkiraan manual berisiko menyebabkan ketidaktepatan volume air yang disalurkan, baik berupa kekurangan pasokan air maupun kelebihan pengairan yang memboroskan daya pompa. Melalui pemanfaatan sensor kelembapan tanah dan mikrokontroler, tingkat kebasahan tanah dapat dipantau secara langsung sebagai dasar untuk mengaktifkan atau menghentikan kerja pompa secara otomatis berdasarkan parameter yang telah ditentukan. Pendekatan ini merupakan bagian dari penerapan pertanian presisi (*precision agriculture*) yang mengintegrasikan sistem kendali otomatis untuk meningkatkan efisiensi sumber daya (Jawad *et al*., 2017; Zhang & Kovacs, 2012), sekaligus sejalan dengan perkembangan sistem irigasi cerdas (*smart irrigation system*) dan *Internet of Things* (IoT) dalam memantau kondisi lingkungan pertanian secara *real-time* (Ayaz *et al*., 2019; García *et al*., 2020; Kumar *et al*., 2014). Penerapan manajemen pengairan terotomasi tersebut terbukti mampu membantu petani dalam mengoptimalkan distribusi air, mengurangi beban kerja pemantauan lahan, serta menjaga keberlanjutan pengelolaan irigasi (Kamienski *et al*., 2019). Dalam perancangan sistem otomasi irigasi di tingkat lapangan, mikrokontroler Arduino menjadi salah satu pengendali yang banyak digunakan karena bersifat fleksibel, mudah diprogram, dan kompatibel dengan berbagai jenis sensor maupun aktuator elektronik. Pada sistem irigasi otomatis, Arduino berfungsi membaca sinyal dari sensor kelembapan tanah kemudian menginstruksikan rangkaian saklar elektronik (*relay*) untuk menghidupkan pompa air ketika tanah mengering dan mematikannya secara otomatis saat kelembapan tanah telah mencapai nilai ambang yang ditetapkan. Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa sistem penyiraman otomatis berbasis Arduino dapat meningkatkan efisiensi penggunaan air melalui pengendalian pompa yang responsif terhadap kondisi aktual lahan (Dewi *et al*., 2024; Pratama *et al*., 2021), sekaligus meningkatkan keandalan dan keamanan operasi perangkat melalui mekanisme kendali elektronik yang teratur (Soedjarwanto *et al*., 2023).

Berdasarkan permasalahan mitra dan potensi teknologi tersebut, diperlukan penerapan pompa air otomatis bertenaga surya berbasis Arduino yang sesuai dengan kondisi lahan dan kebutuhan petani di Desa Ulak Depati. Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) ini bertujuan menerapkan sistem pompa air otomatis berbasis energi surya sebagai solusi pengairan lahan persawahan, sekaligus meningkatkan pengetahuan dan keterampilan masyarakat dalam mengoperasikan serta memelihara sistem. Kegiatan dilaksanakan melalui pendekatan partisipatif yang melibatkan pemerintah desa dan kelompok tani pada setiap tahapan, mulai dari sosialisasi, perancangan, instalasi di lapangan, pengujian fungsi sistem, pelatihan, hingga pendampingan dan evaluasi. Keterlibatan aktif mitra yang disertai dengan penyediaan panduan operasional bertujuan memastikan terjadinya alih teknologi secara menyeluruh sehingga masyarakat mampu menangani pengoperasian dan perawatan alat secara mandiri. Penerapan teknologi tepat guna ini diharapkan tidak hanya meningkatkan efisiensi penggunaan air dan mengurangi beban biaya operasional petani, tetapi

juga mendukung kemandirian energi masyarakat desa serta menjadi model teknologi pertanian berkelanjutan bagi wilayah lain dengan karakteristik serupa.

## 2 | LANDASAN TEORI

Sistem pompa air tenaga surya merupakan aplikasi teknologi fotovoltaik yang mengonversi energi radiasi matahari secara langsung menjadi energi listrik arus searah (*direct current*/DC) melalui sel surya untuk menggerakkan unit pemompaan air (El Chaar *et al*., 2011; Perea-Moreno *et al*., 2018). Dalam penerapannya pada sektor irigasi pertanian di wilayah yang jauh dari jaringan listrik konvensional, sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) mandiri (*stand-alone*) dirancang dengan mengintegrasikan modul panel surya, pengatur pengisian daya atau *Solar Charge Controller* (SCC), baterai penyimpanan, perangkat proteksi arus seperti *Miniature Circuit Breaker* (MCB) DC, serta motor pompa air DC (Kumar & Singh, 2022; Kusuma *et al*., 2020; Meah *et al*., 2008). Penggunaan SCC bertipe *Maximum Power Point Tracking* (MPPT) berperan mengatur tegangan dan arus keluaran dari panel surya agar proses pengisian daya ke dalam baterai berlangsung pada titik daya maksimum sekaligus mencegah kondisi kelebihan muatan (*overcharging*) maupun pengosongan berlebih (*overdischarging*). Energi listrik yang tersimpan di dalam baterai selanjutnya berfungsi menjaga kontinuitas suplai daya ke pompa air dan rangkaian kendali elektronik meskipun intensitas penyinaran matahari di lapangan mengalami fluktuasi.

Efektivitas pemanfaatan energi pada sistem pemompaan surya sangat berkaitan dengan manajemen distribusi air irigasi yang terukur sesuai kebutuhan tanaman (Navarro-Hellín *et al*., 2016). Dalam konsep pertanian presisi (*precision agriculture*) dan sistem irigasi cerdas (*smart irrigation system*), pemberian air tidak lagi didasarkan pada perkiraan manual, melainkan dikendalikan berdasarkan kondisi aktual media tanam yang dipantau melalui jaringan sensor (Ayaz *et al*., 2019; Jawad *et al*., 2017; Zhang & Kovacs, 2012). Salah satu instrumen utama dalam otomasi irigasi adalah sensor kelembapan tanah (*soil moisture sensor*) tipe kapasitif yang bekerja mengukur perubahan kapasitansi dielektrik tanah akibat variasi kandungan air di sekitarnya (García *et al*., 2020; Kumar *et al*., 2014). Berbeda dengan sensor tipe resistif yang rentan mengalami korosi elektroda ketika tertanam lama di lahan basah, sensor kelembapan tanah kapasitif memiliki ketahanan fisik yang lebih baik terhadap lingkungan persawahan dan menghasilkan sinyal tegangan analog yang proporsional terhadap tingkat kebasahan tanah. Data pembacaan kondisi tanah secara *real-time* ini menjadi parameter acuan untuk menentukan kapan pengairan harus dimulai dan dihentikan guna mencegah pemborosan air maupun energi pompa (Kamienski *et al*., 2019).

Pengolahan sinyal dari sensor kelembapan tanah menjadi aksi pengendalian pompa memerlukan unit pemroses berbasis mikrokontroler serta rangkaian saklar daya elektronik. Arduino Uno merupakan papan mikrokontroler yang dilengkapi dengan fitur konverter analog-ke-digital (*Analog-to-Digital Converter*/ADC) untuk menerjemahkan sinyal tegangan analog dari sensor kelembapan tanah menjadi nilai digital yang dapat dibandingkan terhadap nilai ambang (*threshold*) terprogram (Dewi *et al*., 2024; Pratama *et al*., 2021). Apabila nilai pembacaan sensor menunjukkan bahwa kelembapan tanah berada di bawah batas minimum (kondisi tanah kering), mikrokontroler akan mengirimkan sinyal logika ke modul *relay* dan *Solid State Relay* (SSR) untuk menghubungkan aliran arus listrik dari baterai menuju motor pompa air DC (Soedjarwanto *et al*., 2023). Sebaliknya, ketika air yang dialirkan telah membasahi lahan hingga pembacaan sensor melampaui batas kelembapan yang ditetapkan, mikrokontroler secara otomatis memutus aliran daya melalui *relay* dan SSR sehingga pompa berhenti beroperasi. Kombinasi antara modul saklar mekanis (*relay*) dan saklar semikonduktor tanpa kontak fisik (SSR) memberikan isolasi tegangan serta keandalan penyaklaran arus DC yang lebih stabil dalam mengoperasikan pompa irigasi secara berulang di lapangan.

## 3 | METODE

Pelaksanaan kegiatan PkM di Desa Ulak Depati menggunakan pendekatan partisipatif yang melibatkan pemerintah desa dan kelompok tani secara langsung pada setiap tahapan di lahan persawahan. Kegiatan diawali dengan sosialisasi kepada aparatur desa dan anggota kelompok tani mengenai tujuan, manfaat, serta prinsip kerja sistem pompa air otomatis bertenaga surya berbasis Arduino. Tahap berikutnya adalah perancangan dan persiapan teknis yang meliputi penentuan spesifikasi sistem sesuai kondisi lokasi, penyiapan alat dan bahan, perakitan panel kontrol, serta pengujian awal setiap komponen. Penerapan teknologi kemudian dilaksanakan bersama mitra melalui instalasi panel surya, SCC, baterai, panel kontrol, sensor kelembapan tanah, dan pompa air hingga seluruh perangkat terhubung dan beroperasi sesuai rancangan. Setelah sistem terpasang dan diuji di lapangan, mitra diberikan pelatihan mengenai prosedur pengoperasian, pemeliharaan rutin, dan penanganan gangguan teknis sederhana, yang dilanjutkan dengan pendampingan selama masa penggunaan alat serta penyerahan sistem beserta panduan operasional sebagai acuan pemanfaatan mandiri. Evaluasi kegiatan dilakukan secara teknis dan partisipatif untuk menilai efektivitas penerapan teknologi. Evaluasi teknis

dilaksanakan melalui pengamatan kinerja sistem secara keseluruhan serta pengujian respons pompa air berdasarkan pembacaan nilai ambang sensor kelembapan tanah di lahan persawahan. Sementara itu, evaluasi bagi masyarakat dilakukan melalui diskusi langsung serta penyebaran kuesioner kepada 20 peserta kegiatan menggunakan empat kategori penilaian, yaitu sangat baik, baik, cukup, dan kurang. Instrumen kuesioner tersebut mengukur tingkat pemahaman terhadap konsep dan fungsi komponen, kemudahan pengoperasian, kesesuaian dan manfaat teknologi bagi irigasi persawahan, ketertarikan pemanfaatan berkelanjutan, serta kepuasan terhadap pelaksanaan kegiatan. Keberhasilan program diukur berdasarkan keandalan sistem dalam beroperasi secara otomatis sesuai rancangan, peningkatan pemahaman dan keterampilan mitra, serta kesiapan kelompok tani dalam mengoperasikan dan memelihara sistem secara mandiri untuk mendukung keberlanjutan program.

## 4 | HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil

Pelaksanaan kegiatan PkM di Desa Ulak Depati menghasilkan sistem pompa air otomatis bertenaga surya berbasis Arduino yang terpasang dan beroperasi di lahan persawahan mitra. Pada tahap perancangan dan persiapan teknis, tim pelaksana menetapkan spesifikasi sistem sesuai kebutuhan pengairan lahan serta menyiapkan komponen utama yang terdiri atas panel surya, SCC tipe MPPT, baterai, mikrokontroler Arduino Uno, sensor kelembapan tanah kapasitif, modul *relay*, SSR, pompa air DC, MCB DC, dan boks panel kontrol. Seluruh komponen kendali dirakit di dalam boks panel kontrol disertai penataan jalur pengkabelan (Gambar 1), kemudian dilanjutkan dengan pengujian awal kinerja panel surya dan perangkat elektronik untuk memastikan setiap unit berfungsi optimal sebelum dibawa ke lokasi pengabdian (Gambar 2).



Gambar 1. Perakitan Panel Kontrol



Gambar 2. Pengujian Kinerja Panel Surya Sebelum Dipasang

Tahap penerapan teknologi diwujudkan melalui instalasi seluruh perangkat pada lokasi persawahan yang telah disepakati bersama mitra. Proses instalasi meliputi pemasangan modul panel surya beserta rangka penyangganya (Gambar 3), pemasangan panel kontrol yang memuat rangkaian SCC, baterai, dan mikrokontroler Arduino (Gambar 4), serta penanaman sensor kelembapan tanah kapasitif pada petak sawah dan penempatan pompa air DC pada sumber air (Gambar 5). Hasil pengujian fungsi sistem secara terintegrasi menunjukkan bahwa sensor kelembapan tanah mampu mengirimkan sinyal pembacaan kondisi tanah ke Arduino Uno dengan baik, kemudian mikrokontroler menginstruksikan *relay* dan SSR untuk menghidupkan pompa air secara otomatis saat tanah mengering serta menghentikan kerja pompa ketika kelembapan tanah telah mencapai nilai ambang yang diprogram.



Gambar 3. Pemasangan Panel Surya di Desa Ulak Depati



Gambar 4. Pemasangan Panel Kontrol



Gambar 5. Pemasangan Sensor Kelembapan Tanah di Persawahan Desa Ulak Depati

Secara keseluruhan, realisasi penerapan teknologi dan pelatihan di lapangan telah memenuhi target luaran kegiatan sebagaimana dirangkum pada Tabel 1. Selanjutnya, pengukuran tingkat pemahaman, penerimaan, dan manfaat penerapan teknologi yang dilakukan melalui penyebaran kuesioner kepada 20 peserta kegiatan menghasilkan distribusi penilaian sebagaimana disajikan pada Tabel 2.

Tabel 1. Target dan Capaian Luaran Kegiatan

| No. | Target Luaran | Status | Bukti Capaian |
|---|---|---|---|
| 1. | Tersedianya sistem pompa air otomatis berbasis tenaga surya yang dapat digunakan masyarakat | Tercapai | Sistem telah dirancang, dirakit, dipasang di lahan persawahan, dan beroperasi secara otomatis sesuai rancangan |
| 2. | Meningkatnya kemampuan masyarakat dalam mengoperasikan sistem | Tercapai | Mitra telah mengikuti sosialisasi, instalasi, pelatihan pengoperasian, dan pendampingan dengan tingkat pemahaman kategori sangat baik mencapai 95% |
| 3. | Meningkatnya efisiensi penggunaan air dalam proses pengairan | Dalam Pemantauan Berkelanjutan | Pengendalian pompa berbasis nilai ambang sensor kelembapan tanah telah berfungsi otomatis dan dievaluasi secara berkelanjutan selama musim tanam |

Tabel 2. Hasil Evaluasi Kegiatan Berdasarkan Kuesioner Mitra

| No. | Indikator Evaluasi | Sangat Baik (%) | Baik (%) | Cukup (%) | Kurang (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. | Pemahaman peserta terhadap konsep teknologi pompa air otomatis tenaga surya berbasis Arduino | 95 | 5 | 0 | 0 |
| 2. | Pemahaman peserta terhadap fungsi komponen sistem (panel surya, Arduino, sensor kelembapan, dan pompa air) | 90 | 10 | 0 | 0 |
| 3. | Kemudahan peserta dalam memahami cara pengoperasian sistem | 95 | 5 | 0 | 0 |
| 4. | Kesesuaian teknologi dengan kebutuhan masyarakat dalam mendukung sistem irigasi persawahan | 95 | 5 | 0 | 0 |
| 5. | Manfaat teknologi dalam membantu proses pengairan lahan pertanian | 95 | 5 | 0 | 0 |
| 6. | Ketertarikan masyarakat untuk menggunakan dan memanfaatkan teknologi secara berkelanjutan | 90 | 10 | 0 | 0 |
| 7. | Kepuasan peserta terhadap pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat | 95 | 5 | 0 | 0 |
| | Rata-rata | 93,6 | 6,4 | 0 | 0 |

Berdasarkan data pada Tabel 2, seluruh indikator evaluasi memperoleh tanggapan positif dari peserta tanpa adanya penilaian pada kategori cukup maupun kurang (0%). Rata-rata penilaian peserta mencapai 93,6% pada kategori sangat baik dan 6,4% pada kategori baik. Capaian tertinggi sebesar 95% pada kategori sangat baik diperoleh pada lima indikator, yaitu pemahaman konsep teknologi, kemudahan pengoperasian sistem, kesesuaian teknologi dengan kebutuhan irigasi persawahan, manfaat teknologi dalam membantu pengairan lahan, serta kepuasan peserta terhadap pelaksanaan kegiatan. Adapun dua indikator lainnya, yaitu pemahaman terhadap fungsi spesifik masing-masing komponen dan ketertarikan pemanfaatan teknologi secara berkelanjutan, masing-masing memperoleh 90% pada kategori sangat baik dan 10% pada kategori baik.

### 4.2 Pembahasan

Keberhasilan pengoperasian sistem pompa air otomatis di Desa Ulak Depati menunjukkan bahwa integrasi pembangkit listrik tenaga surya dan kendali berbasis mikrokontroler Arduino mampu menjawab permasalahan irigasi persawahan secara efektif. Kinerja sensor kelembapan tanah kapasitif yang terhubung dengan Arduino Uno, *relay*, dan SSR terbukti responsif dalam mengatur siklus kerja pompa air DC berdasarkan kondisi kebasahan lahan. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian Dewi *et al*. (2024), Pratama *et al*. (2021), dan Soedjarwanto *et al*. (2023) yang menyatakan bahwa pengendalian pompa berbasis mikrokontroler Arduino dan sensor kelembapan tanah dapat mengotomasikan penyaluran air secara akurat sesuai kebutuhan tanaman. Meskipun demikian, penerapan sistem di lingkungan persawahan terbuka memerlukan sejumlah penyesuaian teknis, meliputi pengaturan orientasi dan sudut kemiringan rangka panel surya agar memperoleh paparan radiasi matahari secara optimal, penataan jalur pengkabelan antara panel kontrol, sensor, dan pompa agar terlindung dari genangan air sawah, serta kalibrasi ulang nilai ambang (*threshold*) pembacaan sensor pada program Arduino. Kalibrasi tersebut menjadi langkah krusial karena karakteristik tanah lumpur di lokasi pengabdian memiliki sifat dielektrik yang berbeda dibandingkan dengan media tanah pada pengujian awal, sehingga penyetelan ulang parameter program memastikan pompa beroperasi secara presisi tanpa mengubah metode pelaksanaan kegiatan. Pencapaian target luaran kegiatan juga tidak terlepas dari peran aktif pemerintah desa dan kelompok tani sebagai mitra pengabdian. Sejak tahap persiapan, mitra memberikan informasi mengenai karakteristik lahan persawahan, ketersediaan sumber air, serta penentuan titik lokasi yang strategis untuk pemasangan sistem. Kontribusi mitra yang diwujudkan dalam bentuk dukungan non-finansial (*in-kind*), seperti penyediaan lokasi instalasi, bantuan tenaga saat pemasangan perangkat di lapangan, serta keaktifan dalam uji coba sistem, mempermudah tim pelaksana dalam menyelaraskan spesifikasi teknis alat dengan kondisi riil di lapangan. Pendekatan partisipatif ini menciptakan rasa kepemilikan (*sense of belonging*) masyarakat terhadap fasilitas teknologi yang dibangun.

Tingginya tingkat penerimaan masyarakat yang tercermin dari rata-rata capaian 93,6% kategori sangat baik pada hasil evaluasi kuesioner membuktikan bahwa teknologi yang diterapkan relevan dengan kebutuhan petani. Sebagian besar peserta telah memahami prinsip konversi energi surya menjadi energi listrik serta mekanisme kerja sensor kelembapan tanah dalam mengendalikan pompa secara otomatis. Petani menilai bahwa kehadiran sistem ini secara langsung mengurangi beban pengawasan manual di sawah sekaligus menekan biaya operasional akibat ketergantungan pada bahan bakar solar, sebagaimana dikemukakan pula dalam kajian Kumar dan Singh (2022) serta Kusuma *et al*. (2020). Adanya 10% penilaian kategori baik pada aspek pemahaman fungsi detail komponen elektronika mengindikasikan bahwa sebagian kecil petani masih memerlukan pembiasaan praktis terhadap perangkat kontrol baru, yang kemudian diatasi

melalui kegiatan pelatihan dan pendampingan intensif di lapangan. Untuk menjamin keberlanjutan pemanfaatan teknologi pascakegiatan pengabdian, penguatan kapasitas mitra dilakukan melalui pelatihan teknis, pendampingan operasional, dan penyerahan buku panduan pemeliharaan sederhana. Melalui pelatihan langsung di lokasi instalasi, anggota kelompok tani dibekali keterampilan praktis dalam mengoperasikan saklar pengaman MCB DC, memantau indikator pengisian daya baterai pada SCC, membersihkan permukaan panel surya secara berkala, serta memeriksa kebersihan probe sensor kelembapan tanah di petak sawah. Keterampilan ini memungkinkan masyarakat menangani gangguan teknis sederhana secara mandiri tanpa bergantung sepenuhnya pada tim pelaksana. Evaluasi program ini sekaligus menjadi pijakan bagi pengembangan kegiatan di masa mendatang, seperti peningkatan kapasitas daya panel surya dan pompa untuk memperluas cakupan lahan irigasi maupun replikasi model teknologi tepat guna ini pada kawasan pertanian lain yang memiliki permasalahan serupa.

## 5 | KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Kegiatan PkM melalui penerapan pompa air otomatis bertenaga surya berbasis Arduino di Desa Ulak Depati telah terlaksana dengan baik melalui tahapan sosialisasi, perancangan, instalasi, pengujian fungsi, pelatihan, pendampingan, dan evaluasi. Sistem yang mengintegrasikan panel surya, SCC tipe MPPT, baterai, mikrokontroler Arduino Uno, sensor kelembapan tanah kapasitif, modul *relay*, SSR, dan pompa air DC terbukti mampu beroperasi secara otomatis mengalirkan dan menghentikan air sesuai nilai ambang kelembapan tanah di lahan persawahan. Selain menghasilkan instalasi teknologi tepat guna yang berfungsi sesuai rancangan, kegiatan ini berhasil meningkatkan pemahaman dan keterampilan mitra dalam mengoperasikan serta merawat sistem secara mandiri. Hal tersebut didukung oleh hasil evaluasi kuesioner terhadap 20 peserta yang menunjukkan respons sangat positif dengan rata-rata capaian kategori sangat baik sebesar 93,6% dan kategori baik sebesar 6,4%, sehingga teknologi ini efektif membantu pengairan persawahan sekaligus mengurangi ketergantungan petani terhadap pompa berbahan bakar solar. Sebagai rekomendasi untuk menjaga keberlanjutan manfaat program, kelompok tani mitra disarankan melakukan pemeliharaan rutin secara berkala sesuai panduan operasional yang telah diberikan, khususnya pembersihan permukaan panel surya dan pemeriksaan probe sensor kelembapan tanah di area sawah. Selain itu, diperlukan pemantauan penggunaan sistem secara berkelanjutan selama beberapa musim tanam untuk mengukur dampak penghematan biaya operasional dan efisiensi distribusi air secara kuantitatif. Pada pengembangan program pengabdian selanjutnya, kapasitas daya panel surya, baterai, dan unit pompa air disarankan untuk ditingkatkan serta diintegrasikan dengan sistem pemantauan berbasis *Internet of Things* (IoT) agar cakupan lahan persawahan yang diairi semakin luas dan dapat dipantau dari jarak jauh.

## 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

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

El Chaar, L., Lamont, L. A., & El Zein, N. (2011). Review of photovoltaic technologies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *15*(5), 2165–2175. https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.01.004

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

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

Kumar, A., Kamal, K., Arshad, M. O., Mathavan, S., & Kumar, S. (2014). Sensor based automated irrigation system with IoT: A technical review. *International Journal of Computer Applications*, *98*(15), 1–5. https://doi.org/10.5120/17244-7582

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

Kusuma, K. B., Partha, C. G. I., & Sukerayasa, I. W. (2020). Perancangan sistem pompa air DC dengan PLTS sebagai sumber energi. *Jurnal SPEKTRUM*, *7*(2), 46–53. https://doi.org/10.24843/SPEKTRUM.2020.v07.i02.p07

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

Navarro-Hellín, H., Martínez-del-Rincon, J., Domingo-Miguel, R., Soto-Valles, F., & Torres-Sánchez, R. (2016). A decision support system for managing irrigation in agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture*, *124*, 121–131. https://doi.org/10.1016/j.compag.2016.04.003

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

Pratama, R., Wijaya, A., & Saputra, D. (2021). Design of automatic irrigation system using Arduino. *International Journal of Engineering Research*, *9*(4), 210–215.

Soedjarwanto, N., Setyawan, F. X. A., Harahap, C. R., & Riantama, N. A. (2023). Pengendalian motor DC menggunakan sistem elektronik berbasis mikrokontroler. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan (JITET)*, *11*(3), 512–518. https://doi.org/10.23960/jitet.v11i3.3204

Zhang, C., & Kovacs, J. M. (2012). The application of small unmanned aerial systems for precision agriculture: A review. *Precision Agriculture*, *13*(6), 693–712. https://doi.org/10.1007/s11119-012-9274-5