

Revitalisasi Pompa Air Bertenaga Matahari Di Desa Sukaraja Lombok Tengah

A.Mulyanto*, Mirmanto, I.M. Mara, T. Rachmanto, I.M. A. Sayoga, A. Jufriatnah

¹Teknik Mesin, Universitas Mataram, Jl. Majapahit No. 62 Mataram

* Penulis korespondensi email: arifmulyanto@unram.ac.id

Article history: Received 05-09-2026 Revised 30-09-2026 Accepted 01-10-2026

ABSTRAK

Kebutuhan air untuk pertanian dan rumah tangga di wilayah utara Pulau Lombok cukup tinggi karena sumber air tanah berada jauh di bawah permukaan, sehingga memerlukan pompa bertekanan tinggi. Pemanfaatan energi surya menjadi alternatif untuk mengoperasikan pompa celup guna menaikkan air hingga 30 m. Unit pompa tenaga surya di Desa Sukaraja, Lombok Tengah, sebelumnya belum mampu memenuhi kebutuhan daya sehingga masih menggunakan listrik PLN. Kegiatan pengabdian ini bertujuan merevitalisasi unit pompa melalui penambahan kapasitas solar cell dan penggantian baterai. Kegiatan meliputi desain ulang, pemasangan komponen pada 22–23 Agustus 2025, serta penyuluhan pengoperasian dan pemeliharaan. Hasil menunjukkan unit pompa dapat dioperasikan kembali. Rata-rata skor pengetahuan dan keterampilan meningkat dari 50,0% menjadi 86,7% (73,4%). Kemampuan pengoperasian meningkat dari 50% menjadi 90% (80%), sedangkan kemampuan pemeliharaan meningkat dari 45% menjadi 85% (88,9%).

Kata kunci :pompa celup; solarcell; energi terbarukan

ABSTRACT

The demand for water for agricultural and domestic purposes in northern Lombok Island is relatively high because groundwater sources are located deep below the surface, requiring high-pressure pumps. Solar energy provides an alternative for operating submersible pumps to lift water from depths of up to 30 m. The existing solar-powered pumping unit in Sukaraja Village, Central Lombok, previously failed to meet the required power demand and therefore relied on the PLN electricity grid. This community service activity aimed to revitalize the pumping unit by increasing solar cell capacity and replacing the battery. Activities included system redesign, component installation on August 22–23, 2025, and training on operation and maintenance. The results showed that the unit was successfully restored. Average knowledge and skill scores increased from 50.0% to 86.7% (73.4% improvement). Pump operation skills increased from 50% to 90% (80%), while maintenance skills increased from 45% to 85% (88.9%).

Keywords :submersible pump; solar cell; renewable energy

PENDAHULUAN

Kabupaten Lombok Tengah merupakan salah satu wilayah di Provinsi Nusa Tenggara Barat yang memiliki aktivitas pertanian cukup dominan dan berperan penting dalam kehidupan sosial-ekonomi masyarakat. Data historis mengenai struktur mata pencaharian menunjukkan bahwa sektor pertanian merupakan lapangan pekerjaan utama masyarakat, yaitu sekitar 72%, sedangkan sisanya bekerja pada sektor industri (7%), jasa (7%), perdagangan (7%), angkutan (3%), konstruksi (2%), dan sektor lainnya (2%) (Sari et al., 2015). Data tersebut menunjukkan kuatnya keterkaitan masyarakat Lombok Tengah dengan sektor pertanian. Namun demikian, angka 72% tersebut perlu dipahami sebagai data historis, sehingga untuk menggambarkan kondisi terkini perlu dilengkapi dengan data statistik terbaru. Penelitian dan dokumen yang mengutip sumber BPS Kabupaten Lombok

*Corresponding author.

E-mail address: arifmulyanto@unram.ac.id

Peer reviewed under responsibility of Universitas Mataram.

© 2026 Universitas Mataram, Jl majapahit No. 62 Mataram.

Tengah juga mencatat dominannya sektor pertanian dalam struktur mata pencaharian masyarakat.

Dominasi sektor pertanian tersebut masih terlihat dalam kondisi perekonomian Kabupaten Lombok Tengah pada tahun-tahun terakhir. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Kabupaten Lombok Tengah, lapangan usaha pertanian, kehutanan, dan perikanan memberikan kontribusi sekitar 25,01% terhadap perekonomian Kabupaten Lombok Tengah pada tahun 2024, sehingga menjadi salah satu sektor utama dalam pembentukan Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) daerah. Selain itu, data BPS menunjukkan bahwa produksi padi Kabupaten Lombok Tengah pada tahun 2023 mencapai sekitar 380,81 ribu ton Gabah Kering Giling (GKG) dengan luas panen sekitar 72,41 ribu hektare, yang semakin memperlihatkan pentingnya aktivitas pertanian bagi perekonomian daerah. Dengan kondisi tersebut, ketersediaan air menjadi salah satu faktor penting dalam mempertahankan produktivitas pertanian, terutama pada wilayah yang mengalami keterbatasan sumber air atau ketergantungan terhadap sumber air tanah. Oleh karena itu, penyediaan teknologi pemompaan air yang efisien dan dapat beroperasi secara mandiri, seperti pompa air tenaga surya, menjadi salah satu alternatif yang relevan untuk mendukung kebutuhan air masyarakat di wilayah pertanian.

Permasalahan ketersediaan air tersebut semakin kompleks karena kondisi geografis dan karakteristik tanah di wilayah Lombok Tengah, khususnya daerah Praya. Jenis tanah yang dominan adalah montmorillonit yang memiliki sifat mengembang dan mengerut sangat tinggi, yaitu lebih dari 40%. Pada musim hujan, tanah mengalami pengembangan ke arah lateral sehingga membentuk morfologi permukaan berupa gundukan. Sebaliknya, pada musim kemarau, tanah mengalami penyusutan dan menghasilkan retakan yang cukup lebar, yaitu sekitar 2–10 cm dengan kedalaman lebih dari 60 cm (Joko Priyono dkk. 2019). Kondisi tersebut menunjukkan adanya perubahan karakteristik tanah yang cukup besar antara musim hujan dan musim kemarau. Pada musim kemarau, permasalahan ketersediaan air menjadi semakin nyata karena muka air tanah dapat berada jauh di bawah permukaan tanah, bahkan mencapai kedalaman lebih dari 20 m. Oleh karena itu, sistem penyediaan air untuk pertanian pada kondisi tersebut memerlukan teknologi pemompaan yang mampu mengangkat air dari kedalaman yang relatif besar. Salah satu teknologi yang sesuai adalah *submersible pump* karena pompa ini ditempatkan di dalam sumber air dan mampu menghasilkan tekanan yang diperlukan untuk mengangkat air dari kedalaman tersebut.

Di sisi lain, Lombok dan Provinsi Nusa Tenggara Barat (NTB) memiliki potensi energi surya yang cukup besar dan dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif untuk mengoperasikan sistem pompa air. Durasi penyinaran matahari relatif konstan, yaitu sekitar 12 jam per hari sepanjang tahun, dengan intensitas radiasi matahari yang relatif tinggi. Rata-rata radiasi matahari harian di dunia mencapai 4,99 kWh/m² atau sekitar 17,98 MJ/m², sedangkan NTB memiliki rata-rata yang lebih tinggi, yaitu 5,47 kWh/m² atau sekitar 19,69 MJ/m². Potensi tersebut dapat dimanfaatkan pada berbagai sektor, termasuk rumah sakit, sekolah, perkantoran, dan terutama pertanian lahan kering (Zurhalki, 2020). Penelitian Suyanto (2016) juga menunjukkan bahwa intensitas radiasi matahari di NTB pada periode September–Desember 2015 memiliki nilai rata-rata sebesar 762,331 W/m². Kondisi tersebut menunjukkan bahwa energi surya berpotensi digunakan sebagai sumber energi listrik untuk sistem pompa air, terutama pada daerah yang membutuhkan pemompaan air tetapi memiliki keterbatasan akses atau ketergantungan terhadap jaringan listrik.

Pemanfaatan energi surya untuk sistem pompa air sangat bergantung pada kemampuan panel surya dalam mengubah energi radiasi matahari menjadi energi listrik. Oleh karena itu, kapasitas panel surya harus disesuaikan dengan kebutuhan daya

pompa dan karakteristik sistem penyimpanan energi. Menurut Dahliyah dkk. (2021), efisiensi panel surya kristal tunggal mencapai 11,716%, sedangkan panel surya polikristalin mencapai 10,02%. Efisiensi yang lebih tinggi, yaitu sebesar 16,42%, dilaporkan oleh Hasrul (2021). Perbedaan efisiensi tersebut menunjukkan bahwa pemilihan jenis dan kapasitas panel surya merupakan aspek penting dalam perancangan sistem pompa air tenaga surya agar energi yang dihasilkan mampu memenuhi kebutuhan operasional pompa.

Meskipun pemanfaatan energi surya untuk sistem pompa air telah banyak dikembangkan, permasalahan di lapangan tidak selalu berkaitan dengan pembangunan sistem baru. Pada masyarakat yang telah memiliki sistem pompa tenaga surya, permasalahan dapat berupa penurunan fungsi sistem akibat ketidaksesuaian antara kapasitas pembangkitan energi, kapasitas penyimpanan, dan kebutuhan daya pompa. Kondisi tersebut dapat menyebabkan sistem tidak mampu beroperasi secara optimal dan pada akhirnya mendorong masyarakat kembali menggunakan sumber listrik PLN. Permasalahan ini menunjukkan adanya kesenjangan praktis antara ketersediaan teknologi pompa tenaga surya dan keberlanjutan pemanfaatannya di tingkat masyarakat. Oleh karena itu, revitalisasi melalui penyesuaian kapasitas pembangkit dan sistem penyimpanan energi perlu dilakukan untuk mengembalikan fungsi sistem sekaligus meningkatkan keandalannya. Selain aspek teknis, keberlanjutan sistem juga sangat dipengaruhi oleh kemampuan pengguna dalam mengoperasikan dan melakukan perawatan secara tepat. Pengoperasian dan pemeliharaan yang baik diperlukan agar komponen pembangkit, penyimpanan energi, dan pompa dapat bekerja secara optimal dan berkelanjutan (Gopal et al., 2013; Rezk et al., 2017).

Berdasarkan kondisi tersebut, kebaruan (*novelty*) kegiatan ini terletak pada pendekatan revitalisasi sistem pompa air tenaga surya yang telah terpasang melalui evaluasi dan desain ulang kebutuhan energi, penambahan kapasitas panel surya, serta penggantian baterai, sehingga sistem yang sebelumnya tidak mampu mengoperasikan pompa secara optimal dapat difungsikan kembali. Pendekatan ini tidak hanya berorientasi pada peningkatan kinerja teknis sistem, tetapi juga pada keberlanjutan pemanfaatan aset teknologi yang telah tersedia di masyarakat melalui peningkatan kemampuan mitra dalam pengoperasian dan pemeliharaan peralatan. Dengan demikian, kegiatan ini diharapkan dapat menjadi model pemanfaatan kembali teknologi energi terbarukan yang telah terpasang sekaligus menjadi contoh yang dapat direplikasi pada wilayah pertanian lain yang memiliki kondisi sumber air dan potensi energi surya yang serupa.

Desa Sukaraja telah memiliki sistem pompa submersible yang memanfaatkan energi matahari sebagai sumber energi. Sistem awal tersebut terdiri atas tiga unit panel surya (*solar cell*) berkapasitas masing-masing 240 Wp, sehingga total kapasitas terpasang mencapai 720 Wp. Energi listrik yang dihasilkan panel surya digunakan untuk mengisi baterai melalui *solar charge controller* dan selanjutnya disalurkan melalui inverter *pure sine wave* berkapasitas 3 kVA untuk mengoperasikan pompa submersible berdaya 1 HP (± 800 W). Namun, kapasitas pembangkitan listrik dari panel surya yang tersedia belum memadai untuk memenuhi kebutuhan daya pompa secara optimal. Kondisi tersebut menyebabkan sistem mengalami kekurangan energi, terutama ketika intensitas radiasi matahari rendah, sehingga baterai harus menyuplai kekurangan daya secara berulang. Akibatnya, baterai mengalami tingkat pengosongan yang relatif dalam (*Depth of Discharge*, DoD) hingga sekitar 80%. Siklus pengosongan hingga DoD yang tinggi secara berulang dapat mempercepat penurunan kinerja dan umur pakai baterai. Kondisi tersebut menyebabkan sistem pompa tenaga surya tidak lagi dapat digunakan secara optimal untuk pemompaan air dan saat ini lebih banyak dimanfaatkan untuk penerangan, sedangkan pengoperasian pompa masih mengandalkan sumber listrik PLN. Oleh karena itu,

kesesuaian kapasitas pembangkit, sistem penyimpanan energi, dan beban pompa menjadi aspek penting dalam menjaga keandalan sistem pompa fotovoltaik, khususnya pada sistem *off-grid* (Rezki et al., 2017; Gualteros & Rousse, 2021).

METODE

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan melalui revitalisasi sistem pompa air tenaga surya yang telah terpasang, dilanjutkan dengan penyuluhan mengenai pengoperasian dan pemeliharaan sistem kepada masyarakat/mitra. Revitalisasi dilakukan untuk mengembalikan kemampuan sistem dalam menyediakan energi listrik bagi pompa dengan cara mengidentifikasi kondisi peralatan, mengevaluasi sumber permasalahan, menambah kapasitas panel surya, mengganti baterai, serta melakukan pengujian fungsi sistem setelah perbaikan. Selanjutnya, masyarakat diberikan pengetahuan dan keterampilan mengenai pengoperasian, pemeriksaan sederhana, dan pemeliharaan peralatan agar sistem dapat digunakan secara berkelanjutan.

Secara umum, kegiatan dilaksanakan melalui empat tahapan utama, yaitu (1) persiapan dan identifikasi kondisi sistem, (2) pembuatan dan pemasangan rangka serta panel surya, (3) penggantian baterai dan pengujian sistem, serta (4) penyuluhan dan evaluasi. Alur kegiatan dirancang agar proses revitalisasi tidak berhenti pada perbaikan peralatan, tetapi juga menghasilkan peningkatan kemampuan mitra dalam menggunakan dan merawat sistem.

Tahap persiapan diawali dengan survei dan pemeriksaan terhadap unit pompa air tenaga surya yang telah tersedia di lokasi mitra. Pemeriksaan dilakukan untuk mengetahui kondisi masing-masing komponen, mengidentifikasi kerusakan atau keterbatasan sistem, serta menentukan komponen yang masih dapat digunakan dan komponen yang perlu diperbaiki atau diganti.

Identifikasi meliputi pemeriksaan panel surya, solar charge controller, baterai, inverter, kabel dan sambungan listrik, saklar, pompa submersible, pipa PVC, serta tandon air. Pemeriksaan kelistrikan dilakukan menggunakan multimeter untuk mengetahui kondisi tegangan dan arus pada bagian-bagian utama sistem. Selain itu, dilakukan pemeriksaan secara visual terhadap kabel, terminal, sambungan, rangka panel, dan komponen pendukung lainnya.

Hasil identifikasi digunakan sebagai dasar untuk menentukan kebutuhan revitalisasi, khususnya kebutuhan penambahan kapasitas panel surya dan penggantian baterai. Pada tahap ini juga dilakukan pengecekan kesesuaian antara kemampuan sistem pembangkit dan kebutuhan daya pompa sehingga konfigurasi sistem setelah revitalisasi dapat bekerja secara lebih optimal.

Penambahan panel surya memerlukan struktur pendukung yang kuat dan sesuai dengan kondisi lokasi pemasangan. Oleh karena itu, tahap berikutnya adalah pembuatan rangka panel surya. Rangka dibuat menggunakan besi hollow berukuran 4×4 cm dan dirancang untuk mampu menopang panel surya serta menjaga posisi panel tetap stabil selama pengoperasian.

Proses pembuatan rangka meliputi pengukuran, pemotongan besi hollow, penyambungan menggunakan mesin las, pemeriksaan kekuatan sambungan, penggerindaan bagian yang tidak rata, dan pengecatan untuk meningkatkan ketahanan rangka terhadap kondisi lingkungan. Bahan yang digunakan meliputi besi hollow 4×4 cm, batang las, cat, thinner, dan bahan pendukung lainnya. Peralatan utama yang digunakan adalah mesin las dan mesin gerinda.

Setelah rangka selesai dibuat, dilakukan pemeriksaan dimensi dan kekuatan sebelum rangka digunakan untuk pemasangan panel surya. Tahap ini bertujuan memastikan panel dapat terpasang dengan aman dan memiliki posisi yang sesuai untuk menerima radiasi matahari.

Tahap berikutnya adalah pemasangan panel surya tambahan dan penggantian baterai pada sistem yang telah tersedia. Panel surya dipasang pada rangka yang telah dibuat dan kemudian dihubungkan dengan solar charge controller jenis MPPT. Penggunaan solar charge controller MPPT dimaksudkan untuk mengatur proses pengisian baterai dari energi listrik yang dihasilkan panel surya.

Baterai lama yang sudah tidak mampu menyimpan energi secara optimal diganti dengan baterai yang sesuai dengan kebutuhan sistem. Selanjutnya, rangkaian kelistrikan diperiksa kembali untuk memastikan polaritas dan sambungan antar-komponen telah sesuai. Sistem utama terdiri atas panel surya sebagai sumber energi, solar charge controller sebagai pengatur pengisian, baterai sebagai penyimpan energi, inverter sebagai pengubah arus DC menjadi AC, dan pompa submersible sebagai beban utama.

Setelah seluruh komponen terpasang, dilakukan pemeriksaan tegangan dan arus menggunakan multimeter. Pengujian dilakukan secara bertahap mulai dari keluaran panel surya, solar charge controller, baterai, keluaran inverter, hingga pengoperasian pompa. Pemeriksaan ini dilakukan untuk memastikan setiap komponen berfungsi dan sistem dapat bekerja secara terintegrasi.

Setelah proses revitalisasi selesai, dilakukan pengujian fungsi untuk mengetahui apakah sistem pompa tenaga surya dapat kembali digunakan. Pengujian dilakukan dengan mengoperasikan sistem dan mengamati kinerja komponen utama.

Parameter yang diperiksa meliputi tegangan keluaran panel surya, tegangan baterai, arus listrik, fungsi solar charge controller, keluaran inverter, dan kemampuan pompa mengalirkan air ke tandon. Pengujian juga dilakukan untuk memastikan tidak terdapat gangguan pada sambungan listrik dan pompa dapat bekerja dengan sumber energi dari sistem tenaga surya.

Hasil pengujian dibandingkan dengan kondisi sistem sebelum revitalisasi secara deskriptif. Sistem dinyatakan berfungsi apabila panel surya mampu menghasilkan listrik, baterai dapat menerima dan menyimpan energi, inverter dapat menghasilkan keluaran listrik yang diperlukan pompa, dan pompa dapat beroperasi untuk mengalirkan air ke tandon.

Setelah sistem berhasil direvitalisasi dan dinyatakan dapat beroperasi, kegiatan dilanjutkan dengan penyuluhan kepada masyarakat/mitra. Penyuluhan bertujuan meningkatkan pengetahuan dan keterampilan mitra dalam pengoperasian, pemeriksaan, dan pemeliharaan sistem pompa air tenaga surya.

Materi penyuluhan meliputi prinsip dasar pemanfaatan energi matahari sebagai sumber listrik, fungsi masing-masing komponen, prosedur menghidupkan dan mematikan sistem, pemeriksaan kondisi baterai, pemeriksaan panel surya, pengecekan kabel dan sambungan, serta pemeliharaan pompa dan sistem perpipaan.

Penyuluhan tidak hanya dilakukan secara teoritis, tetapi juga melalui demonstrasi langsung pada peralatan yang telah direvitalisasi. Mitra diberikan kesempatan untuk mengoperasikan sistem secara langsung dengan pendampingan tim pengabdian. Dengan metode tersebut, mitra diharapkan tidak hanya memahami fungsi setiap komponen, tetapi juga mampu melakukan pemeriksaan dan pemeliharaan sederhana secara mandiri.

Evaluasi dilakukan untuk mengetahui tingkat keberhasilan kegiatan dari aspek teknis dan peningkatan kapasitas mitra. Evaluasi teknis dilakukan dengan mengamati kemampuan sistem setelah revitalisasi, meliputi kemampuan panel surya menghasilkan

energi, kemampuan baterai menyimpan energi, fungsi inverter, dan kemampuan pompa mengalirkan air.

Evaluasi terhadap mitra dilakukan melalui pengamatan selama penyuluhan dan praktik pengoperasian peralatan serta melalui tanggapan peserta terhadap kegiatan. Indikator keberhasilan dari aspek mitra meliputi kemampuan menjelaskan fungsi komponen utama, memahami prosedur pengoperasian, serta memahami langkah-langkah pemeliharaan sederhana.

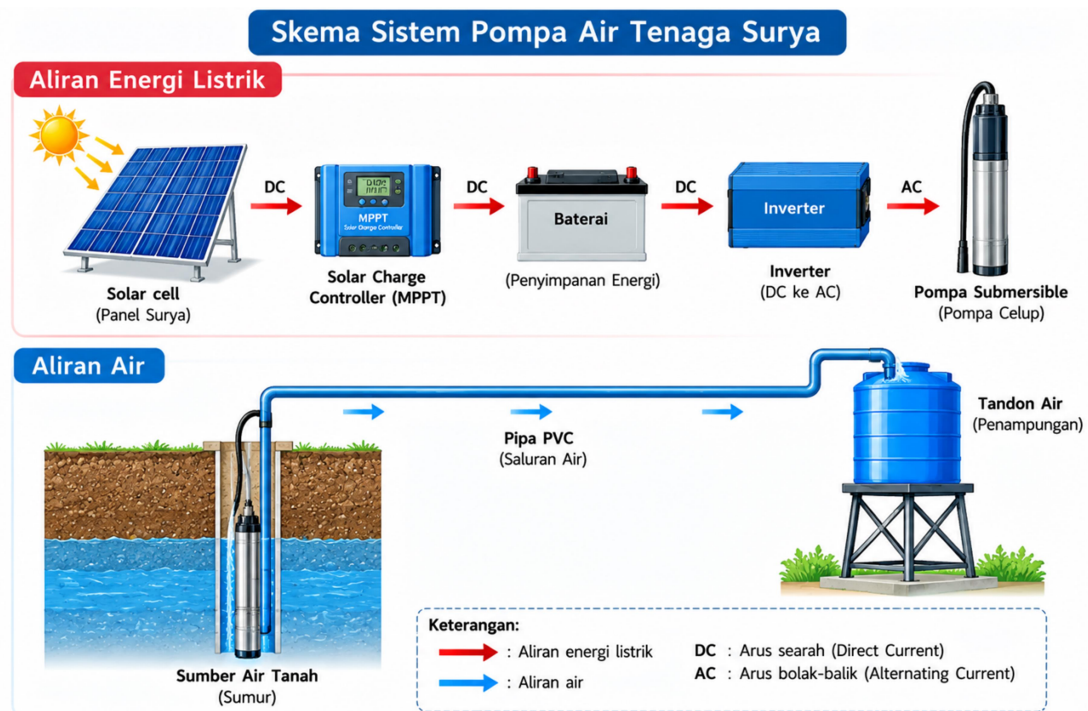
Dengan demikian, keberhasilan kegiatan tidak hanya diukur dari berhasilnya pompa kembali beroperasi, tetapi juga dari kemampuan mitra untuk mempertahankan keberlangsungan penggunaan sistem setelah kegiatan pengabdian selesai.

Peralatan utama yang digunakan dalam kegiatan revitalisasi meliputi:

1. *Solar cell*/panel surya, sebagai perangkat untuk mengubah energi radiasi matahari menjadi energi listrik. Solar panel berkapasitas 550 Wp dan dua lembar yang dipasang seri.
2. *Solar Charge Controller* (MPPT), dengan tegangan 24V dan arus 125A sebagai perangkat untuk mengatur proses pengisian baterai dari panel surya.
3. *Inverter*, sebagai perangkat untuk mengubah arus listrik DC dari baterai menjadi arus AC sesuai kebutuhan pompa. Kapasitas inverter adalah 24V DC menjadi 220 V AC dengan arus AC maksimum 10,9 A.
4. Baterai, sebagai media penyimpanan energi listrik yang dihasilkan panel surya dengan kapasitas 12 V, 70 A dua buah yang disusun seri menjadi 24 V.
5. Pompa submersible (pompa celup), sebagai perangkat untuk mengangkat air dari sumber air menuju tandon.
6. Multimeter, untuk mengukur tegangan, arus, dan parameter kelistrikan yang diperlukan selama pemeriksaan. Multimeter ini mampu mengukur daya hingga 6000 W dan model Aneng 615 Digital Multimeter AC DC.
7. Pipa PVC, sebagai saluran distribusi air dari pompa menuju tandon dengan ukuran ½ inchi..
8. Tandon air, sebagai tempat penampungan air hasil pemompaan dengan kapasitas 1100 liter.
9. Mesin las, untuk membuat dan menyambung rangka panel surya dengan daya 450 VA.
10. Mesin gerinda, untuk memotong dan merapikan bagian rangka.

Bahan yang digunakan meliputi besi hollow 4 × 4 cm, panel surya tambahan, baterai pengganti, kabel, saklar, cat, thinner, batang las, serta air sebagai fluida yang dipompa.

Konfigurasi sistem setelah revitalisasi terdiri atas panel surya, solar charge controller MPPT, baterai, inverter, dan pompa submersible. Secara sederhana, aliran energi dan air pada sistem dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 1. Skema alat pengabdian

HASIL

Pelaksanaan kegiatan dilakukan melalui beberapa tahapan yang meliputi persiapan dan identifikasi kondisi peralatan, pembuatan rangka pendukung panel surya, penambahan panel surya dan penggantian baterai, serta pengujian awal sistem. Tahapan tersebut disusun berdasarkan kondisi aktual peralatan yang telah terpasang di lokasi kegiatan, sehingga tindakan revitalisasi dapat diarahkan pada komponen yang mengalami penurunan kinerja. Sistem pompa air tenaga surya pada prinsipnya terdiri atas rangkaian pembangkit listrik fotovoltaik, sistem pengendali, penyimpanan energi, inverter, dan pompa. Oleh karena itu, kesesuaian kapasitas antara sumber energi, baterai, dan beban pompa merupakan salah satu faktor penting dalam menjaga keandalan operasi sistem (Shinde & Wandre, 2015; Rezk et al., 2017).

Tahap persiapan dan identifikasi kondisi peralatan dilakukan dengan pemeriksaan secara langsung terhadap seluruh komponen sistem pompa air tenaga surya yang telah tersedia. Pemeriksaan meliputi kondisi panel surya, *solar charge controller* MPPT, baterai, inverter, kabel dan sambungan listrik, sakelar, pompa submersible, serta jaringan pipa PVC. Pengukuran tegangan dilakukan menggunakan multimeter untuk mengetahui kondisi awal sistem dan mengidentifikasi komponen yang mengalami penurunan kinerja. Hasil pemeriksaan menunjukkan bahwa baterai telah mengalami penurunan kemampuan penyimpanan energi sehingga perlu dilakukan penggantian. Selain itu, kapasitas pembangkitan panel surya yang tersedia belum memadai dibandingkan dengan kebutuhan energi sistem, sehingga energi yang tersimpan dalam baterai relatif cepat berkurang ketika pompa dioperasikan. Kondisi tersebut menunjukkan pentingnya kesesuaian kapasitas panel surya, baterai, pengendali, dan beban pompa dalam perancangan maupun revitalisasi sistem fotovoltaik untuk pemompaan air. Penentuan kapasitas komponen yang tidak sesuai dengan kebutuhan beban dapat menurunkan keandalan dan kinerja sistem secara keseluruhan (Gopal et al., 2013; Rezk et al., 2017).

Tahap pembuatan rangka pendukung panel surya dilakukan berdasarkan hasil pemeriksaan dan kebutuhan penambahan kapasitas pembangkit listrik. Penambahan panel surya memerlukan konstruksi pendukung yang kuat, stabil, dan mampu mempertahankan posisi panel selama pengoperasian. Rangka pendukung dibuat menggunakan baja hollow berukuran 4 cm × 4 cm. Proses pembuatan rangka dilakukan di Laboratorium Jurusan Teknik Mesin Universitas Mataram selama periode Juli–Agustus 2025. Tahapan pekerjaan meliputi pengukuran dan pemotongan material sesuai dimensi yang direncanakan, penyusunan dan penyambungan komponen rangka menggunakan proses pengelasan, pemeriksaan kesikuan dan kekuatan sambungan, penggerindaan bagian hasil pengelasan, serta pengecatan untuk memberikan perlindungan terhadap korosi. Rangka yang telah selesai kemudian diperiksa kembali untuk memastikan kestabilan dan kesesuaiannya dengan dimensi panel surya yang akan dipasang.

Tahap penambahan panel surya dan penggantian baterai dilakukan setelah rangka pendukung selesai dibuat. Panel surya tambahan dipasang pada rangka dengan memperhatikan posisi dan orientasi panel agar dapat menerima radiasi matahari secara optimal. Selanjutnya, baterai lama yang telah mengalami penurunan kemampuan diganti dengan baterai baru yang memiliki kapasitas sesuai dengan kebutuhan sistem. Proses instalasi dilakukan dengan memeriksa kembali polaritas, kekencangan terminal, kondisi kabel, dan keamanan setiap sambungan. Secara umum, konfigurasi sistem setelah revitalisasi terdiri atas beberapa komponen utama yang saling terintegrasi. Energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya disalurkan ke MPPT (Maximum Power Point Tracking) untuk mengoptimalkan proses pengisian dan pengelolaan energi sebelum digunakan untuk mengisi baterai. Energi yang tersimpan dalam baterai selanjutnya disuplai ke inverter untuk dikonversi menjadi listrik AC yang digunakan untuk mengoperasikan pompa submersible. Dari sisi sistem pemompaan, air berasal dari sumber air dan kemudian dipompa menggunakan pompa submersible melalui pipa PVC menuju tandon air. Dengan konfigurasi tersebut, energi matahari dimanfaatkan sebagai sumber energi utama untuk mengoperasikan pompa dan memenuhi kebutuhan penyediaan air bagi masyarakat. Konfigurasi tersebut memungkinkan energi listrik yang dihasilkan panel surya dikendalikan dan disimpan dalam baterai sebelum digunakan untuk mengoperasikan pompa.

Tahap pengujian sistem dilakukan setelah seluruh komponen terpasang. Pengujian bertujuan memastikan bahwa sistem dapat beroperasi secara normal dan bahwa setiap komponen bekerja sesuai fungsinya. Parameter yang diperiksa meliputi tegangan keluaran panel surya, tegangan baterai, arus listrik, kondisi kerja MPPT, keluaran inverter, serta kemampuan pompa dalam mengalirkan air dari sumber menuju tandon. Hasil pengujian digunakan sebagai dasar untuk mengetahui keberhasilan proses revitalisasi dan sebagai data awal untuk evaluasi kinerja sistem setelah dilakukan perbaikan. Evaluasi kinerja sistem pompa tenaga surya sebaiknya tidak hanya mempertimbangkan keluaran pompa, tetapi juga hubungan antara pembangkitan energi, penyimpanan, kebutuhan beban, dan kondisi operasi sistem secara keseluruhan (Gualteros & Rousse, 2021). Kerangka batang yang digunakan dan pemasangannya ditunjukkan pada gambar 2 sampai dengan gambar 4.



Gambar 2. Rangka pendukung panel surya



Gambar 3. Perakitan rangka pendukung panel surya



Gambar 4. Pemasangan rangka pendukung panel surya

Tahap pemasangan panel surya dan penggantian baterai dilaksanakan setelah proses pembuatan rangka pendukung selesai dilakukan. Kegiatan diawali dengan pemasangan rangka pendukung panel surya tambahan pada tanggal 22 Agustus 2025. Sebelum rangka dipasang, terlebih dahulu dibuat pondasi menggunakan campuran batu, pasir, dan semen yang ditanam pada tanah. Pembuatan pondasi bertujuan memberikan tumpuan yang kuat dan stabil sehingga rangka mampu menopang panel surya dan mempertahankan posisi panel selama pengoperasian. Struktur pendukung merupakan salah satu bagian penting dalam instalasi sistem fotovoltaik karena kestabilan dan posisi modul berpengaruh terhadap kemampuan panel menerima radiasi matahari secara optimal (Gopal et al., 2013; Rezk et al., 2017). Hasil revitalisasi adalah sudut tilt nya 12° dan azimuth nya nol karena menghadap utara.

Setelah pondasi selesai dibuat, rangka pendukung dipasang dan dilakukan pemeriksaan terhadap kekokohan, kesikuan, kestabilan, serta kesesuaian posisi rangka dengan dimensi panel surya yang akan dipasang. Pondasi kemudian dibiarkan selama kurang lebih satu hari sebelum panel dipasang. Waktu tersebut diberikan untuk memungkinkan pondasi mengalami pengerasan awal sehingga dapat memberikan dukungan yang lebih stabil terhadap rangka dan panel. Selain kekuatan struktur, posisi dan orientasi panel perlu diperhatikan karena energi listrik yang dihasilkan modul fotovoltaik sangat dipengaruhi oleh radiasi matahari yang diterima permukaan panel (Shinde & Wandre, 2015). Pada sistem yang direvitalisasi di Desa Sukaraja, panel surya dipasang dengan sudut kemiringan (*tilt angle*) sekitar 12° terhadap bidang horizontal dan diarahkan ke utara (*azimuth* 0°) untuk mengoptimalkan penerimaan radiasi matahari di lokasi pemasangan.

Pada tanggal 23 Agustus 2025, setelah pondasi dan rangka dinyatakan cukup stabil, dilakukan pemasangan panel surya tambahan pada rangka yang telah dibuat. Panel dipasang menggunakan pengikat yang sesuai untuk memastikan panel tetap kokoh selama pengoperasian. Setelah pemasangan mekanis selesai, dilakukan pemeriksaan terhadap kondisi kabel, terminal, dan sambungan listrik untuk memastikan tidak terdapat

sambungan yang longgar atau kesalahan polaritas. Penambahan kapasitas panel surya dilakukan untuk meningkatkan kemampuan pembangkitan energi listrik sehingga energi yang tersedia dapat memenuhi kebutuhan operasi pompa secara lebih baik. Dalam sistem pompa air tenaga surya, kapasitas array fotovoltaik perlu disesuaikan dengan kebutuhan energi pompa dan kondisi operasi agar sistem dapat bekerja secara efektif dan andal (Rezk et al., 2017; Gualteros & Rousse, 2021).

Pada tahap yang sama, dilakukan penggantian baterai lama dengan baterai baru (jenis baterai free maintenance 12 V, 70 A, dua buah). Penggantian dilakukan berdasarkan hasil pemeriksaan pada tahap persiapan yang menunjukkan bahwa baterai lama telah mengalami penurunan kemampuan dalam menyimpan energi. Baterai berfungsi sebagai media penyimpanan energi listrik yang dihasilkan panel surya dan menyediakan energi ketika daya yang dihasilkan panel tidak mencukupi kebutuhan beban. Oleh karena itu, kondisi dan kapasitas baterai merupakan faktor penting pada sistem pompa tenaga surya, terutama pada sistem *off-grid* yang tidak memperoleh suplai listrik dari jaringan. Kesesuaian antara kapasitas pembangkitan panel, kapasitas penyimpanan baterai, dan kebutuhan energi pompa diperlukan agar sistem dapat beroperasi secara kontinu dan memiliki keandalan yang baik (Gopal et al., 2013; Gualteros & Rousse, 2021).

Setelah panel tambahan dan baterai baru terpasang, dilakukan pemeriksaan keseluruhan terhadap sistem kelistrikan, meliputi polaritas kabel, kekencangan terminal, kontinuitas sambungan, tegangan baterai, serta hubungan antara panel surya, MPPT, baterai, inverter, dan pompa submersible. Sistem kemudian diuji untuk memastikan bahwa energi listrik dapat mengalir dari panel surya menuju *solar charge controller* (MPPT), baterai, inverter, dan selanjutnya digunakan untuk mengoperasikan pompa submersible. Konfigurasi tersebut sesuai dengan prinsip umum sistem pompa air berbasis fotovoltaik, yaitu mengintegrasikan pembangkit PV dengan pengendali, penyimpanan energi, dan beban pompa untuk menghasilkan sistem pemompaan yang dapat beroperasi secara mandiri (Rezk et al., 2017).

Dengan demikian, tahapan revitalisasi pada tanggal 22–23 Agustus 2025 tidak hanya berupa pemasangan komponen baru, tetapi mencakup persiapan pondasi, pemasangan rangka, pemasangan panel surya tambahan, penggantian baterai, pemeriksaan sambungan, dan verifikasi awal sistem. Tahapan tersebut dilakukan untuk meningkatkan kemampuan pembangkitan dan penyimpanan energi sistem sehingga diharapkan dapat meningkatkan keandalan pengoperasian pompa air tenaga surya. Semua pemasangan solar panel dan MPPT serta inverter ditunjukkan pada gambar 5 dan gambar 6.



Gambar 5. Pemasangan panel surya



Gambar 6. Penyambungan kabel ke kontrol MPPT

Tahap penyuluhan dan pelatihan mengenai cara pengoperasian dan perawatan peralatan pompa air bertenaga surya dilaksanakan pada tanggal 23 Agustus 2025, setelah seluruh rangkaian pemasangan panel surya tambahan dan penggantian baterai selesai dilakukan. Kegiatan ini bertujuan untuk meningkatkan pemahaman dan keterampilan masyarakat atau mitra dalam mengoperasikan sistem secara benar serta melakukan perawatan dasar terhadap komponen-komponen yang digunakan. Pemberian pengetahuan kepada pengguna merupakan bagian penting dalam penerapan teknologi pompa air tenaga surya karena keberlanjutan dan keandalan sistem tidak hanya bergantung pada desain dan pemasangan peralatan, tetapi juga pada kemampuan pengguna dalam mengoperasikan dan memelihara sistem tersebut (Gopal et al., 2013; Rezk et al., 2017). Evaluasi melalui pre-test dan post-test menunjukkan adanya peningkatan kemampuan pengguna setelah pelatihan. Rata-rata skor pengetahuan dan keterampilan meningkat dari 50,0% sebelum pelatihan menjadi 86,7% setelah pelatihan, atau mengalami peningkatan relatif sebesar 73,4%. Secara khusus, skor kemampuan pengoperasian pompa meningkat dari 50% menjadi 90% (80%), sedangkan kemampuan pemeliharaan meningkat dari 45% menjadi 85% (88,9%). Hasil ini menunjukkan bahwa kegiatan pelatihan secara kuantitatif meningkatkan kesiapan pengguna dalam mengoperasikan dan memelihara sistem pompa tenaga surya.

Materi penyuluhan diawali dengan penjelasan mengenai prinsip dasar pembangkitan listrik tenaga surya dan aliran energi pada sistem pompa air. Peserta diperkenalkan dengan fungsi masing-masing komponen, yaitu panel surya, *solar charge controller* (MPPT), baterai, inverter, dan pompa submersible. Penjelasan juga mencakup hubungan antarkomponen, yaitu energi matahari diubah menjadi energi listrik oleh panel surya, kemudian dikendalikan oleh MPPT dan disimpan dalam baterai. Energi tersebut selanjutnya dapat digunakan melalui inverter untuk mengoperasikan pompa submersible. Pemahaman terhadap fungsi dan hubungan antarkomponen diperlukan agar pengguna mampu mengenali kondisi operasi normal maupun indikasi gangguan pada sistem (Shinde & Wandre, 2015; Rezk et al., 2017). Hasil evaluasi melalui pre-test dan post-test menunjukkan bahwa pemahaman pengguna mengalami peningkatan setelah pelatihan. Rata-rata skor pemahaman terhadap fungsi dan hubungan antarkomponen meningkat dari 50,0% sebelum pelatihan menjadi 86,7% setelah pelatihan, atau meningkat sebesar 73,4%. Peningkatan tersebut menunjukkan bahwa pelatihan membantu pengguna memahami fungsi masing-masing komponen serta hubungan antarkomponen dalam sistem, sehingga mereka lebih mampu mengenali kondisi operasi dan mengidentifikasi indikasi gangguan pada peralatan.

Selanjutnya, peserta diberikan pelatihan mengenai prosedur pengoperasian sistem, mulai dari pemeriksaan awal sebelum pompa dinyalakan, pemeriksaan indikator MPPT dan kondisi baterai, pengoperasian sakelar, hingga proses menghidupkan dan mematikan pompa. Pelatihan dilakukan melalui metode demonstrasi dan praktik langsung dengan melibatkan peserta dalam pengoperasian peralatan. Metode praktik langsung dipilih agar peserta tidak hanya memperoleh pemahaman secara teoritis, tetapi juga memiliki keterampilan dalam menjalankan sistem secara mandiri. Dalam sistem pompa tenaga surya, pemahaman pengguna terhadap prosedur operasi dan kondisi komponen menjadi penting untuk mengurangi kesalahan pengoperasian serta mendukung keandalan sistem dalam jangka panjang (Gualteros & Rousse, 2021). Hasil evaluasi melalui pre-test dan post-test menunjukkan adanya peningkatan kemampuan pengguna setelah pelatihan. Rata-rata skor pengetahuan dan keterampilan meningkat dari 50,0% sebelum pelatihan menjadi 86,7% setelah pelatihan, atau meningkat sebesar 73,4%. Peningkatan ini menunjukkan

bahwa pelatihan memberikan kontribusi positif terhadap pemahaman pengguna mengenai prosedur pengoperasian dan kondisi komponen sistem pompa tenaga surya.

Selain pengoperasian, penyuluhan juga mencakup perawatan dan pemeriksaan rutin peralatan. Peserta diberikan penjelasan mengenai pemeriksaan kondisi permukaan panel surya dari debu dan kotoran, pemeriksaan kabel dan terminal listrik, pengecekan kondisi baterai, pemeriksaan rangka pendukung, serta pemeriksaan pompa dan jaringan pipa PVC. Peserta juga diberikan pemahaman mengenai pentingnya menjaga panel surya tetap bersih dan memastikan tidak terdapat kerusakan atau sambungan yang longgar. Perawatan secara berkala diperlukan untuk mempertahankan kinerja komponen dan mencegah gangguan yang dapat menyebabkan penurunan kinerja sistem pemompaan (Gopal et al., 2013; Gualteros & Rousse, 2021). Hasil evaluasi melalui pre-test dan post-test menunjukkan bahwa kemampuan pengguna dalam melakukan perawatan mengalami peningkatan setelah pelatihan. Rata-rata skor kemampuan pemeliharaan meningkat dari 45% sebelum pelatihan menjadi 85% setelah pelatihan, atau mengalami peningkatan relatif sebesar 88,9% (40 percentage points). Hasil tersebut menunjukkan bahwa pelatihan berhasil meningkatkan kemampuan pengguna dalam memahami dan melaksanakan prosedur perawatan dasar sistem pompa tenaga surya.

Pada akhir kegiatan dilakukan demonstrasi pengoperasian dan simulasi perawatan sederhana dengan melibatkan peserta secara langsung. Peserta diminta mengidentifikasi komponen utama sistem, menjelaskan fungsi masing-masing komponen, melakukan pemeriksaan awal sebelum pengoperasian, serta mempraktikkan prosedur menghidupkan dan mematikan pompa dengan benar. Kegiatan penyuluhan dan pelatihan diharapkan dapat meningkatkan kemampuan mitra dalam mengoperasikan serta melakukan perawatan dasar secara mandiri, sehingga teknologi pompa air tenaga surya yang telah direvitalisasi dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan dan tidak hanya bergantung pada pendampingan dari tim pelaksana. Semua penyuluhan ditunjukkan pada gambar 7 dan gambar 8.



Gambar 7. Foto bersama kelompok tani (mitra), dosen dan tendik



Gambar 8. Foto bersama kelompok tani (mitra), dosen dan mahasiswa

Tahap evaluasi dilakukan setelah kegiatan penyuluhan dan pelatihan pengoperasian serta perawatan pompa air tenaga surya selesai dilaksanakan. Evaluasi dilakukan melalui metode tanya jawab dan diskusi langsung dengan para petani untuk mengetahui tingkat pemahaman peserta terhadap materi yang telah diberikan. Pertanyaan yang diberikan

mencakup pengetahuan mengenai fungsi komponen utama, aliran energi listrik, prosedur pengoperasian pompa, serta cara melakukan pemeriksaan dan perawatan sederhana pada sistem. Metode evaluasi melalui tanya jawab dipilih karena dapat dilakukan secara langsung dan memungkinkan tim pelaksana mengetahui sejauh mana peserta mampu memahami dan menjelaskan kembali materi yang telah disampaikan.

Berdasarkan hasil evaluasi, Rata-rata skor pengetahuan dan keterampilan meningkat dari 50,0% menjadi 86,7% (73,4%). Kemampuan pengoperasian meningkat dari 50% menjadi 90% (80%), sedangkan kemampuan pemeliharaan meningkat dari 45% menjadi 85% (88,9%). Sebelum kegiatan dilaksanakan, sebagian besar petani hanya mengenal beberapa komponen dasar, seperti pompa air, kabel, sakelar, dan baterai, tetapi belum memahami hubungan antara panel surya, *solar charge controller* (MPPT), baterai, inverter, dan pompa submersible. Peserta juga belum memahami secara baik prinsip kerja sistem maupun prosedur pengoperasian dan perawatan peralatan secara keseluruhan.

Setelah mengikuti kegiatan penyuluhan dan praktik langsung, pemahaman peserta mengalami peningkatan. Para petani tidak hanya dapat mengenali komponen utama sistem, tetapi juga mulai memahami alur energi listrik dari panel surya menuju MPPT, baterai, inverter, dan pompa submersible, serta aliran air dari sumber air menuju tandon melalui pompa dan pipa PVC. Peserta juga memperoleh pengetahuan mengenai prosedur dasar pengoperasian, seperti pemeriksaan kondisi sistem sebelum pompa dihidupkan, pemeriksaan baterai dan indikator MPPT, serta prosedur menghidupkan dan mematikan pompa. Selain itu, peserta diberikan pemahaman mengenai perawatan sederhana, seperti menjaga kebersihan panel surya, memeriksa kabel dan sambungan listrik, memeriksa kondisi baterai, serta melakukan pemeriksaan terhadap pompa dan jaringan pipa.

Peningkatan pengetahuan tersebut menunjukkan bahwa kegiatan penyuluhan dan pelatihan memberikan dampak positif terhadap kemampuan petani dalam memanfaatkan teknologi pompa air tenaga surya. Hal ini penting karena keberhasilan penerapan teknologi tidak hanya ditentukan oleh pemasangan peralatan, tetapi juga oleh kemampuan pengguna dalam mengoperasikan dan melakukan perawatan secara mandiri. Secara keseluruhan, kegiatan penyuluhan dan pelatihan dapat dinilai berhasil berdasarkan adanya peningkatan pengetahuan peserta dari 20% menjadi 80% serta kemampuan peserta dalam menjelaskan kembali fungsi komponen, prosedur pengoperasian, dan perawatan dasar sistem. Keberhasilan kegiatan juga didukung oleh partisipasi aktif anggota kelompok tani dan masyarakat selama proses pemasangan, penyuluhan, diskusi, serta praktik pengoperasian peralatan. Dukungan tersebut menjadi faktor penting dalam keberlanjutan pemanfaatan teknologi, karena keterlibatan pengguna sejak tahap revitalisasi hingga pengoperasian dapat meningkatkan rasa memiliki dan kemampuan untuk melakukan pemeliharaan secara mandiri.

KESIMPULAN

Kegiatan revitalisasi sistem pompa air tenaga surya di Desa Sukaraja, Lombok Tengah, berhasil mengembalikan fungsi sistem melalui identifikasi kondisi awal, pembuatan rangka pendukung, penambahan panel surya, penggantian baterai, pengujian sistem, serta penyuluhan dan pelatihan kepada kelompok petani. Sistem awal menggunakan tiga panel surya dengan total kapasitas 720 Wp, sedangkan setelah revitalisasi dipasang dua panel berkapasitas 550 Wp per unit, sehingga kapasitas terpasang menjadi 1.100 Wp atau meningkat sekitar 52,8%. Sistem penyimpanan menggunakan dua baterai 12 V–70 Ah yang disusun seri menjadi sistem 24 V. Panel dipasang dengan sudut kemiringan 12° dan azimuth 0° (menghadap utara). Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat kembali mengoperasikan pompa submersible dan mengalirkan air menuju

tandon berkapasitas 1.100 liter. Selain perbaikan teknis, hasil evaluasi *pre-test* dan *post-test* menunjukkan bahwa rata-rata skor pengetahuan dan keterampilan meningkat dari 50,0% menjadi 86,7%, atau meningkat 36,7 poin persentase (73,4% secara relatif). Kemampuan pengoperasian pompa meningkat dari 50% menjadi 90%, sedangkan kemampuan pemeliharaan meningkat dari 45% menjadi 85%. Dengan demikian, revitalisasi berhasil meningkatkan kapasitas pembangkitan energi sekaligus kemampuan pengguna dalam mengoperasikan dan memelihara sistem secara lebih mandiri.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Universitas Mataram melalui Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM), Fakultas Teknik, dan Jurusan Teknik Mesin atas dukungan pendanaan sekema PNBK 2025 dan fasilitas dalam pelaksanaan kegiatan ini. Terima kasih juga disampaikan kepada kelompok petani, masyarakat mitra, serta seluruh pihak yang telah memberikan dukungan dan berpartisipasi aktif sehingga kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dapat terlaksana dengan baik dan lancar.

DAFTAR PUSTAKA

- Dahliyah, Samsurizal, & Pasram N., 2021, “Efisiensi Panel Surya Kapasitas 100 Wp Akibat Pengaruh Suhu Dan Kecepatan Angin,” *Jurnal Ilmiah Sutet*, vol. 11, no. 2.
- Gopal C., Mohanraj M., Chandramohan P., & Chandrasekar P., 2013, “Renewable Energy Source Water Pumping Systems—A Literature Review,” *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 25, pp. 351–370. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.04.012>
- Gualteros S. & Rousse D. R., 2021, “Solar Water Pumping Systems: A Tool to Assist in Sizing and Optimization,” *Solar Energy*, vol. 225, pp. 382–398. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2021.06.053>
- Hasrul R., 2021, “Analisis Efisiensi Panel Surya sebagai Energi Alternatif,” *Jurnal Sain, Energi, Teknologi & Industri*, vol. 5, no. 2, pp. 79–87.
- Priyono J., Yasin I., Dahlan M., & Bustan, 2019, “Identifikasi Sifat, Ciri, dan Jenis Tanah Utama di Pulau Lombok,” *Jurnal Sains Teknologi & Lingkungan*, vol. 5, no. 1, pp. 19–24.
- Rezk H., Dousoky G. M., & Abdel-Khalik A. S., 2017, “Research and Current Status of the Solar Photovoltaic Water Pumping System—A Review,” *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 79, pp. 440–458. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.05.055>
- Shinde V. B. & Wandre S. S., 2015, “Solar Photovoltaic Water Pumping System for Irrigation: A Review,” *African Journal of Agricultural Research*, vol. 10, no. 22, pp. 2267–2273.
- Sari D. R. et al., 2015, “Hubungan Kebiasaan Konsumsi Kopi dan Aktivitas Fisik dengan Kejadian Hipertensi pada Laki-Laki Usia 35–50 Tahun di Wilayah Kerja Puskesmas Teruwei Kecamatan Pujut Kabupaten Lombok Tengah,” *Jurnal Gizi dan Kesehatan*, vol. 7, no. 13.
- Suyanto H., 2016, “Kajian Potensi Energi Surya di Provinsi Nusa Tenggara Barat (NTB),” *Jurnal Energi & Kelistrikan*, vol. 8, no. 2, pp. 114–118.
- Wikipedia, 2023, “Kabupaten Lombok Tengah,” *Wikipedia Bahasa Indonesia*. Available at: [Kabupaten Lombok Tengah](https://id.wikipedia.org/wiki/Kabupaten_Lombok_Tengah), accessed March 5, 2023.

Zurhalki M., 2020, “Menengok Potensi Energi Surya di Nusa Tenggara Barat,” *ISNET*.
Available at: Menengok Potensi Energi Surya di Nusa Tenggara Barat, accessed
April 20, 2023.