

# PELATIHAN INSTALASI IRIGASI TETES BERTENAGA SURYA BAGI PEMUDA DAN PETANI DI DESA GUMANTAR KABUPATEN LOMBOK UTARA

*(Training on Solar-Powered Drip Irrigation Installation for Youth and Farmers in  
Gumantar Village, North Lombok Regency)*

Ariyan Zubaidi, I Gde Putu Wirarama Wedashwara Wirawan, Andy Hidayat Jatmika, Ahmad Zafrullah  
Mardiansyah, Heri Wijayanto, Diki Praseba

Dept Informatics Engineering, Mataram University  
Jl. Majapahit 62, Mataram, Lombok NTB, INDONESIA

Email: [zubaidi13@unram.ac.id](mailto:zubaidi13@unram.ac.id), [wirarama@unram.ac.id](mailto:wirarama@unram.ac.id), [andy@unram.ac.id](mailto:andy@unram.ac.id), [zaf@unram.ac.id](mailto:zaf@unram.ac.id), [heri@unram.ac.id](mailto:heri@unram.ac.id),  
[dikipraseba@gmail.com](mailto:dikipraseba@gmail.com)

## Abstrak

Kawasan pertanian di Dusun Amor-Amor, Desa Gumantar, Kabupaten Lombok Utara, menghadapi tantangan serius berupa keterbatasan sumber daya air akibat kondisi lahan kering dengan struktur tanah berpasir. Permasalahan ini berdampak pada produktivitas pertanian yang bergantung pada ketersediaan irigasi. Sebagai solusi, diterapkan teknologi irigasi tetes bertenaga surya yang dinilai hemat energi, efisien dalam penggunaan air, serta ramah lingkungan. Untuk mendukung adopsi teknologi ini secara berkelanjutan, tim pengabdian dari Universitas Mataram melaksanakan program pelatihan bagi petani dan pemuda setempat. Pelatihan dirancang melalui tahapan pengenalan komponen, penyampaian teori, demonstrasi instalasi, praktik lapangan, hingga latihan pengoperasian dan pemeliharaan sistem. Peserta dibagi dalam kelompok kecil untuk memastikan keterlibatan aktif, dengan bimbingan langsung dari dosen dan mahasiswa. Evaluasi dilakukan melalui kuesioner terhadap sepuluh peserta, yang menunjukkan tingkat kepuasan tinggi dengan skor rata-rata di atas 4,0 dari skala 5. Peserta menyatakan pelatihan membantu pemahaman, meningkatkan wawasan, serta menumbuhkan kepercayaan diri untuk menginstalasi dan mengoperasikan sistem secara mandiri. Hasil ini membuktikan bahwa pelatihan instalasi irigasi tetes bertenaga surya tidak hanya efektif dalam meningkatkan kapasitas teknis, tetapi juga berpotensi memperkuat ketahanan pertanian lokal secara efisien dan berkelanjutan.

**Keywords:** Pelatihan, Irigasi Tetes, Tenaga Surya, Lahan Kering, Lombok Utara.

## 1. PENDAHULUAN

Dusun Amor-Amor, merupakan sebuah Dusun di Desa Gumantar, Kecamatan Kayangan, Kabupaten Lombok Utara, berada pada wilayah yang kering sehingga sangat perlu memperhatikan pengelolaan air untuk pertanian. Hal ini menjadi perhatian khusus dari tim Universitas Mataram yang menjadikan Dusun Amor-Amor sebagai tempat untuk pengimplementasian irigasi tetes bertenaga surya melalui kegiatan [1]. Teknologi irigasi tetes bertenaga surya sebagai solusi inovatif untuk mengatasi masalah kekurangan air yang dihadapi. Penerapan teknologi ini dapat meningkatkan efisiensi penggunaan air dalam pertanian [2].

Namun permasalahan yang muncul adalah ketergantungan petani kepada tim Universitas Mataram dalam pengoperasian ataupun penyebarluasan teknologi yang terbatas pada kelompok tani yang terlibat saja. Sehingga perlu dilakukan pelatihan dalam instalasi irigasi tetes bertenaga surya, dengan sasaran pemuda dan petani di Dusun Amor-Amor. Pemuda yang ada di Dusun Amor-Amor diharapkan bisa menjadi agen untuk menyebarkan dan mentransfer pengetahuan instalasi irigasi tetes bertenaga surya ini.

Pelatihan instalasi irigasi tetes bertenaga surya di Dusun Amor-Amor akan memberikan pemahaman yang mendalam kepada para petani mengenai pemanfaatan energi surya sebagai sumber daya untuk irigasi. Dengan demikian, para petani dapat meningkatkan produktivitas pertanian mereka tanpa mengorbankan sumber daya air yang terbatas. Para pemuda, sebagai generasi penerus, juga perlu terlibat dalam pelatihan ini untuk memahami peran teknologi terbaru dalam pembangunan berkelanjutan, sehingga mereka dapat menjadi agen perubahan dalam komunitas mereka. Daya tarik penggunaan teknologi terkini pada pertanian ini diharapkan dapat menarik minat pemuda untuk mempelajari sistem pertanian dengan bantuan teknologi [3].

Selain itu, pelatihan ini penting untuk menciptakan kesadaran akan keberlanjutan lingkungan di Dusun Amor-Amor. Dengan mengintegrasikan tenaga surya dalam irigasi tetes, komunitas dapat mengurangi ketergantungannya pada sumber daya energi non-terbarukan, mengurangi emisi gas rumah kaca, dan meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan. Ini merupakan langkah proaktif dalam menjaga keberlanjutan sumber daya alam dan mendukung adaptasi terhadap perubahan iklim.

Pemberian pengetahuan tentang instalasi irigasi tetes bertenaga surya juga membuka peluang ekonomi baru bagi masyarakat Dusun Amor-Amor. Para petani yang terampil dalam pemanfaatan teknologi ini dapat meningkatkan nilai tambah produk pertanian mereka dan membuka potensi bisnis baru di sektor energi terbarukan. Para pemuda, dengan pengetahuan ini, dapat mengembangkan keterampilan teknis yang dibutuhkan dalam instalasi dan pemeliharaan sistem irigasi, menciptakan lapangan kerja lokal dan berkontribusi pada pertumbuhan ekonomi di tingkat lokal.

Pentingnya pelatihan ini juga terletak pada pembentukan jaringan kolaboratif antara para petani dan pemuda di Dusun Amor-Amor. Melalui pelatihan, mereka dapat saling berbagi pengalaman, pengetahuan, dan ide untuk meningkatkan praktik pertanian berkelanjutan dan penerapan teknologi terbarukan. Kolaborasi ini menciptakan sinergi positif di antara anggota komunitas, memperkuat solidaritas, dan menciptakan lingkungan yang mendukung pertumbuhan dan perkembangan berkelanjutan.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Irigasi tetes adalah salah satu teknik irigasi mikro yang memanfaatkan jaringan pipa dengan tekanan rendah untuk menyalurkan air langsung ke area perakaran tanaman. Sistem ini dianggap sangat hemat air karena hanya sedikit kehilangan akibat penguapan maupun perkolasi [4]. Penerapan irigasi tetes terbukti mampu meningkatkan efisiensi pemanfaatan air di sektor pertanian, terutama pada wilayah yang rawan kekeringan atau mengalami musim kemarau panjang. Menurut penelitian [5], menunjukkan bahwa metode ini dapat mengurangi penggunaan air hingga 50–70% dibandingkan dengan teknik konvensional seperti irigasi permukaan atau sistem penggenangan.

Tenaga surya telah menjadi solusi yang semakin populer untuk memenuhi kebutuhan energi di berbagai sektor, termasuk di bidang pertanian. Integrasi sistem irigasi tetes dengan sumber energi surya memberikan alternatif ramah lingkungan dan berkelanjutan bagi petani, khususnya di wilayah terpencil yang belum terjangkau jaringan listrik nasional [6]. Pemanfaatan panel surya sebagai sumber energi pompa air memungkinkan sistem ini menyediakan aliran air irigasi yang konsisten tanpa ketergantungan pada bahan bakar fosil maupun jaringan listrik yang seringkali terbatas ketersediaannya.

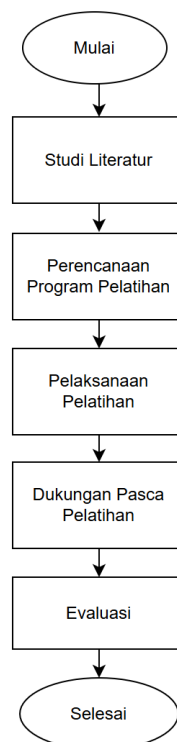
Irigasi tetes berbasis energi surya menawarkan sejumlah keunggulan. Pertama, sistem ini memungkinkan penyiraman yang lebih teratur karena memanfaatkan ketersediaan energi matahari sepanjang hari, sehingga proses irigasi dapat berlangsung secara otomatis tanpa memerlukan intervensi manusia [6]. Kedua, biaya operasional relatif rendah setelah pemasangan, sebab tidak membutuhkan pasokan listrik eksternal maupun bahan bakar, serta hanya memerlukan perawatan sederhana. Studi [7] menemukan bahwa penerapan irigasi tetes tenaga surya mampu meningkatkan hasil pertanian hingga 30%, sekaligus menekan penggunaan air dan energi. Menurut [6] penggunaan teknologi ini di lahan kering memberikan peningkatan signifikan pada efisiensi air. Selain meningkatkan produktivitas, sistem ini juga mengurangi kehilangan air akibat evaporasi dan infiltrasi berlebihan. Di wilayah dengan curah hujan terbatas, irigasi tetes tenaga surya mampu menjaga kelembapan tanah di sekitar perakaran lebih lama, sehingga mendukung pertumbuhan tanaman yang lebih optimal.

Selain itu, sistem ini memberikan keleluasaan bagi petani untuk menyesuaikan jumlah air yang disalurkan ke setiap tanaman, sehingga meningkatkan kontrol dalam proses budidaya serta meminimalkan risiko stres air pada tanaman. Efisiensi tersebut turut berdampak pada peningkatan kualitas hasil panen, khususnya di wilayah yang rawan kekeringan. Namun demikian, penerapan irigasi tetes tenaga surya masih menghadapi sejumlah kendala, terutama pada aspek biaya awal instalasi yang relatif tinggi. Walaupun biaya operasional tergolong rendah, investasi untuk panel surya, pompa, serta komponen pendukung lainnya dapat menjadi hambatan bagi petani berskala kecil.

Dalam konteks pengoperasian di daerah tropis dengan intensitas hujan tinggi atau sering tertutup awan, efektivitas panel surya berpotensi menurun. Kondisi ini dapat mengganggu kestabilan distribusi air apabila tidak didukung dengan sistem penyimpanan air cadangan yang memadai. Oleh sebab itu, integrasi dengan teknologi penyimpanan air maupun energi menjadi krusial untuk menjaga keberlanjutan operasional sistem. Penerapan irigasi tetes berbasis energi surya tidak hanya bermanfaat dari sisi efisiensi air dan energi, tetapi juga selaras dengan prinsip pertanian berkelanjutan. Sejalan dengan temuan [8], teknologi ini dapat mendukung petani dalam menghadapi dampak perubahan iklim melalui penyediaan solusi irigasi yang lebih adaptif terhadap kondisi cuaca ekstrem.

### 3. METODE PENGABDIAN MASYARAKAT

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini melalui beberapa tahapan. Pertama, studi literatur dilakukan untuk mengkaji teori, praktik terbaik, serta hasil penelitian sebelumnya mengenai teknologi irigasi tetes dan pemanfaatan energi surya sehingga program memiliki dasar ilmiah yang kuat. Kedua, perencanaan program pelatihan disusun dengan menyesuaikan kebutuhan lokal, mencakup penyusunan materi, penjadwalan kegiatan, serta penyiapan alat dan bahan. Ketiga, pelaksanaan pelatihan melibatkan penyampaian materi teori dan praktik langsung pemasangan sistem irigasi tetes berbasis surya, sehingga peserta memperoleh keterampilan teknis yang aplikatif. Keempat, dukungan pasca pelatihan diberikan berupa pendampingan teknis dan konsultasi jarak jauh untuk memastikan peserta mampu mengimplementasikan teknologi secara mandiri. Terakhir, dilakukan evaluasi melalui penilaian ketercapaian tujuan, efektivitas pelatihan, serta keberlanjutan pemanfaatan sistem oleh peserta, yang hasilnya digunakan sebagai masukan bagi perbaikan program berikutnya. Alur dari pelaksanaan kegiatan dapat dilihat pada gambar 1 berikut.



Gambar 1. Langkah-langkah pelaksanaan kegiatan

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pengabdian masyarakat ini dilaksanakan pada tanggal 1 September 2024. Kegiatan yang dilaksanakan meliputi kegiatan pemberian materi pelatihan yang dilanjutkan dengan praktek oleh tim pengabdian yang terdiri dari dosen dan mahasiswa. Adapun rincian kegiatan adalah sebagai berikut:

#### 4.1. Pembukaan dan Pengenalan Tim Pengabdian

Pelatihan instalasi irigasi tetes bertenaga surya di Dusun Amor-Amor, Desa Gumantar, diawali dengan sesi pembukaan yang dipimpin oleh Ketua Kelompok Tani Lembah Telaga, Bapak Syahrul Ramadhan. Dalam sambutannya, beliau menyampaikan apresiasi atas kehadiran tim pengabdian sekaligus harapan besar agar kegiatan ini mampu memberikan manfaat nyata bagi petani dalam meningkatkan efisiensi penggunaan air dan produktivitas pertanian. Pada kesempatan yang sama, ketua tim pengabdian menjelaskan tujuan utama program, yakni mendukung petani lokal melalui penerapan teknologi irigasi modern yang hemat energi dan ramah lingkungan. Selain itu, dipaparkan pula tahapan pelatihan yang meliputi sesi teori, praktik instalasi, hingga teknik pemeliharaan sistem irigasi tetes berbasis tenaga surya.



Gambar 2. Pembukaan dan pengenalan tim pengabdian.

#### 4.2. Penjelasan Komponen dan Demonstrasi Pemasangan

Tahap selanjutnya adalah pengenalan komponen utama sistem irigasi tetes bertenaga surya. Materi yang disampaikan mencakup teori mengenai prinsip kerja irigasi tetes serta pemanfaatan energi surya sebagai sumber tenaga alternatif. Kegiatan ini bertujuan memberikan pemahaman kepada peserta mengenai desain teknologi yang efisien dalam penggunaan air, ramah lingkungan, serta adaptif terhadap kebutuhan pertanian lokal.



Gambar 3. Penjelasan alat dan kegunaannya

Pada tahap berikutnya, tim pengabdian yang terdiri dari mahasiswa memaparkan komponen utama sistem irigasi tetes bertenaga surya, antara lain panel surya, pompa air, pipa distribusi, dan emitor tetes. Setiap komponen diperlihatkan secara langsung kepada peserta untuk memberikan pemahaman mengenai fungsi serta cara kerjanya. Materi disampaikan dengan pendekatan sederhana dan interaktif, sehingga dapat lebih mudah dipahami oleh para petani.



Gambar 4. Percobaan penyambungan alat oleh mahasiswa dan peserta

Setelah sesi pengenalan, kegiatan dilanjutkan dengan demonstrasi pemasangan sistem irigasi tetes bertenaga surya. Pada tahap ini, mahasiswa memandu proses instalasi yang meliputi penempatan panel surya pada lokasi yang optimal, penyambungan pompa ke sumber air, serta pemasangan jaringan pipa dan emitor tetes pada lahan pertanian. Peserta mengikuti jalannya demonstrasi dengan seksama, sementara dosen memberikan penjelasan tambahan untuk memperjelas aspek teknis yang ditanyakan. Kegiatan berlangsung dengan antusiasme tinggi, terlihat dari partisipasi aktif peserta dalam mengajukan pertanyaan maupun mencatat detail teknis. Demonstrasi ini menjadi bagian penting dalam memperlihatkan bahwa teknologi irigasi tetes bertenaga surya dapat diimplementasikan secara praktis pada lahan pertanian masyarakat.

#### 4.3. Praktik dan Latihan Pengoperasian

Setelah memperoleh pemahaman teori dan menyaksikan demonstrasi pemasangan, pelatihan dilanjutkan dengan praktik lapangan serta latihan pengoperasian sistem irigasi tetes bertenaga surya. Pada sesi ini, peserta dibagi ke dalam beberapa kelompok kecil yang masing-masing didampingi oleh dosen dan mahasiswa tim pengabdian. Setiap kelompok diberikan tugas untuk memasang bagian tertentu dari sistem, antara lain menyusun panel surya, menghubungkan pompa air dengan pipa distribusi, serta memasang emitor tetes pada lahan percobaan. Melalui bimbingan langsung, peserta berkesempatan mempelajari keterampilan teknis dalam menangani peralatan dan memastikan setiap komponen terpasang secara tepat.



Gambar 5. Penjelasan penyambungan solar panel dan aki

Setelah proses instalasi selesai, kegiatan dilanjutkan dengan sesi latihan pengoperasian sistem. Peserta diberikan arahan mengenai cara mengaktifkan sistem, memantau aliran air melalui jaringan pipa, serta menyesuaikan intensitas tetesan air sesuai kebutuhan tanaman. Selain itu, disampaikan pula panduan pemeliharaan agar sistem tetap berfungsi optimal, mencakup pembersihan panel surya, pemeriksaan potensi kebocoran pada pipa, serta perawatan pompa. Tim pengabdian turut memberikan pendampingan intensif dengan menjawab pertanyaan serta menawarkan solusi atas kendala teknis yang muncul. Melalui sesi ini, peserta memperoleh keterampilan praktis sekaligus kepercayaan diri untuk menginstalasi dan mengoperasikan sistem secara mandiri di lahan pertanian mereka.



Gambar 6. Percobaan oleh peserta



Gambar 7. Foto bersama dengan peserta

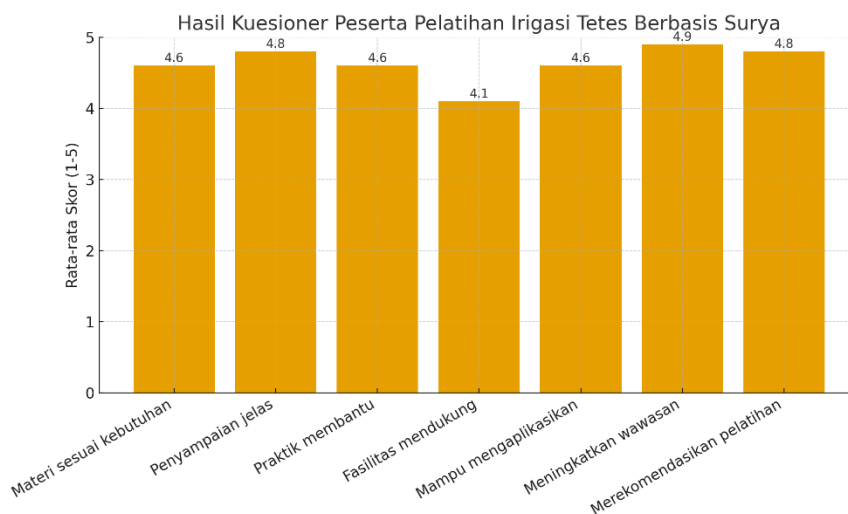
#### 4.4. Evaluasi, Umpan Balik, dan Pendampingan

Pelatihan diakhiri dengan sesi evaluasi dan umpan balik, yang bertujuan untuk menilai efektivitas kegiatan serta mendengar pengalaman peserta selama mengikuti pelatihan. Evaluasi dilakukan dengan memberikan kuesioner kepada peserta sebanyak 10 orang. Dalam kuesioner, peserta diminta memberikan penilaian terhadap berbagai aspek pelatihan, seperti kejelasan materi, penyampaian materi oleh tim, praktik yang sudah dilakukan, fasilitas dan alat yang digunakan. Berikut adalah rekapitulasi hasil kuesioner.

TABEL 1. REKAPITULASI HASIL KUESIONER PESERTA

| No | Pertanyaan                                     | Rata-rata (skor 1 – 5) |
|----|------------------------------------------------|------------------------|
| 1  | Materi pelatihan sesuai dengan kebutuhan       | 4.6                    |
| 2  | Penyampaian jelas dan mudah dipahami           | 4.8                    |
| 3  | Praktik instalasi membantu pemahaman           | 4.6                    |
| 4  | Fasilitas dan alat mendukung pelatihan         | 4.1                    |
| 5  | Peserta merasa mampu mengaplikasikan teknologi | 4.6                    |
| 6  | Pelatihan meningkatkan wawasan tentang irigasi | 4.9                    |
| 7  | Peserta akan merekomendasikan pelatihan ini    | 4.8                    |

Hasil kuesioner yang diberikan kepada sepuluh peserta pelatihan irigasi tetes berbasis tenaga surya menunjukkan respons yang sangat positif terhadap pelaksanaan program. Skor rata-rata yang diperoleh pada setiap item berada di atas 4,0 dari skala 5, yang menandakan tingkat kepuasan yang tinggi. Item dengan skor tertinggi adalah peningkatan wawasan peserta (4,9), diikuti oleh aspek penyampaian materi yang jelas (4,8) serta kesediaan untuk merekomendasikan pelatihan kepada pihak lain (4,8). Sementara itu, item dengan skor relatif lebih rendah adalah ketersediaan fasilitas dan alat pendukung (4,1), yang mengindikasikan perlunya peningkatan dalam aspek sarana pelatihan. Secara umum, hasil ini membuktikan bahwa metode pelatihan yang diberikan relevan dengan kebutuhan peserta, mampu meningkatkan kapasitas teknis, dan berpotensi memperluas dampak ke komunitas yang lebih luas.



Gambar 8. Bar chart hasil kuesioner peserta

Grafik batang yang disajikan pada gambar 8 memperlihatkan distribusi skor rata-rata tiap aspek yang diukur pada kuesioner. Pola grafik menunjukkan bahwa hampir semua indikator berada pada rentang nilai tinggi ( $\geq 4,5$ ), dengan puncak pada indikator peningkatan wawasan peserta mengenai irigasi hemat air (4,9). Hal ini menggambarkan bahwa pelatihan berhasil mentransfer pengetahuan dan keterampilan secara efektif. Namun, terlihat adanya gap pada indikator fasilitas pelatihan yang hanya memperoleh skor 4,1, lebih rendah dibandingkan aspek lainnya. Skor fasilitas yang lebih rendah disebabkan keterbatasan jumlah peralatan yang tersedia, sehingga tidak semua peserta dapat mencoba secara langsung. Temuan ini menekankan bahwa, meskipun pelatihan telah berjalan efektif dari sisi substansi dan penyampaian, peningkatan kualitas fasilitas dan peralatan pelatihan akan semakin memperkuat keberhasilan program di masa mendatang. Keberlanjutan program dilakukan dengan membuat grup Whatsapp dengan peserta sehingga dapat dilakukan pendampingan jarak jauh. Sebagai indikator jangka panjang, dapat diukur dengan jumlah lahan yang mengadopsi system ini setelah kurun waktu 6 (enam) bulan sampai 1 (satu) tahun, serta tingkat keberlanjutan operasional tanpa bantuan universitas.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Pelatihan instalasi irigasi tetes bertenaga surya di Dusun Amor-Amor, Desa Gumantar, berhasil dilaksanakan dengan baik dan mendapatkan respon positif dari para peserta. Kegiatan ini telah memberikan pemahaman mendalam kepada petani tentang teknologi irigasi modern yang hemat energi dan air. Melalui sesi teori, demonstrasi, dan praktik lapangan, peserta tidak hanya memahami konsep, tetapi juga mampu melakukan instalasi dan pengoperasian sistem secara mandiri. Dari kuesioner yang diberikan, didapatkan rata-rata nilai lebih besar dari 4, yang memperlihatkan berbagai aspek pada pelatihan sudah berjalan dengan baik.

Pelatihan tambahan tentang pemeliharaan sistem atau pengelolaan pertanian berbasis teknologi dapat menjadi langkah berikutnya untuk meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan program ini. Program ini dapat direplikasi di dusun lain yang memiliki kebutuhan serupa, dengan menyesuaikan pendekatan berdasarkan karakteristik lokal.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya diucapkan kepada pihak-pihak yang telah membantu terlaksana dengan baik kegiatan ini, yaitu LPPM Universitas Mataram, Ketua Program Studi Teknik Informatika, Sekretaris Program Studi Teknik Informatika, mitra kegiatan dan pihak-pihak yang tidak bisa kami sebutkan satu per satu.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Zubaidi, W. Wedashwara, A. Hidayat Jatmika, A. Z. Mardiansyah, and H. Wijayanto, "INSTALASI IRIGASI TETES BERTENAGA SURYA PADA PERTANIAN LAHAN KERING DESA GUMANTAR KABUPATEN LOMBOK UTARA (Solar-Powered Drip Irrigation Installation On Dryland Farms In Gumantar Village, North Lombok District) Abstrak." [Online]. Available: <http://begawe.unram.ac.id/index.php/JBTI/>
- [2] I. Widiastuti and D. S. Wijayanto, "Developing a Hybrid Solar/Wind Powered Drip Irrigation System for Dragon Fruit Yield," in *Ist Annual Applied Science and Engineering Conference*, 2017. doi: 10.1088/1742-6596/755/1/011001.
- [3] Syahid Muhammad dkk, "Pemanfaatan Pompa Air Tenaga Surya untuk Sistem Irigasi Pertanian," *Jurnal Tepat (Teknologi Terapan Untuk Pengabdian Masyarakat)*, vol. 5, no. 1, pp. 102–107, 2022.
- [4] T. M. E. Shareef, Z. Ma, and B. Zhao, "Essentials of Drip Irrigation System for Saving Water and Nutrients to Plant Roots: As a Guide for Growers," *J Water Resour Prot*, vol. 11, no. 09, pp. 1129–1145, 2019, doi: 10.4236/jwarp.2019.119066.
- [5] I. A. Lakhia *et al.*, "A Review of Precision Irrigation Water-Saving Technology under Changing Climate for Enhancing Water Use Efficiency, Crop Yield, and Environmental Footprints," *Agriculture*, vol. 14, no. 7, p. 1141, 2024, doi: 10.3390/agriculture14071141.
- [6] C. S. Guno and C. B. Agaton, "Socio-Economic and Environmental Analyses of Solar Irrigation Systems for Sustainable Agricultural Production," *Sustainability (Switzerland)*, vol. 14, no. 11, pp. 1–15, 2022.
- [7] P. Yang *et al.*, "Review on Drip Irrigation: Impact on Crop Yield, Quality, and Water Productivity in China," *Water (Switzerland)*, vol. 15, no. 9, 2023, doi: 10.3390/w15091733.
- [8] R. Rajalahti, *Agricultural Innovation in Developing East Asia*. 2021.