PENGEMBANGAN IRIGASI PENGHEMAT AIR BERBASIS ENERGI TERBARUKAN PADA DESA TADAH HUJAN UNTUK MENDUKUNG KETAHANAN PANGAN DESA

MUHMMAD ZAINI, MUHMMAD ZOHRI*

Departemen Program Studi Tadris Fisika, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Negeri Mataram, Indonesia

**Corresponding author: zohri.ukm@gmail.com*

(Received: 6 Oktober 2026; Accepted: 26 oktober 2026; Published on-line: 1 November 2026)

ABSTRAK: Keterbatasan ketersediaan air pada wilayah pertanian tadah hujan menjadi salah satu faktor utama yang menghambat produktivitas lahan dan ketahanan pangan masyarakat desa. Kondisi ini terjadi di Desa Kesi, Kecamatan Kempo, Kabupaten Dompu, di mana sebagian besar aktivitas pertanian masih bergantung pada curah hujan. Kegiatan ini bertujuan mengembangkan irigasi penghemat air berbasis energi terbarukan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan air, produktivitas lahan, dan ketahanan pangan desa. Metode pelaksanaan menggunakan pendekatan Asset Based Community Development yang menempatkan masyarakat sebagai subjek utama dalam perencanaan, implementasi, dan pengelolaan teknologi. Sistem PLTS menggunakan dua panel surya berkapasitas 200 Wp per panel (total 400 Wp), dua aki 12 V 60 Ah, dan MPPT Solar Charge Controller 12 V 60 A untuk menyuplai pompa celup DC 0,5 HP. Daya listrik diambil dari penyimpan daya atau Aki sebanyak 2 buah. Daya listrik disiapkan diatas daya pompa 0,5HP atau diatas 350 Watt DC sehingga mesin celup bisa berjalan secara lancar. Program diawali dengan identifikasi kondisi awal, sosialisasi, dan diskusi kelompok, kemudian dilanjutkan dengan pemasangan sistem irigasi berbasis pembangkit listrik tenaga surya yang terintegrasi dengan pompa air dan jaringan distribusi air, serta pendampingan pengoperasian dan pemeliharaan sistem kepada kelompok tani. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa sistem irigasi berbasis energi terbarukan berhasil menyediakan pasokan air yang lebih andal untuk lahan pertanian pada musim kemarau. Sistem distribusi air yang lebih terkontrol meningkatkan efisiensi penggunaan air dan memungkinkan sumber air yang tersedia dimanfaatkan untuk area pertanian yang lebih luas. Implementasi teknologi juga mendorong peningkatan kapasitas masyarakat melalui keterlibatan aktif dalam instalasi, pengoperasian, dan pemeliharaan sistem. Selain itu, ketersediaan air yang lebih stabil membuka peluang peningkatan intensitas tanam, pemanfaatan kembali lahan yang sebelumnya kurang produktif, serta diversifikasi komoditas pertanian. Temuan ini menunjukkan bahwa integrasi energi surya dan sistem irigasi hemat air dapat menjadi solusi yang efektif untuk mendukung pertanian berkelanjutan pada wilayah yang rentan terhadap kekeringan.

KEYWORDS: *Irigasi, Penghemat Air, Energi Terbarukan, Panel Surya, jps/*

1. PENDAHULUAN

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan teknologi yang sangat menjanjikan dan solusi untuk energi bersih. Teknologi PLTS merupakan teknologi yang berpotensi

diterapkan di Indonesia karena potensi indonesia di garis khatulistiwa yang melimpah energi mataharinya. PLTS dipilih karena ekonomis, ramah lingkungan, serta mudah dipasang dan dirawat [1].Sektor pertanian memiliki peran strategis dalam menopang ketahanan pangan, meningkatkan pendapatan masyarakat, serta menjaga keberlanjutan ekonomi pedesaan. Bagi sebagian besar masyarakat di wilayah perdesaan Indonesia, sektor pertanian tidak hanya berfungsi sebagai sumber penghidupan utama, tetapi juga menjadi fondasi pembangunan sosial dan ekonomi yang berkelanjutan. Namun demikian, keberhasilan kegiatan pertanian sangat dipengaruhi oleh ketersediaan sumber daya air yang memadai sepanjang tahun. Air merupakan faktor produksi penting yang menentukan pertumbuhan tanaman, produktivitas lahan, dan keberhasilan panen. Pada wilayah pertanian tadah hujan, ketergantungan terhadap curah hujan menyebabkan keberlangsungan aktivitas budidaya sangat rentan terhadap perubahan musim dan variabilitas iklim. Ketika musim penghujan berlangsung, petani dapat melakukan kegiatan budidaya secara optimal, namun pada musim kemarau ketersediaan air menjadi terbatas sehingga menghambat pemanfaatan lahan secara produktif.

Kondisi tersebut banyak dijumpai pada berbagai wilayah pertanian di Indonesia, termasuk di Desa Kesi, Kecamatan Kempo, Kabupaten Dompu, Provinsi Nusa Tenggara Barat. Wilayah ini memiliki potensi sumber daya lahan yang cukup luas untuk mendukung kegiatan pertanian masyarakat. Akan tetapi, pemanfaatan lahan tersebut belum berlangsung secara optimal akibat keterbatasan sumber air yang tersedia pada musim kemarau. Sebagian besar aktivitas pertanian masyarakat masih bergantung pada sistem pertanian tadah hujan yang mengandalkan distribusi curah hujan sebagai sumber utama pengairan. Akibatnya, produktivitas lahan hanya dapat berlangsung secara optimal pada musim penghujan, sementara pada musim kemarau sebagian besar lahan mengalami penurunan produktivitas bahkan tidak dimanfaatkan setelah masa panen berakhir. Situasi ini menunjukkan bahwa keterbatasan akses terhadap sistem irigasi yang berkelanjutan masih menjadi salah satu tantangan utama dalam pengembangan sektor pertanian di kawasan tersebut [2], [3].

Ketergantungan yang tinggi terhadap sistem pengairan konvensional menyebabkan masyarakat menghadapi berbagai kendala dalam menjaga kontinuitas produksi pertanian. Penggunaan air yang masih bergantung pada hujan maupun sumber air alami yang bersifat musiman belum mampu memenuhi kebutuhan tanaman sepanjang tahun. Pada saat debit air menurun selama musim kemarau, petani menghadapi kesulitan dalam menyediakan pasokan air yang cukup untuk mendukung pertumbuhan tanaman. Kondisi ini membatasi pola tanam masyarakat, mengurangi intensitas tanam, serta menyebabkan sebagian potensi lahan tidak dapat dimanfaatkan secara maksimal. Dampak yang ditimbulkan tidak hanya berkaitan dengan menurunnya hasil produksi pertanian, tetapi juga berpengaruh terhadap aspek sosial ekonomi masyarakat yang menggantungkan pendapatan pada sektor pertanian [4], [5].

Selain berdampak pada produktivitas pertanian, keterbatasan ketersediaan air juga berhubungan erat dengan permasalahan lingkungan. Lahan yang tidak dikelola secara produktif pada musim kemarau cenderung mengalami degradasi kualitas akibat minimnya tutupan vegetasi. Kondisi tersebut berpotensi meningkatkan risiko erosi tanah, mengurangi kandungan bahan organik, serta mempercepat proses kerusakan lahan. Jika kondisi ini berlangsung secara terus-menerus, maka kemampuan lahan dalam mendukung aktivitas pertanian akan semakin menurun. Oleh karena itu, diperlukan suatu pendekatan yang tidak hanya berfokus pada penyediaan air bagi kebutuhan budidaya tanaman, tetapi juga mampu mendukung upaya konservasi lahan dan pengelolaan sumber daya alam secara berkelanjutan [6], [7].

Perkembangan teknologi energi terbarukan membuka peluang baru dalam penyediaan sistem irigasi yang lebih efisien, ekonomis, dan ramah lingkungan. Salah satu teknologi yang berpotensi diterapkan pada wilayah pertanian tadah hujan adalah sistem irigasi berbasis energi

surya. Teknologi ini memanfaatkan panel surya sebagai sumber energi untuk mengoperasikan pompa air sehingga mampu mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil maupun jaringan listrik konvensional. Pemanfaatan energi surya dinilai sangat relevan untuk daerah pedesaan yang memiliki intensitas penyinaran matahari tinggi sepanjang tahun. Melalui sistem ini, air dari sumber yang tersedia dapat didistribusikan secara lebih efektif sesuai kebutuhan tanaman, sehingga efisiensi penggunaan air dapat ditingkatkan dan produktivitas lahan dapat dipertahankan meskipun pada musim kemarau [6], [8].

Pengembangan sistem irigasi modern saat ini juga didukung oleh kemajuan teknologi digital yang memungkinkan proses pemantauan dan pengendalian berlangsung secara lebih efektif. Penerapan Internet of Things (IoT) telah banyak digunakan dalam sistem monitoring pertanian untuk mendukung pengambilan keputusan yang lebih akurat dan efisien. Ardian dan Tombeng [9] menunjukkan bahwa teknologi IoT dapat dimanfaatkan sebagai sistem monitoring media tanaman yang terintegrasi dengan layanan cloud dan perangkat smartphone sehingga memudahkan pemantauan kondisi lahan secara real time. Demikian pula, penelitian Asriya dan Yusfi [10] mengembangkan sistem monitoring kelembaban tanah berbasis sensor nirkabel yang mampu memberikan informasi kondisi tanah secara berkelanjutan. Pemanfaatan teknologi cerdas dalam pengelolaan sumber daya pertanian tersebut menunjukkan bahwa integrasi teknologi informasi dan sistem irigasi memiliki potensi besar dalam meningkatkan efisiensi penggunaan air.

Dalam konteks efisiensi penggunaan air, teknologi irigasi tetes telah terbukti mampu meningkatkan efektivitas distribusi air pada tanaman. Refranisa et al. [11] menunjukkan bahwa penerapan irigasi tetes dapat mendukung pengelolaan air yang lebih hemat pada sektor agrowisata berbasis pertanian. Hasil yang serupa dilaporkan oleh Muhammad et al. [12] yang menunjukkan bahwa penerapan teknologi irigasi tetes berbasis energi terbarukan mampu membantu petani dalam menyediakan sistem pengairan yang lebih efisien dan berkelanjutan. Keunggulan teknologi ini terletak pada kemampuannya menyalurkan air secara langsung ke area perakaran tanaman sehingga kehilangan air akibat evaporasi dan limpasan dapat diminimalkan.

Keberhasilan implementasi teknologi pada masyarakat pedesaan tidak hanya ditentukan oleh keberadaan teknologi itu sendiri, tetapi juga oleh keterlibatan aktif masyarakat dalam seluruh tahapan program. Oleh karena itu, pendekatan Asset Based Community Development (ABCD) dipilih karena menempatkan masyarakat sebagai subjek utama pembangunan dengan memanfaatkan berbagai aset lokal yang telah dimiliki. Aset tersebut meliputi sumber daya manusia, kelompok tani, lahan pertanian, sumber air yang tersedia, serta potensi energi matahari yang melimpah. Pendekatan ini sejalan dengan prinsip pembangunan partisipatif yang menekankan penguatan kapasitas masyarakat agar mampu mengelola dan memanfaatkan teknologi secara mandiri dan berkelanjutan [13], [14].

Berdasarkan permasalahan dan potensi yang ada, kegiatan ini bertujuan mengembangkan teknologi irigasi penghemat air berbasis energi terbarukan pada wilayah pertanian tadah hujan di Desa Kesi, Kecamatan Kempo, Kabupaten Dompu. Pengembangan teknologi ini diharapkan mampu meningkatkan produktivitas lahan, memperluas pemanfaatan lahan pada musim kemarau, mengurangi ketergantungan terhadap sumber energi konvensional, serta mendukung ketahanan pangan masyarakat desa. Selain itu, program ini diarahkan untuk meningkatkan kapasitas masyarakat dalam mengoperasikan, memelihara, dan mengembangkan sistem irigasi secara mandiri sehingga keberlanjutan manfaat teknologi dapat terjaga dalam jangka panjang.

2. METODE

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan di Desa Kesi, Kecamatan

Kempo, Kabupaten Dompu, Provinsi Nusa Tenggara Barat, dengan mitra utama Kelompok Tani Maju Sejahtera. Pemilihan lokasi didasarkan pada karakteristik wilayah yang didominasi pertanian tadah hujan dengan permasalahan utama berupa keterbatasan ketersediaan air pada musim kemarau sehingga pemanfaatan lahan belum optimal. Selain kelompok tani, Pemerintah Desa Kesi turut berperan dalam mendukung koordinasi, fasilitasi, dan pelaksanaan program. Pengembangan sistem irigasi yang efisien menjadi kebutuhan penting untuk meningkatkan produktivitas lahan dan mendukung pertanian berkelanjutan melalui pengelolaan sumber daya air yang lebih efektif [2], [6].

Pelaksanaan kegiatan menggunakan pendekatan Asset Based Community Development (ABCD) yang menempatkan masyarakat sebagai subjek utama pembangunan. Pendekatan ini berfokus pada pemanfaatan aset lokal yang telah dimiliki masyarakat, meliputi kelompok tani, pengalaman bertani, sumber daya lahan, sumber air, serta potensi energi matahari. Melalui pendekatan partisipatif, masyarakat dilibatkan dalam setiap tahapan kegiatan sehingga tidak hanya menerima manfaat teknologi, tetapi juga memperoleh pengetahuan dan keterampilan dalam mengelola teknologi secara mandiri. Pendekatan ini sejalan dengan prinsip pertanian berkelanjutan yang mengintegrasikan aspek sosial, ekonomi, lingkungan, dan teknologi dalam mendukung ketahanan pangan masyarakat [3], [4].



Gambar 1. Bagan Kerangka Pemecahan Masalah

Gambar 1 menunjukkan bagan kerangka pemecahan masalah. Tahapan pelaksanaan program terdiri atas persiapan dan identifikasi kondisi awal, sosialisasi dan pemberdayaan masyarakat, serta penerapan teknologi irigasi berbasis energi terbarukan. Identifikasi awal dilakukan melalui observasi lapangan dan diskusi dengan masyarakat untuk menentukan kebutuhan sistem irigasi yang sesuai dengan kondisi lokal. Selanjutnya, sosialisasi dan Focus Group Discussion (FGD) dilaksanakan untuk meningkatkan pemahaman masyarakat mengenai pengelolaan air, pemanfaatan energi terbarukan, dan mekanisme pengoperasian teknologi.

Teknologi yang diterapkan berupa sistem irigasi hemat air berbasis Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) yang terdiri atas panel surya, solar charge controller, baterai, inverter, pompa air, dan jaringan distribusi air. Sistem ini dirancang untuk meningkatkan efisiensi penggunaan air sekaligus mengurangi ketergantungan terhadap energi konvensional [5], [12].

Setelah instalasi sistem selesai, kegiatan dilanjutkan dengan pendampingan dan transfer pengetahuan kepada kelompok tani mengenai pengoperasian, pemeliharaan, serta pengelolaan sistem irigasi. Evaluasi dilakukan secara partisipatif melalui observasi lapangan, wawancara, diskusi kelompok untuk menilai kemampuan sistem dalam menyediakan air, efektivitas distribusi air, kemudahan penggunaan teknologi, serta kesiapan masyarakat dalam pemeliharaan. Hasil evaluasi digunakan sebagai dasar penyusunan strategi keberlanjutan program dengan memperkuat kapasitas kelompok tani sebagai pengelola utama teknologi. Pendekatan ini mampu memastikan keberlangsungan sistem irigasi dalam mendukung produktivitas pertanian dan ketahanan pangan desa secara berkelanjutan [8], [9], [10].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Permasalahan Masyarakat dan Kondisi Awak Lahan Pertanian

Gambar 2, menunjukkan Hasil identifikasi awal di Desa Kesi, Kecamatan Kempo, Kabupaten Dompu menunjukkan bahwa keterbatasan ketersediaan air merupakan permasalahan utama yang memengaruhi produktivitas pertanian masyarakat. Sebagian besar petani masih mengandalkan sistem pertanian tadah hujan sehingga keberhasilan budidaya tanaman sangat bergantung pada pola curah hujan dan kondisi iklim musiman. Kondisi ini umum ditemukan pada wilayah pertanian kering yang memiliki keterbatasan infrastruktur irigasi, sehingga pemanfaatan lahan pertanian menjadi tidak optimal sepanjang tahun. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa keterbatasan sistem irigasi merupakan salah satu faktor utama yang menghambat efisiensi penggunaan air dan keberlanjutan produksi pertanian, terutama pada komunitas pedesaan yang bergantung pada sektor pertanian [12], [15], [16].

Observasi lapangan menunjukkan bahwa sebagian besar lahan pertanian hanya dapat dimanfaatkan secara optimal pada musim hujan. Ketika memasuki musim kemarau, sebagian lahan mengalami kekeringan akibat tidak tersedianya sistem distribusi air yang mampu menyediakan suplai secara berkelanjutan. Akibatnya, intensitas tanam menjadi rendah dan sebagian lahan dibiarkan tidak produktif selama periode tertentu. Temuan ini sejalan dengan penelitian yang menyatakan bahwa keterbatasan akses terhadap sumber air irigasi menyebabkan rendahnya produktivitas lahan, terbatasnya pola tanam, serta meningkatnya kerentanan petani terhadap perubahan iklim dan kekeringan musiman [17], [18].

Permasalahan tersebut tidak hanya berdampak pada aspek teknis pertanian, tetapi juga berkaitan dengan dimensi sosial dan lingkungan. Ketergantungan terhadap musim membatasi peluang diversifikasi tanaman dan mengurangi kemampuan petani untuk mempertahankan produksi sepanjang tahun. Dalam jangka panjang, berkurangnya pemanfaatan lahan dapat menyebabkan penurunan tutupan vegetasi dan meningkatkan risiko degradasi lahan. Oleh karena itu, pengembangan sistem irigasi hemat air berbasis energi terbarukan menjadi alternatif solusi yang relevan untuk mengatasi keterbatasan air sekaligus meningkatkan keberlanjutan sistem pertanian di wilayah tersebut.



Gambar 2. Kondisi lahan kritis tadah hujan pada musim panas

3.2 Implementasi Sistem Irigasi Hemat Air Berbasis Energi Terbarukan

Gambar 3, proses Gotong royong istalasi pipa irigasi dan gambar 4 menunjukkan instalasi dan implementasi sistem irigasi hemat air berbasis energi terbarukan. Hasil utama kegiatan pengabdian ini adalah implementasi sistem irigasi hemat air berbasis energi terbarukan yang memanfaatkan energi surya sebagai sumber energi utama. Sistem yang dikembangkan mengintegrasikan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), pompa air, dan jaringan distribusi air untuk mendukung pengairan lahan pertanian secara berkelanjutan. Pendekatan ini dirancang untuk mengurangi ketergantungan petani terhadap sumber energi konvensional sekaligus meningkatkan akses terhadap air irigasi. Implementasi dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu pemasangan panel surya, instalasi pompa air, pembangunan jaringan perpipaan, serta pengujian operasional sistem. Komponen utama sistem meliputi panel surya sebagai pembangkit listrik, baterai penyimpan energi, solar charge controller sebagai pengatur pengisian energi, inverter sebagai konverter arus listrik, pompa air, dan jaringan distribusi air. Konfigurasi tersebut sejalan dengan berbagai pengembangan sistem irigasi berbasis energi surya yang telah dilaporkan memiliki kemampuan menyediakan suplai energi yang stabil untuk kebutuhan pertanian skala kecil dan menengah [19], [20].

Penerapan teknologi ini menunjukkan bahwa energi surya dapat dimanfaatkan secara efektif untuk mendukung pengelolaan air di wilayah pedesaan yang memiliki intensitas radiasi matahari tinggi namun terbatas dalam akses terhadap infrastruktur irigasi modern. Selain berfungsi sebagai penyedia air, sistem ini juga menjadi bentuk teknologi tepat guna yang mengintegrasikan aspek energi, pertanian, dan pemberdayaan masyarakat. Pendekatan terpadu semacam ini telah diidentifikasi sebagai strategi yang efektif dalam mendorong pembangunan pertanian berkelanjutan dan penguatan kapasitas masyarakat pedesaan [21], [22].

Panel surya yang disiapkan adalah 2 modul atau keping dengan masing-masing kapasitas 200Wp. Aki atau penyimpan daya 2 buah dengan kapasitas 12 Volt dan 60 Ampere. Solar charge controller MPPT 12 V, sekitar 60 A. mesin celup yang digunakan adalah mesin celup DC dengan daya mekanis 0,5HP. Mesin dengan daya mekanis 1 HP setara sekitar 350 watt, tetapi konsumsi listrik aktual pompa umumnya lebih tinggi oleh karena ini dipersiapkan pentimpan daya 2 buah. Daya listrik yang dihasilkan oleh sistem panel surya dapat dihitung menggunakan hubungan antara tegangan dan arus listrik, yaitu: P = V x I, P = 12,9 x 20 = 258 Watt, karena panel suryanya 2 maka daya yang dihasilkan sekitar 400 Wp. Dimana P = daya listrik (Watt) V = tegangan listrik (Volt) I = arus listrik (Ampere). Energi listrik sebesar 400 Watt menjadi sumber penggerak pompa yang memungkinkan distribusi air ke lahan pertanian masyarakat, sehingga lahan yang sebelumnya bergantung pada curah hujan dapat dimanfaatkan

secara lebih produktif pada musim kemarau.

Untuk pengembangan laporan selanjutnya, hubungan daya dan debit air dapat diperkuat dengan pengukuran langsung menggunakan rumus: Q = V/t dimana Q = debit air (liter/menit) V = volume air yang tertampung (liter) t = waktu pengukuran (menit). Jika diketahui volume air yang dihasilkan sebesar 1 liter dalam waktu 2 detik, maka debit air dapat dihitung untuk mengetahui kinerja sistem irigasi yang digerakkan oleh panel surya. dimana Volume air (V) = 1 liter, Waktu pengukuran (t) = 2 detik, Q = 0,5 liter/detik, Jadi, sistem mampu menghasilkan debit air sebesar: 0,5 liter/detik atau 30 liter/menit atau 1.800 liter/jam. Luas lahan yang dijadikan ujicoba adalah 20 are. Jumlah tanaman yang disiram adalah 2000 titik tanaman maka waktu yang dibutuhkan 30 menit penyiraman dengan asumsi satu titik tanaman membutuhkan air 0,5 liter.



Gambar 3. Proses gotong royong instalasi pipa irigasi



Gambar 4. Instalasi dan implementasi sistem irigasi hemat air berbasis energi terbarukan

3.3 Peningkatan Efisiensi Penggunaan Air Pertanian

Gambar 5, menunjukkan Sistem instalasi pipa untuk Peningkatan Efisiensi Penggunaan Air dan gambar 6, menunjukkan Proses penyiraman sesuai kebutuhan tanaman. Sistem instalasi pipa merupakan kombinasi sistem kontrol air berbasis timer dan berbasis vertigasi. Sistem kerja

istalasi pipa ini terdiri dari pipa satu inci dan katup kontrol untuk mengatur air yang dibagi dalam setiap petak lahan. Satu jalur pipa saluran air dapat menyiram 60 titik tanaman yang membutuhkan waktu hanya 5 menit. Setelah cukup kelembapannya maka saluran yang selanjutnya akan dinyalakan atau dihidupkan untuk menyiram tanaman 60 titik lagi sampai 2000 titik tanaman. Sehingga untuk menyiram tanaman 20 are atau 2000 titik tanaman hanya membutuhkan waktu 30 menit.

Salah satu hasil penting dari penerapan sistem yang dikembangkan adalah peningkatan efisiensi penggunaan air. Berbeda dengan sistem irigasi konvensional yang umumnya mendistribusikan air secara langsung tanpa pengaturan yang memadai, sistem yang diterapkan memungkinkan pengelolaan distribusi air secara lebih terkendali sesuai kebutuhan tanaman. Pengaturan tersebut berkontribusi dalam mengurangi kehilangan air sekaligus meningkatkan efektivitas pemanfaatan sumber daya yang tersedia. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa penerapan sistem irigasi modern yang dilengkapi dengan mekanisme kontrol dan distribusi yang terarah mampu meningkatkan efisiensi penggunaan air serta menjaga kondisi kelembapan tanah sesuai kebutuhan tanaman [23], [24], [25]. Pada praktik pertanian konvensional, distribusi air yang berlebihan sering menyebabkan pemborosan dan menurunkan efisiensi sistem irigasi. Sebaliknya, sistem distribusi yang terkontrol memungkinkan penggunaan air yang lebih presisi sehingga ketersediaan air dapat dimanfaatkan secara optimal [26], [27].

Temuan kegiatan ini menunjukkan bahwa sumber air yang tersedia dapat dimanfaatkan untuk mendukung area pertanian yang lebih luas dibandingkan sebelumnya. Kondisi ini sangat penting bagi wilayah pertanian tadah hujan yang rentan mengalami kekurangan air selama musim kemarau. Dengan meningkatnya efisiensi penggunaan air, masyarakat memiliki peluang lebih besar untuk mempertahankan aktivitas budidaya sepanjang tahun dan meningkatkan produktivitas lahan secara berkelanjutan [15], [16]. Selain itu, penerapan sistem irigasi hemat air sejalan dengan prinsip pertanian berkelanjutan yang menekankan pentingnya konservasi sumber daya alam. Efisiensi penggunaan air tidak hanya memberikan manfaat ekonomi melalui optimalisasi produksi, tetapi juga mendukung ketahanan sistem pertanian terhadap tekanan perubahan iklim dan variabilitas cuaca [17], [18].



Gambar 5. Sistem instalasi pipa untuk peningkatan efisiensi penggunaan air



Gambar 6. Proses penyiraman sesuai kebutuhan tanaman

3.4 Peningkatan Kapasitas Masyarakat dalam Pengeloaan Teknologi

Selain menghasilkan luaran berupa infrastruktur teknologi, program ini juga memberikan dampak signifikan terhadap peningkatan kapasitas masyarakat. Kelompok Tani Maju Sejahtera sebagai mitra utama terlibat aktif dalam seluruh proses kegiatan, mulai dari identifikasi kebutuhan, perencanaan teknologi, instalasi sistem, hingga evaluasi operasional. Tingginya tingkat partisipasi masyarakat menjadi faktor penting dalam mendukung keberhasilan implementasi teknologi di tingkat lokal. Pendekatan yang diterapkan selaras dengan prinsip Asset-Based Community Development (ABCD), yang menekankan penguatan potensi dan aset lokal sebagai dasar pembangunan masyarakat. Melalui keterlibatan langsung dalam proses implementasi, masyarakat tidak hanya menjadi penerima manfaat, tetapi juga memperoleh pengalaman praktis dan rasa kepemilikan terhadap teknologi yang diterapkan. Kondisi ini menjadi modal penting dalam mendukung keberlanjutan program setelah kegiatan pengabdian berakhir.

Kegiatan pendampingan dan transfer pengetahuan difokuskan pada pemahaman prinsip kerja sistem irigasi, pengoperasian pompa air, pemeliharaan panel surya, serta penanganan kendala teknis sederhana. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa peningkatan kapasitas teknis masyarakat berpengaruh positif terhadap keberlanjutan berbagai program teknologi berbasis komunitas karena mampu mengurangi ketergantungan terhadap bantuan eksternal [19], [21]. Dengan demikian, keberhasilan program ini tidak hanya diukur dari berfungsinya teknologi, tetapi juga dari meningkatnya kemampuan masyarakat dalam mengelola dan mengembangkan teknologi tersebut secara mandiri.

3.5 Dampak terhadap produktivitas lahan dan ketahanan pangan desa

Ketersediaan sistem irigasi yang lebih andal membuka peluang peningkatan produktivitas lahan pertanian masyarakat. Sebelum implementasi program, sebagian besar lahan hanya dapat dimanfaatkan pada musim hujan sehingga intensitas produksi relatif terbatas. Setelah tersedianya sistem pengairan yang lebih stabil, petani memiliki kesempatan untuk memperpanjang periode tanam dan meningkatkan frekuensi budidaya sepanjang tahun. Meningkatnya akses terhadap air juga memungkinkan petani melakukan diversifikasi tanaman, seperti budidaya sayuran, cabai, tomat, palawija, dan berbagai komoditas pangan lainnya. Diversifikasi produksi telah diakui sebagai strategi penting dalam meningkatkan stabilitas pendapatan petani dan mengurangi risiko kegagalan akibat fluktuasi iklim maupun harga pasar

[23], [28]. Selain meningkatkan ketersediaan pangan lokal, diversifikasi tanaman juga berpotensi memperluas peluang ekonomi bagi masyarakat pedesaan.

Dari perspektif ketahanan pangan desa, keberadaan sistem irigasi mandiri berbasis energi terbarukan memberikan kontribusi penting terhadap keberlangsungan produksi pangan lokal. Ketahanan pangan tidak hanya ditentukan oleh jumlah hasil produksi, tetapi juga oleh kemampuan masyarakat dalam mempertahankan sistem produksi yang berkelanjutan melalui pemanfaatan sumber daya lokal secara optimal. Integrasi antara teknologi energi terbarukan dan sistem irigasi menghasilkan sinergi yang mendukung ketahanan pangan sekaligus meningkatkan ketahanan masyarakat terhadap tantangan iklim [17]. Selain itu, pemanfaatan kembali lahan yang sebelumnya kurang produktif berpotensi meningkatkan nilai ekonomi lahan serta mendukung perbaikan kualitas lingkungan melalui peningkatan tutupan vegetasi. Oleh karena itu, dampak program tidak hanya terbatas pada aspek produksi pertanian, tetapi juga mencakup dimensi sosial, ekonomi, dan lingkungan yang lebih luas.

4. KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian ini berhasil mengembangkan dan mengimplementasikan sistem irigasi penghemat air berbasis energi terbarukan pada wilayah pertanian tadah hujan di Desa Kesi, Kecamatan Kempo, Kabupaten Dompu. Hasil identifikasi awal menunjukkan bahwa keterbatasan ketersediaan air pada musim kemarau menjadi faktor utama yang membatasi produktivitas lahan dan kontinuitas produksi pertanian. Melalui penerapan sistem irigasi yang mengintegrasikan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), pompa air, dan jaringan distribusi air, masyarakat memperoleh akses pengairan yang lebih andal dan berkelanjutan tanpa bergantung pada energi konvensional. Sistem yang diterapkan mampu mendukung distribusi air secara lebih terkontrol sesuai kebutuhan tanaman sehingga meningkatkan efisiensi pemanfaatan sumber daya air, terutama pada lahan pertanian yang sebelumnya rentan mengalami kekeringan selama musim kemarau.

Selain menghasilkan infrastruktur teknologi yang fungsional, program ini juga berhasil meningkatkan kapasitas masyarakat dalam mengoperasikan, memelihara, dan mengelola sistem irigasi secara mandiri. Pendekatan Asset Based Community Development (ABCD) yang digunakan mendorong keterlibatan aktif kelompok tani pada seluruh tahapan kegiatan, mulai dari identifikasi kebutuhan hingga evaluasi dan pengelolaan teknologi. Keterlibatan tersebut membangun rasa kepemilikan, meningkatkan kompetensi teknis masyarakat, serta memperkuat peluang keberlanjutan program setelah kegiatan pengabdian berakhir. Temuan ini menunjukkan bahwa keberhasilan implementasi teknologi pertanian tidak hanya ditentukan oleh aspek teknis, tetapi juga oleh penguatan kapasitas dan partisipasi masyarakat sebagai pengguna utama teknologi.

Kontribusi utama kegiatan ini terletak pada penyediaan model pengelolaan air pertanian yang mengintegrasikan energi terbarukan, efisiensi penggunaan air, dan pemberdayaan masyarakat dalam satu pendekatan yang terpadu. Model ini memberikan alternatif solusi bagi wilayah pertanian tadah hujan yang menghadapi keterbatasan infrastruktur irigasi dan tingginya kerentanan terhadap variabilitas iklim. Secara lebih luas, hasil kegiatan berkontribusi pada pengembangan praktik pertanian berkelanjutan, peningkatan produktivitas lahan, penguatan ketahanan pangan desa, serta pemanfaatan sumber daya lokal yang lebih optimal. Untuk pengembangan selanjutnya, diperlukan penelitian lanjutan yang mengevaluasi kinerja sistem secara kuantitatif dalam jangka panjang, termasuk pengukuran efisiensi penggunaan air, peningkatan produktivitas tanaman, analisis keekonomian teknologi, serta integrasi sensor berbasis Internet of Things (IoT) guna mendukung sistem irigasi yang lebih cerdas, adaptif, dan berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesarnya kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LP2M) Universitas Islam Negeri Mataram atas dukungan dan kontribusi yang berharga dalam mensukseskan pelaksanaan program pengabdian kepada masyarakat ini.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Sari, d. P., Syofii, I., Hermawan, R., Yadi, F., Adanta, D., Prakoso, A. T., Saputra, M. A. A., Astuti, & Wadirin., "Plts 12 watt untuk lampu penerangan jalan di desa dabuk rejo, kab. ogan komering ilir". Jurnal Pelita Sriwijaya. 2(2), 65–70, 2023.

[2] Sari, H., Muttaqin, Z., and Aulia, R., "Optimalisasi Sistem Irigasi Desa Lhokjok untuk Peningkatan Produktivitas Pertanian Berkelanjutan," JUKEMAS J. Pengabdi. Kpd. Masy., vol. 2, no. 3, pp. 229–234, 2025.

[3] Rizal, F. J., Rahman, M. A., Maulana, A. A., and Setiowati, Y., "Implementasi smart farming dalam mendukung pertanian berkelanjutan," in Seminar Nasional Agribisnis, 2024, pp. 120–126.

[4] Evizal, R. and Prasmatiwi, F. E., "Pilar dan model pertanaman berkelanjutan di Indonesia," J. Galung Trop., vol. 10, no. 1, pp. 126–137, 2021.

[5] Purnomo, P., Naibaho, S. T. P., Putri, N. A., and Dzaki, M. F., "Pengembangan Sistem Irigasi Cerdas Bertenaga Surya dengan Monitoring Kelembaban Tanah untuk Pertanian Berkelanjutan," ARMATUR Artik. Tek. Mesin Manufaktur, vol. 7, no. 1, pp. 126–136, 2026.

[6] Zebua, F. D. and Harita, H., "Memaksimalkan Pertanian Berkelanjutan Dengan Menghitung Kebutuhan Air Irigasi Dengan Akurat," J. Sains, Tek. Ekon. dan Pendidik., vol. 2, no. 1, pp. 1–7, 2026.

[7] Syikhristani, S., Agustin, R., Lubis, S. S., Roslianti, M., Yuyunisari, Y., Irwansyah, C., and Susanti, S., "Pemanfaatan Internet Of Things (IoT) untuk Mengoptimalkan Sistem Irigasi dalam Menunjang Ketahanan Pangan dan Produksi Pertanian Berkelanjutan di SMKN 2 Tanah Putih," SAFARI J. Pengabdi. Masy. Indones., vol. 5, no. 3, pp. 360–369, 2025.

[8] Anggraini, L., Maharani, M. L. Z., Sonadinata, H., Zulfari, S. Z., and Budiawati, Y., "Literature Review: Analisis Implementasi Iot Pada Sistem Irigasi Cerdas Untuk Efisiensi Penggunaan Air," Integr. Perspect. Soc. Sci. J., vol. 2, no. 03 Juni, pp. 3601–3611, 2025.

[9] Ardian, Z. and Tombeng, M. T., "Penerapan teknologi Internet of Things sebagai sistem monitoring pada media tanaman menggunakan cloud terintegrasi dan smartphone," J. Informatics Comput. Sci., vol. 6, no. 1, pp. 23–25, 2020.

[10] Asriya, P. and Yusfi, M., "Rancang Bangun Sistem Monitoring Kelembaban Tanah Menggunakan Wireless Sensor Berbasis Arduino Uno," J. Fis. Unand, vol. 5, no. 4, pp. 327–333, 2016.

[11] Refranisa, R., Rochimah, E., and Apriliasi, E., "Penerapan teknologi irigasi tetes pada agrowisata anggur. Berdikari: Jurnal Inovasi dan Penerapan Ipteks, 11 (2), 177–185," 2023.

[12] Muhammad, M., Zaini, M., and Zohri, M., "Teknologi irigasi tetes bagi petani berbasis energi terbarukan," SELAPARANG J. Pengabdi. Masy. Berkemajuan, vol. 8, no. 1, pp. 127–133, 2024.

[13] Zafar, N. A. and Afzaal, H., "Formal model of earthquake disaster mitigation and management system. Complex Adapt Syst Model 5 (1): 10," 2017.

[14] Sukur, M., Jananto, A., and Khristianto, T., "Standar Operasional Dan Prosedur Perangkat Bantu Elektronik Kumbung Jamur," Dinamik, vol. 24, no. 1, pp. 1–5, 2019.

[15] Sukmono, H., Sutikno, S., and Wardati, N. K., "Prototipe Sistem Otomasi Gerbang Irigasi Dengan Implementasi Mikrokontroler Berbasis IoT," J. Tek. Elektro dan Komputasi, vol. 2, no. 1, pp. 30–40, 2020.

[16] Setyawan, D., Aryanto, B., Wildani, M. F., Al Khoiri, M. F. G., and Susanto, R., "Sistem Irigasi Otomatis Berbasis Ketinggian Air Dengan Pendekatan Budaya Subak Bali," in Prosiding Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Bisnis, 2025, pp. 673–681.

[17] Wulandari, R., Nurdiyanto, N., Taryo, T., and Nunu, N., "Rancang Bangun Sistem Irigasi Otomatis Berbasis RTC Menggunakan Solar Panel," IJEIS (Indonesian J. Electron. Instrum. Syst., vol. 12, no. 2, pp. 213–222, 2022.

[18] Fauziah, N., Munazilin, A., and Santoso, F., "Rancang Bangun Sistem Pengontrol Irigasi Otomatis Menggunakan Mikrokontroller Arduino Uno," G-Tech J. Teknol. Terap., vol. 8, no. 3, pp. 1464–1473, 2024.
[19] Sulistiyanto, S., Furaichan, A. I., Nouval, M., and Rozi, D. F., "Rancang Bangun Tempat Pakan Ikan Terapung Otomatis Berbasis Mikrokontroler Dan Panel Surya," J. Electr. Eng. Comput., vol. 6, no. 2, pp. 460–469, 2024.
[20] Winata, I. W. A., Situmorang, R. J., Prasetyo, A., Partha, C. G. I., Agung, I. G. A. P. R., and Budiastra, I. N., "RANCANG BANGUN SISTEM IRIGASI OTOMATIS DENGAN PEMANFAATAN ENERGI SURYA PADA TANAMAN BUAH NAGA," J. SPEKTRUM, vol. 13, no. 2, pp. 16–23, 2026.
[21] Bar, M. A., Sulistiyanto, S., and Basri, M. H., "Perancangan Kontrol Sistem Fertigasi Pada Green House Berbasis IoT," Akiratech, vol. 1, no. 1, pp. 1–11, 2024.
[22] Herlina, A., Chaidir, A. R., Ali, M., Widoretno, S., Pawening, R. E., Fahmi, M. H., Riyanto, D., and Aziz, A. S., "Performance Evaluation of Electronic Circuit System in Smart Aquaponic," in 2024 IEEE 2nd International Conference on Electrical Engineering, Computer and Information Technology (ICEECIT), IEEE, 2024, pp. 211–215.
[23] Azam, I. A., Pujiharsono, H., and Indriyanto, S., "Sistem irigasi tetes menggunakan sensor kelembapan tanah YL-69 berbasis Internet of Things (IoT)," Teodolita Media Komunkasi Ilm. di Bid. Tek., vol. 24, no. 1, pp. 65–73, 2023.
[24] Samsugi, S., Mardiyansyah, Z., and Nurkholis, A., "Sistem pengontrol irigasi otomatis menggunakan mikrokontroler arduino UNO," 2020.
[25] Sahibu, S. and Ahmad, A., "Teknologi Irigasi Berbasis IoT: Integrasi Sensor Nirkabel (SN), Energi Surya dan Logika Fuzzy," J. FASILKOM, vol. 15, no. 1, pp. 9–16, 2025.
[26] Bisa, F., Mukhsim, M., and Priyandoko, G., "Perancangan Prototype Sistem Pompa Air Irigasi Tenaga Surya," JASEE J. Appl. Sci. Electr. Eng., vol. 5, no. 1, pp. 1–11, 2024.
[27] Nuraini, D. J., Windari, G. A., Sudarti, S., and Mahmud, K., "Analisis Konsep Fisika pada Sistem Penyiram Otomatis untuk Budidaya Tanaman Hortilkultura," JTPG (Jurnal Teknol. Pertan. Gorontalo), vol. 10, no. 1, pp. 19–27, 2025.
[28] Sulaiman, F. and Breva, A., "Rancang Bangun Alat Penyiraman Tanaman Padi," Pros. Senakama, vol. 2, pp. 742–749, 2023.