

Pemberdayaan dan Pemanfaatan Lahan Pertanian dalam Meningkatkan Hasil Panen Masyarakat RT 36 Kelurahan Karang Joang

Christopher Davito Prabandewa Hertadi^{*1}, Mochamad Sulaiman², Putri Gesan Prabawa Anwar³, Ageng Margyatno⁴, Nisa' Nur Halimah⁵, Syahdan Nugroho⁶, Aqmal Rizaqi⁷, Nisa' Nur Azizah⁸, Tio Putra Permadi⁹, Ayumi Devidhavyasa¹⁰

^{1,3} Teknik Logistik, Institut Teknologi Kalimantan, Indonesia

^{1,2,7,8,9} Teknik Industri, Institut Teknologi Kalimantan, Indonesia

⁴ Teknik Mesin, Institut Teknologi Kalimantan, Indonesia

^{5,6} Teknik Elektro, Institut Teknologi Kalimantan, Indonesia

¹⁰ Rekayasa Keselamatan, Institut Teknologi Kalimantan, Indonesia

*corresponding author: christopher.davito@lecturer.itk.ac.id

Received 07-06-2024

Revised 13-06-2024

Accepted 15-06-2024

ABSTRAK

Kawasan RT. 36 terletak di Balikpapan Utara dengan sebagian warganya bekerja sebagai petani sayur di perkebunan. Salah satu permasalahan yang dihadapi di RT. 36 adalah kondisi tanah yang keras dan kering. Hal ini berdampak pada terhambatnya penanaman berupa hasil panen yang menurun hingga gagal panen. Tingkat kadar air dalam tanah pada musim kemarau cenderung sangat kurang sehingga tidak mempunyai tumbuhan untuk hidup. Permasalahan itu menimbulkan penyelesaian berupa perancangan mesin penyiraman otomatis guna meningkatkan kualitas dan kadar air tanah untuk penanaman serta inovasi teknologi otomatisasi pengontrolan kondisi lahan pertanian menggunakan *timer*. Kondisi tanah sebelumnya mengalami kekeringan dan tanah buruk dengan kadar air 10%-20%, mikroorganisme 50% yang dapat menghambat pertanian dengan tingkatkan risiko gagal panen. Setelah menggunakan alat penyiraman otomatis dapat meningkatkan kadar air tanah 30%-50%, mikroorganisme 20%-30%, sehingga dapat meningkatkan hasil panen sebesar 20% di berbagai musim dan kualitas hasil panen yang lebih baik.

Kata kunci: Kondisi tanah kering, Pertanian, Teknologi

ABSTRACT

RT area. 36 is located in North Balikpapan with some of its residents working as vegetable farmers on plantations. One of the problems faced in RT. 36 is a hard and dry soil condition. This has an impact on hampering planting in the form of decreased crop yields and even crop failure. The water level in the soil during the dry season tends to be so low that plants cannot survive. This problem gave rise to a solution in the form of designing an automatic watering machine to improve the quality and water content of the soil for planting as well as innovating automated technology to control agricultural land conditions using a timer. Previous soil conditions experienced drought and poor soil with a water content of 10%-20%, 50% microorganisms which could hinder agriculture by increasing the risk of crop failure. After using an automatic watering device, it can increase soil water content by 30%-50%, microorganisms by 20%-30%, so that it can increase crop yields by 20% in various seasons and improve the quality of the harvest.

Keywords: Dry land conditions, Agriculture, Technology

PENDAHULUAN

Semakin dinamisnya pembangunan, peran mahasiswa sebagai agen perubahan di masyarakat menjadi semakin penting. Pengabdian kepada masyarakat merupakan wadah nyata bagi mahasiswa untuk mengaplikasikan ilmu teoritis yang diperoleh dalam perkuliahan pada situasi nyata di masyarakat. Salah satu sektor yang mempunyai dampak besar terhadap perekonomian dan lingkungan hidup adalah sektor pertanian. Pertanian sebagai salah satu penopang utama struktur perekonomian Indonesia mempunyai peranan yang strategis dalam menciptakan lapangan kerja, meningkatkan pendapatan petani dan memberikan kontribusi terhadap perekonomian nasional. Namun demikian, petani saat ini masih menghadapi banyak tantangan, antara lain rendahnya produktivitas, kurangnya akses terhadap teknologi modern, dan perubahan iklim yang mempengaruhi hasil panen. Sunyoto Usman menyatakan bahwa strategi pembangunan yang sangat penting adalah pemberdayaan masyarakat. Pemberdayaan masyarakat merupakan kekuatan yang sangat penting. Kekuatan tersebut dapat dilihat dari aspek fisik, material, finansial, aspek kelembagaan, aspek kerjasama, aspek pemikiran, dan aspek komitmen bersama dengan mengikuti dan menerapkan prinsip-prinsip pemberdayaan (Mangowal, J. 2013).

Pengabdian kepada masyarakat ini berdasarkan Pasal 20 ayat (2) Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional Republik Indonesia yang menyatakan bahwa “perguruan tinggi wajib menyelenggarakan pendidikan, penelitian, dan pengabdian kepada masyarakat”. Demikian pula, Pasal 24(2) menyatakan: “Perguruan tinggi mempunyai otonomi untuk mengelola lembaganya sebagai pusat pendidikan tinggi, penelitian dan pelayanan sosial.” (Nasional, I. D. P. 2003).

Permasalahan utama yang dihadapi oleh perkampungan RT. 36 adalah kondisi tanah yang keras dan kering, menghambat penanaman tanaman yang tidak memenuhi standar kualitas yang diharapkan. Lahan kering adalah lahan yang ada secara alami tidak jenuh air dan tidak ada genangan air, serta kelembaban tanah lebih rendah dari kapasitas lapang lahan (Pitaloka, D. 2018). Indonesia telah dikenal sebagai negara agraris sehingga kehidupan penduduk sebagian besar bergantung pada pertanian. Lahan kering mendominasi lahan pertanian di Indonesia. Luas lahan tersebut diperkirakan mencapai 60,7 juta hektar atau 88,6% dari total luas lahan pertanian (Pitaloka, D. 2018).

Kondisi tanah yang tidak subur dapat mengakibatkan berbagai masalah, termasuk rendahnya hasil pertanian, ketidakmampuan memenuhi kebutuhan pangan lokal, dan penurunan kualitas hidup masyarakat setempat. Situasi di perkampungan RT. 36 mencerminkan banyak daerah perkampungan di Indonesia yang menghadapi masalah serupa. Kondisi tanah yang keras dan kering menjadi salah satu hambatan utama dalam usaha pertanian, membatasi pertumbuhan tanaman dan mengurangi hasil panen. Dampak dari kondisi tanah ini mencakup penurunan produktivitas pertanian, ketergantungan pada pekerjaan di luar pertanian, ketidakstabilan ekonomi,

dan ketidakmampuan memenuhi kebutuhan pangan lokal. Kemudian permasalahan sarana irigasi di area lahan pertanian. Sarana irigasi merupakan salah satu faktor input yang dapat mempengaruhi produksi pangan. Di masa depan, kelangkaan air irigasi akan semakin mempersulit peningkatan produksi pertanian dan pendapatan petani. Selain persaingan antar sektor ekonomi dalam penggunaan air semakin meningkat, kelangkaan air juga semakin meningkat.

Pada musim kemarau, para petani yang ingin melanjutkan bertani harus mengeluarkan tenaga dan uang ekstra untuk irigasi manual agar tanamannya tumbuh dan panen dengan baik. Untuk mengatasi kendala tersebut diperlukan suatu alat irigasi otomatis yang dapat bekerja baik pada musim kemarau maupun hujan. Alat ini menggunakan *chip mikrokontroler* yang diprogram berdasarkan pendeteksian sensor kelembaban tanah pertanian. Jika tanah kering, alat akan otomatis menyiram tanaman. Sebaliknya jika tanah basah maka alat tidak menyiram sehingga tanaman dapat tumbuh dengan baik karena kebutuhan air selalu terpenuhi. (Maharta, 2019). Alat pengairan tanaman berbasis chip mikrokontroler yang membantu petani dalam melaksanakan proses budidaya pada musim kemarau untuk meminimalisir kegagalan panen serta dapat melaksanakan program swasembada pangan yang digalakkan pemerintah sehingga Indonesia dapat menyediakan pangan. Di penghujung tahun 2019 karena sebelumnya petani hanya bergantung pada musim sehingga menyebabkan petani mengurangi produksinya. (Merliana, 2018). Musim kemarau seringkali menjadi momok bagi para petani, terutama di daerah yang minim akses air. Kekeringan yang berkepanjangan dapat berakibat fatal bagi tanaman, berujung pada gagal panen dan kerugian besar bagi petani. Untuk mengatasi permasalahan ini, pengembangan alat irigasi otomatis berbasis chip mikrokontroler hadir sebagai solusi inovatif dan tepat guna. Alat ini bekerja secara cerdas dengan memanfaatkan sensor kelembaban tanah untuk mendeteksi kebutuhan air tanaman. Berdasarkan data sensor, sistem mikrokontroler akan secara otomatis mengontrol aliran air irigasi, memastikan tanah terjaga kelembabannya tanpa pemborosan air. Petani tak perlu lagi repot menyiram secara manual, menghemat waktu dan tenaga mereka. Kelebihan lain dari alat ini adalah kemampuannya untuk beradaptasi dengan berbagai jenis tanah dan tanaman. Pengaturan program irigasi yang fleksibel memungkinkan alat ini menyesuaikan kebutuhan air berdasarkan jenis tanaman dan kondisi tanah, memaksimalkan pertumbuhan tanaman di segala kondisi. Manfaat alat irigasi otomatis ini tak hanya dirasakan oleh para petani, namun juga berkontribusi pada ketahanan pangan nasional..

Krisis energi dan perubahan iklim merupakan permasalahan global yang mendesak, mendorong kebutuhan transisi menuju energi terbarukan. Indonesia dengan potensi sumber daya energi terbarukan yang melimpah, memiliki peluang besar untuk memanfaatkan energi ini sebagai solusi jangka panjang. Pemanfaatan energi terbarukan di Indonesia diharapkan dapat meningkatkan ketahanan energi, mendorong pertumbuhan ekonomi hijau, dan mengurangi emisi gas rumah kaca, berkontribusi pada kelestarian lingkungan dan kesehatan masyarakat. *Net-Zero*

Emission (NZE) adalah keadaan dimana jumlah karbon yang dilepaskan ke atmosfer tidak melebihi jumlah yang diserap bumi. Untuk mencapai hal tersebut, diperlukan peralihan dari sistem energi yang ada ke sistem energi yang lebih bersih untuk mencapai keseimbangan antara aktivitas manusia dan keseimbangan alam (Zahira, dkk, 2022). Saat mencari sumber energi baru, yang terbaik adalah memenuhi persyaratan, yaitu. menghasilkan energi dalam jumlah yang cukup besar, ekonomis, dan tidak merusak lingkungan. Oleh karena itu, kegiatan ini berfokus pada pemanfaatan energi matahari secara langsung maupun tidak langsung dengan menggunakan panel surya yang dapat mengubah energi matahari menjadi energi listrik yang dikenal dengan sel surya. Masyarakat sudah lama mengetahui bahwa teknologi sel surya menangkap panas yang dilepaskan sinar matahari sebagai sumber listrik. (Safrizal, 2017). Indonesia memiliki potensi besar energi surya yang perlu dimanfaatkan secara maksimal (Hertadi, dkk, 2022). Hal ini dapat dilakukan dengan mengembangkan teknologi dan infrastruktur yang memadai, serta menerapkan konsep Net Zero Energy. Upaya ini sejalan dengan Visi PLN adalah meningkatkan kualitas hidup masyarakat dan mendorong kegiatan perekonomian melalui penyediaan listrik berkelanjutan. Hal ini sesuai dengan penelitian Syahputra dan Soesanti (2021) bahwa pemanfaatan pembangkit listrik tenaga surya dan air di kawasan Yogyakarta dapat menghasilkan 3.273 kWh per hari, sehingga tambahan listrik terjual sebanyak 4,26 juta kWh setiap tahunnya. Pembuatan sistem dengan menggunakan energi solar dapat mendukung penelitian Martha Maulid dkk (2022), dikatakan bahwa sistem energi yang tidak dalam satu kompleks (mega energi) mempunyai banyak manfaat dan kelebihan. Keuntungan-keuntungan ini mencakup keramahan lingkungan, keterjangkauan listrik, biaya investasi yang lebih murah, dan keandalan yang lebih baik, menurunnya risiko kerusakan sistem tenaga listrik, penanganan kegagalan sistem yang lebih mudah karena bagiannya yang kecil. Dengan penggunaan mesin bersumber pada energi matahari dalam pertanian juga akan berakibat pada penurunan emisi gas rumah kaca (Styles et al., 2016). Di tengah era pembangunan berkelanjutan, irigasi otomatis cerdas yang memanfaatkan energi matahari hadir sebagai solusi inovatif untuk meningkatkan produktivitas pertanian. Teknologi ini tak hanya mengoptimalkan penggunaan air dan tenaga kerja, tetapi juga berkontribusi pada pengurangan emisi gas rumah kaca dan penggunaan energi terbarukan. Pemanfaatan panel surya untuk menghasilkan energi listrik pada sistem irigasi cerdas selaras dengan komitmen global untuk transisi energi bersih dan memerangi perubahan iklim.

Hal ini mendukung upaya Indonesia dalam mencapai target emisi nol bersih dan mewujudkan ketahanan pangan yang berkelanjutan. Lebih dari itu, irigasi cerdas berbasis energi surya membuka peluang ekonomi baru di pedesaan, menciptakan lapangan kerja, dan meningkatkan taraf hidup masyarakat. Penerapannya sejalan dengan tujuan pembangunan berkelanjutan untuk mendorong pertumbuhan ekonomi yang inklusif dan berkelanjutan. Secara keseluruhan, irigasi otomatis cerdas yang memanfaatkan energi matahari merupakan solusi tepat guna untuk meningkatkan

produktivitas pertanian, sekaligus berkontribusi pada pencapaian tujuan pembangunan berkelanjutan. Implementasi teknologi ini diharapkan dapat mendorong transisi menuju pertanian yang lebih berkelanjutan, ramah lingkungan, dan berkontribusi pada masa depan yang lebih cerah.

METODE PELAKSANAAN

Pengabdian kepada masyarakat di RT. 36 Karang Joang memiliki tujuan merevitalisasi sektor pertanian dan memberi manfaat bagi masyarakat sekitar. Kegiatan ini memiliki 4 sub-kegiatan utama yaitu pembangunan bendungan, pengelolaan lahan pertanian yang kosong dengan melakukan penanaman sayuran, instalasi panel surya, instalasi saluran irigasi.

Pembangunan bendungan dimulai dengan melihat permasalahan lahan pertanian yang kosong dan tanah yang kering oleh musim kemarau tidak berkesudahan dan sumber air yang letaknya jauh dari lahan pertanian. Hal inilah yang memunculkan ide untuk membuat bendungan di sekitar area sumber air dengan adanya bendungan menjadi tempat menampung atau menyimpan air untuk menyirami ke lahan pertanian sehingga dapat menyuburkan dan menggemburkan tanah di area lahan pertanian. Bendungan di RT. 36 Karang Joang dirancang dengan cermat melalui berbagai tahapan. Pertama, kebutuhan air irigasi dihitung berdasarkan luas lahan, jenis tanaman, dan curah hujan. Lokasi bendungan pun dipilih secara strategis, dekat sumber air, mudah diakses, dan minimal dampak lingkungan. Konstruksi bendungan diawali dengan pembebasan lahan sesuai desain. Material seperti pipa, tanah, kayu dan sisa banner disiapkan untuk membangun pondasi, dinding bendungan, saluran pembuangan air (spillway), dan sistem penyaluran irigasi.

Setelah konstruksi selesai, bendungan diperiksa dan diuji untuk memastikan keamanannya. Untuk menyimpan air, bendungan diisi bertahap. Kualitas air pun dimonitor untuk memastikan keamanannya bagi tanaman. Jaringan pipa, parit, dan pintu air dibangun untuk mengalirkan air ke lahan pertanian. Selain itu, manajemen irigasi yang efektif diterapkan agar distribusi air merata dan efisien. Dengan perencanaan yang matang dan konstruksi yang kokoh, diharapkan bendungan ini menjadi sumber air irigasi yang handal, sehingga meningkatkan produktivitas pertanian, pendapatan petani, dan ketahanan pangan. Gambar 1 dibawah ini, berupa proses pembangunan bendungan..



Gambar 1. Pembangunan Bendungan

Pengelolaan lahan pertanian yang dulunya kosong menjadi lahan pertanian baru. Musim kemarau yang tidak berkesudahan menyebabkan kematian tanaman dan gagal panen. Dimulai dari pengecekan area lahan pertanian, selanjutnya kegiatan kerja bakti yaitu menata lahan karena khawatir menjadi sarang ular dan membahayakan warga sekitar dan melakukan perawatan dengan pembersihan area lahan untuk mempermudah proses penanaman. Kemudian, melakukan penanaman sayuran di area lahan pertanian tersebut. Tanaman yang ditanam pada daerah lahan tersebut ada berbagai macam seperti cabe rawit, terung, kacang tanah, dan sawi. Kegiatan ini tidak hanya berdampak positif pada aspek ekonomi, tetapi juga sosial. Semangat gotong royong dan kepedulian masyarakat semakin kuat dalam proses pengelolaan lahan bersama. Upaya ini diharapkan dapat menjadi contoh dan inspirasi bagi komunitas lain untuk memanfaatkan lahan kosong secara produktif dan berkontribusi pada peningkatan kesejahteraan masyarakat..



Gambar 2. Pembersihan Area Lahan

Pemasangan panel surya menunjukkan komitmen pengabdian kepada masyarakat dalam mendukung kelestarian lingkungan dan kemandirian energi bagi masyarakat. Dengan memanfaatkan energi matahari yang melimpah, panel surya ini diharapkan dapat membantu memenuhi kebutuhan listrik untuk penerangan, irigasi, dan keperluan lain di lahan pertanian. Langkah ini tidak hanya membawa manfaat praktis, namun juga menjadi contoh nyata bagi masyarakat tentang pentingnya transisi menuju energi terbarukan. Melalui edukasi dan pelatihan, pengabdian kepada masyarakat berharap dapat menumbuhkan kesadaran dan mendorong partisipasi masyarakat dalam mengadopsi teknologi ramah lingkungan ini. Penerapan panel surya di pengabdian kepada masyarakat diharapkan dapat menjadi inspirasi bagi program-program serupa di masa depan. Dengan menggabungkan upaya revitalisasi pertanian dan pemanfaatan energi terbarukan, tidak hanya memberikan solusi jangka pendek untuk mengatasi krisis kekeringan, namun hal ini juga memberi solusi jangka panjang dengan penerapan *green economy* dan berkelanjutan bagi masyarakat.



Gambar 3. Pemasangan panel surya

Instalasi saluran irigasi diawali dengan survei dan pengukuran tanah untuk menentukan jalur air yang optimal. Tim pengabdian kepada masyarakat bekerja sama dalam menggali tanah dan memasang pipa irigasi. Upaya tim pengabdian kepada masyarakat dalam membangun saluran irigasi ini tidak hanya membantu meningkatkan hasil panen, tetapi juga memberikan manfaat jangka panjang bagi ketahanan pangan desa. Dengan sistem irigasi yang memadai, desa dapat lebih mandiri dalam memenuhi kebutuhan pangannya, bahkan di musim kemarau yang panjang.



Gambar 4. Instalasi saluran irigasi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan ini dilaksanakan di kawasan RT. 36 Kelurahan Karang Joang berfokus pada pengembangan sektor pertanian. Wilayah pertanian di kawasan ini dapat dikatakan berpotensi untuk kesejahteraan masyarakat sekitar dikarenakan masih luasnya lahan terbuka yang dapat dimanfaatkan sebagai lahan pertanian guna peningkatan ekonomi masyarakat sekitar. Pertanian termasuk dalam sektor yang memiliki tingkat *sustainability* yang cukup tinggi. Dengan pengembangan kondisi pertanian diharapkan dapat menjadi kekuatan bagi warga RT.36 dalam stabilitas ekonomi.

Tantangan yang berpengaruh dalam bertani salah satunya adalah cuaca. Cuaca berpengaruh besar terhadap keberhasilan dan kualitas hasil panen. Saat memasuki musim kemarau cenderung petani sekitar menghindari melakukan penanaman dikarenakan kelembaban tanah dan debit sumber air yang menurun. Tanah yang kehilangan kelembaban akan membuat tanaman menjadi kekurangan nutrisi sehingga kualitas hasil panen menjadi buruk bahkan hingga gagal panen. Kondisi tanah di lahan pertanian sebelumnya mengalami pemadatan dan pengerasan akibat minimnya aerasi dan drainase. Hal ini menyebabkan tanah menjadi keras, berkerak, dan kurang subur, sehingga menghambat pertumbuhan tanaman pertanian. Kondisi tanah yang kurang baik ini diperparah dengan kandungan air tanah yang rendah, sekitar 10% hingga 20%, dan penurunan aktivitas mikroorganisme tanah hingga 50%. Kekeringan dan minimnya mikroorganisme tanah semakin memperlambat pertumbuhan tanaman dan meningkatkan risiko kekeringan.

Upaya yang dilakukan untuk mengatasi tanah kering yaitu dengan penerapan teknologi penyiraman otomatis berbasis *timer*. Pewaktuan diatur sehingga pengairan dapat dilakukan sesuai waktu penyiraman. Penyiraman dilakukan sesuai waktu yang telah diatur pada alat penyiraman otomatis sesuai dengan kondisi tanah. Ketika memasuki musim kemarau dengan tanah cenderung kering maka alat ini akan mengalirkan air lebih sering dibandingkan musim penghujan dengan tujuan tanah dapat digunakan untuk menanam disetiap waktu dengan hasil panen yang sangat berkualitas. Penyiraman tanah dapat meningkatkan kadar air tanah hingga 30% hingga 50% dan meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah 20% hingga 30% sehingga meningkatkan pertumbuhan tanaman. Penyiraman tanah dapat menurunkan salinitas tanah dengan melarutkan garam-garam yang terkandung di dalam tanah sehingga membantu tanaman menyerap air dan nutrisi dengan lebih mudah dan melakukan penyiraman tanah secara tepat dapat meningkatkan hasil panen 20% dikarenakan tanaman mendapatkan air yang cukup untuk fotosintesis dan pertumbuhan.

Alat penyiraman otomatis tentu memerlukan sumber listrik, dikarenakan lokasi lahan pertanian yang cukup jauh dari jangkauan sumber listrik sehingga digunakan panel surya sebagai sumber listrik. Lahan terbuka memiliki intensitas tersinari cahaya matahari langsung yang optimal. Oleh karena itu dipasang panel surya sebagai sumber listrik untuk alat penyiraman otomatis dan keperluan lainnya di lahan yang menggunakan listrik. Selain sumber listrik, saat memasuki kemarau terjadi penurunan debit sumber air. Sebagai solusi terhadap hal ini maka dibuat bendungan sehingga sumber air dapat terpenuhi meskipun debit sumber air menurun. Bendungan dipilih sebagai solusi yang sesuai dengan kondisi di lahan dikarenakan sumber air berupa aliran sungai yang terus mengalir. Jadi, dengan terpenuhinya sumber listrik melalui panel surya dan sumber air dengan dibuatnya bendungan diharapkan dapat menjadi sarana pendukung untuk peningkatan pemanfaatan potensi pertanian di kawasan RT.36 Kelurahan Karang Joang.

Alat penyiraman otomatis berbasis panel surya menjadi kunci utama, menghadirkan solusi inovatif untuk mengatasi permasalahan kekeringan dan meningkatkan produktivitas pertanian. Panel surya sebagai sumber energinya menghasilkan energi bersih dan ramah lingkungan, bebas emisi gas rumah kaca, dan membantu memerangi perubahan iklim. Sistem irigasi otomatisnya mendistribusikan air secara merata dan tepat waktu, meminimalkan penguapan dan kebocoran, sehingga menghemat air hingga 50% dibandingkan metode tradisional. Dampak positif pun dirasakan secara langsung oleh para petani. Hasil panen mereka meningkat hingga 50%, mengantarkan pada peningkatan pendapatan hingga 20%. Petani tak hanya menghemat biaya air dan tenaga kerja, tetapi juga memiliki waktu luang untuk fokus pada kegiatan lain yang lebih produktif. Ketahanan pangan pun meningkat, terutama di musim kemarau, dan kesejahteraan petani pun terangkat. transformasi ini menumbuhkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya kelestarian lingkungan dan penggunaan energi terbarukan. Semangat gotong royong dan partisipasi aktif masyarakat dalam sosialisasi, pelatihan, dan penerapan teknologi ini menjadi kunci keberhasilan proyek. Namun, perjalanan transformasi ini tidak luput dari tantangan. Biaya awal yang tinggi untuk alat dan panel surya menjadi hambatan bagi beberapa petani. Solusinya adalah skema pembiayaan terjangkau, subsidi pemerintah, dan kerjasama antarlembaga. Keterbatasan teknologi di daerah terpencil diatasi dengan perluasan jaringan distribusi, pelatihan teknisi lokal, dan pengembangan teknologi hemat biaya. Gangguan teknis pada alat dan panel surya pun diatasi dengan pelatihan teknisi lokal, dan desain sistem yang lebih tahan lama. Keberlanjutan jangka panjang, diperlukan perluasan wilayah penerapan teknologi ini, program pemeliharaan rutin, pengembangan teknologi yang lebih efisien dan hemat biaya, serta kolaborasi multi-pihak antara pemerintah, organisasi non-pemerintah, dan sektor swasta.

Panel surya, dengan energi listriknya yang dihasilkan dari sinar matahari, menjadi kunci keberlanjutan lingkungan di RT. 36 Karang Joang. Berbeda dengan pompa air bertenaga bahan bakar fosil yang menghasilkan emisi gas rumah kaca dan polutan berbahaya, panel surya menghasilkan energi yang bersih dan berkelanjutan. Penerapannya di RT. 36 Karang Joang diperkirakan dapat mengurangi emisi GRK hingga 2 ton per hektar per tahun, setara dengan menanam 100 pohon pinus dan membiarkannya tumbuh selama 20 tahun. Kontribusi ini sangatlah signifikan dalam upaya memerangi perubahan iklim dan menjaga kualitas udara. panel surya membantu melestarikan sumber daya alam tak terbarukan dan mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil. Polutan berbahaya seperti nitrogen oksida, sulfur dioksida, dan partikulat halus pun tidak dihasilkan, sehingga kualitas udara di sekitar area pertanian dan pemukiman terjaga. Keberlanjutan jangka panjang pun terjamin, karena energi matahari adalah sumber energi terbarukan yang berlimpah dan berkelanjutan. Penggunaan panel surya untuk irigasi pertanian memastikan ketersediaan air yang andal tanpa menguras sumber daya air tanah atau bergantung pada bahan bakar fosil..

Sesudah proyek selesai diresmikan, sosialisasi dilakukan untuk menjelaskan manfaat teknologi panel surya dan alat penyiraman otomatis. Pertanyaan terbuka diadakan untuk menjawab keraguan dan pertanyaan masyarakat, membangun kepercayaan, dan mendorong partisipasi aktif. Pelatihan teknis dan transfer pengetahuan diberikan untuk membantu masyarakat menggunakan dan merawat alat penyiramannya otomatis dengan baik, serta mengembangkan keterampilan baru dalam pertanian, pengelolaan air, dan pemeliharaan panel surya. Hasilnya, sosialisasi ini telah meningkatkan pengetahuan masyarakat teknologi panel surya dan penyiraman otomatis. Selama proyek ini dihadapkan pada beberapa tantangan seperti biaya awal yang tinggi, keterbatasan teknologi, dan masalah teknis. Untuk mengatasinya, biaya diawal memerlukan perencanaan sehingga menggunakan biaya yang seminimal mungkin, untuk keterbatasan teknologi dikarenakan membutuhkan alat teknologi yang canggih sehingga ada beberapa komponen yang masih bisa menyesuaikan sesuai dengan proyek dengan mempertimbangkan kemampuan alat dan biayanya dan permasalahan teknis yaitu kurangnya pengalaman tentang alat sehingga masih mencoba dengan hasil *try and error*. Karena itu, diperlukan adanya pelatihan mengenai alat dan *maintenance* sehingga dapat menghindari kesalahan teknis selanjutnya. Agar solusi yang diterapkan terus memberikan manfaat, beberapa rencana perlu dipertimbangkan seperti dana hibah yang diusahakan untuk meringankan biaya bagi masyarakat, berkolaborasi dengan universitas dan lembaga penelitian dilakukan untuk mengembangkan teknologi yang tepat dan sesuai dengan kebutuhan lokal, melakukan sosialisasi, edukasi untuk meningkatkan kesadaran dan adopsi teknologi. Untuk menjaga keberlanjutan solusi yang diterapkan, beberapa strategi perlu dipertimbangkan, seperti replikasi model di kawasan lain dengan adaptasi teknologi yang sesuai, dukungan berkelanjutan melalui perawatan berkala, dan sistem pemantauan, pengembangan kapasitas melalui pelatihan, edukasi, dan kampanye kesadaran publik, serta inovasi dan integrasi teknologi dengan penelitian, pengembangan, dan eksplorasi peluang ekonomi kreatif.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang didapatkan tidak hanya fokus pada pemberdayaan dan pengelolaan lahan pertanian, Tim Pengabdian kepada Masyarakat juga melakukan kegiatan merancang alat penyiraman otomatis dengan detektor kelembaban tanah (Soil Moisture) yang dikontrol dengan mikrokontroler arduino uno untuk membantu sektor pertanian di wilayah RT 36. Setelah penyerahan alat penyiraman otomatis selanjutnya kegiatan sosialisasi mengenai cara penggunaan dan perawatan alat kepada masyarakat. Di dalam era penggunaan teknologi alat penyiraman otomatis, beberapa hal yang dapat dioptimalkan termasuk efisiensi penggunaan air, waktu, dan tenaga kerja. Alat tersebut dapat diprogram untuk menyiram tanaman secara otomatis berdasarkan jadwal yang telah ditentukan, sehingga mengurangi kebutuhan akan pemantauan dan intervensi manusia secara langsung. Selain itu, penggunaan teknologi ini juga dapat membantu dalam menghindari kelebihan atau kekurangan penyiraman yang dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman secara negatif

UCAPAN TERIMA KASIH

Mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Institut Teknologi Kalimantan yang telah mendanai pengabdian kepada masyarakat. Terima kasih juga kepada warga RT. 36 kepada Karang Joang untuk kerjasamanya.

DAFTAR PUSTAKA

- Fareed, Zeeshan., & Pata, Ugur Korkut. (2022). *Renewable, non-renewable energy consumption and income in top ten renewable energy-consuming countries: Advanced Fourier based panel data approaches. Renewable Energy*, 194, 805-821.
- Hertadi, C. D. P., Sulaiman, M., & Anwar, P. G. P. (2022). Kajian Industri Energi Terbarukan Tenaga Listrik di Indonesia Berdasarkan Arah Kebijakan dan Potensi Alam. *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, 6(2), 276-283. <https://doi.org/10.33379/gtech.v6i2.1690>
- Hu, Yue., Jiang, Wenjing., Dong, Hongwei., & Majee, M.T., (2022). *Transmission channels between financial efficiency and renewable energy consumption: Does environmental technology matter in high-polluting economies? Journal of Cleaner Production*.
- Maharta, N. and Heni, A.P. (2019) 'ALAT PENYIRAM TANAMAN OTOMATIS DENGAN SENSOR KELEMBABAN TANAH'.
- Mangowal, J. (2013). PEMBERDAYAAN MASYARAKAT PETANI DALAM MENINGKATKAN PENGEMBANGAN EKONOMI PEDESAAN DI DESA TUMANI KECAMATAN MAESAN KABUPATEN MINAHASA SELATAN. *Governance*, 5(1).
- Maulidia, M., Dargusch, P., Ashworth, P., & Ardiansyah, F. (2022). *Rethinking renewable energy targets and electricity sector reform in Indonesia: A private sector perspective. Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 101, 231-247. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.11.005>.
- Mediawan, M. (2018) 'Sistem Penyiram Tanaman Otomatis Berbasis Arduino Pada Rumah Tanaman', *NASPA Journal*, 42(4), p. 1.
- Merliana, G. S. (2018). Rancang Bangun Alat Penyiram Tanaman Otomatis Menggunakan Sensor Kelembaban Tanah. *Journal of Electrical Technology*, 3(1), 13-17.
- Nasional, I. D. P. (2003). Undang-undang republik Indonesia nomor 20 tahun 2003 tentang sistem pendidikan nasional.
- Pitaloka, D. (2018). Lahan Kering Dan Pola Tanam Untuk Mempertahankan Kelestarian Alam. *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, 2(1), 119-126.
- Ramadhan, I. S., Martias, M., Sastra, R., & Iqbal, M. (2023). Alat Penyiram Tanaman Otomatis Berbasis Arduino Uno Dan NodeMCU. *INSANtek*, 4(1), 12-17.
- Safrizal, "RANCANGAN PANEL SURYA SEBAGAI SUMBER ENERGI LISTRIK *Jurnal DISPROTEK*," vol. 8, pp. 75-81, 2017.
- Setyabudi, A.D. and Mustafidah, H. (2020) 'Menentukan Jenis Tanaman Pertanian Palawija Menggunakan Metode Simple Additive Weighting (Saw) Dan Metode Weighted Product (Wp)', *Sainteks*, p. 61. Available at: <https://doi.org/10.30595/sainteks.v17i1.7829>.

- Solarin, S. A., Bello, M. O., & Tiwari, A.K. (2022). *The impact of technological innovation on renewable energy production: accounting for the roles of economic and environmental factors using a method of moments quantile regression*. *Heliyon*, 8(7).
- Styles, D., Dominguez, E. M., & Chadwick, D. (2016). *Environmental balance of the UK biogas sector: An evaluation by consequential life cycle assessment*. *Science of The Total Environment*, 560–561, 241–253.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.03.236>.
- Syahputra, Ramadani., and Soesanti, Indah. (2022). *Renewable energy systems based on micro-hydro and solar photovoltaic for rural areas: A case study in Yogyakarta, Indonesia*. *Energy Reports*, 7, 472490.
<https://doi.org/10.1016/j.egy.2021.01.015>.
- Wakur, J.S. (2015) Alat Penyiram Tanaman Otomatis Menggunakan Arduino Uno, *Jurnal Teknik Elektro*.
- Xu, Jian., Akhtar, M., Haris, M., Muhammad, S., Abban, O. Joseph., & Taghizadeh-Hesary, F. (2022). *Energy crisis, firm profitability, and productivity: An emerging economy perspective*. *Energy Strategy Reviews*, 41.
- Zahira, N. P., and Fadillah, D. P. (2022). Pemerintah Indonesia menuju target net zero emission (nze) tahun 2060 dengan variable renewable energy (vre) di Indonesia. *Jurnal Ilmu Sosial*, 2(2), 114-119.
- Zakaria, A.K. and Sudaryanto, M. (2015) 'Penerapan Teknologi Usaha Tani Palawija pada Agrosistem Lahan Kering', Panel petani nasional: mobilisasi sumber daya dan penguatan kelembagaan pertanian, (2009), pp. 93–107. Proses selanjutnya melibatkan perancangan alat penyiraman otomatis untuk meningkatkan efisiensi dalam pengelolaan lahan pertanian.