

PEMANFAATAN ENERGI SURYA UNTUK MENGERAKKAN POMPA SUBMERSIBLE PADA SISTEM PENGAIRAN SAWAH TADAH HUJAN

Nasruddin A Abdullah^{1*}, Muhammad Amin², Fazri Amir³, Syamsul Bahri Widodo⁴

^{1,2,3,4} *Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Samudra, Kota Langsa, 24416, Indonesia*

**Email: nasruddin@unsam.ac.id*

Abstrak

History Artikel

Received:

Januari-2023;

Reviewed:

Januari-2023;

Accepted:

Februari-2023;

Published:

Maret-2023

Sawah tadah hujan merupakan sistem pertanian yang mengandalkan air hujan sebagai sumber air untuk pengairan sawah. Sawah tadah hujan dilakukan dengan cara menanam tanaman pada awal musim hujan, kemudian ketika air hujan sudah cukup banyak, air hujan tersebut ditampung di sawah dan digunakan sebagai sumber air untuk pengairan selama musim kemarau. Desa Tualang Baru merupakan desa dengan keadaan sawah tadah hujan dan desa pelaksanaan pengabdian. Desa ini memiliki lahan sawah dengan area ± 200 hektar dan salah satu desa penghasil padi di kecamatan Manyak Payed. Permasalahan petani setempat dengan keadaan sawah tadah hujan yaitu membutuhkan suatu sistem pengairan yang mampu mengairi sawah di musim kemarau. Pengabdian ini bertujuan untuk menyuplai air secara konstan pada tanaman, dan meningkatkan perekonomian dengan produksi padi/beras menambah. Metode pengabdian ini memiliki beberapa tiga tahap. Tahap pertama persiapan berupa survei lokasi, perencanaan dan persiapan hardware. Tahap kedua pelaksanaan pelatihan, berupa pelatihan pemasangan, pelatihan operasional alat dan pelatihan proses perawatan. Tahap ketiga yakni evaluasi kelayakan sistem dan perbaikan sistem. Hasil survei lokasi diperoleh kelayakan pemasangan pompa submersible dapat diandalkan untuk sistem pengairan. Pompa tersebut memanfaatkan sumber energi surya yang melimpah dengan menggunakan teknologi fotovoltaiik. Pengabdian yang telah dilaksanakan menunjukkan peningkatan perekonomian khususnya di bidang pertanian dalam mengelola lahan persawahan lebih mudah, murah dan efektif. Sistem pengairan ini juga dinilai bermanfaat, sangat ramah lingkungan dan efisien dalam pengembangan teknologi energi baru terbarukan

Kata kunci: Pompa submersible, sistem pengairan, sawah tadah hujan, pangan, energi solar

PENDAHULUAN

Kebutuhan pangan dunia semakin lama semakin meningkat seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk dibutuhkan peningkatan produksi pangan. Pentingnya ketahanan pangan dalam pembangunan ekonomi agar tidak mudah goyang terhadap krisis[1]. Masalah kerawanan pangan juga menjadi isu global yang tidak hanya terjadi di negara miskin dan berkembang bahkan dinegara maju sekalipun [2]. Salah satu tantangan dalam mencapai *Millennium Development Goals* (MDGs) ialah akses terhadap pangan. Kebijakan pemerintah dalam menanggulangi kemiskinan adalah dengan meningkatkan dan mengembangkan ketahanan dan produktivitas pangan, peningkatan produk pertanian daerah, perbaikan pada tata kelola, sistem distribusi, akses, penanganan masalah pangan dan percepatan ke aneka ragam konsumsi pangan berbasis sumber daya lokal [3].

Pencanangan swasembada pangan di daerah sangat dibutuhkan terobosan-terobosan untuk mengatasi keterbatasan fasilitas dan infrastruktur pertanian, terutama daerah-daerah yang masih melakukan sistem pertanian manual dan tradisional yang belum didukung oleh fasilitas pendukung yang memadai [4]. Dukungan fasilitas yang banyak digalakkan yakni menyuplai

air ke sawah dengan tepat. Karena produksi padi merupakan faktor utama dalam keberhasilan produk, jika air tidak mencukupi, maka tidak akan mampu menghasilkan produk gabah yang baik dan dengan jumlah yang cukup [5].

Air dibutuhkan dalam jumlah yang cukup dan berkelanjutan untuk membantu pertumbuhan padi agar mendapat hasil panen yang optimum [6]. Beberapa penelitian terkait membantu kebutuhan air pada pertumbuhan padi, penelitian Aruna Shantha menjelaskan praktik manajemen air dalam budidaya padi dapat meningkatkan produktivitas tanaman padi [7]. Menurut Stuecker dkk, dampak perubahan iklim pada produksi padi yang dihadapi oleh petani sangat berdampak terhadap perubahan pola curah hujan dan kenaikan suhu udara [8]. Beberapa pengabdian yang telah mengaplikasikan distribusi air, hermawan dkk melatih kelompok tani mengembangkan pompa celup. Hasil yang diperoleh dalam pelatihan, untuk menghasilkan air pada lahan kering sehingga petani dapat bercocok tanam [9]. Adi Sutrisno dkk melaksanakan program pelatihan bagi petani tentang pengoperasi pompa submersible, serta membantu petani dalam pemasangan dan pemeliharaan pompa [10]. Dari referensi tersebut, pelaksana memperoleh peluang untuk melaksanakan pengabdian dengan memanfaatkan lahan sawah untuk dialirkan air. Kegiatan ini akan dilakukan pada desa Tualang Baro yang berada di Kecamatan Aceh Tamiang.

Desa Tualang Baro yang berjarak sekitar 17 Km dari kota Langsa, dengan jumlah penduduk 1.788 Jiwa dan luas wilayah sekitar 1 km² [11]. Daerah ini mempunyai sawah tadah hujan dengan luas ± 200 yang dikelola oleh masyarakat sendiri. Di desa Tualang Baro terdapat beberapa kelompok tani untuk mempermudah koordinasi dalam penyuluhan dan pelaksanaan kegiatan pertanian. Sawah di desa ini tidak didukung oleh sistem irigasi, mereka bercocok tanam masih mengandalkan sistem tadah hujan, sehingga hanya bisa melakukan cocok tanam setahun sekali. Hal ini sangat tidak menguntungkan bagi masyarakat, karena ketika keadaan tidak musim penghujan masyarakat tidak bisa melakukan cocok tanam. Kalaupun mereka melakukan harus dengan usaha yang cukup sulit, terutama di lokasi-lokasi yang agak sulit dijangkau dengan menyediakan pompa yang berbahan bakar diesel atau bensin [12,13]. Alat-alat ini harus selalu dimobilisasi ke area sawah yang dituju. Penggunaan pompa dengan mesin bakar dan bahan bakar konvensional ini menimbulkan biaya yang sangat tinggi, sehingga tidak efisien dalam pelaksanaannya. Penggunaan energi yang tidak efisien dengan kesulitan yang cukup tinggi membutuhkan suatu jalan keluar, salah satunya dengan mengandalkan cahaya surya yang sangat berlimpah dan merubah-nya menjadi energi listrik yang dapat dialirkan ke pompa.

Pelaksanaan pengabdian ini menggunakan sumber tenaga surya sebagai sumber energi sangat disarankan oleh pemerintah. Selain murah, juga merupakan *green energi* dan terbarukan [14]. Namun untuk menerapkan teknologi ini dalam sistem pengairan sawah dibutuhkan suatu perencanaan dan perhitungan yang matang, sehingga sistem dapat bekerja dengan efektif dan efisien. Teknologi pompa yang andal dan berkelanjutan sehingga dapat membantu petani dalam meningkatkan produksi gabahnya yang pada akhirnya dapat meningkatkan produksi pangan secara nasional. Penggunaan pompa dapat diterapkan dengan melakukan pengeboran dangkal, namun dalam menjalankan pompa membutuhkan sumber energi dan sistem pendukung lainnya. Penggunaan pompa *submersible* merupakan salah satu terobosan dalam pelaksanaan program pengairan di sawah tadah hujan ini, karena pompa *submersible* dapat bekerja pada kondisi sumur dalam dan sumur dangkal. Sistem pengairan sawah tidak membutuhkan *head* pompa yang tinggi, yang dibutuhkan adalah debit yang besar, sehingga dengan menggunakan pompa ini akan didapatkan suatu kesetimbangan antara kerja pompa, sumber energi dan kebutuhan air. Dengan didapatkan kesetimbangan ini diharapkan sistem pengairan dengan menggunakan pompa *submersible* dengan memanfaatkan energi surya dapat bekerja dengan baik dan dapat mengatasi masalah pada masyarakat petani dengan sistem sawah tadah hujan.

Jika curah hujan rendah atau terjadi musim kemarau yang lebih panjang, maka air hujan yang ditampung di sawah tidak cukup untuk mengairi tanaman. Hal ini dapat menyebabkan produktivitas pertanian menurun dan kebutuhan pangan menjadi terganggu. Pengabdian ini bertujuan untuk mengembangkan teknologi pengairan yang lebih efektif dan efisien, seperti penggunaan teknologi pompa *submersible* secara otomatis dengan energi surya. Dari pengabdian ini diharapkan stakeholder dapat mengurangi ketergantungan pada curah hujan dan meningkatkan produktivitas pertanian.

METODE PELAKSANAAN

Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) dilaksanakan pada bulan Juli hingga Oktober 2021. Hasil kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang telah dilaksanakan di Desa Tualang Cut Kecamatan Manyak Payed Kabupaten Aceh Timur mendapat respon yang positif dari berbagai elemen masyarakat dan stakeholder.

Pelaksanaan pengabdian ini dilakukan dengan beberapa tahap yang dijelaskan pada gambar 1. Tahap pertama melakukan survei lokasi dan keadaan lokasi PKM, sehingga target yang telah ditentukan akan tercapai. Tahap ini dilakukan dengan beberapa langkah survei dan perencanaan. Langkah survei lokasi dibutuhkan untuk memastikan bahwa target atau tujuan tercapai dalam waktu dan titik yang ditentukan tidak hanya kualitas dan kuantitas. Namun semua aspek harus tercapai termasuk waktu pelaksanaan dan target luaran yang telah ditetapkan. Selain itu perencanaan target yang paling utama dapat menyelesaikan masalah bagi masyarakat yang telah disebutkan yaitu menyediakan air yang cukup pada lahan yang telah ditentukan dengan sistem pengairan menggunakan pompa *submersible* memanfaatkan energi surya secara terus menerus secara handal dalam arti dapat digunakan dalam jangka waktu yang lama.



Gambar 1. Tahapan pelaksanaan kegiatan pengabdian

Permasalahan yang didapat oleh masyarakat adalah tidak tersedianya sistem pengairan yang handal dan mampu beroperasi dengan baik dan mudah digunakan. Dengan menggunakan sistem yang ditawarkan ini diharapkan mampu mengatasi permasalahan yang dihadapi. Sesudah langkah survei untuk mendapatkan data awal, terutama data sumber air, wilayah, rencana luas area pengairan, data kebutuhan air dan kemampuan suplai dari *shallow well*. Data ini dibutuhkan untuk persiapan *hardware*, dimana kebutuhan daya pompa dan energi yang harus disediakan dengan mempertimbangkan berapa *Watt Peak (Wp)* panel fotovoltaik yang dibutuhkan. Setelah data awal didapat selanjutnya dilakukan Analisa dan perencanaan desain sistem. Sistem yang dibangun harus mampu mengalirkan air 3.79 mm/hari dikalikan luas area yang dilayani, sehingga didapatkan daya pompa dan jumlah energi yang dibutuhkan.

Sumber air dari *shallow well* menunjukkan terdapat potensi air per titik pengeboran dengan kapasitas 50 m³ per hari yang mampu melayani wilayah satu sampai dengan lima hektar, dengan asumsi tingkat penguapan air sekitar 3.79 mm/hari. Sumur bor ini telah disediakan oleh kelompok tani setempat. Kedalaman pemompaan antara 10-20 m, sehingga dibutuhkan total *head* pompa antara 15 sampai dengan 25 m, nilai *head* yang didapat dengan asumsi bahwa pemompaan dilakukan langsung ke area persawahan tanpa menggunakan pipa transfer, dan aliran terjadi secara terbuka. Kapasitas pompa berkisar 250 Liter/menit. Sehingga berdasarkan data di atas didapat daya pompa 1400 Watt, dengan asumsi efisiensi elektrik dan mekanik 90%, sehingga dapat digunakan pompa dengan daya 2 PK. Dengan asumsi demikian dibutuhkan daya *solar cell* sebesar 2.000 WP.

Tahap kedua merupakan pelaksanaan kegiatan pengabdian berupa pelatihan pemasangan, operasional alat dan proses prosedur alat.

- Pemasangan Sistem fotovoltaik dan pompa.

Adapun rangkaian rencana pemasangan dan skematis diagram dapat dilihat pada gambar 2. Skematis ini berupa panel fotovoltaik beserta sistem pembangkit surya dan pompa submersible sebagai bahan utama.



Gambar 2. Skematis diagram pemasangan pompa *submersible* pada sistem pengairan memanfaatkan tenaga matahari

Untuk mendapatkan energi dari sumber energi surya, digunakan panel dengan kapasitas 1500 Wp, Keluaran solar panel dikontrol oleh *Solar Charge Controller* (SCC) jenis *maximum power point tracking* (MPPT) untuk mendapatkan kestabilan arus yang akan dialirkan ke baterai untuk penyimpanan, dan Sebagian lagi dialirkan ke inverter untuk merubah arus DC menjadi AC. Perubahan ini diperlukan untuk menyesuaikan dengan jenis arus dan tegangan pada pompa yang digunakan. Baterai digunakan untuk menyediakan arus selama tidak ada suplai arus dari panel atau ketika cahaya matahari tidak ada. Kapasitas baterai mampu melayani pompa untuk bekerja selama 2 jam. *Pump Controller* dipasang untuk mengontrol arus yang masuk ke dalam pompa agar stabil dan terjaga unjuk kerja pompa dan sebagai pengaman dari tegangan lebih atau terjadi hubungan pendek pada sistem.

Pengeboran dilakukan pada sumur di area sawah yang akan dialiri, *casing* 4” digunakan agar pompa dapat dimasukkan dengan mudah ke dalam sumur, kedalaman sumur disesuaikan dengan kondisi air yang akan diperoleh, Solar panel dipasang di atas penyangga yang terbuat

dari baja ringan, panel dipasang dan dikuatkan dengan baut-baut yang telah tersedia. Arah panel dibuat dengan kemiringan sepuluh derajat, pada masing panel ke arah barat dan arah timur. Alat kontrol dan panel listrik dipasang pada bangunan pelindung agar terlindung dari air dan hujan. Pompa dipasang sesuai dengan buku manual dengan memastikan bahwa semua komponen yang diisyaratkan seperti klep inlet dan outlet juga line *discharge* pompa telah terpasang dan diarahkan ke posisi dimana saluran dapat mengalirkan air ke area persawahan. Seluruh proses pemasangan, instalasi dan *commissioning* akan melibatkan kelompok tani, untuk memberikan kepada mereka pemahaman yang mendalam Ketika menjalankan alat dan proses pemeliharaan dan perbaikan.

- Operasional Alat

Standard Operating Procedure (SOP) akan dibuatkan dengan melibatkan kelompok tani, penyusunan SOP ini akan dilakukan Bersama dengan kelompok tani, mulai dari proses pemasangan, instalasi dan *commissioning*. Ketika penyusunan SOP akan dilakukan pelatihan tentang proses menjalankan sistem pompa, sistem kontrol, sistem pengisian dan *trouble shooting*.

- Proses pemeliharaan

Dalam pembuatan standar pemeliharaan melibatkan juga kelompok tani, dilakukan pelatihan prosedur pemeliharaan pada tiap-tiap komponen, mulai komponen panel solar sel, tiang pendukung, SCC, sistem kontrol, baterai dan pompa. Standar pemeliharaan ini akan menjadi pedoman bagi kelompok tani untuk mendapatkan tingkat keandalan yang baik dari sistem. Proses pemeliharaan diharapkan menghasilkan dari Program Pengabdian Masyarakat ini adalah sistem pengairan air bersih menggunakan pompa *submersible* dengan memanfaatkan energi lengkap dengan standar prosedur pengoperasian dan pemeliharaannya. Tahap terakhir berupa kegiatan evaluasi yang terdiri dari kelayakan dan perbaikan sistem. Evaluasi ini dilakukan dengan mengawasi pemakaian alat dan mencari tahu seberapa efektif pompa *submersible* tersebut saat diaplikasikan oleh petani. Mengevaluasi proses kelayakan sistem, berlangsungnya program pengabdian yang terdiri dari :

- i. Evaluasi terhadap keunggulan pompa sebagai distribusi air sehingga meningkatkan produksi padi.
- ii. Evaluasi terhadap program pengabdian untuk menentukan apakah tujuan telah tercapai sesuai rencana. Apabila tujuan tidak tercapai maka perbaikan sistem perlu dilaksnaakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Kegiatan

Kegiatan ini merupakan bagian dari kegiatan peningkatan wawasan dan perwujudan yang ke 3 (tiga) Tri Dharma Perguruan Tinggi yaitu pengabdian kepada masyarakat sebagai kontribusi sumbangan pemikiran akademik kepada masyarakat umum. Bentuk PKM sangat dibutuhkan untuk mengaplikasikan dan membantu segala kebutuhan atau keluhan dari masyarakat untuk diselesaikan dengan bidang keilmuan yang telah dipelajari di kampus. Pengabdian ini juga perlu mendapatkan dukungan dari semua pihak termasuk pihak pemerintahan desa sebagai mitra dalam melaksanakan pengabdian. Pihak universitas juga turut hadir selalu mendampingi desa binaan dan terus berkomitmen dalam kerja sama yang telah disepakati.

Hasil survei lokasi, perencanaan dan persiapan alat diperoleh sistem pompa dengan tenaga surya dapat memompa air dengan debit 30 liter per menit. Jika pompa dinyalakan selama 5 jam maka pompa mampu memompa air sebanyak 9.000 liter. Keberlanjutan program Pengabdian Kepada Masyarakat ini ke depannya adalah mengembangkan sistem pengairan dengan debit dan durasi pengairan yang dikendalikan secara otomatis.

Pada tahap pelaksanaan pelatihan peran masyarakat dan stakeholder sangat mendukung program pengabdian ini. Adapun pelatihan pemasangan, operasional dan proses alat dapat

dilihat pada gambar 2. Stakeholder menilai teknologi sistem pengairan dengan pemanfaatan energi surya sangat efektif digunakan pada bidang pertanian, mengingat lahan pertanian konvensional masih mengandalkan air hujan. Air yang dihasilkan oleh sistem pemompaan berjalan lancar saat pelatihan. Kegiatan ini diharapkan bertahan dalam jangka waktu yang lama, sehingga pertanian tidak kesusahan air lagi.



(a) Pemasangan kerangka dan fotovoltaik



(b) Operasional alat pada sistem fotovoltaik terhadap pompa submersible

Gambar 3. Sistem pengairan sawah

Pemerintahan desa cukup berperan aktif dalam kegiatan pengabdian ini, dapat dilihat pada serah terima sistem pengairan sawah yang langsung dihadiri perangkat desa dan perwakilan petani. Lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 3, perwakilan pemerintah desa menjelaskan kembali sistem ini dapat menjadi rujukan dalam pengembangan sistem pengairan dengan pemanfaatan energi surya.



Gambar 4. Serah-terima alat sistem pengairan sawah

Pembahasan Kegiatan

Tahap evaluasi kegiatan pengabdian ini, menunjukkan kelayakan sistem pengairan sawah menggunakan pompa submersible bertampak lebih ringkas. Mesin pompa akan masuk kedalam lubang pipa sumur sehingga aman dari pencurian. Sistem ini juga bebas dari suara bising ketika beroperasi. Hasil evaluasi stakeholder sistem pengairan sawah dengan menggunakan pompa submersible sangat diminati. Informasi penggunaan pompa ini baru diketahui, dan dinilai dapat dinikmati oleh petani. Mesin ini juga sangat membantu memenuhi kebutuhan air sehingga tidak lagi kesulitan dalam peningkatan produksi.

Sistem pengairan sawah ini juga tidak menggunakan biaya operasional, karena menggunakan energi surya yang dihasilkan oleh fotovoltaik. Sehingga mengurangi biaya untuk meningkatkan kualitas dan produksi padi/beras. Air yang dihasilkan sudah mencukupi lahan sawah di daerah tersebut. Peningkatan kualitas dan produksi padi dibuktikan dengan awal sebelum adanya sistem ini sebesar 3,5 ton, sesudah dipasang produksi hasil padi/beras meningkat sebesar 5 s/d 6 ton. Sehingga dinilai meningkatkan nilai perekonomian masyarakat di bidang pertanian. Perbaikan sistem tidak dibutuhkan dalam kegiatan ini, asalkan masyarakat dapat menjalankan perawatan rutin pada perangkat pompa maupun sistem pembangkit tenaga surya.



Gambar 5. Hasil distribusi air yang dialirkan pada sawah menggunakan pompa submersible

Rencana setelah dilaksanakannya Pengabdian Kepada Masyarakat diharapkan untuk kepada masyarakat khususnya masyarakat Desa Tualang Cut Kecamatan Manyak payed Kabupaten Aceh Timur dan semua stackholder mampu meningkatkan pengetahuan tentang teknologi pertanian guna meningkatkan perekonomian masyarakat. Tingkatnya perekonomian masyarakat menjadi tujuan Universitas Samudra, selalu mendukung dan membantu dalam pengembangan dan transfer ilmu pengetahuan untuk mendukung masyarakat di bidang pertanian. Pengembangan sistem pengairan di lahan persawahan sangat membutuhkan multidisiplin ilmu untuk berkolaborasi membangun industri pertanian. Pihak perguruan tinggi melalui universitas juga sangat terbuka dalam melakukan Kerjasama kepada semua pihak yang membutuhkan kajian dan dukungan dalam segala bidang keilmuan, sehingga dapat menjadi referensi untuk melakukan program yang akan dilakukan. Kepada pemerintah daerah terus bersinergi dalam melakukan upaya meningkatkan perekonomian masyarakat melalui peningkatan bidang pertanian dengan memberikan bantuan regulasi dan sarana pendukung yang diperlukan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil evaluasi yang telah dilakukan selama kegiatan PKM pada desa tualang cut kabupaten aceh timur, membantu perekonomian khususnya di bidang pertanian dalam mengelola lahan persawahan lebih mudah, murah dan efektif. Petani mengalami peningkatan nilai jumlah produksi padi. Sehingga adanya keinginan masyarakat untuk berupaya membangun kembali pembangkit listrik tenaga surya untuk lahan persawahan desa. Karena sistem pengairan ini dinilai bermanfaat, sangat ramah lingkungan dan efisien dalam pengembangan teknologi terbarukan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. S. H. Mudrieq, 'Problematika Krisis Pangan Dunia Dan Dampaknya Bagi Indonesia', *Academica*, vol. 6, no. 2, May 2015, Accessed: Feb. 20, 2023. [Online]. Available: <http://jurnal.untad.ac.id/jurnal/index.php/academica/article/view/4317>
- [2] B. K.-P. S. Nasional and undefined 2010, 'Manfaat jagung dan peran produk bioteknologi Serealia dalam menghadapi krisis pangan, pakan dan energi di Indonesia', *balitsereal.litbang.pertanian.go.id*, Accessed: Feb. 20, 2023. [Online]. Available: <http://balitsereal.litbang.pertanian.go.id/wp-content/uploads/2016/12/01.pdf>
- [3] Wahyuningsih, 'MILLENIUM DEVELOPMENT GOALS (MDGS) DAN SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS (SDGS) DALAM KESEJAHTERAAN SOSIAL', *BISMA: Jurnal Bisnis dan Manajemen*, vol. 11, no. 3, pp. 390–399, Jan. 2018, doi: 10.19184/BISMA.V11I3.6479.
- [4] T. J. Manalu, D. R. Panuju, and U. Sudadi, 'Strategi Pengendalian Konversi Lahan Sawah untuk Mempertahankan Swasembada Pangan di Kabupaten Toba', *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*, vol. 24, no. 2, pp. 96–102, Oct. 2022, doi: 10.29244/JITL.24.2.96-102.
- [5] M. H. Zulfiar, P. Teknologi, P. Hidram, and M. Pedesaan, 'Penerapan Teknologi Pompa Hidram bagi Masyarakat Pedesaan', *Berdikari: Jurnal Inovasi dan Penerapan Ipteks*, vol. 8, no. 1, pp. 1–12, Apr. 2020, doi: 10.18196/BDR.8171.
- [6] Risnawati, M. Yamin, Hendrawan, and Ni Made Nia Bunga Surya Dewi, 'Analisa Kebutuhan Air Untuk Tanaman Padi Di Jurang Sate Kabupaten Lombok Barat', *SainsTech Innovation Journal*, vol. 5, no. 2, pp. 249–262, Nov. 2022, doi: 10.37824/SIJ.V5I2.2022.423.
- [7] A. Aruna Shantha, 'The Impact of Uneven Access to Water on Divergence of Income among Paddy Farmers in the Dry Zone of Sri Lanka', in *Proceedings of Bangkok Annual Business and Social Science Research Conference 2016*, Dec. 2017, pp. 83–94. Accessed: Feb. 20, 2023. [Online]. Available: http://www.aabl.com.au/aablConference/public/documents/pdf/2018_03_19_05_19_01_10_P132-11_Full%20Paper.pdf
- [8] M. F. Stuecker, M. Tigchelaar, and M. B. Kantar, 'Climate variability impacts on rice production in the Philippines', *PLoS One*, vol. 13, no. 8, p. e0201426, Aug. 2018, doi: 10.1371/JOURNAL.PONE.0201426.

- [9] D. J. Hermawan, S. Dyah Candra, A. Sutrisno, P. I. Manajemen, and I. Agroteknologi, 'Pemanfaatan Pompa Celup: Solusi Pengadaan Air Irigasi Di Lahan Kering Di Desa Panaongan', *BANTENESE: JURNAL PENGABDIAN MASYARAKAT*, vol. 1, no. 2, pp. 57–68, Dec. 2019, doi: 10.30656/PS2PM.V1I2.1668.
- [10] Adi Sutrisno, Mustakim, and Sri Andayani, 'Pkm Pemanfaatan Teknologi Pompa Submersible Di Desa Padangdangan Kecamatan Pasongsongan Kabupaten Sumenep Jawa Timur', *Peduli: Jurnal Ilmiah Pengabdian Pada Masyarakat*, vol. 2, no. 2, 2018, doi: <https://doi.org/10.37303/peduli.v2i2.69>.
- [11] Badan Pusat Statistik Kabupaten Aceh Tamiang, 'BPS Kab. Aceh Tamiang'. <https://acehtamiangkab.bps.go.id/> (accessed Feb. 20, 2023).
- [12] S. Suheri, Z. Arif, S. B. Widodo, T. A. Rizal, and A. I. Awang, 'Implementasi Mesin Tanam Padi Sistem Mekanik Untuk Meningkatkan Efektifitas Proses Penanaman Padi Pada Kelompok Tani Wanita Ayu Kencana Di Aceh Tamiang', *Jurnal Vokasi*, vol. 6, no. 3, pp. 226–230, Nov. 2022, doi: 10.30811/VOKASI.V6I3.3302.
- [13] A. Astuti and H. Hariyono, 'Penerapan Iptek Budidaya Padi Berwawasan Lingkungan Untuk Kemandirian Kelompok Wanita Tani Di Desa Kranggan, Kulonprogo', *Berdikari: Jurnal Inovasi dan Penerapan Ipteks*, vol. 5, no. 2, pp. 61–68, Aug. 2017, doi: 10.18196/BDR.5219.
- [14] S. Suheri, S. P. Febri, Z. Arif, and F. Amir, 'Kajian Penggunaan Pembangkit Listrik Photovoltaik Atap Sebagai Upaya Implementasi Green Campus', *JURUTERA - Jurnal Umum Teknik Terapan*, vol. 6, no. 02, pp. 14–18, Dec. 2019, doi: 10.55377/JURUTERA.V6I02.1911.