

## PENERAPAN SISTEM POMPA AIR TENAGA SURYA SEBAGAI PENYEDIAAN SUMBER AIR IRIGASI SAWAH

Usman\*<sup>1</sup>, Muhammad Ruswandi Djalal<sup>2</sup>, Ahmad Rosyid Idris<sup>3</sup>, Muhammad Thalib<sup>5,\*\*</sup>, Mustika Ayu<sup>6,\*\*</sup>, Muh. Ikhra Aliefka Putramardani<sup>7,\*\*</sup>

<sup>1,3,4,5</sup>Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

<sup>2,7</sup>Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

### ABSTRACT

Water is very important for lowland rice production systems because it can affect the productivity of morning crops. The problem faced by partners is that there is no irrigation system, so farmers can only plant rice during the rainy season. When the dry season arrives, the farmer's fields can no longer be planted. Solving partner problems in this program consists of several stages, namely planning which includes determining the capacity of the Solar Water Pump System (SPATS) component, implementation including installation and installation of SPATS and SPATS operation training, and evaluation consisting of pump performance and partner knowledge in SPATS operation. The implemented SPATS capacity consists of 2 x 450 Wp solar panels with a pump power of 750 Wp. The type of SPATS implemented in this activity is the type of direct-coupled DC Pump. The solar panel frame measures 1200 x 2110 x 2000 mm, while the solar panel holder has dimensions of 2110 x 2100 mm, which is made of 40 x 40 mm hole. The measurement results show that SPATS is capable of pumping water with a volume of 82.5 l/min or the equivalent of 4.95 m<sup>3</sup>/hour at 263.1 BTU/(ft<sup>2</sup>-h) irradiation conditions.

**Keywords:** *irrigation, dry season, paddy field, solar water pump system.*

### ABSTRAK

Air merupakan salah satu sangat penting bagi sistem produksi padi sawah karena dapat mempengaruhi produktivitas tanaman padi. Permasalahan yang dihadapi oleh mitra adalah tidak adanya sistem irigasi, sehingga petani hanya bisa menanam padi pada musim hujan. Saat musim kemarau tiba, sawah petani tersebut tidak dapat ditanami lagi. Penyelesaian permasalahan mitra dalam program ini terdiri dari beberapa tahapan yaitu perencanaan yang memuat penentuan kapasitas komponen Sistem Pompa Air Tenaga Surya (SPATS), implementasi meliputi pemasangan dan instalasi SPATS dan pelatihan pengoperasian SPATS, serta evaluasi yang terdiri dari kinerja pompa dan pengetahuan mitra dalam pengoperasian SPATS. Kapasitas SPATS yang diimplementasikan terdiri dari panel surya 2 x 450 Wp dengan daya pompa 750 Wp. Jenis SPATS yang diimplementasikan dalam kegiatan ini adalah jenis *direct-coupled DC Pump*. Rangka panel surya berukuran 1200 x 2110 x 2000 mm, sedangkan dudukan panel surya berdimensi 2110 x 2100 mm, yang terbuat dari hole 40 x 40 mm. Hasil pengukuran menunjukkan SPATS mampu memompa air dengan volume 82.5 l/menit atau setara 4,95 m<sup>3</sup>/jam pada kondisi iradiasi 263.1 btu/(ft<sup>2</sup>-h).

**Kata Kunci:** *irigasi, musim kemarau, sawah, pompa tenaga surya.*

### 1. PENDAHULUAN

Padi merupakan tanaman yang memerlukan air, tetapi bukan tanaman air. Untuk menghasilkan 1 kg gabah hanya dibutuhkan rata-rata 1.432 liter air dibandingkan 1.150 liter air untuk menghasilkan 1 kg jagung. Jadi, dalam budidaya tanaman padi tidak harus digenangi terus menerus. Sehingga air bagi pertanian dapat dikelola ketersediaannya dan dimanfaatkan sesuai dengan kebutuhan [1]. Pada pertanaman padi terdapat tiga fase pertumbuhan, yaitu fase vegetatif (0-60 hari), fase generatif (60-90 hari), dan fase pemasakan (90-120 hari). Kebutuhan air pada ketiga fase tersebut bervariasi yaitu pada fase pembentukan anakan aktif, anakan maksimum, inisiasi pembentukan malai, fase bunting dan fase pembungaan [2].

Air merupakan salah satu input yang sangat penting bagi sistem produksi padi sawah yang mengonsumsi air lebih banyak. Ketersediaan air tidak hanya mempengaruhi produktivitas tanaman, luas areal tanam dan intensitas pertanaman, juga potensi perluasan areal baru, bahkan menentukan kualitas produksi gabah. Sumber air untuk irigasi umumnya berasal dari waduk yang dialirkan melalui saluran irigasi, sumber alami dari mata air atau bersumber dari hujan.

Kabupaten Gowa yang merupakan salah satu kabupaten yang berbatasan langsung dengan Ibu Kota Sulawesi Selatan mempunyai luas tanaman padi sebesar 51119.43 ha dengan jumlah produksi 250984,77 pada tahun 2019 [3]. Sebagian area persawahan yang ada di Kabupaten Gowa ini merupakan sawah tadah hujan.

\* Korespondensi penulis: Usman, email [usman.ose@poliupg.ac.id](mailto:usman.ose@poliupg.ac.id)

\*\* Mahasiswa tingkat Sarjana (S1)

Salah satunya ada di Desa Borong Rappo, Desa Sokkolia, Kecamatan Bontomarannu, Kabupaten Gowa, tepatnya di dusun Borong Rappo. Pada tahun 2020, jumlah penduduk di dusun ini adalah 1073 jiwa, dengan tingkat pendidikan adalah SD yang mencapai 36,07%. Sehingga mata pencaharian masyarakatnya didominasi yang bekerja sebagai petani yang mencapai hingga 20.50%.

Mitra dari program ini adalah Pemuda Tani yang merupakan sebuah organisasi swadaya masyarakat di Kabupaten Gowa. Organisasi ini mempunyai program kerja untuk meningkatkan kesejahteraan petani, menerapkan teknologi tepat guna dalam pertanian dan memordenisasikan sistem pertanian. Program kerja tersebut dibedakan peruntukannya untuk para petani tergantung dari kondisi dan permasalahan yang dialami oleh para petani di Kabupaten Gowa. Salah satu kelompok tani yang mendapat perhatian dari organisasi ini adalah para petani yang ada di dusun Borong Rappo Desa Borong Rappo, Desa Sokkolia, Kecamatan Bontomarannu, Kabupaten Gowa dengan luas area sawah adalah 30 are. Berdasarkan diskusi awal dengan ketua Pemuda Tani permasalahan yang dihadapi para petani di dusun tersebut adalah tidak adanya sistem irigasi, sehingga para petani hanya bisa menanam padi pada musim hujan. Saat musim kemarau tiba sawah para petani tersebut tidak dapat ditanami lagi walaupun tanaman lainnya selain padi. Padahal ini adalah pencaharian utama mereka. Dari hasil diskusi analisis situasi sebelumnya, maka permasalahan mitra yang dihadapi adalah 1) Tidak ada sumber air untuk irigasi sawah. Tidak adanya sumber air ini dapat menyebabkan sawah tidak dapat diairi, padahal tanaman padi sangat membutuhkan air hampir sepanjang umurnya hingga menjelang dipanen. Sawah yang digarap oleh petani merupakan sawah tadah hujan, sehingga hanya pada musim hujan sawah dapat ditanami padi. 2) Belum memiliki informasi dan pengetahuan tentang pemanfaatan energi matahari sebagai sumber energi listrik untuk pompa air. Keterbatasan akses terhadap teknologi, menyebabkan masyarakat informasi dan pengetahuan terhadap perkembangan teknologi adalah salah satu penyebabnya.

Berdasarkan permasalahan di atas, maka tujuan kegiatan ini adalah untuk membantu petani menyediakan air untuk kepentingan pengairan sawah pada musim kemarau. Agar dapat mengairi dan mendistribusikan air dari sumber air tersebut ke sawah atau ladang, akan diimplementasikan SPATS. Sehingga degan demikian sawah pada musim kemarau dapat dimanfaatkan secara maksimal dan tidak mengeluarkan biaya untuk membayar energi listrik yang digunakan oleh pompa. Karena pompa menggunakan energi listrik dengan memanfaatkan energi matahari yang diubah menjadi energi listrik melalui panel surya.

## 2. METODE PENELITIAN

Alur pelaksanaan kegiatan yang akan dilakukan pada program ini ditunjukkan pada Gambar 1. Penyelesaian permasalahan mitra dalam program ini terdiri dari beberapa tahapan yaitu perencanaan, implementasi dan evaluasi.



Gambar 1. Alur pelaksanaan kegiatan.

Jenis SPATS yang diimplementasikan dalam kegiatan ini adalah jenis *direct-coupled DC Pump*. Jenis SPATS ini adalah jenis yang paling sederhana dari semua jenis SPATS lainnya. Dengan demikian lebih efisien dari segi ekonominya, karena hanya memiliki 3 komponen utama yaitu panel surya yang menghasilkan energi listrik, kontroler sebagai pengendali/pengatur dari pompa dan pompa. Agar dapat menghitung kapasitas dari SPATS terlebih dahulu menghitung kebutuhan air untuk irigasi.

Ada 3 (tiga) macam cara pemberian air irigasi untuk padi, yaitu penggenangan air terus menerus, pengaliran air terus menerus dan pengaliran air terputus-putus. Pemberian air untuk menjaga tinggi genangan

dilakukan apabila jumlah air yang tersedia dalam kondisi yang cukup atau mempunyai irigasi yang baik. Pemberian air secara pengaliran terus-menerus dapat dilakukan jika air terdapat dalam jumlah yang melimpah. Cara ini dinilai boros air serta pemakaian pupuk maupun pestisida tidak efisien. Pemberian air secara terputus-putus merupakan cara memberikan dengan penggenangan yang diselingi dengan pengeringan (pengaturan) pada jangka waktu tertentu, yaitu saat pemupukan dan penyiangan. Cara ini disarankan karena dapat meningkatkan produksi dan menghemat penggunaan air [4]. Metode pengairan terputus-putus ini adalah metode yang tepat untuk diimplementasikan kepada mitra karena keterbatasan air pada musim kemarau. Genangan air pada pematang sawah dapat berkisar 2 - 5 cm, maka diperoleh produksi yang tinggi dan air lebih efisien (hemat) [4], [5]. Luas sawah mitra adalah 30 ha atau 3000 m<sup>2</sup>, apabila sawah ini digenangi dengan air setinggi 2 cm, maka dibutuhkan 60 m<sup>3</sup> (60000 l). Dengan tingkat evapotranspirasi 0.6 cm sehari dan genangan air pada pematang sebesar 2 cm, maka pengisian pematang sawah dilakukan 3 kali sehari (2/0.6).

Selanjutnya adalah menentukan kapasitas pompa yang akan digunakan. Penentuan kapasitas pompa adalah dengan melihat debit keluaran dari pompa yang akan digunakan. Hal ini dilakukan untuk memenuhi kebutuhan air pada luasan sawah. Berdasarkan uraian sebelumnya pada didapatkan kebutuhan air sebanyak 60 m<sup>3</sup>. Dengan asumsi pompa maksimal bekerja selama 6 jam dalam sehari, maka dibutuhkan debit air pompa adalah sebesar 10 m<sup>3</sup>/jam  $\approx$  167 liter/menit. Pemberian air pematang sawah dapat dilakukan 3 kali sehari, maka dapat dilakukan skenario setiap harinya hanya diperuntukkan untuk mengisi sawah seluas 0.1 ha. Sehingga dengan demikian dibutuhkan air sebanyak 20 m<sup>3</sup>, dengan pompa bekerja selama 6 jam setiap hari maka dibutuhkan pompa dengan debit 3.33 m<sup>3</sup>/jam. Berdasarkan debit tersebut dan ketersediaan pompa dipasaran daya listrik yang dibutuhkan adalah berkisar antara 600 W - 800 W.

Menentukan kapasitas (daya) panel surya sangat bergantung pada kebutuhan daya listrik yang akan disuplai. Adapun cara menghitung kapasitas panel surya dilakukan dengan [6]:

$$P_{pv} = \frac{E_s}{I_{ave}} AF \quad (1)$$

$$E_s = P \times t \quad (2)$$

dengan,  $E_s$  (kWh/hari); kebutuhan energi listrik,  $I_{ave}$  (kWh/m<sup>2</sup>/hari); radiasi harian matahari, AF; faktor penyesuaian (1.1), P (Watt); daya beban dan t (jam); waktu operasi beban.

Panel surya yang tersedia dipasaran sangat beragam kapasitasnya, mulai dari 50 Wp – 350 Wp. Berdasarkan (2), jika daya pompa yang digunakan adalah 600 W, maka akan didapatkan jumlah keping panel surya yang dibutuhkan dengan mempertimbangkan pemilihan kapasitas panel surya per kepingnya. Energi listrik ( $E_s$ ) dalam sistem ini adalah untuk menyuplai pompa dengan daya 600 W selama 6 jam. Berdasarkan (1) dan (2), maka didapatkan energi listrik yang dibutuhkan adalah

$$E_s = 600 \times 6 = 3600 \text{ Wh}$$

maka kapasitas panel surya adalah

$$P_{pv} = \frac{3600}{4.5} 1.1 = 88 \approx 0.9 \text{ kW}$$

hal yang sama jika menggunakan pompa dengan daya 800 W, maka kapasitas panel surya yang dibutuhkan adalah 1.2 kW. Pemilihan kapasitas panel surya per panelnya harus mempertimbangkan spesifikasi dari kontroler pompa yang digunakan. Umumnya yang menjadi batasan dari kontroler pompa adalah arus dan tegangan yang dihasilkan oleh panel surya. Sehingga dibutuhkan pemilihan dan konfigurasi yang tepat dari panel surya tersebut.

Setelah proses perancangan selesai, maka tahapan selanjutnya adalah implementasi SPATS. langkah pertama yang akan dilakukan adalah pengadaan alat dan bahan yang dibutuhkan yaitu pompa DC beserta aksesoris untuk instalasinya, pembuatanudukan panel surya, pemasangan pompa DC dan instalasi kelistrikan maupun perpipaannya. Setelah sistem SPATS terpasang, kegiatan berikutnya adalah pelatihan pengoperasian SPATS. Hal yang perlu diperhatikan dalam pemasangan panel surya adalah penempatan panel surya harus terbebas dari bayangan benda/bangunan/pohon. Sinar matahari yang terhalang ini akan menyebabkan kinerja dari panel surya tidak maksimal. Selain pemasangan/penempatan yang penting juga untuk diperhatikan adalah kemiringan panel surya. Pada belahan bumi selatan, maka panel surya dimiringkan (dihadapkan) ke utara sebesar garis lintang lokasi, agar mendapatkan cahaya matahari yang maksimal. Pemeliharaan sistem dilakukan dengan melakukan pemeliharaan komponen, untuk panel surya dilakukan pembersihan berkala.

Tahap akhir dari kegiatan ini adalah evaluasi dari program yang telah dilakukan. Evaluasi tersebut meliputi: 1) kinerja pompa dalam memenuhi kebutuhan air untuk irigasi lahan, indikator keberhasilannya adalah pompa dapat bekerja dan memenuhi kebutuhan irigasi pada musim kemarau, 2) pengetahuan mitra mengenai

pemanfaatan energi matahari sebagai pembangkit energi listrik alternatif dan kemampuan mengoperasikan SPATS.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi dari perencanaan yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 2. Komponen utama SPATS yang digunakan dalam kegiatan ini ada 3 yaitu panel surya, kontroler dan pompa DC *submersible*, spesifikasi dari komponen tersebut masing-masing disajikan pada Tabel 1. Hasil rancangan dengan implementasi pada kegiatan ini tidak sama akan tetapi mendekati hasil perencanaan. Misalnya panel surya berdasarkan hasil perencanaan didapatkan daya maksimum antara 900 – 1200 dengan asumsi daya pompa 600 – 800 W. Sedangkan yang diimplementasikan adalah 900 Wp dengan daya pompa 750 W. Perbedaan ini disebabkan karena ketersediaan komponen dipasaran khususnya pompa. Rangka panel surya berukuran 1200 x 2110 x 2000 mm, sedangkan dudukan panel surya berdimensi 2110 x 2100 mm, yang terbuat dari holo 40 x 40 mm ketebalan 1.3 mm untuk rangka panel dan 40 x 20 mm dengan ketebalan 1.3 untuk dudukan panel surya.



- Keterangan:
- |                  |                        |
|------------------|------------------------|
| 1. Panel surya   | 4. Dudukan panel surya |
| 2. Panel kontrol | 5. Pompa celup DC      |
| 3. Rangka panel  | 6. Pipa outlet         |

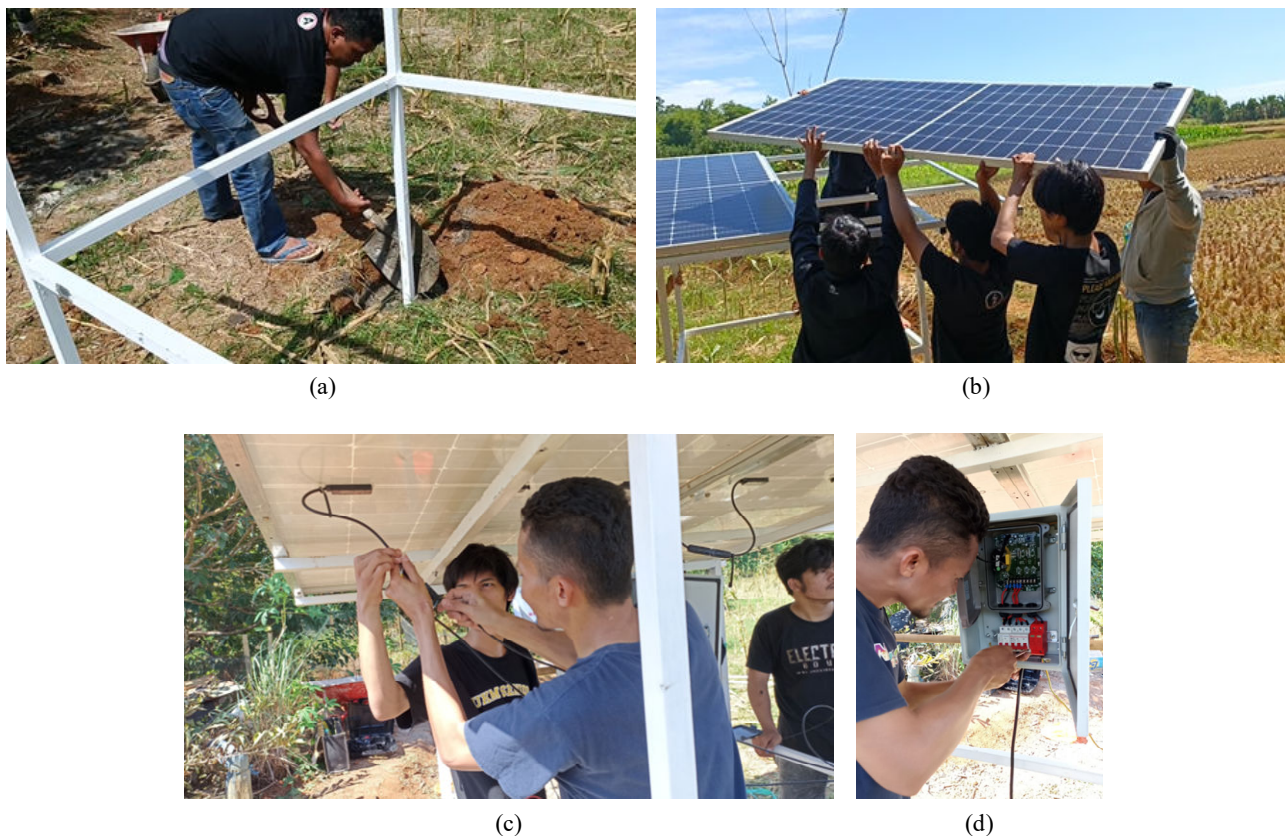
Gambar 2. Hasil implementasi SPATS.

Tabel 1. Spesifikasi komponen SPATS yang diimplementasikan.

No.	Komponen	Spesifikasi
1.	Panel surya	<i>Related maximum power (Pm) 450W, Tolerance +/- 5%, Voltage at Pmax (Vmp) 41,0V, Current at Pmax (Imp) 10,98A, Open Circuit Voltage (Voc) 49,6V, Short Circuit Current (Isc) 11,53A, Normal Operating Cell Temp 45+/-2", Maximum System Voltage 1500VDC (IEC), Maximum Series Fuse Rating 20A, Operating Temperature -40" to +85 C, Application Class: Class A, Fire Safety: Class C, Cell Technology Mono-Si, Weight 24 KG, Dimension (mm): 2108 x 1048 x 35, Cell Orientation: 144Cell (6x24)</i>
2.	Kontroler	<i>Rated voltage: 48V, Maximum voltage: 96V, Maximum current: 15A, MCB DC 2P 16 A, MCB DC 3P 25 A dan SPD 1000V.</i>
3.	Pompa DC celup	<i>Power: 750W, Rated voltage: 48V, Best voltage: 54 – 72V, Range voltage: 30 – 96V Current: 12A, RPM: 5000, Max Flow: 6M<sup>3</sup>/h, Max Head: 56 m, Pipe diameter out: 1,25", Dimension (mm): 900 X 140 X 240, IP: 68</i>

Proses pengecoran rangka panel berlangsung pada tanggal 10 Agustus 2022, sedangkan pemasangan dudukan panel, instalasi SPATS yang meliputi panel surya, kontroler dan pompa dilakukan pada tanggal 13 Agustus 2022 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3. Pekerjaan pemasangan dan instalasi panel surya

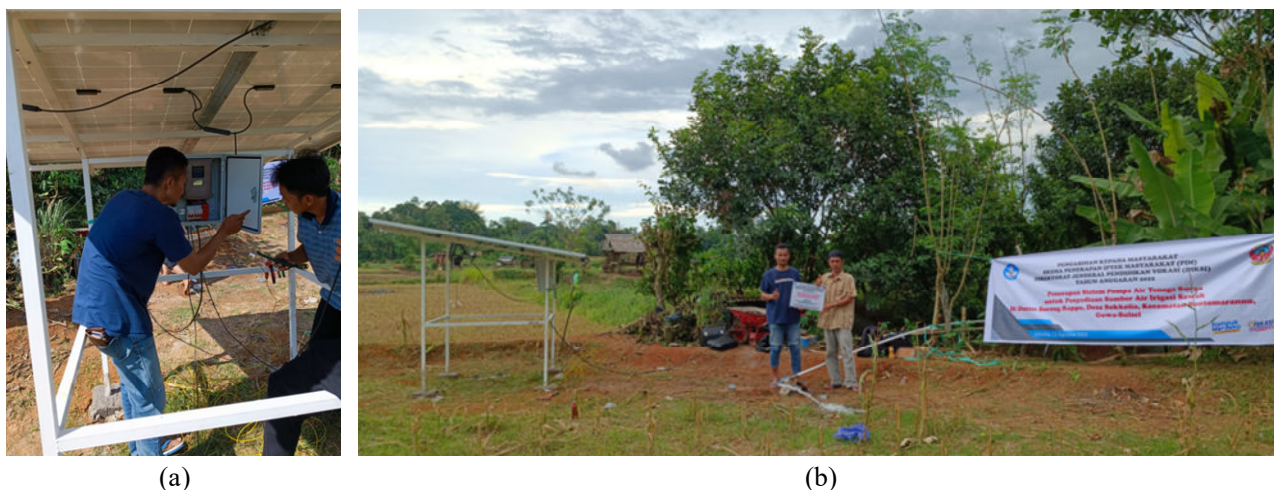
meliputi pemasangan panel surya padaudukan panel dan menghubungkan secara seri 2 buah panel. Panel surya buat seri agar tidak menghasilkan arus yang melewati batasan arus input kontroler yaitu sebesar 15 A. Konfigurasi ini akan menghasilkan tegangan maksimal 99.2 V dan arus sebesar 10,98A. Kondisi ini dapat tercapai apabila kondisi lingkungan pada suhu 25°C dan iradiasi sebesar 1000W/m<sup>2</sup>. Apabila kondisi lingkungan tersebut tercapai, maka tegangan dan arus yang dihasilkan oleh panel surya tidak dapat tercapai.



Gambar 3. (a) pengecoran rangka panel surya, (b) pemasangan panel surya pada dudukannya, (c) instalasi panel surya dan (d) instalasi kontroler pompa.

Kinerja SPATS diukur dari volume air yang dapat dialirkan. Hasil pengukuran menunjukkan SPATS mampu memompa air dengan volume 82.5 l/menit atau setara 4,95 m<sup>3</sup>/jam pada kondisi iradiasi 263.1 btu/(ft<sup>2</sup>-h). Pengukuran kinerja ini dilakukan pada jam 14.46 WITA. Pada kondisi seperti ini dibutuhkan waktu kerja pompa hanya 4.04 jam sehari untuk dapat memenuhi kebutuhan sawah seluas 0.1 ha setiap harinya. Waktu ini akan semakin singkat apabila berada dalam kondisi PSH (*peak sun hour*) yaitu antara jam 11.00 hingga 14.00, karena pada jam tersebut iradiasi matahari mencapai puncaknya. Pada kondisi iradiasi 16.166 btu/(ft<sup>2</sup>-h) SPATS ini dapat memompa air volume 15.6 l/menit atau 0,936 m<sup>3</sup>/jam. Data ini diambil pada kondisi mendung dan waktu menunjukkan 16.50 WITA.

Hasil demonstrasi kerja SPATS ini membuka wawasan baru bagi mitra. Selama ini mitra memahami bahwa energi matahari digunakan untuk lampu jalan dan harus menggunakan baterai. Informasi dari mitra dengan debit air yang dihasilkan sudah cukup untuk mengairi 2-3 pematang sawah setiap harinya. Setelah menunjukkan kinerja SPATS kepada mitra, langkah yang dilakukan adalah melakukan pelatihan pengoperasian kepada mitra, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4. Pelatihan pengoperasian SPATS ini memuat bagaimana urutan/langkah untuk meng-*on*-kan dan meng-*off*-kan alat tersebut. Urutan/langkah untuk meng-*on*-kan adalah dimulai dengan memosisikan MCB yang ke pompa dalam keadaan tertutup yang diikuti dengan menutup MCB dari panel surya kemudian menekan tombol on pada kontroler. Untuk meng-*off*-kan dimulai dari menekan tombol on pada kontroler, membuka MCB panel surya kemudian MCB yang ke pompa.



Gambar 4. (a) pelatihan pengoperasian alat dan (b) penyerahan alat kepada mitra

#### 4. KESIMPULAN

SPATS telah memberikan kinerja yang lebih baik dari perencanaan yang dilakukan. Hal ini dapat dilihat dengan debit air yang dihasilkan pada kondisi di luar PSH dapat menghasilkan volume air di atas rencana yang dibuat sebelumnya. Pengetahuan mitra mengenai energi matahari sebagai sumber energi alternatif untuk penyediaan tenaga listrik meningkat. Serta mitra telah mampu mengoperasikan SPTS. Untuk mengoptimalkan kinerja SPATS ini dapat ditambahkan baterai sebagai penyimpanan energi yang kemudian digunakan oleh pompa. Dalam hal ini mengubah jenis SPATS menjadi *Battery-coupled DC Pump*.

#### 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Vokasi, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi, atas pendanaan Pengabdian Kepada Masyarakat dengan skema Penerapan Ipteks Masyarakat (PIM), sesuai Surat Perjanjian Pelaksanaan Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Nomor : 087/SPK/D4IPPK.01. APTV/VI/2022, tanggal 20 Juni 2022

#### 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Annirita, "Peran Komoditas Unggulan Sektor Pertanian Dalam Meningkatkan Pengembangan Wilayah Di Kabupaten Bondowoso," Universitas Jember, Jember, 2017.
- [2] E. Triyanto, H. Sismoro, dan A. D. Laksito, "Implementasi Algoritma Regresi Linear Berganda untuk Memprediksi Produksi Padi di Kabupaten Bantul," *Rabit : Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi Univrab*, vol. 4, no. 2, hal. 66–75, Jul. 2019, doi: 10.36341/rabit.v4i2.666.
- [3] BPS Provinsi Sulawesi Selatan, *Provinsi Sulawesi Selatan dalam Angka*. Makassar, Indonesia: BPS Provinsi Sulawesi Selatan, 2020.
- [4] J. H. Purba, "Kebutuhan dan cara pemberian air irigasi untuk tanaman padi sawah (*Oryza sativa L.*)," *Widyatech Jurnal Sains dan Teknologi*, vol. 10, no. 3, hal. 145–155, 2011.
- [5] P. P. K. Wiguna, *Metode Perhitungan Kebutuhan Air Irigasi*. Bali, Indonesia: Universitas Udayana, 2019.
- [6] U. Usman dan U. Muhammad, "Perencanaan dan Analisis Ekonomi PLTS Terpusat (Studi Kasus : Pulau Kodingareng)," dalam *Seminar Nasional Teknik Elektro dan Informatika (SNTEI) 2016*, Agu. 2016, hal. 38–46, Diakses: Mar. 03, 2018. [Daring]. Tersedia pada: <http://repository.poliupg.ac.id/1377/>.