

## Application of Solar Powered Submersible Water Pumps for Independent Irrigation of Rice Fields in Klaseman Sukoharjo Central Java

Ratnasari Nur Rohmah<sup>1</sup> , Hasyim Asyari<sup>2</sup>, Bana Handaga<sup>3</sup>, A. Mulyaningtyas<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Department of Electrical Engineering, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Indonesia

<sup>2</sup> Department of Electrical Engineering, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Indonesia

<sup>3</sup> Department of Informatika, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Indonesia

<sup>4</sup> Department of Chemical Engineering, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Indonesia

 [rnr217@ums.ac.id](mailto:rnr217@ums.ac.id)

### **Abstract**

*Agricultural areas in Klaseman, Sukoharjo, Central Java is a rain-fed independent irrigation system. During the dry season, farmers use wells around the agricultural area to irrigate their land. They need a water pump to lift up the water into the surface. Because the rice fields are far from a power source, farmers use a diesel water pump in order to lift up the water. The use of this water pump certainly adds to the production cost component which is quite high. This also causes farmers to choose agricultural commodities that do not require a lot of water, in dry season. In addition, the use of this diesel-fueled water pump will be a contributor to air pollution caused by the carbon emissions produced by the water pump. This community service activities provides an alternative by using solar powered submersible water pumps to replace the use of diesel-fueled water pumps. The results of community service activities showed that the application of solar-powered submersible water pumps is able to replace diesel-powered water pumps. The results of the activity evaluation show the potential for the development of the irrigation system in accordance with the conditions in the field.*

**Keywords:** solar energy; irrigation; submersible pump

## Penerapan Pompa Air *Submersible* Bertenaga Surya Untuk Pengairan Mandiri Area Persawahan di Dusun Klaseman Sukoharjo Jawa Tengah

### **Abstrak**

Salah satu area pertanian dengan sistem pengairan tadah hujan yang dekat dengan area kampus UMS adalah area pertanian yang ada di Dusun Klaseman, Sukoharjo, Jawa Tengah. Di saat musim kemarau, petani memanfaatkan sumur yang ada di sekitar area pertanian untuk keperluan pengairan lahannya. Karena area persawahan jauh dari sumber listrik, maka petani menggunakan pompa air disel berbahan bakar solar untuk menaikkan air. Penggunaan pompa air ini menambah komponen biaya produksi yang cukup banyak. Hal ini menyebabkan petani harus memilih komoditas pertanian yang sekiranya tidak banyak memerlukan air. Disamping itu, penggunaan pompa air berbahan bakar solar ini akan menjadi kontributor pencemaran udara yang ditimbulkan dengan adanya emisi karbon yang dihasilkan pompa air disel tersebut. Pengabdian kepada masyarakat ini memberikan alternatif pemanfaatan pompa air *submersible* bertenaga surya untuk menggantikan penggunaan pompa air berbahan bakar disel. Hasil kegiatan pengabdian masyarakat menunjukkan penerapan pompa air *submersible* bertenaga surya mampu menggantikan pompa air bertenaga disel. Hasil evaluasi kegiatan memperlihatkan potensi pengembangan sistem pengairan sesuai dengan kondisi di lapangan.

**Kata kunci:** tenaga surya; pengairan; pompa *sumersible*

## 1. Pendahuluan

Indonesia adalah salah satu negara agraris terbesar di dunia dengan sumber daya alam melimpah. Sektor pertanian merupakan salah satu sektor yang memberikan kontribusi yang besar dalam perekonomian nasional, dalam penyerapan tenaga kerja, serta dalam pemasukan devisa non-migas. Salah satu masalah yang harus dihadapi para petani adalah dalam pengairan lahan pertanian. Pengairan atau irigasi merupakan faktor penting dalam industri pertanian dan perkebunan. Meskipun demikian, beberapa lahan pertanian di Indonesia merupakan lahan pertanian tadah hujan, dimana petani harus berusaha menyediakan air untuk keperluan pengairan lahannya, pada musim kemarau. Petani yang lahan pertaniannya dekat dengan sungai akan mengalirkan air sungai untuk keperluan pengairan ladang pertaniannya. Bagi petani yang jauh dari sungai, beberapa petani menyediakan sumur sebagai sumber air untuk pengairan lahannya.

Petani yang menggunakan sumur sebagai sumber air, harus menyediakan pompa air untuk menaikkan air sumur untuk dialirkan ke lahan pertaniannya. Pompa air yang digunakan bisa pompa air berbahan bakar listrik maupun bahan bakar minyak. Penggunaan pompa air listrik dalam pengairan sawah dilaporkan dapat menghemat biaya produksi pertanian sampai dengan 65% dibandingkan dengan pompa air berbahan bakar solar [1]. Meskipun demikian, bagi petani yang area persawahannya jauh dari sumber listrik, terpaksa harus menggunakan pompa air berbahan bakar solar. Penggunaan pompa air ini tentunya menambah komponen biaya produksi yang cukup tinggi. Hal ini menyebabkan petani harus memilih komoditas pertanian yang sekiranya tidak banyak memerlukan air. Petani juga harus memperhitungkan resiko adanya gagal panen yang tentu saja semakin tinggi. Disamping itu, penggunaan pompa air berbahan bakar solar ini akan menjadi kontributor pencemaran udara yang ditimbulkan dengan adanya emisi karbon yang dihasilkan pompa air tersebut.

Mengatasi kondisi di atas, kegiatan pengabdian masyarakat ini berinisiatif untuk menggantikan pompa air diesel dengan dengan pompa air dengan sumber daya listrik dari PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) mini. Meskipun investasi di awal cukup besar, namun biaya operasional pompa sangat kecil dan juga lebih ramah lingkungan dengan nol emisi karbon [2] [3]. Sistem bertenaga surya secara efisien menggunakan energi matahari yang berpotensi tidak habis-habisnya dan menghemat kebutuhan energi yang pada akhirnya mengurangi biaya irigasi yang sangat besar [4].

Pemanfaatan tenaga surya sebagai sumber energi untuk keperluan irigasi telah banyak dilakukan di berbagai negara [5][6]. Salah satu contoh penerapan awal tenaga surya dalam irigasi adalah *Solar Powered Automatic Irrigation System* [7]. Sistem tersebut memanfaatkan tenaga surya sebagai sumber energi, dan memanfaatkan sensor kelembaban tanah untuk otomasi pengaliran air. Di negara lain, penerapan sel surya tidak hanya untuk keperluan irigasi, namun untuk pengembangan sistem pertanian pintar dengan aplikasi yang lebih luas dari sekedar irigasi [8]. Meskipun bukan untuk area persawahan yang luas, penelitian terkait pengairan untuk lahan persemaian tanaman, telah telah berhasil dilakukan oleh pelaksana pengabdian masyarakat ini pada penelitian terdahulu [9].

Kegiatan pengabdian masyarakat ini dilakukan dengan tujuan penerapan hasil penelitian untuk mengatasi permasalahan yang dialami oleh petani yang harus menyediakan pengairan mandiri untuk sawah tadah hujannya. Salah satu area pertanian yang dekat dengan area kampus adalah area pertanian yang ada di Dusun Klaseman, Sukoharjo, Jawa Tengah. Beberapa arena pertanian yang ada pada daerah tersebut adalah merupakan persawahan tadah hujan, dimana sumber air untuk pengairan area sawah adalah air hujan. Kondisi saat ini, di saat musim kemarau, petani memanfaatkan sumur yang ada di sekitar area pertanian untuk keperluan pengairan lahannya. Karena area persawahan jauh dari sumber listrik, maka petani menggunakan pompa air disel berbahan bakar solar. Penggunaan pompa air *submersible* dengan PLTS sebagai sumber energi diharapkan dapat membantu petani di sekitar area tersebut dalam penyediaan pengairan mandiri yang ekonomis dan bersih.

## 2. Literatur Review

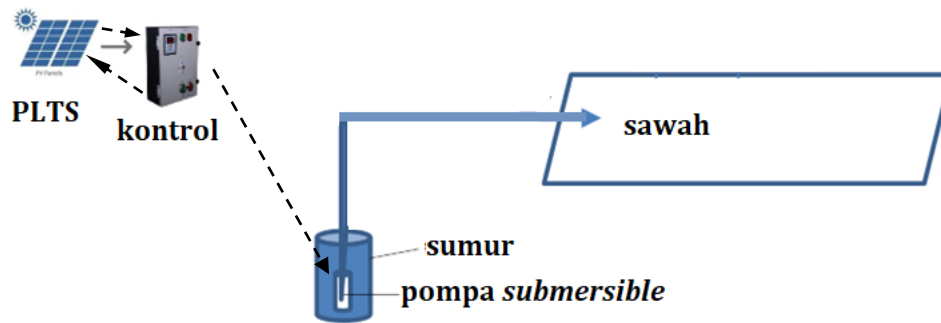
Irigasi merupakan faktor penting yang mempengaruhi kualitas dan kuantitas hasil pertanian. Irigasi mempunyai pengaruh yang lebih besar dari pada faktor pemupukan tanaman [10]. Meski sangat penting, namun banyak petani yang menghadapi permasalahan dimana sarana irigasi di daerahnya belum tersedia mapan dan petani harus mencukupi kebutuhan air untuk bercocok tanam secara mandiri. Solusi yang dapat menyelesaikan permasalahan yang ada saat ini berupa penerapan teknologi pompa air yang mampu mengangkat air untuk keperluan pengairan area pertanian [11]. Pompa air ini digunakan untuk mengangkat air sungai dari dataran rendah ke area persawahan untuk area persawahan yang dekat dengan sungai [12]. Untuk area persawahan yang jauh dari aliran sungai, pompa air digunakan untuk menaikkan air tanah dari dalam sumur [1].

Jika dibandingkan dengan pompa air disel, pompa air listrik memiliki kelebihan dari segi biaya pengoperasian pompa [1]. Selain itu, pengoperasian pompa air listrik cukup dilakukan dengan menekan saklar, sedangkan pada pompa air disel, petani harus memutas tuas starter untuk menyalakan pompa. Hal ini menjadi kendala tersendiri bagi petani yang sudah cukup berumur. Meskipun demikian, penggunaan pompa listrik terkendala jika area persawahan jauh dari sumber listrik. Dalam keadaan seperti ini, salah satu sumber energi yang menarik, layak, dan terbarukan tetapi kurang dimanfaatkan adalah energi matahari yang melimpah, ramah lingkungan, dan berkelanjutan [13].

Pemanfaatan sumber energi matahari untuk keperluan pertanian sudah mulai banyak dilakukan di berbagai negara, dan untuk berbagai keperluan. Energi matahari digunakan sebagai sumber energi yang diperlukan untuk keperluan. Beberapa diantaranya adalah pemanfaatan sumber energi matahari di beberapa negara di benua Afrika [14], India [5], dan Korea [8]. Salah satu proyek yang menarik untuk diterapkan di Indonesia adalah proyek pompa tenaga surya bergerak (*mobile solar pumps*) untuk irigasi yang dikembangkan di negara Mesir [14]. Proyek tersebut dilandasi bahwa lebih dari 5 juta petani beroperasi di lahan kurang dari satu hektar. Sehingga aplikasi PLTS skala kecil yang mudah dipindahtempatkan akan memfasilitasi peralihan ke irigasi bertenaga surya di pertanian Mesir. Jika mengingat kondisi yang serupa di Indonesia, maka aplikasi pompa air tenaga surya bergerak cocok untuk diterapkan di negri ini.

### 3. Metode Pelaksanaan

Pengabdian masyarakat yang dilakukan direncanakan sebagai kegiatan berkelanjutan. Rancangan awal penerapan pompa air *submersible* bertenaga surya diperlihatkan pada Gambar 3.1. Rancangan sederhana ini diterapkan lebih untuk penjajagan awal kemungkinan penerapan PLTS pada area persawahan yang ada di Dusun Klaseman, Sukoharjo, Jawa Tengah.



Gambar 3.1. Rancangan implementasi pompa air submersible bertenaga surya untuk pengairan area persawahan tadah hujan.

Adapun pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini akan dilaksanakan dalam dua tahapan kegiatan. Tahapan pertama adalah tahapan persiapan. Pada tahap ini tim pelaksana akan mengunjungi mitra untuk melakukan sosialisasi tentang pelaksanaan kegiatan pengabdian pada masyarakat. Pada pertemuan ini dilakukan diskusi antara tim pelaksana dan mitra meliputi beberapa hal teknis diantaranya adalah waktu dan jadwal pelaksanaan, personel yang dilibatkan, sarana dan prasarana yang dibutuhkan. Peninjauan lokasi dilakukan pada tahap ini untuk memetakan posisi area sawah, luar area sawah, posisi sumur, dan kedalaman sumur. Hasil dari peninjauan kembali ini akan digunakan sebagai dasar penentuan jenis pompa dan PLTS yang akan digunakan. Tahapan kedua adalah pelaksanaan instalasi dan evaluasi. Instalasi dan pelatihan dilakukan pada waktu yang telah menjadi kesepakatan antara pelaksana kegiatan dan petani mitra. Evaluasi dilakukan untuk melihat hasil yang diperoleh dan potensi pengembangan lebih lanjut, yang disesuaikan dengan hasil uji coba dan masukan dari mitra.

## 4. Hasil dan Pembahasan

### 4.1. Penyediaan pompa air *dc* dan PLTS

Pompa listrik yang disediakan pada pengabdian masyarakat ini adalah pompa air *submersible* dc. Gambar 4.1 berikut memperlihatkan pompa air *submersible* yang telah disiapkan untuk pengabdian masyarakat ini. Sedangkan PLTS yang disiapkan untuk pengabdian masyarakat ini adalah PLTS dengan daya maksimum 2 x 350 Wp, seperti diperlihatkan dalam Gambar 4.2. Sumber dana penyediaan pompa air yang digunakan dalam pengabdian masyarakat ini adalah sebagian dari salah hibah penelitian dengan

sumber dana dari Universitas Muhammadiyah Surakarta [15]. Hal ini dikarenakan pengabdian masyarakat ini merupakan salah satu hilirisasi hasil penelitian tersebut.



Gambar 4.1. Pompa air *submersible* dc.



Gambar 4.2. PLTS dengan daya maksimum 2 x 350 Wp

#### 4.2. Instalasi di lapangan

Instalasi pompa air dc dengan sumber energi PLTS dilakukan di area persawahan di Dusun Klaseman, Sukoharjo, Jawa Tengah, dengan melihat kondisi cuaca. Meskipun masuk musim kemarau, namun pada interval waktu pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat, hujan hampir selalu turun sehingga petani tidak mengalami kekurangan air untuk pengairan sawahnya. Kondisi ini menyebabkan instalasi yang dilakukan adalah untuk keperluan uji coba. Uji coba dilakukan untuk melihat apakah sumber energi matahari yang terkonversi menjadi energi listrik oleh PLTS di lapangan cukup besar untuk menyalakan pompa air dc yang digunakan. Selain itu, uji coba dilakukan untuk melihat apakah debit air yang dihasilkan oleh pompa mencukupi untuk keperluan pengairan persawahan.

Uji coba dilakukan pada siang menjelang sore, pada pukul 15:00 WIB, dengan kondisi cuaca cerah tanpa awan mendung. Hasil uji coba menunjukkan cahaya matahari menghasilkan energi yang cukup untuk menghidupkan pompa air dc. Gambar 4.3 berikut memperlihatkan beberapa kegiatan dalam instalasi PLTS dan pompa air. Pompa air yang disediakan pada kegiatan ini juga terbukti mampu menaikkan air ke permukaan tanah.

Kedalaman sumur pada uji coba ini adalah sedalam 12 meter, dan lubang keluar air pada pipa yang diperlihatkan pada Gambar 4.4 berada 1 meter di atas permukaan air. Hal ini menunjukkan bahwa pompa air dc bersumber energi PLTS ini mampu menaikkan air setinggi 13 meter dengan lancar.



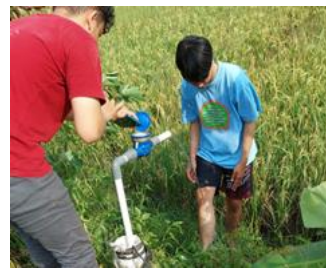
(a) Instalasi sel surya



(b) Pemasangan *flow meter* pada pipa



(c) Pemasangan pipa pada sumur



(d) Uji coba pengoperasian pompa

Gambar 4.2. Beberapa dokumentasi kegiatan instalasi pompa submersible bertenaga surya dilapangan.



Gambar 4.3. Aliran air pada uji coba pompa air dc bersumber energi PLTS di lapangan.

### 4.3. Evaluasi dan keberlanjutan.

PLTS yang digunakan pada kegiatan ini tidak dilengkapi dengan komponen battery untuk menekan biaya investasi awal. Penghilangan komponen battery ini menyebabkan pompa hanya bisa beroperasi pada saat intensitas matahari mencukupi. Kendala ini dapat diatasi dengan dibangunnya tandon air yang diisi saat pompa bisa beroperasi dan siap

setiap saat digunakan. Disamping itu pengisian air tandon maupun pengaliran air tandon ke area persawahan harus bisa dilakukan secara otomatis untuk mengurangi ketidak-efisienan yang terjadi karena kerja pompa yang berlebihan saat terjadi keterlambatan menghentikan operasi pompa secara manual oleh petani.

Hasil evaluasi lainnya adalah ketidakpastian tinggi rendah-nya curah hujan. Kondisi yang ditemui saat pelaksanaan kegiatan pengabdian masyarakat, meski masuk musim kemarau, namun curah hujan masih mencukupi untuk keperluan pengairan oleh petani. Dari hasil evaluasi ini, maka pada kegiatan pengabdian masyarakat selanjutnya, disain PLTS akan dibuat sebagai PLTS bergerak yang dengan mudah dipindahtempatkan dan dipasanglepaskan pada pompa *submersible*.

## 5. Kesimpulan

Uji coba yang dilakukan pada kegiatan pengabdian masyarakat ini menunjukkan bahwa penerapan pompa air *submersible* bertenaga surya untuk pengairan mandiri area Persawahan di Dusun Klaseman Sukoharjo Jawa Tengah bisa dilaksanakan. Panel surya yang digunakan, terbukti bisa digunakan untuk mengoperasikan pompa dan mengangkat air sumur ddengan kedalaman 12 m. Hasil evaluasi pelaksanaan kegiatan memberikan masukan keberlanjutan kegiatan pengabdian masyarakat dengan penerapan PLTS bergerak (*mobile*), dan pengembangan sistem irigasi dengan tandon air yang bekerja secara otomatis.

## Ucapan Terima Kasih

Pendanaan kegiatan masyarakat ini bersumber dari UMS skim PID dan skim HIT.

## Referensi

- [1] R. Arifin, M. Malyadi, E. Kurniawan, and Z. U. Rosyidin, "Upaya Peningkatan Efektifitas Pengairan Sawah dengan Sistem Kontrol Pompa Air Listrik," *Din. J. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 3, no. 2, pp. 228–234, 2020, doi: 10.31849/dinamisia.v3i2.3245.
- [2] H. Asyari, U. Umar, and A. P. Irawan, "Desain Prototipe Kompor Listrik Tenaga Surya," *Emit. J. Tek. Elektro*, vol. 19, no. 1, pp. 6–9, 2019, doi: 10.23917/emitor.v19i1.6997.
- [3] H. Asy'ari, Jatmiko, and Angga, "Intensitas Cahaya Matahari Terhadap Daya Keluaran Panel Sel Surya," *Simp. Nas. RAPI XI FT UMS*, pp. 52–57, 2012.
- [4] O. Abayomi-Alli *et al.*, "Smart-Solar Irrigation System (SMIS) for Sustainable Agriculture BT - Applied Informatics," 2018, pp. 198–212.
- [5] S. Bhatt and S. S. Kalamkar, "Solar Power Generation and Usage in Irrigation: Lessons from a Novel Cooperative Initiative in India," *Indian J. Econ. Dev.*, vol. 13, no. 3, p. 413, 2017, doi: 10.5958/2322-0430.2017.00198.6.
- [6] A. B. Ronak and A. S. Madad, "Solar Powered Irrigation System for Agriculture based on Moisture Content in the Field and Saving Energy and Water with Optimum Designing," *Asian J. Eng. Sci. Technol.*, vol. 8, no. 1, 2018, doi: 10.13140/RG.2.2.32397.90085.
- [7] A. Gupta, V. Krishna, S. Gupta, and J. Aggarwal, "Android based Solar Powered Automatic Irrigation System," *Indian J. Sci. Technol.*, vol. 9, no. 47, 2016, doi: 10.17485/ijst/2015/v8i1/101713.

- [8] J. Cho, S. M. Park, A. Reum Park, O. C. Lee, G. Nam, and I. H. Ra, "Application of photovoltaic systems for agriculture: A study on the relationship between power generation and farming for the improvement of photovoltaic applications in agriculture," *Energies*, vol. 13, no. 18, pp. 1–18, 2020, doi: 10.3390/en13184815.
- [9] R. N. Rohmah, H. Supriyono, A. Supardi, H. Asyari, R. Rahmaddi, and Y. Oktafianto, "IoT Application on Agricultural Area Surveillance and Remote-controlled Irrigation Systems," in *2021 9th International Conference on Information and Communication Technology (ICoICT)*, 2021, pp. 522–527, doi: 10.1109/ICoICT52021.2021.9527438.
- [10] Y. Li, J. Li, L. Gao, and Y. Tian, "Irrigation has more influence than fertilization on leaching water quality and the potential environmental risk in excessively fertilized vegetable soils," *PLoS One*, vol. 13, no. 9, pp. 1–23, 2018, doi: 10.1371/journal.pone.0204570.
- [11] H. Z. Fitri, "Pengelompokan dan pemetaan wilayah kecamatan di kabupaten ponorogo berdasarkan potensi sektor pertanian menggunakan analisis klaster," 2017.
- [12] I. Hendri Nurdin, Hasanuddin, "No Title," in *Seminar Nasional Pengabdian Masyarakat LPM UNIMED 2017*, 2017, pp. 104–109.
- [13] S. S. Chandel, M. N. Naik, and R. Chandel, "Review of performance studies of direct coupled photovoltaic water pumping systems and case study," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 76, pp. 163–175, 2017, doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.03.019>.
- [14] G. M. BERARDI, "Solar Energy Applications in Agriculture," *Food Energy Resour.*, no. April, pp. 181–206, 1984, doi: 10.1016/b978-0-12-556560-8.50013-9.
- [15] R. Rohmah, Ratnasari Nur, Rahmaddi, "Sistem Keamanan dan Pengairan Ladang Pertanian Berbasis IoT," *Emit. J. Tek. Elektro*, vol. 21, no. 2, pp. 95–102, 2021.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

---