

Potensi Penggunaan Energi Terbarukan dalam Alat dan Mesin Pertanian (Pemanfaatan Pompa Air Tenaga Surya Untuk Sistem Irigasi Pertanian)

Abdul Jalil¹, Achdiyar Roby Yahya¹, Novita Anggi Rahmadhanisa¹, Alvan Maulana Azzayni²

Name: Abdul Jalil

Email: abduljalil@unmuhjember.ac.id



Copyright: © 2024 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Abstrak: Keterbatasan sumber energi fosil yang diperkirakan akan habis dalam beberapa dekade mendatang, serta dampak negatif terhadap lingkungan yang ditimbulkannya. Energi surya yang melimpah di Indonesia menawarkan solusi untuk mendukung sistem pertanian modern. Tulisan ini mengkaji potensi penggunaan energi terbarukan, khususnya energi matahari, dalam bidang pertanian melalui penerapan pompa air tenaga surya untuk sistem irigasi. Tulisan ini menggunakan metode literatur review dengan pengumpulan artikel yang diperoleh dari penelusuran Artikel Ilmiah menggunakan google scholar dan DOAJ Hasil kajian menemukan bahwa penggunaan sistem irigasi berbasis tenaga surya dapat meningkatkan efisiensi penggunaan air dan mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil. Selain itu, teknologi ini berpotensi mengurangi emisi gas rumah kaca dan mendukung keberlanjutan lingkungan. Penggunaan pompa tenaga surya dapat menghemat biaya bahan bakar serta meningkatkan hasil pertanian. Penerapan teknologi ini diharapkan dapat memacu minat generasi muda untuk terjun ke sektor pertanian.

Kata kunci: Pompa air tenaga surya, Energi baru terbarukan, Irigasi pertanian

Abstract: The limitations of fossil energy sources which are expected to run out in the next few decades, as well as the negative impact on the environment they cause. Indonesia's abundant solar energy offers a solution to support modern agricultural systems. This paper examines the potential for using renewable energy, especially solar energy, in agriculture through the application of solar water pumps for irrigation systems. This paper uses a literature review method by collecting articles obtained from searching Scientific Articles using Google Scholar and DOAJ. The results of the study found that the use of a solar power-based irrigation system can increase the efficiency of water use and reduce dependence on fossil fuels. In addition, this technology has the potential to reduce greenhouse gas emissions and support environmental sustainability. Using solar pumps can save fuel costs and increase agricultural yields. It is hoped that the application of this technology can stimulate the interest of the younger generation to enter the agricultural sector.

Keywords: Solar water pump, new renewable energy, agricultural irrigation

Introduction

Cadangan energi yang berasal dari bahan bakar fosil di seluruh dunia diperkirakan hanya sampai 40 tahun untuk minyak bumi, 60 tahun untuk gas alam, dan 200 tahun untuk batu bara. Kondisi keterbatasan sumber energi di tengah semakin meningkatnya kebutuhan energi dunia dari tahun ketahun (pertumbuhan konsumsi energi tahun 2014 saja sebesar 4,3 persen), serta untuk melindungi bumi dari pemanasan global dan polusi lingkungan membuat tuntutan untuk segera mewujudkan teknologi baru bagi sumber energi yang terbarukan (Rejekiningrum & Kartiwa, 2020). Potensi Energi matahari di Indonesia dapat dimanfaatkan sepanjang hari, hal ini sangat menguntungkan untuk membangkitkan energi

listrik dengan menggunakan sel surya (Amien, dkk, 2008). Energi surya adalah salah satu energi terbarukan dan ramah lingkungan yang dapat dimanfaatkan pada berbagai aspek kehidupan manusia seperti halnya dalam sektor pertanian. Pertanian merupakan sektor utama perekonomian dari sebagian besar negara-negara berkembang. Konsekuensinya adalah bahwa kebijakan pembangunan pertanian di negara-negara tersebut sangat berpengaruh terhadap keberhasilan pembangunan sektor lainnya (Samsurizal et al., 2021).

Di negara industri, mekanisasi yang intensif dari produksi di bidang pertanian dihasilkan oleh produktivitas tenaga kerja yang tinggi, penggunaan benih berkualitas tinggi, pupuk dan mekanisasi dari hampir seluruh kegiatan pertanian secara signifikan meningkatkan hasil panen. Suplai energi yang efisien untuk mekanisasi pertanian seperti penggilingan beras, pompa air dan pengeringan komoditas pertanian dapat diperoleh dengan pemanfaatan tenaga matahari (Mandala et al., 2022). Oleh karena itu, pemanfaatan energi surya dapat meningkatkan hasil pertanian pada negara berkembang, terutama pada daerah-daerah tropis yang berlimpah sinar matahari. Salah satu bentuk pemanfaatan energi surya untuk bidang pertanian adalah sistem irigasi dengan menggunakan pompa tenaga matahari. Secara umum kinerja pompa air tenaga surya dapat berjalan baik apabila mendapatkan radiasi sinar matahari yang cukup (Trinugroho et al., 2024).

Sistem irigasi atau pengairan dengan sprinkle dan drip tetes akan menjaga kestabilan suplai air pada tanaman sehingga tidak hanya bergantung pada air hujan. Dengan demikian produktivitas tanaman dapat ditingkatkan. Sistem pertanian modern seperti ini harus diperkenalkan pada petani milenial, karena minat pemuda untuk menggeluti bidang pertanian sangat rendah, ini terkait dengan produktivitas pertanian yang rendah (Nurjaman & Purnama, 2022). Hal ini sangat miris terjadi pada negara agraris, padahal potensi pertanian sangat menjanjikan jika dikelola dengan baik. Salah satu cara untuk meningkatkan produktivitas pertanian dan meningkatkan minat pemuda untuk menggeluti dunia pertanian maka kampus mengambil peran untuk memperkenalkan intervensi teknologi yang smart dan efisien. Salah satunya adalah pemanfaatan pompa tenaga matahari dan smart sistem untuk sistem irigasi pertanian.

Energi listrik merupakan kebutuhan dasar dalam mendorong segala jenis aktivitas roda kehidupan manusia, yaitu dapat digunakan sebagai penerangan, fasilitas umum, keperluan rumah tangga, keperluan industri dan juga membantu peningkatan perekonomian negara. Rasio elektrifikasi Indonesia saat ini 87%, hal tersebut menunjukkan 8,5 juta penduduk Indonesia atau setara dengan 2500 desa yang belum dialiri Listrik (Gumilar et al., 2022). Di tengah kebutuhan terhadap energi dari bahan bakar fosil yang semakin meningkat Penggunaan sumber energi terbarukan merupakan solusi dalam menjawab tantangan krisis energi yang terjadi. Salah satu energi terbarukan yaitu dengan pemanfaatan energi matahari. Indonesia merupakan negara tropis yang mempunyai potensi energi surya dengan insolasi harian rata-rata 4,5 – 4,8 kWh/m²/hari (Dwisari et al., 2023). Dengan demikian, energi matahari dapat diterapkan dalam pengolahan pertanian khususnya pemompaan air.

Sistem pertanian modern harus diperkenalkan pada generasi milenial karena negara agraris seperti Indonesia memiliki potensi pertanian sangat menjanjikan jika

dikelola dengan baik. Sektor pertanian dalam arti seluas-luasnya merupakan sektor andalan (basic sector) bagi suatu bangsa. Sebab kebutuhan akan bahan pangan, serat, obat-obatan, dan energi, serta sebagian dari bahan baku industri dipasok oleh kegiatan sektor pertanian dan pangan. Di samping itu, sektor ini merupakan sektor yang dapat menyerap tenaga kerja dalam jumlah besar dengan berbagai tingkat kemahiran (Lubna et al., 2021). Kaitannya dengan strategi peningkatan luas tanam dapat dilakukan melalui upaya penyiapan lahan beririgasi dan pengelolaan air. Penyiapan lahan beririgasi dan pengelolaan air memerlukan kepastian pemenuhan kebutuhan air irigasi (Mandala et al., 2022). Oleh karena itu, dukungan teknologi yang dapat dilakukan adalah penyiapan sarana pompa irigasi. Dalam rangka mendukung perluasan areal tanam tersebut maka pemanfaatan energi surya sebagai sumberdaya bagi pompa air diharapkan dapat menaikkan air pada musim kemarau atau pada saat debit air sungai rendah.

Methodology

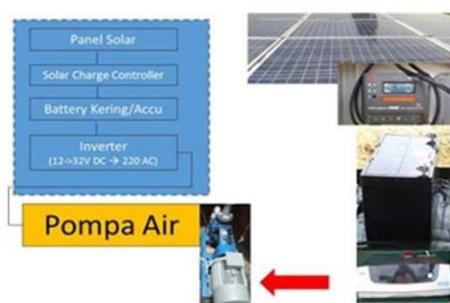
Penyusunan literatur rievew menggunakan metode pengumpulan artikel yang diperoleh dari penelusuran Artikel Ilmiah menggunakan google scholar dan DOAJ. Review ini hanya memasukkan artikel yang memuat teks penuh. Teknis analisis data mencakup reduksi data, penyajian data, hingga penarikan kesimpulan.

Result and Discussion

Sistem Irigasi Pompa Tenaga Surya

Dalam mendesain pompa tenaga surya diperlukan peralatan sistem sebagai berikut:

(1) Solar Panel Array, (2) Power Inverter, (3) Solar Charge Controller, (4) Battery Array dari aki kering, (5) Timer, (6) Contactor, (7) Centrifugal Pump. Peralatan sistem disajikan pada Gambar 2. Prinsip kerja sistem adalah sinar matahari diubah oleh solar panel menjadi energi listrik, energi listrik disalurkan melalui solar cotroller untuk mengisi arus listrik ke aki kering, kemudian energi listrik di aki kering diubah dari tegangan arus searah menjadi tegangan arus bolak balik oleh inverter, selanjutnya inverter menyalurkan energi listrik AC ke pompa berdasarkan kontrol timer.



a. Konfigurasi pompa tenaga surya



b. Desain pompa tenaga surya

Pompa tenaga surya perlu diaplikasikan di lahan pertanian untuk irigasi, sehingga perlu dilengkapi dengan desain jaringan irigasi yang sesuai untuk komoditas yang akan

dikembangkan. Untuk irigasi tanaman telah dikembangkan teknik irigasi impact sprinkler, sehingga pompa tenaga surya terhubung langsung dengan sistem irigasi dan menjadi suatu sistem irigasi pompa tenaga surya (SIPTS) (Prabowo et al., 2020).

Untuk menghitung kebutuhan irigasi (dosis dan interval) tanaman dilakukan dengan menggunakan persamaan FAO (Doorenbos and Pruitt 1977) dengan data input air tersedia yang dihitung berdasarkan hasil analisis sampel fisika tanah di lokasi penelitian. Hasil analisis dosis dan interval irigasi menggunakan metode FAO (Doorenbos and Pruitt 1977) menunjukkan bahwa total kebutuhan irigasi sebesar total 123,8 mm setara 1238 m³ ha⁻¹ musim-1, adapun total kebutuhan air yang diaplikasikan untuk mengairi tanaman bawang merah dengan teknik irigasi impact sprinkler riil di lapangan berdasarkan angka penunjukan water meter selama pertumbuhan tanaman sebesar 103,5 mm setara dengan 1035 m³ ha⁻¹ musim-1 dengan interval irigasi masing-masing dua harian dengan rata-rata pemberian 2,2-3,7 mm atau 22-37 m³ ha⁻¹ musim-1. Sehingga hal ini menunjukkan antara prediksi dan realisasi relatif tidak berbeda, perbedaan sekitar 20,3 mm terjadi karena pengaruh angin dan overlapping teknik penyiraman pada putaran impact sprinkler.

Pengaruh SI-PTS pada Kadar Air dan Pertumbuhan Hasil Tanaman

Ketersediaan air merupakan syarat penting untuk mendapatkan hasil dan kualitas umbi yang optimal. Pemberian air yang tepat selain dapat mengefisienkan penggunaan air, juga dapat terhindar dari kemungkinan berkembangnya penyakit jamur terutama pada kondisi kelembapan yang tinggi. Hasil penelitian Mandala et al., (2022) menunjukkan bahwa sistem pengairan pada tanaman bawang merah menunjukkan jumlah air yang diperlukan untuk mengairi tanaman sangat tergantung pada sistem pengairan yang digunakan. Sistem pengairan yang digunakan petani di lokasi penelitian ialah sistem pengairan alur (furrow system). Dengan sistem tersebut, selama dua bulan dilakukan pengairan tujuh kali dengan interval 6 hari dan total pemakaian air 140 m³ ha⁻¹. Dengan demikian, sistem pengairan petani memerlukan air lebih banyak dibandingkan dengan sistem pengairan yang hanya memerlukan air irigasi 83,60 m³ ha⁻¹ atau setara dengan 0,16 m³ alur-1 yang diberikan melalui sistem pengairan alur. Sistem pengairan petani di lokasi penelitian umumnya menggunakan cara disiram dengan selang yang sumber airnya dari sungai di sekitar lokasi yang diambil ke permukaan dengan menggunakan pompa sentrifugal (jet pump) menggunakan bahan bakar bensin. Konsumsi bahan bakar yang digunakan petani untuk mengairi lahannya pada saat musim kemarau sebesar 4-5 ha⁻¹ hari-1.

Perhitungan efisiensi dilakukan dengan menghitung kebutuhan biaya BBM dalam satu musim tanam bawang merah dengan membandingkan antara penggunaan SI-PTS dan pompa sentrifugal (jet pump). Petani dalam melakukan irigasi tidak menghitung komponen nomor 1-7, yang dilakukan petani hanya mengairi lahannya sampai cukup bahkan tergenang. Data menunjukkan bahwa pompa jetpump yang digunakan petani, sehari memerlukan kurang lebih 2,5 liter BBM untuk menghidupkan pompa. Sehingga selama musim tanam (65 hari) petani memerlukan 162,4 liter BBM dengan biaya sekitar Rp.

1.202.500,-. Sedangkan dengan SI-PTS bila hanya perlu 58 liter BBM dengan biaya Rp. 425.500,- yang diperlukan sebagai biaya tambahan untuk beli BBM sebagai substitusi saat produksi air dari pompa berkurang pada saat mendung sehingga harus di suplai dari pompa jetpump yang menggunakan BBM. Perhitungan efisiensi pompa menunjukkan bahwa dengan menggunakan pompa radiasi surya dapat menghemat konsumsi BBM dari 162,5 liter menjadi 58 liter dan biaya pembelian BBM dari Rp. 1.202.500,- menjadi Rp. 425.500, sehingga terjadi penghematan 183% (Setyono et al., 2019).

Dampak Penggunaan Tenaga Surya terhadap Pengurangan Emisi Gas Rumah Kaca (GRK)

Mengurangi emisi gas rumah kaca dapat dilakukan dengan cara menggunakan energi alternatif yang tidak menghasilkan emisi gas rumah kaca seperti tenaga matahari, air, angin dan nuklir. Hasil studi Yulianto (2020) menunjukkan bahwa biomassa dapat mengurangi emisi gas rumah kaca. Sebagai contoh kendaraan listrik hibrida ternyata mampu mengurangi emisi gas rumah kaca sebagai gas buang kendaraan. Menggunakan bahan bakar fosil yang akan menghasilkan emisi gas rumah kaca dengan bijak dan efisien. Hal ini dapat dilakukan dengan cara menghemat listrik dan energi.

Sebagai contoh, matikanlah peralatan listrik ketika tidak digunakan, gunakan lampu hemat energi dan gunakanlah panel surya sebagai energi alternatif. Pola hidup hemat dalam penggunaan energi asal bahan bakar fosil akan dapat menurunkan jumlah emisi gas rumah kaca yang dihasilkan dari proses pemakaian energi asal bahan bakar fosil. Peningkatan efisiensi energi dipandang sebagai salah satu langkah paling menjanjikan dalam mengurangi emisi gas rumah kaca secara global dan mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar asal fosil (Jatmiko et al., 2022).

Conclusion

Penerapan pompa air tenaga surya dalam sistem irigasi pertanian menunjukkan bahwa teknologi ini mampu mengoptimalkan efisiensi penggunaan air dan mengurangi biaya bahan bakar. Hasilnya, produktivitas pertanian meningkat, terutama pada komoditas seperti bawang merah. Selain itu, penggunaan energi surya membantu mengurangi emisi gas rumah kaca, sehingga berkontribusi pada keberlanjutan lingkungan. Teknologi ini juga diharapkan dapat meningkatkan daya tarik sektor pertanian bagi generasi muda, yang sangat diperlukan dalam mendukung keberlanjutan pertanian di Indonesia.

References

- Aji, E. P., Wibowo, P., & Windarta, J. (2022). Kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dengan Sistem On Grid di BPR BKK Mandiraja Cabang Wanayasa Kabupaten Banjarnegara. *Jurnal Energi Baru Dan Terbarukan*, 3(1), 15–27. <https://doi.org/10.14710/jebt.2022.13158>
- Dwisari, V., Sudarti, S., & Yushardi, Y. (2023). Pemanfaatan Energi Matahari: Masa Depan Energi Terbarukan. *OPTIKA: Jurnal Pendidikan Fisika*, 7(2), 376–384. <https://doi.org/10.37478/optika.v7i2.3322>

- Gumilar, L., Nur Afandi, A., Alief Sias, Q., Syahrudin Fakhri, A., Muazib, A., Mistakim, E., & Rizal Andriansyah, M. (2022). Pompa Air Bertenaga Surya Solusi Untuk Lahan Pertanian Di Desa Sukosari. *Prosiding Seminar Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat*, 9, 222–243. <http://journal.unj.ac.id/unj/index.php/snppm>
- Jatmiko, A. W., Suyanto, M., & Firman, B. (2022). Perencanaan Pembangkitan Listrik Tenaga Surya (PLts) Berkapasitas 1200 Watt Untuk Mengoperasikan Peralatan Sistem Informasi Aktifitas Masyarakat Desa Singosaren Imogiri Bantul Yogyakarta. *Jurnal Elektrikal*, 3(1), 59-71. <https://ejournal.akprind.ac.id/index.php/elektrikal/article/view/2482>
- Lubna, L., Sudarti, S., & Yushardi, Y. (2021). Potensi Energi Surya Fotovoltaik Sebagai Sumber Energi Alternatif. *Pelita : Jurnal Penelitian Dan Karya Ilmiah*, 21(1), 76–79. <https://doi.org/10.33592/pelita.v21i1.1269>
- Mandala, J. F., Galla, W. F., & Likadja, F. J. (2022). Pemanfaatan pompa hidram dengan aliran air dari kali dendeng untuk budidaya sayuran di pekarangan rumah di kelurahan fontein. *Jurnal TEKMAS*, 2(1), 35-39. <https://ejournal.undana.ac.id/index.php/TekMas/article/view/7437%0Ahttps://ejournal.undana.ac.id/index.php/TekMas/article/download/7437/3829>
- Nurjaman, H. B., & Purnama, T. (2022). Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Sebagai Solusi Energi Terbarukan Rumah Tangga. *Jurnal Edukasi Elektro*, 6(2), 136–142. <https://doi.org/10.21831/jee.v6i2.51617>
- Prabowo, Y., Broto, S., P. Utama, G., Gata, G., & Yuliazmi, Y. (2020). Pengenalan dan Penerapan Pembangkit Listrik Tenaga Surya di Desa Muara Kilis Kabupaten Tebo Jambi. *Abdimas: Jurnal Pengabdian Masyarakat Universitas Merdeka Malang*, 5(1), 70–78. <https://doi.org/10.26905/abdimas.v5i1.3555>
- Rejekiningrum, P., & Kartiwa, B. (2020). Pengembangan Sistem Irigasi Pompa Tenaga Surya Hemat Air Dan Energi Untuk Antisipasi Perubahan Iklim Di Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal Tanah Dan Iklim*, 41(2), 159. <https://doi.org/10.21082/jti.v41n2.2017.159-171>
- Samsurizal, S., Aji, M. T., & M, K. T. (2021). Pemanfaatan Tenaga Surya Pada Photovoltaic Jenis Polycrystalline Untuk Catu Daya Tanaman Hidroponik. *Energi & Kelistrikan*, 13(1), 58–66. <https://doi.org/10.33322/energi.v13i1.984>
- Setyono, J. S., Mardiansjah, F. H., & Astuti, M. F. K. (2019). Potensi Pengembangan Energi Baru Dan Energi Terbarukan Di Kota Semarang. *Jurnal Riptek*, 13(2), 177–186. <http://ripteك.semarangkota.go.id>
- Trinugroho, M., Arif, S. S., Susanto, S., Nugroho, B. D. A., & Prabowo, A. (2024). Kontribusi Teknologi Irigasi Pompa dan Pemahaman Petani dalam Mendukung Produksi Tanaman Pangan di Lahan Sawah Tadah Hujan. *Jurnal Pangan*, 32(3), 193–206. <https://doi.org/10.33964/jp.v32i3.732>
- Wisnugroho, S., Widyanto, S. W., & Agus, M. (2018). Desain Pembangkit Listrik Tenaga Surya untuk stasiun radar pantai di bukit tindoi, Kabupaten Wakatobi. *Prosiding Semnastek*, 1–11. <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek/article/view/3424>
- Yulianto, A. D. (2020). Perencanaan Pembangkit Listrik Berbasis Energi Terbarukan Untuk Lahan Perkebunan: Studi Kasus Di Kecamatan Bupon Kabupaten Luwu. *Tesis Teknik Elektro ...*, July, 1–23.