

Pembuatan Alat Pompa Air Tenaga Surya untuk Sistem Irigasi Pertanian: Uji Coba di Laboratorium

Andi Putra Sairi¹(✉), Ayu

Apriyani², Lekat Diah

Arohmah³

^{1,2,3}UIN Raden Fatah

Palembang

³e-mail:

diaharohmahlekat@gmail.com

ABSTRAK

Pembuatan pompa air tenaga surya untuk sistem irigasi pertanian merupakan langkah inovatif dalam memanfaatkan energi matahari untuk meningkatkan efisiensi penggunaan air dalam pertanian. Alat ini menggunakan panel surya untuk menggerakkan pompa air, menawarkan solusi yang ramah lingkungan dan ekonomis bagi petani, sekaligus berpotensi meningkatkan hasil panen melalui pengaturan irigasi yang lebih efisien. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan pompa air tenaga surya yang efisien dan ekonomis untuk sistem irigasi pertanian. Proses pengembangan melibatkan pemilihan bahan, perancangan sistem, dan uji coba keandalan. Hasil yang diharapkan adalah peningkatan efisiensi penggunaan energi dan dukungan bagi petani untuk meningkatkan produktivitas tanaman dengan memanfaatkan energi surya secara berkelanjutan. Energi yang dihasilkan oleh panel surya disimpan dalam baterai dan kemudian diubah tegangannya oleh inverter dari 3,7 V DC menjadi 200 V AC, yang selanjutnya digunakan untuk mengoperasikan pompa air. Implementasi pompa air tenaga surya dalam sistem irigasi pertanian menunjukkan potensi besar dalam meningkatkan efisiensi penggunaan air dan mengurangi ketergantungan pada sumber daya energi konvensional.

KATA KUNCI

fisika; pompa air; tenaga surya

ABSTRACT

Making solar water pumps for agricultural irrigation systems is an effort to utilize solar energy to increase the efficiency of water use in agriculture. By using solar panels as an energy source, this tool can provide an environmentally friendly and economical solution for farmers, as well as increasing crop yields through more efficient irrigation arrangements. This research aims to design and develop an efficient and economical solar water pump for agricultural irrigation systems. Development methods include material selection, system design and reliability testing. The results are expected to increase the efficiency of energy use and facilitate farmers in increasing crop productivity by utilizing solar energy in a sustainable manner. Then from the battery to the inverter, where the voltage is changed from 3.7 v DC to 200 v AC. The AC voltage from the inverter is then used to run the water pump. The creation of solar water pumps for agricultural irrigation systems shows great potential in increasing water use efficiency and reducing dependence on conventional energy resources.

KEYWORDS

physics; solar energy; water pump

PENDAHULUAN

Fisika adalah cabang ilmu pengetahuan alam yang mempelajari berbagai fenomena alam, seperti gerakan benda, energi, materi, dan gaya, serta hukum-hukum yang mengatur interaksi di antara mereka. Untuk air merupakan kunci utama dalam kehidupan manusia apalagi pada sistem irigasi pertanian.

Energi matahari merupakan syarat terpenting bagi keberlangsungan hidup manusia, hewan, dan tumbuhan. Kebutuhan akan sumber listrik terus meningkat oleh karena itu diperlukannya energi surya dan dapat mengubahnya menjadi energi listrik yang dapat digunakan secara terus menerus. Potensi Energi matahari di Indonesia dapat dimanfaatkan sepanjang hari, hal ini sangat menguntungkan untuk membangkitkan energi listrik dengan menggunakan sel surya (Syahid et.al : 2022). Energi surya adalah salah satu energi terbarukan dan ramah lingkungan yang dapat dimanfaatkan pada berbagai aspek kehidupan manusia seperti halnya dalam sektor pertanian (Apribowo et.al : 2019).

Sistem panel surya merupakan suatu sistem pembangkit listrik alternatif yang bersumber dari tenaga panel surya dengan cara menyerap energi matahari. Energi matahari yang diserap diubah menjadi sumber energi listrik. Panel surya banyak digunakan sebagai sumber alternatif produksi listrik, karena memiliki keunggulan dalam penggunaan energi surya berkelanjutan dalam jumlah yang sangat besar, sehingga menjadi energi surya sebagai energi masa depan untuk mengatasi kekurangan energi konvensional, ramah lingkungan dan tidak membahayakan lingkungan bila digunakan terus menerus. Namun penggunaan panel surya juga harus direncanakan dengan sangat baik, agar tidak cepat rusak dan penyerapan energi matahari dapat berlangsung secara optimal dan terutama sebanding dengan memperoleh energi listrik maksimal. Seiring dengan kemajuan teknologi dan ilmu pengetahuan telah banyak ditemukan sumber energi terbarukan sebagai pengganti BBM/minyak (Apribowo et.al : 2019). Salah satunya adalah pemanfaatan teknologi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) yang digunakan untuk sumber energi penggerak pada pompa. Pemanfaatan PLTS sebagai sumber energi alternatif sudah semakin meningkat dari tahun ke tahun khususnya di negara Indonesia, dari pemanfaatan PLTS untuk sumber energi skala kecil hingga skala besar, mulai dari sumber energi cadangan pada rambu-rambu lalu lintas, untuk sumber energi pada kendaraan, pemanfaatan bidang pertanian, dll.

Pompa air didefinisikan sebagai alat mekanis yang digunakan untuk memindahkan cairan dengan tenaga mesin. Pompa air yang digunakan adalah pompa air arus bolak balik (AC). Prinsip kerja pompa ini menggunakan arus listrik yang berubah arah secara teratur dalam jangka waktu tertentu. Pompa memiliki motor listrik yang memiliki dua bagian dasar listrik berupa stator dan rotor. Stator adalah komponen listrik statis atau stasioner, sedangkan rotor adalah komponen listrik berputar yang memutar poros motor. Kecepatan motor AC lebih sulit dikendalikan dibandingkan dengan motor DC. Secara umum kinerja pompa air tenaga surya dapat berjalan baik apabila mendapatkan radiasi sinar matahari yang cukup. Pompa air dengan menggunakan panel surya sangat dibutuhkan petani untuk menekan biaya pertanian (Wardana & Umrah: 2023).

Menurut Syahid, et.al (2022) dalam kutipan (Suhendra, 2005), 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. Menurut Syahid, et.al (2022), Di negara industri, mekanisme yang intensif dari produksi di bidang pertanian dihasilkan oleh produktivitas tenaga kerja yang tinggi, penggunaan benih berkualitas tinggi, pupuk dan mekanisme dari hampir seluruh kegiatan pertanian secara signifikan meningkatkan hasil panen. Suplai energi yang efisien untuk mekanisasi-mekanisasi pertanian seperti penggiling beras, pompa air dan pengeringan komoditas pertanian dapat diperoleh dengan pemanfaatan tenaga matahari. Oleh karena itu, pemanfaatan energi surya dapat meningkatkan hasil pertanian pada negara berkembang, terutama pada daerah-daerah tropis yang berlimpah sinar matahari (Syahid et.al : 2022).

Salah satu upaya dapat dilakukan untuk membantu petani dalam pengairan petaniannya adalah pemanfaatan teknologi ramah lingkungan dan terbarukan yang berbiaya murah. Pengairan bertenaga surya merupakan salah satu alternatif pompa air pertanian yang dapat dikembangkan (Sanjaya,et.al: 2019). Irigasi pertanian yang memanfaatkan tenaga surya memiliki beberapa keunggulan dibanding dengan irigasi pengairan konvensional, seperti efisiensi penggunaan air yang tinggi, mencegah erosi dan perkembangan gulma yang sedikit (Sinaga, et.al: 2021).

Permasalahan yang dihadapi petani dalam upaya peningkatan produksi pertanian adalah sarana irigasi yang mampu mencukupi kebutuhan air untuk bercocok tanam bagi para petani. Solusi yang ditawarkan para mitra untuk membantu menyelesaikan

permasalahan yang ada saat ini berupa program penerapan teknologi pompa air yang mampu mengangkat air tanah untuk pengairan pertanian (Riyanto, et.al: 2021).

Masalah yang selalu dihadapi dalam dunia cocok tanam atau pertanian adalah masalah pengairan (irigasi). Pada petani tradisional pengairan hanya berharap pada air hujan. Sedangkan cuaca atau musim selalu berubah sehingga saat ini tidak bisa berharap banyak pada sistem pengairan yang mengandalkan air hujan. Untuk mengatasi pengairan saat ini dibutuhkan sistem yang dapat mengairi tanah pertanian dengan menyediakan air secara mandiri atau disebut irigasi. Irigasi dapat berupa bendungan maupun bentuk lain yang lebih teknis misalnya menggunakan pompa yang menyerap air sungai atau penampungan (Tarigan & Nasution).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kinerja pompa air arus bolak balik (AC) dengan menggunakan listrik panel surya. Parameter yang diukur adalah tegangan, arus dan daya yang dihasilkan pompa air AC dengan waktu yang bervariasi. Seperti ketika saat cuaca mendung dan saat cuaca cerah.

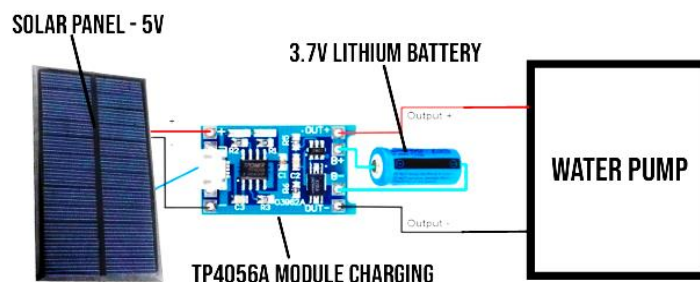
METODE

Metode penelitian yang digunakan dalam pembuatan pompa air tenaga surya ini adalah metode penelitian lapangan dan literatur, untuk mengetahui perancangan pompa air tenaga surya untuk pengairan sawah serta mengetahui perhitungan-perhitungan yang muncul dalam energi surya penelitian pompa air.

Desain Perancangan Panel Surya

Proses perancangan pompa tenaga surya, meliputi berbagai peralatan sistem yang diperlukan, yaitu: (1) panel surya, (2) inverter, (3) solar charge controller, (4) rangkaian baterai dengan menggunakan aki kering, dan (5) pompa sentrifugal (Rejekiningrum, et.al: 2023). Komponen-komponen ini ditampilkan secara detail pada gambar 1.

ELECTRIC SCHEME



Gambar 1 Desain pompa air tenaga surya untuk sistem irigasi pertanian

Pada penelitian ini dilakukan pengamatan secara langsung di laboratorium. Pengaplikasian alat ini sangat berguna bagi para petani untuk sistem irigasi pertanian, seperti sawah, sawit, karet, sayur-sayuran, dan sebagainya.



Gambar 2 Hasil pembuatan alat pompa air tenaga surya sistem irigasi pertanian

Pada penelitian ini dilakukan pengamatan secara langsung di laboratorium. Pengaplikasian alat ini sangat berguna bagi para petani untuk sistem irigasi pertanian, seperti sawah, sawit, karet, sayur-sayuran, dan sebagainya.

Pada awal penelitian ini dilakukan pencarian beberapa literatur dan sumber untuk dijadikan bahan ajar. Langkah selanjutnya adalah merancang pompa air tenaga surya, dan perancangan mekanik serta pemilihan alat dan bahan. Tahap selanjutnya adalah tahap pembuatan peralatan, yang mana pada tahap ini dilakukan perakitan alat dan bahan yang dipilih dalam studi pembuatan pompa air tenaga surya sesuai dengan proyek yang dilaksanakan. Selanjutnya alat diuji untuk mengetahui apakah alat tersebut berfungsi sebagaimana mestinya atau tidak. Selanjutnya pengumpulan data dilanjutkan dengan analisis data. Tahap akhir pada penelitian ini adalah menarik kesimpulan untuk memperjelas pertanyaan-pertanyaan penting penelitian ini.

Prinsip kerja alat ini relatif sederhana yaitu panel surya menerima radiasi matahari untuk mengubah energi cahaya menjadi energi listrik, kemudian panel surya mengisi baterai dengan solar charge controller untuk mencegah baterai rusak akibat pengisian yang berlebihan. Kemudian dari baterai menuju inverter, dimana tegangannya diubah dari 3,7 v DC menjadi 200 v AC. Tegangan AC dari inverter kemudian digunakan untuk menjalankan pompa air.

Pemanfaatan tenaga surya untuk menggerakkan pompa air adalah langkah yang efektif dalam mengurangi emisi gas rumah kaca, yang sebagian besar berasal dari aktivitas manusia, terutama dari sektor energi yang secara berlebihan menggunakan bahan bakar fosil seperti gas, batu bara, dan minyak bumi (Rejekiningrum et.al : 2023).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran Panel Surya Tanpa Beban

Data pengukuran tanpa beban panel surya terdiri dari waktu, tegangan panel surya, baterai dan inverter DC-AC. Pengukuran dilakukan selama 2 hari pada waktu yang berbeda yaitu pukul 07.30-13.30 WIB dalam kurun waktu 1 jam yang tegangannya diukur dengan multimeter. Dalam pengukuran ini kita juga bisa melihat seperti apa kondisi cuaca saat data dikumpulkan. Pada penelitian ini terdapat 2 kondisi cuaca yang diamati, pada saat pengambilan data yaitu mendung dan cerah. Pada tegangan panel surya sebesar 5,00 volt sehingga ketika dijemur pada cuaca cerah mendung hari pertama didapatkanlah nilai rata-rata sebesar 6,30 volt. Pada hari kedua nilai rata-rata tegangan naik menjadi 8,10 volt. Pada tegangan baterai hari pertama 3,70 volt dan hari kedua sebesar 4,10 volt. Dan tegangan inverter DC-AC pada hari pertama nilainya sebesar 200 volt dan pada hari kedua nilainya sebesar 210 volt. Nilai tegangan panel surya dan baterai bervariasi sesuai dengan kondisi cuaca dan waktu pengukuran, sedangkan nilai tegangan keluaran inverter DC-AC relatif konstan.

Nilai tegangan maksimum sebesar 6,30 volt (panel surya) pada hari pertama dan 8,10 volt pada hari kedua. Sedangkan tegangan baterai tertinggi sebesar 3,70 volt pada hari pertama dan 4,10 volt pada hari kedua. Hasil pengukuran tegangan panel surya dan baterai dibandingkan dengan dua nilai tertinggi, hari pertama yang diperoleh saat cuaca cerah dan mendung, dan cuaca cerah pada saat hari kedua. Panel surya dapat menyerap sinar matahari secara optimal pada cuaca cerah dan panas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi cuaca akan cerah dan waktu terbaik antara pukul 10.30-13.30 WIB.

Energi surya dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi untuk pompa air di daerah pedesaan yang sulit mendapatkan air, daerah terpencil, pertanian dan peternakan (Jaya et.al: 2023). Secara ekonomis dalam pemanfaatan energi surya tidak begitu membebani karena hanya membutuhkan biaya cukup sedikit dibanding dengan energi lain (Ramos dan Ramos : 2009). Kemampuan sistem pompa air bertenaga sel surya sangat tergantung

pada intensitas cahaya matahari, keadaan atmosfer bumi yang berawan, debu, asap, uap air dan kecepatan angin di sekitar panel surya (Saputra: 2016).

Pengukuran Panel Surya Dengan Beban (Pompa Air AC)

Pengukuran data panel surya menggunakan beban berupa pompa air AC terdiri dari waktu, tegangan, arus, daya, tegangan baterai, tegangan inverter DC-AC dan juga kondisi cuaca. Pengukuran dimulai pada pukul 07.30-13.30 WIB selama 1 jam ketika tegangan dan arus diukur dengan multimeter. Pada penelitian rata-rata tegangan yang dihasilkan panel surya adalah 6,30 volt, arus sebesar 220 mA, daya listriknya 1,0 watt, tegangan pada baterai sebesar 3,70 volt dan tegangan pada inverter DC-AC sebesar 200 volt. Daya listrik yang dihasilkan oleh panel surya merupakan perkalian dari nilai tegangan keluaran yang diukur.

Pada penelitian hari kedua dilakukan pengukuran yang sama yaitu tegangan, arus, daya listrik, tegangan baterai dan tegangan inverter DC-AC serta kondisi cuaca pada pengukuran. Pengukuran dimulai pada pukul 07.30-13.30 WIB selama 1 jam ketika tegangan dan arus diukur dengan multimeter. Pada penelitian rata-rata tegangan yang dihasilkan panel surya adalah 8,10 volt, arus sebesar 250 mA, daya listriknya 1,5 watt, tegangan pada baterai sebesar 4,10 volt dan tegangan pada inverter DC-AC sebesar 210 volt. Daya listrik yang dihasilkan oleh panel surya merupakan perkalian dari nilai tegangan keluaran yang diukur.

Panel surya mengonversi sinar matahari menjadi energi listrik, energi listrik tersebut mengalir melalui solar charge controller untuk mengisi aki kering dengan arus listrik. Setelah proses tersebut, energi listrik yang tersimpan di aki kering diubah dari tegangan arus searah menjadi tegangan arus bolak-balik oleh inverter. Arus bolak-balik tersebut selanjutnya dikirimkan ke pompa sesuai dengan pengaturan waktu yang telah diatur sebelumnya (Rejekiingrum et.al: 2023).

Besar energi yang dibutuhkan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$W = P \times t \text{ (Sinaga, et.al: 2021).}$$

Keterangan:

W = Energi (Watt/jam)

P = daya pompa (Watt)

t = waktu (jam)

Jika diasumsikan pompa akan menyala selama 6 jam perhari, maka besar energi yang dibutuhkan per hari, maka daya watt puncak perhari dengan persamaan berikut:

$$W_p = W \times \Delta t$$

Keterangan:

W = daya yang dibutuhkan

Δt = rerata matahari bersinar per hari.

Tabel 1 Spesifikasi Teknis Pompa Tenaga Surya

No	Spesifikasi	Jumlah	Durasi
1	Tegangan panel surya (volt)	6,30-8,10	6
2	Arus (mA)	220-250	6
3	Daya listrik (watt)	1,0-1,5	6
4	Tegangan betera(volt)	3,70-4,10	6
5	Tegangan inverter DC-AC (volt)	200-210	6

Prinsip kerja dari teknologi sistem pengairan tanaman hortikultura berbasis tenaga surya ini yaitu mesin pompa pengisap air dijalankan dengan tegangan listrik 220VAC. Sumber tegangan listrik ini berbasis tenaga surya dengan beberapa komponen penyusun yaitu panel surya, solar panel controller, submersible pump (pompa celup), dan pipa PVC. Panel surya ini akan menyerap sinar matahari secara langsung dan mengkonversinya menjadi tegangan DC. Jumlah maksimum daya yang dikeluarkan oleh panel surya ini sebesar 200 WP. Solar panel controller berfungsi untuk mengatur tegangan masukan dari panel surya kemudian langsung terhubung dengan pompa celup sehingga menyalurkan air langsung ke lahan pertanian tanaman hortikultural.

Hasil penelitian memperlihatkan bahwa semakin cerah kondisi cuaca dan semakin terik cahaya matahari maka nilai pada tegangan panel surya dan tegangan baterai semakin meningkat.

SIMPULAN

Pada penelitian ini, pompa tenaga surya dirancang dan diimplementasikan. Hasil kajian memberikan sebuah informasi bahwa semakin cerah kondisi cuaca maka semakin besar energi yang terdapat di dalam baterai sehingga mampu meningkatkan produktivitas tanaman karena mendapatkan asupan air secara teratur dan mengurangi dampak terhadap

lingkungan. Dengan demikian, pompa air tenaga surya menjadi solusi inovatif dan berkelanjutan untuk memenuhi kebutuhan irigasi pertanian di daerah yang terpeñcil atau terisolasi secara eñeĩrgi.

Melalui temuan yang diperoleh dari hasil penelitian ini, penggunaan pompa air bertenaga surya perlu untuk di uji coba langsung di lapangan oleh para petani untuk irigasi mereka. Selain daripada itu perlu juga untuk dilakukan studi lebih lanjut untuk mengkaji efektivitasnya dari segi biaya, perawatan, kepraktisan dan lain sebagainya.

DAFTAR PUSTAKA

- Apribowo, C. H. B., Arifin, Z., & Adriyanto, F. (2019). Mobile pompa air tenaga surya untuk irigasi pertanian. *J. Puruhita*, 1(1), 6–11. <https://doi.org/10.15294/puruhita.v1i1.28319>
- Darmawan, F., Aqsha, I., Ibrahim, H., & Suhardi Rahman, E. (2023). Penerapan teknologi sistem pengairan tanaman hortikultura berbasis tenaga surya di Desa Gunung Silanu Kabupaten Jenepono. *J. Pengabd. Masy.*, 1(2). <https://doi.org/10.59562/abdimas.v1i2.598>
- Jaya, H. S., Rahmat, H., & Sukardi, S. (2023). Pemanfaatan teknologi pompa portabel tenaga surya untuk sistem irigasi kebun. *Pengabd. Kampus J. Inf. Kegiat. Pengabd. Pada Masy.*, 10(2), 108–113. <https://doi.org/10.52850/jpmuipr.v10i2.8852>
- Rejekiingrum, P., Heiryani, N., Kartiwa, B., & Sosiawan, H. (2023). Utilization of solar water pump irrigation system as an efficient solution for water supply in anticipating climate change in dry lands. vol. 17, (2).
- Riyanto, D., Winardi, Y., & Muhsin, M. (2021). Pengembangan pompa irigasi pertanian menggunakan energi listrik tenaga surya di Desa Duri, Slahung, Ponorogo. *Agrokreatif J. Ilm. Pengabd. Kpd. Masy.*, 7(2), 162–167. <https://doi.org/10.29244/agrokreatif.7.2.162-167>
- Sinaga, H. H., Permata, D., Soedjarwanto, N., & Purwasih, N. (2021). Pompa air tenaga surya untuk irigasi persawahan bagi masyarakat Desa Karang Rejo, Pesawaran, Lampung. *Wikrama Parahita J. Pengabd. Masy.*, 5(1), 22–26. <https://doi.org/10.30656/jpmwp.v5i1.2633>

- Syahid, M., Salam, N., Piarah, W., Djafar, Z., & Alqadri, G. (2022). Pemanfaatan pompa air tenaga surya untuk sistem irigasi pertanian.
- Tarigan, T. V., & Nasution, A. A. (2023). Perancangan pembuatan sistem pengairan menggunakan tenaga matahari untuk menghidupkan pompa guna pengairan. vol. 7.
- Wardana, H. K., & Ummah, I. (2023). Pembuatan pompa air tenaga surya untuk irigasi persawahan bagi masyarakat Desa Mlaras Sumobito Jombang.
- Yuliatin, U., Handoko, S., Nurin Hamdani, C., & Widiyanto, T. (2023). Sistem pompa listrik tenaga surya untuk irigasi lahan pertanian masyarakat Cepu. *J. Pengabd. Masy. Sains Indones.*, 5(2), 72–77. <https://doi.org/10.29303/jpmsi.v5i2.252>