

Sistem Pompa Listrik Tenaga Surya Untuk Irigasi Lahan Pertanian Masyarakat Cepu

Susilo Handoko¹, Umi Yuliatin ^{*2}, Chalidia Nurin Hamdani³, Totok Widiyanto⁴

^{1,4} Program Teknik Mesin Kilang, PEM Akamigas

^{2,3} Program Teknik Instrumentasi Kilang, PEM Akamigas

Article history

Received: 26 December 2023

Revised: 29 December 2023

Accepted: 29 December 2023

*Corresponding Author:

Umi Yuliatin, PEM Akamigas,
Cepu, Indonesia ;

Email :

umi.yuliatin@esdm.go.id

Abstrak: Indonesia merupakan negara agraris yang mempunyai wilayah pertanian yang luas. Daerah kecamatan Cepu, Blora adalah salah satu wilayah dengan lahan kelola perhutani yang cukup luas dan belum dimanfaatkan secara maksimal. Dalam pengelolaan lahan pertanian ini air merupakan kebutuhan yang utama dalam mengelola lahan pertanian. Sedangkan kontur tanah di wilayah cepu tidak menjamin tersedianya air di setiap lahan . sehingga masyarakat dihadapaoka pada masalah ketersediaan air yang tidak konsisten. Solusi kebutuhan ini dibutuhkan sistem irigasi yang baik saat terjadi musim hujan maupun kemarau. Secara konvensional penggunaan diesel pompa air dengan bahan bakar minyak untuk sistem irigasi pertanian diperlukan biaya mahal dan tidak efektif. Pemanfaatan tenaga surya untuk pompa air merupakan salah satu alternatif solusi yang handal, hemat, efektif dan efisien untuk menjaga sistem irigasi tetap berjalan dengan baik saat musim kemarau. Pada pengabdian ini telah berhasil diimplementasikan penggunaan pompa dengan beban 125 watt yang mampu beroperasi 8 jam perhari dengan listrik tenaga surya 500 WP. Panel surya ini mampu menghasilkan daya listrik 2000 watt dengan asumsi waktu efektif 4 jam terpapar matahari penuh. Dalam keadaan tidak ada sinar matahari, dengan daya yang dimiliki pompa mampu bisa dioperasikan 14,4 jam atau sekitar 2 hari.

Keywords: Irigasi, Pompa , Panel Surya, Pertanian

Pendahuluan

Energi surya merupakan sumber energi alternatif yang menjanjikan di Indonesia. Hal ini merupakan keunggulan geografis Indonesia, yang terletak di zona ekuator, memberikan prospek cerah karena intensitas radiasi matahari yang tinggi dan merata sepanjang tahun, menjadikannya sumber energi yang sangat berpotensi untuk dimanfaatkan. Apribowo dalam studi (Choi Hermanu Brillianto Apribowo et al., 2017) menyatakan matahari berpotensi menyinari bumi dengan energi sekitar 745.000 triliun kWh setiap tahun. Penyinaran

matahari di wilayah Indonesia memiliki intensitas energi surya rata-rata berkisar antara 4.5-4.8 kWh/m² per hari, berdasarkan data iradiasi dari 18 lokasi (Priatam, 2021). Potensi ini menjadikan energi surya sangat menguntungkan sebagai sumber energi alternatif yang mudah diakses (Faanzir et al., 2017).

Selain ramah lingkungan, energi surya adalah sumber energi yang tidak menyebabkan polusi. Pemanfaatan panel surya telah diaplikasikan dalam berbagai bidang, termasuk pengawetan ikan (Suprpto et al., 2016). Dalam konteks pertanian, energi surya dimanfaatkan untuk pembangkit listrik yang menggerakkan pompa air (Choi Hermanu

Brillianto Atribowo et al., 2017) dan untuk irigasi sawah (Pratilastiarso et al., 2021). Proyek ini juga digunakan untuk mengatasi masalah irigasi pertanian di Desa Parungsari, Lebak Banten (Ibrani et al., 2023).

Kecamatan Cepu Blora merupakan salah satu daerah penghasil minyak bumi yang cukup besar di Indonesia, dimana kondisi lingkungan yang cukup panas. Selain menghasilkan minyak Cepu juga merupakan daerah pertanian dengan wilayah perhutanan dibawah pengelolaan Perhutani yang sangat luas. Namun memiliki keterbatasan dalam pemerataan ketersediaan air tanah sehingga menyebabkan lahan pertanian tidak maksimal dalam pengelolaannya. Dengan demikian untuk memasok kebutuhan air pada wilayah yang tidak mendapati air tanah maka dibutuhkan distribusi air dari sumber air tanah pada titik yang didapati sumber air tanah melimpah menggunakan pompa air melalui irigasi pertanian. Maka dibutuhkan pompa air serta sumber listrik sebagai sumber penggerak air. Sebab tidak beberapa wilayah sumber air berlokasi sangat jauh dengan pemukiman maka tidak terdapat distribusi listrik yang memadai. Sehingga tim pengabdian masyarakat kami menginisiasi untuk membangun sistem pompa listrik tenaga surya untuk memenuhi kebutuhan air pada wilayah pertanian melalui irigasi lahan pertanian.

Pengaruh instalasi pembangkit listrik tenaga surya (photovoltaic atau PV) terhadap kualitas daya pada jaringan distribusi listrik memerlukan teknologi dan konfigurasi yang rumit (Amirullah et al., 2015). Sedangkan efisiensi penggunaan diesel ketika dipadukan dengan penerapan panel surya, khususnya di daerah terpencil (Muhtadi et al., 2019). Kemudian pentingnya pengembangan alat penyiram tanaman otomatis yang beroperasi berdasarkan tingkat kelembaban tanah, sebagai inovasi yang memudahkan kehidupan masyarakat (Prawiroedjo, 2023).



Gambar 1. Lahan Pertanian di Sekitar Embung (Desa Megalrejo, Balun, Cepu)

Pelaksanaan pengabdian masyarakat ini dikerjakan pada wilayah Kampung Megalrejo, Kelurahan Balun, Kecamatan Cepu, Kabupaten Blora. Wilayah ini mengalami masalah akan kebutuhan air irigasi lahan pertanian bagi sekitar 50 petani penggarap sehingga pengelolaan lahan pertanian serta produksi hasil pertanian tidak maksimal. Selain itu wilayah ini merupakan lahan yang tidak ditemukan adanya sumber mata air, maka pada tahun 2002 silam pemerintah memberikan bantuan dengan membangun embung untuk menampung air sungai yang melintas di tengah-tengah lahan tersebut. Keberadaan embung tersebut sedikit membantu para petani dalam upaya mengaliri lahan pertanian mereka. Dengan dilakukan kegiatan pengabdian masyarakat ini diharapkan kegiatan pertanian tersebut dapat stabil terutama pada saat musim kemarau dan maksimal .

Metode

Program pengabdian kepada masyarakat ini dijalankan dari bulan Agustus hingga Oktober, dengan lokasi yang dipilih berdasarkan kebutuhan masyarakat. Selama proses pelaksanaan di lapangan, masyarakat diberikan sosialisasi tentang sistem irigasi tenaga surya, termasuk cara penggunaannya dengan dukungan dari para instruktur. Tujuannya adalah agar masyarakat dapat memahami fungsi dan manfaat sistem irigasi tenaga surya ini. Berikut adalah rancangan yang akan diadopsi dalam penerapan sistem irigasi tenaga surya tersebut.



Gambar 2. Skema Rangkaian Sinar Matahari Menjadi Energi Listrik

2.1 Rancangan Sistem Pompa Listrik Tenaga Surya

Sistem irigasi akan dibuat dengan pompa sebagai aktuator dan pipa sebagai jalur irigasi untuk mengambil dan mengalirkan air dari sungai ke sawah atau tempat penampungan air. Karena pompa membutuhkan energi listrik, maka dalam pengabdian ini kami akan melakukan rancang bangun sistem pembangkit listrik sederhana dengan memanfaatkan energi sinar matahari atau biasa dikenal Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).

PLTS yang akan kami buat adalah PLTS sederhana offgrid dengan kapasitas energi listrik hanya untuk mensuplai kebutuhan energi listrik pompa. Komponen utama yang akan digunakan antara lain:

1. Panel surya sebagai komponen yang dapat mengkonversi intensitas cahaya matahari menjadi energi listrik DC (Direct Current);
2. Baterai / Aki sebagai komponen penyimpanan energi listrik DC;
3. Charger Controller sebagai komponen kontrol pengisian baterai dan penggunaan energi dari baterai; Inverter sebagai komponen pengkonversi listrik DC dari baterai menjadi listrik AC (Alternating Current) yang dibutuhkan oleh pompa.

2.2 Alat dan Bahan

Berikut adalah beberapa alat yang digunakan dalam perancangan sistem pompa listrik tenaga surya :

- a. Panel Surya (Solar Panel / Solar Modul).

Panel surya merupakan susunan dari beberapa sel surya (Solar Cell) yang berfungsi menyerap sinar matahari untuk dikonversi langsung menjadi arus listrik. Perubahan dari sinar matahari menjadi arus listrik dinamakan efek photovoltaic, karenanya sel surya disebut juga sel photovoltaic (PV), Semakin besar panel surya, semakin banyak sel suryanya, maka akan semakin besar arus listrik yang

dihasilkan. Setiap sel surya akan menghasilkan tegangan DC sebesar 0,5V - 1V dalam kondisi penyinaran standar. Kira-kira dibutuhkan sekitar 28 - 36 sel surya untuk membangun panel surya yang menghasilkan tegangan DC 12V.



Gambar 3. Panel Surya

- b. Charge Controller (Pengontrol arus pengisian aki).

Arus listrik yang dihasilkan oleh Panel Surya dikontrol oleh Charge Controller untuk disimpan dalam aki / battery. Hal ini bertujuan untuk menjaga aki agar tidak cepat rusak akibat over charging (pengisian berlebihan). Jika aki kosong atau belum penuh, pengisian arus berlanjut, jika aki sudah penuh arus pengisian dihentikan oleh Charge Controller ini



Gambar 4. Charge Controller

- c. Battery atau aki.

Aki atau battery berfungsi untuk menyimpan arus listrik yang dihasilkan oleh panel Surya. Dengan demikian di saat malam hari atau tidak ada sinar matahari, kita tetap dapat menggunakan arus listrik yang disimpan di dalam aki atau battery. Untuk keperluan yang lebih besar biasanya jumlah aki nya banyak agar dapat menyimpan arus listrik lebih banyak lagi. Kumpulan sejumlah aki atau battery ini dikenal dengan Batteries Bank.

Aki yang dipergunakan juga tidak sembarang aki, tetapi aki khusus yang dikenal dengan Deep Cycle Battery. Battery atau aki jenis ini berbeda

dengan aki biasa pada umumnya, yang dipergunakan pada mobil



Gambar 5. Deep Cycle Battery

d. Inverter DC to AC.

Bagian ini berfungsi mengubah tegangan DC 12V dari aki menjadi tegangan AC untuk menyediakan tegangan AC 220V / 110V, seperti untuk peralatan rumah tangga dan lampu listrik yang bekerja pada tegangan 220 V.



Gambar 6. Inverter DC to AC

e. Automatic Transfer Switch (ATS)

Sistem ATS adalah salah satu sistem yang memungkinkan genset mengalirkan listrik secara otomatis ke beberapa perangkat yang terhubung dengan genset segera setelah listrik dari sumber utama (PLN / cell surya) pada dan ketika listrik sudah kembali menyala, sistem ATS juga akan memutus secara otomatis listrik genset yang mengalir menggunakan kontak relay, untuk kemudian disuplai listrik oleh jaringan PLN / cell surya.

Pembuatan unit pompanisasi irigasi bertenaga surya menggunakan bahan atau material yang murah dan mudah didapatkan, berupa:

- Rangka panel surya yang terbuat dari besi siku dan pipa dengan ukuran 200x100 cm
- Box penyimpanan battery, inverter dan controller yang terbuat dari plat dengan tebal 0,8 mm dengan ukuran 80x60x100 cm

- Box pelindung pompa dengan ukuran 50x40x30 cm
- Beton penumpu tiang panel surya, box pelindung dan box pompa dengan ukuran 200x150x100 cm
- Pipa paralon $\frac{3}{4}$ ' dan 1' dan fitting

Hasil dan Pembahasan

Sebagaimana yang telah diketahui bahwa cadangan air embung yang tidak selalu dalam jumlah besar maka dengan memanfaatkan 2 (dua) unit panel surya, dengan ukuran masing-masing 250 Wp diharapkan dapat membantu dalam memaksimalkan pemanfaatan embung. Pembangunan unit pompa irigasi dilakukan secara bertahap, mulai dari penentuan lokasi pompa dan panel surya, perencanaan kemampuan dan daya pompa, penentuan besar panel surya dan peralatan pendukung lain, serta pelaksanaan pembangunan beton pondasi dan penyangga panel surya.

Pembangunan unit pompa irigasi dilakukan secara bertahap, mulai dari penentuan lokasi pompa dan panel surya, perencanaan kemampuan dan daya pompa, penentuan besar panel surya dan peralatan pendukung lain, serta pelaksanaan pembangunan beton pondasi dan penyangga panel surya.

3.1 Penentuan Titik Penempatan Pompa

Penentuan titik penempatan pompa dilakukan dengan melaksanakan pengamatan lokasi di sekitar embung Bersama masyarakat Megalrejo, Kelurahan Balun, Kecamatan Cepu sehingga tinggi pompa terbebas dari air saat pasang naik di sekitar embung.



Gambar 7. Lokasi Pompa

3.1 Pembuatan penyangga panel surya dan box

Pembuatan dan perakitan konstruksi penyangga panel surya box tempat inverter, charge controller, battery dilakukan di bengkel yang ditunjuk.



Gambar 8. Tahapan Konstruksi Penyangga dan Box

3.2 Perakitan panel surya dan peralatan lain

Perakitan panel surya (500 wp), inverter, charge controller, battery dilakukan di rumah sambal menunggu proses konstruksi penyangga dan box penempatan inverter, charge controller, battery selesai. Setelah terangkai dilakukan uji coba sampai daya listrik dari surya dapat difungsikan.



Gambar 9. Tahapan Perakitan Peralatan

3.3 Konstruksi beton

Pada tahapan ini dilakukan pemasangan konstruksi beton sebagai penunpu box peralatan dan penyangga panel surya. Beberapa hal yang menjadi pertimbangan pada tahapan ini adalah arah pane surya dan ketinggian beton. Ketinggian beton dibuat lebih tinggi dari level air sungai tertinggi sehingga perlatan aman akan genangan air.



Gambar 9. Tahapan Konstruksi Beton

3.5 Pemasangan Peralatan di Lapangan

Pada tahapan ini tim Pengabdian kepada Masyarakat melakukan pemasangan dan perakitan panel surya. Setelah panel dan box peralatan terpasang, dilakukan koneksi antara panel dan perlatan (inverter, charge controller, battery). Tahapan ini dilakukan setelah konstruksi beton telah keras.



Gambar 10. Tahapan Perakitan Panel Surya

3.6 Uji coba

Pada tahap ini tim Pengabdian kepada Masyarakat melakukan uji coba dengan melihat arus dari panel surya yang masuk ke inverter selanjutnya cek daya dari inverter ke pompa sampai pompa dapat beroperasi.



Gambar 11. Tahap Uji Coba Pompa

Berikut adalah analisis performance pompa tenaga surya yang sudah dibangun

Tabel 1. Analisis performance Pompa Tenaga Surya

Peralatan	Nilai	Keterangan
Estimasi daya listrik yang dihasilkan	2000W	Asumsi waktu efektif 4 jam
Daya pompa (beban)	125W	
Waktu operasi pompa	8jam	
Energi yang	1000Wh	
Baterai yang	100Ah	
Jumlah baterai	3 unit	
Tegangan baterai	12 V	
Energi yang dihasilkan baterai	3600	
Asumsi efisiensi total	50%	Asumsi paling rendah
Energi yang bisa	1800	
Waktu ON (tidak ada sinar matahari)	14,4	2 hari

3.7 Serah terima

Setelah melakukan beberapa kali uji coba pompa, tim Pengabdian kepada Masyarakat menyerahkan peralatan pompanisasi kepada warga dengan mengundang Ketua RW, Ketua RT, petani penggarap dan tim yang terdiri dari beberapa dosen dan mahasiswa yang tergabung dalam tim PkM.



Gambar 12. Tim PkM Bersama Petani



Gambar 13. Serah Terima Unit Pompanisasi Irigasi

Kesimpulan dan Saran

Panel surya berkapasitas 500 Wp ini dapat menghasilkan daya listrik sekitar 2000 watt, dengan waktu efektif penggunaan selama 4 jam setiap harinya. Hal ini memungkinkan sebuah pompa dengan daya 125 watt untuk beroperasi selama 8 jam per hari. Ketika tidak ada sinar matahari, pompa ini masih mampu berfungsi selama 14,4 jam, yang setara dengan penggunaan selama 2 hari. Namun, kapasitas pompa yang terpasang saat ini masih jauh dari memadai untuk memenuhi kebutuhan petani. Untuk mencapai tingkat efisiensi yang diperlukan, diperlukan panel surya dengan ukuran yang lebih besar. Namun, peningkatan ini akan menuntut biaya yang relatif lebih besar, menjadikan solusi ini sebagai tantangan tersendiri dalam memenuhi kebutuhan irigasi para petani.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih diucapkan kepada PEM Akamigas yang telah memfasilitasi sekaligus membiayai kegiatan pengabdian masyarakat ini sehingga manfaatnya langsung dirasakan oleh masyarakat di daerah Cepu terutama di Desa Megal Rejo. Tidak lupa diucapkan terima kasih kepada perangkat desa serta warga masyarakat yang telah membantu terwujudnya perangkat sistem pompa air tenaga surya di wilayah Cepu.

Daftar Pustaka

Amirullah, Penangsang, O., & Soeprijanto, A. (2015). Effect of installation of photovoltaic

- (PV) generation to power quality in industrial and residential customers distribution network. *2015 International Seminar on Intelligent Technology and Its Applications, ISITIA 2015 - Proceeding*. <https://doi.org/10.1109/ISITIA.2015.7219978>
- Choi Hermanu Brillianto Atribowo, S, T. E., & Anwar, M. (2017). Prototype Sistem Pompa Air Tenaga Surya Untuk Meningkatkan Produktivitas Hasil Pertanian. *Jurnal Abdimas*, 21(2), 97–102.
- Faanzir, Soediby, & Ashari, M. (2017). Optimum sizing of marine current/PV/battery hybrid power system for isolated island minigrd. *Proceedings - 2017 International Seminar on Application for Technology of Information and Communication: Empowering Technology for a Better Human Life, Isemantic 2017, 2018-January*. <https://doi.org/10.1109/ISEMANTIC.2017.8251875>
- Ibrani, E. Y., Haniyah, H., Setyohadi, S., & Handayani, Y. D. (2023). Mengurai Permasalahan pada Irigasi Pertanian di Desa Parungsari Kecamatan Wanasalam - Lebak Banten. *Jurnal PkM (Pengabdian Kepada Masyarakat)*, 6(3), 355. <https://doi.org/10.30998/jurnalpkm.v6i3.17851>
- Muhtadi, M. Z. Z., Soediby, & Ashari, M. (2019). Penetration of Photovoltaic-Synchronous Diesel Generator Systems without Storage for Isolated Area. *Proceedings - 2019 International Conference on Computer Science, Information Technology, and Electrical Engineering, ICOMITEE 2019*. <https://doi.org/10.1109/ICOMITEE.2019.8921203>
- Pratilastiarso, J., Diana, L., Tridianto, E., & Safitra, A. G. (2021). Pemasangan Smart Solar Water Pump Sebagai Alat Irigasi Sawah Di Desa Gayam Kabupaten Bojonegoro. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 27(1), 21. <https://doi.org/10.24114/jpkm.v27i1.20801>
- Prawiroredjo, K. (2023). *Penyuluhan dan Demonstrasi Alat Penyiram Tanaman Otomatis dengan Teknologi Pertanian Pintar bagi UMKM Bidang Pertanian* (pp. 65–74). *Jurnal Bakti Masyarakat Indonesia*.
- Priatam, P. P. T. D. (2021). Analisa Radiasi Sinar Matahari Terhadap Panel Surya 50 WP. *RELE: Jurnal Teknik Elektro*, 4(1), 48–54. <http://jurnal.umsu.ac.id/index.php/RELE/article/view/7825>