

MONITORING ENERGI PANEL SURYA BERBASIS IOT UNTUK KEBUTUHAN ENERGI LISTRIK POMPA AIR

Achmad Buchori¹, Adhi Kusmanto²

¹Pogram studi Pendidikan Matematika, Universitas PGRI Semarang

² Program Studi Teknik Elektro, Universitas PGRI Semarang

Email: achmadbuchori@upgris.ac.id, adhikusmanto@upgris.ac.id

ABSTRACT

Renewable energy in Indonesia is very abundant, one of which is solar energy. With Indonesia's location on the equator, the abundant potential of solar energy can be utilized as an environmentally friendly source of electricity. To increase the potential of solar energy as a source of electricity, it is equipped with a storage system. The most widely used electrical energy storage system is the battery. In this study, it is proposed to use solar energy for DC water pumps. The proposed system is also equipped with power, voltage and current monitoring on the solar panel side and on the load side (water pump). The method used is to conduct a literature review to study and find out the development of a power monitoring system using solar panels. The next step is to measure solar radiation, calculate the PV capacity and SCC. Furthermore, to design, model, simulate, analyze, and implement the optimal topology for water pump control using solar panels, which is the research target or objective. Water pump control coordination was developed using Sonoff with an IoT-based monitoring system. The research results can be used to adjust the pump in irrigation work.

Keywords: Pump Control, Power Monitoring, IoT System, MPPT

ABSTRAK

Energi terbarukan di negara Indonesia sangat melimpah, salah satunya adalah energi matahari. Dengan letak Indonesia di garis katulistiwa, maka potensi energi matahari yang melimpah dapat dimanfaatkan untuk sumber listrik yang ramah lingkungan. Untuk meningkatkan potensi energi matahari sebagai sumber listrik maka dilengkapi dengan system penyimpanan. Sistem penyimpan energi listrik yang banyak digunakan adalah baterai. Dalam penelitian ini diusulkan pemanfaatan energi matahari untuk pompa air DC. Sistem yang diusulkan juga dilengkapi dengan monitoring daya, tegangan, dan arus pada sisi panel surya dan pada sisi beban (pompa air). Metode yang dipakai adalah melakukan tinjauan pustaka untuk mempelajari dan mengetahui perkembangan sistem monitoring daya menggunakan panel surya. Langkah berikutnya adalah melakukan pengukuran radiasi matahari, menghitung kapasitas PV dan SCC. Selanjutnya melakukan desain, pemodelan, simulasi, analisis, dan implementasi topologi yang optimal untuk kontrol pompa air menggunakan panel surya, yang merupakan target atau tujuan penelitian. Koordinasi kontrol pompa air dikembangkan menggunakan Sonoff dengan system monitoring berbasis IoT. Hasil penelitian mampu digunakan untuk mengatur pompa dalam pekerjaan pengairan.

Kata kunci: Kontrol Pompa, Monitoring Daya, Sistem IoT, MPPT

PENDAHULUAN

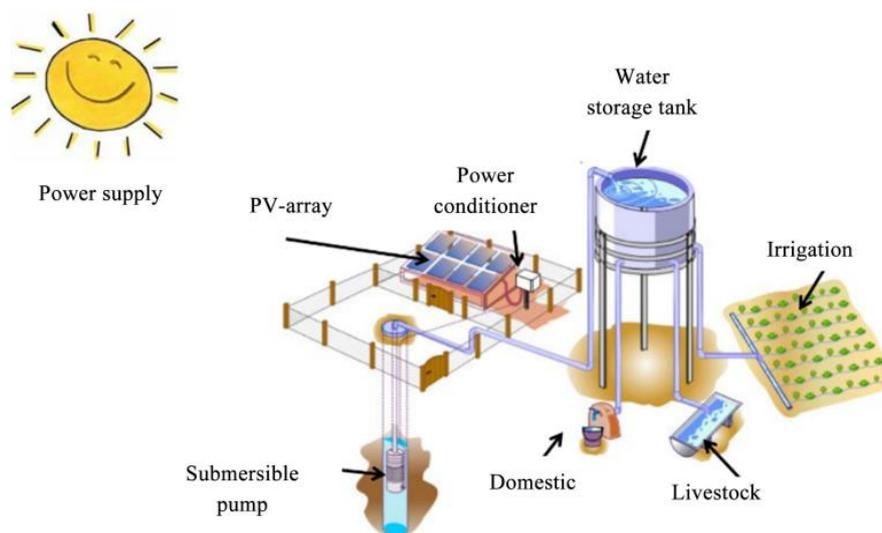
Energi surya merupakan energi yang diperoleh secara gratis dan melimpah di negara Indonesia. Untuk dapat menggunakan energi surya sebagai sumber energi listrik digunakan panel surya. Potensi energi surya di Indonesia rata-rata sebesar 4.2 Kwh/m². Negara Indonesia terus berupaya meningkatkan pemanfaatan energi terbarukan, khususnya energi matahari dengan peningkatan sebesar 23% pada tahun 2025. Pembangkit listrik berbasis energi terbarukan sedang dikembangkan di Indonesia. Salah satu pemanfaatan energi matahari adalah untuk kegiatan pertanian (Celik dkk., 2007; Sarhaddi dkk., 2010).

Menurut (Shinde dkk., 2015) bahwa pertanian adalah mesin dari semua pertumbuhan ekonomi yang dapat digunakan untuk pengurangan kemiskinan dalam sepanjang sejarah. Namun, proses irigasi secara modern pertanian masih bertumpu pada eksploitasi bahan bakar fosil (Amanulla, 2014). Karena pertanian adalah kegiatan vital untuk kebutuhan umat manusia, maka praktik produksi pertanian dengan menggunakan sumber energi terbarukan menjadi elemen penting untuk pengembangan masyarakat, baik secara ekonomi maupun sosial (Unesco, 2012). Metode konversi energi terbarukan dieksplorasi untuk meminimalkan ketergantungan pada bahan bakar fosil (Ramadhan dkk., 2016). Dengan demikian, hubungan langsung antara ketersediaan terbarukan sumber daya dan kebutuhan air untuk irigasi mendorong para peneliti dan pemangku kepentingan untuk menganalisis kelayakan pompa air tenaga surya. Pemanfaatan energi panel surya dengan teknologi sistem pompa air untuk irigasi telah menjadi salah satu bentuk paling khusus dari aplikasi energi surya, dalam beberapa tahun terakhir. Hal ini dapat digunakan di daerah terpencil dan daerah gurun, serta di beberapa daerah perkotaan (Quentara dkk., 2017; Rudawin dkk., 2020). Namun observasi dari ketersediaan sumber energi matahari dan air sebelum memasang sistem Panel Surya untuk irigasi diperlukan untuk menjamin kinerja yang optimal, dengan kapasitas terpasang panel surya sebesar 2.250 kWp (Aler, 2016).

Hambatan utama pelaksanaan pembangkit tenaga surya terkait dengan aspek teknis dan model ukuran panel surya untuk irigasi, yang didasarkan pada perkiraan konsumsi air harian dan model statis, dan dalam aspek ekonomi, modal biaya panel surya masih lebih tinggi daripada sistem tradisional yang digerakkan oleh mesin diesel, meskipun biaya operasi jauh lebih rendah. Sebagai tantangan para peneliti maka sangat perlu mendesain model dinamis panel surya untuk pompa irigasi dan kebijakan yang berpihak pada teknologi panel surya dan bahwa sistem tersebut layak secara finansial (Pantic dkk., 2010).

Pompa air dapat diklasifikasikan menurut sumber energi yang menggerakkan sistem. Terdapat lima jenis sistem pemompaan yang dapat dipertimbangkan

- 1) Sistem pemompaan panel surya.
- 2) Sistem pemompaan angin.
- 3) Sistem pemompaan yang terhubung ke jaringan listrik konvensional.
- 4) Sistem pemompaan digerakkan oleh mesin pembakaran internal.
- 5) Sistem pemompaan manual.



Gambar 1. Model pompa air tenaga surya.

Model pada gambar dapat dijelaskan sebagai berikut:

- Area modul PV yang dipasang pada struktur dengan pengaturan tetap atau pelacakan manual/otomatis.
- Sistem pemompaan (motor-pump), yang dapat dipasang di permukaan, terendam atau mengambang.
- Sistem pengkondisian daya, yang umumnya terdiri dari DC-DC knverter, inverter, kontroller, dll.
- Sistem penyimpanan yang mungkin opsional.

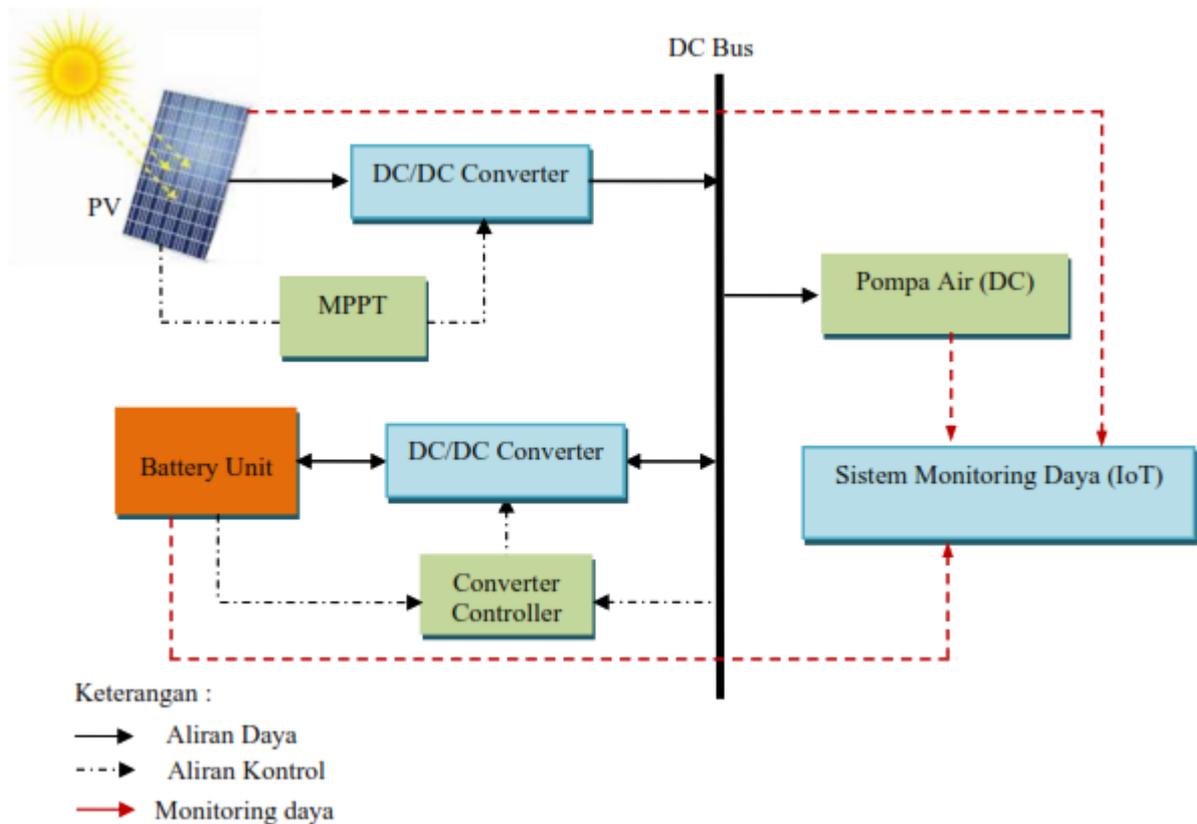
Dalam beberapa keadaan karena sifat intermitensi dari beberapa sumber atau kompleksitas masing-masing sistem, maka dapat digunakan dengan sumber hybrid (Wirajati dkk., 2017).

Gambar 1 memperlihatkan model pompa air dengan sumber energi surya.

Dalam artikel ini, diberikan ulasan komprehensif dari berbagai makalah ilmiah yang diterbitkan tentang desain dan kinerja energi panel surya untuk pompa air. Tujuan utamanya adalah mengidentifikasi pengetahuan utama dari ukuran panel surya, celah penelitian, dan pada artikel ini dilakukannya system monitoring panel surya untuk pompa irigasi.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan Kampus Universitas PGRI Semarang yang terletak di Jl. Sidodadi Semarang. Model sistem pompa tenaga surya yang dirancang pada akhirnya digunakan untuk pompa pengairan sawah di wilayah pintura Jawa Tengah terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pompa air tenaga surya dilengkapi system monitoring.

Bahan

Bahan-bahan yang yang digunakan untuk kebutuhan pompa air tenaga surya beserta sistem monitoring sebagai berikut:

- Panel Surya 100 Wp (Monokristalin).
- Baterai VRLA 100 Ah
- Box panel Asahi 40 x 60 x 30.
- MCB 6 A Schneider.
- Kontrol Son-Off
- Mikrokontroler Arduino Uno.
- Pompa air Shimitsu.
- Komponen pendukung (kabel, terminal blok, indikator lampu).

Alat

Peralatan-peralatan yang digunakan untuk pompa air tenaga surya dan monitoringnya merupakan peralatan ukur yang terdiri dari

- Multimeter (Krisbow).
- Tang Ampere (Krisbow).
- Peralatan pendukung (Tang, Obeng dll)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan Tabel 1 dapat diketahui bahwa pada saat cahaya matahari yang jatuh menuju ke PV maksimal tegangan rata-rata tertinggi mencapai 18.43 V dan arus rata-rata tertinggi mencapai 1.24 A pada pukul 12.00 WIB. Tegangan rata-rata terendah 11.13 V dan arus rata-rata terendah 0.06 A yang terjadi pada pukul 17.00 WIB. Namun tegangan PV meningkat dari pukul 06.00 WIB sebesar 14.93 V menjadi 17.36 V pada pukul 07.00 WIB, lalu tegangan stabil di angka 17.5 V hingga pukul 15.00 WIB. Tegangan dan arus keluaran PV berubah-ubah akibat dari perubahan kondisi nilai iradiansi matahari yang ditangkap permukaan PV. Pada tabel 3 memperlihatkan tegangan baterai naik dari 11.86 V mencapai tegangan 13.04 V selama proses charging. Tegangan charging baterai terhadap jam adalah berbanding lurus. Semakin lama waktu charging, maka semakin tinggi tegangan charging yang dihasilkan dari pukul 07.00 WIB sampai 17.00 WIB rata-rata sebesar 13.81 V dan arus charging yang dihasilkan rata-rata sebesar 1.33 A. Pada pengujian ini proses charging untuk aki 12 V membutuhkan waktu selama 10 jam dari keadaan aki 11.86 V sampai 13.04 V. Cepat atau lambatnya proses charging bergantung pada besar kecilnya nilai arus dan kapasitas dari aki yang digunakan. Dari Tabel 2 terlihat energi baterai dapat digunakan untuk menyuplai pompa air selama 1 jam dengan arus beban rata-rata 1.53 A.

Tabel 1. Pengujian charging baterai

Jam	Vo (SCC) (V)	Io (SCC) (A)	Vbaterai (V)
06.00	13.55	0.15	11.86
07.00	13.70	0.92	11.93
08.00	13.74	1.37	11.98
09.00	13.86	1.39	12.00
10.00	13.94	1.57	12.05
11.00	13.97	1.64	12.15
12.00	14.00	1.79	12.33
13.00	13.95	1.78	12.49
14.00	13.87	1.61	12.67
15.00	13.77	1.54	12.89
16.00	13.72	1.40	13.00
17.00	13.62	0.86	13.04

Tabel 2. Beban pompa air.

Menit ke	Vi Inverter (V)	Vo Inverter (V)	I Beban (A)
5	13.79	220	1.57
10	13.36	218	1.53
15	13.08	217	1.53
20	12.87	216	1.53
25	12.59	215	1.53
30	12.32	212	1.53
35	12.15	209	1.53
40	11.89	206	1.53
45	11.66	205	1.53
50	11.49	203	1.53
55	11.23	200	1.53
60	11.08	197	1.53

SIMPULAN DAN SARAN

Energi matahari di Kota Semarang sangat berpotensi untuk dikembangkan menjadi pembangkit listrik. Berdasarkan observasi dan pengukuran pada tahun 2022, daya keluaran PV tertinggi terjadi pada *bulan Agustus 2022*, dengan rata-rata *148,9 kWh*. Sedangkan daya keluaran PV terendah terjadi pada bulan Februari dengan rata-rata sebesar *96,5 kWh*. Oleh karena itu dikembangkan penelitian monitoring pompa air dengan sumber energi matahari. Dari hasil penelitian ini diperoleh kesimpulan yaitu telah berhasil dirancang sistem

monitoring pompa air tenaga surya menggunakan SCC untuk memaksimalkan daya keluaran ke beban. Ketersediaan jumlah baterai yang digunakan dalam penelitian mampu menyuplai daya ke beban selama satu jam dengan arus rata-rata beban sebesar 1.53 A, sesuai dengan desain awal. Penelitian ini dapat dikembangkan untuk memonitor ketersediaan energi baterai.

DAFTAR PUSTAKA

- V. B. Shinde. and S. S. Wandre, "Solar photovoltaic water pumping system for irrigation: A review" *African Journal of Agricultural Research*, vol. 10, no. 22, pp. 4290–2267, 2015.
- S. Amanulla, "A Single-stage Photovoltaic Grid-Connected Inverter Using SPWM," *Global Journal of Trends in Engineering*, vol. 1, no. 3, pp. 22–29, 2014.
- UNESCO (2012) *Ano Internacional da Energia Sustentável para Todos, Escolas de Associação da UNESCO*
- A. I. Ramadhan, E. Diniardi and S. H. Mukti, "Analisis Desain Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 50 WP," *TEKNIK*, vol. 37, no. 2, pp. 22–29, 2016.
- L. T. Quentara and E. Suryani, "The Development of Photovoltaic Power Plant for Electricity Demand Fulfillment in Remote Regional of Madura Island using System Dynamics Model," *Procedia Computer Science*, vol. 124, no. 1, pp. 232–238, 2017.
- L. Rudawin, N. Rajabiah and D. Irawan, "Analisa Sistem Kerja Photovoltaic Berdasarkan Sudut Kemiringan Menggunakan Monocrystalline dan Policrystallinel," *TURBO*, vol. 9, no. 1, pp. 129–137, 2020.
- Y. Lu, S. Wang and K. Shan, "Design optimization and optimal control of grid-connected and standalone nearly/net zero energy buildings" *Applied Energy*, vol. 155, pp. 463–477, 2015.
- S. Pantic, L. Candanedo and A.K. Athienitis, "Modeling of energy performance of a house with three configurations of building-integrated photovoltaic/thermal systems," *Energy and Buildings*, vol. 42, pp. 1779–1789, 2010
- Aler (2016) *Energias Renováveis em moçambique—Relatório do Ponto de Situação. ALER—Associação Lusófona de Energias Renováveis.*
- G. A. B Wirajati, I. D. M. C. Santosa and N.K. Muliati, "Audit Energy and Developing Photovoltaic (PV) Model for Refrigeration Laboratory Building Application," in *Proceedings International Joint Conference on Science and Technology (IJCST)*, 2017.