

Performansi aktual modul photovoltaik dengan pengarah matahari

Jalaluddin¹, Baharuddin Mire²

^{1 & 2} Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin
Jl. Poros Malino KM. 6 Bontomarannu, Gowa, Sulawesi Selatan, 92171, Indonesia
Email korespondensi: jalaluddin_had@yahoo.com

Abstrak

Penelitian ini menghadirkan performansi aktual dari modul photovoltaik (PV) dengan pengarah matahari. Radiasi matahari dapat diubah menjadi energi listrik dengan menggunakan modul PV. Performansi modul PV tipe polycrystalline silicon dengan dan tanpa pengarah matahari diteliti secara eksperimental. 2 (dua) buah modul PV yang digunakan berukuran 698 x 518 x 25 mm mempunyai masing-masing daya dan tegangan maksimum sebesar 45 Watt dan 18 Volt. Berdasarkan data penelitian eksperimental dapat diketahui bahwa performansi modul PV dengan pengarah matahari meningkat pada pagi dan sore hari dibandingkan dengan modul PV tanpa pengarah matahari. Peningkatan performansi tersebut sekitar 18 % pada pagi hari antara pukul 10:00 sampai 12:00 dan pada sore hari antara pukul 13:30 sampai 14:40 (waktu lokal). Penelitian ini juga menunjukkan karakteristik performansi harian dari kedua modul PV tersebut. Penggunaan modul PV dengan pengarah matahari memberikan performansi yang lebih baik dibandingkan dengan modul PV tanpa pengarah matahari.

Kata kunci: modul photovoltaik, pengarah matahari, performansi aktual.

Abstract

Actual performance of photovoltaic module with solar tracking is presented. Solar radiation can be converted into electrical energy using photovoltaic (PV) modules. Performance of polycrystalline silicon PV modules with and without solar tracking are investigated experimentally. The PV module with dimension 698 x 518 x 25 mm has maximum power and voltage is 45 Watt and 18 Volt respectively. Based on the experiment data, it is concluded that the performance of PV module with solar tracking increases in the morning and afternoon compared with that of fixed PV module. It increases about 18 % in the morning from 10:00 to 12:00 and in the afternoon from 13:30 to 14:00 (local time). This study also shows the daily performance characteristic of the two PV modules. Using PV module with solar tracking provides a better performance than fixed PV module.

Keywords: photovoltaic module, solar tracking, actual performance

1. Pendahuluan

Penggunaan bahan bakar fosil meningkat secara signifikan dan hal ini menyebabkan terjadinya polusi udara. Solusi dari yang jelas dari persoalan energi saat ini adalah pemanfaatan energi terbrukan seperti energi matahari, angin, geotermal, dll. Energi matahari mempunyai potensi yang besar diantara sumber energi terbarukan tersebut. Energi ini adalah sumber energi yang gratis dan tak terbatas serta bebas polusi. Penggunaan yang paling umum dari energi ini mencakup transformasi secara langsung menjadi energi listrik dengan penggunaan modul photovoltaik (PV) dalam aplikasi. Teknologi PV adalah salah satu cara terbaik untuk menggunakan sumber energi matahari. Radiasi matahari mengenai modul PV tergantung dari posisi modul tersebut. Radiasi matahari memberikan nilai maksimum yang dapat dimanfaatkan ketika arah datangnya tegak lurus terhadap modul PV.

Beberapa penelitian tentang teknologi PV dan aplikasinya telah banyak dilakukan. Penelitian terkait

teknologi PV, kapasitas pembangkitan daya, material penyerap cahaya, performansi dan keandalan, aspek-aspek lingkungan, ukuran, distribusi dan kontrol, koneksi grid dan distribusi telah diteliti [1]. Performansi dari koneksi grid dari sistem PV pada daerah tropis seperti malaysia adalah sangat tergantung pada teknologi modul PV, lokasi geografis dan konfigurasi instalasinya [2]. Parameter-parameter lingkungan seperti radiasi matahari dan temperatur lingkungan adalah faktor penting untuk mengevaluasi performansi sistem pada periode waktu tertentu [3]. Performansi dari sistem PV koneksi grid 3-kWp dievaluasi menggunakan data eksperimental. Hasil penelitian eksperimental berdasarkan pengambilan data selama 6 bulan menunjukkan efisiensi rata-rata modul PV adalah 10.11% [4]. Selanjutnya, sejumlah penelitian dimana sistem PV menggunakan pengarah matahari telah diteliti. Penggunaan sistem PV dengan pengarah matahari di Batu Lintang, Kuching, Sarawak diteliti oleh Chai dkk [5]. Sistem ini memproduksi daya listrik 26.8 % lebih tinggi daripada sistem PV tanpa

pengarah matahari. Peralatan pengarah matahari diaplikasikan pada PV tipe polycrystalline, monocrystalline dan amorphous untuk memaksimalkan performansinya pada pagi dan sore hari [6]. Tipe-tipe yang berbeda dari sistem pengarah matahari seperti pengarah sumbu horizontal dan dua sumbu serta tanpa pengarah sebagai pembanding diaplikasikan pada sistem PV untuk mengetahui mana yang paling efisien dan terjangkau diteliti oleh Martin dkk [7]. Penelitian lainnya adalah sebuah studi perbandingan dari 3 (tiga) sistem PV seperti sistem tanpa pengarah, dengan pengarah dan terkonsentrasi dievaluasi berdasarkan performansi aktualnya. Berdasarkan data eksperimentalnya dapat diketahui bahwa sistem PV dengan pengarah adalah sistem yang paling sesuai di Malaysia pada kondisi operasi normal [8].

Penelitian ini mengevaluasi performansi aktual sistem modul PV dengan pengarah matahari. 2 (dua) buah modul PV dengan dan tanpa pengarah matahari diuji secara eksperimental di Laboratorium Energi Terbarukan Departemen Teknik Mesin Universitas Hasanuddin Makassar. Indonesia ($5^{\circ} 7' 59''$ S / $119^{\circ} 29' 16''$ E).

2. Metode

Pengujian eksperimental dilakukan untuk menguji dan membandingkan performansi sistem modul PV dengan dan tanpa pengarah matahari. Kedua modul PV dengan tipe yang sama ditunjukkan pada gambar 1. Pengujian terhadap kedua modul tersebut dilakukan secara bersamaan pada kondisi radiasi matahari yang sama dan pada saat bersamaan, output energi dari setiap modul akan dipantau dan dibandingkan. Data eksperimental dicatat antara pukul 10:00 sampai 14:00 (waktu lokal)

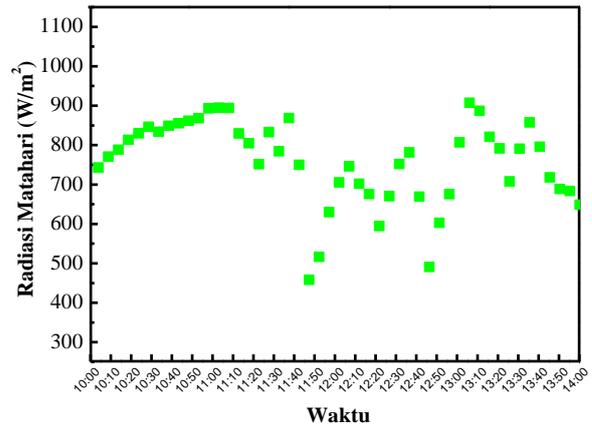


Gambar 1 Modul PV tipe polycrystalline silicon dengan dan tanpa pengarah matahari

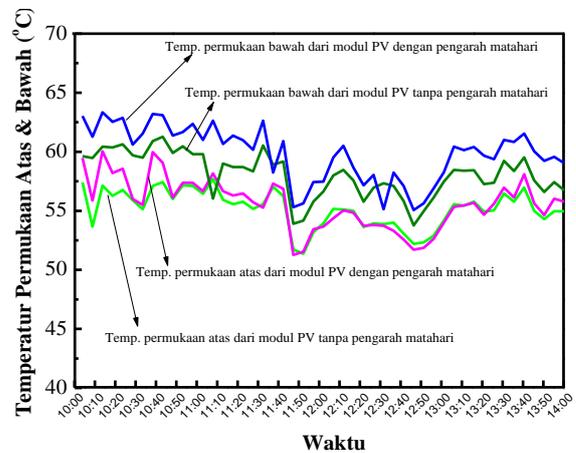
3. Hasil dan Pembahasan

Performansi aktual dari modul PV dengan dan tanpa pengarah matahari diteliti secara eksperimental. Gambar 2 menunjukkan sebuah contoh data pengukuran radiasi matahari. Radiasi matahari rata-rata adalah 757.8 W/m^2 . Kedua modul PV berukuran $698 \times 518 \times 25 \text{ mm}$ yang digunakan pada pengujian eksperimental ini masing-masing mempunyai daya dan tegangan maksimum sebesar 45 Watt dan 18 Volt. Luasan permukaan modul PV adalah 0.36 m^2 .

Temperatur permukaan atas dan bawah dari modul PV ditunjukkan pada gambar 3. Temperatur permukaan atas dari modul PV dengan pengarah matahari lebih tinggi pada pagi dan sore hari dibandingkan dengan temperatur pada modul PV tanpa pengarah matahari. Temperatur permukaan atas modul hampir sama pada siang hari karena arah datangnya radiasi matahari tegak lurus pada kedua modul tersebut. Temperatur permukaan bawah dari modul PV dengan pengarah matahari lebih tinggi dari temperatur pada modul PV tanpa pengarah matahari. hal ini mengindikasikan bahwa radiasi matahari yang diserap oleh modul dengan pengarah matahari adalah besar sehingga meningkatkan temperatur permukaan bawah modul.



Gambar 2 Radiasi matahari



Gambar 3 Temperatur permukaan atas dan bawah dari modul PV

Untuk mengevaluasi performansi dari modul PV, beberapa parameter seperti radiasi matahari, arus dan tegangan diukur. Selanjutnya, performansi ditentukan dengan perhitungan efisiensi dari modul PV.

Daya yang dihasilkan oleh modul PV dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

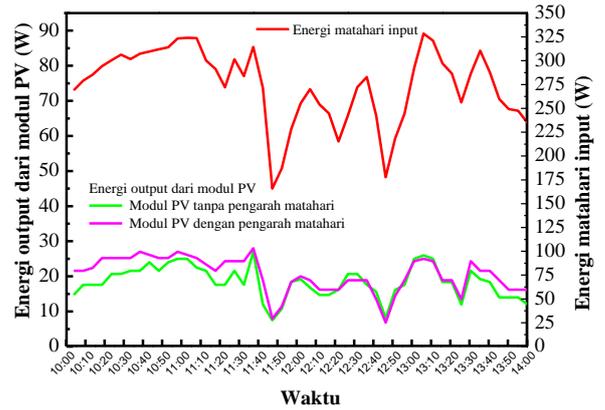
$$P(t) = I(t) \cdot V(t) \tag{1}$$

Selanjutnya, efisiensi modul PV diperoleh dari perbandingan antara energi output sistem terhadap energi matahari input sebagai berikut :

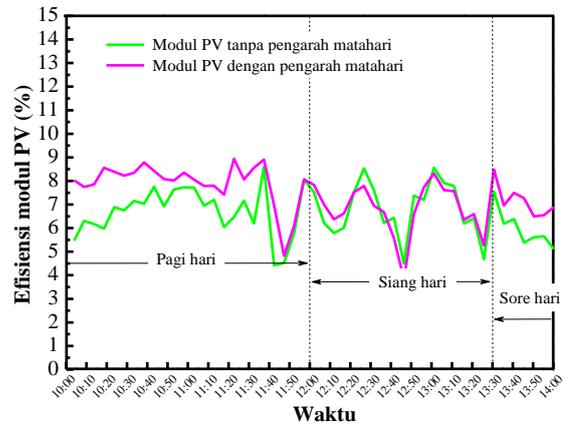
$$\eta_{PV} = \frac{E_{PV}}{E_{sun}} = \frac{\sum_{t_0}^t P(t)}{\sum_{t_0}^t A_{PV} \cdot G_T(t)} = \frac{\int_{t_0}^t P(t) dt}{A_{PV} \int_{t_0}^t G_T(t) dt} \tag{2}$$

Energi matahari pada permukaan modul PV didefinisikan sebagai energi matahari input seperti ditunjukkan pada gambar 4. Energi matahari input rata-rata adalah 274.38 W. Sementara itu, energi output dari modul PV dihitung berdasarkan atas arus dan tegangan yang dihasilkan. Energi output dari modul PV dengan dan tanpa pengaruh matahari ditunjukkan pada gambar 4. Dengan membandingkan dengan modul PV tanpa pengaruh matahari, energi output dari modul PV dengan pengaruh matahari lebih tinggi di pagi dan sore hari. Pada siang hari, energi output hampir sama karena arah radiasi matahari adalah tegak lurus pada kedua modul tersebut.

Akhirnya, efisiensi modul PV dapat diperoleh dari perbandingan antara energi output sistem terhadap energi matahari input. Energi output dihitung berdasarkan data aktual tercatat dari arus dan tegangan. Gambar 5 menunjukkan efisiensi modul PV dengan dan tanpa pengaruh matahari. Performansi dari modul PV dengan pengaruh matahari meningkat pada pagi dan sore hari dibandingkan dengan modul PV tanpa pengaruh matahari. Peningkatan performansi tersebut sekitar 18 % pada pagi hari antara pukul 10:00 sampai 12:00 dan pada sore hari antara pukul 13:30 sampai 14:40 (waktu lokal). Peningkatan performansi modul PV pada pagi dan sore hari ini dikarenakan arah radiasi matahari tegak lurus terhadap posisi modul PV.



Gambar 4 Energi input dan output dari modul PV



Gambar 5 Efisiensi modul PV

4. Kesimpulan

Penelitian ini menghadirkan performansi aktual dari modul PV dengan dan tanpa pengaruh matahari. Berdasarkan data penelitian eksperimental dapat diketahui bahwa performansi modul PV dengan pengaruh matahari meningkat pada pagi dan sore hari dibandingkan dengan modul PV tanpa pengaruh matahari. Peningkatan performansi tersebut sekitar 18 % pada pagi hari antara pukul 10:00 sampai 12:00 dan pada sore hari antara pukul 13:30 sampai 14:40 (waktu lokal). Hasil penelitian ini memberikan informasi peningkatan performansi dari modul PV dengan penggunaan pengaruh matahari dalam aplikasi.

Daftar Pustaka

- [1] B. Parida, S. Iniyan, R. Goic, 2011. *A review of solar photovoltaic technologies*. Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol. 15, 1625–1636.
- [2] T. Khatib, K. Sopian, H.A. Kazem, 2013. *Actual performance and characteristic of a grid connected photovoltaic power system in the tropics: a short term evaluation*. Energy Conversion and Management, Vol. 71, 115–119.

- [3] D. Micheli, S. Alessandrini, R. Radu, I. Casula, 2014. *Analysis of the outdoor performance and efficiency of two grid connected photovoltaic systems in northern Italy*, Energy Conversion and Management, Vol. 80, 436–445.
- [4] M. Farhoodnea, A. Mohamed, T. Khatib, W. Elmenreich, 2015. *Performance evaluation and characterization of a 3-kWp grid-connected photovoltaic system based on tropical field experimental results: new results and comparative study*, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol. 42, 1047–1054.
- [5] K. K. Chai, K. M. Tay, M. O. Abdullah, 2011. *Development of A Solar Photovoltaic System Equipped with A Sun Tracker System: A Case Study in Kuching, Sarawak,* International Journal of Research and Reviews in Applied Sciences Vol. 7 (4), 373-379.
- [6] A. Ghazali, A. M. A. Rahman, 2012. *The Performance of Three Different Solar Panels for Solar Electricity Applying Solar Tracking Device under the Malaysian Climate Condition*, Energy and Environment Research, Vol. 2 (1), Published by Canadian Center of Science and Education.
- [7] M. D. S. Martín, C. A. Tristán, M. D. Mediavilla, 2014. *Performance Indicators for Sun-Tracking Systems: A Case Study in Spain*, Energy and Power Engineering, Vol. 6, 292-302.
- [8] M. E. Ya'acob, H. Hizam, T. Khatib, M.A.M. Radzi, 2014. *A comparative study of three types of grid connected photovoltaic systems based on actual performance*, Energy Conversion and Management, Vol. 78, 8–13.