

PERFORMA PANEL SURYA DI BAWAH PERUBAHAN CUACA

Andi M. Nur Putra^{1*} dan Alfandy Ramadhan²

¹²Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Institut Teknologi Padang

Jln. Gajah Mada Jl. Kandis Raya, Kp. Olo, Kec. Nanggalo, Kota Padang, Sumatera Barat 25143.

*Email: andimnurputra@itp.ac.id

Abstrak

Panel surya merupakan komponen utama dalam pembangkit listrik tenaga surya. Energi matahari yang diterima dikonversikan menjadi listrik yang dapat dipakai untuk menunjang aktivitas kehidupan. Beragam jenis panel surya telah dikembangkan agar menghasilkan listrik dengan kapasitas besar dengan efisiensi yang tinggi. Penggunaan panel surya sebagai penghasil listrik juga perlu mempertimbangkan beragam faktor yang akan berdampak terhadap jumlah listrik yang dihasilkan. Penelitian ini bertujuan untuk menguji performa panel surya dalam beragam kondisi cuaca. Paper ini menyajikan hasil eksperimen pada panel surya Polycrystalline kapasitas 100 Wp yang terdampak oleh perubahan cuaca dalam menghasilkan listrik. Pengujian terhadap listrik yang dihasilkan dilakukan dari pukul 07.00 sampai 17.00 dalam kondisi cuaca yang cerah, cuaca mendung dan hujan. Dari hasil pengujian diperoleh bahwa performa panel surya ketika diuji dalam cuaca cerah akan mampu menghasilkan daya listrik hingga mencapai 600 W sehari dimana rata-rata daya yang dihasilkan sebesar 84,4 W di waktu peak sun hours (PSH). Sedangkan dalam pengujian yang dilakukan pada kondisi cuaca mendung serta hujan, panel surya hanya dapat menghasilkan listrik tidak sampai 200 W sehari dengan rata-rata daya listrik terukur sebesar 19 W di waktu PSH. Hasil penelitian ini memberikan gambaran bahwa panel surya masih bekerja untuk menghasilkan listrik ketika cuaca mendung namun sangat kecil ketika cuaca hujan.

Kata kunci: Panel Surya, performa, cuaca, PSH, daya.

1. PENDAHULUAN

Sekarang ini, program dekarbonisasi menjadi isu dunia yang terus diperbincangkan. Tingginya tingkat polusi udara akibat efek gas rumah kaca, penggunaan bahan bakar fosil dan faktor lainnya menyebabkan perkembangan teknologi beralih kepada penyediaan energi bersih yang berbasis energi baru dan terbarukan (EBT) (Putra dkk., 2021). Salah satu energi baru yang pertumbuhannya begitu cepat adalah penyediaan energi listrik melalui pembangkit tersebar menggunakan cahaya matahari sebagai sumber energi utama (Syahyuniar, 2016). Sejalan dengan isu tersebut, di Indonesia perkembangan pembangkit listrik yang bersumber dari EBT menjadi program nasional yang ditargetkan penggunaannya mencapai hingga 35 % dari total seluruh energi yang ada saat ini.

Panel surya merupakan komponen utama yang dipakai untuk mengkonversi energi matahari menjadi listrik yang ramah lingkungan dan bebas emisi karbon. Kemampuan alat ini untuk menghasilkan listrikpun terus berkembang dengan efisiensi yang terus meningkat (Herlambang dkk., 2021). Beragam teknik telah diperkenalkan dalam penggunaan panel surya agar menghasilkan energi yang lebih optimal seperti penentuan lokasi pemasangan yang tepat, penentuan sudut arah matahari yang lebih baik, dan lain sebagainya (Lekouaghet, Boubakir dan Boukabou, 2021; Amal dkk., 2023).

Disamping itu, penggunaan panel surya juga masih memiliki beragam kelemahan dan faktor yang mempengaruhi tingkat keoptimalannya (Syahwil dan Kadir, 2021). Diantara banyak faktor tersebut, perubahan cuaca menjadi salah satu faktor yang ikut mempengaruhi performa panel surya dalam menghasilkan listrik. Perubahan cuaca akan diikuti oleh perubahan intensitas matahari, perubahan suhu, dan kelembaban yang terbukti memberikan dampak terhadap kinerjanya. Dalam beberapa kasus suhu yang ekstrim dapat menyebabkan kerusakan pada panel surya sehingga tidak dapat lagi dapat digunakan.

Paper ini menyajikan hasil eksperimen pengujian kinerja panel surya dalam menghasilkan listrik saat dioperasikan dalam berbagai kondisi cuaca. Pengujian ini dimaksudkan untuk mendapatkan gambaran tentang performa panel surya saat berada di kondisi cuaca yang berbeda.

2. METODOLOGI

Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif yang dilakukan untuk memperoleh gambaran tentang kemampuan sebuah panel surya dalam menghasilkan energi listrik saat terjadi perubahan cuaca. Kondisi pengujian dibuat mendekati kondisi riil yang terjadi saat panel surya digunakan dalam operasi pembangkitan energi listrik.

2.1. Faktor Keluaran Panel Surya

Terdapat banyak faktor yang dapat mempengaruhi jumlah energi yang dapat dihasilkan oleh panel surya seperti pengaruh radiasi matahari yang diterima sepanjang hari dimana besarnya intensitas radiasi matahari yang diterima berbanding lurus dengan energi yang dihasilkan. Intensitas tersebut dapat dipengaruhi oleh cuaca, posisi pasang dan pergerakan matahari sepanjang tahun (Khalilullah, Bandri dan Putra, 2023). Disamping itu, suhu dan kelembaban juga dapat mempengaruhi produktivitas listrik yang dibangkitkan dimana suhu dan kelembaban yang tinggi dapat menurunkan efisiensi (Castañer dkk., 2012).

2.2. Peak Sun Hours (PSH)

Peak sun Hours (PSH) merupakan waktu saat matahari bersinar secara maksimal. Secara umum digunakan standar 1000 W/m^2 sebagai waktu puncak dari radiasi matahari. Menurut IEC 61215 nilai tersebut dipakai sebagai ukuran standar untuk *Standard Test Condition* (STC) dalam pengujian karakteristik panel surya (Aysha dkk., 2015). PSH mengukur interval penyinaran matahari saat energi yang dihasilkan meningkat sebesar 60% hingga energi yang dihasilkan menurun sebesar 60%. Proses untuk memperoleh nilai PSH dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan daya puncak nominal setelah nilai keluaran maksimum diperoleh, maka nilai PSH dapat ditentukan dengan cara menyubstitusikan nilai daya puncak ke dalam persamaan tersebut.

$$P_{pv} = \frac{P_{load}}{PSH \times n} \quad (1)$$

dimana:

P_{pv} : Daya puncak nominal (W)

P_{load} : Daya beban (W)

PSH: Peak Sun Hours (jam)

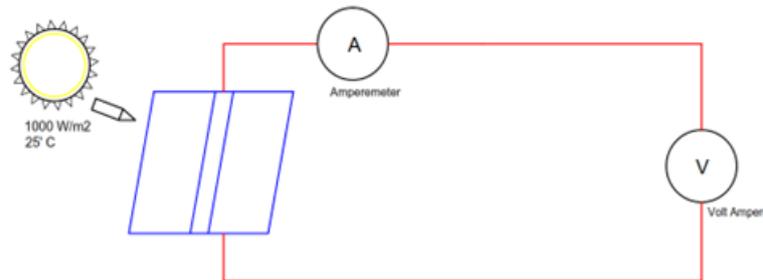
n : Efisiensi (%)

2.3. Metode Pengujian

Pengujian performa panel surya dilakukan melalui eksperimen menggunakan panel surya jenis Polycrystallin kapasitas 100 Wp di laboratorium Teknik Elektro Institut Teknologi Padang yang berada pada koordinat -0.8994793239464365, 100.36419712180542. Seperti ditunjukkan pada gambar 1 di bawah, panel surya ditempatkan diruang terbuka dengan posisi menghadap ke atas dan sudut kemiringan 0° . Proses pengujian dilakukan dengan mengukur arus hubung singkat (I_{sc}) dan tegangan terbuka (V_{oc}) panel yang berlangsung dari pukul 07.00 sampai dengan pukul 17.00. Selama pengujian berlangsung, dikondisikan pengukuran nilai I_{sc} dan V_{oc} dalam kondisi cuaca cerah dan hujan.

Selain itu, nilai intensitas cahaya matahari, suhu dan kelembaban juga diukur untuk diamati perubahan selama terjadinya perubahan kondisi cuaca. Performa panel surya dianalisis berdasarkan banyaknya energi listrik yang dapat dihasilkan dalam satu hari (sesuai waktu PSH di lokasi

pengujian) sesuai kondisi pengujian. Faktor yang mempengaruhi dan berdampak selama proses pengujian akan dipertimbangkan dalam penarikan kesimpulan terhadap performa yang dihasilkan oleh panel surya.

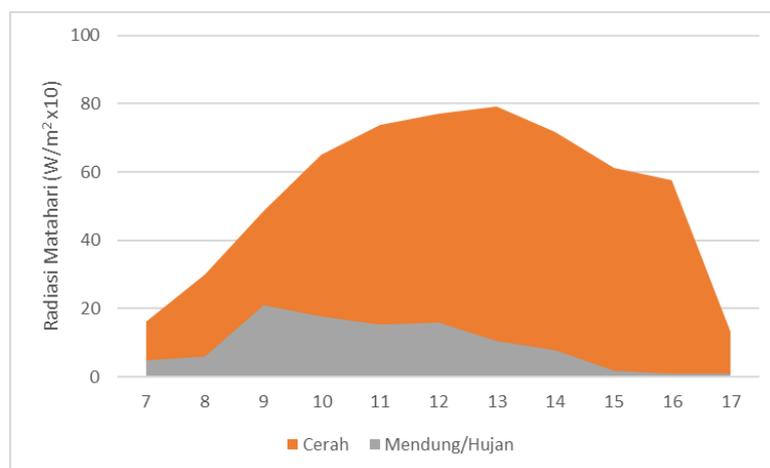


Gambar 1. Rangkaian pengujian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini hasil pengujian dan analisis performa panel surya yang telah dilakukan sebelumnya dipaparkan. Gambar 2 menunjukkan tingkat intensitas cahaya matahari yang terpapar pada panel yang diuji. Pada kondisi cuaca yang cerah, terlihat bahwa intensitas matahari mulai mendekati 500 W/m^2 setelah pukul 09.00 dan berada dipuncaknya saat pukul 13.00 dengan intensitas yang diterima hampir mencapai 800 W/m^2 . Pada kondisi ini sinar matahari masih cukup besar berada dikisaran 600 W/m^2 saat pukul 16.00 dan mulai turun setelahnya. Sementara itu, ketika kondisi cuaca mendung di awal pengukuran dan berlanjut ke hujan, intensitas yang diterima tidak lebih dari 200 W/m^2 dan terus turun seiring dengan hujan yang mulai turun saat pukul 12.00.

Dari pengukuran yang telah dilakukan, nilai PSH dapat dihitung menggunakan persamaan yang telah dijelaskan pada bagian sebelumnya. Selain itu, menurut hasil kajian (Megantoro dkk., 2022; Sadewo dkk., 2022) bahwa PSH dapat berlangsung hingga 5 jam. Berdasarkan hasil pengukuran yang telah dilakukan, PSH pada kondisi ini berlangsung dari pukul 09.00 hingga 15.00.

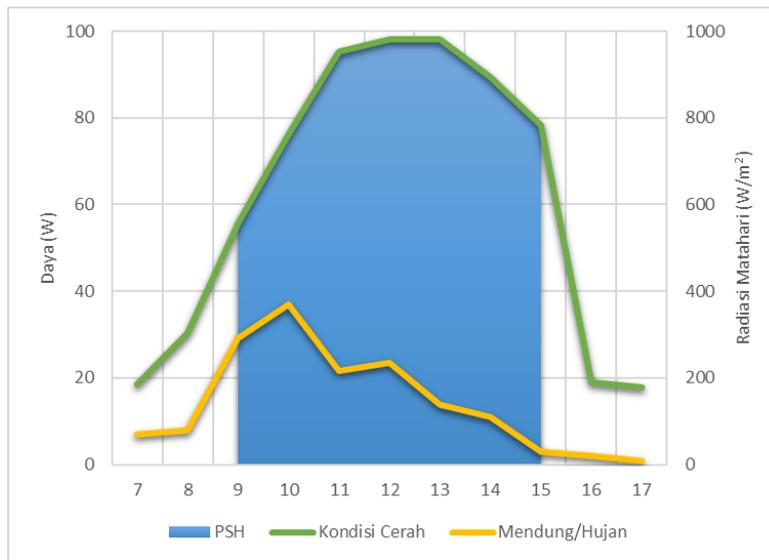


Gambar 2. Intensitas matahari saat cuaca cerah dan mendung/hujan

Gambar 3 memperlihatkan jumlah energi listrik yang dibangkitkan oleh panel surya. Listrik yang dihasilkan pada waktu awal pengukuran berlangsung dalam kondisi cuaca yang cerah kurang dari 20% kapasitas maksimal panel surya. Daya yang dibangkitkan semakin besar seiring dengan meningkatnya intensitas cahaya matahari yang diterima oleh panel surya. Hal yang sama tidak

berlaku pada pengujian dalam kondisi cuaca mendung dimana daya yang dihasilkan sangat kecil kurang dari 10% kapasitas panel surya.

Dengan kondisi cuaca cerah, pada waktu PSH yang berada pada interval 09.00 sampai 15.00, daya yang dihasilkan oleh panel mulai meningkat hingga 60%. Daya tersebut mencapai titik maksimal pada rentang waktu 11.00 hingga 13.00 dimana panel surya mampu menghasilkan listrik lebih dari 90% kapasitas maksimal panel surya. Nilai ini mulai turun secara signifikan dan mencapai kurang dari 60% setelah melewati rentang waktu PSH. Dari hasil pengujian ini dapat diketahui bahwa performa panel surya yang diuji dalam kondisi cuaca yang cerah mampu menghasilkan energi listrik dengan daya rata-rata mencapai 84,4 W selama rentang waktu PSH. Sedangkan diluar waktu PSH, panel surya tersebut masih menghasilkan listrik dengan rata-rata daya yang dibangkitkan sebesar 21,5 W. Dengan kondisi seperti ini, diperkirakan bahwa panel surya akan mampu untuk menghasilkan listrik sebanyak hampir 600 W per hari.



Gambar 3. Daya listrik yang dihasilkan panel surya

Pengujian yang berlangsung dalam kondisi cuaca yang mendung dan hujan seperti ditunjukkan pada gambar 3 di atas, energi listrik maksimal yang dihasilkan oleh panel surya terjadi dalam waktu PSH saat pukul 10.00 sebelum cuaca mulai hujan dan daya terus turun hingga pukul 17.00 tidak ada lagi listrik yang dihasilkan oleh panel surya. Daya maksimal yang dihasilkan tersebut masih lebih besar dibandingkan dengan pengujian dalam kondisi cuaca cerah dimana intensitas cahaya yang diterima oleh panel surya sama besar. Hal ini terjadi karena pada waktu tersebut suhu dan kelembaban udara saat kondisi cuaca mendung masih lebih baik dibandingkan dengan suhu dan kelembaban saat pengukuran awal dalam kondisi cuaca cerah dan mempengaruhi besar daya yang dapat dihasilkan oleh panel surya (Herlambang *dkk.*, 2021).

Besar daya yang dapat dihasilkan oleh panel surya dalam kondisi cuaca mendung saat dalam rentang waktu PSH rata-rata adalah sebesar 19,9 W dan hanya kurang dari 5 W saat cuaca turun hujan. Ini memberikan gambaran bahwa saat cuaca mendung atau bahkan hujan, panel surya tidak dapat bekerja secara maksimal dan hanya mampu menghasilkan listrik kurang dari 200 W tergantung perubahan dari kondisi mendung ke hujan.

4. KESIMPULAN

Eksperimen laboratorium pengujian performa panel surya saat terjadi perubahan cuaca telah dilakukan. Dari hasil pengujian diperoleh bahwa panel surya jenis Polycrystalline kapasitas 100 Wp dapat menghasilkan listrik hampir mencapai 600 W sehari ketika cuaca cerah. Namun, performa dari panel surya ini akan turun signifikan dalam kondisi cuaca yang mendung atau bahkan hujan

dimana listrik yang dihasilkan tidak sampai 200 W sehari. Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa perubahan cuaca yang terjadi dapat mempengaruhi performa dari panel surya dalam menghasilkan listrik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam bagian ini kami menyampaikan rasa terima kasih kepada individu yang telah membantu menyelesaikan penelitian ini dan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Institut Teknologi Padang yang telah menyediakan bantuan pendanaan hingga terlaksananya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Amal, I. *et al.* (2023) 'Optimalisasi Pembangkit Listrik Matahari Dengan Solar Tracking System 4 Arah', *Rang Teknik*, 6(1), pp. 31–38.
- Aysha, A. *et al.* (2015) 'Experimental Analysis of Solar PV Characteristics Under Standard Condition', in *2nd International Conference on Innovation in Information Embedded and Communication Systems (ICIECS'15)*, pp. 17970–17975.
- Castañer, L. *et al.* (2012) 'Energy Production by a PV Array', in *Practical Handbook of Photovoltaics*. Elsevier Ltd, pp. 645–658.
- Herlambang, Y.D. *et al.* (2021) 'Unjuk Kerja Karakteristik Tegangan Arus dan Daya Pada Panel Surya Terhadap Variasi Radiasi Surya Menggunakan Matlab', in *2nd National Conference of Industry, Engineering and Technology (NCIET)*. Semarang, pp. 194–204.
- Khalilullah, K., Bandri, S. and Muhammad Nur Putra, A. (2023) 'Optimasi Sudut Kemiringan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Bersih pada Gedung NZEB', *Ensiklopedia of Journal*, 5(5), pp. 64–69.
- Lekouaghet, B., Boubakir, C. and Boukabou, A. (2021) 'A New method to represent the I-V and P-V characteristics of different photovoltaic modules', in *SIENR 2021 - 6th International Symposium on New and Renewable Energies*.
- Megantoro, P. *et al.* (2022) 'Effect of Peak Sun Hour on Energy Productivity of Solar Photovoltaic Power System', *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*, 11(5), pp. 2442–2449. Available at: <https://doi.org/10.11591/eei.v11i5.3962>.
- Putra, A.M.N. *et al.* (2021) 'Potensi Energi Listrik PLTS Atap Gedung Laboratorium Teknik Elektro Untuk Pengembangan Net Zero Energi Building (NZEB)', *Jurnal Teknik Elektro*, 10(2), pp. 125–130.
- Sadewo, D.N. *et al.* (2022) 'Penggunaan Solar Tracker Untuk Analisis Pencarian Daya Maksimal Pada Panel Surya', *Jurnal Kajian Teknik Elektro*, 7(2), pp. 43–47.
- Syahwil, M. and Kadir, N. (2021) 'Rancang Bangun Modul Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Sistem Off-grid Sebagai Alat Penunjang Praktikum Di Laboratorium', *Jurnal Pengelolaan Laboratorium Pendidikan*, 3(1), pp. 2654–251.
- Syahyuniar, R. (2016) 'Pengaplikasian Panel Surya Pada Mobil Listrik', *ELEMEN: JURNAL TEKNIK MESIN*, 3(1), pp. 10–17.