

ANALISA TINGKAT POTENSI SINAR MATAHARI UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA DI DAERAH PANTAI

Hasyim Asyari¹, Roby Achmad Firmansyah², Muhammad Kusban³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura 57102 Telp 0271 717417

Email: Hasyim.Asyari@ums.ac.id

Abstrak

Indonesia merupakan negara kepulauan yang sampai saat ini nilai elektrifikasinya masih dibawah 100%. Hal ini dapat ditemui masih banyaknya pulau kecil-kecil yang belum mendapat aliran listrik dari PT. Perusahaan Listrik Negara. Kepulauan yang belum teraliri listrik di Jawa Tengah adalah Pulau Panjang yang masuk wilayah Kabupaten Jepara. Pengelola tempat wisata pulau panjang saat ini menyediakan pembangkit listrik tenaga diesel sebagai sarana penyedia energi listrik pada malam hari di pulau tersebut. Namun pembangkit tersebut dinyalakan hanya kurang lebih 8 jam yaitu dimulai jam 17.00 - 23.00 dan jam 04.00 – 06.00. listrik yang diproduksi pembangkit tersebut untuk penerangan, sumber daya peralatan elektronik. Manajemen sistem pengoperasian pembangkit tersebut memberikan perasaan kurang nyaman bagi wisatawan atau masyarakat yang berkunjung ke pulau panjang, karena adanya keterbatasan waktu sumber energi listrik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat potensi sinar matahari untuk menghasilkan energi listrik sebagai upaya untuk menyediakan energi listrik pada siang hari, agar masyarakat yang berkunjung merasa lebih nyaman. Metode penelitian ini adalah dengan melakukan pengukuran secara langsung potensi energi listrik yang dapat dihasilkan oleh panel kapasitas 100 Wp dengan jenis mono kristal. Adapun peralatan lain yang digunakan adalah batere kapasitas 50 Ah, Inverter kapasitas 1000 Watt, Battery charge controller 12/24 Volt dan 10 A. Penelitian dilakukan tanggal 9 – 15 maret 2019. Hasil dari pengujian pada tanggal 15 maret 2019, daya maksimal mencapai 99,9 Watt, terjadi pada jam 13,30 dengan intensitas cahaya matahari 95,500 Lux. Namun pada tanggal 11 maret 2019 jam 17.00 nilai intensitas cahaya matahari hanya 850 Lux sehingga daya keluaran 0,1 Watt.

Kata kunci: *intensitas cahaya matahari; energi terbarukan; panel surya; pulau panjang*

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara kepulauan yang sampai saat ini nilai elektrifikasinya masih dibawah 100%. Hal ini dapat ditemui masih banyaknya pulau kecil-kecil yang belum mendapat aliran listrik dari PT. Perusahaan Listrik Negara. Kepulauan yang belum teraliri listrik di Jawa Tengah adalah Pulau Panjang yang masuk wilayah Kabupaten Jepara.

Permintaan energi listrik oleh masyarakat selalu bertambah tiap tahunnya, hal ini dikarenakan semakin berkembangnya teknologi yang digunakan oleh masyarakat untuk menunjang kebutuhan masyarakat. PT. PLN (Persero) merupakan perusahaan milik negara yang bertugas menyediakan dan mendistribusikan energi listrik ke setiap masyarakat yang membutuhkan. Namun sampai pada tahun 2020 elektrifikasi belum mencapai 100%, artinya masih ada daerah yang belum mendapat suplai energi listrik dari PT. PLN (Persero) dengan faktor tertentu (Anwar, 2016).

Pulau Panjang merupakan pulau kecil yang terdapat di tengah laut pesisir utara (bagian dari daerah kabupaten Jepara) yang belum mendapat suplai energi listrik dari PT. PLN (Persero). Pulau tersebut merupakan salah satu destinasi warga masyarakat untuk berwisata, namun adanya keterbatasan sumber energi listrik, sehingga menjadikan kendala bagi wisatawan dalam menikmati tempat wisata tersebut. Di pulau tersebut memiliki potensi untuk menggunakan panel surya untuk dimanfaatkan sebagai penghasil energi listrik. Sampai saat ini masyarakat atau wisatawan yang berkunjung ke pulau panjang mendapat energi listrik dari pembangkit listrik tenaga diesel (PLTD) yang berbahan bakar solar.

Penggunaan PLTD membutuhkan bahan bakar minyak (BBM) solar yang menimbulkan polusi udara dan kebisingan. Tidak diragukan lagi bahwa energi surya adalah salah satu sumber energi yang ramah lingkungan dan

sangat menjanjikan pada masa yang akan datang, karena tidak ada polusi yang dihasilkan selama proses konversi energi, dan juga sumber energinya banyak tersedia di alam (Apriyanto, 2014). Penelitian dan pengembangan mengenai energi surya secara efektif dimulai di Australia pada 1950-an dengan penekanan awal pada proses konversi panas matahari (Retnanestri, 2015). Teknologi fotovoltaik yang mengkonversi langsung cahaya matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan divais semikonduktor yang disebut panel surya. Untuk penempatan panel surya diletakkan dalam posisi menghadap matahari terbit dan tidak berubah (Pruitt, 2001).

Sebagian besar perekonomian di pulau panjang sangat bergantung pada pembangkit listrik berbasis minyak, yang tersedia dalam skala kecil dan dengan biaya investasi rendah, tetapi itu membuat perekonomian rentan terhadap dampak harga minyak dan perubahan iklim (Halog, 2019).

Penggunaan PLTS dengan sistem off grid (inverter kapasitas 2.000 va), dengan kapasitas 1.200 Wp yang dilengkapi dengan *storage* (baterai) berjumlah 4 buah @100 Ah di Pulau Cemara memiliki tujuan untuk peningkatan laju perekonomian masyarakat sekaligus meningkatnya jumlah masyarakat yang menjadikan lokasi tersebut sebagai destinasi utama, (Jaka, 2018).

Penelitian yang dilakukan dengan sistem hybrid antara sel surya dengan *wind energy* di pantai Sedari Karawang memberikan informasi bahwa simulasi yang dilakukan di lokasi pantai Sedari Karawang, menunjukkan rata-rata kecepatan angin sebesar 3,5 m/s dengan ketinggian 50 m dari permukaan tanah. Untuk *indeks daily radiation* rata-rata mencapai 5,17 kWh/m²/hari, (Eri, 2019).

a. Perhitungan Daya Keluaran Panel Surya

Kondisi geografis yang terdapat pada Pulau Panjang tidak menentu sehingga mempengaruhi keluaran (*output*) pada panel surya. Daya keluaran (*output*) panel surya memiliki nilai yang berbeda beda pada setiap menitnya. Akan tetapi untuk menentukan perhitungan daya pada keluaran (*output*) panel surya dapat dihitung dengan persamaan 1 :

$$P = V \times I \quad (1)$$

dengan:

P : Daya *output* panel surya (W)

V :Tegangan *output* panel surya (V)

I :Arus *output* panel surya (A)

b. Perhitungan Daya Keluaran pada Inverter

Secara umum penggunaan energi listrik yang digunakan untuk peralatan elektronik rumah adalah arus AC. Untuk itu diperlukan inverter untuk mengubah arus DC dari baterai menjadi arus AC. Kemampuan inverter yang digunakan adalah 1.000 W untuk menunjang kebutuhan beban yang diperlukan. Daya keluaran (*output*) pada inverter dapat dihitung dengan persamaan 2 :

$$P = V \times I \times \cos \theta \quad (2)$$

dengan :

P : Daya keluaran (*output*) inverter (W)

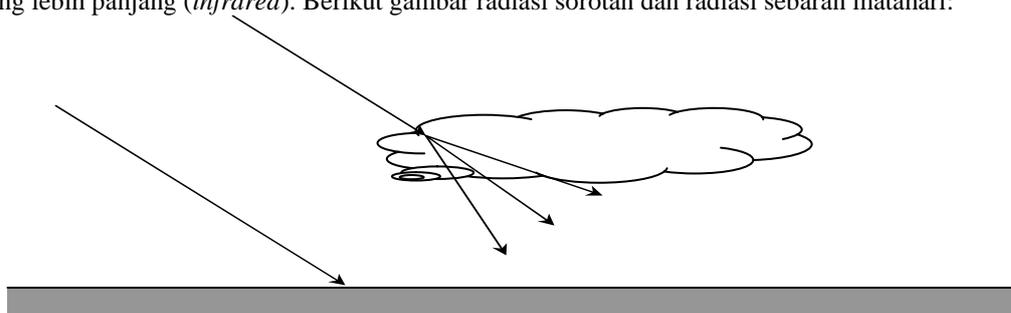
V :Tegangan keluaran (*output*) inverter (V)

I : Arus keluaran (*output*) inverter (A)

cos θ : Faktor daya

c. Radiasi Harian Sinar Matahari Pada Permukaan Bumi

Sebelum radiasi matahari yang terkena permukaan bumi radiasi tersebut akan diserap oleh atmosfer bumi. Atmosfer terdiri dari berbagai unsur dan senyawa kimia. Ozon di atmosfer menyerap radiasi dengan panjang gelombang pendek (*ultraviolet*) sedangkan karbon dioksida dan uap air menyerap sebagian radiasi dengan panjang gelombang yang lebih panjang (*infrared*). Berikut gambar radiasi sorotan dan radiasi sebaran matahari:

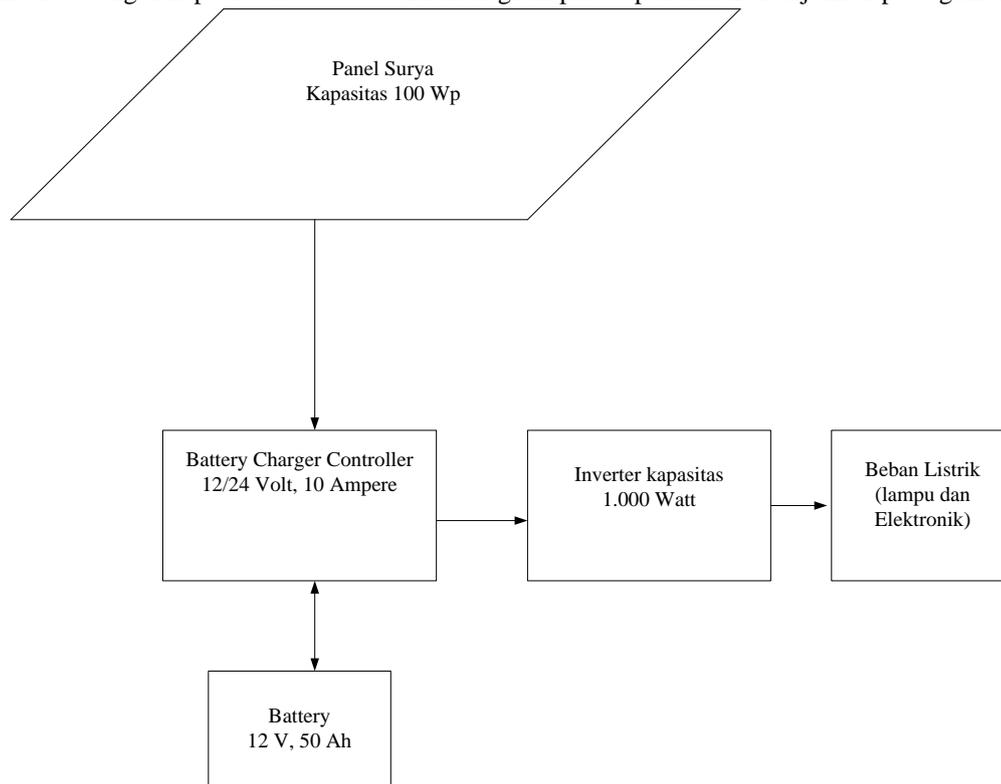


Gambar 1 Radiasi Sorotan dan Radiasi Sebaran

Gambar 1 memberikan gambaran salah satu faktor yang menyebabkan besarnya intensitas cahaya matahari tidak selalu dipengaruhi oleh keadaan jam di saat matahari terik, melainkan keadaan geografis di tempat tersebut terutama di Pulau Panjang.

2. Bahan dan Metode Penelitian

Penelitian dilakukan di Pulau Panjang selama 7 hari (9 – 15 maret 2019), Pengambilan data dilakukan di menggunakan data logger per menit, lux meter digunakan untuk melakukan pengukuran intensitas cahaya matahari yang diambil per 15 menit. Pengambilan data setiap hari dilakukan selama 10 jam yaitu dimulai pukul 07.00–17.00. Penelitian ini menggunakan beberapa peralatan yaitu sebuah panel surya jenis monokristal dengan kapasitas 100 Wp, *battery charger controller* (BCC) dengan 12/24 Volt; arus maksimal 10 A. *battery* dengan kapasitas 12 Volt, 50 Ah. Serta Inverter dengan kapasitas 1.000 Watt. Blok diagram proses penelitian ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Blok Diagram Proses Penelitian

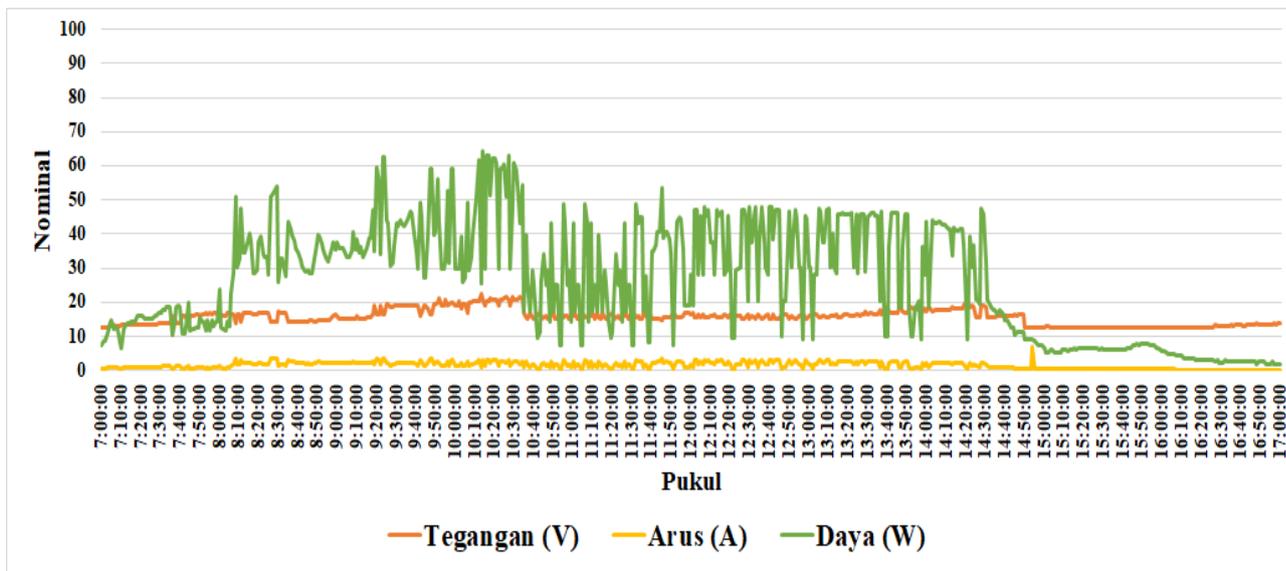
3. Hasil dan Pembahasan

Hasil pengujian pada tanggal 9–15 Maret 2019 melakukan pengukuran tegangan keluaran, arus, daya yang terukur dengan data logger dan juga intensitas sinar matahari, secara detail hasil pengujian ditunjukkan pada tabel 1 dan gambar 3. Untuk data pengujian pada tanggal 10, 11, 12 sampai tanggal 15 november 2019 ditunjukkan pada gambar 4, 5, 6 samai gambar 9.

Tabel 1. Hasil pengukuran rata-rata parameter keluaran panel surya pada tanggal 9 Maret 2019

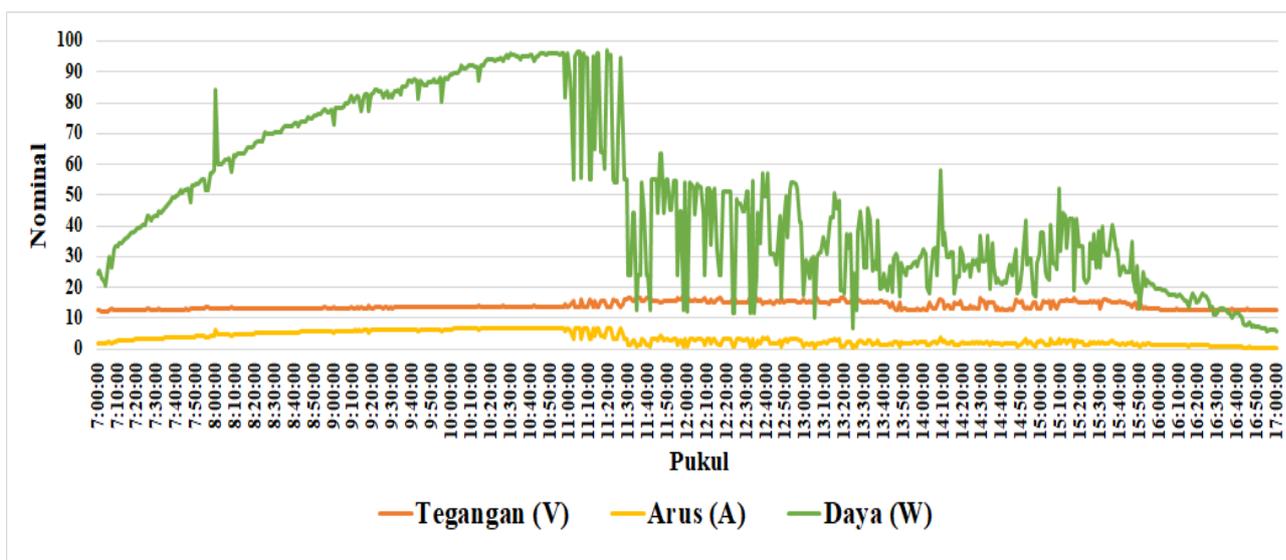
Hasil Rata-Rata Setiap Jam				
Pukul	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya Pengukuran (W)	Daya Perhitungan (W)
07.01.00 – 08.00.00	14,48	1,00	14,30	14,30
08.01.00 – 09.00.00	15,65	2,19	33,70	33,70
09.01.00 – 10.00.00	17,78	2,34	41,23	41,23
10.01.00 – 11.00.00	18,43	2,02	37,81	37,95
11.01.00 – 12.00.00	15,98	1,80	28,29	28,29

12.01.00 – 13.00.00	15,87	2,32	36,30	36,43
13.01.00 – 14.00.00	16,86	2,13	35,16	35,19
14.01.00 – 15.00.00	16,45	1,51	24,22	25,44
15.01.00 – 16.00.00	12,52	0,51	6,54	6,34
16.01.00 – 17.00.00	13,02	0,23	3,1	2,88



Gambar 3. Grafik parameter keluaran panel surya tanggal 9 Maret 2019

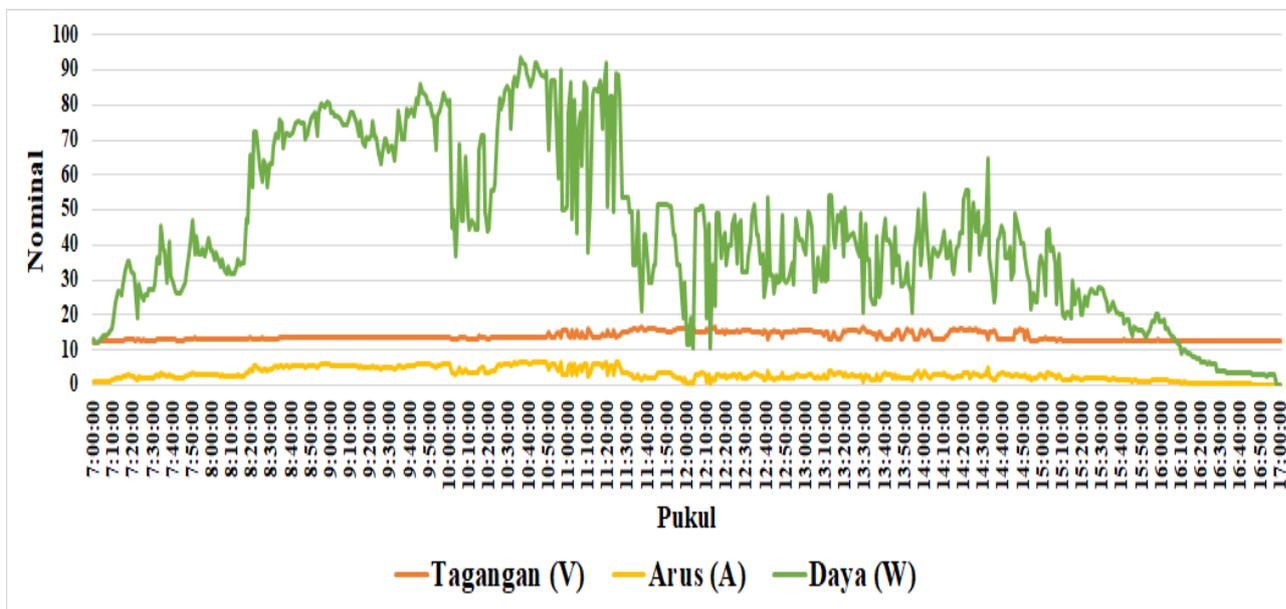
Grafik pada gambar 3 memberikan informasi bahwa pukul 08.00 mengalami peningkatan yang cukup drastis yaitu 33,7 watt, hal ini dikarenakan intensitas cahaya yang meningkat secara cepat dan pada pukul 10.30 mengalami penurunan dikarenakan cuaca berawan sedangkan keluaran panel surya mengalami penurunan drastis pada pukul 14.40 dikarenakan cuaca hujan dan intensitas cahaya rendah. Daya terbesar yang dikeluarkan oleh panel surya adalah 64,2 W pada pukul 10.14 dan terkecil adalah 2W pada pukul 17.00. Rata-rata daya keluaran panel surya hari ini adalah 26,6 W



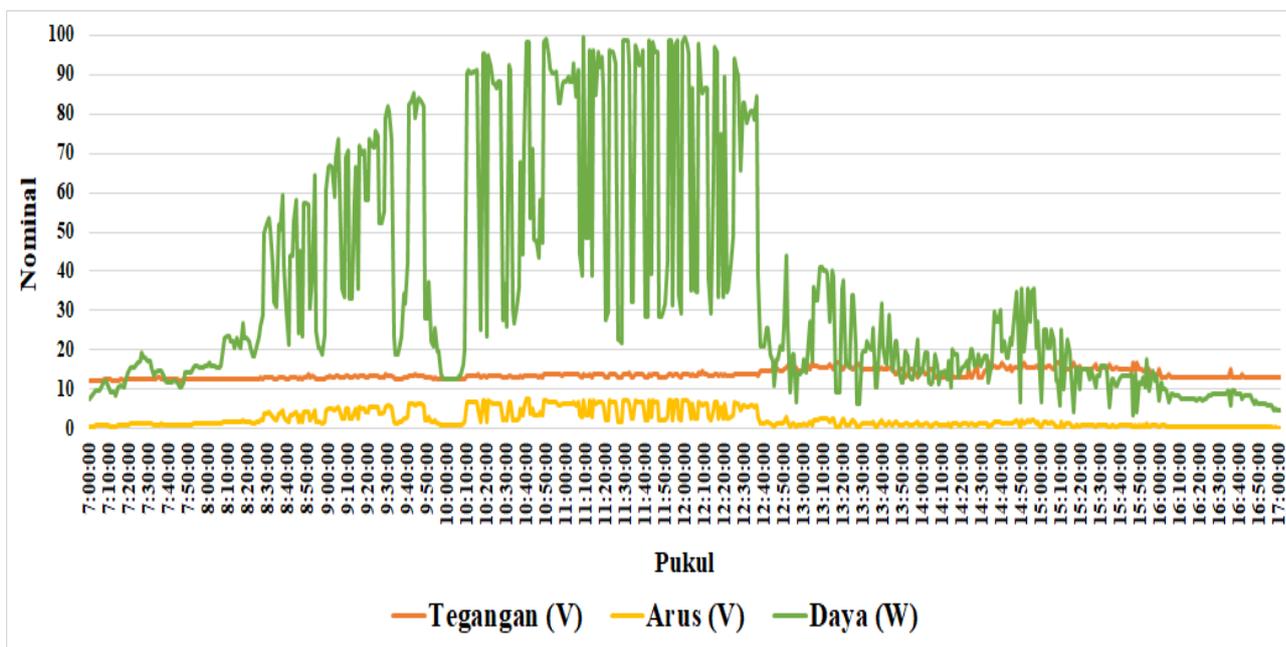
Gambar 4. Grafik Parameter keluaran panel surya tanggal 10 maret 2019

Gambar 4 yang menampilkan grafik pengujian tanggal 10 maret terlihat bahwa daya keluaran panel surya mulai pukul 07.00 sampai pukul 10.50 senantiasa mengalami kenaikan. Akan tetapi daya mengalami penurunan drastis pukul 11.30 karena kondisi di lokasi mengalami hujan dengan intensitas cahaya sedang. Untuk tegangan relatif

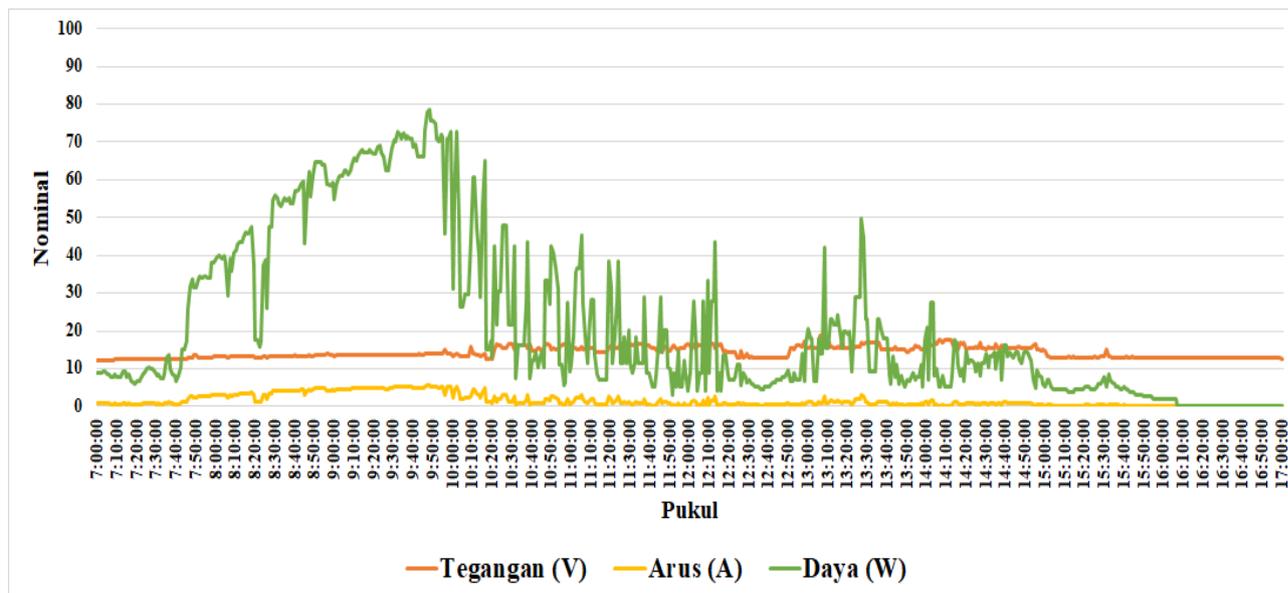
stabil dari 13 V sampai 16 V. Pukul 11.30 sampai pukul 15.50 intensitas cahaya tidak menentu dikarenakan kondisi berawan dan pukul 16.00 sampai pukul 17.00 intensitas cahaya menurun secara signifikan. Panel surya mengeluarkan *output* terbesar 96,6 W pada pukul 11.04 dan terkecil 5,6 W pada pukul 17.00. Tidak selalu intensitas cahaya tinggi mengeluarkan *output* besar dikarenakan banyak kondisi alam yang tidak menentu dan hujan secara tiba-tiba. Ketika sore hari intensitas cahaya rendah akan memberikan *output* daya yang rendah dan stabil. Rata-rata daya yang dikeluarkan hari ini adalah 48,9 W



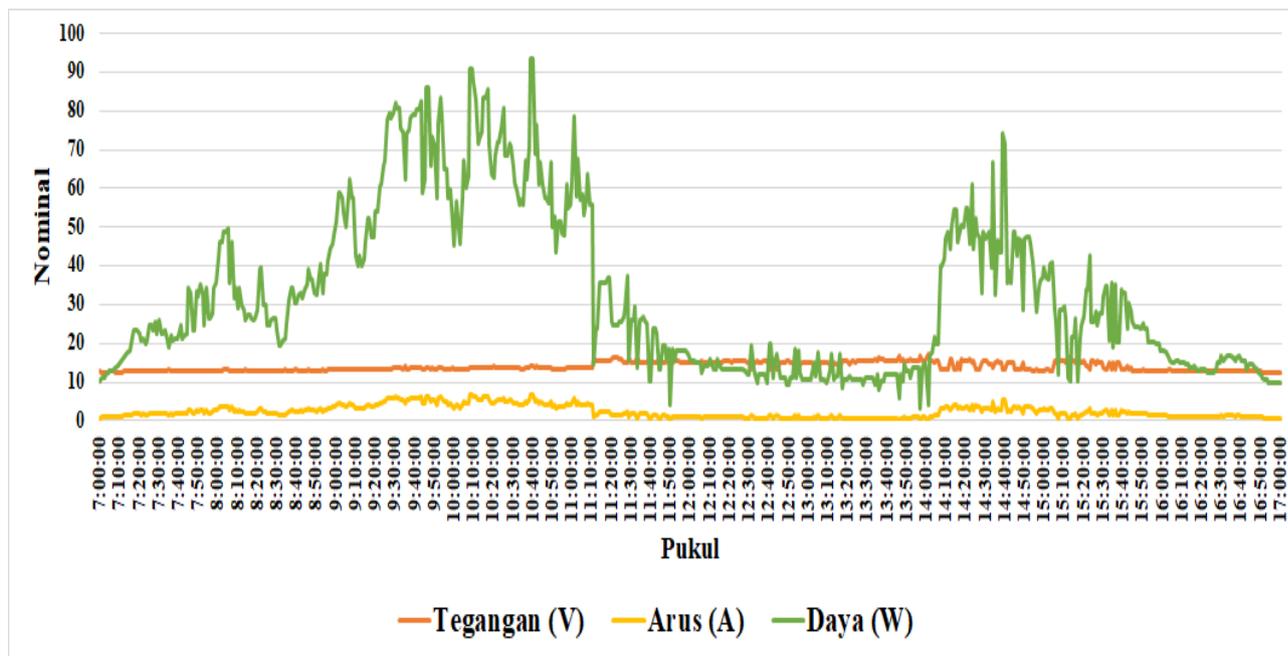
Gambar 5. Grafik parameter keluaran panel surya pada tanggal 11 maret 2019



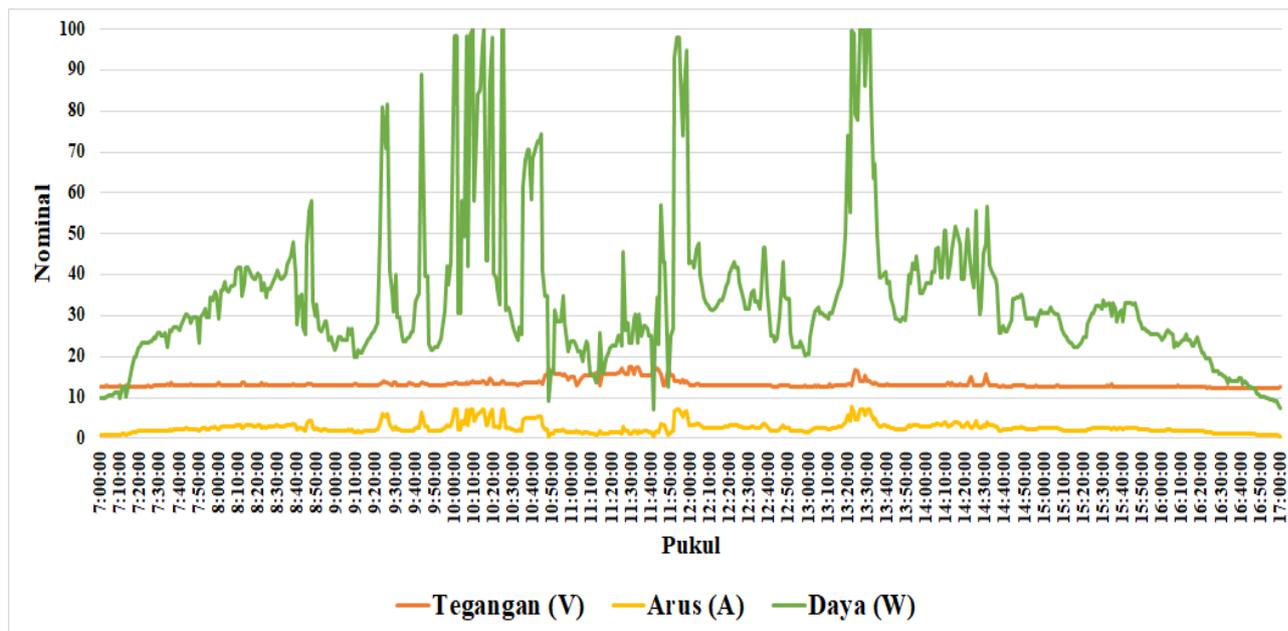
Gambar 6. Grafik parameter keluaran panel surya pada tanggal 12 maret 2019



Gambar 7. Grafik parameter keluaran panel surya pada tanggal 13 maret 2019



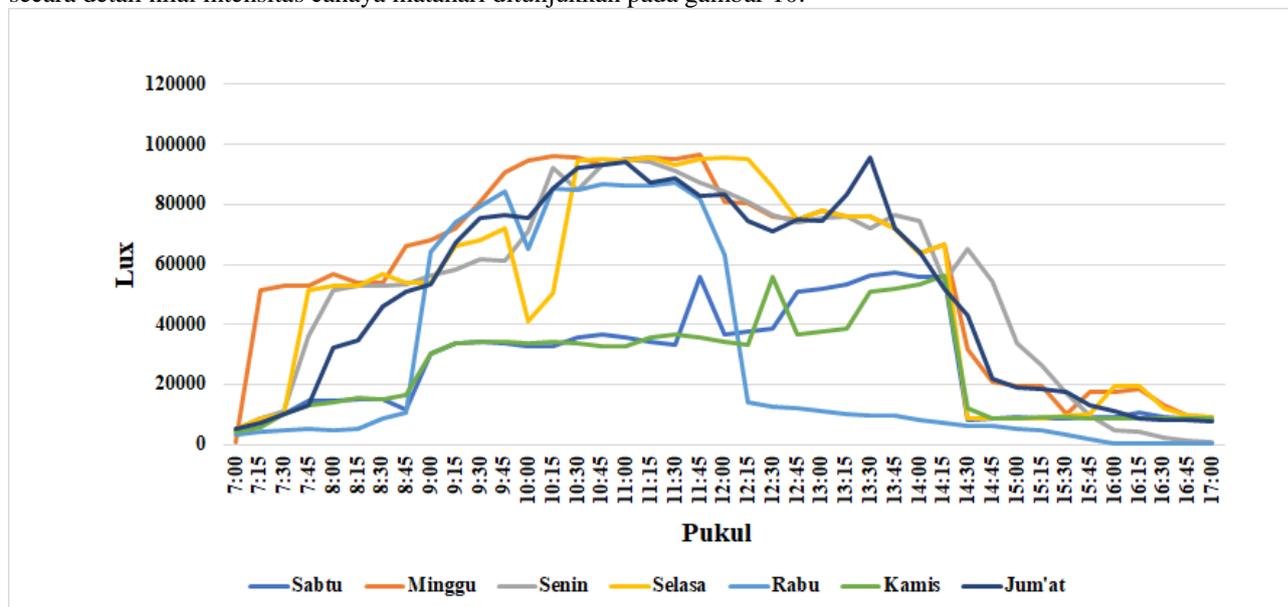
Gambar 8. Grafik parameter keluaran panel surya pada tanggal 14 maret 2019



Gambar 9. Grafik parameter keluaran panel surya pada tanggal 15 maret 2019

Pengujian tanggal 15 Maret yang ditunjukkan pada gambar 9, memberikan informasi bahwa panel surya memiliki beberapa titik penurunan daya yang drastis pada pukul 10.26 yaitu 31,4 W dari pukul 10.25 mengeluarkan daya sebesar 99,9 W. Pada hari ini di Pulau Panjang mengalami intensitas cahaya yang tinggi hingga mendapatkan daya maksimal dari panel surya. Akan tetapi setelah mengeluarkan daya maksimal panel surya mengalami penurunan yang drastis. Penurunan tersebut bisa terjadi karena intensitas cahaya yang berkurang sangat drastis dikarenakan cahaya matahari tertutup oleh awan. Rata-rata keluaran daya panel surya adalah 34,33 W

Data pengukuran intensitas cahaya matahari di lokasi senantiasa berbeda, artinya intensitas senantiasa dinamis, secara detail nilai intensitas cahaya matahari ditunjukkan pada gambar 10.



Gambar 10. Pengukuran intensitas cahaya matahari di Pulau Panjang

Data intensitas cahaya yang ditunjukkan pada gambar 10 terlihat bahwa di Pulau Panjang memiliki nilai intensitas yang berbeda per harinya. Hari Sabtu memiliki intensitas tertinggi 57.200 lux pukul 13.45 dan intensitas cahaya paling rendah adalah 4.650 lux pukul 07.00. Hari Minggu memiliki intensitas cahaya paling tinggi 96.600 lux pada pukul 11.45 dan paling rendah 1.036 lux pukul 07.00. Hari Senin memiliki nilai paling tinggi 95.200 lux pada pukul 11.00 dan paling rendah 850 lux pukul 17.00. Hari Selasa memiliki intensitas paling tinggi 95.500 lux pada pukul 11.15 dan terendah 5.200 lux pukul 07.00. Hari Rabu memiliki intensitas paling tinggi 87.000 pukul 10.45 dan

paling rendah 430 lux pada pukul 17.00. Hari Kamis memiliki intensitas cahaya tertinggi 56.500 lux pukul 14.15 untuk nilai terendah 4.300 lux pukul 07.00. Hari Jumat memiliki intensitas tertinggi 94.300 lux pukul 11.00 dan intensitas terendah 5.240 lux pukul 07.00.

4. Kesimpulan

1. Kenaikan dan penurunan output panel surya dipengaruhi oleh cuaca yang ada di Pulau Panjang.
2. *Output* panel surya 100 WP memiliki daya maksimal 99.9 Watt saat intensitas cahaya sangat tinggi pada tanggal 15 Maret 2019 pada pukul 10.27 dan memiliki daya minimal 0 W pada tanggal 11 Maret pukul 17.00.

Daftar Pustaka

- Anwar. I., Ery,d., Sony, H., (2016). Analisis Desain Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 50 WP. Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Jakarta, Jakarta.
- Apriyanto, F., Kuala, S.I., Rahayuningtyas, A., (2014). Studi Perencanaan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Skala Rumah Sederhana Di Daerah Pedesaan Sebagai Pembangkit Listrik Alternatif Untuk Mendukung Program Ramah Lingkungan Dan Energi Terbarukan, Prosiding SnaPP 2014 Sains, Teknologi, dan Kesehatan, Yogyakarta.
- Eri W, dkk., (2019). Analisis Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Photovoltaic-Wind Turbines di Pantai Sedari Karawang. Jurnal Riset Sains dan Teknologi, Volume 3, No 1 Maret 2019, 41 – 47.
- Halog, A., Indra M., Nepal R., (2019). *Estimating the Impacts of financing Support Policies Towards Photovoltaic Market in Indonesia: A Social Energy Economy Environment Model Simulation*. Ministry of Energy and Mineral Resources, Jakarta.
- Jaka W, dkk., (2018). Diseminasi Teknologi Pembangkit Listrik Tenaga Surya di Kawasan Pulau Cemara sebagai Pulau Mandiri Energi. Seminar Nasional Instrumentasi, Kontrol dan Otomasi.
- Pruit, D., (2001). *The Simulation Of Building Integrated Photovoltaics In Commercial Office Buildings*. Seventh International IBPSA Conference, Rio De Janeiro.
- Retnanestri, M., (2015). *Insights from the Experience with Solar Photovoltaic Systems in Australia and Indonesia*. Sekolah Tinggi Teknologi Nasional, Yogyakarta.