

Analisis Efisiensi Pembangkitan Daya Listrik Modul Surya terhadap Penyinaran Matahari Menggunakan Solar Power Meter

Muhammad Syah Putra, Waluyo

¹Institut Teknologi Nasional Bandung
Email: mspputra03@mhs.itenas.ac.id

Received DD MM YYYY | Revised DD MM YYYY | Accepted DD MM YYYY

ABSTRAK

Setiap pembangkit listrik memiliki tingkat efisiensi yang berbeda. Efisiensi merupakan suatu perbandingan dimana keluaran output yang di hasilkan dari masukan input. Merujuk pada peraturan menteri ESDM dan persyaratan pengadaan barang yang lazim dilakui oleh pemerintah, standar efisiensi yang sering digunakan pada panel surya 200 Wp yang memiliki efisiensi 16% dan panel surya 20 Wp yang memiliki efisiensi minimal 12%. Pada hasil pengambilan data yang telah di lakukan terlihat bahwa maksimal pengukuran solar power meter 1241 (watt/m^2) dan hasil minimum nya 51,1 (watt/m^2) yang di karnakan cuaca yang tidak menentu dan tingkat kecerahan pada matahari terhalang atau tidak nya oleh awan.

Kata kunci : Efisiensi, Energi Matahari, pembangkit listrik, Panel Surya, Pembangkit Listrik Tenaga Surya

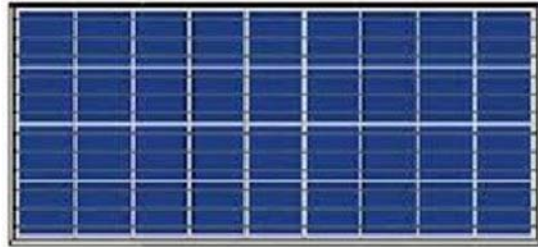
ABSTRACT

Every power plant has a different level of efficiency. Efficiency is a comparison where the outputis generated from the input. Referring to the regulation of the Minister of Energy and Mineral Resources and the requirements for procurement of goods commonly recognized by the government, the efficiency standards that are often used are 200 Wp solar panels which have 16% efficiency and 20 Wp solar panels which have an efficiency of at least 12%. In the results of data collection that has been done, it can be seen that the maximum measurement of the solar power meter is 1241 (watts / m^2) and the minimum result is 51.1 (watts / m^2) which is due to erratic weather and the brightness level of the sun is blocked or not by cloud.

Keywords :Efficiency,Power Plants, Solar Panels, Solar Energy and Solar Power Generation

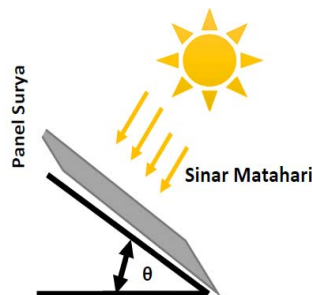
1. PENDAHULUAN

Energi baru dan terbarukan mempunyai peran yang sangat penting dalam memenuhi kebutuhan energi. Hal ini disebabkan penggunaan bahan bakar untuk pembangkit-pembangkit listrik konvensional dalam jangka waktu yang panjang akan menguras sumber minyak bumi, gas dan batu bara yang semakin menipis dan juga dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan **(Maysha, Trisno, & Hasbullah, 2013)**.



Gambar 1 Profil Panel Surya *Poly-Crystalline* (Mertasana, 2017)

Gambar 1 menunjukkan Poly Crystalline merupakan panel surya yang memiliki susunan Kristal acak karena dipabrikasi dengan proses pengecoran. Tipe ini memerlukan luas permukaan yang lebih besar dibandingkan dengan jenis monokristal untuk menghasilkan daya listrik yang sama. Panel Surya jenis ini memiliki efisiensi lebih rendah dibandingkan tipe monokristal, sehingga memiliki harga yang cenderung lebih rendah **(Purwoto, Jatmiko, Fadilah, & Huda, 2018)**.



Gambar 2 Penempatan Kemiringan Modul Surya (Tamimi, Indrasari, & Iswanto, 2016)

Gambar 2 menunjukkan Jika kita ingin mengarahkan modul surya ke matahari sepanjang waktu maka akan memerlukan *solar tracker*. Akan tetapi, *solar tracker* harganya mahal dan tidak biasa digunakan untuk PLTS *on grid* **(Romansyah, 2017)**.

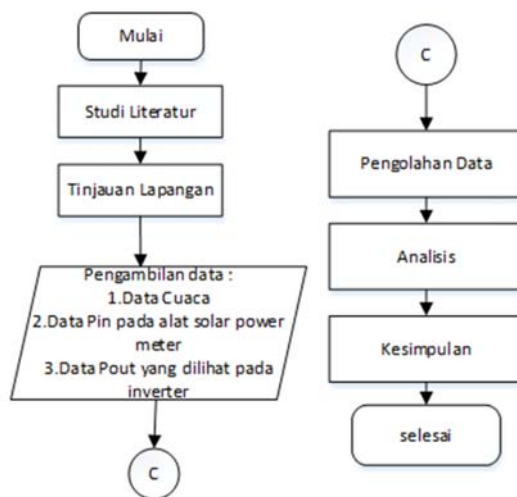


Gambar 3 Alat Solar Power Meter

Gambar 3 menunjukkan Alat pengukur radiasi matahari atau yang di sebut dengan Solar Power meter type SPM-1116SD merupakan suatu alat yang digunakan untuk mengukur Input radiasi yang di pancarkan oleh matahari dari reaksi fusi nuklir yang menciptakan energi elektromagnetik yang di hasilkan Output terhadap Solar Cell.

2. METODOLOGI

Penelitian dilakukan berdasarkan beberapa tahap yang dibuat dalam bentuk langkah-langkah agar prosesnya berjalan secara sistematis yang dinyatakan dalam sebuah diagram *system* alir.



Gambar 4 Metode Penelitian

Gambar 4 menunjukkan proses pengerjaan penelitian mengenai Analisis Efisiensi Pembangkitan Daya Listrik Modul Surya terhadap Penyinaran Matahari Menggunakan *Solar Power Meter*. Penulis melakukan studi literatur, observasi lapangan, pengumpulan data, dan analisis data mengenai solar cell yang digunakan di PLTS Institut Teknologi Nasional.

2.1 Studi Literatur

Studi literatur yaitu langkah pertama yang harus dilakukan sebelum melakukan penelitian. Dalam penelitian ini dikumpulkan beberapa referensi-panel surya dan solar power meter, serta beberapa jurnal dan karya ilmiah yang serupa dengan topik yang penulis bahas untuk mendukung penyusunan laporan.

2.2 Tinjauan Lapangan

Tinjauan ini dilakukan secara langsung, yakni meninjau lokasi penelitian yang berada di dalam kampus Itenas Bandung. Lingkup pengamatan yang dilakukan adalah:

1. Pengamatan energi matahari menggunakan alat ukur.
2. Pengamatan keadaan cuaca di sekitar kampus Itenas.

Setelah melakukan tinjauan lapangan, diputuskan untuk pengambilan data.

2.3 Pengumpulan Data

Data yang diambil pada penelitian ini adalah:

1. Data cuaca :
Data cuaca ini merupakan pengamatan pada saat pengambilan data dimana memastikan pada hari itu cuaca tidak hujan dan mendukung untuk melakukan pengambilan data.
2. Data P_{in} :
Data ini merupakan intensitas dari cahaya matahari.
3. Data P_{out} :
 P_{out} merupakan daya yang dihasil olehsel surya yang dialirkan pada inverter yang menghasilkan AC output total.



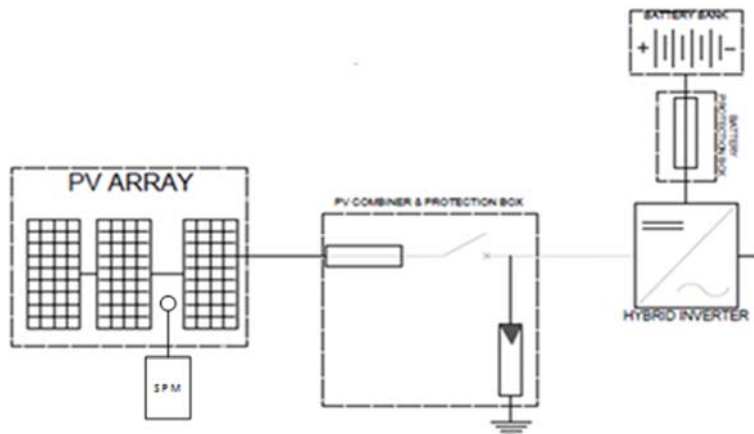
Gambar 5 Data Input

Pada gambar 5 dijelaskan sistem kerja pada panel surya pada saat pengambilan data dimana P_{in} merupakan intensitas dari cahaya matahari yang di proses oleh panel surya menghasilkan P_{out} dimana efisieisnsi ini di pengaruhi oleh faktor cuaca dan lingkungan di sekitaran Pembangkit Listrik Tenaga Surya.

2.4 Metode Pengambilan Data

Metode pengambilan data yang dilakukan pada penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap,yaitu :

1. Kalibrasi solar power meter ini bertujuan untuk mendapatkan hasil data yang maksimal dan akurat.
2. Setelah melakukan kalibrasi, solar power meter di letakan pada tempat yang aman dan solar sensor di letakan di atas panel surya agar mendapatkan input cahaya matahari yang sama dengan PV.



Gambar 6 Single Line Diagram Pengukuran

Gambar 6 menunjukkan single line diagram dimana sensor solar power meter diletakan diatas PV sehingga mendapatkan input yang sama dengan PV. Proses pengukuran dilakukan secara manual

3. Pada proses pengambilan data, Solar Power Meter di atur agar melakukan sampling data setiap 2 detik yang mana hasil pengukurannya disimpan dalam format file excel.
4. Pengambilan data cuaca di sekitar institut teknologi nasional, data-data yang diambil berupa:

Daya yang masuk ketika cuaca sedang cerah 50%

Daya yang masuk ketika cuaca sedang berawan 50%

5. Selanjutnya data Pout inverter dengan cara membuka hasil pengambilan data dari websit cloud, karna iverter sudah terintegrasi dengan IOT.

3. ISI

Berikut ini adalah spesifikasi panel surya yang digunakan pada penelitian

Tabel 1 Spesifikasi Panel Surya

Maximum Power (W)	: 150 W
Optimum Power Voltage (Vmp)	: 18,61 V
Optium Operating Current (Imp)	: 8,06 A
Open Circuit Voltage (Voc)	: 22,19 V
Short Circuit Current (Isc)	: 8,62 A
Cell Efficiency	: 17,46 %
Module Efficiency	: 15,12 %
Tolerance Wattage	: 0~+3 %

NOCT	: 47°C +/-2°C
------	---------------

3.1 Tabel Data Pengamatan

Dibawah ini merupakan data hasil pengukuran selama 17 hari. Pengambilan data dilakukansetiap 1 jam dimulaidari jam 8:00 WIB sampaidengan jam 16:00 WIB. Data P_{in} diambil menggunakan solar power meter, sedangkan data P_{out} diukur darikeluaran panel PV. Berikut hasil pengambilan data :

Tabel 2 Data Pengamatan Tanggal 09/12/2019

Date	Time	P_{in} (watt/m ²)	Pout
09/12/2019	8:00	345,3	1010
09/12/2019	9:00	872,9	2250
09/12/2019	10:00	808,7	2460
09/12/2019	11:00	823	2340
09/12/2019	12:00	711	2040
09/12/2019	13:00	614,8	1820
09/12/2019	14:00	490,6	1390
09/12/2019	15:00	200,9	580
09/12/2019	16:00	136	380

Tabel 1 merupakan data hasil pengukuran pada tanggal 09 Desember 2019, yang dimulai pada pukul 08:00 s/d 16:00. Dapat terlihat pada pukul 08:00 intensitas cahaya matahari belum begitu cerah. sehingga daya Pout yang dihasilkan belum mencapai titik puncak. Pada pukul 09:00, 10:00 dan 11:00 intensitas cahaya matahari sedangkan pada pukul 15:00 dan 16:00 terjadi penurunan intensitas cahaya matahari mulai menurun.

Tabel 3 Data Pengamatan Tanggal 11/12/2019

date	Time	P_{in} (watt/m ²)	P_{out}
11/12/2019	8:00	-	-
11/12/2019	9:00	749	1980
11/12/2019	10:00	943,4	2540
11/12/2019	11:00	1044	2870
11/12/2019	12:00	1030	2880
11/12/2019	13:00	1037	2880
11/12/2019	14:00	291,3	880
11/12/2019	15:00	-	-
11/12/2019	16:00	-	-

Tabel 2 merupakan data hasil pengukuran pada tanggal 11 Desember 2019, yang dimulai pada pukul 08:00 s/d 16:00. Dapat terlihat bahwa pada pukul 08:00, 15:00, dan 16:00 data P_{in} tidak ada, dikarenakan pada jam tersebut cuaca hujan sehingga tidak memungkinkan untuk melakukan pengukuran. Hal tersebut dikarenakan keterbatasan alat solar power meter yang tidak tahan air.

4. Hasil Data

Sebelum melakukan pengolahan data dilakukan pengukuran terhadap panel surya, dimana terlebih dahulu mengukur luas panel surya :

$$Luas = panjang \times lebar$$

$$Luas = 1,485 \times 0,668 = 0,99 m^2$$

$$0,99198 \times 22 \text{ (jumlah panel)} = 21,82 m^2$$

Setelah melakukan pengukuran terhadap luas panel surya dan keseluruhan panel surya, untuk menentukan P_{in} (watt) pada solar power meter terlebih dahulu merubah satuan dari watt/m² sebagai berikut :

$$P_{in} = G \times A$$

$$P_{in} = 345,3 \times 21,82356 = 7535,67 \text{ watt}$$

Untuk mendapatkan efisiensi terhadap PLTS, dilakukan pengolahan data P_{in} sebagai berikut :

$$Efisiensi = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$

$$Efisiensi = \frac{1030}{7535,675268} \times 100\% = 13,66 \%$$

Tabel 4 Data Hasil Perhitungan 09/12/2019

date (Tanggal)	time (waktu)	luas 22 panel	Pin (watt/m2)	Pin (watt)	Pout (watt)	efisiensi (%)
09/12/2019	8:00	21,82356	345,3	7535,675268	1030	13,67
09/12/2019	9:00	21,82356	872,9	19049,78552	2510	13,18
09/12/2019	10:00	21,82356	808,7	17648,71297	2510	14,22
09/12/2019	11:00	21,82356	823	17960,78988	2390	13,31
09/12/2019	12:00	21,82356	711	15516,55116	2100	13,53
09/12/2019	13:00	21,82356	614,8	13417,12469	1860	13,86
09/12/2019	14:00	21,82356	490,6	10706,63854	1420	13,26
09/12/2019	15:00	21,82356	200,9	4384,353204	590	13,46
09/12/2019	16:00	21,82356	136	2968,00416	390	13,14

Tabel 3 merupakan data yang diambil pada tanggal 09 Desember 2019 yang dimulai pada pukul 08:00 s/d 16:00. Data tersebut sudah dihitung, dimana hasil dari P_{in} (watt/m²) x luas 22 panel dengan hasil P_{in} (watt) dan hasil efisiensi sudah didapat.

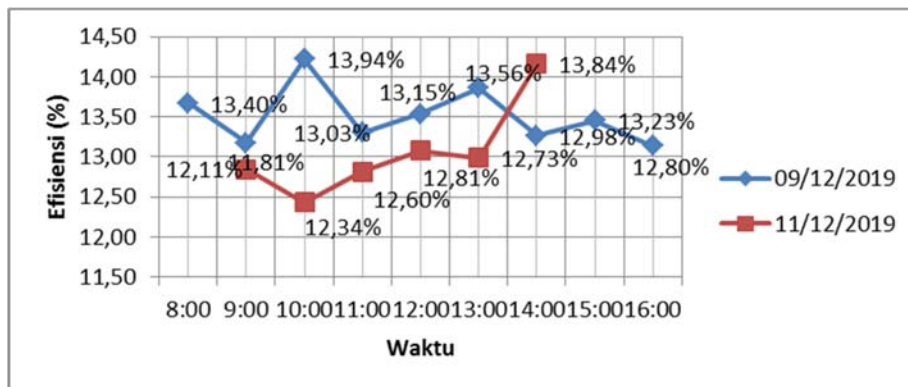
Tabel 5 Data Hasil Perhitungan 11/12/2019

date (Tanggal)	time	luas 22 panel	Pin (watt/m2)	Pin (watt)	Pout	efisiensi (%)
11/12/2019	8:00	21,82356	0	0	1390	-
11/12/2019	9:00	21,82356	749	16345,84644	2100	12,85
11/12/2019	10:00	21,82356	943,4	20588,3465	2560	12,43
11/12/2019	11:00	21,82356	1044	22783,79664	2920	12,82
11/12/2019	12:00	21,82356	1030	22478,2668	2940	13,08
11/12/2019	13:00	21,82356	1037	22631,03172	2940	12,99
11/12/2019	14:00	21,82356	291,3	6357,203028	900	14,16
11/12/2019	15:00	21,82356	0	0	400	-
11/12/2019	16:00	21,82356	0	0	220	-

Tabel 4 merupakan data hasil perhitungan pada tanggal 11 Desember 2019 yang dimulai pada pukul 08:00 s/d 16:00, dimana hasil dari P_{in} (watt/m²) x luas 22 panel dengan hasil P_{in} (watt) dan hasil efisiensi sudah didapat. dapat terlihat pada tabel bahwa pada pukul 08:00, 15:00, dan 16:00 data P_{in} tidak ada, dikarenakan pada jam tersebut cuaca hujan sehingga tidak memungkinkan untuk melakukan pengukuran. hal tersebut dikarenakan keterbatasan alat solar power meter yang tidak tahan air.

4.1 Grafik

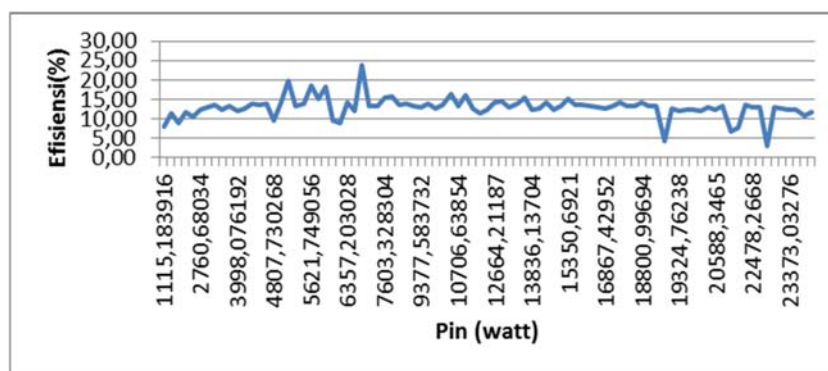
1. Waktu Terhadap Efisiensi



Gambar 7 Grafik waktu Terhadap Efisiensi

Gambar 9 menunjukkan efisiensi terhadap waktu pada panel surya yang diambil dari data hari ke 1 (warnabiru) dan hari ke 2 (warnacoklat). Dari grafik tersebut dapat terlihat bahwa efisiensi tidak menentu di setiap jam-nya. Hal tersebut dikarenakan faktor tempat, dimana 22 panel yang dipakai dikelilingi oleh atap bangunan sehingga berdasarkan tataletak dan arah gerak matahari. Pada saat pagi dan sore salah satu ujung solar cell tidak mendapatkan sinar matahari. Selain itu faktor cuaca menentukan intensitas cahaya matahari yang diterima seperti awan yang menghalangi sinar matahari pada beberapa atau seluruh bagian panel surya.

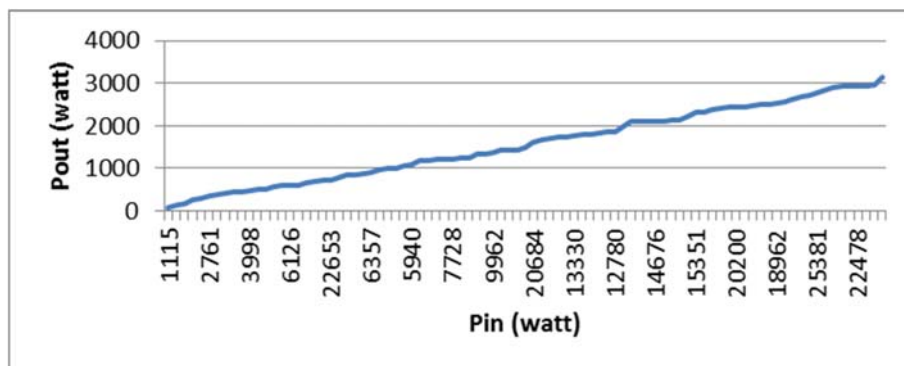
2. P_{in} Terhadap Efisiensi



Gambar 8 Grafik Pin Terhadap Efisiensi

Gambar 10 menunjukkan grafik P_{in} terhadap efisiensi. pada grafik ini mengambil semua data selama 17 hari diurutkan dari yang terkecil sampai yang terbesar. terlihat bahwa efisiensi tidak menentu ketika terjadi kenaikan atau penurunan P_{in} . hal ini dapat diartikan bahwa efisiensi tidak dipengaruhi oleh besar atau kecilnya P_{in} , melainkan dipengaruhi oleh faktor lain seperti tata letak PV yang dikelilingi oleh atap bangunan dan kemiringan PV yang tidak mengikuti arah gerak matahari.

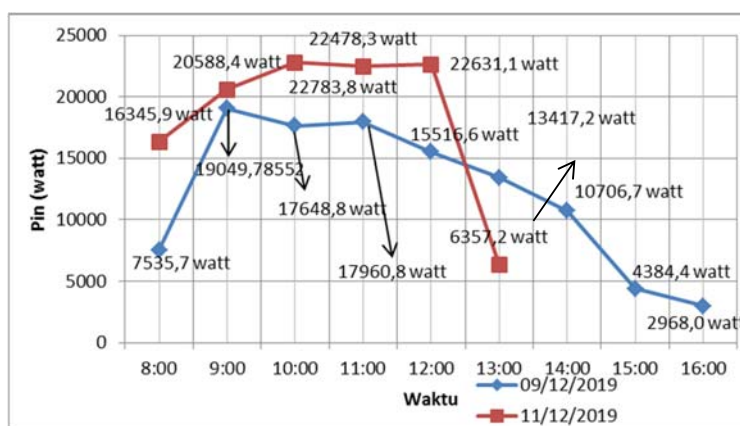
3. P_{in} Terhadap P_{out}



Gambar 9 Pin terhadap Pout

Gambar 11 menunjukkan hubungan nilai P_{in} terhadap P_{out} . Grafik ini menampilkan semua data selama 17 hari yang diurutkan dari data terkecil sampai yang data terbesar. Pada grafik dapat terlihat bahwa perubahan P_{in} terhadap P_{out} berbanding lurus walaupun terdapat beberapa titik yang naik atau turun namun sedikit. Hal ini menunjukkan bahwa daya P_{out} keluar dari PV lebih kecil dibanding intensitas cahaya matahari P_{in} karena efek dari efisiensi panel.

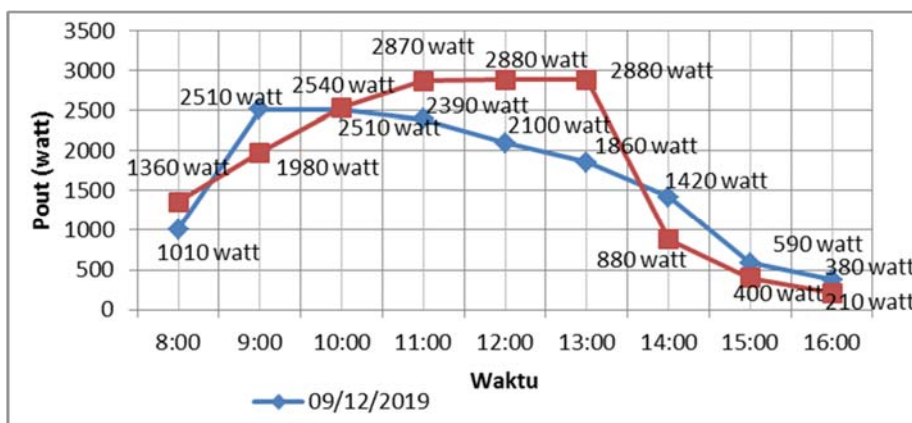
4. Waktu Terhadap P_{in}



Gambar 10 Waktu Terhadap Pin 09/12/2019 & 11/12/2019

Gambar 12 menunjukkan grafik waktu terhadap P_{in} pada panel surya yang diambil dari data hari ke 1 (warnabiru) dan hari ke 2 (warnacoklat). Dari grafik tersebut dapat terlihat bahwa P_{in} cenderung mulai naik pada pukul 08:00 s/d 11:00 dan mulai menurun pada pukul 12:00 s/d 16:00. Hal tersebut dikarenakan pada saat pagi hari menuju siang hari cahaya matahari mulai terik, sedang kan pada siang sampai sore hari terik matahari cenderung menurun. Selain itu terdapat faktor lain yang mempengaruhi besar P_{in} seperti cuaca mendung/berawan, hal tersebut dapat dilihat pada grafik pada tanggal 11 pukul 09:00 dimana P_{in} nya tidak sebesar pada tanggal 09 di jam yang sama.

5. Waktu Terhadap Pout



Gambar 11 Waktu Terhadap Pout 09/12/2019& 11/12/2019

Gambar 13 menunjukkan grafik waktu terhadap Pout pada panel surya yang diambil dari data hari ke 1 (warna biru) dan hari ke 2 (warna coklat). Karena perubahan nilai Pout berbanding lurus terhadap P_{in} , maka karakteristik perubahan Pout juga serupa dengan perubahan P_{in} terhadap waktu. Dimana Pout cenderung mulai naik pada pukul 08:00 s/d 11:00 dan mulai menurun pada pukul 12:00 s/d 16:00.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengambilan data yang dilakukan pada penelitian tentang efisiensi pada panel surya ini, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut : Dari hasil penelitian yang didapatkan, maka diperoleh efisiensi kinerja panel surya berdasarkan intensitas daya yang diberikan matahari dan mengetahui intensitas cahaya matahari yang masuk pada setiap waktunya. Dari hasil pengukuran maka di ketahui efisiensi rata-rata yang didapat pada saat melakukan pengukuran adalah 14,88%, berbeda 0,24% dari spesifikasi PV. Energi yang diterima oleh panel surya cenderung mulai naik pada pukul 08:00 s/d 11:00 dan mulai menurun pada pukul 12:00 s/d 16:00. oleh faktor lain seperti tata letak PV yang dikelilingi oleh atap bangunan dan kemiringan PV yang tidak mengikuti arah gerak matahari.

DAFTAR PUSTAKA

- Maysha, I., Trisno, B., & Hasbullah. (2013). Pemanfaatan Tenaga Surya Menggunakan Rancangan Panel Surya Berbasis Transistor 2N3055 dan Thermoelectric Cooler. *Jurnal Electrtrans*
- Mertasana, P. A. (2017). *Pengaruh Kebersihan Modul SURya Terhadap Daya Output Yang Di hasilkan Pada PLTS Kayubihl Kabupaten Bangli*. Bali : Universitas Udayana.
- Purwoto, B. H., Jatmiko, Fadilah, M.A., & Huda, I. F. (2018). Efisiensi Penggunaan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Alternatif. *Jurnal Emitor*.
- Romansyah, A. (2017). *Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Sebagai Energi Penggerak Pompa Minyak Pada Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum*. Pekanbaru : Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim.
- Tamimi, S., Indrasari, W., & Iswanto, B. (2016). Optimasi Sudut Kemiringan Panel SURya Pada Prototipe Sistem Penjejak Matahari Aktif. *Prosiding Seminar Nasional Fisika*.