



# Analisa Intensitas Cahaya Matahari Terhadap Daya Keluar Dan Efisiensi Pada Panel Surya

Jatmiko Edi Siswanto<sup>a,\*</sup>, Erna Rahayu<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Program Studi Teknik Mesin, STITEKNAS Jambi, Jl. Lintas Sumatra, Mendalo Darat, Kota Jambi, Jambi 36361

<sup>b</sup> Program Studi Teknik Industri STITEKNAS Jambi, Jl. Lintas Sumatra, Mendalo Darat, Kota Jambi, Jambi 36361

## INFO ARTIKEL

### Riwayat Artikel:

Diterima: 14 Desember 2024

Diterima setelah direvisi: 20 Desember 2024

Disetujui: 20 Desember 2024

**Abstract-** This analysis discusses the effect of sunlight intensity on the power released by polycrystalline silicone type solar panels. The test was carried out from morning to evening and obtained the highest intensity results of 1142.8 Watt/m<sup>2</sup> with a current of 7.38 A and a voltage of 21 V. And the lowest solar intensity was 288.1 Watt/m<sup>2</sup> with a current of 1.42 A and a voltage 20.4V, Light Intensity the largest value is 1143 W/m<sup>2</sup> at 12.00 pm and the smallest value is 288 W/m<sup>2</sup> with an average of 717 w/m<sup>2</sup>, the largest input power at 12.00 is 789 Watt and the largest output power is 98 Watt, the average input power is 495 Watt and the average is 58 Watts for output power and the greatest efficiency at 13.00 is 12.5% and the highest efficiency the smallest was 9.8% at 08.00 with average efficiency 11.2 %.

### Kata kunci:

Panel surya,  
Intesitas,  
Daya  
Efisiensi

**Intisari-** Analisis ini membahas tentang pengaruh intensitas cahaya matahari terhadap daya yang dikeluarkan oleh panel surya tipe polycrystalline silicone. Pengujian dilaksanakan pada pagi hingga sore hari dan mendapatkan hasil intensitas tertinggi 1142,8 Watt/m<sup>2</sup> dengan arus 7,38 A dan tegangan sebesar 21 V. Dan intensitas matahari terendah berada diangka 288,1 Watt/m<sup>2</sup> dengan arus 1,42 A dan tegangannya 20,4V, Intensitas Cahaya nilai terbesar 1143 W/m<sup>2</sup> pada pukul 12,00 dan nilai terkecil 288 W/m<sup>2</sup> dengan rata rata sebesar 717 w/m<sup>2</sup>, Daya input terbesar pada pukul 12.00 sebesar 789 Watt dan daya output terbesar 98 Watt, daya input rata rata sebesar 495 Watt dan rata rata sebesar 58 Watt untuk daya output dan Efisiensi terbesar pada pukul 13.00 sebesar 12,5% dan Efisiensi terkecil 9,8 % pada pukul 08.00 .dengan rata rata efisiensi 11,2 %.

## 1. Pendahuluan

Kebutuhan energi di Indonesia sebagian besar masih mengandalkan bahan bakar fosil sebagai sumber utama kebutuhan energi, Terutama Batu Bara. Penggunaan energi yang berlebihan ini bisa menimbulkan emisi karbon yang mencemari udara, kerusakan hutan dan juga kemacetan lalu lintas akibat aktifitas tambang. Untuk mengurangi dampak tersebut yang disebabkan oleh penggunaan penggunaan energi listrik yang berlebihan tersebut maka diperlukanlah sumber energi yang baru, atau lebih dikenal dengan istilah Energi Terbarukan. Salah satu dari sumber Energi Terbarukan ini ialah Pembangkit listrik Tenaga Surya (PLTS). Salah satu pemanfaatan dari PLTS ini ialah sebagai sumber

penerangan, yang mana dapat diaplikasikan di berbagai tempat baik itu jalan umum, lampu taman, area kampus, dan lain sebagainya.

### 1.1 Energi Listrik

Energi Listrik merupakan energi yang berkaitan dengan perhitungan arus elektron yang dinyatakan dalam satuan Watt-jam atau KiloWatt-Jam. Perpindahan energi listrik terjadi dalam bentuk aliran elektron melalui konduktor jenis tertentu. Energi listrik dapat disimpan sebagai energi medan elektrostatik melalui medan listrik yang dihasilkan oleh terkumpulnya muatan elektron pada pelat-pelat kapasitor. Total energi medan listrik ditambah dengan energi medan elektromagnetik, sama dengan energi yang berkaitan dengan medan magnet yang timbul akibat aliran elektron melalui kumparan induksi [1]

\* Corresponding Author:

E-mail: [jatmikoedis@gmail.com](mailto:jatmikoedis@gmail.com) (Jatmiko Edi Siswanto)

### 1.2 Arus dan Tegangan

Adalah partikel terkecil penyusun materi atom terdiri dari partikel-partikel sub-atom yang tersusun atas elektron, proton, dan neutron dalam berbagai gabungan. Elektron adalah muatan listrik negatif (-) yang paling mendasar. Elektron dalam cangkang terluar suatu atom disebut elektron valensi. Apabila energi *eksternal* seperti energi kalor, cahaya, atau listrik diberikan pada materi, elektron valensinya akan memperoleh energi dan dapat berpindah ke tingkat energi yang lebih tinggi. Jika energi yang akan diberikan telah cukup, Sebagian dari elektron-elektron valensi terluar tadi akan meninggalkan atomnya dan statusnya akan berubah menjadi elektron bebas. Gerakan elektron-elektron bebas inilah yang akan menjadi arus listrik dalam konduktor logam. Gerak atau aliran elektron disebut arus ( $I$ ), dengan satuan ampere. Sebagian atom kehilangan elektron dan sebagian atom lainnya memperoleh elektron. Keadaan ini akan memungkinkan terjadinya perpindahan elektron dari satu objek ke objek lain. Apabila perpindahan ini terjadi, distribusi muatan positif dan negatif dalam setiap objek tidak sama lagi. Objek dengan jumlah elektron yang berlebih akan memiliki polaritas listrik negatif (-). Objek yang kekurangan elektron akan memiliki polaritas listrik positif (+). Besaran muatan listrik ditentukan oleh jumlah elektron dibandingkan dengan jumlah proton dalam suatu objek. Simbol untuk besaran muatan elektron ialah  $Q$  dan satuannya adalah coulomb. Besarnya muatan  $1\text{ C} = 6,25 \times 10^{18}$  elektron. Kemampuan muatan listrik untuk mengerahkan suatu gaya dimungkinkan oleh keberadaan medan elektrostatik yang mengelilingi objek yang bermuatan tersebut. Suatu muatan listrik memiliki kemampuan untuk melakukan kerja akibat tarikan atau tolakan yang disebabkan oleh gaya medan elektrostatiknya. Kemampuan melakukan kerja ini disebut potensial. Apabila satu muatan berbeda dari muatan lainnya, di antara kedua muatan ini pasti terdapat beda potensial. Satuan dasar beda potensial adalah volt (V). karena satuan inilah beda potensial V sering disebut sebagai voltage atau tegangan [1].

Peredaran arus listrik dari sumber listrik dibedakan menjadi 2 macam, yakni arus searah (*Direct Current*) dan arus bolak-balik (*Alternating Current*). Arus searah adalah arus listrik yang nilainya tidak berubah yaitu positif atau hanya negatif saja, serta mempunyai nilai tetap atau konstan terhadap satuan waktu. Arus bolak-balik adalah arus listrik yang memiliki arah arus yang berubah-ubah dengan bolak-balik. Sifat arus listrik bolak-balik berbentuk gelombang sinusoidal sebagai akibatnya memungkinkan pengaliran energy secara efisien.

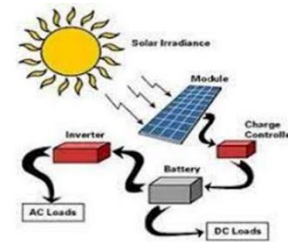
### 1.3 Radiasi Matahari

Radiasi matahari adalah suatu proses perpindahan panas yang terjadi pada permukaan benda ke permukaan yang lain tanpa melalui perantara, perpindahan panas terjadi dengan gelombang eletromagnetik dan dapat menempati ruangan hampa (*vakum*). Lama penyinaran matahari (*sunshine duration*) adalah lamanya matahari bersinar sampai permukaan bumi dalam periode satu hari yang diukur dalam jam [2].

### 1.4 Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Listrik Tenaga Surya (PLTS) merupakan teknologi pembangkit listrik yang mengkonversi energi foton dari Matahari menjadi energi listrik. PLTS menggunakan prinsip kerja sel fotovoltaik, yaitu lapisan tipis dari bahan semikonduktor yang jika bahan tersebut mendapat energi foton akan mengeksitasi elektron dan pada akhirnya akan mengeluarkan tegangan listrik arus searah. Konsep kerja PLTS terlihat pada gambar.1,

Untuk intensitas energi yang ada dalam sinar matahari yang mencapai permukaan bumi besarnya sekitar 1000 Watt. Akan tetapi perlu diketahui bahwa daya guna konversi energi radiasi menjadi energi listrik akibat efek fotovoltaik baru mencapai 25%, sehingga produksi listrik maksimal yang dihasilkan sel surya baru mencapai 250 Watt per m<sup>2</sup> [3].



Gambar 1. Konsep Kerja PLTS Secara Umum [4]

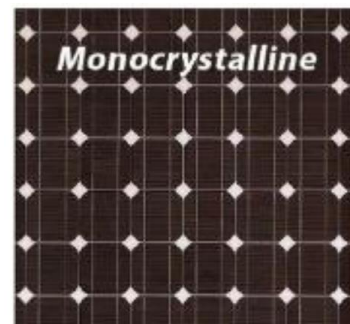
### 1.5 Bagian bagian Pembangkit Listrik Tenaga Surya

#### a. Panel Surya

Panel surya adalah alat utama yang berfungsi sebagai penangkap, pengubah, dan penghasil listrik. Ukuran dari alat ini hanya sekitar 5 X 5 atau 10 X 10 cm persegi namun memiliki kemampuan mengubah atau menghasilkan daya sebesar 1 - 2 Watt. Alat ini dirangkai menjadi beberapa susunan sel surya - disebut sebagai panel surya - sesuai besar daya yang diinginkan. Alat ini menghasilkan energi listrik DC [5].

Sel Surya diproduksi dari bahan semikonduktor yaitu silikon berperan sebagai isolator pada temperatur rendah dan sebagai konduktor bila ada energi dan panas. Secara sederhana prinsip kerja dari sistem panel surya yaitu ketika cahaya matahari mengenai panel surya, maka elektron valensi pada material sel surya akan mengalami pergerakan dari N ke P, sehingga pada kutub terminal output dari panel surya akan menghasilkan aliran energi listrik. Besarnya energi listrik ini tergantung pada jumlah sel surya yang dikombinasikan didalam panel surya dan banyaknya cahaya intensitas radiasi matahari yang mengenai panel surya tersebut [6].

Panel Monokristalin adalah panel surya yang paling efisien, yaitu menghasilkan daya listrik persatuan luas yang paling tinggi. Memiliki efisiensi sampai dengan 15%. Bentuk dari panel ini terlihat pada gambar2. dibawah, Kelemahan dari panel jenis ini adalah tidak akan berfungsi di tempat yang cahaya matahari kurang (teduh), kestabilannya akan turun drastis dalam cuaca berawan [7].



Gambar 2. Panel Surya Jenis Monokristalin

#### b. Baterai

Baterai pada PLTS berfungsi untuk menyimpan arus listrik yang dihasilkan oleh panel surya sebelum dimanfaatkan untuk mengoperasikan beban. Beban dapat berupa lampu *refrigerator* atau peralatan elektronik dan peralatan lainnya yang membutuhkan listrik DC.

*Accumulator* atau yang akrab disebut *accu/aki* adalah salah satu komponen penting pada kendaraan bermotor. Selain berfungsi untuk menggerakkan motor starter, aki juga berperan sebagai penyimpan listrik dan sekaligus sebagai penstabil tegangan dan arus listrik kendaraan [8].

Menurut Syam Hardi akumulator ini berasal dari bahasa asing yaitu: *accu (mulator) = baterai* (Belanda), *accumulator = storage battery* (Inggris), *akkumulator = bleibatterie* (Jerman). Pada umumnya semua bahasa itu mempunyai satu arti yang dituju, yaitu “*accumulate*” atau *accumuleren*. Ini semua berarti menim-bun, mengumpulkan atau menyimpan. Saat pengisian tenaga listrik dari luar diubah menjadi tenaga listrik didalam akumulator dan disimpan didalamnya. Sedangkan saat pengosongan, tenaga didalam akumulator diubah lagi menjadi tenaga listrik yang digunakan untuk mencatu energi dari suatu peralatan listrik.

Terdapat banyak teknologi baterai yang tersedia untuk sistem PLTS seperti lead-acid, lithium ion, Zinc air, Nickel cadmium dan jenis lainnya. Baterai lead-acid adalah jenis baterai yang paling banyak digunakan dalam sistem PLTS karena tahan untuk pemakaian yg lama, lebih aman, mudah digunakan dan biaya yang relatif rendah per siklusnya. Baterai untuk pemakaian PLTS lazim dikenal dan menggunakan deep cycle lead acid, artinya muatan baterai jenis ini dapat dikeluarkan secara terus menerus secara maksimal mencapai kapasitas nominal [9].

#### c. Solar charger controller

*Solar Charge controller* berfungsi meng-atur lalu lintas listrik dari modul surya ke baterai. Alat ini juga memiliki banyak fungsi yang pada dasarnya ditujukan untuk melindungi baterai. Pengisi baterai atau charge controller adalah peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah DC yang diisi ke baterai dan diambil dari baterai ke beban. *Charge controller* mengatur overcharging (kelebihan pengisian karena baterai sudah penuh) dan kelebihan tegangan (*overvoltage*) dari panel surya. Kelebihan tegangan dan pengisian akan mengurangi umur baterai. *Charge controller* menerapkan teknologi *Pulse Width Modulation (PWM)* untuk mengatur fungsi pengisian baterai dan pembebasan arus dari baterai ke beban. Panel surya 12 V umumnya memiliki tegangan output 16 - 21 V. Jadi tanpa *charge controller*, baterai akan rusak oleh *overcharging* dan ketidakstabilan tegangan. Baterai umumnya di-charge pada tegangan 14-14,7 V [10].

Secara detail *charger controller* memiliki fungsi untuk mengatur arus untuk pengisian ke baterai, menghindari *overcharging*, dan *overvoltage*. Apabila baterai dalam keadaan kondisi sudah terisi penuh maka listrik yang disuplai dari modul surya tidak akan dimasukan lagi pada baterai dan sebaliknya juga jika keadaan kondisi baterai sudah kurang dari 30% maka *charge controller* tersebut akan mengisi kembali baterai sampai penuh. Proses pengisian baterai dan modul surya tersebut melalui charge controller akan terus berulang secara otomatis (*smart charging*) selama energi surya masih cukup untuk bias diproses oleh modul surya (selama matahari terang benderang). *Charge controller* juga berfungsi melindungi baterai ketika sedang mengalami proses pengisian dari modul surya untuk menghindari arus berlebih dari proses pengisian tersebut, yang akan menyebabkan kerusakan pada baterai. Sehingga dengan cara tersebut baterai dalam pemakaiannya memiliki usia yang lebih lama.

1. Mengatur arus yang dibebaskan atau diambil dari baterai agar baterai tidak full discharge dan overloading.
2. *Monitoring* temperatur baterai. *Charge controller* biasanya terdiri dari satu input (dua terminal) yang terhubung dengan output panel sel surya, satu output (dua terminal) yang terhubung dengan baterai/aki dan satu output (dua terminal) yang terhubung dengan beban. Arus listrik DC yang berasal dari baterai tidak mungkin masuk ke panel surya karena biasanya ada dioda proteksi yang hanya melewatkan arus listrik DC dari panel surya ke baterai, bukan sebaliknya [8].

*Solar Charger Controller* secara umum mempunyai 2 tipe yaitu:

1. *Pulse Width Modulation (PWM)*.  
Sistem kerja dari *SCC PWM* menggunakan lebar *pulse* dari on dan off listrik, sehingga menciptakan Tegangan kerja PWM hanya bisa menyesuaikan dengan tegangan kerja baterai, sehingga jika tegangan yang dihasilkan panel surya di bawah tegangan kerja baterai maka secara otomatis sistem panel surya tidak bisa melakukan pengisian ke baterai.
2. *MPPT (Maximum Power Point Tracker)*  
Sistem kerja *SCC MPPT* dapat menyimpan kelebihan daya yang tidak digunakan oleh beban ke dalam baterai dan apabila daya yang dibutuhkan beban lebih besar dari daya yang dihasilkan oleh PV maka daya dapat diambil dari baterai [11]. Bentuk dari alat ini terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. SCC PWM dan MPT [11]

#### d. Inverter

Untuk kebutuhan listrik AC, energi listrik yang disimpan di baterai dirubah menjadi listrik AC menggunakan In-verter. Inverter adalah perangkat elektrik yang digunakan untuk mengubah arus listrik searah (DC) menjadi arus listrik bolak balik (AC). *Inverter* mengkonversi arus DC 12-24 V dari perangkat seperti baterai, panel surya/solar cell menjadi arus AC 220 V. (Rusman, 2015.) bentuk dari alat ini terlihat pada gambar 4. dibawah, Rugi-rugi (loss) yang terjadi pada inverter biasanya berupa dissipasi daya dalam bentuk panas. Pada umumnya efisiensi inverter adalah berkisar 50-90% tergantung dari beban outputnya. Bila beban outputnya semakin mendekati beban kerja inverter yang tertera maka efisiensinya semakin besar [10].



Gambar 4. Inverter

Pada perancangan alat yang akan digunakan dalam penelitian ini, arus beban ya akan digunakan ialah arus DC sehingga penggunaan inverter dapat diabaikan.

#### e. Intensitas Cahaya

Intensitas cahaya yang disebut juga sebagai *I*, yang mana *I* mempunyai satuan fisik yaitu cd atau yang disebut sebagai kandela yang berasal dari kata Yunani, kandela dalam artian adalah cahaya yang dihasilkan sebuah lilin yang nyala, dalam hal ini kandel memiliki satuan lumen, dan pada kandel inilah pengukuran dilakukan berdasar intensitas dari cahaya, dan arus cahaya, dan arus cahaya dinyatakan didalam perbandingan diferensial *I* dan ruang.

Gelombang elektromagnetik dapat digambarkan sebagai dua gelombang yang merambat secara transversal pada dua buah bidang tegak lurus yaitu medan magnetik dan medan listrik. Merambatnya gelombang magnet akan mendorong gelombang listrik, dan sebaliknya, saat merambat, gelombang listrik akan mendorong gelombang magnet. Cahaya adalah energy berbentuk gelombang elektromagnetik yang kasat mata dengan panjang gelombang sekitar 380-750 nm. Pada bidang fisik, cahaya adalah radiasi elektromagnetik, baik dengan panjang gelombang kasat mata maupun tidak. Cahaya adalah paket partikel yang disebut foton. Kedua definisi di atas adalah sifat yang ditunjukkan cahaya secara bersamaan sehingga disebut “dualisme gelombang-partikel”. Paket cahaya yang disebut spektrum kemudian dipersepsikan secara visual oleh indra penglihatan sebagai warna. Bidang studi cahaya dikenal dengan sebutan optika, merupakan area riset. Studi mengenai cahaya dimulai dengan munculnya era optika klasik yang mempelajari besaran optik seperti: intensitas, frekuensi atau panjang gelombang, polarisasi dan fasa cahaya dan interaksinya terhadap sekitar dilakukan dengan pendekatan paraksial geometris seperti refleksi dan refraksi, dan pendekatan sifat optik fisisnya yaitu: interferensi, difraksi, disperse, polarisasi. Masing-masing studi optika klasik ini disebut dengan optika geometris [8].

f. Metode Perhitungan

Pengujian panel surya 100WP ini untuk menentukan daya keluaran pada panel surya dengan menggunakan rumus sebagai berikut [5].

- a. Perhitungan daya listrik yang masuk pada panel surya dengan menggunakan persamaan berikut :

$$P_{in} = I_t \times A_p \tag{1}$$

Dimana:

- $P_{in}$  : Daya yang masuk pada sel surya (Wattt)
- $I_t$  : Intensitas cahaya matahari ( $W/m^2$ )
- $A_p$  : Luas penampang panel surya ( $m^2$ )

- b. Perhitungan daya listrik yang keluar dengan menggunakan persamaan berikut :

$$P_{out} = V \times I \tag{2}$$

Dimana:

- $P_{out}$  : Daya keluaran panel surya (Wattt)
- $V$  : Tegangan (Volt)
- $I$  : Arus (Ampre)

- c. Perhitungan efisisensi Panel Surya [11]

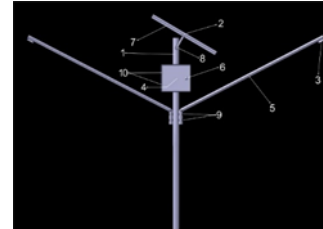
$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \tag{3}$$

Dimana:

- $\eta$  : Efisiensi Panel Surya
- $P_{Out}$  : Daya Output Panel Surya (Wattt)
- $P_{In}$  : Daya Input Panel Surya (Wattt)

2. METODOLOGI

Skema gambar penerangan parkiran tenaga suryam gambar skema alat PLTS Parkiran kampus yangn dirancang dapat dilihat pada Gambar 5 dan 6.



Gambar 5 Desain Penerangan Parkiran Tenaga Surya (PPTS) Kampus STITEKNAS Jambi

Keterangan:

1. Tiang Utama PPTS
2. Panel Surya
3. Lampu (2 pc)
4. Box Panel (Baterai, Solar Charger Controller)
5. Lengan Ornamen
6. Pengunci Pintu Box Panel
7. .Kerangka Panel Surya
8. Baut Kerangka Panel
9. Baut Lengan Ornamen
10. .Engsel Box Panel

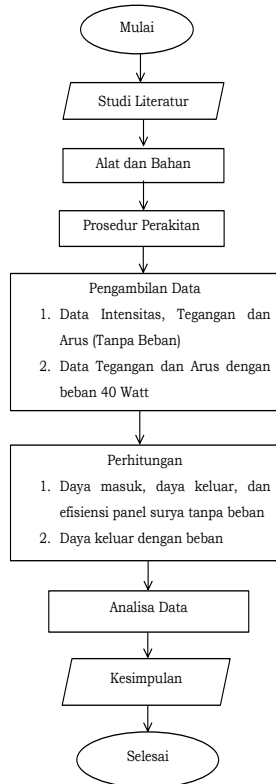


Gambar 6. Rangkaian Komponen Modul Panel Tenaga Surya (Dokumentasi Pribadi)

Cara kerja dari penerangan parkiran tenaga surya ini adalah sebagai berikut:

1. Pada saat panel surya terpapar cahaya matahari, maka sel-sel surya yang terdapat pada panel surya akan menerima dan menyerap paparan radiasi matahari, dan rangkaian arus listrik bersi sekumpulan sel surya yang saling terhubung (*modul surya*) energi listrik.
2. Energi listrik yang telah dihasilkan panel surya (tegangan dan arus) kemudian akan dialirkan ke controller.
3. controller akan mengatur arus yang akan dialirkan ke komponen lainya seperti baterai dan lampu.
4. Pada saat baterai telah terisi penuh, maka controller akan memutus arus listrik dari baterai ke panel untuk mencegah kelebihan pengecasan yang dapat merusak baterai.
5. Arus listrik pada baterai yang akan dialirkan ke beban dapat

diatur secara otomatis oleh controller, mulai dari durasi 0 jam hingga 24 jam, 0 jam artinya arus akan dialirkan ketika panel tidak menerima cahaya matahari, dan akan diputus saat panel menerima cahaya matahari.



Gambar 7. Diagram Alir Perancangan

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan data pengujian dengan waktu per 1 Jam pada kondisi cuaca yang terang maka data yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 1 tersebut dibawah.

Tabel 1. Data Hasil Pengujian Intensitas, Tegangan dan Arus Pada Panel Surya

Waktu (Jam)	Intensitas Cahaya (W/m <sup>2</sup> )	V (Volt)	I (Amper)
08.00	288,1	20,4	1,42
09.00	450,9	20,8	2,42
10.00	849,1	20,7	4,92
11.00	1030,2	20,8	6,5
12.00	1142,8	21	7,38
13.00	1016,3	20,5	6,53
14.00	854,2	20	5,26
15.00	514,8	20,1	2,87
16.00	305,9	20	1,59

Perhitungan:

A) Daya masuk (P<sub>in</sub>) yang diterima panel surya pada tiap jam pengukuran dapat diketahui dengan perhitungan menggunakan

$$\begin{aligned}
 I_t &= 288,1 \text{ W/m}^2 \\
 A_{\text{panel}} &= 0,69 \text{ m}^2 \\
 \text{Maka, } P_{\text{in}} &= I_t \times A_{\text{Panel}} \\
 &= 288,1 \text{ Watt} \times 0,69 \text{ m}^2 \\
 &= 198,789 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

b) Daya keluar (P<sub>out</sub>) yang dihasilkan panel surya pada tiap jam pengukuran dapat diketahui dengan perhitungan:

$$\begin{aligned}
 V &= 13,2 \text{ Volt} \\
 I &= 1,42 \text{ Ampre}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Maka, } P_{\text{Out}} &= V \times I \\
 &= 13,2,4 \text{ V} \times 1,42 \text{ A} \\
 &= 19,68 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

c) Efisiensi yang dihasilkan panel surya tiap jam pengukuran dapat diketahui dengan perhitungan menggunakan persamaan:

$$\begin{aligned}
 \eta &= \frac{\text{Besar energi keluar (POut)}}{\text{Besar energi masuk (PIn)}} \times 100\% \\
 &= \frac{20 \text{ Watt}}{199 \text{ Watt}} \times 100\% = 9,8\%
 \end{aligned}$$

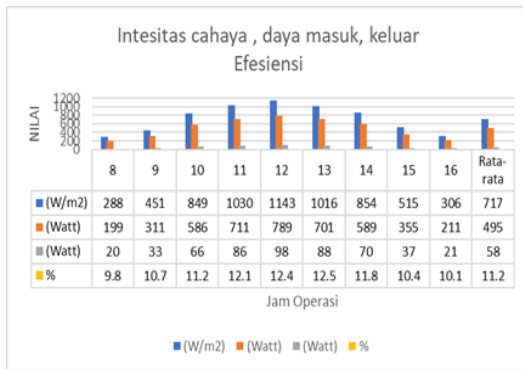
Dengan cara yang menghitung sama hasil dapat ditunjukkan pada tabel tersebut diwawah.

Tabel 2. Rekap Perhitungan

Waktu (Jam)	Intensitas Cahaya (W/m <sup>2</sup> )	PI <sub>ut</sub> (Wattt)	PIO <sub>ut</sub> (Watt)	EFF (%)
08.00	288	199	20	9.8
09.00	451	311	33	10.7
10.00	849	586	66	11.2
11.00	1030	711	86	12.1
12.00	1143	789	98	12.4
13.00	1016	701	88	12.5
14.00	854	589	70	11.8
15.00	515	355	37	10.4
16.00	306	211	21	10.1
Rata-Rata	717	495	58	11.2

Dari tabel rekap dapat diuraikan dan dianalisa sebagai berikut:

- a. Intensitas Cahaya mengalami kenaikan mulai pagi sampai siang dan selanjutnya menurun sampai menjelang sore hari nilai terbesar 1143 W/m<sup>2</sup> pada pukul 12,00 dan nilai terkecil 288 W/m<sup>2</sup> dengan rata rata sebesar 717 w/m<sup>2</sup> yang dapat terlihat pada gambar grafik. 7 tersebut dibawah.



Gambar 8. Grafik Data Perhitungan

- b. Daya input dan out put mengalami kenaikan mulai pagi sampai siang dan selanjutnya menurun sampai menjelang sore hari dan daya input terbesar pada jam 12.00 sebesar 789 Watt dengan daya output terbesar 98 Watt , untuk daya input rata rata sebesar 495 Watt dan rata rata sebesar 58 Watt untuk daya output.
- c. Efisiensi modul sama mengalami kenaikan mulai pagi sampai siang dan selanjutnya menurun sampai menjelang sore hari dan Efisiensi terbesar pada pukul 13.00 sebesar 12,5 % dan Efisiensi terkecil 9,8 % pada pukul 08.00 .

#### 4. Simpulan

Berdasarkan Analisa dan perhitungan yang dilakukan didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Intensitas Cahaya nilai terbesar 1143 W/m<sup>2</sup> pada pukul 12,00 dan nilai terkecil 288 W/m<sup>2</sup> dengan rata rata sebesar 717 w/m<sup>2</sup>
2. Daya input terbesar pada pukul 12.00 sebesar 789 Watt dan daya output terbesar 98 Watt, daya input rata rata sebesar 495 Watt dan rata rata sebesar 58 Watt untuk daya output.
3. Efisiensi terbesar pada pukul 13.00 sebesar 12,5% dan Efisiensi terkecil 9,8 % pada pukul 08.00 dengan rata rata efisiensi 11,2 %.

#### Referensi

- [1] Pudjanarsa, A. & Nursuhut, D. 2013. *Mesin Konversi Energi*. Yogyakarta. ISBN 978-079-29-3452-6.
- [2] Analisa Rancangan Penerangan Parkir Dengan Menggunakan Energi Tenaga Surya Jurnal Inovator, Vol. 7, No.1 (2024) POLJAM JAMBI.
- [3] *Rancang bangun pembangkit listrik tenaga surya (plts) on grid di ecopark ancol*. Jurnal Program Studi Teknik Elektro STT PLN.
- [4] *listrik tenaga surya skala rumah tangga*. Jurnal. Jurusan Teknik Elektro, Universitas Pancasila Jakarta.
- [5] Gunoto Pamor, Sofan Sofyan. 2020. *perancangan pembangkit listrik*
- [6] *pembangkit listrik tenaga surya (plts) hybrid di gedung ict universitas diponegoro menggunakan software pvsyst 7.0. transient*. Jurnal. Departemen Teknik Elektro, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia.
- [7] Pradona Yoga, 2019. *Variasi Kemiringan Sudut Terhadap Efektifitas*
- [8] *Kinerja Panel Surya*. Skripsi. Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara.

- [9] Rusman, 2015. *Pengaruh Variasi Beban Terhadap Efisiensi Solar Cell Dengan Kapasitas 50 WP*. Turbo: Jurnal Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Metro. Volume 4 No.2 2015.
- [10] *Tenaga Surya Di Atap Gedung Harry Hartanto Universitas Trisakti*.
- [11] Tim Ditjen EBTKE, 2020. *Panduan Pengelolaan Lingkungan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)*. Kementerian Sumber Daya Mineral.