



**PENGARUH PENAMBAHAN KACA FILM PADA
PERMUKAAN PANEL SURYA DENGAN VARIASI TINGKAT
KEGELAPAN 0 % DAN 20%**

SKRIPSI

Oleh

**Thoriq Prasetyo
NIM 191910101089**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS TEKNIK
S1 TEKNIK MESIN
JEMBER
2023**



**PENGARUH PENAMBAHAN KACA FILM PADA
PERMUKAAN PANEL SURYA DENGAN VARIASI TINGKAT
KEGELAPAN 0 % DAN 20%**

*diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah
satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Mesin
(S1) dan mencapai gelar Sarjana Teknik*

SKRIPSI

**Oleh
Thoriq Prasetyo
NIM 191910101089**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS TEKNIK
S1 TEKNIK MESIN
JEMBER
2023**

PERSEMBAHAN

Ungkapan rasa syukur dan penghargaan saya panjatkan kepada Allah SWT atas segala kelimpahan karunia serta berkahNya. Sholawat dan salam juga turut saya panjatkan kepada Nabi Muhammad SAW yang menjadi tauladan bagi semua. Skripsi ini saya persembahkan dengan kesungguhan dan penuh dengan rasa kasih kepada:

1. Skripsi ini saya persembahkan dengan penuh rasa bangga kepada keluarga tercinta. Ayahanda Bapak Joko Imam, Ibunda Soesiati, serta Bibi saya Handayani, yang telah memberikan segala bentuk dukungan dalam segi apapun, kasih sayang, doa, semangat, dan motivasi yang telah memberikan dampak luar biasa selama penyelesaian skripsi ini.
2. Bapak Hari Arbiantara, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.
3. Bapak Yuni Hermawan, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik dan Ibu Ir. Intan Hardiatama, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama serta Dr. Mochamad Asrofi, S.T. selaku Dosen Pembimbing Anggota, yang telah memberikan panduan, motivasi, serta masukan berharga sepanjang perjalanan penelitian ini
4. Bapak Ir. Digdo Listyadi Setyawan, M.Sc, selaku Dosen Penguji Utama dan Bapak Dr. Ir. Robertoes Koekoeh Koentjoro W., S.T., M.Eng, selaku Dosen Penguji Anggota. yang telah memberi kritik dan saran dalam pengerjaan skripsi ini.
5. Civitas akademika Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.
6. Anggota tim penelitian Panel Surya yang telah berbagi pengetahuan dan memberikan bantuan berharga dalam proses penelitian ini.
7. Keluarga Besar M21 Teknik Mesin UNEJ dan semua pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu per satu, namun telah memberikan bantuan berarti dalam menyelesaikan penyusunan skripsi ini.

MOTTO

"Menyesali nasib tidak akan mengubah keadaan. Terus berkarya dan bekerjalah yang membuat kita berharga."

- Abduraahman Wahid

"Hidup ini bagai skripsi, banyak bab dan revisi yang harus dilewati. Tapi akan selalu berakhir indah, bagi yang pantang menyerah."

- Alit Susanto

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Thoriq Prasetyo

NIM : 191910101089

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul: "Pengaruh Pendinginan Terhadap Efisiensi Panel Surya" adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan skripsi ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 22 Juli 2023

Yang menyatakan,



Thoriq Prasetyo

NIM.191910101089

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi berjudul (*Pengaruh Penambahan Kaca Film Pada Permukaan Panel Surya Dengan Variasi Tingkat Kegelapan 0 % Dan 20%*) telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknik Universitas Jember pada:

Hari : Rabu
Tanggal : 26 Juli 2023
Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Pembimbing

1. Pembimbing Utama
Nama : Ir. Intan Hardiatama, S.T., M.T.
NIP : 198904282019032021
2. Pembimbing Anggota
Nama : Dr. Mochamad Asrofi, S.T.
NIP : 760019035

Tanda Tangan

(.....)

(.....)

Penguji

1. Penguji Utama
Nama : Ir. Digdo Listyadi Setyawan, M.Sc..
NIP : 196806171995011001
2. Penguji Anggota
Nama : Dr. Ir. Robertoes Koekoeh Koentjoro
Wibowo., S.T., M.Eng
NIP : 196709241994121001

(.....)

(.....)

ABSTRAK

Indonesia is a tropical country located in Southeast Asia and has many areas crossed by the equator. The use of solar panels as a renewable energy source has many advantages, such as being environmentally friendly, abundantly available, never running out, and can be used for free. However, in the use of solar panels there are still some problems that need to be studied, such as the effect of installing window film on temperature, power, and efficiency produced by solar panels. The purpose of this thesis is to explain the results and discussion of research on the effect of installing window film on temperature, power, and efficiency of solar panels. The research method used in this document is an experimental research method. The results showed that the installation of 0% window film on solar panels produces higher power compared to panels without treatment and installation of 20% window film. However, the installation of 20% window film experienced a decrease in power. In addition, this document also includes graphs and tables of research data on certain dates. The lowest temperature is found in solar panels with 20% window film with a temperature decrease of 3.39%. The highest power is produced by solar panels without film with a percentage increase in power of 12.96%. The highest efficiency is produced by solar panels without film with an efficiency difference of 2.3%. Data collection is carried out at a certain time and the light intensity is at least 2000 lux.

Keywords: solar panel, tinted window, effectiveness

RINGKASAN

PENGARUH PENAMBAHAN KACA FILM PADA PERMUKAAN PANEL SURYA DENGAN VARIASI TINGKAT KEGELAPAN 0 % DAN 20%;

Thoriq Prasetyo: 191910101089; 2023; 27 Halaman; Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember.

Indonesia, sebuah negara dengan iklim tropis, terletak di kawasan Asia Tenggara dan memiliki banyak wilayah yang dilintasi oleh garis khatulistiwa. Pemanfaatan panel surya sebagai sumber energi terbarukan menawarkan berbagai keuntungan, seperti ramah lingkungan, ketersediaan yang melimpah, ketiadaan kepunahan, dan dapat dimanfaatkan secara gratis. Namun, penggunaan panel surya juga menyisakan beberapa tantangan yang perlu diteliti, khususnya mengenai pengaruh pemasangan kaca film terhadap suhu, daya, dan efisiensi panel surya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menjelaskan hasil dan pembahasan dari studi mengenai dampak pemasangan kaca film pada suhu, daya, dan efisiensi panel surya. Metode penelitian yang diterapkan dalam laporan ini adalah metode eksperimental.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemasangan kaca film pada panel surya dengan persentase 0% menghasilkan daya yang lebih tinggi dibandingkan dengan panel yang tidak mengalami perlakuan dan panel dengan pemasangan kaca film 20%. Namun, pemasangan kaca film pada tingkat 20% menunjukkan penurunan daya. Selain itu, laporan ini juga menyertakan grafik dan tabel yang memuat data hasil penelitian pada tanggal-tanggal tertentu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu terendah tercatat pada panel surya dengan kaca film 20% dengan penurunan suhu sebesar 3,39%. Sementara itu, daya tertinggi dihasilkan oleh panel surya tanpa kaca film dengan kenaikan daya sebesar 12,96%. Efisiensi tertinggi dicapai oleh panel surya tanpa kaca film dengan selisih efisiensi sebesar 2,3%. Pengambilan data dilakukan pada waktu tertentu dan intensitas cahaya minimal 2000 lux.

PRAKATA

Ungkapan syukur dan terima kasih yang tulus saya panjatkan atas anugerah dari Allah SWT yang telah memberikan berkah-Nya, memungkinkan saya menyelesaikan penulisan skripsi dengan judul " Pengaruh Penambahan Kaca Film Pada Permukaan Panel Surya Dengan Variasi Tingkat Kegelapan 0 % Dan 20%" dengan hasil yang memuaskan. Skripsi ini merupakan syarat wajib dalam menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) di Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember. Dalam proses penyusunan skripsi ini, saya menyadari sepenuhnya bahwa tidak ada yang bisa saya capai tanpa bantuan dan dukungan dari berbagai pihak yang telah memberikan kontribusi berarti. Oleh karena itu, izinkan saya untuk mengungkapkan rasa terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Triwahju Hardianto, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember.
2. Bapak Hari Arbiantara, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.
3. Bapak Dr. Ir. Salahudin Junus, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi S1 Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.
4. Ibu Ir. Intan Hardiatama, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama, dan Bapak Dr. Mochamad Asrofi, S.T. selaku Dosen Pembimbing Anggota.
5. Bapak Ir. Digdo Listyadi Setyawan, M.Sc, selaku Dosen Penguji Utama dan Bapak Dr. Ir. Robertoes Koekoeh Koentjoro W., S.T., M.Eng, selaku Dosen Penguji Anggota.
6. Keluarga yang telah memberikan dukungan dan motivasi sepanjang perjalanan studi, serta teman-teman dari M21 yang memberikan semangat, motivasi, dan bantuan berharga. Selain itu, saya juga berterima kasih kepada semua pihak yang ikut mendukung dan turut berperan dalam proses penyelesaian skripsi ini.

Jember, 21 Juli 2023

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
PERSEMBAHAN.....	iii
MOTTO	iv
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERSETUJUAN	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan dan Manfaat	3
1.4.1 Tujuan	3
1.4.2 Manfaat	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Panel Surya.....	5
2.1.1 Prinsip Kerja Panel Surya	5
2.1.2 Efisiensi Panel Surya.....	6
2.2 Radiasi Harian Matahari.....	6
2.3 Perpindahan Panas.....	7
2.3.1 Konduksi	7
2.3.2 Konveksi	8
2.3.3 Radiasi.....	8
2.4 Kaca Film	9
2.5 Sifat – Sifat Kaca Film.....	10
2.4.1 VLT (Visible Light Transmittance)	10
2.4.2 UVR (Ultraviolet Rejection)	10
2.4.3 IRR (Infrared Rejection)	10

2.4.4 TSER (Total Solar Energy Rejection)	11
2.6 Penelitian Terdahulu	11
2.7 Hipotesis.....	12
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	13
3.1 Metodologi Penelelitian	13
3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	13
3.3 Alat dan Bahan	13
3.3.1 Spesifikasi Panel Surya.....	13
3.3.2 Alat.....	13
3.3.3 Bahan.....	14
3.4 Variabel Penelitian	14
3.4.1 Variabel Bebas :	14
3.4.3 Variabel Kontrol :	14
3.5 Tabel Data Penelitian	15
3.6 Prosedur Penelitian.....	15
3.7 Diagram Alir Penelitian	17
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	18
4.1 Data Hasil Penelitian.....	18
4.1.1 Data Suhu Permukaan Panel Surya.....	18
4.1.2 Data Arus Panel Surya	19
4.1.3 Data Tegangan Panel Surya	20
4.1.4 Data Intensitas Radiasi Matahari	20
4.2 Pembahasan Perpindahan Panas Panel Surya	21
4.4.1 Pernyerapan Radiasi pleh Panel Surya.....	21
4.4.2 Perpindahan Panas Konduksi Panel Surya.....	22
4.4.3 Perpindahan Panas Konveksi Panel Surya.....	23
4.3 Pembahasan Daya Output Panel Surya	24
4.4 Pembahasan Efisiensi Panel Surya.....	25
BAB 5. PENUTUP.....	26
5.1 Kesimpulan.....	26
5.2 Saran.....	26
DAFTAR PUSTAKA	27
Lampiran

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Radiasi sorotan dan radiasi sebaran mengenai bumi.....	6
Gambar 3.1 Skema (a) Rangkaian Panel (b) Susunan Pemasangan Kaca Film (c) Posisi Thermocouple.....	16
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian	17
Gambar 4.1 Grafik rata-rata suhu permukaan pada panel surya selama 14 hari...	18
Gambar 4.2 Grafik rata-rata arus pada panel surya selama 14 hari	19
Gambar 4.3 Grafik rata-rata tegangan pada panel surya selama 14 hari.....	20
Gambar 4.4 Grafik rata-rata intensitas radiasi matahari pada panel surya selama 14 hari	21
Gambar 4.5 Grafik rata-rata penyerapan radiasi oleh permukaan panel surya selama 14 hari	21
Gambar 4.6 Grafik rata-rata perpindahan panas konduksi pada panel surya selama 14 hari	23
Gambar 4.7 Grafik rata-rata perpindahan panas konveksi pada panel surya selama 14 hari	23
Gambar 4.8 Grafik rata-rata daya yang dihasilkan pada panel surya selama 14 hari	24
Gambar 4.9 Grafik rata-rata efisiensi pada panel surya selama 14 hari.....	25

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Spesifikasi Panel surya	13
Tabel 3.2 Data pengujian panel surya	15

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara beriklim tropis yang terletak di Asia Tenggara, selain itu Indonesia merupakan salah satu negara yang dilewati oleh garis khatulistiwa. Beberapa wilayah Indonesia yang dilewati oleh garis khatulistiwa antara lain Papua, Maluku, Kalimantan Tengah, Kalimantan Barat, Riau, dan Sumatera Barat. Dengan letak Indonesia yang strategis ini dapat dimanfaatkan untuk penggunaan panel surya. Penggunaan teknologi panel surya ini dapat dijumpai di seluruh Indonesia dan mengalami perkembangan dari masa ke masa. Penggunaan panel surya merupakan salah satu pemanfaatan dari energi terbarukan (*Renewable Energy*) dengan mengandalkan energi yang dipancarkan oleh matahari. Penggunaan energi terbarukan ini memiliki banyak keuntungan antara lain; ramah lingkungan, tersedia melimpah, tidak akan pernah habis dan bisa dimanfaatkan dengan gratis. Dalam perkembangan teknologi saat ini tak dapat kita pungkiri hampir semua kebutuhan energi listrik dan pemanfaatan konversi energi butan bersumber dari energi matahari, yang mendukung perkembangan kehidupan di bumi ini sehari-hari sering terdapat masalah-masalah kesenjangan sosial dan tata kelola lingkungan yang mengharuskan adanya penunjang butuhan hidup yang lebih baik dan efisien. Untuk membentuk sistem pembangkit listrik matahari atau mengkonversikan aliran penyinaran panas cahaya matahari berdaya serap besar dan efisien yang lebih besar serta lebih bersahabat dengan lingkungan (Priatam, 2021).

Panel surya merupakan alat yang digunakan untuk menangkap sinar matahari yang kemudian diolah dan mengubahnya menjadi energi listrik. Penggunaan dari panel surya sendiri memiliki berbagai macam keuntungan salah satunya tersedianya energi yang tidak ada habisnya. Daya yang dihasilkan bervariasi bergantung dengan banyaknya variabel yaitu antara lain; posisi matahari, waktu, sudut kemiringan panel dan ukuran panel. Posisi panel surya yang langsung terpapar sinar matahari, yang membuat panel surya menjadi panas, dengan terjadinya hal tersebut memungkinkan terjadinya penurunan efisiensi dari panel surya.

Panel surya yang banyak tersedia di pasaran menunjukkan tingkat kestabilan yang baik dalam menghasilkan energi listrik. Banyak penelitian yang dilakukan oleh para peneliti untuk menciptakan sistem pengukuran yang efisien dan bermanfaat dalam memenuhi kebutuhan listrik masyarakat dengan menggunakan panel surya. Panel surya ini dilapisi dengan kaca film berbahan poliester untuk meningkatkan daya keluaran sehingga penggunaannya diharapkan dapat membantu memenuhi kebutuhan listrik di berbagai daerah di Indonesia (Mahindra, 2015).

Suhu adalah salah satu faktor yang mempengaruhi output photovoltaik. Suhu kerja optimum photovoltaik berada pada kisaran 25°C. Setiap kenaikan suhu di atas nilai tersebut akan menyebabkan penurunan output photovoltaik. Untuk mengatasi masalah panas, banyak menggunakan kaca film sebagai material yang mampu memblok panas namun tetap membiarkan cahaya matahari melewatinya. Kaca film memiliki dua karakteristik utama yang mempengaruhi kemampuannya dalam memblok panas dan melewatkan cahaya matahari, yaitu *Infra Red Rejected* (IRR) yang menunjukkan kemampuan dalam memblok panas, dan *Visible Light Transmittance* (VLT) yang mengindikasikan sejauh mana cahaya tampak dapat melewati kaca film. Semakin kecil persentase kaca film, maka semakin sedikit kemampuannya dalam memblok panas, dan sebaliknya, semakin tinggi persentase kaca film, maka semakin besar kemampuannya dalam memblok panas. (Pawawoi & Pranata, 2020).

Pada penelitian yang dilakukan sebelumnya oleh (Pawawoi, 2020). Kaca film dengan tingkat VLT (*Visible Light Transmittance*) sebesar 90% telah terbukti mampu meningkatkan daya output photovoltaik rata-rata sebesar 49,36% dari kondisi standar tanpa kaca film. Namun, kaca film dengan VLT sebesar 72% dan 60% tidak dapat meningkatkan daya output photovoltaik, meskipun kaca film tersebut dapat memberikan penurunan suhu yang lebih besar. Bahkan, kaca film dengan tingkat VLT lebih rendah ini justru menyebabkan penurunan daya output photovoltaik.

Penelitian ini menggunakan panel surya tanpa dilapisi kaca film dan dilapisi dengan menggunakan kaca film dengan bahan poliester dan tingkat kegelapan 0% dan 20%. Fungsi dari pemasangan kaca film pada panel surya untuk memblok panas

namun dapat meneruskan cahaya matahari. Tujuan dari penelitian ini diadakan adalah untuk membandingkan suhu, daya dan efisiensi antara panel surya tanpa kaca film dengan panel surya yang menggunakan kaca film.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang didapati, maka dapat ditemukan beberapa rumusan masalah yang mengacu pada penelitian ini yaitu antara lain :

1. Bagaimana pengaruh pemasangan kaca film terhadap suhu pada panel surya ?
2. Bagaimana pengaruh pemasangan kaca film terhadap daya yang dihasilkan oleh panel surya ?
3. Bagaimana pengaruh pemasangan kaca film terhadap efisiensi yang dihasilkan oleh panel surya ?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah untuk membatasi penelitian ini agar tidak berjalan jauh dari tujuan penelitian dan beberapa Batasan masalah seperti dibawah ini.

1. Pengambilan data penelitian dilaksanakan pada waktu dan intensitas cahaya yang telah ditentukan, dengan batas minimal 2000 lux
2. Tidak membahas kelembapan lingkungan, kecepatan angin, ketinggian panel dan kemiringan system panel yang terpasang
3. Tidak membahas rangkaian kelistrikan
4. Tidak membahas inverter dan beban pada rangkaian panel

1.4 Tujuan dan Manfaat

Pelaksanaan penelitian ini, didapati tujuan dan manfaat sebagai berikut

1.4.1 Tujuan

Adapun tujuan dari diadakannya penelitian ini yaitu:

1. Untuk mengetahui pengaruh pemasangan kaca film terhadap suhu pada panel surya
2. Untuk mengetahui pengaruh pemasangan kaca film pada permukaan panel surya terhadap daya yang dihasilkan
3. Untuk mengetahui pengaruh pemasangan kaca film terhadap efisiensi yang dihasilkan oleh panel surya.

1.4.2 Manfaat

Adapun manfaat yang didapati pada penelitian ini yaitu:

1. Dapat menjadi rujukan untuk penelitian selanjutnya mengenai panel surya
2. Dapat mengetahui dampak pendinginan panel surya terhadap kinerja panel surya
3. Dapat menjadi sumber literatur bagi mahasiswa.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Panel Surya

Sel surya merupakan sekelompok sel fotovoltaik yang mampu mengubah sinar matahari menjadi energi listrik. Ketika memproduksi panel surya, produsen harus memastikan adanya koneksi elektrik yang terhubung di antara sel-sel surya dalam sistem tersebut. Sel surya juga harus dilindungi dari kelembaban dan kerusakan mekanis, karena kondisi tersebut dapat mengurangi efisiensi panel surya secara signifikan dan mengurangi masa pakai yang diharapkan (Zahedi, 1998).

Perawatan sel surya sangatlah sederhana karena tidak ada bagian yang bergerak dalam sistemnya. Yang perlu diperhatikan adalah memastikan untuk menghindari segala hal yang dapat menghalangi sinar matahari mencapai panel surya (Septiadi dkk., 2009).

Panel surya digolongkan beberapa berdasarkan teknologinya yaitu *monocrystalline* dan *Polycrystalline*. Panel surya tipe *monocrystalline* terbuat dari batangan kristal silikon murni yang diiris tipis-tipis, sehingga akan dihasilkan kepingan sel surya yang identik satu sama lain dan berkinerja tinggi. Sel surya ini adalah jenis yang paling efisien dibandingkan jenis sel surya lainnya, efisiensinya sekitar 15% - 20%, dibandingkan dengan panel surya tipe *Polycrystalline* yang terbuat dari beberapa batang kristal silikon yang dilebur / dicairkan kemudian dituangkan dalam cetakan yang berbentuk persegi. Kemurnian kristal silikonnya tidak semurni pada sel surya *monocrystalline*, karenanya sel surya yang dihasilkan tidak identik satu sama lain dan efisiensinya lebih rendah, sekitar 13% - 16% (Alamsyah dkk., 2019).

2.1.1 Prinsip Kerja Panel Surya

Secara sederhana, proses pembentukan gaya gerak listrik pada sebuah sel surya adalah sebagai berikut:

1. Cahaya matahari menumbuk panel surya kemudian diserap oleh material semikonduktor seperti silikon.

2. Elektron (muatan negatif) terlempar keluar dari atomnya, sehingga mengalir melalui material semikonduktor untuk menghasilkan listrik. Mengalir dengan arah yang berlawanan dengan elektron pada panel surya silikon.
3. Gabungan / susunan beberapa panel surya mengubah energi surya menjadi sumber daya listrik dc, yang nantinya akan disimpan dalam suatu wadah yang dinamakan baterai.

2.1.2 Efisiensi Panel Surya

Adapun rumus efisiensi dari panel surya yang digunakan untuk menganalisa data dari penelitian adalah sebagai berikut :

$$\eta = \frac{p_{max}}{E \times A_c} \times 100\% \dots \dots \dots 2.1$$

Dimana :

η : Efisiensi (%)

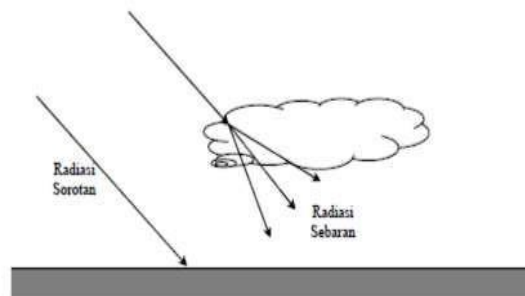
P_{max} : Maximum Power Point (W)

E : Radiasi Matahari (W/m^2)

A_c : Luas Permukaan Panel Surya (m^2)

2.2 Radiasi Harian Matahari

Radiasi adalah mekanisme perambatan energi (panas) dalam bentuk gelombang elektromagnetik yang dapat berlangsung tanpa adanya zat perantara. Energi matahari mencapai permukaan Bumi melalui proses radiasi (pancaran), karena di antara Bumi dan Matahari terdapat ruang hampa yang memungkinkan perambatan gelombang energi tersebut (Priatam, 2021).



Gambar 2. 1 Radiasi sorotan dan radiasi sebaran mengenai bumi (Yuwono, 2005)

Intensitas radiasi matahari yang diterima oleh panel surya setiap waktu selalu berubah bergantung dengan waktu dan cuaca sekitar instalasi panel surya, waktu efektif dari panel surya antara pukul 10.00 sampai 14.00, karena intensitas matahari pada pagi hari dan sore hari sangat rendah. Pengukuran intensitas radiasi matahari menggunakan alat *lux meter*, semakin besar nilai yang dihasilkan *lux meter* maka cuaca di sekitar semakin cerah, untuk range cuaca cerah ketika pengukuran *lux meter* diatas 90000 lux pada waktu efektif dari panel surya (Bandri dkk., 2021).

2.3 Perpindahan Panas

Perpindahan panas akan mengalir dari suhu tinggi menuju suhu yang rendah. Perpindahan panas dimanfaatkan oleh manusia untuk berbagai macam keperluan rumah tangga. Disektor industri perpindahan panas dapat dimanfaatkan untuk pembangkit listrik. (Bastanta, 2012)

2.3.1 Konduksi

Konduksi merupakan perpindahan panas yang mengalir dari daerah suhu tinggi menuju suhu rendah dalam satu medium atau medium yang berlainan yang bersinggung langsung (Irawati dkk., 2019). Perpindahan panas konduksi dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$Q = kA \cdot \frac{T_h - T_c}{\Delta x} = -kA \cdot \frac{T_c - T_h}{\Delta x} = -kA \frac{\Delta T}{\Delta x} \dots \dots \dots 2.2$$

Keterangan :

- Q = Laju perpindahan panas (Watt)
- K = Konduktivitas termal (W/m.K)
- Th = Suhu hot surface (K)
- Tc = Suhu cold surface (K)
- Δx = Tebal panel surya (m)
- A = Luas permukaan (m²)

Perpindahan panas secara konduksi dapat dihitung menggunakan rumus berikut ini (Hardiatama & Trifiananto, 2018)

$$q = -\frac{kA}{\Delta x} (T_2 - T_1) \dots \dots \dots 2.3$$

Keterangan :

k (konduktivitas termal)	: 148 W/m ²
A (luas Permukaan)	: 0,1575 m ²
T2 (suhu panel bawah)	: terlampir
T1 (suhu panel atas)	: terlampir
Δx (tebal panel)	: 0,017 m ²

2.3.2 Konveksi

Konveksi merupakan perpindahan panas yang terjadi antara permukaan zat dengan fluida yang bergerak dan memiliki suhu yang berbeda (Hutomo, 2016).

Perpindahan panas konduksi dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$Q = h A (T_s - T_\infty) \dots\dots\dots 2.4$$

Keterangan:

Q	= Laju perpindahan panas (Watt)
h	= Koefisien perpindahan panas konveksi (W/m ² .K)
A	= Luas permukaan (m ²)
T _s	= Suhu permukaan (K)
T _∞	= Suhu udara (K)

2.3.3 Radiasi

Radiasi merupakan perpindahan panas tanpa memerlukan zat perantara dalam bentuk gelombang elektromagnetik (Priatam, 2021).

$$Q = \varepsilon \sigma A T^4 \dots\dots\dots 2.5$$

Keterangan :

q	= Energi radiasi yang diserap (W/m ²)
ε	= Emitasi
σ	= Konstanta Stefan-Boltzmann (5,67x10 ⁻⁸ W/m.K ⁴)
A	= Luas permukaan objek
T	= Suhu absolut (K)

Berikut merupakan perhitungan dari nilai rata-rata radiasi harian yang diserap oleh panel surya adalah sebagai berikut :

Nilai total radiasi (G) : terlampir

Koefisien penyerapan panel (α) : 0,95 (Okonkwo, 2019)

Berikut merupakan persamaan dari penyerapan radiasi oleh suatu permukaan :

$$\alpha = \frac{G_x}{G} \dots\dots\dots 2.6$$

2.4 Kaca Film

Kaca film adalah jenis kaca yang memiliki bahan dasar silika dan dilapisi dengan film tipis yang berfungsi untuk mengurangi penetrasi cahaya dan daya tembus pandang pada kaca. Kaca film banyak digunakan pada kendaraan sebagai penolak sinar matahari yang mengandung sinar ultraviolet dan sinar inframerah, yang dapat berbahaya bagi manusia jika radiasinya berlebihan. Selain itu, kaca film juga berperan sebagai alat keamanan karena dapat menjaga kaca agar tidak mudah pecah ketika terjadi keretakan, karena terbuat dari bahan polyester, logam, dan perekat khusus. Ada beberapa karakteristik yang sering dijadikan acuan dalam memilih kaca film sesuai dengan kebutuhan, diantaranya *Darkness* (tingkat kegelapan), *Ultra Viloet Rejected* (UVR), *Visible Light Transmittance* (VLT), *Infra Red Rejected* (IRR), dan *Total Solar Energy Rejected* (TSER). Kaca film diterapkan pada photovoltaik, maka ada dua karakteristik yang perlu diperhatikan yaitu :

1. VLT (*Visible Light Transmittance*) merupakan jumlah persentase cahaya yang dapat menembus kaca film dimana semakin besar persentase VLT nya maka jumlah cahaya yang masuk akan semakin besar pula.
2. IRR (*Infra Red Rejected*) merupakan kemampuan kaca film untuk menolak panas matahari, dimana semakin besar persentase maka akan semakin baik dalam menolak panas.

IRR dan VLT yang tinggi merupakan karakteristik kaca film yang baik diterapkan pada photovoltaik. Namun dalam realitanya, pada sebuah kaca film yang ada di pasaran saat ini, kedua karakteristik tersebut umumnya memiliki nilai saling berlawanan, jika IRR tinggi maka VLT-nya rendah, demikian juga sebaliknya. Dalam penerapannya pada photovoltaic diperlukan pemilihan kaca film yang tepat

dan pengujian untuk mendapatkan karakteristik kaca film yang dapat memaksimalkan daya output photovoltaic (Pawawoi & Pranata, 2020).

2.5 Sifat – Sifat Kaca Film

2.4.1 VLT (*Visible Light Transmittance*)

VLT atau penerusan cahaya tampak adalah ukuran yang menunjukkan seberapa banyak cahaya yang dapat melewati kaca film. Semakin kecil nilai VLT, semakin gelap kaca film terlihat. Di pasaran, konsumen kaca film mengelompokkannya berdasarkan tingkat kegelapannya, meskipun angka ini berkebalikan dengan data spesifikasi kaca film yang menggunakan VLT. Berikut ini beberapa tingkat VLT.

1. VLT 60% - 75% : Kegelapan kaca film 20%
2. VLT 50% - 59% : Kegelapan kaca film 30%
3. VLT 30% - 49% : Kegelapan kaca film 40%
4. VLT 11% - 29% : Kegelapan kaca film 60%
5. VLT 2% - 10% : Kegelapan kaca film 80%

Seperti misalnya VKOOL70 mempunyai VLT sebesar 70 % yang berarti 70% dari cahaya tampak yang dapat menembus kaca film. Di pasaran, kaca film ini dikatakan mempunyai kegelapan 20%. Semakin besar angka VLT ini, berarti semakin bening kaca film tersebut (Pawawoi & Pranata, 2020).

2.4.2 UVR (*Ultraviolet Rejection*)

Ultraviolet Rejection/Blocked adalah sebuah parameter yang menunjukkan kemampuan kaca film untuk menolak sinar ultraviolet, dan semakin tinggi angka penolakannya, semakin baik kinerjanya. Sinar ultraviolet dapat menyebabkan pemudaran warna dan merusak material plastik secara bertahap. Umumnya, kaca film yang beredar di pasaran memiliki tingkat penolakan sinar ultraviolet (UVR) di atas 90%. (Pawawoi & Pranata, 2020).

2.4.3 IRR (*Infrared Rejection*)

Infrared Rejection merupakan indikator dari kemampuan kaca film untuk menolak panas, dan semakin tinggi persentasenya, semakin baik dalam menolak panas. Pada dasarnya, sinar Inframerah adalah radiasi yang tidak terlihat oleh mata manusia, dengan ukuran 700 sampai 2.500 nanometer (Pawawoi & Pranata, 2020).

2.4.4 TSER (*Total Solar Energy Rejection*)

TSER adalah parameter yang menggambarkan sejauh mana kaca film dapat memblokir energi matahari, termasuk sinar ultraviolet (UV), cahaya tampak, dan sinar inframerah (IR). Ketiga gelombang elektromagnetik ini membentuk spektrum matahari dan jumlah energi gabungannya disebut sebagai total energi matahari. Presentase TSER menjadi spesifikasi utama yang perlu diperhatikan saat memilih kaca film yang efektif dalam meredam panas matahari. Energi sinar matahari terdiri dari sinar inframerah sebesar 53%, cahaya tampak sebesar 44%, dan sinar UV sebesar 3%. Namun, perlu diingat bahwa angka TSER dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk nilai VLT (*Visible Light Transmission*), penolakan sinar inframerah, penolakan sinar ultraviolet, dan elemen-elemen lain dari kaca film. Oleh karena itu, memiliki TSER yang tinggi tidak selalu berarti kaca film tersebut memiliki performa yang lebih baik. TSER yang tinggi juga bisa berarti bahwa kaca film memiliki tingkat kegelapan yang lebih tinggi atau memiliki reflektivitas yang kuat. Oleh karena itu, pemilihan kaca film yang baik harus mempertimbangkan kebutuhan khusus, seperti tingkat kecerahan yang diinginkan dan sejauh mana panas matahari harus dikurangi. Jadi cara terbaik untuk menilai antara film adalah membandingkan film dengan VLT (*visible light transmittance*) yang sama (Pawawoi & Pranata, 2020).

2.6 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Pawawoi dkk. (2020) dalam penelitiannya yang berjudul “Peningkatan Daya Output Photovoltaik Dengan Penambahan Lapisan Kaca Film Pada Permukaannya”. Dalam penggunaan kaca film pada photovoltaik, sangat penting untuk mencari dan menguji kaca film yang sesuai untuk meningkatkan daya output photovoltaik. Penelitian ini menganalisis hasil pengujian dari tiga jenis kaca film dengan nilai VLT (*Visible Light Transmittance*) yang berbeda. Dipilih tiga kaca film dengan VLT tertinggi (90%), sedang (72%), dan rendah (60%), yang merupakan tiga jenis kaca film yang banyak beredar di pasaran. Ketiga kaca film ini kemudian ditempelkan pada permukaan photovoltaik untuk dilakukan pengujian. Pengujian dilakukan dengan membandingkannya dengan photovoltaik standar yang tidak dilapisi kaca film,

pada kondisi cuaca cerah. Hasil pengujian menunjukkan bahwa photovoltaik yang dilapisi kaca film dengan VLT 90% mampu meningkatkan daya output rata-rata sebesar 49,36%. Namun, pada photovoltaik yang dilapisi kaca film dengan VLT 72% dan 60%, terjadi penurunan daya output sebesar -6,53% dan -26,20% berturut-turut.

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Mahindra dkk. (2015) dalam penelitiannya yang berjudul “Pengaruh Serapan Sinar Matahari Oleh Kaca Film Terhadap Daya Keluaran Plat Sel Surya”. Jenis penelitian ini merupakan deskriptif dengan menggunakan metode pendekatan observatif.

Penelitian ini bertujuan untuk menilai sejauh mana sinar matahari diserap oleh panel surya yang telah dilapisi kaca film berbahan poliester dengan tingkat kegelapan 40%, 60%, dan 80%, serta membandingkannya dengan keadaan standar tanpa kaca film. Data arus dan tegangan panel surya direkam menggunakan Solar Charger Controller Model VS2024N setiap jam mulai pukul 10.00 hingga 17.00 WIB selama 3 hari. Selama pengamatan, daya keluaran dari panel surya mengalami penurunan seiring berjalannya waktu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kaca film memberikan pengaruh yang signifikan terhadap daya keluaran panel surya, dengan pengurangan daya keluaran sebesar 23,53% hingga 24,39% dibandingkan keadaan standar tanpa kaca film. Hasil paling maksimal diperoleh dari penggunaan kaca film dengan tingkat kegelapan 60%.

2.7 Hipotesis

Sebuah panel surya dapat beroperasi secara maksimum jika suhu panel tetap normal atau pada suhu ruang (25°C) dan peningkatan suhu lebih tinggi daripada suhu normal pada panel surya akan melemahkan tegangan karena akibat panas yang berlebih yang dapat menurunkan efisiensi dari panel surya (Strong, 1993). Pada penelitian kali ini penggunaan kaca film pada panel surya. Fungsi dari kaca film pada penelitian kali ini yaitu mengurangi panas yang di terima oleh panel surya. Dengan menggunakan kaca film ini diasumsikan membuat suhu dari panel surya menurun dan juga menambah efisiensi dari panel surya itu.

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan metode penelitian eksperimental yaitu dengan membandingkan hasil pengujian antara penggunaan kaca film pada panel surya dengan panel surya yang tanpa menggunakan kaca film.

3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di *Rooftop* Laboratorium ISDB Fakultas Teknik Universitas Jember, Kecamatan Sumbersari, Kabupaten Jember, Provinsi Jawa Timur. Waktu pelaksanaan penelitian ini dimulai pada bulan Maret 2023 dari jam 08.00 – 16.00 WIB.

3.3 Alat dan Bahan

3.3.1 Spesifikasi Panel Surya

Tabel 3.1 Spesifikasi Panel surya

No.	Spesifikasi	Keterangan
1.	PMax	20 W
2.	Imp	1.11 A
3.	Voc	21.24 V
4.	Isc	1.24 A
5.	Vmp	18.0 V
6.	Dimensi	450x350x17mm
7.	<i>irradiance</i>	1000

3.3.2 Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Panel Surya

2. *Thermocouple*
3. *Thermocouple Reader*
4. *Multimeter*
5. *Luxmeter*
6. Gunting

3.3.3 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Kaca Film

3.4 Variabel Penelitian

Variabel yang terdapat pada penelitian kali ini antara lain adalah sebagai berikut:

3.4.1 Variabel Bebas :

- a. Intensitas cahaya matahari
- b. Panel tanpa kaca film
- c. Panel dengan persentase kegelapan kaca film 0 %
- d. Panel dengan persentase kegelapan kaca film 20 %

3.4.2 Variabel Terikat :

- a. Suhu
- b. Daya
- c. Arus
- d. Tegangan.

3.4.3 Variabel Kontrol :

- a. Jam pengambilan data.

3.5 Tabel Data Penelitian

Hasil pengujian alat dimasukkan kedalam tabel penelitian berikut :

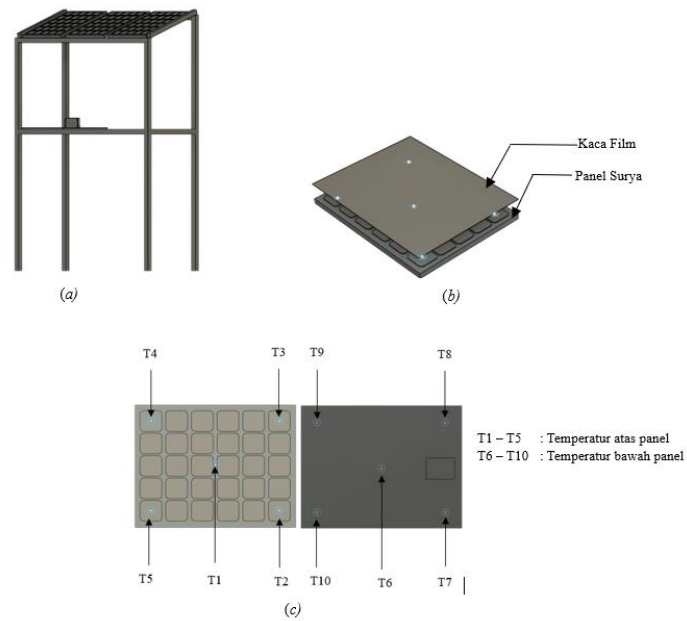
Tabel 3.2 Data pengujian panel surya

Waktu	Tegangan (V)	Arus (Ampere)	Suhu panel atas (°C)	Suhu panel bawah (°C)	Intensitas Matahari (W/m ²)	Suhu Lingkungan (°C)
08.00
16.00						

3.6 Prosedur Penelitian

Pada penelitian panel surya ini terdapat prosedur yang harus dilakukan antara lain sebagai berikut :

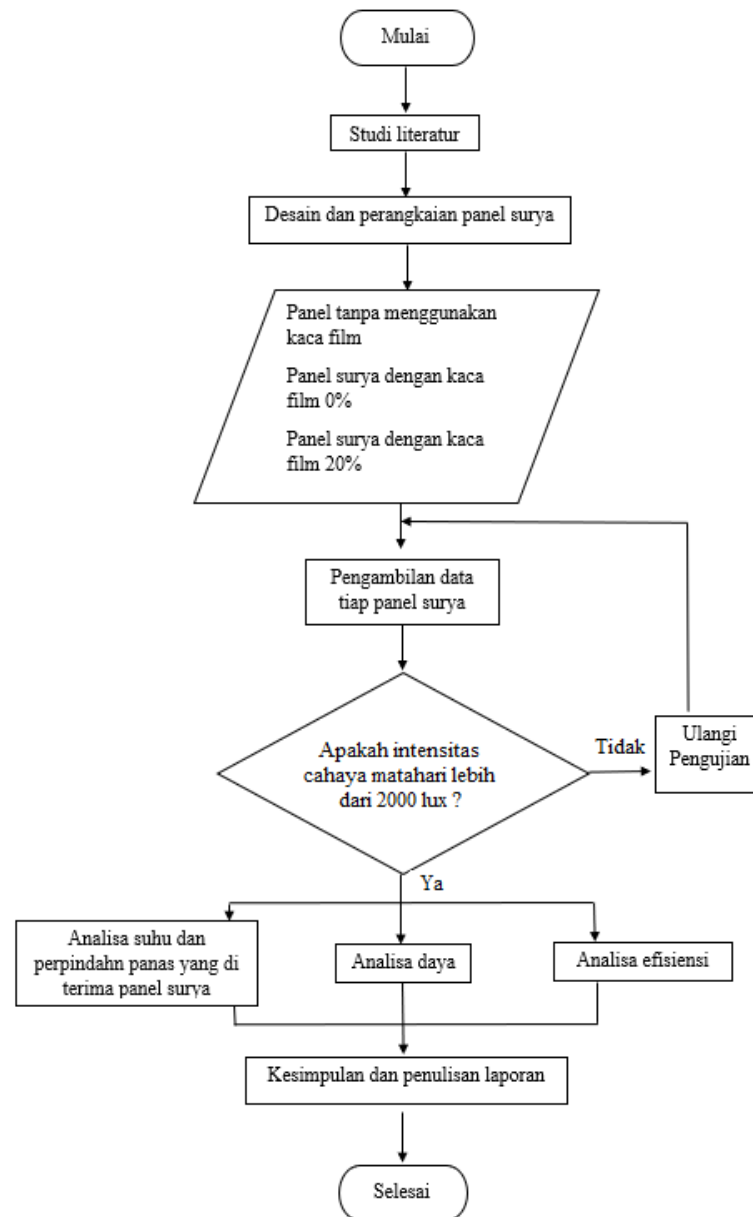
1. Studi literatur mengenai pendinginan pasif pada panel surya
2. Siapkan alat dan bahan yang akan digunakan pada penelitian ini
3. Merakit dan memasang panel surya dengan kaca film dan pemasangan sensor *thermocouple*



Gambar 3.1 Skema (a) Rangkaian Panel (b) Susunan Pemasangan Kaca Film (c) Posisi *Thermocouple*

4. Pengukuran suhu panel, arus, tegangan, dan intensitas cahaya matahari dilakukan selama 14 hari
5. Analisis data intensitas Cahaya matahari, suhu panel, laju perpindahan panas dan daya dengan mengalikan arus dan tegangan
6. Analisis efisiensi pada panel surya
7. Pengambilan kesimpulan

3.7 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

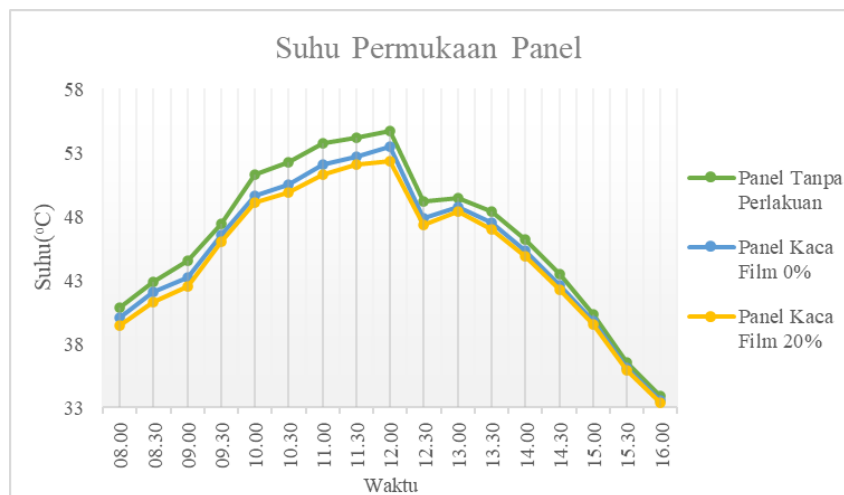
4.1 Data Hasil Penelitian

Data yang di peroleh pada penelitian ini adalah suhu permukaan panel, suhu belakang panel, intensitas matahari, arus singkat, tegangan terbuka dan suhu lingkungan. Data lengkap selama 14 hari dapat dilihat pada lampiran sedangkan perhitungan daya, efisiensi dan perpindahan panas dapat dilihat pada bab ini.

Kabupaten Jember secara geografis terletak pada 7059'6" sampai 8033'56" Lintang Selatan dan 113016'28" sampai 114003'42" Bujur Timur, dengan memiliki ketinggian 5-85 dari permukaan laut. Kabupaten Jember terletak sebelah selatan garis khatulistiwa, ini merupakan faktor pendukung untuk memaksimalkan pemanfaatan energi yang dihasilkan oleh panel surya yang dipasang pada Gedung Isdb Fakultas Teknik Universitas Jember.

4.1.1 Data Suhu Permukaan Panel Surya

Rata-rata suhu pada permukaan panel surya selama 14 hari dapat dilihat pada gambar 4.1.



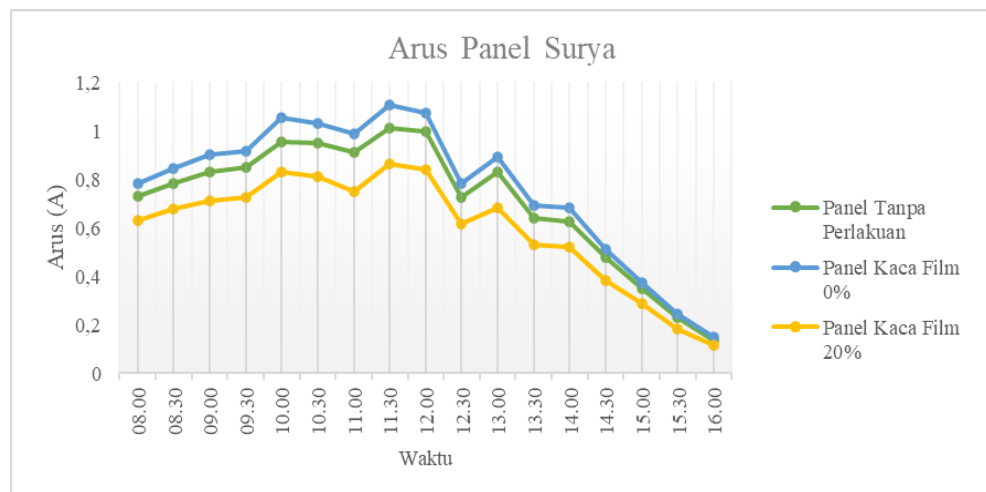
Gambar 4.1 Grafik rata-rata suhu permukaan pada panel surya selama 14 hari

Gambar 4.1 merupakan grafik rata-rata suhu permukaan panel surya selama 14 hari. Suhu rata-rata tertinggi terjadi pada panel surya tanpa perlakuan pukul 12.00 dengan suhu 54,7°C, pada waktu yang sama suhu panel dengan kaca film 0% dan panel dengan kaca film 20% dengan suhu 53,5°C dan 52,32°C. Terjadi

penurunan suhu rata-rata panel pada pukul 12.30, suhu pada panel surya tanpa perlakuan sebesar $49,18^{\circ}\text{C}$, pada panel surya dengan kaca film 0% sebesar $47,88^{\circ}\text{C}$ dan pada panel surya dengan kaca film 20% sebesar $47,35^{\circ}\text{C}$. Penurunan suhu ini diakibatkan oleh awan yang bergerak menutupi posisi matahari. Intensitas radiasi matahari yang diterima oleh panel surya setiap waktu selalu berubah bergantung dengan waktu dan cuaca sekitar instalasi panel surya, waktu efektif dari panel surya antara pukul 10.00 sampai 14.00, karena intensitas matahari pada pagi hari dan sore hari sangat rendah karena posisi matahari yang tidak sejajar dengan panel surya (Bandri dkk., 2021).

4.1.2 Data Arus Panel Surya

Rata-rata arus panel surya selama 14 hari dapat dilihat pada gambar 4.2.



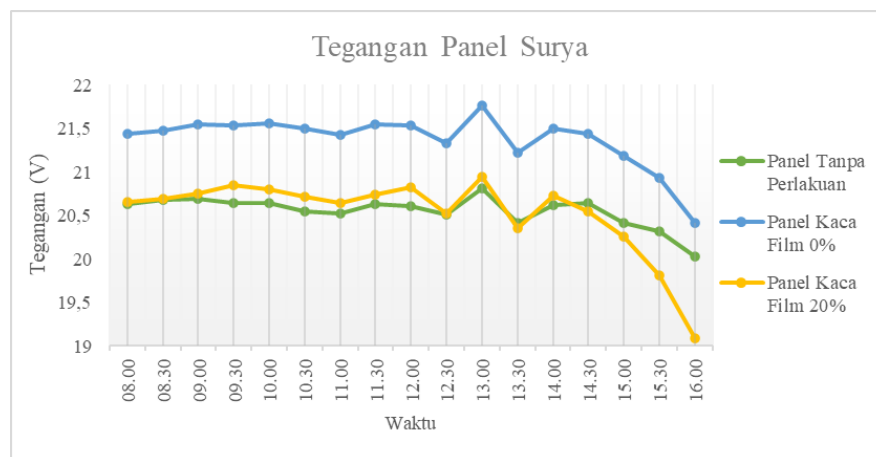
Gambar 4.2 Grafik rata-rata arus pada panel surya selama 14 hari

Gambar 4.2 merupakan grafik rata-rata data arus pada panel surya selama 14 hari. Rata-rata arus yang dihasilkan panel surya dengan kaca film 0% lebih tinggi dibandingkan dengan panel surya tanpa perlakuan, dan panel surya dengan kaca film 20% memiliki arus yang lebih rendah dibandingkan dengan panel surya tanpa perlakuan. Rata-rata penurunan arus yang signifikan terjadi pada pukul 12.30 dikarenakan cuaca yang berawan, awan bergerak menutupi posisi matahari sehingga terjadi penurunan intensitas radiasi yang diterima panel, sehingga menurunkan arus yang dihasilkan panel surya. Intensitas radiasi matahari yang diterima oleh panel surya setiap waktu selalu berubah bergantung dengan waktu

dan cuaca sekitar instalasi panel surya, waktu efektif dari panel surya antara pukul 10.00 sampai 14.00, karena intensitas matahari pada pagi hari dan sore hari sangat rendah karena posisi matahari yang tidak sejajar dengan panel surya (Bandri dkk., 2021). Rata-rata arus tertinggi terjadi pada pukul 11.30, pada panel tanpa perlakuan memiliki arus sebesar 1,01 A, pada panel surya dengan kaca film 0% memiliki arus sebesar 1,1 A dan pada panel surya dengan kaca film 20% memiliki arus sebesar 0,86.

4.1.3 Data Tegangan Panel Surya

Rata-rata tegangan pada panel surya selama 14 hari dapat dilihat pada gambar 4.3.

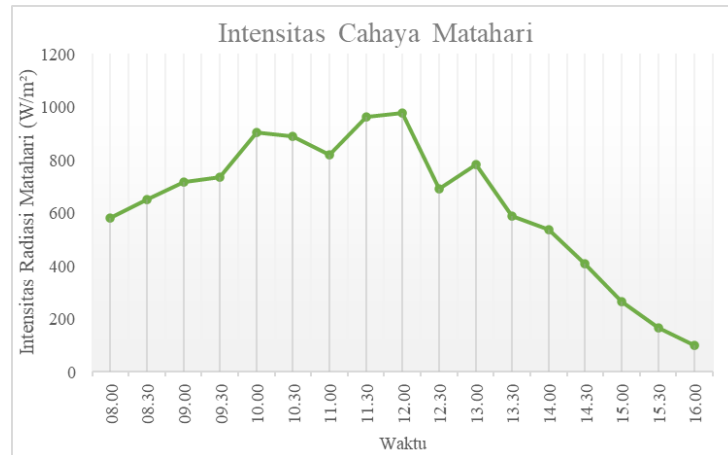


Gambar 4.3 Grafik rata-rata tegangan pada panel surya selama 14 hari

Gambar 4.3 merupakan grafik rata-rata data tegangan panel surya selama 14 hari. Berdasarkan Gambar 4.3, dapat dilihat bahwa tegangan panel surya tanpa perlakuan dan panel surya dengan kaca film memiliki tegangan yang hampir sama. Tegangan tertinggi terjadi pada panel dengan kaca film 0% dengan nilai tertinggi sebesar 21,8 V pada pukul 13.00, pada jam yang sama pada panel surya tanpa perlakuan memiliki tegangan sebesar 20,8 V dan pada panel surya dengan kaca film 20% memiliki tegangan sebesar 20,9 V.

4.1.4 Data Intensitas Radiasi Matahari

Rata-rata intensitas cahaya matahari pada panel surya selama 14 hari dapat dilihat pada gambar 4.4.

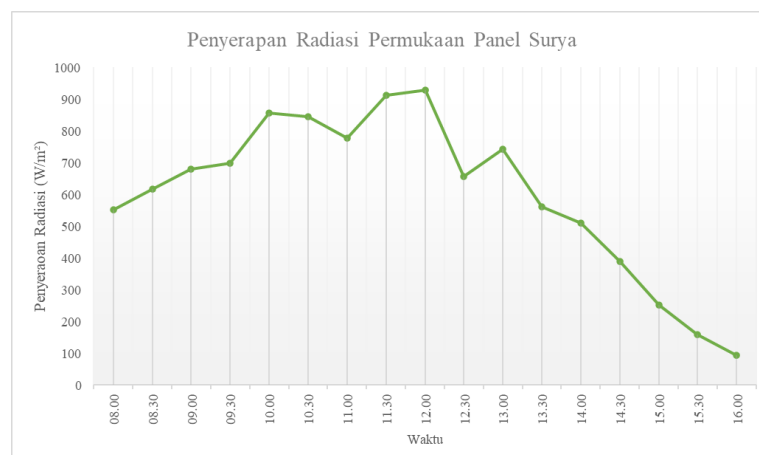


Gambar 4.4 Grafik rata-rata intensitas radiasi matahari pada panel surya selama 14 hari

Berdasarkan Gambar 4.4, rata-rata intensitas radiasi matahari tertinggi terjadi pada pukul 12.00 dengan rata-rata $977,74 \text{ W/m}^2$. Pukul 12.30 terjadi penurunan intensitas radiasi matahari yang signifikan dikarenakan awan bergerak menutupi posisi matahari, hal ini dapat menurunkan intensitas radiasi matahari yang dapat menurunkan intensitas radiasi matahari. Intensitas radiasi matahari yang diterima oleh panel surya setiap waktu selalu berubah bergantung dengan waktu dan cuaca sekitar instalasi panel surya, waktu efektif dari panel surya antara pukul 10.00 sampai 14.00, karena intensitas matahari pada pagi hari dan sore hari sangat rendah karena posisi matahari yang tidak sejajar dengan panel surya (Bandri dkk., 2021).

4.2 Pembahasan Perpindahan Panas Panel Surya

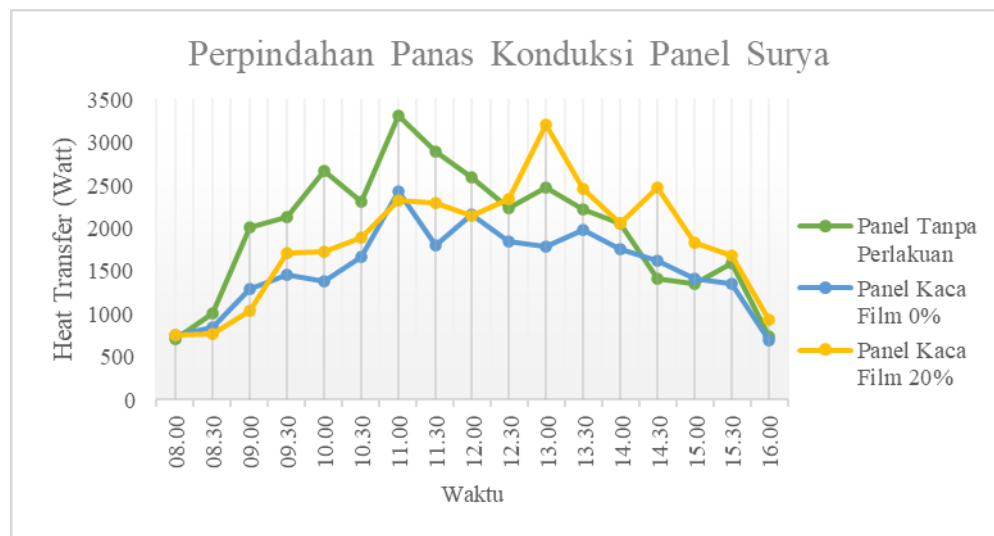
4.2.1 Penyerapan Radiasi oleh Permukaan panel



Gambar 4.5 Grafik rata-rata penyerapan radiasi oleh permukaan panel surya selama 14 hari

Berdasarkan Gambar 4.5, penyerapan radiasi permukaan panel surya dipengaruhi oleh nilai radiasi matahari, apabila nilai radiasi matahari besar maka penyerapan radiasi oleh panel surya semakin besar, sebaliknya apabila nilai radiasi matahari kecil maka penyerapan radiasi oleh panel semakin kecil. Nilai penyerapan radiasi mengalami penurunan kurang lebih 5% karena sifat radiasi yang dapat memantulkan dan mentransmisikan radiasi yang mengenai permukaan benda. Rata-rata penyerapan radiasi permukaan panel tertinggi terjadi pada pukul 12.00 dengan rata-rata $928,86 \text{ W/m}^2$. Pukul 12.30 terjadi penurunan penyerapan radiasi permukaan panel surya dikarenakan awan bergerak menutupi posisi matahari, hal ini dapat menurunkan intensitas radiasi matahari yang dapat menurunkan penyerapan radiasi permukaan panel surya. Berdasarkan pernyataan (Bandri dkk., 2021) intensitas radiasi matahari yang diterima oleh panel surya setiap waktu selalu berubah bergantung dengan waktu dan cuaca sekitar instalasi panel surya, waktu efektif dari panel surya antara pukul 10.00 sampai 14.00, karena intensitas matahari pada pagi hari dan sore hari sangat rendah karena posisi matahari yang tidak sejajar dengan panel surya.

4.2.2 Perpindahan Panas Konduksi Panel Surya

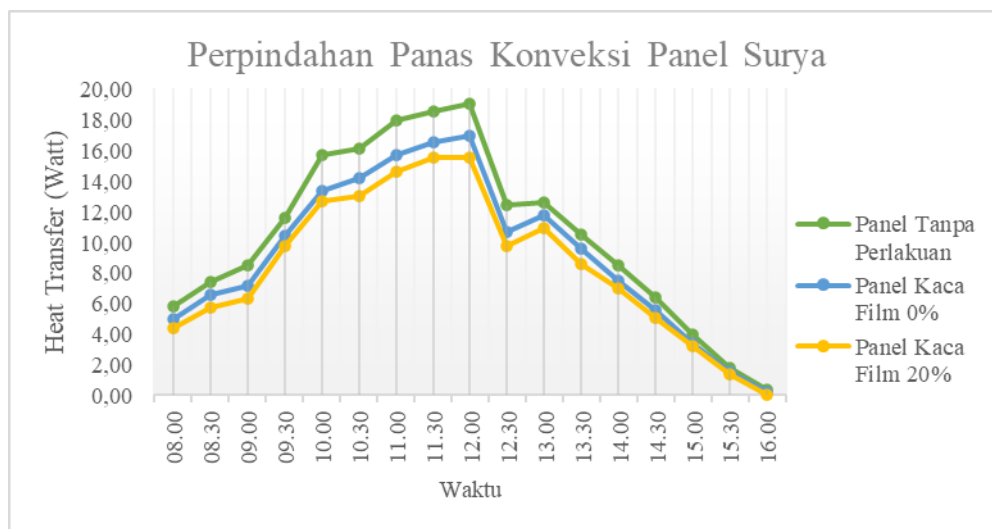


Gambar 4.6 Grafik rata-rata perpindahan panas konduksi pada panel surya selama 14 hari

Berdasarkan Gambar 4.6 dapat dilihat rata-rata perpindahan panas konduksi pada panel surya, pada panel surya tanpa perlakuan memiliki perpindahan panas

tertinggi pada pukul 11.00, dengan nilai perpindahan panas sebesar 3304,53 Watt, pada jam yang sama nilai perpindahan panas pada panel surya dengan kaca film 0% sebesar 2417,18 Watt dan pada panel surya dengan kaca film 20% sebesar 2323,16 Watt. Semakin besar nilai perpindahan panas konduksi pada panel surya maka semakin besar selisih antara suhu permukaan panel dengan suhu bawah panel.

4.2.3 Perpindahan Panas Konveksi Panel Surya

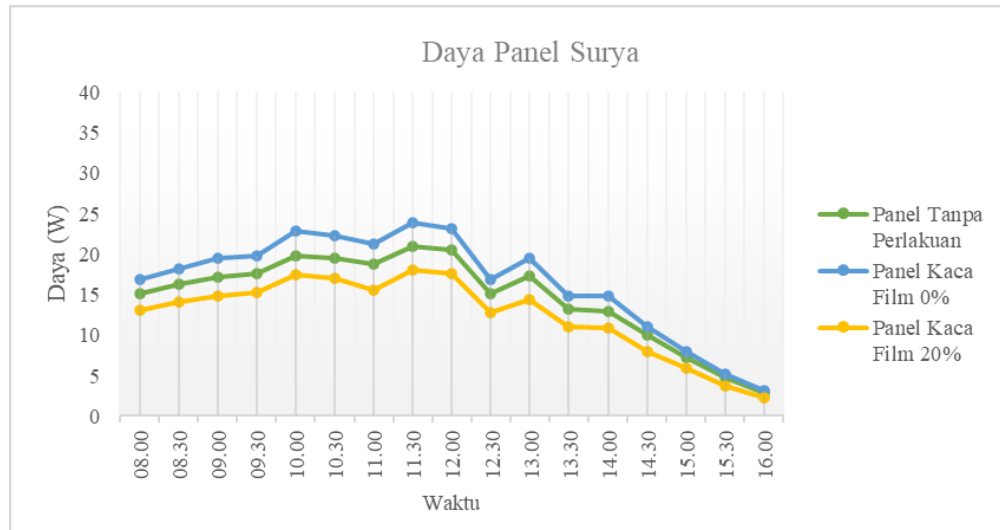


Gambar 4.7 Grafik rata-rata perpindahan panas konveksi pada panel surya selama 14 hari

Berdasarkan Gambar 4.7 dapat dilihat rata-rata perpindahan panas konveksi pada panel surya, pada panel surya tanpa perlakuan memiliki perpindahan panas tertinggi pada pukul 12.00, dengan nilai perpindahan panas sebesar 19,05 Watt, pada jam yang sama nilai perpindahan panas pada panel surya dengan kaca film 0% sebesar 16,93 Watt dan pada panel surya dengan kaca film 20% sebesar 15,53 Watt. Semakin besar nilai perpindahan panas konveksi pada panel surya maka semakin besar suhu permukaan panel.

4.3 Pembahasan Daya Panel Surya

Daya panel surya dipengaruhi oleh suhu permukaan panel, intensitas radiasi matahari, tegangan panel dan arus panel. Hasil daya panel surya dapat dilihat pada Gambar 4.8.

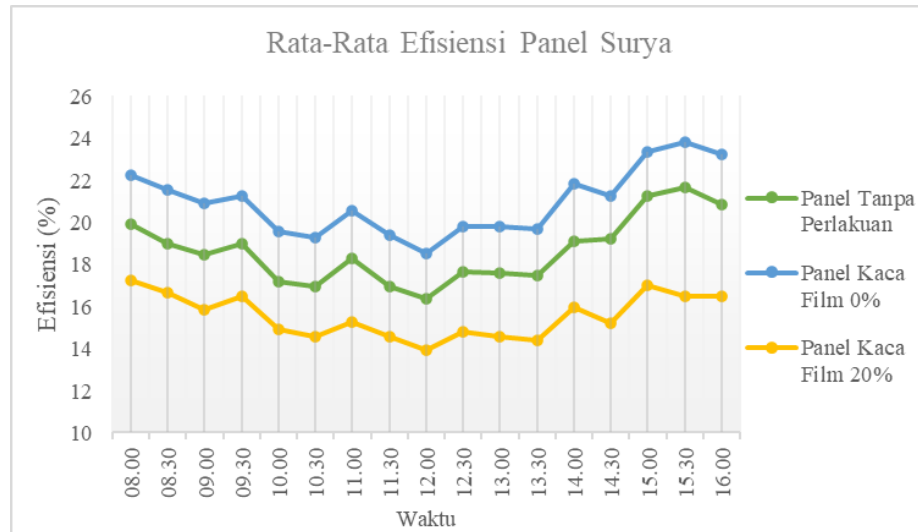


Gambar 4.8 Grafik rata-rata daya yang dihasilkan pada panel surya selama 14 hari

Berdasarkan Gambar 4.8 dapat dilihat bahwa rata-rata daya yang dihasilkan oleh panel dengan kaca film 0% lebih besar dari pada panel surya tanpa perlakuan, sedangkan pada panel surya dengan kaca film 20% memiliki rata-rata daya dibawah panel surya tanpa perlakuan, hal ini dikarenakan pada panel surya dengan kaca film 20% intensitas cahaya matahari yang diterima panel berkurang. Nilai daya tertinggi terjadi pada pukul 12.00 pada panel surya dengan kaca film 0% dengan daya sebesar 23,13 W, pada jam yang sama pada panel tanpa perlakuan menghasilkan daya sebesar 20,45 W dan pada panel surya dengan kaca film 20% menghasilkan daya 17,46 W. Rata-rata daya output panel surya tanpa perlakuan adalah 14,58 watt. Rata-rata daya output panel surya terendah adalah pada panel dengan kaca film 20% dengan rata-rata daya 12,38 watt. Selisih suhu dari panel tanpa perlakuan dengan panel kaca film 20% adalah 2,2 watt, terjadi penurunan daya sebanyak 15,08%. Rata-rata daya output dari panel surya dengan kaca film 0% adalah 16,47. Selisih antara daya output panel surya dengan kaca film 0% dan panel surya tanpa perlakuan adalah 1,89 watt, terjadi kenaikan daya sebesar 12,96%

4.4 Pembahasan Efisiensi Panel Surya

Efisiensi panel surya dipengaruhi oleh suhu permukaan panel, intensitas radiasi matahari dan daya panel surya. Hasil efisiensi panel surya dapat dilihat pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Grafik rata-rata efisiensi pada panel surya selama 14 hari

Berdasarkan Gambar 4.9 dapat dilihat bahwa rata-rata efisiensi yang dihasilkan oleh panel dengan kaca film 0% lebih besar dari pada panel surya tanpa perlakuan, sedangkan pada panel surya dengan kaca film 20% memiliki rata-rata efisiensi dibawah panel surya tanpa perlakuan. Efisiensi tertinggi terjadi pada pukul 15.30 pada panel dengan kaca film 0% dengan efisiensi sebesar 23,81%, pada jam yang sama pada panel tanpa perlakuan memiliki efisiensi sebesar 21,66% dan pada panel surya dengan kaca film 20% memiliki efisiensi sebesar 16,44%. Nilai rata-rata pada panel tanpa perlakuan, panel dengan kaca film 0% dan panel dengan kaca film 20% sebesar 18,62%, 20,93% dan 15,53%. Efisiensi panel 2 mengalami kenaikan sebesar 2,31% dan pada panel 3 mengalami penurunan 3,09%.

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, suhu paling rendah terdapat pada panel surya dengan kaca film 20% dikarenakan sifat dari kaca film yang menolak panas matahari dengan penurunan suhu sebanyak 3,39%, suhu rata-rata yang dihasilkan pada panel surya dengan kaca film 20% yaitu 44,83°C. Rata-rata suhu permukaan dari panel surya dengan kaca film 0% adalah 45,38°C. Selisih suhu dari panel tanpa perlakuan dengan panel kaca film 0% adalah 1,02 °C, terjadi penurunan suhu sebanyak 2,21%.
2. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, daya tertinggi dihasilkan oleh panel surya dengan kaca film 0% dengan rata-rata daya output 16,47 W dan persentase kenaikan daya sebesar 12,96%. Panel surya dengan kaca film 20% mengalami penurunan daya sebesar 15,08% dikarenakan berkurangnya intensitas cahaya matahari yang di terima panel surya.
3. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, efisiensi tertinggi dihasilkan oleh dengan panel surya dengan kaca film 0% dengan rata-rata efisiensi 20,93% dengan selisih efisiensi sebanyak 2,3%. Panel surya dengan kaca film 20% mengalami penurunan efisiensi sebesar 3,08%

5.2 Saran

1. Untuk penelitian selanjutnya interval pengambilan data dapat di perkecil agar didapatkan data yang lebih akurat
2. Penelitian mengenai perpindahan panas dapat dikaji lebih detail dengan mensimulasikan pada penelitian selanjutnya

DAFTAR PUSTAKA

- Alamsyah, T., Hiendro, A., & Abidin, Z. (2019). Analisis Potensi Energi Matahari Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Surya Menggunakan Panel Mono-Crystalline dan Poly-Crystalline Di Kota Pontianak dan Sekitarnya. *Jurnal Teknik Elektronika*, 10.
- Bandri, S., Andari, R., & Tias, F. N. (2021). Pengaruh Intensitas Cahaya Matahari Terhadap Tegangan Dan Arus Yang Dihasilkan Panel Surya. *Jurnal Teknik Elektro*, 10(2), 106–113.
- Bastanta, J. (2012). Mengenal Alat Proses " Shell and Tube Heat Exchanger ". *Jurnal Teknik Kimia*, 2(4), 1–22.
- Hardiatama, I., & Trifiananto, M. (2018). Efek Pemasangan Isolator Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Lpg Mesin Sangrai Biji Kopi Industri Kecil. *SINTEK JURNAL: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 12(2), 100–106.
- Hutomo, T. N. (2016). Analisis Perpindahan Panas Pada Economizer Bare Tube Ladder Support Type Instalasi Boiler Pada Pltu Unit 4 Pt. Pjb Up Gresik. *PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK MESIN Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember*.
- Irawati, E., Huda, C., & Kurniawan, W. (2019). Pengembangan Alat Peraga Perpindahan Kalor secara Konduksi, Konveksi, dan Radiasi dalam Satu Set Alat berbasis Digital. *The 5th Lontar Physics Forum 2019*, 86–91.
- Okonkwo, E. C., Abid, M., & Ratlamwala, T. A. H. (2019). Comparative Study of Heat Transfer Enhancement in Parabolic Trough Collector Based on Modified Absorber Geometry. *Journal of Energy Engineering*, 145(3).
- Pawawoi, A., & Pranata, V. A. (2020). Peningkatan Daya Output Photovoltaik Dengan Penambahan Lapisan Kaca Film Pada Permukaannya. *Jurnal Nasional Teknik Elektro*, 9(3). <https://doi.org/10.25077/jnte.v9n3.712.2020>

- Priatam, P. P. T. D. (2021). Analisa Radiasi Sinar Matahari Terhadap Panel Surya 50 WP. *RELE: Jurnal Teknik Elektro*, 4(1), 48–54.
- Ricko Mahindra, Awitdrus, U. M. (2015). *PENGARUH SERAPAN SINAR MATAHARI OLEH KACA FILM TERHADAP DAYA KELUARAN PLAT SEL SURYA*. 2(1), 123–131.
- Septiadi, D., Nanlohy, P., Souissa, M., & Rumlawang, F. Y. (2009). Proyeksi Potensi Energi Surya Sebagai Energi Terbarukan (Studi Wilayah Ambon Dan Sekitarnya). *Jurnal Meteorologi Dan Geofisika*, 10(1), 22–28.
- Strong, S. J., & Scheller, W. G. (1993). *The Solar Electric House: Energy for the Environmentally Responsive. Energy-Independent Home. Sustainability Press, Massachusetts*.
- Yuwono, B. (2005). *Optimalisasi Panel Sel Surya Dengan Menggunakan Sistem Pelacak Berbasis Mikrokontroler AT89C51*. Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Zahedi, A. (1998). *Solar Photovoltaic Energy Systems: Design and Use. the new World Publishing*.

LAMPIRAN

Lampiran 1

Data Penelitian 15 Juni 2023

Tabel 1. Data Suhu Panel dan Suhu Lingkungan

Waktu	Suhu Permukaan Panel °C			Suhu Bawah Panel °C			Suhu Lingkungan °C
	Panel 1	Panel 2	Panel 3	Panel 1	Panel 2	Panel 3	
08.00	40,72	39,98	39,38	40,22	39,16	38,46	34,5
08.30	43,7	42,66	41,76	42,78	42,02	41,28	33,9
09.00	46,04	44,16	44,16	44,86	43,86	43,86	34,6
09.30	50,54	49,34	48,56	49,4	48,62	47,6	34,9
10.00	51,08	50,4	49,68	50,24	49,22	47,98	35,1
10.30	52,18	51,08	50,88	51,78	50,1	46,66	35,3
11.00	60,2	59,36	59,22	57,3	56,96	54,8	35,8
11.30	57,82	57,24	57,1	56,98	56,18	50,92	36,4
12.00	58,4	58,1	55,88	55,32	55,84	48,76	37,5
12.30	57,54	56,94	55,94	55,34	56,32	52	36,1
13.00	57,12	56,84	53,28	54,54	56,4	50,14	37,7
13.30	40,94	40,42	39,92	40,92	40,38	39,8	35
14.00	45,34	43,52	43,64	45,28	42,18	41,66	33,5
14.30	46,38	45,58	45,88	45,08	44,96	44,38	33
15.00	40,84	40,42	40,16	40,12	40,3	40,02	34,9
15.30	34,2	33,78	33,98	33,96	33,7	33,1	35,2
16.00	31,48	30,9	31,3	30,86	30,76	30,76	34,1

Tabel 2. Data Intensitas matahari, suhu lingkungan, arus dan tegangan

Waktu	Intensitas Matahari W/m^2	Panel 1		Panel 2		Panel 3	
		I	V	I	V	I	V
08.00	633,501	0,86	20,4	0,95	21,4	0,78	20,7
08.30	671,263	0,89	20,6	0,99	21,4	0,8	20,7
09.00	859,52	0,98	20,7	1,09	21,6	0,86	20,9
09.30	892,7	1,01	20,7	1,11	21,7	0,88	21,1
10.00	1002,51	1,06	20,6	1,2	21,9	0,93	21,1
10.30	966,328	0,99	20,1	1,17	21,9	0,9	20,9
11.00	1117,85	1,15	20,3	1,31	21,3	0,99	20,7
11.30	1056,23	1,04	20,4	1,13	21,3	0,88	20,7
12.00	1079,93	0,96	20,6	1,01	21,1	0,74	20,8
12.30	1037,27	0,99	20,4	1,03	21,3	0,82	20,6
13.00	942,47	0,98	21,1	1,05	21,9	0,76	21,3
13.30	213,458	0,18	20,1	0,21	20,6	0,16	19,5
14.00	599,373	0,74	21,1	0,8	22	0,6	21,2
14.30	544,705	0,32	20,2	0,32	20,9	0,25	19,9
15.00	275,868	0,33	20,5	0,35	21,3	0,27	20,3
15.30	68,7853	0,09	19,6	0,1	19,7	0,07	18,3
16.00	37,8647	0,05	19	0,06	19,2	0,04	17,4

Tabel 3. Daya dan Efisiensi panel surya

Waktu	Daya (Watt)			Efisiensi Panel (%)		
	Panel 1	Panel 2	Panel 3	Panel 1	Panel 2	Panel 3
08.00	17,544	20,33	16,146	21,3029	24,6858	19,6053
08.30	18,334	21,186	16,56	21,0098	24,278	18,9769
09.00	20,286	23,544	17,974	18,155	21,0708	16,0859
09.30	20,907	24,087	18,568	18,0154	20,7555	15,9999
10.00	21,836	26,28	19,623	16,7549	20,1648	15,0568
10.30	19,899	25,623	18,81	15,8403	20,3968	14,9734
11.00	23,345	27,903	20,493	16,0645	19,201	14,1019
11.30	21,216	24,069	18,216	15,4512	17,529	13,2663
12.00	19,776	21,311	15,392	14,0864	15,1798	10,9637
12.30	20,196	21,939	16,892	14,9772	16,2698	12,527
13.00	20,678	22,995	16,188	16,8771	18,7682	13,2124
13.30	3,618	4,326	3,12	13,0381	15,5894	11,2434
14.00	15,614	17,6	12,72	20,0389	22,5877	16,3248
14.30	6,464	6,688	4,975	9,12844	9,44477	7,02568
15.00	6,765	7,455	5,481	18,8635	20,7875	15,2832
15.30	1,764	1,97	1,281	19,7269	22,0306	14,3255
16.00	0,95	1,152	0,696	19,2995	23,4032	14,1394

Data Penelitian 16 Juni 2023

Tabel 4. Data Suhu Panel dan Suhu Lingkungan

Waktu	Suhu Permukaan Panel °C			Suhu Bawah Panel °C			Suhu Lingkungan °C
	Panel 1	Panel 2	Panel 3	Panel 1	Panel 2	Panel 3	
08.00	40,98	40,02	39,16	40,76	39,7	38,66	34,6
08.30	42,84	42,24	41,54	42,78	42,04	41,38	34,7
09.00	44,98	43,98	43,46	43,48	43,04	42,64	34,9
09.30	45,9	45,5	45,84	42,48	43,02	42,14	35,5
10.00	55,52	51,74	50,14	50,88	50,58	47,62	35,8
10.30	57,7	55,96	55,78	53,08	53,78	52,28	37,3
11.00	48,66	46,68	47,94	48,56	46,48	46,62	36,7
11.30	50,62	48,44	48,06	48,3	47,84	47,8	35,2
12.00	57,12	54,3	53,7	56,18	54,22	51,26	36,8
12.30	51,7	45,7	47,06	50,78	42,8	43,54	34,5
13.00	51,56	51,22	51,44	50,04	50,04	48,62	36
13.30	50,38	50,24	49,06	49,54	48,94	47,02	36,9
14.00	50,7	49,7	49,74	48,7	49,12	48,48	36,8
14.30	41,44	41,1	40,74	41,3	40,78	40,52	34,9
15.00	42,12	41,22	41,28	41	40,44	40,34	34,5
15.30	36,44	36,38	36,32	35,84	36,22	36	33,7
16.00	34,7	34,68	34,04	34,48	34,4	32,34	33

Tabel 5. Data Intensitas matahari, suhu lingkungan, arus dan tegangan

Waktu	Intensitas Matahari W/m^2	Panel 1		Panel 2		Panel 3	
		I	V	I	V	I	V
08.00	633,975	0,69	20,7	0,72	20,9	0,56	20,7
08.30	690,223	0,73	20,8	0,79	21,1	0,59	20,9
09.00	710,842	0,75	20,8	0,86	21,3	0,6	20,9
09.30	744,654	0,84	20,9	0,97	22	0,62	21,2
10.00	1016,73	0,91	21	1,05	21,6	0,81	20,9
10.30	1071,24	1,02	20,5	1,09	21,5	0,89	20,3
11.00	268,126	0,34	19,8	0,37	20,5	0,28	19,7
11.30	960,64	1,06	20,7	1,09	21,7	0,91	20,7
12.00	1077,56	1,14	20,4	1,2	21,5	0,94	20,8
12.30	1109,95	1,08	21	1,15	22	0,9	21,2
13.00	922,72	0,95	20,7	0,97	21,9	0,76	21,1
13.30	834,24	0,83	20,7	0,89	21,6	0,67	20,9
14.00	690,46	0,72	20,5	0,76	21,5	0,58	20,7
14.30	333,459	0,38	20,6	0,39	21,1	0,29	20,4
15.00	319,713	0,42	20,7	0,44	21,5	0,33	20,6
15.30	174,116	0,21	20,4	0,22	21	0,17	19,9
16.00	114,392	0,15	20,2	0,16	20,7	0,12	19,4

Tabel 6. Daya dan Efisiensi panel surya

Waktu	Daya (Watt)			Efisiensi Panel (%)		
	Panel 1	Panel 2	Panel 3	Panel 1	Panel 2	Panel 3
08.00	14,283	15,048	11,592	17,33022	18,25842	14,0651
08.30	15,184	16,669	12,331	16,92207	18,57705	13,74249
09.00	15,6	18,318	12,54	16,88139	19,82265	13,57004
09.30	17,556	21,34	13,144	18,13542	22,04431	13,57781
10.00	19,11	22,68	16,929	14,45812	17,15908	12,80803
10.30	20,91	23,435	18,067	15,01495	16,82809	12,97346
11.00	6,732	7,585	5,516	19,31354	21,76072	15,82494
11.30	21,942	23,653	18,837	17,57002	18,9401	15,08369
12.00	23,256	25,8	19,552	16,60161	18,41768	13,95746
12.30	22,68	25,3	19,08	15,71796	17,53371	13,22305
13.00	19,665	21,243	16,036	16,39384	17,70935	13,3685
13.30	17,181	19,224	14,003	15,84215	17,72594	12,9118
14.00	14,76	16,34	12,006	16,44389	18,20414	13,3757
14.30	7,828	8,229	5,916	18,05781	18,98284	13,64716
15.00	8,694	9,46	6,798	20,9178	22,7608	16,35602
15.30	4,284	4,62	3,383	18,92637	20,4108	14,94583
16.00	3,03	3,312	2,328	20,37528	22,2716	15,65467

Tabel 7. Data Suhu Panel dan Suhu Lingkungan

Waktu	Suhu Permukaan Panel °C			Suhu Bawah Panel °C			Suhu Lingkungan °C
	Panel 1	Panel 2	Panel 3	Panel 1	Panel 2	Panel 3	
08.00	40,82	39,88	39,18	40,8	39,5	38,74	34,8
08.30	42,64	42,28	41,64	42,28	41,92	41,3	36
09.00	44,82	44,04	43,28	43,28	42,98	42,56	35,9
09.30	46,98	46,68	45,8	46,64	45,48	44,7	36,5
10.00	54,22	51,54	50,94	51,06	50,48	48,34	36,3
10.30	54,32	52,22	51,6	53,12	51,82	51,1	36
11.00	60,04	57,84	55,66	59,16	57,38	55,56	37,9
11.30	60,26	58,86	57,14	58,34	57,2	57,06	39,8
12.00	63,5	62,42	59,72	59,6	58,52	58,26	38,9
12.30	49,42	46,28	45,38	48,84	46,22	44,74	39,1
13.00	59,22	56,58	59,08	56,86	56,32	55,58	38,9
13.30	60,1	57,94	59,16	56,08	54,14	54,62	39
14.00	51,52	51,4	50,68	48,98	49,96	48,42	37,4
14.30	40,58	39,58	39,52	39,24	38,58	38,3	37,5
15.00	42,82	42,42	42,36	42,34	41,96	41,08	37,7
15.30	38,7	38,58	38,54	37,84	38,08	37,16	36,4
16.00	35,06	34,7	34,54	35	34,62	34,12	34

Tabel 8. Data Intensitas matahari, suhu lingkungan, arus dan tegangan

Waktu	Intensitas Matahari W/m ²	Panel 1		Panel 2		Panel 3	
		I	V	I	V	I	V
08.00	680,901	0,91	20,6	0,98	21,7	0,74	20,6
08.30	723,245	0,96	20,4	1	21,4	0,76	20,7
09.00	738,413	0,97	20,6	1	21,5	0,77	20,6
09.30	805,01	1	20,5	1,04	21,4	0,8	20,8
10.00	860,31	1	20,6	1,06	21,4	0,82	20,8
10.30	976,44	1,02	20,5	1,09	21,5	0,86	20,7
11.00	1022,26	1,03	20,3	1,11	21,3	0,87	20,5
11.30	1045,17	1,05	20,4	1,12	21,2	0,88	20,6
12.00	1000,14	1,03	20,2	1,12	21,1	0,87	20,5
12.30	177,355	0,2	19,4	0,2	19,7	0,16	18,9
13.00	998,56	1,03	20,6	1,11	21,5	0,76	20,8
13.30	840,56	0,87	20,5	0,93	21,4	0,72	20,7
14.00	524,639	0,71	20,7	0,8	21,8	0,63	20,9
14.30	181,621	0,27	20,5	0,29	20,9	0,18	19,8
15.00	288,429	0,41	20,6	0,44	21,4	0,33	20,5
15.30	203,741	0,23	20,2	0,25	20,9	0,19	19,9
16.00	115,893	0,15	20,1	0,16	20,5	0,11	19

Tabel 9. Daya dan Efisiensi panel surya

Waktu	Daya (Watt)			Efisiensi Panel (%)		
	Panel 1	Panel 2	Panel 3	Panel 1	Panel 2	Panel 3
08.00	18,746	21,266	15,244	21,17782	24,02473	17,22153
08.30	19,584	21,4	15,732	20,8292	22,76067	16,73228
09.00	19,982	21,5	15,862	20,81595	22,39731	16,524
09.30	20,5	22,256	16,64	19,58886	21,26682	15,90042
10.00	20,6	22,684	17,056	18,41912	20,28249	15,25032
10.30	20,91	23,435	17,802	16,47271	18,46189	14,02426
11.00	20,909	23,643	17,835	15,73362	17,7909	13,42049
11.30	21,42	23,744	18,128	15,76483	17,47526	13,34196
12.00	20,806	23,632	17,835	16,00238	18,17592	13,71731
12.30	3,88	3,94	3,024	16,82848	17,08872	13,11581
13.00	21,218	23,865	15,808	16,34508	18,38417	12,17754
13.30	17,835	19,902	14,904	16,32154	18,21313	13,63926
14.00	14,697	17,44	13,167	21,54888	25,5707	19,30558
14.30	5,535	6,061	3,564	23,44273	25,67053	15,09483
15.00	8,446	9,416	6,765	22,52521	25,11217	18,04204
15.30	4,646	5,225	3,781	17,54112	19,72716	14,27529
16.00	3,015	3,28	2,09	20,01183	21,77074	13,87221

Data Penelitian 18 Juni 2023

Tabel 10. Data Suhu Panel dan Suhu Lingkungan

Waktu	Suhu Permukaan Panel °C			Suhu Bawah Panel °C			Suhu Lingkungan °C
	Panel 1	Panel 2	Panel 3	Panel 1	Panel 2	Panel 3	
08.00	39,9	39,28	38,76	39,36	38,54	37,9	29,5
08.30	40,68	40,24	39,8	40,52	39,06	38,1	31,6
09.00	42,66	41,54	41,14	42,12	41,38	40,82	33,3
09.30	45,98	45,7	45,62	45,16	44,82	44,72	33,8
10.00	49,12	46,6	46,58	47,68	45,96	46,36	34,5
10.30	51,64	50,02	48,54	50,64	49,9	47,64	36
11.00	51,4	49,46	49,34	50,46	49,4	48,84	36,4
11.30	53,48	51,56	49,3	52,34	50,16	49,28	36,8
12.00	52,12	49,46	49,44	52,08	48,3	48,34	37,1
12.30	50,14	49,92	47,82	49,3	47,4	46,78	37,2
13.00	49,48	49,02	48,74	49,38	48,06	47,56	37,9
13.30	49,36	49,22	48,14	46,4	45,22	44,9	37,1
14.00	48,04	47,54	46,34	47,84	46,04	46,26	36,9
14.30	47,14	43,88	43,56	44,96	43,08	41,94	36,7
15.00	43,38	42,42	41,74	43,24	42,02	40,94	36,3
15.30	38,86	38,84	38,6	38,48	37,48	37,24	35,3
16.00	33,14	32,5	32,38	32,86	32,36	32,22	34

Tabel 11. Data Intensitas matahari, suhu lingkungan, arus dan tegangan

Waktu	Intensitas Matahari W/m^2	Panel 1		Panel 2		Panel 3	
		I	V	I	V	I	V
08.00	680,901	0,8	20,9	0,86	21,6	0,65	20,5
08.30	723,245	0,85	20,9	0,92	21,9	0,71	20,7
09.00	738,413	0,91	21,1	1	22	0,79	21,3
09.30	805,01	0,95	21,1	1,04	22	0,81	21,3
10.00	860,31	1	21	1,09	22	0,85	21,3
10.30	976,44	1,04	20,9	1,13	21,9	0,88	21,1
11.00	1022,26	1,04	20,9	1,13	21,9	0,88	21,2
11.30	1045,17	1,03	20,8	1,17	21,9	0,88	21
12.00	1000,14	1	20,8	1,07	21,8	0,81	21,1
12.30	177,355	0,98	20,6	1,07	21,7	0,89	21
13.00	998,56	0,9	20,5	0,95	21,5	0,74	20,7
13.30	840,56	0,82	21	0,88	21,9	0,68	21,1
14.00	524,639	0,7	20,6	0,76	21,6	0,56	20,8
14.30	181,621	0,57	20,6	0,61	21,5	0,46	20,7
15.00	288,429	0,43	20,5	0,46	21,3	0,34	20,4
15.30	203,741	0,32	20,6	0,33	21,3	0,25	20,3
16.00	115,893	0,07	19,5	0,08	19,5	0,05	17,8

Tabel 12. Daya dan Efisiensi panel surya

Waktu	Daya (Watt)			Efisiensi Panel (%)		
	Panel 1	Panel 2	Panel 3	Panel 1	Panel 2	Panel 3
08.00	16,72	18,576	13,325	22,22888	24,69639	17,7153
08.30	17,765	20,148	14,697	20,43951	23,18127	16,90962
09.00	19,201	22	16,827	17,08976	19,581	14,9768
09.30	20,045	22,88	17,253	17,56797	20,05264	15,12099
10.00	21	23,98	18,105	17,99992	20,55419	15,5185
10.30	21,736	24,747	18,568	17,23498	19,62247	14,723
11.00	21,736	24,747	18,656	16,86419	19,20032	14,47453
11.30	21,424	25,623	18,48	16,20883	19,38568	13,98147
12.00	20,8	23,326	17,091	16,01041	17,95475	13,15547
12.30	20,188	23,219	18,69	15,08615	17,35117	13,96672
13.00	18,45	20,425	15,318	15,99728	17,70973	13,28164
13.30	17,22	19,272	14,348	22,98147	25,72003	19,14856
14.00	14,42	16,416	11,648	20,77363	23,64909	16,78025
14.30	11,742	13,115	9,522	20,45313	22,84473	16,58616
15.00	8,815	7,455	5,481	24,81426	27,58141	19,52487
15.30	6,592	1,97	1,281	24,14859	25,74946	18,59134
16.00	1,365	1,152	0,696	16,82849	19,23256	10,97242

Data Penelitian 19 Juni 2023

Tabel 13. Data Suhu Panel dan Suhu Lingkungan

Waktu	Suhu Permukaan Panel °C			Suhu Bawah Panel °C			Suhu Lingkungan °C
	Panel 1	Panel 2	Panel 3	Panel 1	Panel 2	Panel 3	
08.00	44,94	44,08	43,06	44,8	44,04	42,82	34,7
08.30	48,56	47,78	46,94	48,08	47,6	46,78	35,2
09.00	49,46	48,52	46,54	46,38	46,54	46,14	36,7
09.30	53,58	50,96	50,98	52,28	50,46	49,72	37,1
10.00	55,18	52,4	51,44	54,92	52,28	51,14	38
10.30	57,18	54,54	54,36	56,86	54,28	54,22	39,8
11.00	62,36	60,1	59,08	58,42	56,02	55,8	39,3
11.30	59,02	56,78	55,8	56,54	55,78	54,84	39,8
12.00	55,94	55,1	54,22	54,16	54,88	54,16	39,4
12.30	52,12	51,32	50,42	50,7	49,96	49,58	38
13.00	51,98	51,78	48,62	51,46	49,54	48,36	38,1
13.30	51,02	50,62	49,8	49,18	49,42	48,76	38,9
14.00	47,08	46,24	45,88	46,52	45,72	45,08	38,2
14.30	45,08	44,98	44,44	44,62	43,64	44,02	34,9
15.00	39,4	38,72	38,46	38,84	38,06	37,28	34,9
15.30	34,56	33,34	33,32	34,32	33,28	33,24	34,3
16.00	30,58	29,66	29,54	30,48	29,56	29,38	33,9

Tabel 14. Data Intensitas matahari, suhu lingkungan, arus dan tegangan

Waktu	Intensitas Matahari W/m ²	Panel 1		Panel 2		Panel 3	
		I	V	I	V	I	V
08.00	595,976	0,79	20,5	0,82	21,2	0,67	20,5
08.30	685,325	0,81	20,5	0,86	21,4	0,69	20,6
09.00	717,004	0,86	20,6	0,93	21,5	0,74	20,6
09.30	803,43	0,91	20,5	0,98	21,4	0,78	20,6
10.00	856,36	0,95	20,4	1,02	21,4	0,81	20,6
10.30	896,65	0,99	20,4	1,06	21,3	0,84	20,6
11.00	914,82	1,04	20,1	1,08	21,1	0,88	20,3
11.30	894,28	0,99	20,2	1,15	21,1	0,85	20,4
12.00	863,47	0,91	20,2	1	21,1	0,78	20,4
12.30	738,334	0,85	20,2	0,93	21,4	0,73	20,7
13.00	726,563	0,84	20,4	0,88	21,3	0,66	20,5
13.30	701,915	0,76	20,4	0,82	21,3	0,63	20,5
14.00	467,048	0,59	20,4	0,62	21,2	0,44	20,4
14.30	431,577	0,52	20,5	0,54	21,4	0,43	20,5
15.00	223,175	0,35	20,6	0,37	21,3	0,28	20,4
15.30	178,461	0,29	20,6	0,1	19,7	0,07	18,3
16.00	127,743	0,18	20,3	0,06	19,2	0,04	17,4

Tabel 15. Daya dan Efisiensi panel surya

Waktu	Daya (Watt)			Efisiensi Panel (%)		
	Panel 1	Panel 2	Panel 3	Panel 1	Panel 2	Panel 3
08.00	16,195	17,384	13,735	20,90301	22,43766	17,72787
08.30	16,605	18,404	14,214	18,63798	20,65724	15,95425
09.00	17,716	19,995	15,244	19,00644	21,45144	16,35438
09.30	18,655	20,972	16,068	17,86092	20,07929	15,38404
10.00	19,38	21,828	16,686	17,40821	19,60714	14,9883
10.30	20,196	22,578	17,304	17,32603	19,36953	14,845
11.00	20,904	22,788	17,864	17,57723	19,1614	15,02103
11.30	19,998	24,265	17,34	17,20163	20,87197	14,91531
12.00	18,382	21,1	15,912	16,37579	18,79714	14,17536
12.30	17,17	19,902	15,111	17,88851	20,73483	15,74334
13.00	17,136	18,744	13,53	18,14232	19,84475	14,32456
13.30	15,504	17,466	12,915	16,99088	19,14104	14,15359
14.00	12,036	13,144	8,976	19,82336	21,64824	14,78352
14.30	10,66	11,556	8,815	19,00009	20,59709	15,71161
15.00	7,21	7,881	5,712	24,85114	27,16392	19,6879
15.30	5,974	6,119	4,444	25,75008	26,37508	19,15523
16.00	3,654	3,952	2,955	22,00331	23,79778	17,79414

Data Penelitian 20 Juni 2023

Tabel 16. Data Suhu Panel dan Suhu Lingkungan

Waktu	Suhu Permukaan Panel °C			Suhu Bawah Panel °C			Suhu Lingkungan °C
	Panel 1	Panel 2	Panel 3	Panel 1	Panel 2	Panel 3	
08.00	41,12	40,1	39,8	40,86	39,8	39,32	33,5
08.30	44,24	42,82	41,54	43,02	42,28	41,4	34,1
09.00	46,08	44,24	43,84	45,18	43,94	43,64	36,9
09.30	50,86	49,28	48,26	49,24	48,04	47,46	37,9
10.00	51,7	48,52	47,66	49,76	47,44	46,86	39
10.30	56,74	54,7	53,02	55,26	54,28	52,62	39,2
11.00	57,44	54,76	54,42	53,36	50,98	51,04	37,7
11.30	56,92	55,04	54,74	56	54,98	53,36	37,7
12.00	55,74	54,24	52,92	54,24	53,16	52,54	37,5
12.30	54,86	53,66	53,14	52,36	51,78	51,72	38,2
13.00	51,88	51,68	50,72	50,6	51,1	50,28	37,5
13.30	50,28	49,08	48,2	48,94	47,12	46,7	37,3
14.00	49,48	47,88	48	49,46	47,52	47,02	37,3
14.30	46,08	45,92	44,46	44,64	43,18	42,46	36,6
15.00	40,14	39,24	39,16	39,4	37,66	37,4	35
15.30	37,66	37,48	37,4	36,92	36,34	36,34	34,8
16.00	36,74	36,54	36,6	36,72	36,3	36,14	34,3

Tabel 17. Data Intensitas matahari, suhu lingkungan, arus dan tegangan

Waktu	Intensitas Matahari W/m ²	Panel 1		Panel 2		Panel 3	
		I	V	I	V	I	V
08.00	604,745	0,79	20,6	0,82	21,3	0,69	20,7
08.30	846,88	0,91	20,6	0,95	21,4	0,73	20,7
09.00	846,88	0,97	20,5	1,04	21,4	0,76	20,6
09.30	888,75	0,98	20,5	1,04	21,4	0,78	20,7
10.00	947,21	0,98	20,5	1,05	21,4	0,82	20,6
10.30	951,95	1,01	20,4	1,09	21,4	0,86	20,7
11.00	942,47	1,01	20,6	1,07	21,4	0,84	20,7
11.30	966,17	1,01	20,4	1,08	21,4	0,85	20,6
12.00	953,53	0,99	20,4	1,07	21,4	0,83	20,7
12.30	862,68	0,93	20,6	1	21,3	0,78	20,4
13.00	794,74	0,8	20,5	0,88	21,9	0,7	20,8
13.30	739,835	0,81	20,6	0,87	21,6	0,66	20,8
14.00	560,268	0,69	20,5	0,74	21,4	0,56	20,6
14.30	439,319	0,57	20,6	0,61	21,5	0,47	20,7
15.00	246,875	0,3	20,5	0,32	21,2	0,23	20,2
15.30	183,754	0,24	20,4	0,26	21,1	0,2	20,1
16.00	95,353	0,17	20,1	0,18	20,6	0,14	19,1

Tabel 18. Daya dan Efisiensi panel surya

Waktu	Daya (Watt)			Efisiensi Panel (%)		
	Panel 1	Panel 2	Panel 3	Panel 1	Panel 2	Panel 3
08.00	16,274	17,466	14,283	20,7004	22,21661	18,16786
08.30	18,746	20,33	15,111	17,02721	21,22389	15,77541
09.00	19,885	22,256	15,656	18,06177	20,21538	14,22052
09.30	20,09	22,256	16,146	17,38829	19,26301	13,97468
10.00	20,09	22,47	16,892	16,31512	18,24792	13,71802
10.30	20,604	23,326	17,802	16,64923	18,84876	14,38505
11.00	20,806	22,898	17,388	16,98156	18,68903	14,19184
11.30	20,604	23,112	17,51	16,40418	18,40097	13,94085
12.00	20,196	22,898	17,181	16,2925	18,47225	13,86024
12.30	19,158	21,3	15,912	17,08272	18,99269	14,18834
13.00	16,4	19,272	14,56	15,8736	18,65342	14,09266
13.30	16,686	18,792	13,728	17,34898	19,53866	14,27345
14.00	14,145	15,836	11,536	19,42065	21,74234	15,83857
14.30	11,742	13,115	9,729	20,55979	22,96386	17,03511
15.00	6,15	6,784	4,646	19,16261	21,13807	14,47634
15.30	4,896	5,486	4,02	20,49563	22,96549	16,82852
16.00	3,417	3,708	2,674	27,56559	29,91314	21,57167

Data Penelitian 21 Juni 2023

Tabel 19. Data Suhu Panel dan Suhu Lingkungan

Waktu	Suhu Permukaan Panel °C			Suhu Bawah Panel °C			Suhu Lingkungan °C
	Panel 1	Panel 2	Panel 3	Panel 1	Panel 2	Panel 3	
08.00	44,82	44,02	43,12	44,02	42,86	41,82	33,7
08.30	48,32	47,5	46,56	47,86	46,62	46,42	34
09.00	50,82	49,26	48,58	49,36	46,24	45,84	35,4
09.30	52,4	50,88	50,06	49,78	49,32	49,68	36,5
10.00	52,46	50,76	50,26	50,18	48,98	49,48	35,4
10.30	53,48	50,82	50,8	52,12	50,66	50,54	36
11.00	51,06	49,3	47,76	49,68	48,38	47,62	36,9
11.30	52,36	50,98	51,18	49,36	49,2	48,46	36,3
12.00	55,76	54,1	54,54	53,44	53,76	53,92	36,9
12.30	41,06	40,68	40,16	40,7	40,42	40,04	35,1
13.00	53,06	51,98	52,94	49,9	49,64	47,12	36,5
13.30	49,68	49,46	49,32	48,42	47,8	47,1	37,7
14.00	42,3	40,98	40,84	42,14	40,96	40,54	36,6
14.30	42,84	41,44	41,36	42,08	40,68	39,22	34,9
15.00	43,08	42,64	41,4	41,28	39,78	37,56	34,9
15.30	40,5	40,26	40,02	39,24	38,56	37,28	33,7
16.00	35,02	34,98	34,38	34,66	34,4	34,34	33

Tabel 20. Data Intensitas matahari, suhu lingkungan, arus dan tegangan

Waktu	Intensitas Matahari W/m ²	Panel 1		Panel 2		Panel 3	
		I	V	I	V	I	V
08.00	550,788	0,68	20,6	0,74	21,4	0,62	20,7
08.30	594,791	0,71	20,6	0,79	21,4	0,66	20,7
09.00	721,033	0,83	20,7	0,9	21,6	0,72	20,9
09.30	816,07	0,88	20,2	0,96	21,5	0,78	20,8
10.00	873,74	0,95	20,8	1,03	21,8	0,81	21
10.30	944,05	0,97	20,6	1,05	21,5	0,84	20,8
11.00	483,48	0,73	20,8	0,8	21,6	0,66	20,9
11.30	682,955	0,81	20,7	0,96	21,7	0,75	21
12.00	1107,58	1,07	20,7	1,14	21,6	0,9	20,8
12.30	232,023	0,3	20,4	0,32	21,1	0,24	20,1
13.00	941,68	1	20,8	1,06	21,8	0,83	21
13.30	765,51	0,81	20,6	0,87	21,5	0,66	20,9
14.00	189,284	0,25	19,2	0,27	20	0,19	19,6
14.30	453,381	0,6	20,9	0,64	21,8	0,48	21
15.00	357,159	0,48	20,8	0,51	21,6	0,39	20,8
15.30	299,41	0,44	20,9	0,44	21,6	0,36	20,9
16.00	85,399	0,11	20	0,11	20,2	0,12	19,1

Tabel 21. Daya dan Efisiensi panel surya

Waktu	Daya (Watt)			Efisiensi Panel (%)		
	Panel 1	Panel 2	Panel 3	Panel 1	Panel 2	Panel 3
08.00	14,008	15,836	12,834	19,56358	22,11656	17,92397
08.30	14,626	16,906	13,662	18,9155	21,86418	17,66878
09.00	17,181	19,44	15,048	18,32947	20,73948	16,05389
09.30	17,776	20,64	16,224	16,75573	19,45534	15,29281
10.00	19,76	22,454	17,01	17,39648	19,76825	14,97541
10.30	19,982	22,575	17,472	16,28173	18,39456	14,23653
11.00	15,184	17,28	13,794	24,15819	27,49298	21,94666
11.30	16,767	20,832	15,75	18,88513	23,46365	17,73965
12.00	22,149	24,624	18,72	15,38281	17,10173	13,00132
12.30	6,12	6,752	4,824	20,28977	22,38505	15,99311
13.00	20,8	23,108	17,43	16,99091	18,87625	14,23806
13.30	16,686	18,705	13,794	16,7671	18,79592	13,86105
14.00	4,8	5,4	3,724	19,50671	21,94505	15,13395
14.30	12,54	13,952	10,08	21,27604	23,67172	17,10227
15.00	9,984	11,016	8,112	21,50303	23,7257	17,47121
15.30	9,196	9,504	7,524	23,62595	24,41725	19,33032
16.00	2,2	2,222	2,292	19,81648	20,01465	20,64517

Data Penelitian 22 Juni 2023

Tabel 22. Data Suhu Panel dan Suhu Lingkungan

Waktu	Suhu Permukaan Panel °C			Suhu Bawah Panel °C			Suhu Lingkungan °C
	Panel 1	Panel 2	Panel 3	Panel 1	Panel 2	Panel 3	
08.00	39,74	39,08	38,66	39,64	38,32	37,66	33,9
08.30	40,3	39,92	39,54	39,88	39,06	38,52	34,3
09.00	42,22	41,78	41,18	40,6	39,8	39,34	35,7
09.30	43,18	42,52	42,66	41,84	41,14	40,42	36,5
10.00	42,94	42,04	41,14	42,84	41,94	40,9	37,6
10.30	40,96	40,78	39,6	40,78	40,76	39,28	35,9
11.00	41,66	40,46	39,68	41,36	40,4	39,56	35,2
11.30	52,6	50,64	50,04	51,38	49,48	48,84	35,3
12.00	54,06	52,14	50,94	52,02	51,24	50	37
12.30	42,62	42,54	41,84	42,48	41,62	40,98	37,1
13.00	38,24	37,46	37	38,1	37,36	36,88	34,7
13.30	50,66	49,6	48,64	50,52	49,28	48,16	38,7
14.00	39,48	38,82	38,32	38,46	38,04	37,56	34,1
14.30	46,44	45,5	45,8	45,74	44,28	43,34	36,7
15.00	40,1	40	39,18	38,94	38,54	38,54	35,3
15.30	34,24	34,1	34,06	33,92	33,58	33,62	33,3
16.00	33,86	33,52	33,42	33,82	33,38	33,3	33,3

Tabel 23. Data Intensitas matahari, suhu lingkungan, arus dan tegangan

Waktu	Intensitas Matahari W/m ²	Panel 1		Panel 2		Panel 3	
		I	V	I	V	I	V
08.00	557,424	0,69	20,8	0,74	21,5	0,64	20,7
08.30	606,325	0,71	20,8	0,79	21,4	0,66	20,6
09.00	710,921	0,83	20,7	0,89	21,4	0,71	20,6
09.30	799,48	0,87	20,7	0,95	21,4	0,79	20,9
10.00	212,115	0,28	19,5	0,3	20,1	0,22	19,2
10.30	270,654	0,29	20,3	0,33	21	0,25	20,1
11.00	222,464	0,31	20,4	0,33	21,1	0,26	20,2
11.30	1169,2	1,27	21,4	1,33	21,8	1,1	21,2
12.00	1182,63	1,09	21,1	1,23	22	0,99	21,3
12.30	195,446	0,27	20,3	0,3	20,8	0,23	19,9
13.00	148,125	0,2	20,2	0,21	20,8	0,16	19,6
13.30	201,845	0,25	19,3	0,26	19,8	0,19	18,8
14.00	486,245	0,71	21,5	0,76	22,4	0,59	21,7
14.30	404,401	0,57	20,6	0,6	21,4	0,46	20,6
15.00	89,191	0,14	19,8	0,14	20,4	0,12	19,2
15.30	73,4305	0,11	20,1	0,11	20,9	0,1	19,9
16.00	60,7273	0,1	19,8	0,11	20	0,08	18,7

Tabel 24. Daya dan Efisiensi panel surya

Waktu	Daya (Watt)			Efisiensi Panel (%)		
	Panel 1	Panel 2	Panel 3	Panel 1	Panel 2	Panel 3
08.00	14,352	15,91	13,248	19,80539	21,95539	18,2819
08.30	14,768	16,906	13,596	18,73583	21,44826	17,24894
09.00	17,181	19,046	14,626	18,59019	20,60815	15,82563
09.30	18,009	20,33	16,511	17,32761	19,56079	15,88629
10.00	5,46	6,03	4,224	19,80058	21,86767	15,31825
10.30	5,887	6,93	5,025	16,73155	19,69588	14,28165
11.00	6,324	6,963	5,252	21,86698	24,0765	18,16024
11.30	27,178	28,994	23,32	17,88073	19,0755	15,34251
12.00	22,999	27,06	21,087	14,95949	17,60093	13,71584
12.30	5,481	6,24	4,577	21,57196	24,55921	18,01403
13.00	4,04	4,368	3,136	20,9802	22,68354	16,28562
13.30	4,825	5,148	3,572	18,38806	19,61901	13,61288
14.00	15,265	17,024	12,803	24,14895	26,93166	20,25411
14.30	11,742	12,84	9,476	22,33503	24,42359	18,02476
15.00	2,772	2,856	2,304	23,90721	24,63167	19,87093
15.30	2,211	2,299	1,99	23,16162	24,08347	20,8465
16.00	1,98	2,2	1,496	25,0806	27,86733	18,94978

Data Penelitian 23 Juni 2023

Tabel 25. Data Suhu Panel dan Suhu Lingkungan

Waktu	Suhu Permukaan Panel °C			Suhu Permukaan Panel °C			Suhu Lingkungan °C
	Panel 1	Panel 2	Panel 3	Panel 1	Panel 2	Panel 3	
08.00	41,88	41,32	40,66	41,48	40,74	40,5	34,1
08.30	44,12	42,84	41,96	42,78	41,74	41,3	34,5
09.00	46,72	45,12	44,16	45,42	44,66	44,02	35,2
09.30	51,9	51,86	51,14	49,68	51,48	49,94	35,8
10.00	53,28	52,28	52,12	51,34	52,02	51,54	36,5
10.30	55	53,38	53,16	53,04	53,24	53,04	37,6
11.00	59,8	57,22	56,16	57,26	55,1	55,94	38
11.30	59,24	57,06	56,3	56,24	56,24	54,88	38,1
12.00	59,42	57,48	55,12	58,56	57,34	54,82	38,8
12.30	58,4	56,54	55,08	56,02	55,66	53,94	38,7
13.00	48,12	47,92	48,08	47,86	46,1	46,92	37
13.30	54,16	53,96	53,8	53,5	52,44	52,46	40
14.00	55	53,62	54,24	51,3	51,84	50,92	40,5
14.30	50,68	50,3	50,34	49	47,42	45,9	39,5
15.00	43,36	43	43,3	41,98	41,88	41,32	35,7
15.30	38,82	38,24	38,58	37,2	37,26	36,66	33,7
16.00	35,14	34,96	34,76	33,92	33,92	34,02	32,9

Tabel 26. Data Intensitas matahari, suhu lingkungan, arus dan tegangan

Waktu	Intensitas Matahari W/m ²	Panel 1		Panel 2		Panel 3	
		I	V	I	V	I	V
08.00	633,501	0,77	20,5	0,82	21,3	0,66	20,6
08.30	671,263	0,8	20,5	0,86	21,3	0,72	20,5
09.00	859,52	0,89	20,3	0,99	21,2	0,8	20,5
09.30	892,7	0,97	20,4	1,02	21,2	0,85	20,6
10.00	1002,51	1	20,4	1,06	21,3	0,87	20,6
10.30	966,328	0,98	20,3	1,06	21,3	0,85	20,6
11.00	1117,85	1,04	20,4	1,12	21,3	0,88	20,6
11.30	1056,23	1,03	20,2	1,12	21,3	0,89	20,5
12.00	1079,93	1	20,2	1,08	21	0,84	20,3
12.30	1037,27	0,96	20,3	1,04	21,3	0,81	20,5
13.00	942,47	0,86	21,1	0,92	22	0,72	21,2
13.30	213,458	0,81	20,2	0,87	21,2	0,67	20,3
14.00	599,373	0,61	20,4	0,74	21,2	0,6	20,5
14.30	544,705	0,62	20,4	0,67	21,4	0,51	20,5
15.00	275,868	0,42	20,7	0,45	21,5	0,34	20,6
15.30	68,7853	0,3	20,7	0,32	21,4	0,24	20,4
16.00	37,8647	0,17	20,4	0,17	20,8	0,13	19,6

Tabel 27. Daya dan Efisiensi panel surya

Waktu	Daya (Watt)			Efisiensi Panel (%)		
	Panel 1	Panel 2	Panel 3	Panel 1	Panel 2	Panel 3
08.00	15,785	17,466	13,596	19,56717	21,65094	16,85367
08.30	16,4	18,318	14,76	19,92369	22,2538	17,93133
09.00	18,067	20,988	16,4	18,40939	21,38575	16,7108
09.30	19,788	21,624	17,51	18,5803	20,30424	16,44133
10.00	20,4	22,578	17,922	17,54742	19,42087	15,41593
10.30	19,894	22,578	17,51	17,62601	20,00402	15,51379
11.00	21,216	23,856	18,128	16,21525	18,23298	13,85511
11.30	20,806	23,856	18,245	15,4767	17,74547	13,57169
12.00	20,2	22,68	17,052	15,74775	17,68114	13,29359
12.30	19,488	22,152	16,605	16,86725	19,173	14,37196
13.00	18,146	20,24	15,264	16,55946	18,47037	13,92943
13.30	16,362	18,444	13,601	16,18267	18,24185	13,45193
14.00	12,444	15,688	12,3	13,51422	17,03721	13,35783
14.30	12,648	14,338	10,455	17,04801	19,32593	14,0921
15.00	8,694	9,675	7,004	18,17397	20,22465	14,64118
15.30	6,21	6,848	4,896	20,16924	22,24138	15,90155
16.00	3,468	3,536	2,548	20,52782	20,93032	15,08214

Data Penelitian 24 Juni 2023

Tabel 28. Data Suhu Panel dan Suhu Lingkungan

Waktu	Suhu Permukaan Panel °C			Suhu Permukaan Panel °C			Suhu Lingkungan °C
	Panel 1	Panel 2	Panel 3	Panel 1	Panel 2	Panel 3	
08.00	45,84	44,98	44,02	45,46	44,72	43,88	33,9
08.30	48,42	47,22	46,5	48,06	46,84	46,24	34
09.00	51,38	48,54	48,76	50,02	48,48	48,2	34,1
09.30	55,7	53,52	51,64	53,22	52,44	50,54	35,6
10.00	57,7	55,44	56,48	55,84	55,02	55,14	36,7
10.30	60,2	57,52	56,92	57,8	56,12	55,6	37,7
11.00	59,94	56,66	56,24	56,36	55,58	55,2	38
11.30	60,46	57,86	58,1	57,92	57,78	56,98	38,3
12.00	59,2	58,92	56,18	58,62	55,38	56,16	38,2
12.30	56,94	56,74	56,48	55,46	54,22	51,6	39
13.00	55,22	52,78	53,28	54	52,62	49,18	38,2
13.30	55,62	53,88	53,56	54	53,22	49,56	38,9
14.00	51,44	49,92	49,42	48,86	47,32	45,88	40,5
14.30	43,66	42,66	42,78	42,44	40,96	39,68	38,1
15.00	40,64	40,24	39,62	38,66	37,94	37,58	35
15.30	33,14	32,98	33	32,54	32,32	32,18	33,1
16.00	33,82	33,14	32,96	33,6	32,98	32,58	33

Tabel 29. Data Intensitas matahari, suhu lingkungan, arus dan tegangan

Waktu	Intensitas Matahari W/m ²	Panel 1		Panel 2		Panel 3	
		I	V	I	V	I	V
08.00	633,501	0,7	20,5	0,78	21,4	0,61	20,6
08.30	671,263	0,79	20,6	0,86	21,4	0,67	20,6
09.00	859,52	0,87	20,6	0,95	21,6	0,75	20,8
09.30	892,7	0,96	20,6	1,07	21,5	0,83	20,8
10.00	1002,51	0,99	20,4	1,08	21,4	0,85	20,6
10.30	966,328	1,03	20,4	1,13	21,3	0,89	20,8
11.00	1117,85	1,01	20,3	1,11	21,3	0,87	20,6
11.30	1056,23	1,05	20,3	1,15	21,3	0,9	20,6
12.00	1079,93	1,02	20,3	1,1	21,3	0,86	20,5
12.30	1037,27	0,93	20,2	1,01	21,2	0,79	20,6
13.00	942,47	0,82	20,4	0,93	21,4	0,72	20,6
13.30	213,458	0,77	20,2	0,83	21,2	0,64	20,4
14.00	599,373	0,64	20,3	0,69	21,3	0,53	20,5
14.30	544,705	0,24	19,9	0,26	20,5	0,19	19,5
15.00	275,868	0,36	20,6	0,4	21,9	0,3	20,6
15.30	68,7853	0,12	20	0,12	20,3	0,09	19
16.00	37,8647	0,13	20,5	0,19	20,9	0,16	19,8

Tabel 30. Daya dan Efisiensi panel surya

Waktu	Daya (Watt)			Efisiensi Panel (%)		
	Panel 1	Panel 2	Panel 3	Panel 1	Panel 2	Panel 3
08.00	14,35	16,692	12,566	19,55596	22,74761	17,12476
08.30	16,274	18,404	13,802	18,47732	20,8957	15,67064
09.00	17,922	20,52	15,6	18,52923	21,21525	16,12856
09.30	19,776	23,005	17,264	17,05588	19,84074	14,88939
10.00	20,196	23,112	17,51	16,62303	19,02315	14,41222
10.30	21,012	24,069	18,512	16,68808	19,116	14,70254
11.00	20,503	23,643	17,922	16,29712	18,793	14,24557
11.30	21,315	24,495	18,54	16,27814	18,70668	14,15889
12.00	20,706	23,43	17,63	16,01401	18,12075	13,63503
12.30	18,786	21,412	16,274	15,90619	18,12963	13,77926
13.00	16,728	19,902	14,832	15,32288	18,23027	13,58614
13.30	15,554	17,596	13,056	16,50151	18,6679	13,85134
14.00	12,992	14,697	10,865	17,62636	19,93955	14,74064
14.30	4,776	5,33	3,705	15,36827	17,15094	11,92199
15.00	7,416	8,76	6,18	24,68729	29,16136	20,57274
15.30	2,4	2,436	1,71	21,20602	21,52411	15,10929
16.00	2,665	3,971	3,168	16,74153	24,94582	19,90137

Data Penelitian 26 Juni 2023

Tabel 31. Data Suhu Panel dan Suhu Lingkungan

Waktu	Suhu Permukaan Panel °C			Suhu Permukaan Panel °C			Suhu Lingkungan °C
	Panel 1	Panel 2	Panel 3	Panel 1	Panel 2	Panel 3	
08.00	37,34	36,22	35,78	36,44	35,88	35,72	32,5
08.30	38,66	37,42	36,9	37,48	36,68	36,24	33,9
09.00	37,8	36,78	35,42	36,48	36,34	35,4	33,2
09.30	45,86	44,92	44,02	45,48	44,7	43,64	33
10.00	48,26	47,02	46,52	48,14	46,82	46,24	34,2
10.30	50,02	48,66	46,6	46,78	45,88	45,72	36,5
11.00	53,4	52,14	51,06	50,12	48,66	48,06	35,7
11.30	52,84	52,72	51,42	50,64	49,06	49,76	36,4
12.00	54,8	54,74	51,86	52,44	50,98	49,86	37,9
12.30	42,26	41,66	41,66	40,82	41,1	41,06	36,9
13.00	41,7	41,6	41,2	39,82	39,5	39,58	35,8
13.30	39,58	39	38,9	37,2	37,3	37,18	36,4
14.00	37,38	36,66	36,42	35,38	35,72	35,7	35,8
14.30	38,34	37,78	37,66	37,66	37,48	36,96	35,4
15.00	40,16	39,38	39,78	39,48	38,8	38,34	34
15.30	37,32	37,22	35,72	36,06	35,84	34,78	33,6
16.00	34,44	34,34	34,3	33,42	33,48	33,24	33,4

Tabel 32. Data Intensitas matahari, suhu lingkungan, arus dan tegangan

Waktu	Intensitas Matahari W/m ²	Panel 1		Panel 2		Panel 3	
		I	V	I	V	I	V
08.00	440,978	0,55	20,6	0,6	21,6	0,49	20,7
08.30	517,766	0,59	20,6	0,68	21,5	0,53	20,7
09.00	460,807	0,56	20,6	0,62	21,4	0,51	20,7
09.30	763,298	0,92	20,5	0,94	21,4	0,78	20,8
10.00	910,08	1,01	20,4	1,07	21,4	0,86	20,8
10.30	864,26	0,95	20,5	1,04	21,5	0,82	20,8
11.00	851,62	0,96	20,6	1,06	21,5	0,84	20,8
11.30	962,22	1,03	20,5	1,11	21,5	0,87	20,8
12.00	850,83	0,94	20,3	1,02	21,4	0,81	20,5
12.30	319,476	0,4	20,6	0,45	21,4	0,34	20,6
13.00	512,552	0,76	21,5	0,86	22,4	0,66	21,7
13.30	428,733	0,54	20,9	0,62	21,6	0,48	20,6
14.00	426,284	0,52	20,9	0,6	21,6	0,46	20,7
14.30	318,923	0,45	21,1	0,49	21,9	0,38	21,1
15.00	304,229	0,43	20,7	0,46	21,6	0,36	20,8
15.30	168,902	0,23	20,5	0,23	21	0,18	20
16.00	129,481	0,19	20,6	0,2	21,1	0,16	20,1

Tabel 33. Daya dan Efisiensi panel surya

Waktu	Daya (Watt)			Efisiensi Panel (%)		
	Panel 1	Panel 2	Panel 3	Panel 1	Panel 2	Panel 3
08.00	11,33	12,96	10,143	19,76376	22,60709	16,29931
08.30	12,154	14,62	10,971	18,05687	21,72053	17,62293
09.00	11,536	13,268	10,557	19,25719	22,14843	16,3501
09.30	18,86	20,116	16,224	19,00659	20,27235	15,11955
10.00	20,604	22,898	17,888	17,41521	19,35417	15,18062
10.30	19,475	22,36	17,056	17,33364	19,90142	15,78169
11.00	19,776	22,79	17,472	17,86279	20,5852	14,46655
11.30	21,115	23,865	18,096	16,88004	19,07848	15,01249
12.00	19,082	21,828	16,605	17,25193	19,73458	16,86415
12.30	8,24	9,63	7,004	19,84018	23,18701	21,49425
13.00	16,34	19,264	14,322	24,52284	28,91114	17,741
13.30	11,286	13,392	9,888	20,24929	24,02786	17,18248
14.00	10,868	12,96	9,522	19,61134	23,38636	19,33913
14.30	9,495	10,731	8,018	22,9016	25,88278	18,93311
15.00	8,901	9,936	7,488	22,50582	25,12278	16,39549
15.30	4,715	4,83	3,6	21,47354	21,99728	19,10586
16.00	3,914	4,22	3,216	23,25259	25,0705	16,29931

Data Penelitian 27 Juni 2023

Tabel 34. Data Suhu Panel dan Suhu Lingkungan

Waktu	Suhu Permukaan Panel °C			Suhu Bawah Panel °C			Suhu Lingkungan °C
	Panel 1	Panel 2	Panel 3	Panel 1	Panel 2	Panel 3	
08.00	37,1	36,82	35,86	35,78	35,16	35,08	32,6
08.30	38,66	38,55	36,58	37,74	38,24	36,38	32,9
09.00	40,96	39,5	37,44	39,18	39,18	37,04	33,4
09.30	43,72	42,52	41,56	41,72	41,28	41,38	33,6
10.00	42,88	42,68	41,26	42,76	42,24	40,64	33,9
10.30	36,74	36,52	36,16	36,34	35,72	35,34	34,1
11.00	49,38	49,18	48,02	46,74	46,8	46,4	35,9
11.30	37,74	37,08	37,06	36,26	36,62	35,94	32,9
12.00	36,66	36,08	36,08	36,32	36,02	35,98	32,3
12.30	48,94	47,76	47,42	45,74	46,2	46,2	34,7
13.00	45,82	45,78	45,6	44,76	44,06	42,44	34,4
13.30	48,04	45,5	42,14	46,52	45,3	41,82	35,7
14.00	45,26	44,74	41,96	42,88	43	39,78	35,3
14.30	42,08	41,74	38,82	40,8	40,12	37,66	34,3
15.00	37,72	37,26	36,86	37,68	36,92	36,44	33,1
15.30	40,62	39,68	39,38	35,88	35,8	35,62	33
16.00	37	36,8	36,98	35,16	34,7	34,22	32,8

Tabel 35. Data Intensitas matahari, suhu lingkungan, arus dan tegangan

Waktu	Intensitas Matahari W/m ²	Panel 1		Panel 2		Panel 3	
		I	V	I	V	I	V
08.00	621,335	0,76	20,6	0,77	21,5	0,66	20,7
08.30	652,224	0,78	20,6	0,81	21,6	0,72	20,7
09.00	770,724	0,9	20,6	0,96	21,6	0,81	20,6
09.30	623,231	0,76	20,7	0,77	21,5	0,67	20,7
10.00	685,246	0,79	20,7	0,82	21,5	0,73	20,6
10.30	220,963	0,27	20,1	0,27	20,7	0,2	19,7
11.00	1252,94	1,35	21,1	1,44	22,2	0,79	21
11.30	262,043	0,33	20,8	0,36	21,5	0,27	20,6
12.00	290,088	0,38	21	0,4	21,8	0,3	20,8
12.30	1092,57	1,03	21	1,11	21,9	0,86	21,3
13.00	990,66	1	21,4	1,07	22,3	0,83	21,5
13.30	1077,56	1,05	20,9	1,15	22	0,89	21
14.00	741,573	0,76	21,2	0,85	22,2	0,65	21,5
14.30	497,068	0,62	21,1	0,64	21,9	0,48	21,1
15.00	436,87	0,46	20	0,5	21	0,38	21,3
15.30	250,035	0,36	20,9	0,38	21,7	0,27	20,7
16.00	174,195	0,17	20,1	0,18	20,6	0,14	19,1

Tabel 36. Daya dan Efisiensi panel surya

Waktu	Daya (Watt)			Efisiensi Panel (%)		
	Panel 1	Panel 2	Panel 3	Panel 1	Panel 2	Panel 3
08.00	15,656	16,555	13,662	19,38258	20,49557	16,91395
08.30	16,068	17,496	14,904	18,95054	20,63472	17,57773
09.00	18,54	20,736	16,686	18,50408	20,69583	16,65367
09.30	15,732	16,555	13,869	19,41742	20,43322	17,11799
10.00	16,353	17,63	15,038	18,35725	19,79076	16,88108
10.30	5,427	5,589	3,94	18,89283	19,45679	13,71618
11.00	28,485	31,968	16,59	17,4881	19,62645	10,18528
11.30	6,864	7,74	5,562	20,14936	22,72087	16,32733
12.00	7,98	8,72	6,24	21,16069	23,12296	16,5467
12.30	21,63	24,309	18,318	15,22874	17,1149	12,8969
13.00	21,4	23,861	17,845	16,61674	18,52766	13,85634
13.30	21,945	25,3	18,69	15,66573	18,06075	13,34211
14.00	16,112	18,87	13,975	16,71291	19,57378	14,49621
14.30	13,082	14,016	10,128	20,24487	21,69027	15,67345
15.00	9,2	10,5	8,094	16,19915	18,48816	14,25173
15.30	7,524	8,246	5,589	23,14753	25,36876	17,19452
16.00	4,761	5,112	3,636	21,02418	22,57417	16,05628

Data Penelitian 05 Juli 2023

Tabel 37. Data Suhu Panel dan Suhu Lingkungan

Waktu	Suhu Permukaan Panel °C			Suhu Bawah Panel °C			Suhu Lingkungan °C
	Panel 1	Panel 2	Panel 3	Panel 1	Panel 2	Panel 3	
08.00	39,72	38,94	38,46	39,32	38,28	37,66	33,5
08.30	40,32	40,02	39,48	39,86	39,02	38,42	34,1
09.00	42,2	41,78	41,26	40,5	39,8	39,28	34,3
09.30	43,28	42,48	42,92	41,6	41,06	40,02	33,1
10.00	54,08	51,54	51,8	50,36	49,18	49,7	36,3
10.30	52,14	52,04	48,5	50,56	48,24	45,62	36,2
11.00	42,5	40,54	40,86	41,36	40,52	38,14	34,9
11.30	52,96	50,52	49,96	49,42	49,38	47,2	36,9
12.00	51,4	49,98	49,42	48,98	48	46,56	36,5
12.30	35,74	35,66	35,04	34,68	34,44	34,04	33,5
13.00	45,5	45,12	45,12	43,62	42,52	41,32	33,7
13.30	41,12	40,38	39,9	40,42	40,14	39,1	36,3
14.00	49,94	49,64	49,28	48,08	46,8	46,94	36,6
14.30	43,46	43,28	42,82	42	41,64	38,64	34,7
15.00	41,36	39,94	40,02	39,32	38,04	37,84	34,7
15.30	36,26	35,66	35,32	34,64	34,22	34,04	32,5
16.00	33,7	34,98	34,38	34,66	34,4	34,34	33

Tabel 38. Data Intensitas matahari, suhu lingkungan, arus dan tegangan

Waktu	Intensitas Matahari W/m ²	Panel 1		Panel 2		Panel 3	
		I	V	I	V	I	V
08.00	571,328	0,74	20,8	0,75	21,7	0,63	20,7
08.30	589,498	0,74	21,1	0,76	21,6	0,64	20,8
09.00	685,562	0,79	21,1	0,82	21,9	0,74	20,8
09.30	353,762	0,56	21,1	0,59	21,9	0,53	21,1
10.00	1346,16	1,33	21,2	1,5	22,2	1,18	21,5
10.30	1290,07	1,45	21,2	1,58	22	1,19	21,3
11.00	395,316	0,47	20,7	0,49	21,5	0,37	20,6
11.30	1195,27	1,22	20,7	1,32	21,7	1,05	20,8
12.00	1190,53	1,26	21,1	1,36	22,3	1,08	21,5
12.30	111,232	0,15	20,3	0,16	20,7	0,12	19,5
13.00	1019,89	1	21,4	1,09	22,4	0,85	21,7
13.30	132,404	0,17	19,6	0,18	20	0,13	18,9
14.00	886,38	0,93	20,8	1	21,9	0,77	21,3
14.30	694,41	0,72	21,1	0,78	22	0,59	21,3
15.00	249,798	0,28	20,4	0,3	21	0,26	20,3
15.30	167,875	0,22	20,6	0,33	21,7	0,18	20,1
16.00	104,438	0,17	20,5	0,19	21,1	0,14	20

Tabel 39. Daya dan Efisiensi panel surya

Waktu	Daya (Watt)			Efisiensi Panel (%)		
	Panel 1	Panel 2	Panel 3	Panel 1	Panel 2	Panel 3
08.00	15,392	16,275	13,041	20,72365	21,91251	17,55828
08.30	15,614	16,416	13,312	20,37457	21,42109	17,37071
09.00	16,669	17,958	15,392	18,70335	20,14967	17,2705
09.30	11,816	12,921	11,183	25,69307	28,09581	24,31665
10.00	28,196	33,3	25,37	16,11193	19,02848	14,49708
10.30	30,74	34,76	25,347	18,32936	20,72636	15,11367
11.00	9,729	10,535	7,622	18,9313	20,49967	14,83137
11.30	25,254	28,644	21,84	16,25252	18,4342	14,0554
12.00	26,586	30,328	23,22	17,17787	19,59567	15,00301
12.30	3,045	3,312	2,34	21,05786	22,90431	16,18239
13.00	21,4	24,416	18,445	16,1405	18,41526	13,91176
13.30	3,332	3,6	2,457	19,358	20,91501	14,27449
14.00	19,344	21,9	16,401	16,78738	19,00557	14,23335
14.30	15,192	17,16	12,567	16,8289	19,00894	13,92106
15.00	5,712	6,3	5,278	17,5896	19,40029	16,25313
15.30	4,532	7,161	3,618	20,76637	32,81288	16,57827
16.00	3,485	4,009	2,8	25,66852	29,52801	20,6232

Data Penelitian 06 Juli 2023

Tabel 40. Data Suhu Panel dan Suhu Lingkungan

Waktu	Suhu Permukaan Panel °C			Suhu Bawah Panel °C			Suhu Lingkungan °C
	Panel 1	Panel 2	Panel 3	Panel 1	Panel 2	Panel 3	
08.00	37,28	36,16	35,8	36,4	35,88	35,78	33,4
08.30	38,64	37,46	36,98	37,38	36,78	36,2	33,8
09.00	37,74	36,66	35,4	36,3	36,22	35,3	33,9
09.30	35,16	34,94	34,6	34,86	34,34	34,32	33,8
10.00	51,34	51,04	50,98	48,46	47,84	47,46	34,5
10.30	53,26	52,44	52,24	49,66	49,16	49,32	35,7
11.00	55,9	54,18	51,8	51,62	50,78	49,94	37,7
11.30	54	52,84	52,2	49,68	49,44	49,8	36,1
12.00	53,2	52,52	52,54	51,48	51,06	50,14	36,2
12.30	46,98	45,54	45,58	44,66	43,26	43,04	34,1
13.00	43,94	42,94	42,64	42,6	41,28	41,02	36,1
13.30	37	36,56	36,5	35,1	34,76	34,78	33,2
14.00	33,72	33,56	33,06	33	32,44	32,62	32,5
14.30	34,36	33,32	33,34	34,26	33,18	33,28	32,5
15.00	30,6	29,66	29,56	30,4	29,64	29,52	31,3
15.30	30,64	29,04	28,84	29,82	28,92	28,78	30,6
16.00	30,48	29,66	28,7	30,4	29,12	28,52	30,1

Tabel 41. Data Intensitas matahari, suhu lingkungan, arus dan tegangan

Waktu	Intensitas Matahari W/m ²	Panel 1		Panel 2		Panel 3	
		I	V	I	V	I	V
08.00	464,125	0,49	20,7	0,59	21,6	0,42	20,7
08.30	620,624	0,68	20,8	0,76	21,7	0,59	20,7
09.00	423,756	0,47	20,7	0,54	21,6	0,37	20,7
09.30	193,155	0,28	20,5	0,31	21,2	0,25	20,4
10.00	1187,37	1,11	21,4	1,37	22,4	1,06	21,6
10.30	1195,27	1,23	21,3	1,33	22,2	1,09	21,5
11.00	1000,14	1,28	20,9	1,35	21,9	1,07	21,2
11.30	1192,9	1,23	21,2	1,37	22,2	1,01	20,7
12.00	1111,53	1,11	21,1	1,23	22,1	0,98	21,4
12.30	962,22	1,09	21,7	1,17	22,7	0,91	21,9
13.00	375,408	0,46	20,7	0,49	21,5	0,37	20,7
13.30	228,152	0,27	20,7	0,29	21,4	0,23	20,5
14.00	112,654	0,15	20,5	0,17	20,9	0,13	19,7
14.30	167,796	0,23	20,8	0,26	21,9	0,19	20,5
15.00	41,9964	0,06	19,4	0,06	19,5	0,04	17,6
15.30	24,9877	0,04	18,8	0,04	19,2	0,02	17,5
16.00	20,8639	0,1	19,8	0,11	20	0,08	18,7

Tabel 42. Daya dan Efisiensi panel surya

Waktu	Daya (Watt)			Efisiensi Panel (%)		
	Panel 1	Panel 2	Panel 3	Panel 1	Panel 2	Panel 3
08.00	10,143	12,744	8,694	16,81079	21,12163	14,40925
08.30	14,144	16,492	12,213	17,53074	20,44097	15,13737
09.00	9,729	11,664	7,659	17,66074	21,17329	13,90314
09.30	5,74	6,572	5,1	22,85928	26,17268	20,31051
10.00	23,754	30,688	22,896	15,38889	19,88104	14,83304
10.30	26,199	29,526	23,435	16,86069	19,00182	15,08188
11.00	26,752	29,565	22,684	20,57558	22,73912	17,44679
11.30	26,076	30,414	20,907	16,81487	19,61219	13,48169
12.00	23,421	27,183	20,972	16,20843	18,81191	14,51361
12.30	23,653	26,559	19,929	18,909	21,23215	15,93191
13.00	9,522	10,535	7,659	19,51108	21,58677	15,69369
13.30	5,589	6,206	4,715	18,84371	20,92397	15,89696
14.00	3,075	3,553	2,561	20,9969	24,26081	17,48717
14.30	4,784	5,694	3,895	21,93139	26,10313	17,85593
15.00	1,164	1,17	0,704	21,32051	21,43041	12,89488
15.30	0,752	0,768	0,35	23,14985	23,6424	10,77453
16.00	0,374	0,382	0,172	13,789	14,08395	6,341465

Tabel 43. Intensitas Radiasi Matahari

Waktu	Intensitas Radiasi Matahari													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
08.00	633,501	633,975	680,901	578,596	595,976	604,745	550,788	557,424	620,545	564,455	440,978	621,335	571,328	464,125
08.30	671,263	690,223	723,245	668,577	685,325	736,833	594,791	606,325	633,185	677,504	517,766	652,224	589,498	620,624
09.00	859,52	710,842	738,413	864,26	717,004	846,88	721,033	710,921	754,924	744,022	460,807	770,724	685,562	423,756
09.30	892,7	744,654	805,01	877,69	803,43	888,75	816,07	799,48	819,23	891,91	763,298	623,231	353,762	193,155
10.00	1002,51	1016,73	860,31	897,44	856,36	947,21	873,74	212,115	894,28	934,57	910,08	685,246	1346,16	1187,37
10.30	966,328	1071,24	976,44	970,12	896,65	951,95	944,05	270,654	868,21	968,54	864,26	220,963	1290,07	1195,27
11.00	1117,85	268,126	1022,26	991,45	914,82	942,47	483,48	222,464	1006,46	967,75	851,62	1252,94	395,316	1000,14
11.30	1056,23	960,64	1045,17	1016,73	894,28	966,17	682,955	1169,2	1034,11	1007,25	962,22	262,043	1195,27	1192,9
12.00	1079,93	1077,56	1000,14	999,35	863,47	953,53	1107,58	1182,63	986,71	994,61	850,83	290,088	1190,53	1111,53
12.30	1037,27	1109,95	177,355	1029,37	738,334	862,68	232,023	195,446	888,75	908,5	319,476	1092,57	111,232	962,22
13.00	942,47	922,72	998,56	887,17	726,563	794,74	941,68	148,125	842,93	839,77	512,552	990,66	1019,89	375,408
13.30	213,458	834,24	840,56	576,384	701,915	739,835	765,51	201,845	777,755	725,062	428,733	1077,56	132,404	228,152
14.00	599,373	690,46	524,639	533,961	467,048	560,268	189,284	486,245	708,314	566,983	426,284	741,573	886,38	112,654
14.30	544,705	333,459	181,621	441,61	431,577	439,319	453,381	404,401	570,696	239,054	318,923	497,068	694,41	167,796
15.00	275,868	319,713	288,429	273,261	223,175	246,875	357,159	89,191	367,982	231,075	304,229	436,87	249,798	41,9964
15.30	68,7853	174,116	203,741	209,982	178,461	183,754	299,41	73,4305	236,842	87,058	168,902	250,035	167,875	24,9877
16.00	37,8647	114,392	115,893	62,3942	127,743	95,353	85,399	60,7273	129,955	122,45	129,481	174,195	104,438	20,86390

Lampiran 2 Gambar

