

# skripsi-gabriel jonathan.pdf

*by* Perpustakaan Mesin

---

**Submission date:** 30-Jul-2024 06:08PM (UTC+0700)

**Submission ID:** 238087522

**File name:** skripsi-gabriel jonathan.pdf (1.34M)

**Word count:** 10775

**Character count:** 66989

**INSTALASI SOLAR PANEL UNTUK PENGEMBANGAN LOW  
EMISSION VEHICLES**

**Skripsi**



Disusun Oleh:

**Gabriel Jonathan Candrika Sola Gracia**

**3331200036**

**20**

**JURUSAN TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA**

**2024**

**INSTALASI SOLAR PANEL UNTUK PENGEMBANGAN LOW  
EMISSION VEHICLES**

**Skripsi**



18

**Tugas Akhir**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan Strata-1 Pada  
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa**

Disusun Oleh:

**Gabriel Jonathan Candrika Sola Gracia**

**3331200036**

55

**JURUSAN TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA**

**2024**

**LEMBAR PERSETUJUAN**



## **PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR**

Yang bertanda tangan dibawah ini,

**Nama** : Gabriel Jonathan Candrika Sola Gracia

**NIM** : 3331200036

**Judul** : Instalasi Solar Panel Untuk Pengembangan Low Emission Vehicles

Mahasiswa <sup>5</sup> Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

### **MENYATAKAN**

Bahwa skripsi ini hasil karya sendiri dan tidak ada duplikat dengan karya orang lain, kecuali untuk yang telah disebutkan sumbernya

Cilegon, 22 Juli 2024

**Gabriel Jonathan Candrika Sola Gracia**

**NIM. 3331200036**

## KATA PENGANTAR

Salam Sejahtera,

Segala hormat dan pujian serta syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul "Instalasi Solar Panel untuk Pengembangan *Low Emission Vehicles*" Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi potensi penggunaan energi surya melalui instalasi panel surya dalam mendukung pengembangan kendaraan rendah emisi. Harapan penulis, hasil dari penelitian ini dapat memberikan kontribusi positif terhadap upaya pelestarian lingkungan serta menjadi referensi bagi penelitian-penelitian selanjutnya di bidang yang sama.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis telah mendapatkan banyak dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan penuh rasa hormat dan terima kasih, penulis ingin menyampaikan apresiasi yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dhimas Satria, S.T., M.Eng selaku Kepala Jurusan Teknik Mesin,
2. Bapak Dr. Eng Hendra, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing Akademik,
3. Bapak Dr. Mekro Permana Pinem, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing 1 Tugas Akhir ini dengan kerelaan hati meluangkan waktunya demi memikirkan domba - domba yang tersesat ini, sehingga domba yang tersesat dapat kembali menemukan jalan pulang
4. Bapak Dhimas Satria, S.T., M.Eng selaku Dosen Pembimbing 2 Tugas Akhir ini dengan memberikan masukan, serta segala bentuk bimbingan sehingga skripsi ini dapat berjalan dengan semestinya.
5. Ibu Miftahul Jannah, S.T., M.T selaku Kordinator Tugas Akhir Jurusan Teknik Mesin Untirta
6. Segenap dosen dan seluruh staf Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa yang tanpa henti memberikan ilmu, bimbingan, serta pelayanan yang harganya tidak dapat ternilai hanya dengan materi.

7. Orang tua penulis Bapak Lukas Puput Candra Bagas Raharjo dan Ibu Ambar Fendriani atas doa, dukungan, dan motivasi yang tiada henti selama penulis menyelesaikan skripsi ini.
8. Jeanne Neisha Harry Rosalind sebagai *support system* yang setia, atas dukungan moral, kesabaran, serta pengertian yang telah diberikan.
9. Matthew Kembaren dan Zeva Bagas Permana, sebagai TRIO MESUM (Mesin Umum) yang senantiasa memberikan dukungan dalam bentuk canda tawa serta hiburan.
10. Rekan-rekan mahasiswa Teknik Mesin Angkatan 2020, yang telah memberikan dukungan moral dan diskusi yang konstruktif selama penulisan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, baik dari segi isi maupun penyajiannya. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan di masa mendatang.

Akhir kata, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang membutuhkan dan dapat menjadi salah satu kontribusi dalam upaya pengembangan teknologi yang ramah lingkungan.

Cilegon, Juni 2024

Gabriel Jonathan

3331200036

## ABSTRAK

Perubahan iklim dan peningkatan <sup>28</sup> polusi udara akibat emisi gas buang kendaraan bermotor telah mendorong pencarian alternatif energi yang lebih bersih dan berkelanjutan. Kendaraan listrik muncul sebagai salah satu solusi, namun membutuhkan sumber daya listrik yang besar dan berkelanjutan. Solar panel menawarkan solusi potensial dengan mengubah energi matahari menjadi listrik melalui proses fotovoltaik. Penelitian ini berfokus pada desain, instalasi, dan evaluasi sistem solar panel yang terintegrasi pada kendaraan beremisi rendah. Tujuannya adalah mengeksplorasi potensi penggunaan solar panel dalam menyediakan energi bersih dan berkelanjutan untuk kendaraan serta mengidentifikasi manfaat dan tantangan yang terkait dengan implementasinya. Penelitian ini mencakup analisis teknis mengenai performa solar panel dalam berbagai kondisi operasional dan dampaknya terhadap efisiensi energi serta emisi karbon kendaraan. Hasil penelitian menunjukkan efisiensi rata-rata panel surya selama periode pengujian adalah 21.08% pada 18 Juni 2024, 21.10% pada 19 Juni 2024, dan 20.46% pada 20 Juni 2024. Daya rata-rata yang dihasilkan adalah 39.67 W dengan variasi yang mencerminkan respons terhadap kondisi cuaca dan intensitas sinar matahari harian. Baterai berkapasitas 60 Wh dengan tegangan 12V dan kapasitas arus 5Ah menunjukkan waktu pengisian rata-rata 92 menit <sup>4</sup> selama periode pengujian. Implementasi solar panel pada kendaraan berpotensi <sup>4</sup> mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil dan emisi gas buang, sesuai dengan tujuan pengembangan kendaraan ramah lingkungan. Penelitian ini diharapkan dapat menemukan solusi efektif dan efisien untuk mengatasi tantangan lingkungan sektor transportasi dan mendorong penggunaan energi terbarukan secara lebih luas.

**Keyword :** Efisiensi, Fotovoltaik, Implementasi, Kendaraan Listrik

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>LEMBAR PERSETUJUAN</b> .....	iii
<b>PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS SAKHIR</b> .....	iv
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	v
<b>ABSTRAK</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	x
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Solar Panel .....	1
1.2 Latar Belakang .....	2
1.3 Skematik Instalasi .....	2
1.4 Harapan Manfaat .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
17 2.1 Energi Surya .....	4
2.2 Teknologi Fotovoltaik .....	6
2.3 Jenis-Jenis Panel Surya .....	8
2.4 Aspek Lingkungan .....	12
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	
9 3.1 Diagram Alir Penelitian .....	15
3.2 Alat dan Bahan yang Digunakan .....	16
3.2.1 Alat yang digunakan .....	16
3.2.2 Bahan Yang Digunakan .....	16
3.3 Variabel Penelitian .....	16
3.4 Prosedur Penelitian .....	17
<b>BAB IV PEMBAHASAN</b>	
4.1 Spesifikasi Solar Panel .....	19
4.2 Analisis Teknis .....	20
4.3 Data dan Analisis .....	25

16	4.4 Perhitungan Daya Dari Nilai Irradiance .....	27
	4.5 Aktualisasi Daya Solar Panel .....	30
	4.6 Perhitungan Efisiensi Solar Panel .....	33
	4.7 Analisis Pengisian Daya Pada Baterai 12V 5Ah.....	36
11	<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
	5.1 Kesimpulan .....	39
	5.2 Saran .....	39
	<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	40
	<b>LAMPIRAN</b> .....	41

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Surya.....	4
<b>Gambar 2.2</b> solar thermal .....	5
<b>Gambar 2.3</b> Panel Fotovoltaik Monokristalin.....	9
<b>Gambar 2.4</b> Panel Fotovoltaik Polikristalin .....	9
<b>Gambar 2.5</b> Panel Fotovoltaik thin-film .....	10
<b>Gambar 2.6</b> Organic Photovoltaics .....	11
<b>Gambar 2.7</b> Multi-Junction PV .....	11
<b>Gambar 2.8</b> Efek Rumah Kaca.....	13
<b>Gambar 3.1</b> Diagram Alir Instalasi Solar Panel Untuk Pengembangan <i>Low-Emission Vehicles</i> .....	15
<b>Gambar 4.1</b> Tiang Alluminium Pada Solar Panel .....	20
<b>Gambar 4.2</b> Pemasangan Solar Panel.....	21
<b>Gambar 4.3</b> wiring sequence.....	22
<b>Gambar 4.4</b> Solarpanel.....	23
<b>Gambar 4.5</b> Aki.....	23
<b>Gambar 4.6</b> kontroler .....	24
<b>Gambar 4.7</b> Busa dan Rangka Solar Panel .....	25
<b>Gambar 4.8</b> Grafik Suhu berbanding Waktu.....	26
<b>Gambar 4.9</b> Grafik Perhitungan Daya Berbanding dengan Iradiansi 18 Juni 2024 .....	28
<b>Gambar 4.10</b> Grafik Perhitungan Daya Berbanding dengan Iradiansi 19 Juni 2024 .....	29
<b>Gambar 4.11</b> Grafik Perhitungan Daya Berbanding dengan Iradiansi 20 Juni 2024 .....	30
<b>Gambar 4.12</b> Grafik Aktualisasi Daya Selasa 18 Juni 2024.....	31
<b>Gambar 4.13</b> Grafik Aktualisasi Daya Rabu 19 Juni 2024.....	32
<b>Gambar 4.14</b> Grafik Aktualisasi Daya Kamis 20 Juni 2024.....	32

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 4.1</b> Tabel Spesifikasi Solar Panel.....	19
---	----



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Solar Panel

Perubahan iklim global telah menjadi salah satu tantangan terbesar yang dihadapi umat manusia pada abad ke-21. Emisi gas rumah kaca, terutama dari sektor transportasi, merupakan salah satu penyebab utama pemanasan global. Berdasarkan laporan dari *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC), sektor transportasi menyumbang sekitar 14% dari total emisi gas rumah kaca global, dengan emisi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) sebagai kontributor terbesar. Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan langkah-langkah inovatif dan keberlanjutan dalam penggunaan sumber daya energi. Kendaraan beremisi rendah (*Low-Emission Vehicles/LEV*) muncul sebagai solusi potensial yang dapat mengurangi dampak negatif transportasi terhadap lingkungan. (IPCC, 2023)

Kendaraan listrik, sebagai salah satu bentuk LEV, menggunakan motor listrik yang ditenagai oleh baterai sebagai pengganti mesin pembakaran internal yang menggunakan bahan bakar fosil. Meskipun kendaraan listrik sudah mulai diterima secara luas, tantangan utama yang dihadapinya adalah bagaimana menyediakan sumber energi listrik yang bersih dan berkelanjutan. Saat ini, sebagian besar listrik yang digunakan untuk mengisi ulang baterai kendaraan listrik masih berasal dari pembangkit listrik berbasis fosil, yang tidak sepenuhnya menghilangkan masalah emisi karbon. Oleh karena itu, integrasi energi terbarukan seperti energi surya ke dalam sistem pengisian kendaraan listrik menjadi sangat penting. Energi surya adalah salah satu bentuk energi terbarukan yang paling menjanjikan dan dapat diakses secara luas. Solar panel atau panel surya, yang memanfaatkan teknologi fotovoltaik, dapat mengubah sinar matahari langsung menjadi listrik. Teknologi ini telah berkembang pesat dalam beberapa dekade terakhir, dengan peningkatan efisiensi dan penurunan biaya yang signifikan. Instalasi solar panel pada kendaraan beremisi rendah menawarkan solusi yang inovatif untuk mengurangi ketergantungan pada jaringan listrik berbasis fosil dan meningkatkan efisiensi energi kendaraan.

## 1.2 Latar Belakang

Perubahan iklim dan peningkatan polusi udara akibat emisi gas buang kendaraan bermotor telah mendorong pencarian alternatif energi yang lebih bersih dan berkelanjutan. Kendaraan listrik telah muncul sebagai salah satu solusi untuk mengatasi masalah ini, namun tantangan yang dihadapi adalah kebutuhan akan sumber daya listrik yang besar dan berkelanjutan. Solar panel menawarkan solusi yang potensial dengan mengubah energi matahari menjadi listrik melalui proses fotovoltaik. Teknologi ini tidak hanya dapat digunakan untuk mengisi ulang baterai kendaraan listrik tetapi juga dapat diintegrasikan langsung ke dalam desain kendaraan untuk memaksimalkan efisiensi energi. Penelitian ini berfokus pada desain, instalasi, dan evaluasi sistem solar panel yang terintegrasi pada kendaraan beremisi rendah. Tujuannya adalah untuk mengeksplorasi potensi penggunaan solar panel dalam menyediakan energi yang bersih dan berkelanjutan untuk kendaraan, serta mengidentifikasi manfaat dan tantangan yang terkait dengan implementasinya. Penelitian ini juga akan mencakup analisis teknis mengenai performa solar panel dalam kondisi operasional yang berbeda, serta dampaknya terhadap efisiensi energi dan emisi karbon dari kendaraan. Melalui penelitian ini, diharapkan dapat ditemukan solusi yang efektif dan efisien untuk mengatasi tantangan lingkungan yang dihadapi oleh sektor transportasi. Implementasi solar panel pada kendaraan beremisi rendah tidak hanya berpotensi mengurangi emisi karbon secara signifikan, tetapi juga mendorong penggunaan energi terbarukan secara lebih luas dalam kehidupan sehari-hari.

## 1.3 Skematik Instalasi

Skematik instalasi solar panel pada kendaraan beremisi rendah melibatkan beberapa komponen utama:

1. *Solar Panel*: Berfungsi untuk menangkap energi matahari dan mengubahnya menjadi listrik. Panel ini biasanya dipasang pada atap kendaraan atau bagian lain yang memiliki paparan sinar matahari yang maksimal.
2. *Charge Controller*: Komponen ini mengatur aliran listrik dari solar panel ke baterai, mencegah overcharging dan memastikan pengisian yang optimal.

3. *Battery Bank*: Tempat penyimpanan energi listrik yang dihasilkan oleh solar panel. Baterai ini menyediakan daya untuk kendaraan saat sinar matahari tidak tersedia.
4. *Inverter*: Mengubah listrik DC yang dihasilkan oleh solar panel menjadi listrik AC yang dapat digunakan oleh sistem kelistrikan kendaraan.

#### 1.4 Harapan Manfaat

Penggunaan solar panel pada kendaraan beremisi rendah memiliki beberapa harapan manfaat berikut beberapa diantaranya:

1. Pengurangan Emisi Karbon, dengan menggunakan energi matahari sebagai sumber daya, emisi karbon dari kendaraan dapat dikurangi secara signifikan dibandingkan dengan kendaraan yang menggunakan bahan bakar fosil.
2. Kemandirian Energi, solar panel menyediakan sumber energi yang terbarukan dan gratis, mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil dan meningkatkan kemandirian energi.
3. Sumber Energi Berkelanjutan, Solar panel adalah teknologi yang berkelanjutan dan dapat diandalkan dalam jangka panjang, berkontribusi pada stabilitas energi global.
4. Pemanfaatan Ruang Kendaraan, bagian belakang dari kendaraan yang biasanya tidak terpakai dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan energi, meningkatkan efisiensi penggunaan ruang.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Energi Surya

Energi surya adalah energi yang berasal dari sinar matahari, yang dapat dimanfaatkan melalui berbagai teknologi untuk menghasilkan energi lain, seperti listrik atau panas. Matahari, sebagai sumber energi terbesar di tata surya kita, mengirimkan energi dalam bentuk radiasi elektromagnetik yang mencapai permukaan bumi. Pemanfaatan energi surya telah menjadi fokus utama dalam upaya mencari sumber energi terbarukan yang dapat menggantikan bahan bakar fosil yang terbatas dan menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan. (Boyle, 2004)



**Gambar 2.1** Surya

(Sumber : kompas.com)

Salah satu metode utama dalam pemanfaatan energi surya adalah teknologi fotovoltaik (PV). Sistem fotovoltaik menggunakan sel surya yang terbuat dari bahan semikonduktor, seperti silikon, yang dapat mengonversi sinar matahari langsung menjadi listrik melalui efek fotovoltaik. Ketika foton dari sinar matahari mengenai sel surya, mereka dapat melepaskan elektron dari atom-atom silikon, menciptakan arus listrik. Sistem PV dapat diaplikasikan dalam berbagai skala, mulai dari panel kecil pada kalkulator hingga instalasi besar yang menyediakan listrik untuk ribuan rumah. Keuntungan dari teknologi PV adalah kemampuannya untuk diinstalasi di berbagai lokasi, termasuk atap rumah, lahan kosong, atau

bahkan di permukaan air. Selain teknologi fotovoltaik, energi surya juga dapat dimanfaatkan melalui pemanasan surya (*solar thermal*). Teknologi ini memanfaatkan panas dari sinar matahari untuk memanaskan fluida kerja, seperti air atau minyak, yang kemudian digunakan untuk menghasilkan uap dan menggerakkan turbin guna menghasilkan listrik. Terdapat dua jenis utama dari sistem pemanasan surya: pemanas air surya dan pembangkit listrik tenaga surya termal (*Concentrated Solar Power, CSP*). Pemanas air surya menggunakan kolektor surya untuk memanaskan air yang digunakan dalam rumah tangga atau industri. Sementara itu, sistem CSP menggunakan cermin atau lensa untuk memfokuskan sinar matahari ke penerima yang memanaskan fluida kerja hingga suhu tinggi, menghasilkan uap yang digunakan untuk menggerakkan turbin listrik. Teknologi CSP biasanya diaplikasikan dalam skala besar dan memerlukan area yang luas serta intensitas sinar matahari yang tinggi. (Twidell & Weir, 2005)



**Gambar 2.2** solar thermal

(Sumber : greymattersglobal.com)

Keunggulan dari pemanfaatan energi surya sangat banyak. Pertama, energi surya adalah sumber energi yang tak terbatas dan berkelanjutan, mengingat matahari akan terus bersinar selama miliaran tahun ke depan. Kedua, energi surya ramah lingkungan karena tidak menghasilkan emisi gas rumah kaca atau polusi udara selama proses konversinya, sehingga membantu mengurangi dampak perubahan iklim. Ketiga, pemanfaatan energi surya dapat mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil yang terbatas dan menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan. Selain itu, teknologi surya juga dapat menciptakan lapangan kerja baru di bidang manufaktur, instalasi, dan pemeliharaan sistem energi surya.

Namun, ada beberapa tantangan dalam pemanfaatan energi surya yang perlu diatasi. Variabilitas sinar matahari adalah salah satu tantangan utama, karena ketersediaan energi surya sangat bergantung pada kondisi cuaca dan waktu. Pada malam hari atau saat cuaca mendung, sistem energi surya tidak dapat menghasilkan listrik, sehingga diperlukan sistem penyimpanan energi yang efektif untuk memastikan ketersediaan listrik secara kontinu. Efisiensi konversi energi matahari juga masih menjadi perhatian, meskipun telah ada peningkatan signifikan dalam beberapa dekade terakhir. Penelitian dan pengembangan terus dilakukan untuk meningkatkan efisiensi sel surya dan teknologi penyimpanan energi. Dengan potensi besar dan manfaat lingkungan yang signifikan, energi surya menjadi salah satu pilar utama dalam transisi global menuju sistem energi yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan. Meskipun tantangan teknis masih ada, kemajuan teknologi dan inovasi terus membuka jalan bagi masa depan yang lebih cerah di mana energi surya memainkan peran penting dalam memenuhi kebutuhan energi dunia. (Kalogirou, 2014)

## 2.2 Teknologi Fotovoltaik

Panel fotovoltaik, sering disebut sebagai panel surya, adalah perangkat yang dirancang untuk mengonversi sinar matahari langsung menjadi listrik melalui proses yang dikenal sebagai efek fotovoltaik. Panel ini terdiri dari banyak sel surya yang terbuat dari bahan semikonduktor, seperti silikon, yang mampu menghasilkan arus listrik ketika terkena cahaya matahari. Dalam beberapa dekade terakhir, panel fotovoltaik telah menjadi komponen utama dalam sistem energi surya, yang digunakan untuk berbagai aplikasi mulai dari perangkat elektronik kecil hingga pembangkit listrik skala besar. Prinsip kerja panel fotovoltaik didasarkan pada efek fotovoltaik, suatu fenomena di mana bahan semikonduktor menghasilkan arus listrik ketika disinari cahaya. Setiap sel surya dalam panel fotovoltaik terdiri dari dua lapisan semikonduktor yang membentuk junction p-n. Ketika foton dari sinar matahari mengenai sel surya, energi dari foton tersebut dapat melepaskan elektron dari atom dalam bahan semikonduktor. Elektron yang terlepas ini kemudian mengalir melalui bahan semikonduktor dan menghasilkan arus listrik. Arus ini



dikumpulkan oleh kawat-kawat konduktif pada permukaan sel surya dan dapat digunakan untuk berbagai aplikasi listrik. (Green, 1982)

Struktur panel fotovoltaik terdiri dari beberapa komponen utama. Yang pertama adalah sel surya, unit dasar yang mengonversi cahaya matahari menjadi listrik. Sel surya ini dilindungi oleh kaca penutup yang melindungi mereka dari kerusakan fisik dan cuaca. Selain itu, ada lapisan enkapsulasi yang menyegel sel surya untuk melindungi dari kelembaban dan kontaminasi. Lembaran belakang memberikan dukungan struktural dan proteksi tambahan, sementara bingkai, biasanya terbuat dari aluminium, memberikan kekuatan mekanis dan memfasilitasi pemasangan panel. Keunggulan panel fotovoltaik sangat banyak dan bervariasi. Yang paling signifikan adalah sifatnya sebagai sumber energi terbarukan. Sinar matahari adalah sumber energi yang melimpah dan dapat diperbarui, yang tidak akan habis selama miliaran tahun ke depan. Selain itu, pemanfaatan panel fotovoltaik ramah lingkungan karena tidak menghasilkan emisi gas rumah kaca atau polusi udara selama proses konversinya. Ini membantu mengurangi dampak perubahan iklim dan polusi udara. Panel fotovoltaik juga memerlukan pemeliharaan yang rendah setelah dipasang dan dapat bertahan hingga 25-30 tahun, memberikan penghematan biaya energi dalam jangka panjang. Penggunaan panel fotovoltaik juga dapat mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil yang terbatas dan memiliki dampak negatif terhadap lingkungan. Namun, ada beberapa tantangan dan keterbatasan dalam penggunaan panel fotovoltaik. Salah satu tantangan utama adalah efisiensi konversi. Meskipun telah banyak kemajuan, efisiensi konversi energi dari sinar matahari menjadi listrik masih relatif rendah dibandingkan dengan sumber energi konvensional. Biaya awal pemasangan panel fotovoltaik juga cukup tinggi, meskipun ini dapat diimbangi oleh penghematan energi dalam jangka panjang. Variabilitas sinar matahari juga merupakan masalah, karena ketersediaan energi surya bervariasi tergantung pada lokasi geografis, waktu, dan kondisi cuaca. Hal ini menghasilkan variabilitas dalam produksi listrik dan memerlukan sistem penyimpanan energi yang efektif untuk memastikan ketersediaan listrik secara kontinu. Panel fotovoltaik telah membuka jalan bagi revolusi energi terbarukan, memberikan solusi yang berkelanjutan dan ramah lingkungan untuk kebutuhan energi global. Dengan terus berkembangnya teknologi dan penurunan biaya

produksi, panel fotovoltaik diharapkan <sup>6</sup> memainkan peran yang semakin penting dalam memenuhi kebutuhan energi dunia di masa depan. Sementara tantangan teknis masih ada, kemajuan yang terus berlanjut dalam penelitian dan pengembangan menjanjikan peningkatan efisiensi dan <sup>4</sup> efektivitas panel fotovoltaik, menjadikannya salah satu pilar utama dalam transisi menuju sistem energi yang lebih bersih dan berkelanjutan. (Luque & Hegedus, 2011)

### 2.3 Jenis-Jenis Panel Surya

Panel fotovoltaik, yang sering disebut sebagai <sup>8</sup> panel surya, adalah perangkat yang dirancang untuk mengonversi sinar matahari langsung menjadi listrik melalui proses fotovoltaik. Panel ini terdiri dari sel-sel surya yang dibuat dari bahan semikonduktor. Ada berbagai jenis panel fotovoltaik yang tersedia, masing-masing dengan karakteristik, keunggulan, dan kekurangannya sendiri. Berikut ini adalah gambaran lengkap tentang jenis-jenis panel fotovoltaik yang umum digunakan.

#### 1. Monokristalin (*Monocrystalline*)

Panel fotovoltaik monokristalin terbuat dari satu kristal silikon murni yang ditumbuhkan menjadi wafer. Sel-sel surya pada panel ini biasanya berwarna hitam atau gelap dengan sudut-sudut yang melingkar. Panel monokristalin dikenal karena efisiensinya yang tinggi, biasanya berkisar antara 15% hingga 20%. Struktur kristal tunggal memungkinkan elektron bergerak lebih bebas, sehingga menghasilkan efisiensi yang lebih tinggi. Salah satu keunggulan utama panel monokristalin adalah umur panjangnya, seringkali lebih dari 25 tahun. Namun, biaya produksi panel ini lebih tinggi karena proses pembuatannya yang lebih kompleks. Meski demikian, panel monokristalin sangat ideal untuk aplikasi di mana ruang terbatas dan efisiensi tinggi diperlukan, seperti atap rumah atau gedung perkantoran. (Nelson, 2003)





**Gambar 2.3** Panel Fotovoltaik Monokristalin

(Sumber : tokopedia.com)

## 2. Polikristalin (Polycrystalline)

Panel fotovoltaik polikristalin terbuat dari banyak kristal silikon yang dilebur bersama-sama. Panel ini biasanya berwarna biru dengan sudut-sudut yang tajam. Proses pembuatan yang lebih sederhana dibandingkan dengan panel monokristalin membuat panel polikristalin lebih terjangkau. Efisiensi panel ini biasanya berkisar antara 13% hingga 18%. Meskipun efisiensinya sedikit lebih rendah dibandingkan dengan panel monokristalin, panel polikristalin masih menjadi pilihan populer karena harganya yang lebih ekonomis. Panel ini cocok untuk instalasi yang memiliki ruang yang lebih luas dan anggaran yang lebih terbatas, seperti lahan kosong atau atap luas. (Nelson, 2003)



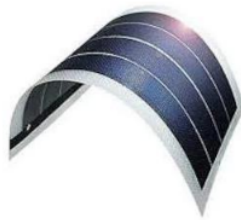
**Gambar 2.4** Panel Fotovoltaik Polikristalin

(Sumber : tokopedia.com)

## 3. *Thin-Film*

Panel *thin-film* dibuat dengan menaruh lapisan tipis bahan fotovoltaik pada substrat seperti kaca, plastik, atau logam. Bahan yang digunakan dalam panel

thin-film dapat berupa silikon amorf, kadmium tellurida (CdTe), atau copper indium gallium selenide (CIGS). Panel thin-film lebih fleksibel dan ringan dibandingkan dengan panel berbasis silikon kristal, sehingga dapat digunakan dalam aplikasi yang memerlukan fleksibilitas tinggi. Proses produksi panel thin-film lebih murah dan memungkinkan pembuatan panel yang lebih ringan dan fleksibel. Namun, efisiensi panel ini biasanya lebih rendah, berkisar antara 10% hingga 12%, dan umur yang lebih pendek dibandingkan dengan panel silikon kristal. Panel *thin-film* cocok untuk aplikasi di mana fleksibilitas dan ringan penting, seperti pada permukaan bangunan yang melengkung atau kendaraan. (Nelson, 2003)



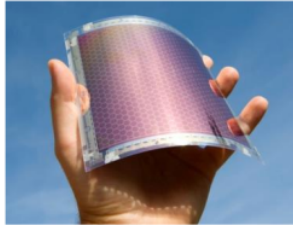
**Gambar 2.5** Panel Fotovoltaik thin-film

(Sumber : tokopedia.com)

#### 4. Sel Fotovoltaik Organik (*Organic Photovoltaics*, OPV)

Sel fotovoltaik organik menggunakan bahan organik atau polimer untuk mengonversi cahaya menjadi listrik. Teknologi ini masih dalam tahap pengembangan dan penelitian. Salah satu keunggulan utama sel fotovoltaik organik adalah potensi biaya produksi yang rendah dan fleksibilitas tinggi. Bahan organik dapat dicetak pada berbagai permukaan menggunakan teknik cetak *roll-to-roll*, membuatnya lebih mudah diproduksi dalam skala besar. Namun, efisiensi dan umur sel fotovoltaik organik masih rendah dibandingkan dengan teknologi fotovoltaik lainnya. Sel-sel ini juga lebih sensitif terhadap degradasi lingkungan, yang membatasi aplikasi praktisnya saat ini. Meski demikian, sel fotovoltaik organik memiliki potensi besar untuk digunakan pada

perangkat portabel atau aplikasi khusus yang memerlukan fleksibilitas tinggi.  
(Nelson, 2003)



**Gambar 2.6** *Organic Photovoltaics*

(Sumber : intechopen.com)

#### 5. Panel Tandem atau *Multi-Junction*

Panel tandem atau *multi-junction* menggunakan beberapa lapisan bahan semikonduktor dengan spektrum penyerapan yang berbeda untuk menangkap lebih banyak energi dari spektrum cahaya matahari. Setiap lapisan semikonduktor didesain untuk menyerap panjang gelombang cahaya yang berbeda, meningkatkan efisiensi keseluruhan panel. Beberapa prototipe panel tandem telah mencapai efisiensi lebih dari 40%. Meskipun efisiensi sangat tinggi, proses produksi panel tandem sangat kompleks dan mahal. Akibatnya, teknologi ini lebih sering digunakan untuk aplikasi khusus seperti satelit dan aplikasi luar angkasa, di mana efisiensi sangat tinggi lebih penting daripada biaya. Panel tandem berpotensi menjadi teknologi masa depan untuk meningkatkan efisiensi sistem fotovoltaik komersial. (Nelson, 2003)



**Gambar 2.7** *Multi-Junction PV*

(Sumber : spinoff.nasa.gov)

## 2.4 Aspek Lingkungan

Penggunaan solar panel pada kendaraan beremisi rendah memiliki dampak lingkungan yang signifikan dan beragam. Ini bukan hanya tentang mengurangi emisi gas rumah kaca, tetapi juga tentang pengurangan polusi udara, pengurangan konsumsi bahan bakar, pengurangan dampak pertambangan dan pengolahan bahan bakar fosil, serta potensi untuk mengubah paradigma energi global menuju sumber energi terbarukan yang lebih bersih dan berkelanjutan. Mari kita bahas lebih lanjut tentang dampak lingkungan dari penggunaan solar panel pada kendaraan beremisi rendah. (Delucchi & Jacobson, 2011)

Salah satu dampak yang paling signifikan dari penggunaan solar panel pada kendaraan beremisi rendah adalah mengurangi emisi gas rumah kaca. Emisi gas rumah kaca, terutama karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), merupakan kontributor utama terhadap pemanasan global dan perubahan iklim yang sedang terjadi di seluruh dunia. Kendaraan konvensional yang menggunakan bahan bakar fosil menghasilkan emisi CO<sub>2</sub> dalam jumlah besar setiap kali mereka digunakan, baik untuk perjalanan jarak pendek maupun jarak jauh. Dengan beralih ke kendaraan beremisi rendah yang menggunakan energi surya sebagai sumber energi utama, emisi CO<sub>2</sub> dapat dikurangi secara signifikan atau bahkan dieliminasi sepenuhnya. Solar panel pada kendaraan beremisi rendah mengubah sinar matahari menjadi energi listrik yang dapat digunakan untuk menggerakkan motor listrik atau mengisi daya baterai kendaraan. Dengan demikian, tidak ada pembakaran bahan bakar fosil yang terjadi, sehingga tidak ada emisi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan secara langsung dari kendaraan tersebut. Kontribusi pengurangan emisi gas rumah kaca dari kendaraan beremisi rendah yang menggunakan solar panel sangat penting dalam konteks perlindungan lingkungan dan mitigasi perubahan iklim global. Pemanasan global telah menyebabkan efek yang signifikan, seperti peningkatan suhu rata-rata global, perubahan pola cuaca yang ekstrem, dan kenaikan permukaan air laut. Semua ini berdampak pada kehidupan manusia, keberlangsungan ekosistem, dan stabilitas lingkungan secara keseluruhan. Selain CO<sub>2</sub>, gas rumah kaca lainnya seperti metana (CH<sub>4</sub>) dan nitrogen oksida (NO<sub>x</sub>) juga berkontribusi terhadap efek rumah kaca. Kendaraan beremisi rendah yang menggunakan energi surya juga dapat membantu mengurangi emisi gas-gas tersebut, terutama jika kendaraan tersebut juga

menggunakan teknologi yang meminimalkan produksi gas-gas tersebut, seperti katalisator yang efisien. Pengurangan emisi gas rumah kaca dari kendaraan beremisi rendah bukan hanya memberikan manfaat langsung bagi lingkungan dan kesehatan manusia, tetapi juga memberikan sinyal penting dalam upaya global untuk mengurangi jejak karbon dan beralih ke sumber energi yang lebih bersih dan berkelanjutan. Ini sejalan dengan komitmen banyak negara dan organisasi untuk mencapai target emisi nol netto atau net-zero emissions, di mana emisi yang dihasilkan sama dengan jumlah yang dapat diserap oleh lingkungan atau yang dapat dihilangkan melalui teknologi penghapusan karbon. Solar panel pada kendaraan beremisi rendah adalah salah satu solusi inovatif yang dapat membantu mengurangi jejak karbon transportasi, mempercepat transisi menuju mobilitas yang lebih bersih, dan memainkan peran penting dalam mencapai tujuan global untuk menjaga keseimbangan iklim dan lingkungan bumi. (Delucchi & Jacobson, 2011)



**Gambar 2.8** Efek Rumah Kaca  
(Sumber : kapanlagiplus.com)

Selain mengurangi emisi gas rumah kaca, penggunaan solar panel pada kendaraan beremisi rendah juga membantu mengurangi polusi udara. Kendaraan konvensional menghasilkan berbagai polutan udara, seperti nitrogen oksida (NOx), hidrokarbon (HC), dan partikulat, yang dapat merusak kualitas udara dan kesehatan manusia. Dengan menggunakan energi surya, kendaraan beremisi rendah tidak lagi memerlukan pembakaran bahan bakar fosil, sehingga mengurangi jumlah polutan yang dilepaskan ke udara. Ini berkontribusi pada peningkatan kualitas udara di lingkungan perkotaan dan mengurangi risiko terhadap masalah kesehatan yang terkait dengan polusi udara. Kendaraan beremisi rendah yang menggunakan solar

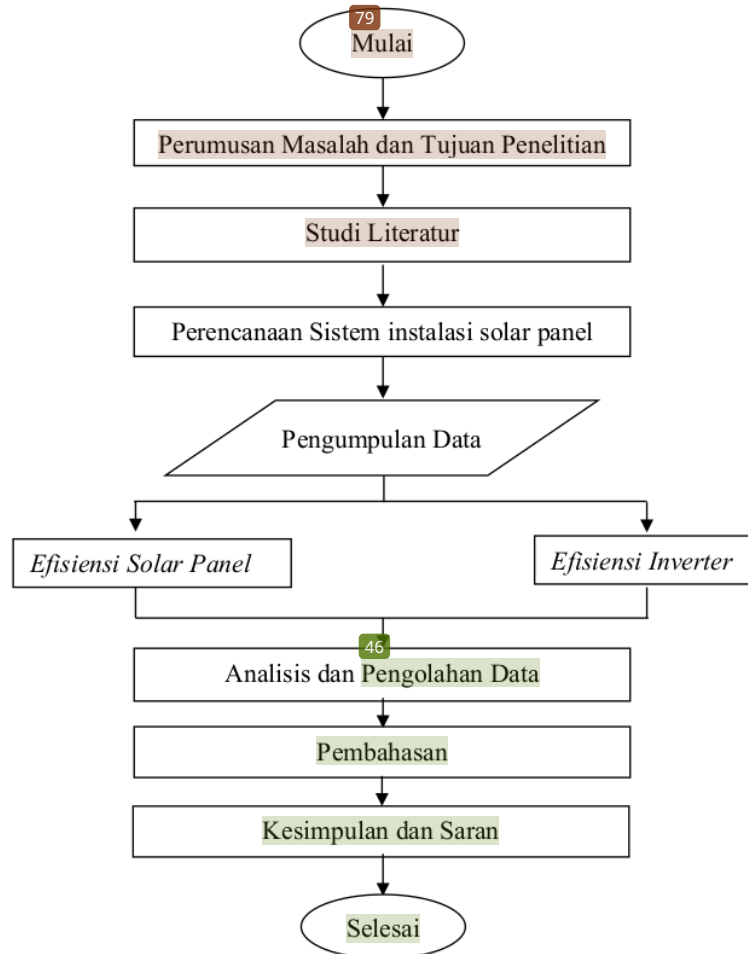
panel cenderung memiliki efisiensi energi yang lebih baik dibandingkan kendaraan konvensional. Solar panel dapat mengisi daya baterai kendaraan secara langsung atau menyediakan daya langsung untuk motor listrik, mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil. Dengan demikian, konsumsi bahan bakar dapat dikurangi secara signifikan, mengurangi jejak karbon kendaraan dan mengurangi tekanan terhadap pasokan bahan bakar fosil yang terbatas. Penggunaan solar panel pada kendaraan beremisi rendah juga mencerminkan perubahan paradigma energi global menuju sumber energi terbarukan yang lebih bersih dan berkelanjutan. Dengan terus berkembangnya teknologi solar panel dan penurunan biaya produksinya, kendaraan beremisi rendah yang menggunakan energi surya menjadi semakin terjangkau dan dapat diakses oleh masyarakat luas. Ini mengirimkan sinyal positif kepada industri dan konsumen tentang pentingnya beralih ke sumber energi yang ramah lingkungan dan mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil yang terbatas. (Delucchi & Jacobson, 2011)

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian merupakan representasi visual dari langkah-langkah atau tahapan yang akan dilakukan dalam sebuah penelitian. Berikut ini merupakan gambar diagram alir penelitian yang digunakan pada Instalasi Solar Panel Untuk Pengembangan *Low-Emission Vehicles*



**Gambar 3.1** Diagram Alir Instalasi Solar Panel Untuk Pengembangan *Low-Emission Vehicles*



## 3.2 Alat dan Bahan yang Digunakan

### 3.2.1 Alat yang digunakan

Guna melaksanakan penelitian ini, berikut alat yang digunakan untuk melancarkan serta menjalankan penelitian ini.

1. Panel Surya Polikristalin
2. Inverter
3. Kontroler
4. Baterai (Aki 12V)
5. Beban (Motor Listrik)
6. Obeng
7. Sarung Tangan
8. Laptop

### 3.2.2 Bahan Yang Digunakan

Berikut bahan yang digunakan untuk melancarkan serta menjalankan penelitian ini.

1. Kabel
2. Konektor
3. Struktur Penyangga
4. Isolasi kabel

## 3.3 Variabel Penelitian

Variabel dalam penelitian memiliki peran yang penting untuk mengontrol dan mengukur efek dari perubahan yang dilakukan dalam eksperimen. Dalam penelitian "Instalasi Solar Panel Untuk Pengembangan Low-Emission Vehicles," variabel penelitian memiliki fungsi sebagai berikut:

**Variabel Bebas:** Digunakan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang dapat memengaruhi hasil eksperimen, daya panel surya, jumlah jam matahari per hari, Efisiensi panel surya. Dengan mengontrol variabel bebas ini, peneliti dapat menentukan dampak dari perubahan tersebut terhadap sistem pengisian daya kendaraan listrik.

**Variabel Terikat:** Digunakan untuk mengukur efek dari perubahan yang dilakukan pada variabel bebas, dalam hal ini performa sistem pengisian daya kendaraan listrik.



Variabel terikat ini memberikan informasi tentang seberapa efektif dan efisien sistem solar panel dalam mengisi daya kendaraan listrik dan mengurangi emisi yang dihasilkan.

<sup>62</sup>  
**Variabel Kontrol:** Digunakan untuk mengendalikan faktor-faktor eksternal yang dapat mempengaruhi hasil eksperimen, seperti beban listrik yang terhubung ke inverter. Dengan mengontrol variabel kontrol ini, peneliti dapat memastikan bahwa perubahan yang diamati dalam variabel terikat disebabkan oleh perubahan yang diinginkan pada variabel bebas, bukan oleh faktor-faktor lain yang tidak diinginkan.

### 3.4 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian memberikan kerangka kerja yang terorganisir <sup>66</sup> untuk mengarahkan proses penelitian dari awal hingga akhir. Ini memastikan bahwa penelitian dilakukan secara teratur dan tidak ada langkah penting yang terlewatkan. Berikut ini prosedur penelitian dari "Instalasi Solar Panel Untuk Pengembangan Low-Emission Vehicles"

#### 1. Studi literatur

Studi literatur membantu untuk memahami prinsip dasar energi surya, teknologi fotovoltaik, efisiensi panel surya, dan perkembangan terbaru dalam teknologi ini. Pengetahuan ini penting untuk merancang dan menginstal sistem solar panel yang efektif pada kendaraan beremisi rendah.

#### 2. Pengadaan solar panel

Solar panel yang diadakan untuk penelitian ini memberikan peluang untuk menguji dan mengembangkan teknologi ini, serta untuk mengatasi tantangan teknis yang mungkin muncul. Ini termasuk peningkatan efisiensi panel, optimalisasi sistem pengisian, dan integrasi yang lebih baik dengan sistem kendaraan

#### 3. Pengadaan alat ukur

Alat ukur diperlukan untuk mengukur efisiensi konversi energi dari solar panel, yakni seberapa baik solar panel mengubah sinar matahari menjadi listrik. Ini meliputi pengukur tegangan, arus, serta membantu perhitungan efisiensi keseluruhan sistem.

#### 4. Perencanaan sistem

Perencanaan diperlukan untuk merancang sistem solar panel yang optimal, termasuk pemilihan jenis panel surya, kapasitas, dan konfigurasi yang sesuai dengan kebutuhan kendaraan. Ini juga meliputi penempatan panel pada kendaraan untuk memaksimalkan penyerapan sinar matahari

#### 5. Proses Pengujian Solar Panel

Pengujian membantu dalam mengevaluasi efisiensi konversi energi matahari menjadi listrik. Data yang dikumpulkan selama pengujian dapat digunakan untuk menentukan seberapa baik sistem solar panel dapat memenuhi kebutuhan energi kendaraan beremisi rendah

#### 6. Analisa Data dan Pembahasan

Analisa data bertujuan untuk menginterpretasi hasil pengukuran dan pengamatan yang telah dilakukan selama penelitian. Ini melibatkan pemrosesan data mentah menjadi informasi yang dapat dipahami. Berdasarkan hasil dan analisis, pembahasan memberikan saran perbaikan untuk penelitian di masa depan dan rekomendasi praktis untuk implementasi teknologi solar panel pada kendaraan beremisi rendah.

## BAB IV

### PEMBAHASAN

#### 4.1 Spesifikasi Solar Panel

Mobil JTM-LEV (Jurusan Teknik Mesin-*Low Emission Vehicle*) merupakan inovasi kendaraan *Low Emission* yang berkiblat pada mobil Nissan kicks e-POWER. Perbedaan mendasar yang ada pada sistem JTM-LEV dan Nissan kicks e-POWER ini yang pertama dapat terlihat pada jenis genset yang digunakan, kemudian yang kedua pada sistem JTM-LEV ini terdapat sumber energi tambahan berupa Solar Panel. Panel surya mengonversi sinar matahari menjadi energi listrik melalui efek fotovoltaiik. Energi listrik yang dihasilkan dari panel surya ini di langsung digunakan untuk mengisi baterai kendaraan listrik, mengurangi ketergantungan pada sumber listrik konvensional dan meningkatkan penggunaan energi terbarukan. Panel surya merupakan sumber energi terbarukan yang tidak menghasilkan emisi karbon selama operasinya. Dengan mengurangi ketergantungan pada sumber listrik berbasis fosil untuk pengisian baterai, penggunaan panel surya dapat mengurangi jejak karbon dari kendaraan listrik, mendukung tujuan keberlanjutan lingkungan. Penggunaan panel surya dapat memperpanjang jarak tempuh kendaraan dengan menyediakan energi tambahan untuk mengisi baterai. Namun, peningkatan berat dan perubahan aerodinamika akibat pemasangan panel surya pada kendaraan juga perlu dipertimbangkan, karena hal ini dapat mempengaruhi efisiensi energi keseluruhan kendaraan. Panel surya yang digunakan memiliki spesifikasi sebagai berikut:

**Tabel 4.1** Tabel Spesifikasi Solar Panel

Bahan Penyusun Sel	Polikristalin
Open circuit voltage	21.6V
Voltage	18 V
Daya	100W
Dimensi	420mm x 280mm x 30mm

## 4.2 Analisis Teknis

Analisis teknis instalasi panel surya pada JTM-LEV (Jurusan Teknik Mesin-*Low Emission Vehicle*) melibatkan beberapa aspek utama yang meliputi integrasi, performa sistem, manajemen energi, serta pertimbangan keselamatan dan ketahanan. Berikut adalah analisis mendetail mengenai masing-masing aspek tersebut.

### 1. Integrasi

Istilah "integrasi" disini merujuk pada proses menggabungkan panel surya ke dalam desain dan struktur kendaraan secara harmonis. Tujuannya adalah memastikan bahwa panel surya menjadi bagian fungsional dari kendaraan tanpa mengorbankan performa, keselamatan, atau estetika. Mempertimbangan performa, maka hal ini akan berhubungan dengan integrasi struktural. Yang dimana Integrasi struktural mengacu pada cara panel surya dipasang ke rangka atau bodi kendaraan. Dikarenakan pada prototipe JTM-LEV ini masih menggunakan rangka, sehingga digunakanlah rangka sebagai acuan instalasi solar panel. Solar panel diletakan pada bagian belakang rangka, sehingga pemasangan solar panel tidak melemahkan kekuatan struktural kendaraan. Material yang digunakan untuk menyusun rangka penopang solar panel adalah alluminium, digunakan untuk tujuan menghindari penambahan beban yang berlebihan pada instalasi.



**Gambar 4.1** Tiang Alluminium Pada Solar Panel

Yang kedua adalah pertimbangan integrasi fungsional yang berkaitan dengan bagaimana panel surya bekerja bersama dengan sistem kelistrikan dan energi kendaraan. Ini termasuk koneksi listrik antara panel surya dan sistem baterai, serta penggunaan sistem manajemen energi yang dapat mengoptimalkan penggunaan energi yang dihasilkan oleh panel surya. Sistem ini harus mampu mengatur pengisian baterai dan penyediaan energi ke motor listrik atau komponen lainnya secara efisien. Pertimbangan

integrasi fungsional akan dibahas lebih lanjut pada bagian (2. Performa Sistem). Yang ketiga adalah pertimbangan integrasi estetika memastikan bahwa panel surya tidak mengurangi tampilan visual kendaraan. Panel harus dirancang agar menyatu dengan bentuk kendaraan. Sehingga dapat mempertahankan daya tarik visual. Dalam instalasi panel surya pada prototipe JTM-LEV, keberadaan solar panel cukup menjadi *highlight* dikarenakan pada prototipe ini solar panel masih digunakan untuk keperluan penelitian lebih lanjut, terlebih lagi dengan menambahkan solar panel di bagian belakang rangka kendaraan ini akan memberikan kesan “*Smart and Green*” pada prototipe JTM-LEV ini.



**Gambar 4.2** Pemasangan Solar Panel

## 2. Performa Sistem

Performa sistem dari instalasi panel surya pada JTM-LEV (Jurusan Teknik Mesin-Low Emission Vehicle) mencakup beberapa elemen kunci yang harus diperhatikan untuk memastikan bahwa energi yang dihasilkan dapat dimanfaatkan secara optimal. Berikut ini merupakan gambar *wiring sequence* untuk menggambarkan performa sistem kali ini.



### **Gambar 4.3** wiring sequence

Yang pertama adalah efisiensi konversi energi pada panel surya, hal ini menentukan seberapa efektif sinar matahari diubah menjadi listrik. Hal ini didasari dari bahan penyusun sel surya. Beberapa jenis bahan penyusun sel surya yang mempengaruhi efisiensi ini diantaranya adalah Silikon Monokristalin, Silikon Polikristalin, Thin-Film. Silikon Monokristalin memiliki efisiensi tinggi, biasanya antara 18% hingga 22%. Sel monokristalin dibuat dari satu kristal silikon yang menghasilkan lebih sedikit resistansi listrik dan efisiensi lebih tinggi. Silikon Polikristalin memiliki efisiensinya sedikit lebih rendah, berkisar antara 15% hingga 18%. Sel ini terbuat dari banyak kristal silikon yang disatukan, sehingga memiliki sedikit lebih banyak resistansi listrik dibandingkan sel monokristalin.

*Thin-Film* memiliki efisiensi yang lebih rendah, sekitar 10% hingga 12%, namun lebih fleksibel dan dapat dipasang pada berbagai permukaan. Dalam pembuatan pada JTM-LEV (Jurusan Teknik Mesin-*Low Emission Vehicle*), dipilihlah panel surya berbahan Silikon Polikristalin, beberapa faktor utama yang perlu diperhatikan meliputi biaya, efisiensi, dan kemudahan instalasi serta pemeliharaan. Dalam segi biaya, panel surya berbahan silikon polikristalin umumnya lebih murah dibandingkan dengan panel monokristalin. Hal ini disebabkan oleh proses produksinya yang lebih sederhana dan bahan baku yang tidak perlu memiliki kemurnian setinggi monokristalin. Oleh karena itu, dari segi investasi awal, panel polikristalin menawarkan penghematan yang signifikan. Dalam segi efisiensi, walaupun efisiensi sel polikristalin lebih rendah dibandingkan dengan sel monokristalin, berkisar antara 15% hingga 18%, tingkat efisiensi ini masih cukup baik dalam pengaplikasian terhadap sumber energi tambahan pada JTM-LEV. Dalam kondisi cuaca yang baik, panel polikristalin dapat menghasilkan jumlah energi yang memadai untuk menambah suplai energi terutama dalam sistem kelistrikan atau bahkan untuk *starter* pada generator gas.



**Gambar 4.4** Solarpanel

Yang kedua adalah penyimpanan energi, nilai kapasitas baterai pada kendaraan listrik sangat penting karena menentukan seberapa banyak energi yang dapat disimpan dan digunakan. Sebagai energi cadangan terdapat 2 jenis baterai (aki) yang umum digunakan, yaitu aki basah dan aki kering. Namun dalam instalasi panel surya pada JTM-LEV ini menggunakan aki kering, aki kering digunakan karena dari segi perawatan lebih mudah, karena tidak memerlukan pengisian ulang elektrolit atau perawatan rutin lainnya. Desainnya yang tertutup mengurangi risiko kebocoran dan korosi. Lebih tahan terhadap getaran dan benturan, cocok untuk kendaraan prototipe dan pengujian. Memiliki kinerja yang lebih baik dibandingkan aki basah dalam kondisi suhu rendah.



**Gambar 4.5** Aki

Kemudian yang ketiga adalah kontroler, fungsi kontroler solar panel ini untuk mengatur aliran energi dari panel surya ke baterai dan beban. Kontroler ini berfungsi untuk memastikan bahwa baterai diisi dengan cara yang optimal dan mencegah pengisian yang berlebihan atau pelepasan yang berlebihan, yang dapat merusak baterai. Kontroler mengatur aliran listrik

dari panel surya ke baterai, memastikan bahwa baterai diisi dengan aman dan efisien. Ini termasuk mengatur tegangan dan arus yang masuk ke baterai untuk mencegah pengisian berlebihan yang dapat merusak baterai. Kontroler juga melindungi baterai dari pengosongan yang terlalu dalam (*deep discharge*) dengan memutus aliran listrik ke beban ketika tegangan baterai turun di bawah ambang batas tertentu. Ini penting untuk memperpanjang umur baterai. Kontroler sering dilengkapi dengan indikator atau display yang menunjukkan status pengisian baterai, kondisi baterai, dan status sistem secara keseluruhan. Kontroler yang digunakan memiliki spesifikasi sebagai berikut. Kontroler solar panel yang digunakan pada JTM-LEV memiliki spesifikasi tegangan terukur (*rated voltage*) sebesar 12V hingga 24V, serta arus terukur (*rated current*) sebesar 30A. Kontroler ini mampu menangani tegangan maksimum dari panel fotovoltaik (PV) hingga 50V, dengan daya input maksimum sebesar 390W untuk konfigurasi tegangan 12V dan 780W untuk konfigurasi tegangan 24V. Spesifikasi ini menunjukkan bahwa kontroler tersebut cocok untuk digunakan dalam sistem tenaga surya yang digunakan pada JTM-LEV.



**Gambar 4.6** kontroler

### 3. Daya Tahan dan Pemeliharaan

Penambahan dua item, yaitu busa sebagai body tambahan dan rangka aluminium pada instalasi solar panel, memberikan beberapa nilai positif yang signifikan bagi kinerja dan keandalan sistem secara keseluruhan. Pertama, penggunaan busa sebagai body tambahan dapat memberikan isolasi termal yang baik, mengurangi peningkatan suhu pada panel surya



yang disebabkan oleh paparan langsung terhadap sinar matahari. Ini membantu menjaga efisiensi konversi energi panel surya dengan mencegah *overheating* yang dapat mengurangi output energi. Selain itu, busa juga dapat berfungsi sebagai peredam getaran dan kejutan, melindungi panel surya dari kerusakan akibat guncangan saat kendaraan bergerak.

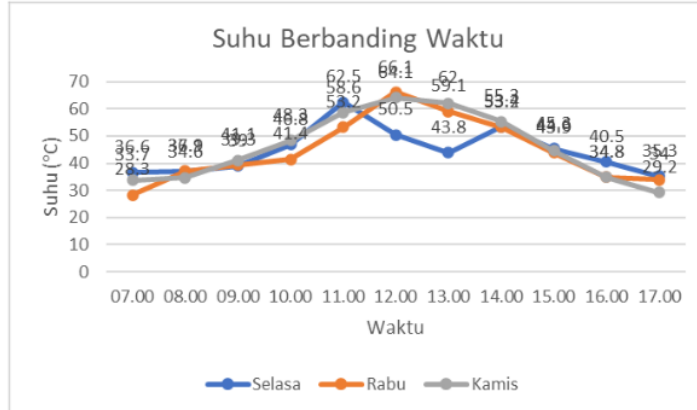


**Gambar 4.7** Busa dan Rangka Solar Panel

Kedua, penggunaan rangka aluminium memberikan kekuatan struktural yang diperlukan untuk mendukung instalasi panel surya dengan aman dan stabil. Aluminium adalah bahan yang ringan namun kuat, sehingga tidak menambah beban berlebih pada kendaraan. Rangka aluminium juga tahan terhadap korosi dan cuaca ekstrem, sehingga memperpanjang umur pakai dan daya tahan panel surya terhadap kondisi lingkungan yang beragam.

### 4.3 Data dan Analisis

Analisis dilakukan dengan melakukan pengujian pada panel surya yang di jemur dibawah sinar matahari mulai dari pukul 07.00 hingga pukul 17.00 (10 Jam Penjemuran) Hal tersebut dilakukan karena mulai dari pukul 07.00 hingga pukul 17.00 merupakan titik awal nilai iradiansi matahari mulai terbaca. Kemudian dilakukan pengujian dengan mengukur nilai tegangan DC, arus DC, tegangan AC, dan arus AC. Pada Hari Selasa Tanggal 18 Juni 2024, Rabu 19 Juni 2024, Kamis 20 Juni 2024 didapatkan data dalam bentuk grafik yang akan dianalisis sebagai berikut:



**Gambar 4.8** Grafik Suhu berbanding Waktu

Data ini menunjukkan pola umum di mana suhu permukaan panel surya meningkat dari pagi hingga **siang hari dan** kemudian **menurun kembali menjelang sore hari** pada semua hari (Selasa, Rabu, dan Kamis). Perbedaan suhu antar hari dapat disebabkan oleh berbagai faktor seperti kondisi cuaca, dan intensitas sinar matahari. Berikut ini penjelasan lebih lanjut, pada hari Selasa, suhu permukaan panel surya tercatat mengalami fluktuasi yang signifikan sepanjang hari. Suhu dimulai pada 36.6°C pada pukul 07.00, menunjukkan kondisi pagi hari yang relatif sejuk. Kemudian, suhu sedikit naik menjadi 36.9°C pada pukul 08.00, mencerminkan peningkatan aktivitas matahari. Pada pukul 09.00, suhu meningkat lebih tajam menjadi 39°C. Peningkatan suhu terus berlanjut hingga pukul 10.00, mencapai 46.8°C, menandakan intensitas sinar matahari semakin yang kuat. Puncak **suhu terjadi pada pukul 11.00** dengan 62.5°C, menunjukkan titik terpanas sepanjang hari. Setelah itu, suhu menurun menjadi 50.5°C pada pukul 12.00, menunjukkan adanya awal dari proses pendinginan. Suhu lebih lanjut menurun menjadi 43.8°C pada pukul 13.00. Namun, pada pukul 14.00, suhu naik kembali menjadi 53.4°C, menunjukkan fluktuasi suhu **siang hari**. Penurunan **suhu kembali terjadi pada pukul 15.00** dengan 45.3°C dan terus berlanjut hingga pukul 16.00 dengan 40.5°C. Akhirnya, suhu mencapai 35.3°C pada pukul 17.00.

Hari Rabu menunjukkan variasi suhu permukaan panel surya yang lebih besar dibandingkan dengan hari Selasa. Suhu dimulai pada 28.3°C pada pukul 07.00, jauh lebih rendah dibandingkan Selasa. Suhu naik tajam menjadi 37.1°C pada pukul

08.00, mencerminkan peningkatan aktivitas matahari. Peningkatan suhu berlanjut hingga pukul 09.00, mencapai 39.3°C. Pada pukul 10.00, suhu naik lebih lanjut menjadi 41.4°C. Pada pukul 11.00, suhu meningkat drastis menjadi 53.2°C. Puncak suhu terjadi pada pukul 12.00 dengan 66.1°C, menunjukkan titik terpanas sepanjang hari. Setelah itu, suhu menurun menjadi 59.1°C pada pukul 13.00 dan stabil pada 53.2°C pada pukul 14.00. Penurunan suhu kembali terjadi pada pukul 15.00 dengan 43.9°C, dan terus berlanjut hingga pukul 16.00 dengan 34.8°C. Pada pukul 17.00, suhu mencapai 34°C, menunjukkan sore hari yang lebih sejuk tetapi masih relatif hangat.

Pada hari Kamis, suhu dimulai pada 33.7°C pada pukul 07.00, lebih tinggi dari Rabu tetapi lebih rendah dari Selasa. Suhu naik menjadi 34.6°C pada pukul 08.00. Peningkatan suhu lebih tajam terjadi pada pukul 09.00, mencapai 41.1°C. Pada pukul 10.00, suhu terus meningkat menjadi 48.3°C, menunjukkan intensitas sinar matahari yang kuat. Puncak suhu tercatat pada pukul 11.00 dengan 58.6°C, menandakan titik yang sangat panas. Pada pukul 12.00, suhu mencapai puncaknya dengan 64.1°C. Setelah itu, suhu menurun menjadi 62°C pada pukul 13.00 dan lebih lanjut menurun menjadi 55.3°C pada pukul 14.00. Penurunan suhu berlanjut hingga pukul 15.00 dengan 44.6°C dan stabil pada 34.8°C pada pukul 16.00, mirip dengan suhu pada Rabu di jam yang sama. Akhirnya, pada pukul 17.00, suhu mencapai 29.2°C, menunjukkan sore hari yang lebih sejuk dan penurunan suhu yang signifikan. Data ini sangat berguna untuk perencanaan instalasi solar panel, sehingga dari data tersebut dapat diolah dan menentukan efisiensi serta performa panel surya berdasarkan perubahan suhu harian.

#### 4.4 Perhitungan Daya Dari Nilai Irradiance

Pemanfaatan energi matahari melalui solar panel menjadi krusial dalam pengembangan kendaraan ramah lingkungan dengan emisi rendah oleh sebab itu diperlukan perhitungan daya berbasis radiasi matahari, sebab perhitungan ini nantinya akan memainkan peran dalam memastikan efisiensi solar panel tersebut.

Persamaan yang digunakan dalam perhitungan ini adalah:

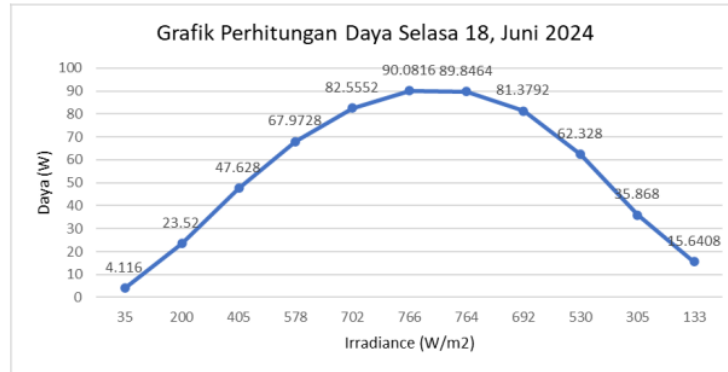
$$P_{out} = I_r \times A$$

$$P_{out} = \text{Daya Hasil Nilai Iradiansi (Watt)}$$

$I_r$  = Intensitas Radiasi Matahari ( $\text{Watt/m}^2$ )

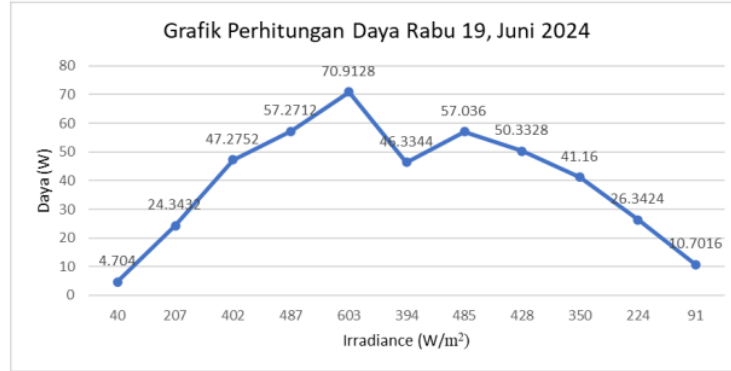
$A$  = Luas Area Permukaan Panel ( $\text{m}^2$ )

Setelah dilakukan perhitungan, didapatkan nilai grafik seperti dibawah ini.



**Gambar 4.9** Grafik Perhitungan Daya Berbanding dengan Iradiansi 18 Juni 2024

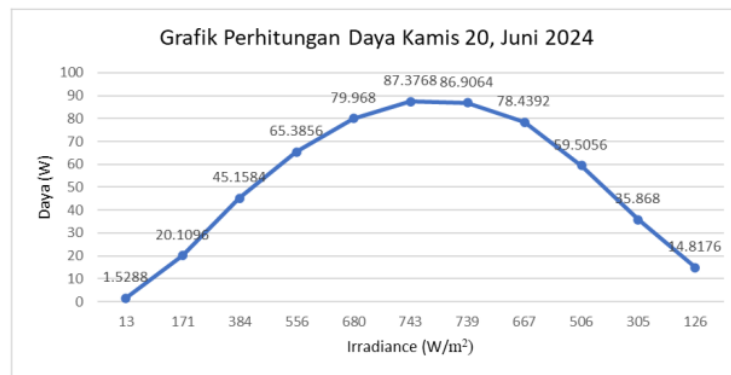
Grafik menunjukkan pola hubungan antara iradiansi matahari dan daya yang dihasilkan oleh panel surya. Terlihat bahwa semakin tinggi nilai iradiansi matahari, semakin tinggi juga daya yang dihasilkan oleh panel surya. Ini sesuai dengan prinsip bahwa radiasi matahari yang lebih tinggi meningkatkan potensi energi yang dapat dikonversi menjadi daya listrik. Pada titik radiasi matahari rendah sekitar 35 watt per meter persegi, daya yang dihasilkan oleh panel surya mencapai sekitar 4.116 watt. Namun, pada nilai radiasi yang jauh lebih tinggi, seperti 766 watt per meter persegi, daya yang dihasilkan meningkat signifikan menjadi sekitar 90.0816 watt. Hal ini menggambarkan hubungan linear positif antara radiasi matahari dan produksi daya panel surya, dimana peningkatan radiasi matahari secara langsung meningkatkan daya yang dihasilkan. Perlu dicatat bahwa meskipun polanya umumnya linier, terdapat sedikit variasi pada beberapa titik data. Contohnya, pada nilai radiasi sekitar 405 watt per meter persegi, daya yang dihasilkan mungkin sedikit lebih rendah dibandingkan dengan nilai maksimum yang tercapai pada radiasi yang lebih tinggi. Variasi ini dapat dipengaruhi oleh faktor kondisi cuaca saat pengukuran.



**Gambar 4.10** Grafik Perhitungan Daya Berbanding dengan Iradiansi 19 Juni 2024

Pada kondisi radiasi matahari yang rendah, seperti sekitar 40 watt per meter persegi, daya yang dihasilkan oleh panel surya mencapai sekitar 4.704 watt. Namun, ketika radiasi matahari meningkat hingga mencapai 603 watt per meter persegi, daya yang dihasilkan juga meningkat signifikan menjadi sekitar 70.9128 watt. Pola ini menunjukkan hubungan linier yang kuat antara radiasi matahari yang lebih tinggi dengan peningkatan proporsional dalam daya yang dihasilkan oleh panel surya.

Namun demikian, perlu dicatat bahwa terdapat sedikit variasi pada beberapa titik data. Misalnya, pada nilai radiasi sekitar 394 watt per meter persegi, daya yang dihasilkan mungkin sedikit lebih rendah dibandingkan dengan nilai maksimum yang tercapai pada tingkat radiasi yang lebih tinggi. Variasi ini bisa dipengaruhi oleh faktor kondisi cuaca.



**Gambar 4.11** Grafik Perhitungan Daya Berbanding dengan Iradiansi 20 Juni 2024

Secara khusus, pada nilai iradiansi matahari rendah seperti 13 watt per meter persegi, daya yang dihasilkan hanya sekitar 1.5288 watt. Namun, saat iradiansi meningkat hingga mencapai 743 watt per meter persegi, daya yang dihasilkan meningkat signifikan menjadi sekitar 86.9064 watt. Pola ini menggambarkan hubungan linier yang positif antara iradiansi matahari dan daya yang dihasilkan, dimana peningkatan iradiansi matahari berkontribusi secara langsung terhadap peningkatan daya pada panel surya. Namun demikian, terdapat beberapa titik data yang menunjukkan adanya variasi dalam hubungan ini. Misalnya, pada nilai iradiansi sekitar 680 watt per meter persegi, daya yang dihasilkan sedikit lebih rendah dari nilai maksimum yang dicapai pada titik lain dengan iradiansi yang lebih tinggi. Variasi ini bisa disebabkan oleh faktor kondisi cuaca. Secara keseluruhan, data ini memberikan gambaran tentang bagaimana iradiansi matahari mempengaruhi daya yang dihasilkan oleh panel surya, yang merupakan informasi penting dalam merancang sistem energi surya untuk memaksimalkan efisiensi konversi energi matahari menjadi listrik.

#### 4.5 Aktualisasi Daya Solar Panel

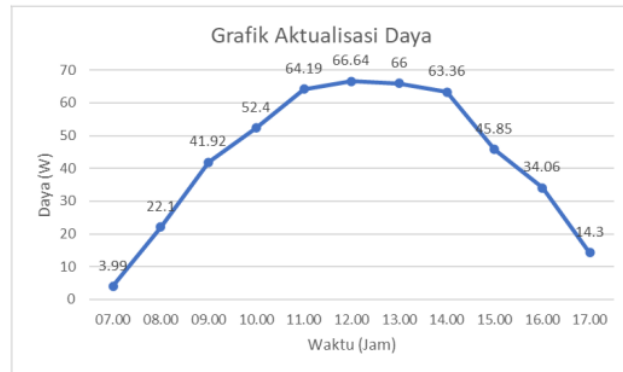
Dalam sub bab ini, akan dibahas tentang aktualisasi daya yang dapat dihasilkan oleh solar panel dalam konteks pengembangan kendaraan *low-emission*. Analisis mendalam terhadap kinerja panel surya akan mengungkapkan aktualisasi daya yang akan dibandingkan dengan daya hasil perhitungan, yang kemudian akan digunakan untuk menghitung nilai efisiensi solar panel yang akan di instalasikan. Berikut ini persamaan yang digunakan untuk menghitung nilai aktualisasi daya solar panel.

$$P = V \cdot I$$

$P$  = Daya keluaran panel surya (Watt)

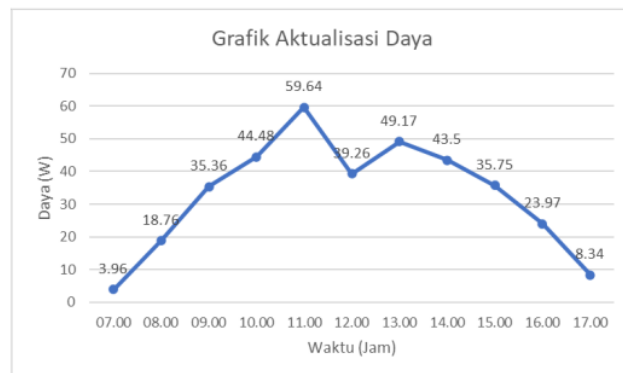
$V$  = Tegangan (Volt)

$I$  = Arus (Ampere)



**Gambar 4.12** Grafik Aktualisasi Daya Selasa 18 Juni 2024

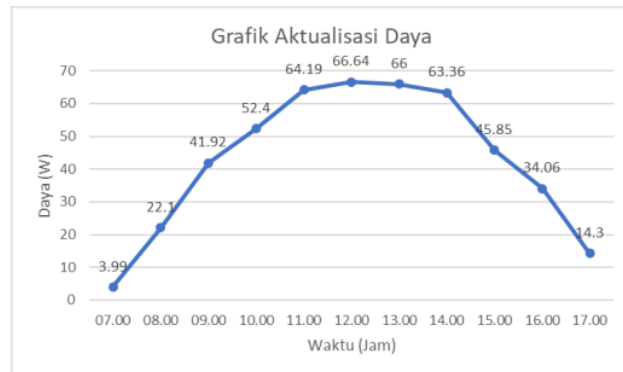
Pada pagi hari, sekitar pukul 07.00, daya yang dihasilkan oleh panel surya masih relatif rendah, yaitu sebesar 3.99 watt. Seiring dengan meningkatnya intensitas sinar matahari, daya yang dihasilkan meningkat secara signifikan. Pada pukul 08.00, daya yang dihasilkan mencapai 22.1 watt, dan terus meningkat hingga mencapai puncaknya pada pukul 12.00 dengan daya sebesar 66.64 watt. Peningkatan ini menggambarkan bagaimana sinar matahari yang lebih kuat pada tengah hari menghasilkan daya yang lebih besar dari panel surya. Setelah mencapai puncaknya pada tengah hari, daya yang dihasilkan mulai menurun secara bertahap. Pada pukul 13.00, daya yang dihasilkan sedikit menurun menjadi 66 watt, dan terus menurun hingga mencapai 34.06 watt pada pukul 16.00. Penurunan ini berlanjut hingga sore hari, dengan daya yang dihasilkan sebesar 14.3 watt pada pukul 17.00. Pola penurunan ini mencerminkan berkurangnya intensitas sinar matahari pada sore hari, yang secara langsung mempengaruhi daya keluaran panel surya.





**Gambar 4.13** Grafik Aktualisasi Daya Rabu 19 Juni 2024

Pada pagi hari, daya yang dihasilkan oleh panel surya mulai dari 3.96 watt pada pukul 07.00. Seiring dengan peningkatan intensitas cahaya matahari, daya yang dihasilkan meningkat menjadi 18.76 watt pada pukul 08.00 dan terus bertambah hingga mencapai 35.36 watt pada pukul 09.00. Tren kenaikan ini menunjukkan respons langsung panel surya terhadap meningkatnya radiasi matahari saat matahari semakin tinggi di langit. Puncak produksi daya tercatat pada pukul 11.00 dengan nilai sebesar 59.64 watt. Namun, data menunjukkan penurunan yang tidak lazim pada pukul 12.00, dengan daya yang dihasilkan turun menjadi 39.26 watt. Penurunan ini mungkin disebabkan oleh adanya kondisi cuaca seperti awan atau faktor lain yang menghalangi radiasi matahari. Selanjutnya, daya yang dihasilkan kembali meningkat menjadi 49.17 watt pada pukul 13.00, sebelum akhirnya menurun secara bertahap seiring berjalannya waktu pada sore hari. Menjelang sore, daya yang dihasilkan oleh panel surya berangsur-angsur menurun, dari 43.5 watt pada pukul 14.00, menjadi 35.75 watt pada pukul 15.00, dan kemudian menjadi 23.97 watt pada pukul 16.00. Penurunan ini mencerminkan berkurangnya intensitas sinar matahari saat matahari mulai terbenam. Pada pukul 17.00, daya yang dihasilkan mencapai nilai terendah sebesar 8.34 watt, menunjukkan akhir dari periode produktif harian bagi panel surya.



**Gambar 4.14** Grafik Aktualisasi Daya Kamis 20 Juni 2024

Pada awal hari, sekitar pukul 07.00, daya yang dihasilkan oleh panel surya masih sangat rendah, yaitu sebesar 1.32 watt. Hal ini disebabkan oleh rendahnya intensitas



cahaya matahari pada pagi hari. Seiring berjalannya waktu, daya yang dihasilkan meningkat secara signifikan, mencapai 19.95 watt pada pukul 08.00 dan terus bertambah menjadi 40.5 watt pada pukul 09.00. Tren ini menunjukkan bagaimana peningkatan radiasi matahari secara langsung berkontribusi terhadap peningkatan daya keluaran panel surya. Puncak produksi daya panel surya terjadi pada sekitar tengah hari. Pada pukul 11.00, daya yang dihasilkan mencapai 67.21 watt, dan terus meningkat hingga mencapai nilai tertinggi sebesar 73.5 watt pada pukul 13.00. Peningkatan ini mencerminkan kondisi optimal radiasi matahari yang diterima oleh panel surya pada saat matahari berada di posisi paling tinggi di langit. Pada pukul 12.00, daya yang dihasilkan mencapai 72 watt, yang menunjukkan kondisi mendekati puncak produksi daya. Setelah mencapai puncaknya pada pukul 13.00, daya yang dihasilkan mulai menurun. Pada pukul 14.00, daya yang dihasilkan menurun menjadi 65.32 watt, dan terus berkurang hingga mencapai 46.2 watt pada pukul 15.00. Penurunan ini mencerminkan berkurangnya intensitas sinar matahari seiring dengan berjalannya waktu dan pergeseran posisi matahari ke arah barat. Pada sore hari, daya yang dihasilkan menurun lebih drastis, menjadi 26.4 watt pada pukul 16.00 dan 14.41 watt pada pukul 17.00, menunjukkan penurunan intensitas sinar matahari yang signifikan menjelang matahari terbenam.

Semua set data menunjukkan penurunan daya yang signifikan setelah mencapai puncaknya. Namun, tingkat penurunan berbeda-beda. Pada Hari Rabu menunjukkan penurunan paling drastis pada pukul 12.00, yang disebabkan oleh faktor cuaca. Pada pukul 07.00, pada Hari Kamis menunjukkan daya terendah (1.32 watt), sedangkan pada Hari Senin dan Selasa menunjukkan daya yang lebih tinggi, yaitu sekitar 3.99 dan 3.96 watt. Ini mencerminkan variasi dalam intensitas radiasi matahari pagi.

#### **4.6 Perhitungan Efisiensi Solar Panel**

Perhitungan efisiensi solar panel sebagai tambahan energi pada kendaraan low-emission memiliki beberapa fungsi penting yang berkontribusi pada optimalisasi sistem energi dan peningkatan kinerja kendaraan. Dengan mengetahui efisiensi solar panel, perancang dapat mengoptimalkan desain sistem energi kendaraan. Selain itu perhitungan efisiensi solar panel juga mempengaruhi perhitungan

kapasitas penyimpanan energi yang dibutuhkan serta lama pengisian daya pada baterai. Perhitungan efisiensi dapat dihitung melalui persamaan:

$$Efisiensi = \left| \frac{\text{Daya matahari} - \text{Daya Pengukuran}}{\text{Daya Pengukuran}} \right| \times 100\%$$

Berikut ini merupakan perhitungan efisiensi dengan data pada hari Selasa, 18 Juni 2024.

1. Jam 07.00  
 $Efisiensi = 3.15\%$
  2. Jam 08.00  
 $Efisiensi = 6.42\%$
  3. Jam 09.00  
 $Efisiensi = 13.6\%$
  4. Jam 10.00  
 $Efisiensi = 29.71\%$
  5. Jam 11.00  
 $Efisiensi = 28.61\%$
  6. Jam 12.00  
 $Efisiensi = 35.17\%$
  7. Jam 13.00  
 $Efisiensi = 36.13\%$
  8. Jam 14.00  
 $Efisiensi = 28.43\%$
  9. Jam 15.00  
 $Efisiensi = 35.93\%$
  10. Jam 16.00  
 $Efisiensi = 5.3\%$
  11. Jam 17.00  
 $Efisiensi = 9.37\%$
- $Efisiensi \text{ Rata - Rata} = 21.08\%$

Berikut ini merupakan perhitungan efisiensi dengan data pada hari Rabu, 19 Juni 2024.

1. Jam 07.00  
*Efisiensi* = 18.78%
2. Jam 08.00  
*Efisiensi* = 29.76%
3. Jam 09.00  
*Efisiensi* = 33.69%
4. Jam 10.00  
*Efisiensi* = 28.7%
5. Jam 11.00  
*Efisiensi* = 18.90%
6. Jam 12.00  
*Efisiensi* = 18.01%
7. Jam 13.00  
*Efisiensi* = 16%
8. Jam 14.00  
*Efisiensi* = 15.70%
9. Jam 15.00  
*Efisiensi* = 15.10%
10. Jam 16.00  
*Efisiensi* = 9.89%
11. Jam 17.00  
*Efisiensi* = 28.3%  
*Efisiensi Rata Rata* = 21.10%

Berikut ini merupakan perhitungan efisiensi dengan data pada hari Kamis, 20 Juni 2024.

1. Jam 07.00  
*Efisiensi* = 15.81%
2. Jam 08.00  
*Efisiensi* = 16.30%
3. Jam 09.0  
*Efisiensi* = 11.5%
4. Jam 10.00

$$Efisiensi = 35.37\%$$

5. Jam 11.00

$$Efisiensi = 18.98\%$$

6. Jam 12.00

$$Efisiensi = 21.35\%$$

7. Jam 13.00

$$Efisiensi = 18.24\%$$

8. Jam 14.00

$$Efisiensi = 20.08\%$$

9. Jam 15.00

$$Efisiensi = 28.8\%$$

10. Jam 16.00

$$Efisiensi = 35.8\%$$

11. Jam 17.00

$$Efisiensi = 2.82\% \quad Efisiensi \text{ Rata - Rata} = 20.46\%$$

#### 4.7 Analisis Pengisian Daya Pada Baterai 12V 5Ah

Dengan data yang sudah dimiliki dari solar panel, terdapat beberapa analisis yang dapat dilakukan untuk mengolah informasi tersebut. Berikut adalah beberapa langkah dan jenis analisis yang bisa dilakukan berdasarkan data yang sudah dimiliki. Nilai efisiensi Solar Panel yang telah dirata-ratakan sebelumnya, pada hari Selasa 18 Juni 2024 sebesar 21.08%, kemudian pada hari Rabu 19 Juni 2024 sebesar 21.10%, dan pada hari Kamis 20 Juni 2024 sebesar 20.46%. Kemudian nilai rata-rata daya ( $P_{\text{panel}}$ ) pada hari Selasa sebesar 43.16 W, pada Hari Rabu sebesar 32.92 W, pada Hari Kamis Sebesar 42.95 W. Baterai yang digunakan memiliki spesifikasi V sebesar 12V dan I sebesar 5Ah.

1. Berikut perhitungan kecepatan pengisian daya pada hari Selasa 18 Juni 2024. Perhitungan pertama adalah memperhitungkan daya baterai yang digunakan, berikut persamaan yang digunakan dalam menghitung daya baterai:

$$P_{\text{baterai}} = V_{\text{baterai}} \times I_{\text{baterai}}$$

$$P_{\text{baterai}} = 12V \times 5Ah$$

$$P_{\text{baterai}} = 60 \text{ Whour}$$

Perhitungan selanjutnya adalah perhitungan waktu pengisian baterai, berikut adalah persamaan yang digunakan dalam menghitung kecepatan pengisian baterai.

$$T_{\text{panel}} = \frac{P_{\text{baterai}}}{P_{\text{panel}}}$$

$$T_{\text{panel}} = \frac{60 \text{ Whour}}{43.16 \text{ W}}$$

$$T_{\text{panel}} = 1.39 \times 60 \text{ Menit} = 83.4 \text{ menit}$$

Jadi pada Hari Selasa, 18 Juni 2024 waktu yang dibutuhkan untuk mengisi baterai yang digunakan adalah 83.4 menit

2. Rabu, 19 Juni 2024.

Perhitungan waktu pengisian baterai pada Rabu, 19 Juni 2024, berikut adalah persamaan yang digunakan dalam menghitung kecepatan pengisian baterai.

$$T_{\text{panel}} = \frac{P_{\text{baterai}}}{P_{\text{panel}}}$$

$$T_{\text{panel}} = \frac{60 \text{ Whour}}{32.92 \text{ W}}$$

$$T_{\text{panel}} = 1.82 \times 60 \text{ Menit} = 109.2 \text{ menit}$$

Jadi pada Hari Rabu, 19 Juni 2024 waktu yang dibutuhkan untuk mengisi baterai yang digunakan adalah 109.2 menit

3. Kamis 20 Juni 2024.

Perhitungan waktu pengisian baterai pada Kamis, 20 Juni 2024, berikut adalah persamaan yang digunakan dalam menghitung kecepatan pengisian baterai.

$$T_{\text{panel}} = \frac{P_{\text{baterai}}}{P_{\text{panel}}}$$

$$T_{\text{panel}} = \frac{60 \text{ Whour}}{42.95 \text{ W}}$$

$$T_{\text{panel}} = 1.39 \times 60 \text{ Menit} = 83.4 \text{ menit}$$

Jadi pada Hari Kamis 20 Juni 2024 waktu yang dibutuhkan untuk mengisi baterai yang digunakan adalah 83.4 menit.

Dari data hasil perhitungan, dapat disimpulkan bahwa waktu yang diperlukan untuk mengisi baterai dengan menggunakan panel surya bervariasi berdasarkan daya yang dihasilkan oleh panel tersebut. Pada tanggal 18 Juni 2024, waktu pengisian baterai

adalah 83.4 menit dengan daya panel surya sebesar 43.16 W. Di hari berikutnya, pada 19 Juni 2024, waktu pengisian meningkat menjadi 109.2 menit karena daya yang dihasilkan panel surya turun menjadi 32.92 W. Kemudian, pada 20 Juni 2024, waktu pengisian kembali berkurang menjadi 83.4 menit dengan daya panel surya sebesar 42.95 W. Variasi ini <sup>86</sup> menunjukkan bahwa daya yang dihasilkan oleh panel surya secara signifikan mempengaruhi efisiensi pengisian baterai. Daya yang lebih tinggi memungkinkan pengisian baterai dalam waktu yang lebih singkat, sementara daya yang lebih rendah memperlambat proses pengisian. Oleh karena itu, untuk memaksimalkan efisiensi pengisian baterai menggunakan panel surya, penting untuk mempertimbangkan kondisi cuaca yang mempengaruhi kinerja panel surya serta melakukan pengaturan yang optimal terhadap orientasi dan penempatan panel surya agar dapat mencapai daya maksimum yang diperlukan. Selanjutnya, karena arus maksimal yang dapat dialirkan oleh baterai sebesar 5A, maka dalam instalasi JTM-LEV ini, instalasi solar panel hanya akan digunakan pada aksesoris mobil seperti lampu dan klakson.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Melalui studi ini, dapat terlihat bahwa penerapan instalasi panel surya pada kendaraan ramah lingkungan merupakan langkah progresif dalam mengurangi emisi gas buang serta meningkatkan efisiensi energi. Dari hasil analisis yang telah dibahas dapat disimpulkan dalam beberapa poin:

1. Efisiensi rata-rata panel surya selama periode pengujian adalah 21.08% pada hari Selasa 18 Juni 2024, 21.10% pada hari Rabu 19 Juni 2024, dan 20.46% pada hari Kamis 20 Juni 2024.
2. Daya rata-rata yang dihasilkan selama periode pengujian adalah 39.67 W dengan nilai tertinggi mencapai 43.16 W pada hari Selasa, 32.92 W pada hari Rabu, dan 42.95 W pada hari Kamis. Variasi ini mencerminkan respons panel surya terhadap perubahan kondisi cuaca dan intensitas sinar matahari harian.
3. Baterai yang digunakan memiliki kapasitas 60 Whour dengan tegangan 12V dan kapasitas arus 5Ah. Waktu pengisian baterai berbeda-beda setiap harinya, yaitu 109.2 menit pada hari Selasa, 83.4 menit pada hari Rabu, dan 83.4 menit pada hari Kamis. Sehingga rata-rata pengisian baterai selama periode pengujian adalah 92 menit.
4. Integrasi panel surya pada kendaraan menunjukkan potensi untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil dan mengurangi emisi gas buang, sesuai dengan tujuan pengembangan kendaraan ramah lingkungan.

### 5.2 Saran

Berikut adalah beberapa saran untuk pengujian berikutnya berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan:

1. Menambahkan variasi design tambahan berupa *solar tracker* sehingga *solar panel* dapat mengikuti arah matahari, harapannya dapat meningkatkan efektivitas.

2. Melakukan uji durabilitas jangka panjang untuk mengevaluasi keandalan panel surya dan komponen lainnya dalam kondisi lingkungan yang berbeda, termasuk suhu ekstrem, kelembaban, dan getaran.
3. Membandingkan performa sistem dengan teknologi alternatif seperti bahan bakar konvensional atau baterai berbasis lithium untuk mengevaluasi keunggulan relatif dalam hal efisiensi energi, biaya operasional, dan dampak lingkungan



## DAFTAR PUSTAKA

- Boyle, G. (2004). *Renewable energy : power for a sustainable future (Second Ed.)*. United Kingdom: Oxford University Press.
- Delucchi, M. A., & Jacobson, M. Z. (2011). Providing all global energy with wind, water, and solar power, Part II: Reliability, system and transmission costs, and policies. *Energy Policy*, 1170-1190.
- Green, M. A. (1982). *Solar cells: Operating principles, technology, and system applications*. Englewood Cliffs: Englewood Cliffs, NJ, Prentice-Hall, Inc., 1982. 288 p.
- IPCC. (2023). *Climate Change 2023*. Geneva, Switzerland: IPCC.
- Kalogirou, S. (2014). *Solar Energy Engineering: Processes and Systems*. Massachusetts: Academic Press.
- Luque, A., & Hegedus, S. (2011). *Handbook of Photovoltaic Science and Engineering*. New York: John Wiley & Sons.
- Nelson, J. A. (2003). *The Physics Of Solar Cells*. singapore: World Scientific Publishing Company.
- Twidell, J., & Weir, T. (2005). *Renewable Energy Resources*. London: Built Environment, Engineering & Technology.

**LAMPIRAN**

## A. LAMPIRAN PERHITUNGAN

Berikut ini merupakan perhitungan efisiensi dengan data pada hari Selasa, 18 Juni 2024.

1. Jam 07.00

$$Efisiensi = \left| \frac{4.11-3.99}{3.99} \right| \times 100\%$$

$$Efisiensi = 3.15\%$$

2. Jam 08.00

$$Efisiensi = \left| \frac{22.1-23.52}{23.52} \right| \times 100\%$$

$$Efisiensi = 6.42\%$$

3. Jam 09.00

$$Efisiensi = \left| \frac{47.62-41.92}{41.92} \right| \times 100\%$$

$$Efisiensi = 13.6\%$$

4. Jam 10.00

$$Efisiensi = \left| \frac{67.97-52.4}{52.4} \right| \times 100\%$$

$$Efisiensi = 29.71\%$$

5. Jam 11.00

$$Efisiensi = \left| \frac{82.55-64.19}{64.19} \right| \times 100\%$$

$$Efisiensi = 28.61\%$$

6. Jam 12.00

$$Efisiensi = \left| \frac{90.08-66.64}{66.64} \right| \times 100\%$$

$$Efisiensi = 35.17\%$$

7. Jam 13.00

$$Efisiensi = \left| \frac{89.84-66}{66} \right| \times 100\%$$

$$Efisiensi = 36.13\%$$

8. Jam 14.00

$$Efisiensi = \left| \frac{81.37-63.36}{63.36} \right| \times 100\%$$

$$Efisiensi = 28.43\%$$

9. Jam 15.00

$$Efisiensi = \left| \frac{62.32-45.85}{45.85} \right| \times 100\%$$

$$Efisiensi = 35.93\%$$

10. Jam 16.00

$$Efisiensi = \left| \frac{35.86-34.06}{34.06} \right| \times 100\%$$

$$Efisiensi = 5.3\%$$

11. Jam 17.00

$$Efisiensi = \left| \frac{15.64-14.3}{14.3} \right| \times 100\%$$

$$Efisiensi = 9.37\%$$

$$Efisiensi Rata - Rata = 21.08\%$$

Berikut ini merupakan perhitungan efisiensi dengan data pada hari Rabu, 19 Juni 2024.

12. Jam 07.00

$$Efisiensi = \left| \frac{4.704-3.96}{3.96} \right| \times 100\%$$

$$Efisiensi = 18.78\%$$

13. Jam 08.00

$$Efisiensi = \left| \frac{24.343-18.76}{18.76} \right| \times 100\%$$

$$Efisiensi = 29.76\%$$

14. Jam 09.00

$$Efisiensi = \left| \frac{47.275-35.36}{35.36} \right| \times 100\%$$

$$Efisiensi = 33.69\%$$

15. Jam 10.00

$$Efisiensi = \left| \frac{57.27-44.48}{44.48} \right| \times 100\%$$

$$Efisiensi = 28.7\%$$

16. Jam 11.00

$$Efisiensi = \left| \frac{70.91-59.64}{59.64} \right| \times 100\%$$

$$Efisiensi = 18.90\%$$

17. Jam 12.00

$$Efisiensi = \left| \frac{46.33-39.26}{39.26} \right| \times 100\%$$

$$Efisiensi = 18.01\%$$

18. Jam 13.00

$$Efisiensi = \left| \frac{57.03-49.17}{49.17} \right| \times 100\%$$

$$Efisiensi = 16\%$$

19. Jam 14.00

$$Efisiensi = \left| \frac{50.33-43.5}{43.5} \right| \times 100\%$$

$$Efisiensi = 15.70\%$$

20. Jam 15.00

$$Efisiensi = \left| \frac{41.16-35.75}{35.75} \right| \times 100\%$$

$$Efisiensi = 15.10\%$$

21. Jam 16.00

$$Efisiensi = \left| \frac{26.34-23.97}{23.97} \right| \times 100\%$$

$$Efisiensi = 9.89\%$$

22. Jam 17.00

$$Efisiensi = \left| \frac{10.70-8.34}{8.34} \right| \times 100\%$$

$$Efisiensi = 28.3\%$$

$$Efisiensi Rata Rata = 21.10\%$$

Berikut ini merupakan perhitungan efisiensi dengan data pada hari Kamis, 20 Juni 2024.

1. Jam 07.00

$$Efisiensi = \left| \frac{1.52-1.32}{1.32} \right| \times 100\%$$

$$Efisiensi = 15.81\%$$

2. Jam 08.00

$$Efisiensi = \left| \frac{20.10-17.29}{17.29} \right| \times 100\%$$

$$Efisiensi = 16.30\%$$

3. Jam 09.0

$$Efisiensi = \left| \frac{45.15-40.5}{40.5} \right| \times 100\%$$

$$Efisiensi = 11.5\%$$

4. Jam 10.00

$$Efisiensi = \left| \frac{65.38-48.3}{48.3} \right| \times 100\%$$

$$Efisiensi = 35.37\%$$

5. Jam 11.00

$$Efisiensi = \left| \frac{79.96-67.21}{67.21} \right| \times 100\%$$

$$Efisiensi = 18.98\%$$

6. Jam 12.00

$$Efisiensi = \left| \frac{87.37-72}{72} \right| \times 100\%$$

$$Efisiensi = 21.35\%$$

7. Jam 13.00

$$Efisiensi = \left| \frac{86.90-73.5}{73.5} \right| \times 100\%$$

$$Efisiensi = 18.24\%$$

8. Jam 14.00

$$Efisiensi = \left| \frac{78.43-65.32}{65.32} \right| \times 100\%$$

$$Efisiensi = 20.08\%$$

9. Jam 15.00

$$Efisiensi = \left| \frac{59.50-46.2}{46.2} \right| \times 100\%$$

$$Efisiensi = 28.8\%$$

10. Jam 16.00

$$Efisiensi = \left| \frac{35.86-26.4}{26.4} \right| \times 100\%$$

$$Efisiensi = 35.8\%$$

11. Jam 17.00

$$Efisiensi = \left| \frac{14.81-14.41}{14.41} \right| \times 100\%$$

$$Efisiensi = 2.82\% \quad Efisiensi \text{ Rata - Rata} = 20.46\%$$

## B. LAMPIRAN DOKUMENTASI DATA

Selasa, 18 Juni 2024						
Jam	Suhu	Tanpa Beban (DC)		Dengan Beban (AC)		Radiasi
		Tegangan (V)	Arus (Q)	Tegangan (Volt)	Arus (ampere)	
07.00	36.6	13.3	0.3	218	0.4	35
08.00	36.9	13	1.7	230	0.7	200
09.00	39	13.1	3.2	228	0.5	405
10.00	46.8	13.1	4	230	0.7	578
11.00	62.5	13.1	4.9	230	0.5	702
12.00	50.5	13.6	4.9	227	0.6	766
13.00	43.8	13.2	5	233	0.5	764
14.00	53.4	13.2	4.8	228	0.6	692
15.00	45.3	13.1	3.5	229	0.5	530
16.00	40.5	13.1	2.6	229	0.5	305
17.00	35.3	13	1.1	228	0.5	133

Tegangan (V)	Arus (Q)	Aktualisasi Daya (P)
13.3	0.3	3.99
13	1.7	22.1
13.1	3.2	41.92
13.1	4	52.4
13.1	4.9	64.19
13.6	4.9	66.64
13.2	5	66
13.2	4.8	63.36
13.1	3.5	45.85
13.1	2.6	34.06
13	1.1	14.3

**Rabu, 19 Juni 2024**

Jam	Suhu	Tanpa Beban (DC)		Dengan Beban (AC)		Radiasi
		Tegangan (V)	Arus (Q)	Tegangan (V)	Arus (Q)	
07.00	28.3	13.2	0.3	227	1	40
08.00	37.1	13.4	1.4	227	1.2	207
09.00	39.3	13.6	2.6	228	1.3	402
10.00	41.4	13.9	3.2	227	1.3	487
11.00	53.2	14.2	4.2	228	1.4	603
12.00	66.1	15.1	2.6	229	1.2	394
13.00	59.1	14.9	3.3	229	1.2	485
14.00	53.2	14.5	3	231	1.4	428
15.00	43.9	14.3	2.5	227	1.2	350
16.00	34.8	14.1	1.7	227	1.2	224
17.00	34	13.9	0.6	226	1	91

Tegangan (V)	Arus (Q)	Aktualisasi Daya (P)
13.2	0.3	3.96
13.4	1.4	18.76
13.6	2.6	35.36
13.9	3.2	44.48
14.2	4.2	59.64
15.1	2.6	39.26
14.9	3.3	49.17
14.5	3	43.5
14.3	2.5	35.75
14.1	1.7	23.97
13.9	0.6	8.34



Kamis, 20 Juni 2024						
Jam	Suhu	Tanpa Beban (DC)		Dengan Beban (AC)		Radiasi
		Tegangan (V)	Arus (Q)	Tegangan (V)	Arus (Q)	
07.00	33.7	13.2	0.1	229	0.5	13
08.00	34.6	13.3	1.3	230	0.7	171
09.00	41.1	13.5	3	232	0.7	384
10.00	48.3	13.8	3.5	234	0.8	556
11.00	58.6	14.3	4.7	227	1	680
12.00	64.1	15	4.8	230	1.2	743
13.00	62	14.7	5	231	1.2	739
14.00	55.3	14.2	4.6	231	1	667
15.00	44.6	14	3.3	230	1	506
16.00	34.8	13.2	2	232	1.2	305
17.00	29.2	13.1	1.1	230	1.3	126

Tegangan (V)	Arus (Q)	Aktualisasi Daya (P)
13.2	0.1	1.32
13.3	1.3	17.29
13.5	3	40.5
13.8	3.5	48.3
14.3	4.7	67.21
15	4.8	72
14.7	5	73.5
14.2	4.6	65.32
14	3.3	46.2
13.2	2	26.4
13.1	1.1	14.41

### C. LAMPIRAN DOKUMENTASI PENGAMBILAN DATA



# skripsi-gabriel jonathan.pdf

## ORIGINALITY REPORT

16%

SIMILARITY INDEX

14%

INTERNET SOURCES

7%

PUBLICATIONS

5%

STUDENT PAPERS

## PRIMARY SOURCES

1	<a href="https://repository.ub.ac.id">repository.ub.ac.id</a> Internet Source	1%
2	Submitted to Universitas Islam Indonesia Student Paper	1%
3	<a href="https://geograf.id">geograf.id</a> Internet Source	1%
4	<a href="https://teacher.ilmci.com">teacher.ilmci.com</a> Internet Source	<1%
5	<a href="https://123dok.com">123dok.com</a> Internet Source	<1%
6	<a href="https://www.solider.id">www.solider.id</a> Internet Source	<1%
7	<a href="https://sisformik.atim.ac.id">sisformik.atim.ac.id</a> Internet Source	<1%
8	Sayyidina Ali Hidayatullah, Styawati Styawati. "Rancang Bangun Single-Axis Solar Tracker untuk Pembangkit Listrik Tenaga Surya Skala Kecil", Jurnal Pepadun, 2024 Publication	<1%

9	<a href="http://eprints.polsri.ac.id">eprints.polsri.ac.id</a> Internet Source	<1 %
10	<a href="http://www.scribd.com">www.scribd.com</a> Internet Source	<1 %
11	Submitted to Universitas Jenderal Soedirman Student Paper	<1 %
12	<a href="http://www.jurnal.minartis.com">www.jurnal.minartis.com</a> Internet Source	<1 %
13	Submitted to Universitas Pelita Harapan Student Paper	<1 %
14	<a href="http://eprints.untirta.ac.id">eprints.untirta.ac.id</a> Internet Source	<1 %
15	<a href="http://pintu.co.id">pintu.co.id</a> Internet Source	<1 %
16	<a href="http://repository.its.ac.id">repository.its.ac.id</a> Internet Source	<1 %
17	<a href="http://pt.scribd.com">pt.scribd.com</a> Internet Source	<1 %
18	Submitted to Universitas Sultan Ageng Tirtayasa Student Paper	<1 %
19	<a href="http://dspace.uii.ac.id">dspace.uii.ac.id</a> Internet Source	<1 %
20	<a href="http://id.scribd.com">id.scribd.com</a>	

Internet Source

<1 %

21

[doku.pub](#)

Internet Source

<1 %

22

[docobook.com](#)

Internet Source

<1 %

23

[iainbukittinggi.ac.id](#)

Internet Source

<1 %

24

[repository.unej.ac.id](#)

Internet Source

<1 %

25

[artikelpendidikan.id](#)

Internet Source

<1 %

26

[gooddoctor.id](#)

Internet Source

<1 %

27

[repository.uhn.ac.id](#)

Internet Source

<1 %

28

[repository.unjaya.ac.id](#)

Internet Source

<1 %

29

[ilmu-kimia-kimia.blogspot.com](#)

Internet Source

<1 %

30

[repository.iainsasbabel.ac.id](#)

Internet Source

<1 %

31

Submitted to Universitas Jember

Student Paper

<1 %

32	<a href="http://eprints.ums.ac.id">eprints.ums.ac.id</a> Internet Source	<1 %
33	<a href="http://idoc.pub">idoc.pub</a> Internet Source	<1 %
34	<a href="http://repository.umrah.ac.id">repository.umrah.ac.id</a> Internet Source	<1 %
35	<a href="http://ummaspul.e-journal.id">ummaspul.e-journal.id</a> Internet Source	<1 %
36	<a href="http://www.slideshare.net">www.slideshare.net</a> Internet Source	<1 %
37	Muhamad Roy Ananda Saputra. "Analisis Ketercukupan Daya Listrik Pada Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid (Angin dan Surya) Pantai Baru", Emitter: Jurnal Teknik Elektro, 2024 Publication	<1 %
38	<a href="http://electrician.unila.ac.id">electrician.unila.ac.id</a> Internet Source	<1 %
39	<a href="http://www.coursehero.com">www.coursehero.com</a> Internet Source	<1 %
40	<a href="http://yshl.or.id">yshl.or.id</a> Internet Source	<1 %
41	Ervan Hasan Harun, Fiqry Ahmad, Jumiati Ilham. "PENGARUH TEMPERATUR PERMUKAAN PANEL SURYA TERHADAP	<1 %

# KAPASITAS DAYA YANG DIHASILKAN", Journal Of Renewable Energy Engineering, 2023

Publication

- 
- |    |   |      |
|----|---|------|
| 42 | Submitted to Politeknik Negeri Bandung<br>Student Paper | <1 % |
|----|---|------|
- 
- |    |  |      |
|----|--|------|
| 43 | Su Dar Mono, Joko Waluyo, Wahyu Wilopo.<br>"Performance Panel Surya Saat Gerhana<br>Matahari Cincin Pada Tanggal 26 Desember<br>2019 Di Kecamatan Larangan Kabupaten<br>Brebes", Techno (Jurnal Fakultas Teknik,<br>Universitas Muhammadiyah Purwokerto),<br>2021<br>Publication | <1 % |
|----|--|------|
- 
- |    |  |      |
|----|--|------|
| 44 | Submitted to Universitas Muhammadiyah<br>Makassar<br>Student Paper | <1 % |
|----|--|------|
- 
- |    |   |      |
|----|---|------|
| 45 | <a href="http://irmaneka.wordpress.com">irmaneka.wordpress.com</a><br>Internet Source | <1 % |
|----|---|------|
- 
- |    |   |      |
|----|---|------|
| 46 | <a href="http://repository.usd.ac.id">repository.usd.ac.id</a><br>Internet Source | <1 % |
|----|---|------|
- 
- |    |   |      |
|----|---|------|
| 47 | <a href="http://www.berotak.com">www.berotak.com</a><br>Internet Source | <1 % |
|----|---|------|
- 
- |    |   |      |
|----|---|------|
| 48 | <a href="http://core.ac.uk">core.ac.uk</a><br>Internet Source | <1 % |
|----|---|------|
- 
- |    |   |      |
|----|---|------|
| 49 | <a href="http://inet.detik.com">inet.detik.com</a><br>Internet Source | <1 % |
|----|---|------|
-

50	<a href="https://repository.ittelkom-pwt.ac.id">repository.ittelkom-pwt.ac.id</a> Internet Source	<1 %
51	<a href="http://www.builder.id">www.builder.id</a> Internet Source	<1 %
52	<a href="http://www.fortuneidn.com">www.fortuneidn.com</a> Internet Source	<1 %
53	Muhammad Suyanto, Prasetyono Eko Pambudi, Beny Firman. "400 watt Solar Power Generation System (PLTS) as a Power Supply for Information Equipment", JNANALOKA, 2024 Publication	<1 %
54	<a href="http://merpati.co.id">merpati.co.id</a> Internet Source	<1 %
55	<a href="http://pdfcoffee.com">pdfcoffee.com</a> Internet Source	<1 %
56	<a href="http://pustaka.sttw.ac.id">pustaka.sttw.ac.id</a> Internet Source	<1 %
57	<a href="http://sinta.unud.ac.id">sinta.unud.ac.id</a> Internet Source	<1 %
58	<a href="http://sumedang.jabarekspres.com">sumedang.jabarekspres.com</a> Internet Source	<1 %
59	<a href="http://www.idntimes.com">www.idntimes.com</a> Internet Source	<1 %



60	<a href="http://www.inigresik.com">www.inigresik.com</a> Internet Source	<1 %
61	<a href="#">Submitted to Sriwijaya University</a> Student Paper	<1 %
62	<a href="http://aimos.ugm.ac.id">aimos.ugm.ac.id</a> Internet Source	<1 %
63	<a href="http://id.wikihow.com">id.wikihow.com</a> Internet Source	<1 %
64	<a href="http://jurnalmahasiswa.unesa.ac.id">jurnalmahasiswa.unesa.ac.id</a> Internet Source	<1 %
65	<a href="http://k-link-systems.blogspot.com">k-link-systems.blogspot.com</a> Internet Source	<1 %
66	<a href="http://lib.unnes.ac.id">lib.unnes.ac.id</a> Internet Source	<1 %
67	<a href="http://nanopdf.com">nanopdf.com</a> Internet Source	<1 %
68	<a href="http://pingpoint.co.id">pingpoint.co.id</a> Internet Source	<1 %
69	<a href="http://plazacctv.com">plazacctv.com</a> Internet Source	<1 %
70	<a href="http://www.pesenmakan.id">www.pesenmakan.id</a> Internet Source	<1 %
71	<a href="http://www.studiseo.com">www.studiseo.com</a> Internet Source	<1 %

72

M. Samsul Hidayat, Zuraidah Tharo, Amani Darma Tarigan. "Analisis Kinerja PLTS 20 WP Dalam Penyemprotan Tanaman Otomatis", INTECOMS: Journal of Information Technology and Computer Science, 2024

Publication

&lt;1 %

73

Roberto I. C. O. Taolin, Improng Improng, Rini Hidayati, Bregas Budianto. "Profil Cuaca dan Parameter Nisbah Bowen di Areal Persawahan Kabupaten Indramayu Saat Periode Kering Musim Tanam II", Savana Cendana, 2017

Publication

&lt;1 %

74

Sudirman Lubis, Munawar Alfansury Siregar, Wawan Septiawan Damanik. "Uji Eksperimental Kemampuan Lemari Pembeku Terhadap Beban Pendingin Menggunakan Energi Matahari", Media Mesin: Majalah Teknik Mesin, 2022

Publication

&lt;1 %

75

Viryandra Virtusena, Asahar Johar, Andang Wijanarko. "Pengelompokan Potensi Kelulusan Mahasiswa Fakultas Teknik Unib Menggunakan Algoritme K-Means (Studi Kasus: Fakultas Teknik Universitas Bengkulu)", Rekursif: Jurnal Informatika, 2021

Publication

&lt;1 %

76 Zaenal Arifin, Nur Islahudin, Ahmad Vicqieh Al Jabbar. "Pemantauan Daya Luaran Panel Surya Secara Jarak Jauh Melalui Aplikasi Berbasis Website", Jurnal Riset Rekayasa Elektro, 2023  
Publication <1 %

---

77 [beritahati.com](http://beritahati.com)  
Internet Source <1 %

---

78 [culas.blogspot.com](http://culas.blogspot.com)  
Internet Source <1 %

---

79 [digilib.unila.ac.id](http://digilib.unila.ac.id)  
Internet Source <1 %

---

80 [eprints.undip.ac.id](http://eprints.undip.ac.id)  
Internet Source <1 %

---

81 [etheses.uin-malang.ac.id](http://etheses.uin-malang.ac.id)  
Internet Source <1 %

---

82 [extranews.id](http://extranews.id)  
Internet Source <1 %

---

83 [fr.scribd.com](http://fr.scribd.com)  
Internet Source <1 %

---

84 [groupon-indonesia.typepad.com](http://groupon-indonesia.typepad.com)  
Internet Source <1 %

---

85 [id.kingdomsalvation.org](http://id.kingdomsalvation.org)  
Internet Source <1 %

---

86	<a href="http://jurnal.umj.ac.id">jurnal.umj.ac.id</a> Internet Source	<1 %
87	<a href="http://rachmaaika.blogspot.com">rachmaaika.blogspot.com</a> Internet Source	<1 %
88	<a href="http://repository.uin-suska.ac.id">repository.uin-suska.ac.id</a> Internet Source	<1 %
89	<a href="http://repository.unsri.ac.id">repository.unsri.ac.id</a> Internet Source	<1 %
90	<a href="http://sersasih.wordpress.com">sersasih.wordpress.com</a> Internet Source	<1 %
91	<a href="http://www.blj.co.id">www.blj.co.id</a> Internet Source	<1 %
92	<a href="http://www.hargavelg.com">www.hargavelg.com</a> Internet Source	<1 %
93	Galih Rakasiwi Soekarno, Sri Sundari, Sidik Boedoyo, Leo Sianipar. "Pajak Karbon sebagai Instrumen Kebijakan untuk Mendorong Transisi Energi dan Pertumbuhan Ekonomi yang Berkelanjutan", <i>El-Mal: Jurnal Kajian Ekonomi &amp; Bisnis Islam</i> , 2024 Publication	<1 %
94	Tomy Saputra, Rika Favoria Gusa, Asmar. "Pemantauan Secara Realtime Output Panel Surya Dengan Penambahan Reflektor", <i>ELECTRON Jurnal Ilmiah Teknik Elektro</i> , 2022 Publication	<1 %

---

Exclude quotes      On

Exclude matches      Off

Exclude bibliography      On

# skripsi-gabriel jonathan.pdf

---

PAGE 1

---

PAGE 2

---

PAGE 3

---

PAGE 4

---

PAGE 5

---

PAGE 6

---

PAGE 7

---

PAGE 8

---

PAGE 9

---

PAGE 10

---

PAGE 11

---

PAGE 12

---

PAGE 13

---

PAGE 14

---

PAGE 15

---

PAGE 16

---

PAGE 17

---

PAGE 18

---

PAGE 19

---

PAGE 20

---

PAGE 21

---

PAGE 22

---

PAGE 23

---

PAGE 24

---

PAGE 25

---

PAGE 26

---

PAGE 27

---

PAGE 28

---

PAGE 29

---

PAGE 30

---

PAGE 31

---

PAGE 32

---

PAGE 33

---

PAGE 34

---

PAGE 35

---

PAGE 36

---

PAGE 37

---

PAGE 38

---

PAGE 39

---

PAGE 40

---

PAGE 41

---

PAGE 42

---

PAGE 43

---

PAGE 44

---

PAGE 45

---

PAGE 46

---

PAGE 47

---

PAGE 48

---

PAGE 49

---

PAGE 50

---

PAGE 51

---

PAGE 52

---

PAGE 53

---

PAGE 54

---

PAGE 55

---

PAGE 56

---

PAGE 57

---

PAGE 58

---

PAGE 59

---

PAGE 60

---

PAGE 61

---