

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

**Skripsi**



Disusun Oleh:

**Gabriel Jonathan Candrika Sola Gracia**

**3331200036**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
2024**

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

**Skripsi**



**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**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
2024**

## TUGAS AKHIR

### Instalasi Solar Panel Untuk Pengembangan Low-Emission Vehicles

Dipersiapkan dan disusun Oleh :

**Gabriel Jonathan Candrika Sola Gracia**  
3331200036

telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
pada tanggal, 28 Juni 2024

Pembimbing Utama



Dr. Meko Permana Pinem, ST., MT.  
NIP.198902262015041002

Anggota Dewan Penguji



Ir. Dedy Triawan Suprawogi, ST., M. Eng., Ph. D.  
NIP.198206212022031001



Ir. Dhimas Satria, S.T., M.Eng  
NIP.198305102012121006



Dr. Dwinanto, ST., MT.  
NIP. 198301122008121001



Dr. Meko Permana Pinem, ST., MT.  
NIP.198902262015041002



Ir. Dhimas Satria, S.T., M.Eng  
NIP.198305102012121006

Tugas Akhir ini sudah diterima sebagai salah satu persyaratan  
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik



Tanggal, 24 Juli 2024  
Ketua Jurusan Teknik Mesin UNTIRTA  
Ir. Dhimas Satria, S.T., M.Eng.  
NIP: 198305102012121006

## 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 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 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 selama periode pengujian. Implementasi solar panel pada kendaraan berpotensi 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*

## ABSTRACT

Climate change and increasing air pollution due to vehicle exhaust emissions have driven the search for cleaner and more sustainable energy alternatives. Electric vehicles have emerged as one solution, but require large and continuous electricity resources. Solar panels offer a potential solution by converting solar energy into electricity through the photovoltaic process. This study focuses on the design, installation, and evaluation of a solar panel system integrated into a low-emission vehicle. The aim is to explore the potential use of solar panels to provide clean and sustainable energy for vehicles and to identify the benefits and challenges associated with its implementation. This study includes a technical analysis of the performance of solar panels under various operating conditions and their impact on energy efficiency and vehicle carbon emissions. The results show that the average efficiency of solar panels during the test period was 21.08% on June 18, 2024, 21.10% on June 19, 2024, and 20.46% on June 20, 2024. The average power generated was 39.67 W with variations reflecting the response to weather conditions and daily sunlight intensity. The 60 Wh battery with a voltage of 12V and a current capacity of 5Ah showed an average charging time of 92 minutes during the test period. The implementation of solar panels on vehicles has the potential to reduce dependence on fossil fuels and exhaust emissions, in accordance with the goal of developing environmentally friendly vehicles. This research is expected to find effective and efficient solutions to overcome environmental challenges in the transportation sector and encourage the use of renewable energy more widely.

**Keyword :** *Efficiency, Electric Vehicles, Implementation, Photovoltaic*



## 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>ABSTRACT</b> .....                         | viii |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....                       | ix   |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....                    | xi   |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....                     | xii  |
| <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>                |      |
| 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>          |      |
| 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        |
| 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        |
| <b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>                     |           |
| 5.1 Kesimpulan .....                                  | 39        |
| 5.2 Saran.....  | 39        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>                           | <b>40</b> |
| <b>LAMPIRAN.....</b>                                  | <b>41</b> |

## 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.

## 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.