

## 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 alumunium 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.

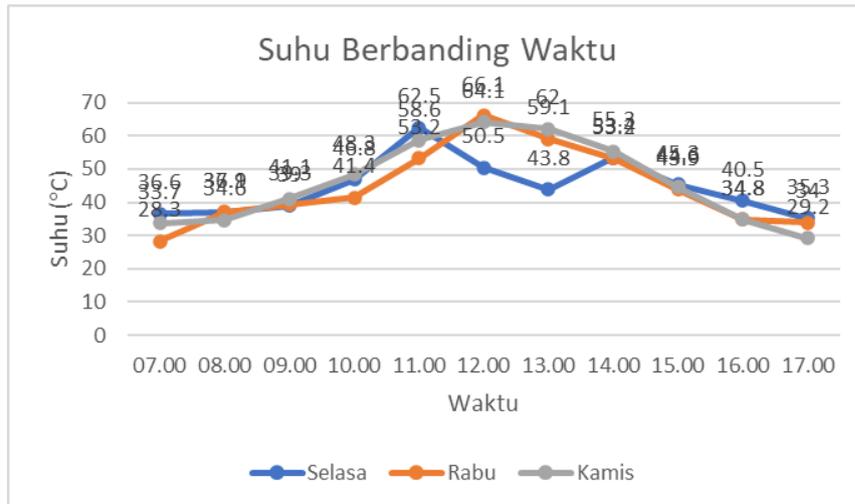


**Gambar 4.7** Busa dan Rangka Solar Panel

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:

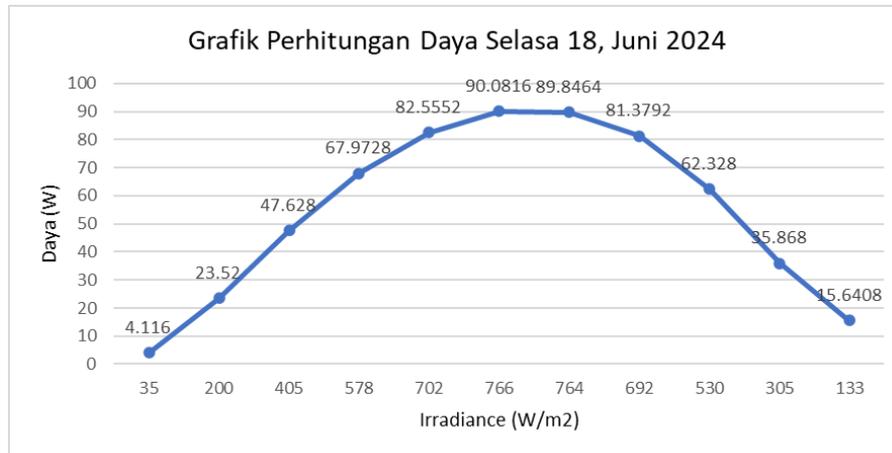
$$P_{out} = I_r \times A$$

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

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

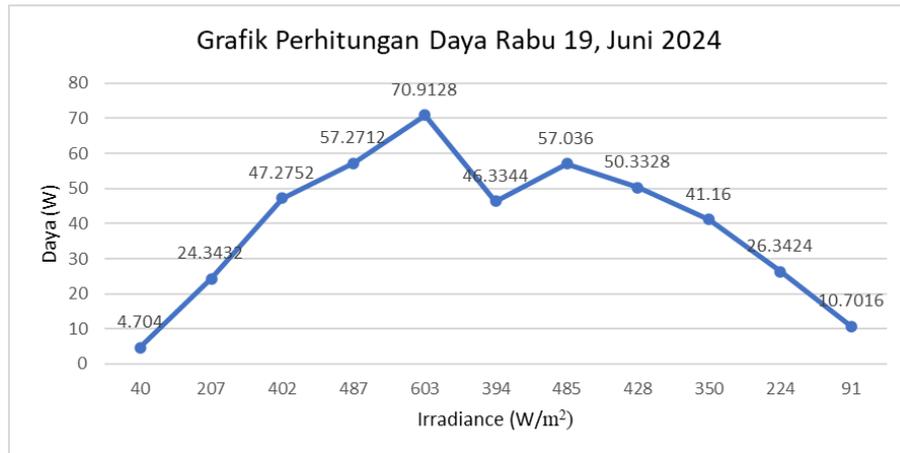
$A$  = Luas Area Permukaan Panel ( $\text{m}^2$ )

Setelah dilakukan perhitungan, didapatkan nilai grafik seperti dibawah ini.



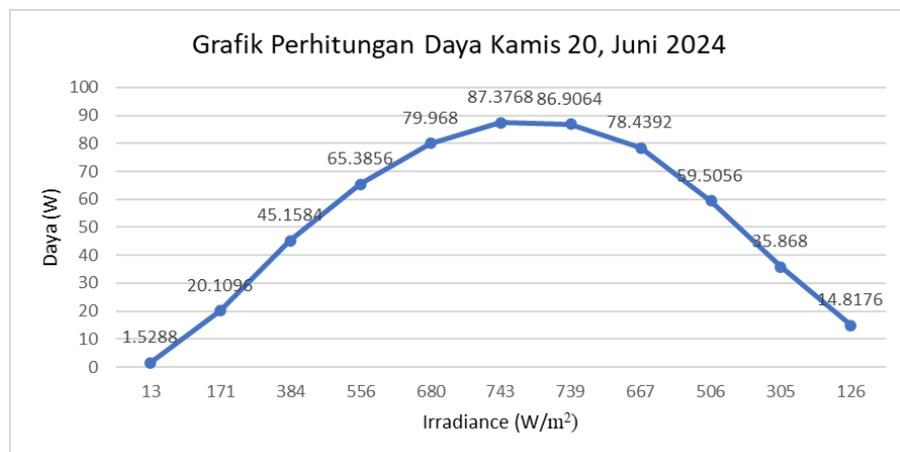
**Gambar 4.9** Grafik Perhitungan Daya Berbanding dengan Iradiansi 18 Juni 2024

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**

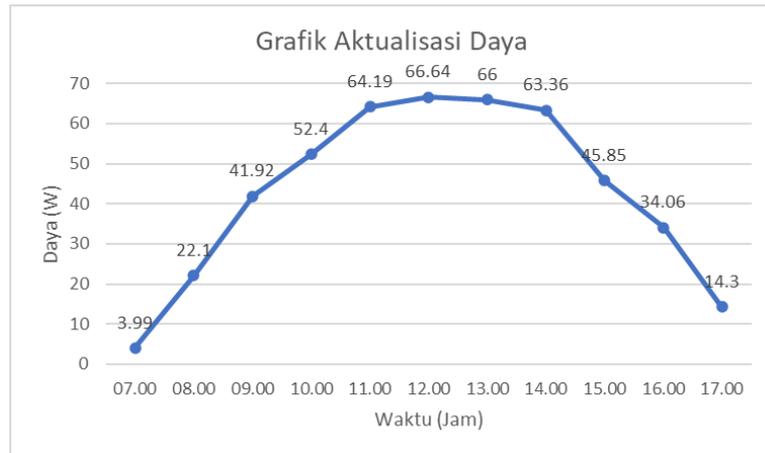
Dalam sub bab ini, akan dibahas tentang aktualisasi daya yang dapat dihasilkan oleh solar panel dalam konteks pengembangan kendaraan *low-emission*. Analisis mendalam terhadap kinerja panel surya akan mengungkapkan aktualisasi daya yang akan dibandingkan dengan daya hasil perhitungan, yang kemudian akan 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)

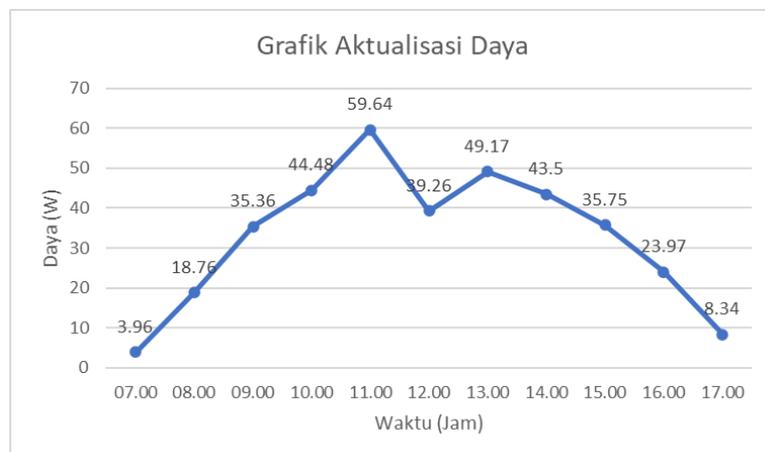
$V$  = Tegangan (Volt)

$I$  = Arus (Ampere)



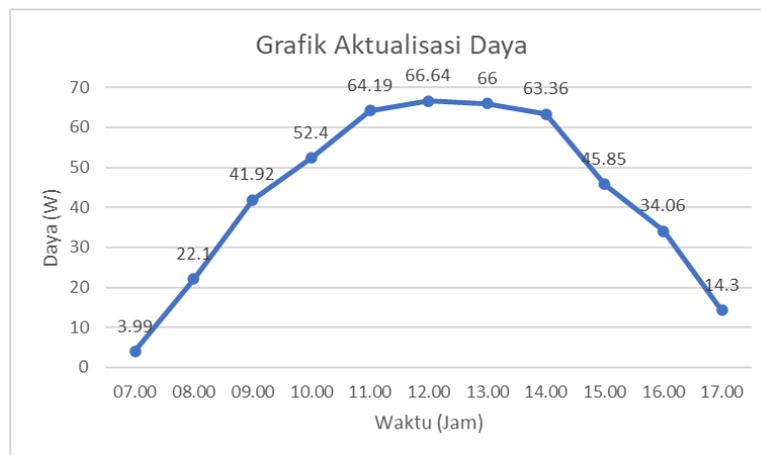
**Gambar 4.12** Grafik Aktualisasi Daya Selasa 18 Juni 2024

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

$$Efisiensi = 9.37\%$$

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

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%     *Efisiensi 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.

- 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 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.