

## PERANCANGAN *ECO SMART CHARGING AREA* DI POLITEKNIK NEGERI JEMBER

Achmad Daffa Danang Luthfiansyah<sup>1</sup>, Herlina Oktavia<sup>1</sup>, Duta Catur Pamungkas<sup>1</sup>, Muhammad Rofi'ul Haq<sup>1</sup>, Anfasa Syahrul Habibi<sup>2</sup> dan Risse Entikaria Rachmanita<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> Prodi Teknik Energi Terbarukan, Jurusan Teknik, Politeknik Negeri Jember, Jember 68101 Indonesia

<sup>2</sup> Prodi Teknologi Rekayasa Mekatronika, Jurusan Teknik, Politeknik Negeri Jember, Jember 68101 Indonesia

\*Email: risse\_rachmanita@polije.ac.id

### **Abstract**

*The innovation of Public Electric Vehicle Charging Stations (SPKLU) using a solar energy system aims to create clean energy use in Indonesia and encourage the achievement of the national energy mix in 2050. The application of Public Electric Vehicle Charging Stations (SPKLU) innovations is expected to replace dependence on fossil fuels and is expected to increase public interest in switching to electric vehicles that do not have fuel emissions. The Public Electric Vehicle Charging Station (SPKLU) innovation in this activity was presented in concept form. The method used in the embodiment of the concept and design is carried out through the literature study stage and the survey stage. ECO SMART CHARGING AREA can generate a solar energy potential of 34,650 WP or 34.65 kWp. With the amount of energy that can be generated reaching 34.65 kWp, this charging area can charge 10 units of Wuling Air EV (Standard Range) electric cars and 41 units of electric motorbikes simultaneously. This charging area has a length of 11 m and a width of 35.49 m and has an area of 130.13 m<sup>2</sup> built at the Jember State Polytechnic.*

**Key Words :** *energy conversion, solar panels, Charging Station*

### **Abstrak**

Inovasi Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Umum (SPKLU) menggunakan sistem energi tenaga surya bertujuan agar terciptanya penggunaan energi bersih di Indonesia serta mendorong tercapainya bauran energi nasional tahun 2050. Penerapan inovasi Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Umum (SPKLU) diharapkan dapat menggantikan ketergantungan pada bahan bakar fosil dan diharapkan dapat meningkatkan minat masyarakat agar beralih ke kendaraan listrik yang tidak memiliki emisi bahan bakar. Inovasi Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Umum (SPKLU) pada kegiatan ini disajikan dalam bentuk konsep. Metode yang digunakan dalam perwujudan konsep serta desain dilakukan dengan melalui tahap studi literatur dan tahap survey. *ECO SMART CHARGING AREA* dapat menghasilkan potensi energi surya sebesar 34.650 WP atau 34,65 kWp. Dengan jumlah energi yang dapat dihasilkan mencapai 34,65 kWp maka charging area ini dapat melakukan pengecasan 10 unit mobil listrik merk Wuling Air EV (*Standard Range*) dan 41 unit motor listrik secara bersamaan. Charging area ini memiliki Panjang 11 m dan lebar 35,49 m serta memiliki luas sebesar 130,13 m<sup>2</sup> dibangun di Politeknik Negeri Jember.

**Kata-kata kunci:** *konversi energi, panel surya, SPKLU*

## 1. Pendahuluan

Saat ini, pemanasan global telah menjadi perdebatan internasional. Para ilmuwan dari *Center for International Forestry Research* (CIFOR) mengatakan bahwa pemanasan global disebabkan oleh terperangkapnya radiasi matahari gelombang panjang (gelombang panas atau infra merah) yang dipancarkan oleh gas rumah kaca di bumi [1]. Efek rumah kaca adalah panas yang terperangkap di atmosfer bumi dan tidak dapat menyebar. Gas-gas ini secara alami ada di udara (atmosfer). Ada enam jenis gas rumah kaca, antara lain metana (CH<sub>4</sub>), karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), dinitrogen oksida (N<sub>2</sub>O), hidrofluorokarbon (HFC), perfluorokarbon (CFC), dan sulfur heksafluorida (SF<sub>6</sub>) [2].

Di Indonesia, emisi dari sektor transportasi menyumbang hampir 30% dari total emisi karbon. Emisi terbesar berasal dari transportasi darat, terhitung 88% dari total emisi di sektor tersebut [3]. Termasuk sepeda motor dan mobil penumpang yang berkembang pesat karena digunakan sebagai alat transportasi utama baik di daerah perkotaan maupun pedesaan. Misalnya, penjualan mobil domestik pada 2021 sebanyak 887.202 unit, menurut laporan Gabungan Industri Kendaraan Bermotor Indonesia (Gaikindo) [4]. Angka penjualan ini meningkat cukup tajam sebesar 66,63% dibandingkan tahun sebelumnya sebanyak 532.407 unit. Diperkirakan tren ini akan terus menguat sehingga sektor transportasi akan terus menjadi salah satu penghasil emisi terbesar di Indonesia [5]. Namun, rencana perlindungan iklim pemerintah untuk sektor transportasi yang tercantum dalam *Nationally Determined Contribution* (NDC) masih sebatas peralihan dari Bahan bakar minyak ke Bahan bakar nabati dan perluasan SPBU. Peran mobil listrik (termasuk hibrida, hibrida plug-in dan mobil listrik berbasis baterai), dianggap oleh banyak ahli sebagai kunci untuk mengurangi emisi gas rumah kaca di sektor ini, belum masuk dalam *Nationally Determined Contribution* (NDC) Indonesia.

Salah satu implementasi untuk mengurangi emisi karbon di sektor transportasi adalah penggunaan mobil listrik. Kendaraan listrik mulai muncul kembali saat Perpres 55/2019 tentang kendaraan listrik berbasis baterai. Selain itu, pemerintah daerah telah mengambil berbagai langkah turunan untuk mendukung percepatan pengembangan kendaraan listrik. Perpres 55/2019 telah mendorong kemajuan perkembangan populasi kendaraan listrik yang tumbuh pesat sehingga pada tahun 2020 sejumlah kendaraan listrik dapat diproduksi di dalam negeri, khususnya sepeda motor listrik. Salah satu infrastruktur pendukung kendaraan listrik adalah stasiun pengisian daya [6].

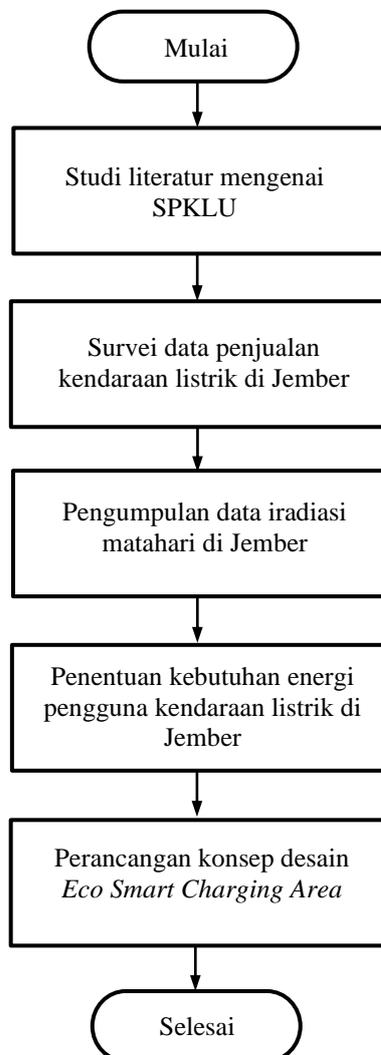
Di Indonesia, infrastruktur pengisian kendaraan listrik umum dibagi menjadi tiga bagian yaitu SPLU, SPKLU dan SPBKL. Stasiun Penyedia Listrik Umum (SPLU) merupakan stasiun yang juga digunakan untuk mengisi daya kendaraan listrik, khususnya sepeda motor listrik. Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Umum (SPKLU) merupakan stasiun pengisian khusus mobil listrik. SPKLU dapat mengisi daya secara normal dan mengisi daya dengan cepat. Serta tempat ganti aki umum untuk kendaraan listrik (SPBKL) [7]. Pada tahun 2020, Kementerian ESDM mengeluarkan Permen ESDM 13/2020 untuk penyediaan infrastruktur pengisian listrik kendaraan listrik berbasis baterai. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) menargetkan untuk membangun 522 Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Umum (SPKLU) pada tahun 2021 dan 31.859 unit pada tahun 2030. Penguatan ekosistem KBLBB merupakan salah satu strategi pemerintah untuk mencapai nol emisi pada tahun 2060 untuk mencapainya Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) Arifin Tasrif (2022) menyebutkan inisiatif pemerintah lainnya termasuk penghentian PLTU secara bertahap, penggunaan tanur listrik, penggunaan teknologi yang lebih efisien, dan penerapan teknologi pintar untuk menangani sumber energi terbarukan seperti perubahan jaringan. Strategi lainnya adalah mempercepat pengembangan energi baru terbarukan (EBT), khususnya energi surya dan angin. Pemerintah meningkatkan hasil energi energi baru terbarukan (EBT) dan mengurangi hasil energi batubara. Target EBT 23% pada 2025 dan meningkat menjadi 31% pada 2050 [8].

Untuk membantu Pemerintah dalam meningkatkan bauran energi Energi Baru Terbarukan (EBT) dan menurunkan profil daya batubara, konsep program pembangunan pemerintah akan meningkatkan komposisi energi Energi Baru Terbarukan (EBT) dan mengurangi struktur energi dari batu bara, sehingga konsep program pembangunan stasiun pengisian kendaraan listrik berbasis *Solar Photovoltaic Roof System* sebagai solusi permasalahan pemanasan global banyak diperdebatkan. Perkembangan industri energi tidak lepas dari pergerakan ekonomi kerakyatan, terutama di era modern seperti saat ini. Energi tidak lagi dilihat sebagai komoditas semata, tetapi sebagai mesin pertumbuhan ekonomi. Oleh karena itu, pemerintah Indonesia selalu berusaha semaksimal mungkin untuk memanfaatkan kesetaraan energi bagi masyarakat serta ketahanan energi dan kelestarian lingkungan [9]. Pembangunan dan perancangan yang terintegrasi antara pengelolaan lingkungan dan ketahanan energi ini melibatkan berbagai pihak agar program gagasan tertulis *Eco Smart Charging Area: Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik berbasis Solar Photovoltaic Roof*

System dapat berjalan dengan sangat baik. Sehingga melalui program ini diharapkan pada tahun 2025, Indonesia dapat mengurangi gas emisi rumah kaca melalui sektor transportasi berbasis listrik dengan SPKLU menggunakan Panel Surya Atap [10].

## 2. Metode

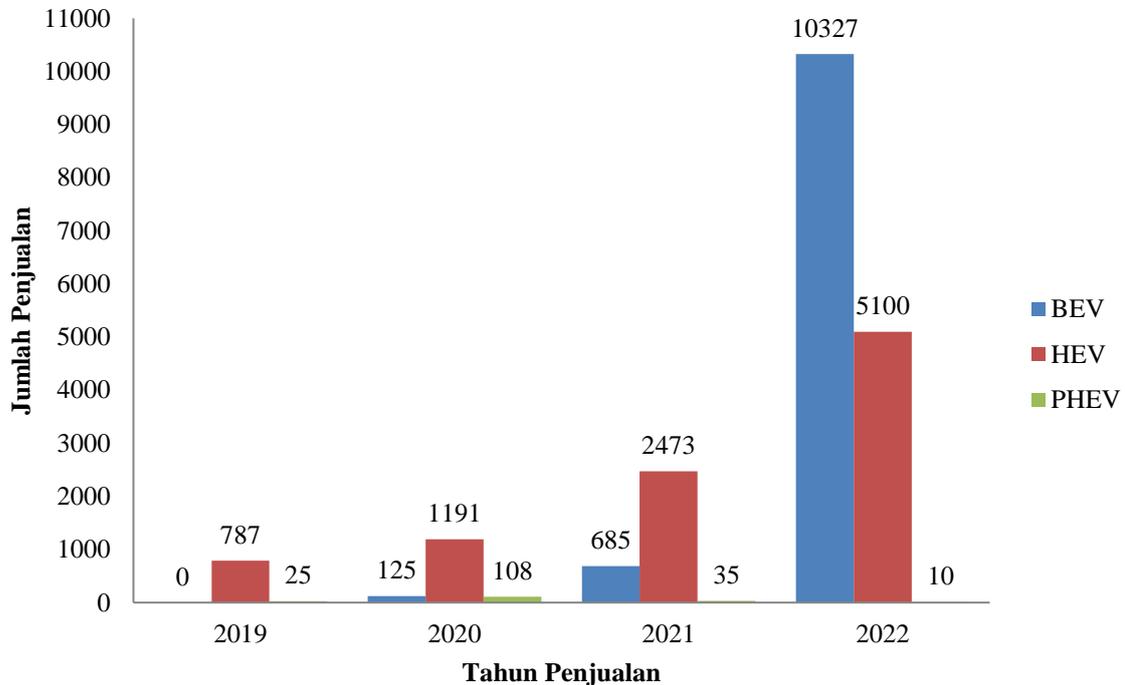
Penelitian ini dilakukan dengan meninjau berbagai website resmi kementerian di Indonesia, artikel dan dokumen terkait pengembangan kendaraan listrik dan khususnya infrastruktur stasiun pengisian kendaraan listrik umum, dan penelitian ini dilakukan dengan menggunakan alat pencarian data seperti ResearchGate, Science Direct, ISJD, Ejournal BPPT Google Scholar, Indonesia SearchOne, Academia, dan DOAJ. Selain itu dilakukan pengumpulan data secara survey langsung dengan cara *interview* pada sejumlah dealer kendaraan listrik terkait data penjualan antara lain U-Winfly, Viar, United dan Wuling sebagai pemasok kendaraan listrik di Jember. Juga dilakukan *interview* pada pengguna kendaraan listrik di kawasan Politeknik Negeri Jember. Melalui data yang diperoleh selanjutnya dilakukan perancangan SPKLU dengan langkah awal pengumpulan data kendaraan listrik dan data iradiasi di Kabupaten Jember. Langkah kedua adalah perhitungan rata-rata kebutuhan energi berdasarkan data jumlah kendaraan yang diperoleh. Langkah selanjutnya adalah merancang konsep desain inovasi *Eco Smart Charging Area* : Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Umum berbasis *Photovoltaic Roof System*. Gambar 1 menunjukkan flowchart alur penelitian *Eco Smart Charging Area*.



Gambar 1. Flowchart alur penelitian *Eco Smart Charging Area*.

### 3. Hasil dan Pembahasan

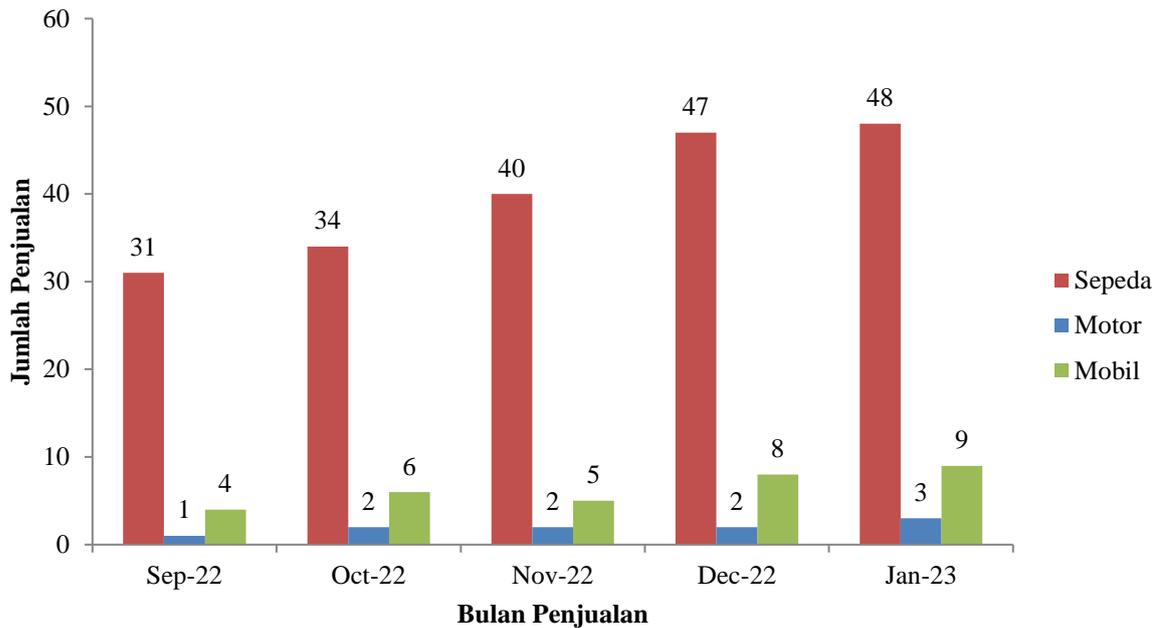
#### 3.1 Perkembangan Penggunaan Kendaraan Listrik di Jember



**Gambar 2. Data Penjualan Mobil Listrik Indonesia**

Menurut data Gabungan Industri Kendaraan Bermotor Indonesia (Gaikindo), mobil listrik di Indonesia terjual sebanyak 15.437 unit pada tahun 2022. Mengalami kenaikan yang signifikan sebesar 383,46% daripada tahun sebelumnya sebanyak 3.193 unit.

Secara rinci, pada 2022 mobil listrik berbasis baterai (BEV) yang terjual di dalam negeri sebanyak 10.327 unit. Jumlah itu meningkat 1.407,59% dibandingkan pada tahun sebelumnya yang hanya 685 unit. Mobil listrik yang berjenis hybrid terjual sebanyak 5100. Jumlahnya juga meningkat 106,23% dibandingkan pada 2021 yang sebanyak 2.473 unit. Kemudian, hanya 10 mobil listrik berbasis plug-in hybrid yang terjual sepanjang tahun lalu. Jumlahnya menurun 71,43% dibandingkan pada 2021 yang sebanyak 35 unit. Adapun, Wuling Air EV Long Range menjadi mobil listrik terlaris di Indonesia pada 2022. Mobil listrik lansiran perusahaan otomotif asal China, Wuling itu berhasil terjual sebanyak 6.859 unit. Posisinya diikuti Hyundai Ioniq 5 Signature Extended yang terjual sebanyak sebanyak 1.517 unit. Kemudian, mobil listrik All New Kijang Innova Zenix Q Hev Cvt Tss 2.0 terjual sebanyak 1.202 unit. Wuling Air EV Standard Range berhasil terjual 1.194 unit pada 2022. Kemudian, Corolla Cross 1.8 A/T Hybrid yang terjual di pasar domestik sebanyak 1.000 unit pada tahun lalu [11].



**Gambar 3. Data Penjualan Kendaraan Listrik di Jember**

Berdasarkan Gambar 3 yang merupakan hasil survey pada beberapa dealer dengan jumlah pemasaran yang cukup besar di kota Jember. Dapat diketahui bahwa peminat kendaraan listrik semakin hari semakin meningkat baik dari penggunaan sepeda listrik hingga mobil listrik. Penjualan sepeda listrik menempati posisi utama yang memiliki peminat yang cukup banyak di Jember ditunjukkan melalui data yang terus meningkat setiap bulannya. Kemudian peminat terbanyak kedua yaitu mobil listrik, data mengalami kenaikan setiap bulannya meskipun pada bulan November data menurun tetapi tidak berpengaruh secara signifikan. Disusul oleh motor listrik, walaupun peminatnya tidak sebanyak kendaraan lain tetapi data penjualan relatif naik dari bulan September 2022 hingga Januari 2023.

Secara rinci pemasaran terbesar di Jember terdapat dealer kendaraan listrik seperti, U-Winfly, Viar, United, dan Wuling. Adapun, penjualan terbesar ditempati oleh sepeda listrik dengan total 200 unit, lalu mobil listrik sebanyak 32 unit, dan motor listrik sebanyak 10 unit. Dealer U-Winfly berhasil mencapai penjualan tertinggi di Jember pada penjualan sepeda listrik yaitu sebanyak 121 unit dengan rata-rata penjualan 30 unit/bulan dan 3 unit motor listrik. Selanjutnya dealer Viar mencapai penjualan sepeda listrik sebanyak 79 unit dan motor listrik sebanyak 4 unit. Pada dealer united sebagai pendatang baru di kota Jember sebagai penyedia Motor listrik dengan fitur dan desain yang lebih menarik berhasil menjual 4 unit dalam kurun waktu 3 bulan. Untuk mobil listrik, Wuling sebagai mobil listrik terlaris di Indonesia juga memiliki cabang dealer di Jember dengan penjualan yang cukup signifikan setiap bulannya, terbukti dari bulan September 2022 hingga Januari 2023 telah berhasil terjual sebanyak 32 unit.

Berdasarkan data yang didapat maka dapat dihitung rata-rata penjualan kendaraan listrik yang meliputi sepeda, motor, dan mobil listrik di Jember.

$$\text{Rata-rata Penjualan Sepeda Listrik: } \frac{200 \text{ unit}}{5 \text{ bulan}} = 40 \text{ unit/bulan}$$

$$\text{Rata-rata Penjualan Motor Listrik: } \frac{10 \text{ unit}}{5 \text{ bulan}} = 2 \text{ unit/bulan}$$

$$\text{Rata-rata Penjualan Mobil Listrik: } \frac{32 \text{ unit}}{5 \text{ bulan}} = 6 \text{ unit/bulan}$$

Jumlah pengguna kendaraan listrik di Jember dalam jangka waktu 5 tahun kedepan dapat diproyeksikan dengan menggunakan perhitungan sebagai berikut.

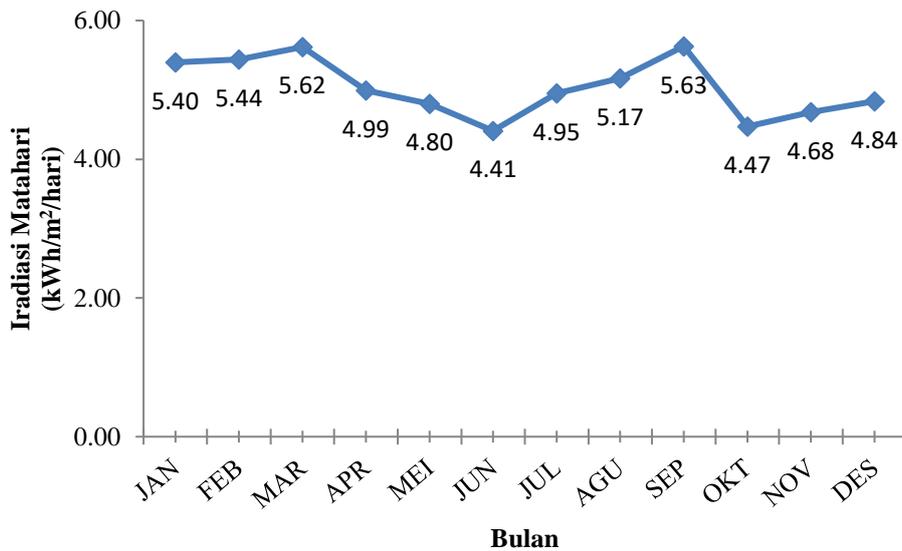
Jumlah Pengguna Sepeda Listrik:  $40 \times 60$  bulan = 2400 unit sepeda listrik

Jumlah Pengguna Motor Listrik:  $2 \times 60$  bulan = 120 unit motor listrik

Jumlah Pengguna Mobil Listrik:  $6 \times 60$  bulan = 360 unit mobil listrik

### 3.2 Perancangan *ECO SMART CHARGING AREA*

**Tabel 1. Data Iradiasi Matahari di Jember Tahun 2022**



Berdasarkan grafik tersebut diketahui bahwa pada tahun 2022 iradiasi matahari tertinggi di lokasi perencanaan sebesar 5,63 kWh/m<sup>2</sup>/hari pada bulan September dan terendah pada bulan Juni sebesar 4,41 kWh/m<sup>2</sup>/hari. Dan pada tahun 2022 rata-rata Iradiasi matahari yaitu 5,03 kWh/m<sup>2</sup>/hari. Bulan September merupakan puncak musim kemarau sehingga Iradiasi matahari diterima secara optimal di permukaan bumi [12, 13].

#### **Kebutuhan Energi Kendaraan Listrik**

Saat ini hanya ada beberapa brand sepeda, motor, dan mobil listrik yang beredar di Jember. U-Winfly, Viar, dan United adalah brand yang menjual sepeda dan motor listrik di Jember. Untuk mobil listrik di Jember hanya ada Wuling selaku brand penjual mobil listrik. Terdapat beberapa tipe kendaraan yang dijual masing-masing brand.

Untuk menghitung kebutuhan energi kendaraan listrik harus diketahui spesifikasi kendaraan listrik. Berikut adalah spesifikasi dari salah satu kendaraan listrik yang dijual oleh U-Winfly, Viar, United dan Wuling.

Gambar 4 menunjukkan spesifikasi motor listrik tipe T3 yang dijual oleh U-Winfly di Jember. Pada Gambar tersebut dijelaskan bahwa motor tipe T3 dari U-Winfly memiliki spesifikasi baterai dengan kapasitas 60V/20AH atau setara dengan 1,2 kWh dan memiliki estimasi pengisian baterai 100% selama 6 jam. Motor listrik ini dapat menempuh kecepatan maksimal 60 KM/Jam dan dapat menempuh jarak hingga 60 KM.



Gambar 4. Spesifikasi Motor Listrik U-Winfly Tipe T3

Gambar 5 menunjukkan spesifikasi motor listrik tipe Q1 yang dijual oleh Viar di Jember. Pada Gambar tersebut dijelaskan bahwa motor tipe Q1 dari Viar memiliki spesifikasi baterai dengan kapasitas 60V/23AH atau setara dengan 1,38 kWh dan memiliki estimasi pengecasan baterai 100% selama 4-5 jam. Motor listrik ini dapat menempuh kecepatan maksimal 60 KM/Jam dan dapat menempuh jarak hingga 60 KM.



Gambar 5. Spesifikasi Motor Listrik Viar Tipe Q1



Gambar 6. Spesifikasi Motor Listrik United tipe T1800

Gambar 6 menunjukkan spesifikasi motor listrik tipe T1800 yang dijual oleh United di Jember. Pada Gambar tersebut dijelaskan bahwa motor tipe T1800 dari United memiliki spesifikasi baterai dengan kapasitas 60V/28AH atau setara dengan 1,68 kWh dan memiliki estimasi pengecasan baterai 100% selama 2-3 jam. Motor listrik ini dapat menempuh kecepatan maksimal 70 KM/Jam dan dapat menempuh jarak hingga 80 KM.



Gambar 7. Spesifikasi Mobil Listrik Wuling Air EV

Gambar 7 menunjukkan spesifikasi mobil listrik tipe Wuling Air EV (Standard Range) yang dijual oleh Wuling di Jember. Pada Gambar tersebut dijelaskan bahwa motor tipe Wuling Air EV (Standard Range) dari Wuling memiliki spesifikasi baterai dengan kapasitas 17,3 kWh dan memiliki estimasi pengecasan baterai 100% selama kurang lebih 8,5 jam dengan daya pengecasan sebesar 2,0 kW

AC. Motor listrik ini dapat menempuh kecepatan maksimal kurang lebih 100 KM/Jam dan dapat menempuh jarak hingga 200 KM.

Berdasarkan data spesifikasi kendaraan listrik yang sudah beredar saat ini pada Gambar 3, Gambar 4, Gambar 5, Gambar 6 dan Gambar 7 maka dapat dihitung kebutuhan energi listrik per jam untuk mengisi baterai kendaraan listrik. Kebutuhan energi kendaraan listrik ditunjukkan pada tabel

$$\text{Kebutuhan Energi motor listrik U-Winfly tipe T3} = \frac{\text{Kapasitas Baterai}}{\text{Durasi pengisian ke 100\%}} = \frac{1,2 \text{ kWh}}{6 \text{ jam}} = 0,2 \text{ kWh}$$

$$\text{Kebutuhan Energi motor listrik Viar tipe Q1} = \frac{\text{Kapasitas Baterai}}{\text{Durasi pengisian ke 100\%}} = \frac{1,38 \text{ kWh}}{5 \text{ jam}} = 0,276 \text{ kWh}$$

$$\text{Kebutuhan Energi motor listrik United tipe T1800} = \frac{\text{Kapasitas Baterai}}{\text{Durasi pengisian ke 100\%}} = \frac{1,68 \text{ kWh}}{3 \text{ jam}} = 0,56 \text{ kWh}$$

$$\text{Kebutuhan Energi rata-rata motor listrik} = \frac{\text{Energi motor ( tipe T3+tipe Q1+tipe T1800)}}{3} = \frac{0,2+0,276+0,56}{3} = 0,345 \text{ kWh,345}$$

kWh

$$\begin{aligned} \text{n Energi mobil listrik Wuling Air EV (Standard Range):} &= \frac{\text{Kapasitas Baterai}}{\text{Durasi pengisian ke 100\%}} \\ &= \frac{17,3 \text{ kWh}}{8,5 \text{ jam}} = 2,035 \text{ kWh} \end{aligned}$$

**Tabel 2. Kapasitas Baterai dan Kebutuhan Energi Kendaraan Listrik**

Jenis Kendaraan Listrik	Kapasitas Baterai	Kebutuhan Energi (kWh)
Motor listrik U-Winfly tipe T3	1,2 kWh	0,2 kWh
Motor listrik Viar tipe Q1	1,38 kWh	0,276 kWh
Motor listrik United tipe T1800	1,68 kWh	0,56 kWh
Mobil listrik Wuling Air Ev (Standard Range)	17,3 kWh	2,035 kWh

Gambar 7 merupakan konsep desain *ECO SMART CHARGING AREA* : Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Umum (SPKLU) adalah inovasi tempat pengisian baterai kendaraan listrik umum berbasis *Photovoltaic Roof System* yang dibangun di Politeknik Negeri Jember memiliki luas sebesar 130,13 m<sup>2</sup>. *ECO SMART CHARGING AREA* memiliki Panjang 11 m dan lebar 35,49 m sehingga dapat dipasang *photovoltaic* (PV) 550 WP sebanyak 63 unit. Dalam kasus ini digunakan panel pv dari JA Solar dengan tipe JAM72S30-550/MR/1500V yang memiliki spesifikasi *Open Circuit Voltage* (Voc) sebesar 49,90 V, *Short Circuit Current* (Isc) sebesar 14 A [14]. Berikut adalah spesifikasi *Photovoltaic* yang digunakan yang disajikan dalam Gambar 9.



Gambar 8. ECO SMART CHARGING AREA

**Harvest the Sunshine**

**DEEP BLUE 3.0**

**Mono** 550W MBB Half-cell Module  
JAM72S30 525-550/MR/1500V Class 1

**Introduction**  
Assembled with 1188 PERC cells, the full-cell configuration of the module offers the advantages of higher power output, better temperature-dependent performance, reduced shading effect on the energy generation, lower risk of hot spot, as well as enhanced tolerance for mechanical loading.

Higher output power

Lower LCOE

Less shading and lower resistive loss

Better mechanical loading tolerance

ELECTRICAL PARAMETERS AT STC						
TYPE	JAM72830 -525/MR/1500V	JAM72830 -530/MR/1500V	JAM72830 -535/MR/1500V	JAM72830 -540/MR/1500V	JAM72830 -545/MR/1500V	JAM72830 -550/MR/1500V
Rated Maximum Power(Pmax) [W]	525	530	535	540	545	550
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	49,15	49,30	49,45	49,60	49,75	49,90
Maximum Power Voltage(Vmp) [V]	41,15	41,31	41,47	41,64	41,80	41,96
Short Circuit Current(Isc) [A]	13,65	13,72	13,79	13,86	13,93	14,00
Maximum Power Current(Imp) [A]	12,76	12,83	12,90	12,97	13,04	13,11
Module Efficiency [%]	20,3	20,5	20,7	20,9	21,1	21,3
Power Tolerance	0~+5W					
Temperature Coefficient of Isc( $\alpha_{Isc}$ )	+0,045%/°C					
Temperature Coefficient of Voc( $\beta_{Voc}$ )	-0,275%/°C					
Temperature Coefficient of Pmax( $\gamma_{Pmp}$ )	-0,350%/°C					
STC	Irradiance 1000W/m <sup>2</sup> , cell temperature 25°C, AM1,5G					
Remark: Electrical data in this catalog do not refer to a single module and they are not part of the offer. They only serve for comparison among different module types. Measurement tolerance at STC: Pmax ±3%, Voc ±5% and Isc ±4%.						

Gambar 9. Spesifikasi Module Photovoltaic

ECO SMART CHARGING AREA dirancang dengan sistem on-grid dimana energi listrik yang dihasilkan terhubung ke jaringan listrik PLN. Untuk mengubah arus searah (DC) yang dihasilkan photovoltaic menjadi arus bolak-balik (AC), diperlukan inverter agar dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan energi listrik konsumen [15]. Untuk menentukan tipe inverter yang akan digunakan, dilakukan perhitungan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} V \text{ total PV} &= V_{oc} \text{ PV} \times \text{jumlah PV} \\ &= 49,90 \text{ V} \times 63 \text{ unit} \\ &= 3.143,7 \text{ V} \end{aligned}$$

Dalam kasus ini digunakan inverter Huawei type SUN2000-30-40KTL-M3 dengan spesifikasi *maximum input voltage* sebesar 1100 V, *Maximum Short Circuit Per MPPT* sebesar 40 A [16]. Berikut adalah spesifikasi *Inverter* yang digunakan yang disajikan dalam Gambar 10.

SUN2000-30/36/40KTL-M3 Smart PV Controller		SUN2000-30/36/40KTL-M3 Technical Specification		
Technical Specification	SUN2000-30KTL-M3	SUN2000-36KTL-M3	SUN2000-40KTL-M3	
<b>Efficiency</b>				
Max. Efficiency			99.7%	
European Efficiency			99.6%	
<b>Input</b>				
Max. Input Voltage			1100 V	
Max. Current per MPPT			25 A	
Max. Short Circuit Current per MPPT			40 A	
Start Voltage			300 V	
MPPT Operating Voltage Range*			200 V - 1000 V	
Rated Input Voltage			600 V	
Number of inputs			6	
Number of MPPT Trackers			4	
<b>Output</b>				
Rated AC Active Power	30,000 W	36,000 W	40,000 W	
Max. AC Apparent Power	30,000 VA *	36,000 VA	40,000 VA	
Rated Output Voltage			230 V ac / 400 V ac / 480 V ac (30/36/40)	
Rated AC Grid Frequency			50 Hz / 60 Hz	
Rated Output Current	48.0 A	57.0 A	67.0 A	
Max. Output Current	47.0 A	56.0 A	66.0 A	
Adjustable Power Factor Range			0.8 L/S - 0.9 L/S	
Max. Total Harmonic Distortion			< 3%	

Gambar 10. Spesifikasi *Inverter*

Setelah desain konsep *ECO SMART CHARGING AREA* sudah dirancang dan spesifikasi Photovoltaic dan Inverter telah ditentukan maka dapat ditentukan potensi daya yang terbangkitkan. Berikut adalah perhitungan potensi daya yang dapat terbangkitkan.

Berikut adalah perhitungan kapasitas daya yang dapat dihasilkan oleh *ECO SMART CHARGING AREA*.

$$\begin{aligned} \text{Daya yang terbangkitkan} &= \text{Jumlah PV} \times \text{Watt - Peak (WP) PV} \\ &= 63 \times 550 \text{ wp} \\ &= 34.650 \text{ wp} \\ &= 34,65 \text{ kWp} \end{aligned}$$

Dengan kapasitas 34,65 kWp maka dapat diperkirakan jumlah maksimal kendaraan listrik yang dapat melakukan pengecasan secara bersamaan dengan perhitungan sebagai berikut:

Jika terdapat 10 mobil listrik Wuling Air EV (*Standard Range*) yang melakukan pengecasan secara bersama, maka kebutuhan energi listrik sebesar :

$$2,035 \text{ kWh} \times 10 \text{ unit} = 20,35 \text{ kWh}$$

Berikut perhitungan jumlah motor yang dapat melakukan pengecasan secara bersamaan dengan 6 unit mobil listrik Wuling Air EV:

$$\text{Jumlah motor listrik} = \frac{\text{Total Energi Terbangkitkan} - \text{Energi 6 unit mobil listrik Wuling Air EV}}{\text{Kebutuhan energi rata-rata motor listrik}}$$

$$= \frac{(34,65 \text{ kWp} - 20,35 \text{ kWh})}{0,345 \text{ kWh}}$$

$$= \frac{14,3 \text{ kWh}}{0,345 \text{ kWh}}$$

$$= 41 \text{ unit}$$

#### 4. Kesimpulan

*ECO SMART CHARGING AREA* adalah inovasi tempat pengisian baterai kendaraan listrik umum berbasis *Photovoltaic Roof System* yang dibangun di Politeknik Negeri Jember. Charging area ini memiliki Panjang 11 m dan lebar 35,49 m serta memiliki luas sebesar 130,13 m<sup>2</sup>. *ECO SMART CHARGING AREA* dapat menghasilkan potensi energi surya sebesar 34.650 WP atau 34,65 kWp. Dengan jumlah energi yang dapat dihasilkan mencapai 34,65 kWp maka charging area ini dapat melakukan pengecasan 10 unit mobil listrik merk Wuling Air EV (*Standard Range*) dan 41 unit motor listrik secara bersamaan.

#### Referensi

- [1] Vivi Triana, "Pemanasan Global 3," *J. Kesehat. Masy. Andalas*, vol. 2, no. 2, p. 36, 2008, [Online]. Available: 10.24893/jkma.2.2.159-163.2008
- [2] H. Kurniatun, "PERUBAHAN IKLIM GLOBAL: Penyebab dan dampaknya terhadap lingkungan dan kehidupan Kurniatun Hairiah," *Tanah, Jur. Pertanian, Fak. Brawijaya, Univ. Veteran, Jl*, no. perubahan iklim, pp. 1–41, 2013.
- [3] Green Peace, "RINGKASAN KITA, BATUBARA & POLUSI UDARA," *Artik. Ancaman Maut PLTU Batu Bara*, pp. 1–16, 2015.
- [4] GAIKINDO, "2021 Whole Sales Mobil Indonesia Naik 66 Persen," *Gaikindo*, 2021. [https://www.gaikindo.or.id/2021-whole-sales-mobil-indonesia-naik-66-persen/#:~:text=JAKARTA—Gabungan Industri Kendaraan Bermotor,2020 yang sebanyak 532.027 unit. \(accessed Jan. 28, 2023\).](https://www.gaikindo.or.id/2021-whole-sales-mobil-indonesia-naik-66-persen/#:~:text=JAKARTA—Gabungan Industri Kendaraan Bermotor,2020 yang sebanyak 532.027 unit. (accessed Jan. 28, 2023).)
- [5] Kemenperin, *Upaya Industri Otomotif Bangkit Dari Pandemi*, II. 2022.
- [6] I. P. Dharmawan, I. N. S. Kumara, and I. N. Budiastira, "Perkembangan Infrastruktur Pengisian Baterai Kendaraan Listrik di Indonesia," *J. SPEKTRUM*, vol. 8, no. 3, pp. 90–101, 2021.
- [7] KESDM, "PENYEDIAAN INFRASTRUKTUR PENGISIAN LISTRIK DAN TARIF TENAGA LISTRIK UNTUK KENDARAAN BERMOTOR LISTRIK BERBASIS BATERAI," 2020.
- [8] KESDM, "Menteri ESDM : Perlu Upaya Konkrit dan Terencana Capai Target Bauran 23% Di Tahun 2025," *Humas EBTKE*, 2021. [https://ebtke.esdm.go.id/post/2021/12/15/3038/menteri.esdm.perlu.upaya.konkrit.dan.terencana.capai.target.bauran.23.di.tahun.2025 \(accessed Jan. 28, 2023\).](https://ebtke.esdm.go.id/post/2021/12/15/3038/menteri.esdm.perlu.upaya.konkrit.dan.terencana.capai.target.bauran.23.di.tahun.2025 (accessed Jan. 28, 2023).)
- [9] KESDM, "Kebijakan Strategis Pemanfaatan EBT, Berbasis Produktivitas dan Inovasi," *Humas EBTKE*, 2019. [https://ebtke.esdm.go.id/post/2019/12/18/2432/kebijakan.strategis.pemanfaatan.ebt.berbasis.produktivitas.dan.inovasi \(accessed Jan. 28, 2023\).](https://ebtke.esdm.go.id/post/2019/12/18/2432/kebijakan.strategis.pemanfaatan.ebt.berbasis.produktivitas.dan.inovasi (accessed Jan. 28, 2023).)
- [10] M. . Dr. Ir. Subiyanto, S.T., M.T, Agim Tetuko, Slamet Sukri, Mohamad Almas Prakasa, Handika Prasetya Sukarno Putra, Dr.-Ing. Dhidik Prastiyanto, S.T. M.T, Vera Noviana Sulistyawan, S.T., *Desain Dan Integrasi Smart Microgrid Dengan Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Berbasis Sistem Cerdas Di Area Kampus*. formaci, 2020.
- [11] R. Bayu, "Penjualan Mobil Listrik di Indonesia Capai 15.437 Unit pada 2022," *DataIndonesia.id*, 2023. [https://dataindonesia.id/sektor-riil/detail/penjualan-mobil-listrik-di-indonesia-capai-15437-unit-pada-2022 \(accessed Jan. 28, 2023\).](https://dataindonesia.id/sektor-riil/detail/penjualan-mobil-listrik-di-indonesia-capai-15437-unit-pada-2022 (accessed Jan. 28, 2023).)
- [12] R. E. Rachmanita, "Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Untuk Penerangan Jalan Umum (Pju) Di Dusun Karang Tengah Desa Jatisari ...," *JTT (Jurnal Teknol. Terpadu)*, vol. 10, no. 1, 2022, [Online]. Available: <http://jurnal.poltekba.ac.id/index.php/jtt/article/view/1289>
- [13] W. Z. Z. Muna, R. E. Rachmanita, M. Nuruddin, and N. Faizin, "Studi Evaluasi PLTS Off-Grid di Gedung Jurusan Teknik Politeknik Negeri Jember," *Indones. J. Energy Miner.*, vol. 2, no. 2, pp. 1–12, 2022, doi: 10.53026/ijoem/2022/2.2/1017.
- [14] JA and Solar, "JAM72S30 525-550/MR," *Overview*. 2020. [Online]. Available: [https://www.jasolar.com.cn/html/en/en\\_overview/](https://www.jasolar.com.cn/html/en/en_overview/)
- [15] Tomy Engelbertus, "Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Untuk Catu Daya Tambahan Pada Hotel Kini Kota Pontianak," 2018.
- [16] Huawei, "SUN2000-30/36/40KTL-M3 Smart String Inverter Smart." pp. 2–3, 2019.