

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di kantor CV Mizan Amanah Jalan Kali Pandan, Karanganyar, Kec. Kandanghaur, Kab. Indramayu.. Waktu penelitian ini dilaksanakan dari bulan Maret hingga bulan April 2022. Bangunan kantor CV Mizan Amanah yang akan dijadikan sebagai tempat penelitian dapat di lihat pada Gambar 3.1 dan lokasi pembangunan PLTS dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.1 Kantor CV Mizan Amanah



Gambar 3.2 Lokasi Pembangunan PLTS

CV Mizan Amanah adalah perusahaan yang bergerak di bidang agribisnis yang memiliki fasilitas *electric vehicle charging station* di kantornya. Luas lahan yang

Suroto, 2022

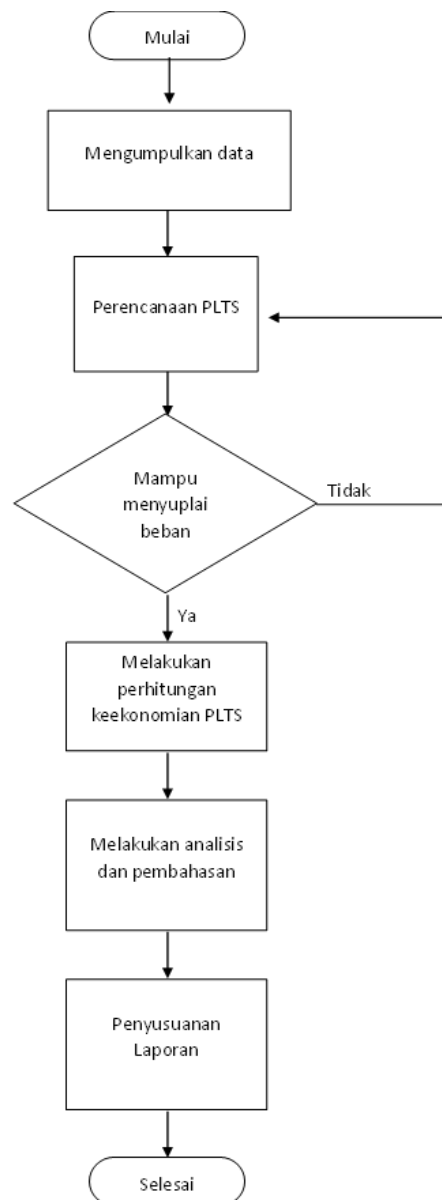
STUDI PERENCANAAN DAN ANALISIS EKONOMI PENERAPAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) SEBAGAI SUMBER ENERGI *ELECTRIC VEHICLE CHARGING STATION* DI KANTOR CV MIZAN AMANAH

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

tersedia di CV Mizan Amanah adalah 192 m² dengan lebar 8 meter dan panjang 24 meter.

3.2 Prosedur Penelitian

Penelitian ini memerlukan diagram alir yang terencana agar mudah dipahami untuk mencapai tujuan penelitian. Prosedur penelitian yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Diagram alir penelitian

1) Mengumpulkan data

Pengumpulan data pada penelitian ini direncanakan menggunakan metode observasi lapangan dan menggunakan data skunder. Data yang diperlukan pada penelitian ini, yaitu data beban listrik *charging station* dan data insolsai matahari di kantor CV Mizan Amanah data data yang sudah terkumpul digunakan sebagai dasar perencanaan PLTS yang akan di terapkan pada *charging station*.

2) Perencanaan PLTS

Setelah data yang dibutuhkan sudah terkumpul selanjutnya adalah melakukan perencanaan PLTS yang meliputi, perencanaan komponen yang akan digunakan, perhitungan daya yang akan dibangkitkan oleh PLTS, dan desain PLTS yang akan di terapkan pada *charging station*.

3) Perhitungan keekonomian PLTS

untuk menentukan kelayakan dari proyek perencanaan PLTS. Dilakukan analisa menggunakan 4 parameter kelayakan ekonomi, yaitu *life cycle cost* (LCC), *net present value* (NPV), *discounted payback periode* (DPP), dan *profitability index* (PI).

4) Analisis dan pembahasan

Langkah terakhir adalah menganalisis penerapan PLTS dan hasil perhitungan untuk menentukan apakah penerapan PLTS sebagai sumber energi *charging station* di kantor CV Mizan Amanah layak diterapkan atau tidak.

3.3 Blok Diagram Sistem

Penerapan PLTS sebagai sumber energi *electric vehicle charging station* yang akan di kembangkan di CV Mizan Amanah diharapkan dapat mensuplai energi listrik untuk kendaraan listrik yang ada di kantor CV Mizan Amanah. Kebutuhan listrik *charging station* di kantor CV Mizan Amanah saat ini di suplai oleh jaringan listrik 20 kV PLN yang Sebagian besar disuplai oleh PLTU dengan bahan bakar fosil. Penggunaan bahan bakar fosil sebagai bahan penghasil energi listrik untuk mensuplai kendaraan listrik bertolak belakang dengan tujuan adanya kendaraan listrik, yaitu mengurangi konsumsi bahan bakar fosil sebagai sumber energi.

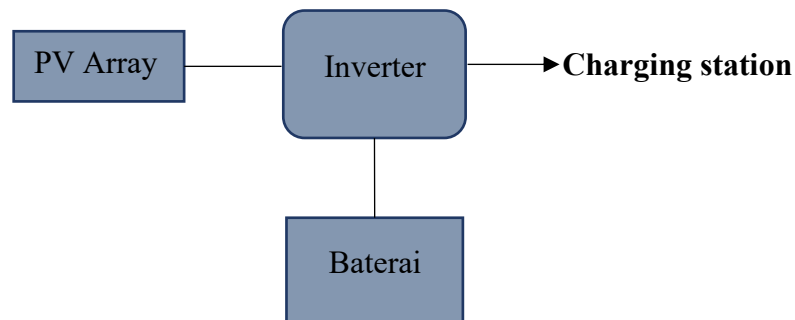
Pengembangan PLTS sebagai sumber energi *charging station* merupakan salah satu upaya dalam mengurangi penggunaan bahan bakar fosil sebagai sumber

Suroto, 2022

STUDI PERENCANAAN DAN ANALISIS EKONOMI PENERAPAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) SEBAGAI SUMBER ENERGI *ELECTRIC VEHICLE CHARGING STATION* DI KANTOR CV MIZAN AMANAH

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

energi kendaraan. Akan tetapi penggunaan PLTS sebagai sumber energi *charging station* masih terdapat masalah, yaitu adanya lonjakan saat pengisian dilakukan. Solusi untuk menghaluskan lonjakan pengisian dan mengurangi waktu *on-peak* ke *off-peak* adalah menggunakan sistem PLTS *stand alone*. Seperti yang sudah di jelaskan pada BAB II sistem *stand alone* adalah sistem yang menggunakan baterai sebagai tempat penyimpanan energi listrik. Menggabungkan *charging station* dengan sistem penyimpanan energi baterai dan PLTS dapat menghilangkan tingginya biaya permintaan yang disebabkan oleh lonjakan penggunaan daya dan memaksimalkan energi terbarukan secara lokal. Pada penelitian ini sistem PLTS yang akan dikembangkan sebagai sumber energi *charging station* di kantor CV Mizan Amanah tampak seperti pada gambar 3.4.



Gambar 3.4 Diagram Blok Sistem PLTS

Cara kerja sistem PLTS sebagai sumber energi *charging station*, yaitu listrik yang dihasilkan oleh panel surya yang tergabung dalam array disalurkan ke inverter 3 in 1 yang sudah termasuk didalamnya terdapat mppt untuk mengatur pengisian baterai, listrik yang disalurkan ke inverter 3 in 1 bisa langsung digunakan untuk men-charge kendaraan listrik, apabila *charger* tidak digunakan maka listrik akan disimpan ke baterai. Waktu pengisian baterai kendaraan listrik menggunakan *charger* 220 V 32 A membutuhkan waktu 5 – 6 jam hingga penuh.

3.4 Pengumpulan Data Penelitian

3.4.1 Data Iradiasi Wilayah Kantor CV Mizan Amanah Indramayu

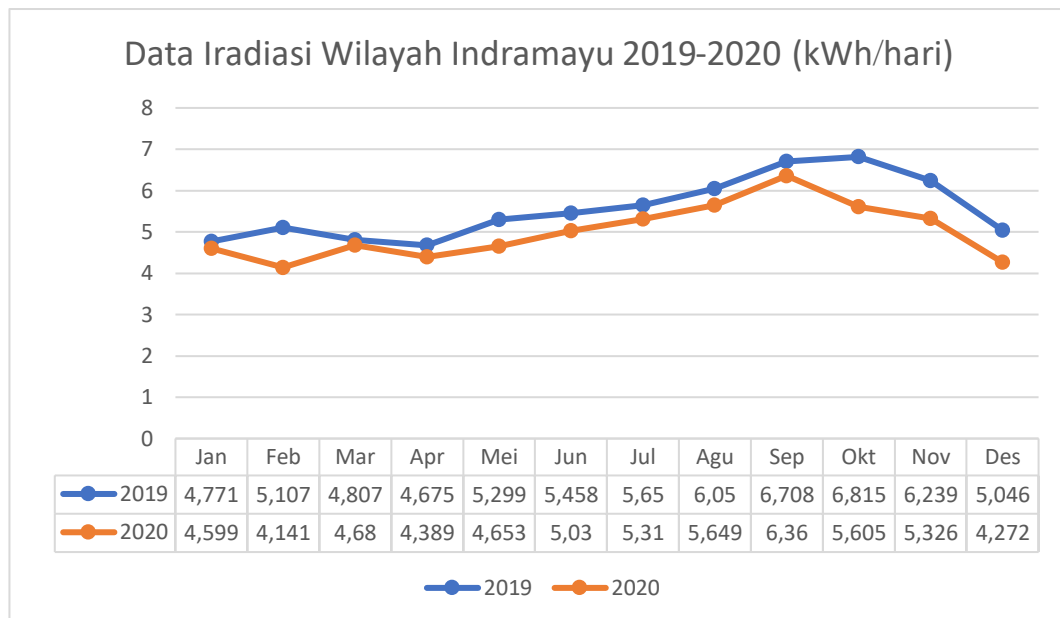
Intensitas cahaya matahari dalam suatu sistem PLTS adalah hal yang sangat penting untuk di perhatikan. Jika intensitas cahaya matahari yang diterima oleh modul surya rendah maka nilai arus (I_{sc}) akan semakin rendah. Hal ini akan mempengaruhi titik *maximum power point* (MPP) sehingga titik MPP berada pada titik yang semakin rendah.

Suroto, 2022

STUDI PERENCANAAN DAN ANALISIS EKONOMI PENERAPAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) SEBAGAI SUMBER ENERGI *ELECTRIC VEHICLE CHARGING STATION* DI KANTOR CV MIZAN AMANAH

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Iradiasi matahari atau rata rata radiasi matahari yang terintegrasi terhadap waktu disebut sebagai iradiasi matahari. Iradiasi matahari adalah jumlah energi matahari yang diterima oleh suatu wilayah tertentu dengan satuan *kilowatt hours* per meter (kWh/m^2). Data iradiasi matahari di wilayah Indramayu bersumber dari data PVGIS dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Data Iradiasi Matahari Wilayah Indramayu 2019 – 2020

Dari data diatas rata-rata iradiasi yang dapat dibangkitkan di wilayah CV Mizan Amanah Indramayu adalah sebesar 5,293 kWh/hari dengan nilai terkecil adalah 4,141 kWh/hari dan nilai terbesar adalah 6,815/kWh/hari.

3.4.2 Data Konsumsi Daya Listrik *Charging Station*

Konsumsi daya listrik *charging station* bergantung pada seberapa sering kendaraan listrik melakukan pengisian. Kendaraan listrik yang mengisi daya di *charging station* kantor CV Mizan Amanah hanya satu kendaraan, yaitu kendaraan listrik yang di miliki oleh owner CV Mizan Amanah, kendaraan listrik yang digunakan adalah Hyundai Kona Elektrik dengan kapasitas baterai 39,2 kW. Kendaraan listrik di cas rata – rata pada saat kondisi daya baterai tersisa 20%. Kondisi kapasitas daya baterai terendah pada saat ingin melakukan pegecasan, yaitu saat daya baterai tersisa 15 % atau 5,88 kW sehingga dibutuhkan daya sebesar 33,32 kW agar daya baterai dapat terisi penuh. Dengan menggunakan charging station 7,2

kW tegangan 200-240 V yang bersumber dari listrik PLN dibutuhkan waktu 5-6 jam untuk mengisi baterai dari 0% hingga 100 %.

3.4.3 Komponen PLTS

1) Modul Panel Surya

Pada penelitian ini modul PV yang digunakan adalah modul PV 450 Wp merek Sunpal dengan spesifikasi seperti pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Spesifikasi Modul Panel Surya

Electrical Charateristics	
Nominal Power	450 Wp
Open Circuit Voltage (Voc/V)	49.3 V
Short Circuit Current (Isc/A)	11.6 A
Voltage at Maximum Power (Vmp/V)	41.5 V
Current at Maximum Power (Imp/A)	10.85 A
Permissible System Voltage	1500 V
Module efficiency	20.7 %
Power Output Tolerance	0-+5 W
Mechanical Proerties	
Width	1038 mm
Length	2094 mm
Weight	23.5 kg
Cell Technology	Monocrystalline
Certification	IEC 61215, IEC 61730, UL 61730 ISO 9001:2008: ISO Quality Management System ISO 14001:2004 : ISO Environment Management System OHSAS 18001:2007 Occupational Healty and Sefety

2) *Inverter*

Inverter yang digunakan pada penelitian ini adalah inverter yang mampu bekerja pada sistem *stand alone* dengan kapasitas 10 kW merek Kenika dengan spesifikasi seperti pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Spesifikasi *Inverter*

Battery	
Battery Voltage	96 V
Inverter Output (AC)	
Rated power	10000 W
Max. apparent power AC	10000 VA
AC voltage regulation	230 V
AC power frequency	50/60 Hz
Surge power	30000 Kw
Feed-in Phase	1
Max. effenciency	93 %
Solar Charger	
Maximum PV array Power	12000 W
MPPT Range	130 V – 175 V
Maximum PV array open circuit	180 V
Maximum Current	100 A
Efficiency	98%
AC Charger	
Charge Current	0 - 40 A
AC input voltage	220 V
Selectabel Voltage range	220 V
Ferquency range	50Hz/60Hz
Deminssion	
Widht	406 mm
Height	225 mm
Depth	700 mm

3) Baterai

Pada penelitian ini baterai yang digunakan adalah baterai 12 V 100Ah merek Kenika dengan spesifikasi seperti pada Tabel 3.3

Tabel 3.3 Spesifikasi Baterai

Voltage	12 V
Current	100Ah
Deminsion	
Widht	31.5 cm
Height	22.5 cm
Depth	15.5 cm

3.5 Perancangan Sistem PLTS

Perencanaan sistem PLTS dimulai dengan melakukan perhitungan jumlah modul surya dan inverter yang digunakan untuk menghasilkan energi listrik. Variabel yang digunakan dalam perencana PLTS adalah sebagai berikut :

3.5.1 Kapasitas PLTS

Kapasitas PLTS yang di perlukan untuk mensuplai *charging station* dengan kebutuhan daya 33,32 kWh/hari dengan kapasitas baterai 39,2 kWh adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\text{Kapasitas PLTS (kWp)} &= \frac{EL}{G_{av} \times \eta_{pv}} \\ &= \frac{33,32 \text{ kWh/hari}}{5,293 \frac{\text{kWh}}{\text{hari}} \times 20,7\%} \\ &= 30,411 \text{ kWp}\end{aligned}$$

3.5.2 Jumlah Modul Surya

Jumlah panel surya yang dibutuhkan agar dapat membangkitkan daya sebesar 30.411 Wp dengan menggunakan panel surya 450 Wp maka jumlah panel surya yang dibutuhkan adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\text{Jumlah panel surya} &= \frac{30.411 \text{ Wp}}{450 \text{ Wp}} \\ &= 67 \text{ unit}\end{aligned}$$

Panel surya yang digunakan adalah panel surya merek Sunpal dengan spesifikasi $V_{mpp} = 41,5 \text{ V}$, $I_{mpp} = 10,85 \text{ A}$ dan $P_{mpp} = 450 \text{ Wp}$ untuk setiap panelnya.

Dikarenakan susunan array tidak bisa menggunakan panel surya dengan jumlah yang ganjil, maka butuh penyesuaian kembali untuk menentukan jumlah panel surya dalam satu *array*. Untuk menghitung rangkaian array digunakan persamaan berikut :

$$\begin{aligned} V_{array} &= 41,5 \text{ V} \times 4 \\ &= 166 \text{ V} \\ I_{array} &= 10,85 \text{ A} \times 6 \\ &= 65,1 \text{ A} \\ P_{array} &= 166 \text{ V} \times 65,1 \text{ A} \\ &= 10806,6 \text{ Wp} \end{aligned}$$

Pada PLTS EV charging station direncanakan terdapat 3 rangkaian array dengan jumlah panel surya setiap array, yaitu 24 unit sehingga jumlah panel surya keseluruhan adalah 72 unit.

3.5.3 Kapasitas Baterai

Kapasitas baterai untuk PLTS EV *charging station* CV Mizan Amanah adalah :

$$\begin{aligned} C &= \frac{N \times E_d}{V_s \times DoD \times n} \\ &= \frac{1 \times 32}{96 \text{ V} \times 0,8 \times 0,93} \\ &= 438,59 \text{ Ah} \end{aligned}$$

Baterai yang digunakan pada perencanaan ini adalah baterai 12 V 100 Ah, maka jumlah baterai yang dibutuhkan adalah :

$$\begin{aligned} &= \frac{96 \text{ V}}{12 \text{ V}} = 8 \\ &= \frac{438,59 \text{ Ah}}{100 \text{ Ah}} = 4,385 \text{ dibulatkan menjadi } 5 \text{ unit baterai} \\ &= 8 \times 5 = 40 \text{ unit} \end{aligned}$$

Maka jumlah yang digunakan adalah sebanyak 40 unit baterai.

3.5.4 Jenis inverter.

PLTS EV charging station memiliki 3 rangkaian array, masing masing array menghasilkan daya sebesar 10806,6 watt maka kapasitas inverter untuk masing masing array adalah inverter 10000 watt dengan input maksimum PV 12000 watt.

Inverter yang digunakan adalah inverter 3 in 1 yang berarti mppt atau charger controller sudah termasuk didalamnya. Untuk menentukan ukuran kabel yang menyalurkan energi listrik dari inverter ke charging station dengan tegangan 220 V dan arus sebesar 32 A maka jenis kabel yang digunakan adalah kabel NYM 2 x 6 mm².

Suroto, 2022

STUDI PERENCANAAN DAN ANALISIS EKONOMI PENERAPAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) SEBAGAI SUMBER ENERGI *ELECTRIC VEHICLE CHARGING STATION* DI KANTOR CV MIZAN AMANAH

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

3.6 Estimasi Produksi Energi PLTS

Estimasi jumlah energi yang di produksi oleh PLTS dapat diketahui dengan mempertimbangkan data irradiasi matahari di wilayah Indramayu. Data irradiasi yang digunakan sebagai dasar perhitungan dilihat pada Tabel 3.1.

Total daya yang dapat di dibangkitkan perharinya adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} P_G &= P_{mpp} \times s \times G_{av} \times \eta_{pv} \\ &= 450 \text{ Wp} \times 72 \text{ unit} \times 5,293 \text{ kWh/hari} \times 20,7 \% \\ &= 35,499 \text{ kWh/hari} \end{aligned}$$

Dengan daya yang hasilkan perhari nya adalah 35,499 kWh/hari maka kebutuhan energi *charging station* untuk pengecasan mobil listrik dapat terpenuhi.

3.7 Perhitungan Keekonomian Perancangan PLTS

Perhitungan keekonomian dilakukan untuk mengetahui biaya energi PLTS dan kelayakan penerapan PLTS berdasarkan ketentuan harga saat ini, menggunakan metode NPV, PI, dan DPP.

Biaya energi PLTS ditentukan oleh biaya siklus hidup, faktor pemulihan modal, dan produksi energi listrik tahunan.

- 1) Biaya siklus hidup (*Live Cycle Cost*) dihitung menggunakan persamaan 2.5 sebagai berikut :

$$LCC = C + M_{pw}$$

- 2) Biaya energi (*Cost of Energy*) PLTS dihitung menggunakan persamaan 2.9 sebagai berikut :

$$COE = \frac{LCC \times CRF}{A \text{ kWh}}$$

- 3) Metode *Net Present Value* (NPV) dihitung menggunakan persamaan 2.10 sebagai berikut :

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{NFC_t}{(1+i)^t} - LCC$$

- 4) Metode *Profitability Index* (PI) dihitung menggunakan persamaan 2.11 sebagai berikut :

$$PI = \frac{\sum_{t=1}^n NFC_t (1+i)^{-t}}{LCC}$$