

# PERANCANGAN POWER SUPPLY UNTUK CHARGING STATION KENDARAAN LISTRIK RODA DUA DENGAN SISTEM PLTS ON GRID

Zevardy Nadhif Dewayana<sup>1</sup>, I Nyoman Setiawan<sup>2</sup>, Ida Ayu Dwi Giriantari<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

<sup>2,3</sup>Dosen Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

Jln. Raya Kampus Unud Kampus Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Kab.Badung, Prov.Bali, 80361

[zevadewayana@gmail.com](mailto:zevadewayana@gmail.com)<sup>1</sup> [setiawan@unud.ac.id](mailto:setiawan@unud.ac.id)<sup>2</sup> [dayu.giriantari@unud.ac.id](mailto:dayu.giriantari@unud.ac.id)<sup>3</sup>

## ABSTRAK

Kendaraan listrik menggunakan energi listrik sebagai pengganti dari energi fosil. Seperti kendaraan berbahan bakar bensin yang membutuhkan fasilitas pengisian bensin, kendaraan listrik juga membutuhkan fasilitas pengisian energi listrik atau biasa disebut dengan *charging station*. Dalam penelitian ini, dilakukan Perancangan *Power Supply* untuk *Charging Station* Kendaraan Listrik Roda Dua dengan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *on grid* di Lahan Parkir Gedung Widya Sabha Universitas Udayana. Dengan perhitungan energi yang dibutuhkan pada *power supply*, maka dapat dibuat perancangan PLTS dan biaya pembuatannya. Perancangan *charging station* ini dapat menampung 10 sepeda motor listrik dengan PLTS yang dapat memberikan energi untuk 2 sepeda motor listrik per hari selama 9 jam kerja secara bergantian. Dengan menggunakan 11 panel surya 450 Wp yang disusun secara seri dan 1 Inverter berkapasitas 4,6 kW, Perancangan ini menghasilkan 8,229 MWh pertahunnya. Total investasi awal pada perancangan ini berdasarkan harga pasar di Indonesia sebesar Rp 99.213.000,-. Berdasarkan studi kelayakan investasi menunjukkan bahwa perancangan ini layak untuk dilaksanakan.

**Kata Kunci :** *Renewable Energy, PLTS, Charging Station*

## ABSTRACT

*Electric vehicles use electrical energy as a substitute for fossil energy. Like gasoline vehicles that require gasoline filling facilities, electric vehicles also require electric energy charging facilities or commonly referred to as charging stations. One of the utilizations of solar power plant can be used for charging electrical energy at the charging station. In this study, a Power Supply Design was carried out for Charging Station for Two-Wheeled Electric Vehicles with Solar Power Plant System on grid in Widya Sabha Building Parking Lot, Udayana University. With the calculation of the energy needed in the Power Supply, the solar power plant design and manufacturing costs can be made. The design of this charging station can accommodate 10 electric motorbikes with solar power plant that can provide energy for 2 electric motorbikes per day for 9 hours of work alternately. By using 11.450 Wp solar panels arranged in series and 1 inverter with a capacity of 4.6 kW, this design produces 8.229 MWh per year. The total initial investment in this design based on market prices in Indonesia is IDR 99.213.000. Based on the investment feasibility, it shows that the investment in this design is feasible to implement.*

**Key Words :** *Renewable energy, Solar Power Plant System, Charging Station*

## 1. PENDAHULUAN

Kebutuhan akan energi menjadi salah satu aspek penting dalam kehidupan manusia. Populasi yang terus bertambah menimbulkan peningkatan permintaan energi sehingga Perusahaan Listrik Negara (PLN) terus berupaya guna mencari serta meningkatkan energi baru terbarukan selaku pemecahan dari energi fosil semacam minyak, gas dan batubara yang dalam jangka waktu panjang akan terus menipis. Energi terbarukan adalah jenis sumber daya energi yang alam sediakan dan dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan. Salah satu sumber energi baru terbarukan yang bisa dikembangkan yaitu energi matahari Indonesia sangat berpotensi dalam meningkatkan sumber energi surya karena Indonesia selalu di sinari oleh cahaya matahari tiap tahunnya walaupun keseriusan radiasi matahari menurun saat turun hujan. Kemampuan sumber energi surya sangat besar di Indonesia, namun pemanfaatannya belum maksimal. Energi matahari mempunyai keuntungan bila dibandingkan dengan energi fosil sebagian keuntungan tersebut semacam sumber energi yang tidak cepat habis, ramah lingkungan serta tidak memunculkan polusi [1].

Kendaraan listrik merupakan salah satu inovasi dalam implementasi dari *renewable energy*. Kendaraan listrik menggunakan energi listrik sebagai pengganti dari energi fosil yang dalam jangka waktu panjang akan terus menipis. Teknologi kendaraan listrik sudah dikemukakan sejak seratus tahun lebih. Pada saat itu kendaraan listrik lebih terkenal dibandingkan dengan kendaraan listrik berbahan bakar minyak. Negara Amerika Serikat dan beberapa negara di Eropa serta Jepang merupakan pengembang kendaraan listrik pada era awal yaitu sekitar tahun 1900-an, pada saat itu jumlah kendaraan listrik lebih banyak dibandingkan dengan kendaraan berbahan bakar minyak karena kelebihan yang dimiliki kendaraan listrik antara lain yaitu tidak bergetar, tidak mengeluarkan asap dan tidak bising.

Perkembangan kendaraan listrik saat ini

telah berada pada kondisi saat semua teknologi pendukungnya telah berkembang sangat pesat. Sebagai contoh teknologi pabrikan dan bahan, mesin listrik, elektronika daya dan mikroelektronika telah berkembang sedemikian pesat sehingga dapat dihasilkan komponen - komponen berspesifikasi tinggi dan dengan ukuran atau berat yang lebih kecil [2].

Pemerintah Indonesia saat ini tengah berupaya untuk mengembangkan kendaraan bermotor listrik sebagai salah satu cara untuk meningkatkan efisiensi energi. Salah satunya yakni dengan penerbitan Peraturan Presiden (Perpres) Nomor 55 Tahun 2019 tentang Percepatan Program Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai untuk Transportasi Jalan [3]. Seperti kendaraan berbahan bakar bensin yang membutuhkan fasilitas pengisian bensin, kendaraan listrik juga membutuhkan fasilitas pengisian daya atau biasa disebut dengan *charging station*. Jumlah dari *charging station* di Indonesia masih terbilang belum cukup untuk memenuhi kebutuhan dari kendaraan listrik yang semakin hari semakin banyak pengguna kendaraan bermotor listrik. Di pulau bali ini baru ada 77 fasilitas pengisian baterai untuk kendaraan listrik dan untuk di daerah jimbaran baru ada 1 yang berlokasi di Puri Gading. Dengan kurangnya fasilitas tersebut penulis merasa perlu untuk membuat perancangan *charging station* di lokasi yang strategis yaitu di lahan parkir Gedung Widya Sabha. Lokasi Gedung Widya Sabha merupakan lokasi yang strategis karena ramai dilewati oleh mahasiswa, penduduk maupun turis. Maka dari itu dengan adanya PLTS atap serta *charging station*, secara tidak langsung menunjukkan dukungan Universitas Udayana sebagai PTN tertua di Bali dalam mendukung program pemerintah yang tertuang dalam Pergub Bali no.45 tahun 2019 tentang Bali Energi Bersih dan Pergub no.48 tahun 2019 tentang KBLBB [4].

Dalam penelitian ini dirancang *power*

*supply* untuk *charging station* berupa lahan parkir untuk 10 (sepuluh) sepeda motor listrik dengan atap yang dilengkapi pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) *on grid* di area parkir Gedung Widya Sabha Universitas Udayana.

## 2. KAJIAN PUSTAKA

### 2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Definisi dari pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) adalah pembangkit listrik yang menggunakan energi matahari untuk menghasilkan energi listrik. Hasil keluaran dari PLTS berupa listrik DC (*Direct Current*), dan dengan menggunakan inverter, listrik DC tersebut dapat diubah menjadi listrik AC (*Alternating Current*). PLTS dapat beroperasi melalui dua metode berbeda, yaitu menggunakan pembangkit listrik fotovoltaik secara langsung dan pembangkit listrik tidak langsung yang mengandalkan energi surya terpusat. Teknologi fotovoltaik memanfaatkan efek fotolistrik untuk mengubah langsung energi cahaya menjadi energi listrik. Penggunaan sistem lensa atau cermin, dengan kombinasi sistem pelacak, digunakan untuk memusatkan energi matahari pada satu titik guna menggerakkan mesin kalor [5].

### 2.2 Konfigurasi Sistem PLTS

Pembangkit listrik tenaga surya memperlihatkan tiga konfigurasi sistem utama, masing-masing menyajikan pendekatan unik terhadap pemanfaatan energi surya. Pertama, terdapat sistem PLTS yang beroperasi secara mandiri dan tidak terhubung ke jaringan PLN (PLTS *Off-Grid/Stand Alone*), di mana pembangkit ini bekerja secara independen tanpa bergantung pada jaringan listrik umum. Kedua, terdapat sistem PLTS yang terhubung ke jaringan PLN (PLTS *On-Grid*), di mana pembangkit listrik tenaga surya ini dapat berbagi energi yang dihasilkannya dengan jaringan listrik publik. Selanjutnya, ada juga PLTS *Hybrid*, yang menggabungkan teknologi listrik surya dengan jenis pembangkit lain, membuka peluang integrasi sumber daya energi yang lebih luas dan fleksibel.

#### a. PLTS *On-Grid*

PLTS *On-Grid* merujuk pada pembangkit listrik tenaga surya yang terkoneksi ke jaringan PLN. PLTS *on grid* memerlukan sebuah *inverter grid* sebagai komponen dalam sistem PLTS tersebut untuk mengonversikan keluaran daya dari PLTS berupa daya DC menjadi daya AC yang disesuaikan dengan syarat *utility grid* atau jaringan listrik yang terhubung [6].

#### b. PLTS *Off-Grid*

PLTS *Off-Grid* adalah kategori pembangkit listrik tenaga surya yang didesain untuk beroperasi secara independen dalam menyediakan daya untuk beban DC atau AC. Baterai pada PLTS *off grid* merupakan komponen yang sangat penting. Panel surya yang menghasilkan daya DC disalurkan ke *Solar Charge Controller* (SCC) untuk melakukan pengisian daya ke baterai. Sehingga baterai menyimpan listrik DC. Listrik DC mengalir ke inverter yang diubah menjadi listrik AC untuk diteruskan ke panel distribusi. Dari panel distribusi disalurkan ke beban yang akan disuplai [7].

#### c. PLTS *Hybrid*

Sistem PLTS *Hybrid* adalah hasil gabungan dari dua atau lebih sistem pembangkit listrik lainnya. Contoh sistem PLTS hybrid dapat berupa PLTS-Genset, PLTS-Mikrohidro dan lainnya [8].

### 2.3 Sepeda Motor Listrik

Sepeda motor berbasis listrik merupakan komponen dari kendaraan listrik. Kendaraan listrik (EV) adalah jenis kendaraan yang menggunakan motor listrik dan mengandalkan energi listrik yang disimpan dalam baterai. Motor listrik memberikan kendaraan torsi secara instan, menciptakan akselerasi yang kuat dan halus. Prinsip kerja kendaraan listrik melibatkan penggunaan energi listrik yang tersimpan di dalam baterai untuk menggerakkan motor, dengan sistem ini diatur oleh sebuah pengontrol [9].

### 2.4 *Charging Station*

*Charging station*, atau sering disebut stasiun pengisian kendaraan listrik, merupakan suatu infrastruktur eksternal yang digunakan untuk mengisi daya kendaraan listrik. Stasiun pengisian ini dilengkapi dengan berbagai komponen pendukung yang

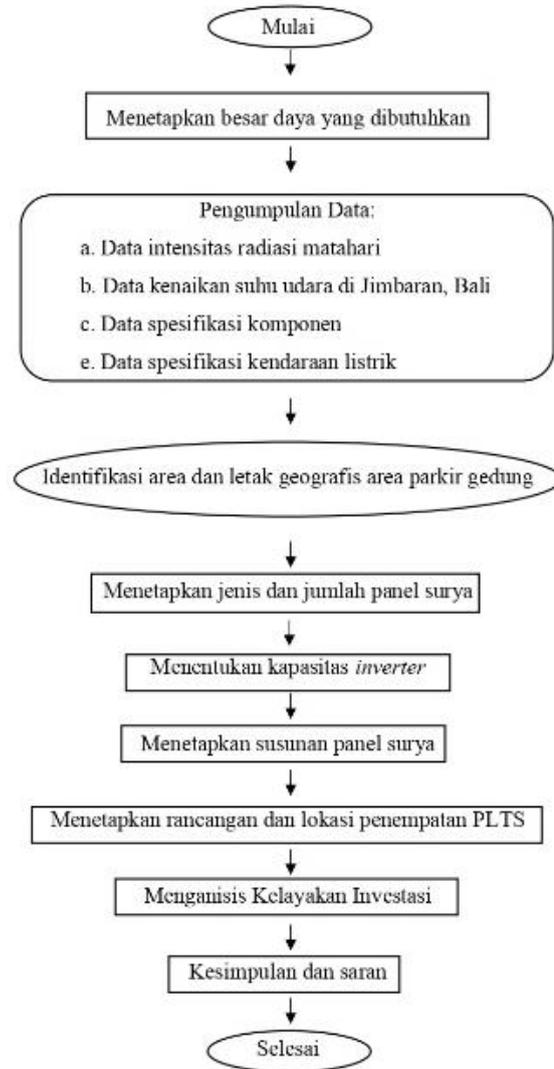
berperan sebagai pusat energi untuk melaksanakan proses pengisian kendaraan listrik. *Charging station* menggunakan sumber dari panel distribusi listrik, stop kontak listrik atau sumber listrik mandiri. *Charging station* pada umumnya memiliki baterai untuk menyimpan daya cadangan dan inverter untuk mengendalikan arus dari sumber menuju ke baterai atau kendaraan listrik [10].

### 2.5 Teknik Analisis Kelayakan Investasi

Agar investasi dapat mencapai tingkat pengembalian yang diharapkan di masa depan, investor perlu melakukan evaluasi kelayakan investasi terlebih dahulu. Evaluasi kelayakan investasi dapat diartikan sebagai langkah yang diambil untuk menilai potensi sukses dari suatu proyek investasi, yang menjadi dasar bagi keputusan apakah investasi tersebut layak diterima atau sebaiknya ditolak. Sebelum mengambil keputusan investasi, langkah analisis kelayakan menjadi penting untuk menghindari penanaman modal pada proyek atau kegiatan yang tidak menguntungkan. [11].

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan untuk area lahan parkir Gedung Widya Sabha Universitas Udayana beralamat di Jalan Raya Kampus Unud Blok R No. 88, Jimbaran, Kuta Selatan, Kabupaten Badung, Bali. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April 2022. Sumber data yang dijadikan acuan dalam rangka penelitian ini melibatkan penggunaan data sekunder. Data ini diperoleh melalui berbagai sumber, termasuk informasi yang diambil dari internet, rujukan literatur terkait, serta jurnal-jurnal yang relevan dengan topik penelitian ini. Proses perolehan data melibatkan analisis dan sintesis informasi dari berbagai sumber untuk mendukung kerangka kerja penelitian yang komprehensif dan akurat dengan perancangan *power supply* untuk *charging station* kendaraan listrik roda dua dengan sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) *on grid*. Gambar 1 merupakan langkah-langkah dalam melaksanakan penelitian ini.



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

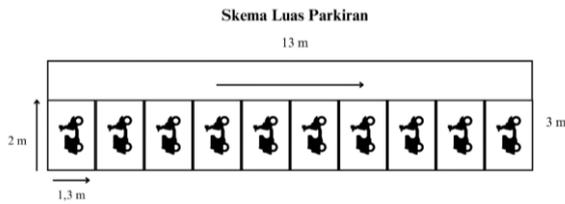
### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Lokasi Perancangan



Gambar 2. Lokasi Perancangan

Perancangan ini dilakukan untuk area parkir Gedung Widya Sabha Universitas Udayana seperti pada gambar 2 yang memiliki kWh meter, Panel Listrik, Trafo Distribusi dan MDP dengan Daya sebesar 131.000 VA Golongan S2/TR yang cukup untuk Perancangan pada penelitian ini.



**Gambar 3.** Skema Luas Parkir

Area parkir yang digunakan pada Gedung Widya Sabha Universitas Udayana memiliki panjang dan lebar berturut-turut adalah 13 m x 3 m dengan luas 39 m<sup>2</sup> dapat digunakan untuk parkir 10 sepeda motor listrik dapat terlihat pada gambar 3. Luas tersebut menyesuaikan dengan luas ideal parkir motor. Dengan mengikuti rata-rata transaksi secara kumulatif SPKLU di seluruh Indonesia yaitu 14 kali/hari dan adanya 999 unit sepeda motor listrik di Bali per Juni 2022 [12]. *Charging station* ini memiliki jam operasional selama 9 jam (08.00-17.00) sedangkan sepeda motor listrik yang menjadi acuan yaitu Gesits memiliki lama waktu pengisian daya selama kurang lebih 4 jam. Sehingga *charging station* ini dapat digunakan sebanyak 20 kali/hari atau lebih.

#### 4.2 Potensi PLTS Atap

Dengan luas atap sebesar 39 m<sup>2</sup> dan luas permukaan modul surya Canadian Solar CS3W-450 MS dengan panjang 2,108 m dan lebar 1,048 m maka luas permukaan modul surya Canadian Solar CS3W-450MS sebesar 2,2 m<sup>2</sup>. Sehingga jumlah modul yang dapat dipasang adalah sebagai berikut [13]:

$$\begin{aligned} & \text{Jumlah Modul} \\ &= \frac{\text{Luas Atap}}{\text{Luas Permukaan Modul}} \\ &= \frac{39 \text{ m}^2}{2,2 \text{ m}^2} = 17 \text{ Unit} \end{aligned}$$

Sedangkan untuk total daya yang dapat dihasilkan oleh PLTS, dapat dihitung dengan cara mengalikan jumlah modul yang didapat yaitu 17 unit modul dengan Pmax dari modul surya:

$$\begin{aligned} \text{Total Daya} &= 17 \times 450 \\ &= 7.650 \text{ Wp} \end{aligned}$$

#### 4.3 Konfigurasi Seri Paralel PLTS

**4.4** Penataan modul surya, apakah dalam hubungan seri atau paralel, disesuaikan dengan besar tegangan masukan inverter yang tengah digunakan. Penentuan

konfigurasi ini merupakan aspek kritis dalam perancangan sistem, di mana kebutuhan untuk mencapai tegangan input inverter yang sesuai menjadi fokus utama. Melalui penyesuaian jumlah dan cara modul surya diatur, sistem dapat dioptimalkan agar sesuai dengan spesifikasi dan kebutuhan daya yang diinginkan, memberikan fleksibilitas dalam menghadapi variasi tegangan yang mungkin terjadi.

Diketahui data modul surya [14]:

- Open Circuit Voltage (Voc) : 49,1 V (1)
- Max Power Point Voltage (Vmpp) : 41,1 V (2)
- Max Power Point Current (Impp) : 10,96 A (3)

Diketahui data inverter :

- Max. input current Inverter (A) : 12 A (3)
- Min. DC input voltage Inverter : 70 V (1)
- Max. DC input voltage Inverter : 480 V (2)

$$\begin{aligned} (1) \text{Rangkaian Seri (min)} &= \frac{V_{\min \text{ inverter}}}{V_{OC \text{ Modul}}} \\ &= \frac{70 \text{ V}}{49,1 \text{ V}} = 1 \text{ unit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (2) \text{Rangkaian Seri (max)} &= \frac{V_{\max \text{ inverter}}}{V_{MPP \text{ Modul}}} \\ &= \frac{480 \text{ V}}{41,1 \text{ V}} = 11 \text{ Unit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (3) \text{Rangkaian Paralel (max)} &= \frac{I_{\max \text{ input inverter}}}{I_{MP \text{ Modul}}} \\ &= \frac{12 \text{ A}}{10,96 \text{ A}} = 1 \text{ Unit} \end{aligned}$$

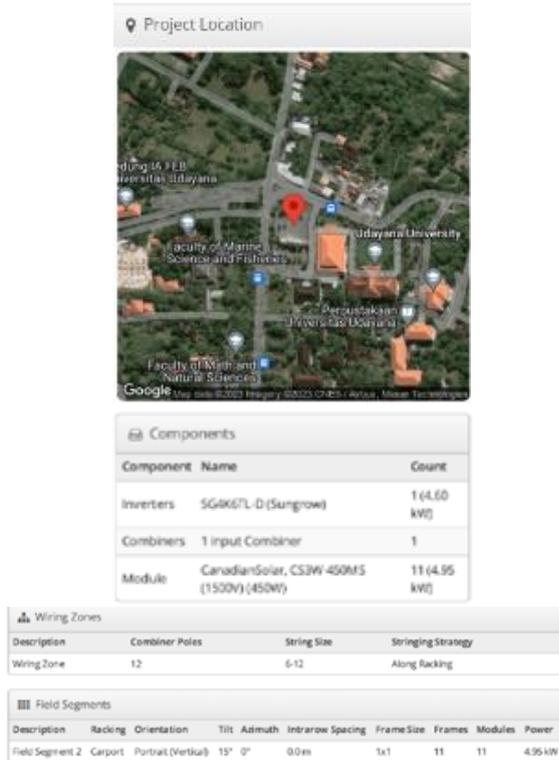
#### 4.5 Sudut Kemiringan Atap

Dalam merencanakan penataan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di Lahan Parkir Gedung Widya Sabha Universitas Udayana, penentuan kemiringan dapat diukur dengan mempertimbangkan letak geografisnya. Lahan parkir ini terletak pada koordinat geografis lintang 8°45'51" LS dan bujur 115°10'16" BT, yang menjadi parameter penting dalam menghitung kemiringan optimal untuk pemasangan modul surya guna memaksimalkan pemanfaatan sinar matahari. [14]:

$$\begin{aligned} \alpha &= 90^\circ + \text{lat} - \delta \text{ (N hemisphere)} \\ &= 90^\circ + 8,45^\circ - 23,45^\circ = 75^\circ \end{aligned}$$

$$\beta = 90^\circ - \alpha = 90^\circ - 75^\circ = 15^\circ$$

4.6 Analisis Helioscope



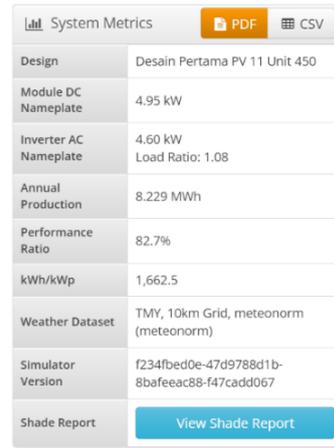
Gambar 4. Hasil Simulasi Helioscope

Seperti yang terlihat pada gambar 4, kapasitas PV yang digunakan berjumlah total 4,95 kWp yang terdiri dari 11 buah modul berkapasitas 450 Wp produksi Canadian Solar dengan nomor seri CS3W-450 MS, yang dirangkai ke dalam 1 string yang memiliki 11 modul yang terinterkoneksi di dalamnya. Selanjutnya, interkoneksi dalam tiap string akan disatukan dalam sebuah boks kombiner DC. Di dalam boks tersebut terdapat beberapa perangkat proteksi seperti DC *circuit breaker*, dan *switch selector*. Inverter yang digunakan pada perancangan ini, Sungrow SG4K6TL memiliki *range of input voltage* dari 90 volt hingga 560 volt.



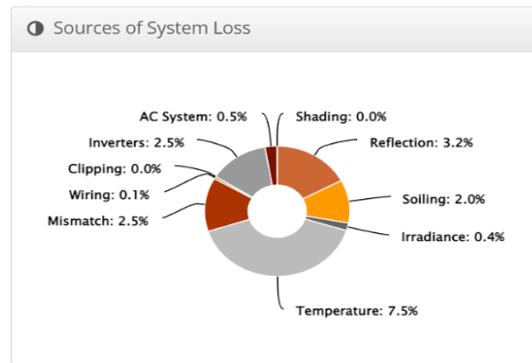
Gambar 5. Diagram Satu Garis PLTS

Seperti yang terlihat pada gambar 5, 11 unit PV yang terinterkoneksi disatukan dalam boks kombiner DC.



Gambar 6. Sistem Metrik PLTS

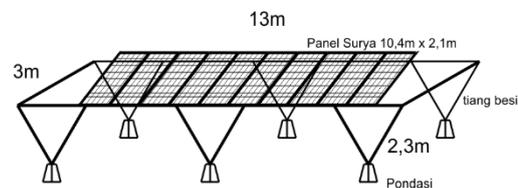
Simulasi helioscope yang telah dilakukan pada Gambar 6 berhasil memproduksi 8.229 MWh energi listrik setiap tahunnya atau 22,5 kWh perharinya, dengan rasio performa atau *performance ratio* sebesar 82,7%.



Gambar 7. Rugi-rugi Daya PLTS

Berdasarkan hasil simulasi helioscope rugi-rugi daya terbesar yaitu temperatur dan tidak rugi-rugi dari *shading*.

4.7 Konstruksi Atap



Gambar 8. Konstruksi Atap

Konstruksi atap dengan tinggi 2 meter ini menggunakan 6 (enam) buah Pondasi Batu Kali, 4 (empat) buah 12 meter Struktur Besi Baja WF yang dibagi menjadi 14 (empat belas) bagian yaitu : 13 meter x 2, 3 meter x2 dan 2,3 meter x12 dan Besi CNP 6 meter sebanyak 2 (dua) buah yang dibagi menjadi 4

(empat) bagian sepanjang 3 meter.

#### 4.8 Biaya Investasi Awal

Tabel 1 menunjukkan rincian biaya investasi awal pada perancangan PLTS untuk *power supply* di lahan parkir gedung widya sabha. Harga diambil dari harga pasar e-commerce di Indonesia tahun 2022 seperti Tokopedia, Bukalapak dan Bilibili. Untuk harga pondasi, jasa pembangunan dan jasa pengiriman didapat dari hasil wawancara dengan Kontraktor PT. Gaja Navati.

**Tabel 1.** Biaya Investasi Awal

No.	Komponen	Kuantitas	Satuan	Harga	Total (Rp)
A. PLTS					
1.	Panel Surya Canadian Solar 450Wp	11	Pcs	3.941.000	43.351.000
2.	Inverter Sungrow SG4K6TL	1	Pcs	14.630.000	14.630.000
3.	Kabel Panel Surya 2x2,5	2	Meter	110.000/meter	220.000
4.	Combiner Box PV	1	Pcs	3.650.000	3.650.000
5.	Power Outlet Single Plug 250V	10	Pcs	65.500	655.000
6.	Rangka Penyangga Panel Surya	36 : 2,1= 17	Pcs	450.000 / 2,1 m	7.650.000
B. Konstruksi					
1.	Besi Baja WF	4	Pcs	2.807.000	11.228.000
2.	Besi CNP	2	Pcs	385.000	770.000
3.	Atap uPVC Alderon	39	M <sup>2</sup>	175.000	6.825.000
4.	Pondasi Batu Kali	6	M <sup>3</sup>	539.000	3.234.000
5.	Jasa pembangunan, pengiriman dan biaya support lainnya.	7	Hari waktu pembangunan dan pengiriman	1000.000	7.000.000
Total					99.213.000

Hasil perhitungan Biaya Investasi Awal sebesar Rp. 99.213.000 sehingga dapat diketahui Rupiah per kWp sebesar Rp. 20.043.000 yang masih ideal untuk di investasikan. Sementara itu, untuk menetapkan biaya operasional dan pemeliharaan, telah diambil keputusan untuk mengalokasikan dana sebesar 1% dari total biaya investasi awal. Langkah ini bertujuan untuk memastikan adanya sumber daya yang

memadai untuk mendukung operasional dan pemeliharaan fasilitas tersebut, dengan harapan bahwa alokasi ini dapat menutupi segala kebutuhan yang mungkin timbul selama masa operasional proyek. Sehingga didapatkan biaya operasional dan pemeliharaan sebesar Rp. 992.130. Perancangan ini bersifat mandiri sehingga pengguna charging station membawa charger sendiri sesuai dengan sepeda motor listrik yang digunakan, maka dari itu tidak ada biaya *charger* pada perancangan ini.

#### 4.9 Perhitungan Penjualan Charging Station

Menurut Peraturan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Nomor 28 Tahun 2016 tarif tenaga listrik yang disediakan oleh PLN untuk Perancangan ini yang terhubung dengan Gedung Widya Sabha merupakan Tarif Tenaga Listrik Golongan S-2/TR dengan biaya per kWh sebesar Rp 900. Berdasarkan tarif SPKLU di Indonesia yaitu Rp 1.650 sampai Rp 2.466 per kWh, Pengguna *charging station* akan dikenakan tarif sebesar Rp 1.650 per kWh yang sesuai dengan peraturan menteri ESDM no.13 tahun 2020. Dengan acuan dimana 20 sepeda motor listrik Gesits menggunakan charging station secara bergantian selama 9 jam kerja dan dengan hasil PLTS Atap memberikan energi untuk 2 sepeda motor listrik Gesits secara bergantian dalam satu hari, maka dapat diketahui pendapatan charging station sebagai berikut [14]:

*Pendapatan*

= *Tenaga Listrik yang digunakan*

*x jumlah pengguna x Tarif Tenaga Listrik*

= ( 8,8 kWh x 20 x Rp 1.650)

= Rp 290.400 per hari

*Pengeluaran*

= (*Tenaga listrik yang digunakan dari PLN*

– *Tenaga listrik yang dihasilkan PLTS*)

*x tarif tenaga listrik*

= ( 8,8 kWh x 20 – 22,5 kWh) x Rp 900

= Rp 138.150 per hari

*Keuntungan = Pendapatan – Pengeluaran*

= Rp 290.400 – Rp 138.150

= Rp 152.250 per hari

= Rp 55.571.250 per tahun

**4.10 Analisis Kelayakan Ekonomi**

Analisis kelayakan investasi charging station ini melibatkan penerapan metode perhitungan *Net Present Value* (NPV), *Benefit Cost Ratio* (B-CR), dan *Discount Payback Period* (DPP). Dalam proses perhitungan NPV, B-CR, dan DPP, diperlukan evaluasi nilai *Net Cash Flow* (NCF), faktor diskonto, dan *Present Value Net Cash Flow* (PVNCF). Menentukan tingkat diskonto berdasarkan data uang beredar Maret 2023 sebesar 3,5%.

$$DF = \frac{1^n}{1+i}$$

$$= \frac{1^1}{1+3,5\%} = 0,97$$

Proses penentuan biaya penggantian inverter (*RPW*) melibatkan perhitungan yang dilakukan dengan mengalikan harga inverter (*F*) dengan faktor diskonto pada tahun pergantian inverter (*DF*). Faktor diskonto tersebut merupakan representasi dari nilai diskon atau penurunan nilai uang dari waktu ke waktu, yang kemudian diterapkan pada biaya penggantian inverter pada saat pergantian terjadi. Dengan demikian, rumus lengkap untuk menentukan biaya penggantian inverter (*RPW*) adalah hasil perkalian antara harga inverter (*F*) dan faktor diskonto pada tahun pergantian inverter (*DF*).

$$R_{PW} = F \times DF$$

$$R_{PW \text{ tahun ke } 11} = Rp \ 14.630.000 \times \frac{1}{(1 + 3,5\%)^{11}}$$

$$R_{PW \text{ tahun ke } 11} = Rp \ 10.020.755$$

Dengan memperhitungkan Diskon Faktor (*DF*) yang memiliki nilai sebesar 0,97, serta mempertimbangkan arus kas masuk sebesar Rp 55.571.250 dan arus kas keluar yang berasal dari biaya pemeliharaan operasional sebesar Rp 992.130, maka hasil penghitungan menunjukkan bahwa arus kas bersih untuk tahun pertama mencapai Rp 54.579.120. Angka ini merepresentasikan selisih positif antara penerimaan dan pengeluaran bersih selama periode tersebut.

$$PVNCF = (Arus \ kas \ bersih - RPW) \times faktor \ diskonto$$

$$= (Rp \ 54.579.120 - Rp \ 0) \times 0,97$$

$$= Rp \ 52.941.746$$

**Tabel 2.** Perhitungan PVNCF

Tahun	Biaya Investasi Awal	Inverter	Arus Kas Bersih	DF	PVNCF	Kumulatif PVNCF
1	Rp 99.213.000	Rp 0	Rp 54.579.120	0,97	Rp 52.942.746	Rp 54.579.120
2		Rp 0	Rp 54.579.120	0,93	Rp 50.758.582	Rp 105.337.702
3		Rp 0	Rp 54.579.120	0,9	Rp 49.121.208	Rp 154.458.910
4		Rp 0	Rp 54.579.120	0,87	Rp 47.483.834	Rp 201.942.744
5		Rp 0	Rp 54.579.120	0,81	Rp 44.209.087	Rp 246.151.831
6		Rp 0	Rp 54.579.120	0,79	Rp 43.117.505	Rp 289.269.336
7		Rp 0	Rp 54.579.120	0,76	Rp 41.480.131	Rp 330.749.467
8		Rp 0	Rp 54.579.120	0,73	Rp 39.842.758	Rp 370.592.225
9		Rp 0	Rp 54.579.120	0,71	Rp 38.751.175	Rp 409.343.400
10		Rp 0	Rp 54.579.120	0,68	Rp 37.113.802	Rp 446.457.202
11		Rp 10.020.755	Rp 54.579.120	0,66	Rp 29.408.521	Rp 475.865.723
12		Rp 0	Rp 54.579.120	0,64	Rp 34.930.637	Rp 510.796.360
13		Rp 0	Rp 54.579.120	0,62	Rp 33.839.054	Rp 544.635.414
14		Rp 0	Rp 54.579.120	0,6	Rp 32.747.472	Rp 577.382.886
15		Rp 0	Rp 54.579.120	0,58	Rp 31.655.890	Rp 609.038.776
16		Rp 0	Rp 54.579.120	0,56	Rp 30.564.307	Rp 639.603.083
17		Rp 0	Rp 54.579.120	0,54	Rp 29.472.725	Rp 669.075.808
18		Rp 0	Rp 54.579.120	0,52	Rp 28.381.142	Rp 697.456.950
19		Rp 0	Rp 54.579.120	0,5	Rp 27.289.560	Rp 724.746.510
20		Rp 0	Rp 54.579.120	0,49	Rp 26.743.769	Rp 751.490.279
21		Rp 7.103.902	Rp 54.579.120	0,49	Rp 23.262.857	Rp 774.753.136
22		Rp 0	Rp 54.579.120	0,47	Rp 25.652.186	Rp 800.405.322
23		Rp 0	Rp 54.579.120	0,45	Rp 24.560.604	Rp 824.965.926
24		Rp 0	Rp 54.579.120	0,44	Rp 24.014.813	Rp 848.980.739
25		Rp 0	Rp 54.579.120	0,42	Rp 22.923.230	Rp 871.903.969

Berdasarkan data yang tercantum dalam Tabel 2, ditemukan bahwa Nilai Kumpul PVNCF mencapai Rp 871.903.969. Net Present Value (NPV) dapat dihitung dengan mengalikan total arus kas bersih dengan faktor diskonto setiap tahunnya, kemudian dikurangkan dengan Biaya Investasi Awal. Formula NPV dapat dinyatakan sebagai berikut: [14].

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{NCF_t}{(1+i)^t} - \text{Biaya Investasi Awal}$$

$$= Rp \ 871.903.969 - Rp \ 99.213.000$$

$$= Rp \ 772.690.969$$

Hasil perhitungan Net Present Value (NPV) sebesar Rp 772.690.969 (lebih dari 0) menunjukkan bahwa pelaksanaan investasi charging station memiliki potensi keuntungan, sehingga dapat dianggap layak untuk dilakukan.

Rasio Keuntungan Biaya (*Benefit – Cost Ratio*) dapat dihasilkan melalui perbandingan antara jumlah keseluruhan nilai arus kas bersih saat ini dengan nilai investasi awal yang dikeluarkan. Proses ini mencerminkan hubungan proporsional antara manfaat finansial yang dihasilkan oleh proyek atau investasi dengan jumlah modal yang

ditanamkan pada awalnya. Dengan cara ini, Rasio Keuntungan-Biaya menjadi indikator penting untuk mengevaluasi kelayakan ekonomi suatu proyek atau investasi.

$$\begin{aligned} \frac{B}{C} &= \frac{\text{Benefit}}{\text{Cost}} \\ &= \frac{\text{Rp } 871.903.969}{\text{Rp } 99.213.000} \\ &= 8 \end{aligned}$$

Dengan nilai perhitungan Rasio Keuntungan-Biaya (B-CR) sebesar 8 (lebih dari 0), hal ini menunjukkan bahwa investasi dalam charging station memiliki tingkat keuntungan yang tinggi dan oleh karena itu dianggap sebagai pilihan yang layak untuk diimplementasikan.

*Discount Payback Period* (DPP) dihitung dengan menentukan berapa tahun dibutuhkan agar jumlah nilai arus kas bersih saat ini setara atau melebihi nilai investasi awal.

Analisis Tabel 2 menunjukkan bahwa pada tahun pertama, nilai kumulatif PVNCF mendekati besaran nilai investasi awal. Perbedaan atau selisih antara nilai kumulatif PVNCF pada tahun pertama dan investasi awal mencapai sekitar Rp 44.633.880. Lebih lanjut, nilai kumulatif PVNCF pada tahun kedua menunjukkan pertumbuhan yang signifikan, mencapai angka sebesar Rp 105.337.702. Data ini memberikan gambaran bahwa proyek atau investasi ini memiliki potensi untuk menghasilkan arus kas positif setelah melewati periode awal implementasinya.

$$DPP = NnPVNCF - IA + \frac{(\text{Biaya Investasi Awal} - NKPVNCF 1)}{(NKPVNCF 2 - NKPVNCF 1)}$$

$$= 1 + \frac{(\text{Rp } 99.213.000 - \text{Rp } 54.579.120)}{(\text{Rp } 105.337.702 - \text{Rp } 54.579.120)}$$

$$= 1 + \frac{\text{Rp } 44.633.880}{\text{Rp } 50.758.582} = 2$$

Investasi dalam perancangan charging station terbukti layak dengan total waktu yang dibutuhkan untuk menutupi investasi awal hanya selama 2 tahun. Hal ini dapat diinterpretasikan sebagai indikasi positif, mengingat bahwa *Discount Payback Period* (DPP) yang relatif singkat ini lebih kecil dibandingkan dengan umur proyek yang telah direncanakan sebesar 25 tahun. Dengan demikian, kesimpulan ini memberikan keyakinan bahwa proyek tersebut memiliki potensi untuk menghasilkan keuntungan dan

mencapai pengembalian investasi secara efisien dalam jangka waktu yang relatif singkat.

## 5. KESIMPULAN

Dari pembahasan dengan judul *Perancangan Power Supply Untuk Charging Station* Kendaraan Listrik Roda Dua Dengan Sistem PLTS *On Grid* maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Lahan parkir yang digunakan pada Gedung Widya Sabha Universitas Udayana memiliki panjang dan lebar berturut-turut adalah 13 m x 3 m dengan luas 39 m<sup>2</sup> dapat digunakan untuk parkir 10 sepeda motor listrik. *Charging station* ini memiliki jam operasional selama 9 jam (08.00-17.00) sedangkan sepeda motor listrik yang menjadi acuan yaitu Gesits memiliki lama waktu pengisian daya selama kurang lebih 4 jam. Sehingga charging station ini dapat digunakan sebanyak 20 kali/hari atau lebih.
2. Perancangan *power supply* untuk *charging station* dengan PLTS pada lahan parkir Gedung Widya Sabha Universitas Udayana dengan luas 39 m<sup>2</sup> maka lahan parkir tersebut dapat menampung 11 panel surya merek Canadian Solar dengan nomor seri CS3W-450 MS tipe *monocrystalline* dengan kapasitas 450 Wp yang disusun secara seri dengan *Performance Ratio* sebesar 82,7%. Panel surya tersebut akan dihubungkan dengan Inverter Sungrow SG4K6 berkapasitas 4,6 kW. Dan disalurkan ke kWh Meter yang berfungsi untuk menyalurkan daya ke Sepeda Motor Listrik dan sisanya ke Grid.
3. Total Investasi Awal pada perancangan ini berdasarkan harga pasar di Indonesia sebesar Rp 99.213.000. Dengan skenario yaitu *charging* digunakan oleh 20 motor listrik secara bergantian selama 9 jam kerja, maka didapatkan keuntungan pertahun sebesar Rp 55.571.250. Analisis kelayakan investasi dengan memanfaatkan metode *Net Present Value* (NPV), *Benefit Cost Ratio* (BCR), dan *Discounted Payback Period* (DPP) menunjukkan bahwa investasi yang direncanakan dalam perancangan ini layak untuk dilaksanakan. Evaluasi menggunakan ketiga metode tersebut memberikan indikasi positif terkait

dengan potensi pengembalian investasi, keuntungan finansial, dan waktu yang dibutuhkan untuk menutupi investasi awal. Dengan demikian, hasil analisis ini memberikan dasar yang kuat untuk melanjutkan implementasi proyek perancangan tersebut.

## **6. DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Zalmadi, S., Hidayat, S., Effendi, M. N., 2017. Perancangan Penggunaan PLTS Di Stasiun Kereta Api Cirebon Jawa Barat: Sekolah Tinggi PLN, Malang.
- [2] Sukri, S. 2021. Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Sebagai Sumber Energi Lampu Led Superbright Dan Pompa Air Dc Pada Kolam Ikan Mas: Universitas Muhammadiyah Sumatera.
- [3] Iman, D. 2019. Analisa baterai pada motor listrik. Laporan kerja praktek. Universitas Pertamina. Jakarta Selatan.
- [4] Widiartha, I. K. 2005. Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Surya Pada Gedung Sub Dinas Pertambangan Propinsi Bali dan Perbandingan Biaya Terhadap tarif Listrik PLN: Universitas Udayana, Jimbaran Bali.
- [5] Huwae, R. C. 2019. Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya On grid 12 kWp di Gedung BPSKL Wilayah Maluku Papua: Institut Teknologi PLN, Jakarta.
- [6] Diputra, W. 2008. Simulator Algoritma Pendeteksi Kerusakan Modul Surya Pada Rangkaian Modul Surya. Depok: Universitas Indonesia, Jakarta Selatan.
- [7] Zumrodi. 2015. Energi Surya Dan Pembangkit Listrik Tenaga Surya: Institut Teknologi PLN, Jakarta.
- [8] Sukmajati, S., Hafidz, M., 2015. Perancangan dan Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 10 MW On grid di Yogyakarta: Sekolah Tinggi Teknik PLN, Malang.
- [9] Liem, E. B., dkk. 2008. Perancangan Sistem Hibrid Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dengan Jala-Jala Listrik Pln Untuk Rumah Perkotaan: Universitas Jember
- [10] Yuliananda, S. 2013. Kajian Aspek Teknis dan Aspek Biaya Investasi Proyek Pembangkit Listrik Tenaga Surya Pada Atap Beton Gedung: UNTAG, Surabaya
- [11] Yuan, P. I. W. 2018. Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Ongrid 5500 Watt di Rumah Kost Akademi: Politeknik Negeri Banjarmasin.
- [12] Yasmin, L. 2018. Studi Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dengan Sistem On grid Sebagai Alternatif Sumber Tenaga Listrik di SMP Negeri 1 Barru: Institut Teknologi PLN Jakarta.
- [13] Sihotang, G. H. 2019. Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Rooftop di Hotel Kini Pontianak: Universitas Tanjungpura, Pontianak.
- [14] Rotib, W. 2001. Aplikasi Sel Surya Sebagai Sumber Energi Alternatif: IST AKPRIND, Yogyakarta.