



Studi Pendahuluan Sistem PLTS *Off Grid* Sebagai Sumber *Mobile* SPBKL

Auffanida Fadhila Permana¹, Sonki Prasetya^{1*}, Yuli Mafendro Dedet E.S²

¹Teknik Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

² Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

Abstrak

Kebijakan pemerintah mengenai tujuan untuk mencapai Indonesia Zero Emission salah satunya diatasi dengan penggunaan kendaraan listrik, namun saat ini nyatanya Indonesia mendapat pasokan energi listrik 96% dari sumber energi fosil yang pada akhirnya juga masih menghasilkan nilai emisi. Maka dari itu penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah stasiun penukaran baterai atau yang disebut dengan SPBKL berbasis energi surya dengan perancangan sistem secara Off-Grid. SPBKL ini dirancang untuk dapat bergerak dan bisa kemana saja, dikarenakan saat ini stasiun penukaran baterai masih berada di beberapa tempat saja. Perhitungan untuk menentukan komponen yang dipilih menggunakan perhitungan secara teori dan membandingkan dengan aplikasi PVsyst agar mengurangi resiko kesalahan perhitungan. Hasil akhir penelitian ini juga berfokus pada reduksi emisi yang dapat dicapai oleh SPBKL berbasis PLTS Off-Grid, dan biaya sebesar Rp14.032.286 dapat mereduksi emisi sebesar 1,428 TonCO₂ dan 30,01 TonCH₄ setiap tahunnya.

Kata-kata kunci: Stasiun penukaran baterai, PLTS Off-Grid, Emisi

Abstract

The main target of the government would be to attain zero emissions in Indonesia; but, at the moment, Indonesia gets 96% electricity of its fossil energy, which also resulted in decreased emissions. As a reason, the purpose of the research would be to develop a battery swapping station, also known as an SPBKL, powered by solar energy using an off-grid system. Because battery swapping stations are mostly placed in numerous places, this SPBKL is developed to be movable. To reduce the risk of calculation errors, measurements to calculate the selected components are using theoretical calculations and make a comparison with the PVsyst application. The final result of this research also tends to focus on reducing emissions that could be attained by SPBKL based on Off-Grid PLTS, which could reduce emissions by 1,428 TonCO₂ and 30.01 TonCH₄ each year for quite a cost of Rp. 14,032,286.

Keywords: Battery Swapping Station, PLTS Off-Grid, Emission

* Corresponding author E-mail address: sonki.prasetya@mesin.pnj.ac.id

1. PENDAHULUAN

Kendaraan bermotor sendiri merupakan salah satu faktor penyebab penghasil polusi udara terbesar, hal itu terjadi karena kendaraan bermotor menghasilkan gas emisi yang berasal sisa pembakaran di mesin, karena bersifat gas maka emisi yang dihasilkan berupa CO dan CO₂ akan menyebar ke lingkungan, hal ini terjadi kepada seluruh kendaraan bermotor yang ada sehingga peningkatan polusi berbanding lurus dengan peningkatan penggunaan kendaraan bermotor [1].

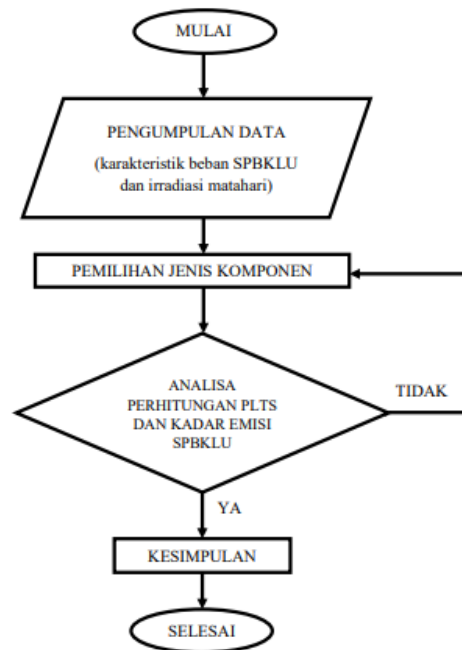
Akibat polusi yang tinggi, efek emisi gas rumah kaca semakin parah, maka pemerintah mencanangkan keputusan baru guna mencapai net Zero Emmission (NZE) Penyusunan komitmen tentang NZE melibatkan Kementerian ESDM dan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan untuk menyusun strategi agar tujuan segera tercapai. Salah satu diantaranya adalah peralihan dari kendaraan berbahan bakar fosil menjadi kendaraan listrik. Pemerintah sudah mengeluarkan ketetapan Peraturan Presiden (PerPres) mengenai percepatan program kendaraan motor listrik berbasis baterai [2]. Untuk mendapat pencapaian yang lebih maksimal menuju Indonesia NZE lebih efektif jika memaksimalkan penggunaan energi terbarukan yang rendah akan emisi. Indonesia memiliki sumber energi yang melimpah terlebih lagi letak Indonesia yang berada tepat di garis khatulistiwa yang menjadikan Indonesia mendapat pasokan energi matahari setiap harinya, potensi energi surya di Indonesia sangat menjanjikan digunakan sebagai penghasil listrik, karena Indonesia memiliki nilai potensi energi surya sebesar 4.8 kWh/m² per hari dengan kapasitas yang terpasang 8 MW, terlebih polusi yang dihasilkan jauh lebih sedikit dibandingkan dengan energi fosil dan energi surya merupakan energi terbarukan yang tidak akan pernah habis jika digunakan terus menerus [3]. Pemanfaatan energi surya sangat sering ditemukan, terlebih lagi untuk menjadi focus penelitian, hal ini terjadi dikarenakan pada penggunaannya cenderung sangat sederhana dan mudah dipahami oleh banyak orang [4].

Berdasarkan fakta dan permasalahan yang ada di atas, timbul pemikiran untuk membuat studi perancangan stasiun penggantian baterai untuk motor listrik berbasis *mobile* PLTS di Politeknik Negeri Jakarta. Pada penelitian ini berfokus dalam pemilihan komponen untuk sistem PLTS *Off Grid* sebagai sumber dari SPBKLU, dan untuk menentukan biaya yang dibutuhkan dalam mereduksi emisi CO₂ dan CH₄ seperti yang dihasilkan oleh SPBKLU konvensional.

2. METODE PENELITIAN

1. Diagram Alir

Observasi penelitian mengenai STUDI PENDAHULUAN SISTEM PLTS *OFF GRID* SEBAGAI SUMBER *MOBILE* SPBKLU ini menggunakan data sekunder yang di dapat dari sumber yang jelas dan terpercaya, sehingga didapat spesifikasi SPBKLU yang telah tersedia saat ini. Agar mempermudah pemahaman yang akan dilakukan penelitian ini, maka menggunakan diagram alir seperti Gambar 1 di bawah ini.

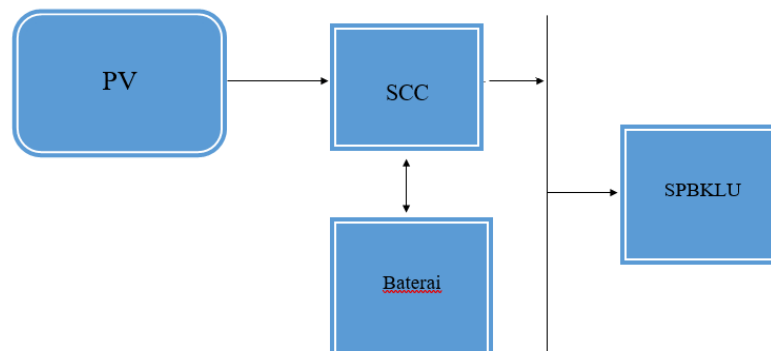


Gambar 1. Diagram Alir

Gambar 1 adalah diagram alir yang menggambarkan tahapan penelitian ini. Dimulai dengan mengumpulkan data karakteristik beban yaitu baterai kendaraan listrik beserta stasiunnya, pemilihan komponen sistem PLTS Off-Grid. Menganalisa perhitungan sistem PLTS dan nilai emisi juga biaya SPBKLU.

2. Pemilihan Komponen

Sebagai gambaran umum komponen yang digunakan, berikut ini menampilkan Gambar 2. konfigurasi sistem yang digunakan di dalam penelitian ini.



Gambar 2. Konfigurasi Sistem PLTS Off Grid

Gambar 2. Adalah konfigurasi sistem yang digunakan dalam penelitian ini, komponennya hanya mencakup PV, baterai dan SCC

Pemilihan komponen yang digunakan adalah dengan perhitungan secara teori dan membandingkan dengan aplikasi PVsyst. Untuk perhitungan secara manual di dapat dengan cara :

- **Menentukan Modul**

Pertama kali yang harus dihitung adalah kebutuhan energi harian yang akan diperlukan dengan persamaan [5] :

$$KE = Daya\ baterai \times Jml\ baterai \times Jam\ nyala \quad (1)$$

Auffanida Fadhila Permana, et al/Prosiding Semnas Mesin PNJ (2022)

Setelah itu menentukan daya puncak dengan memerlukan nilai iradiasi rata-rata daerah setempat dan menambahkan 15% sebagai nilai rugi system dengan persamaan [5]:

$$\text{Daya Puncak} = \left(\frac{\text{Kebutuhan Energi}}{\text{Iradiasi rata-rata}} \right) + 15\% \quad (2)$$

Dengan begitu dapat menentukan kisaran kapasitas modul dan menentukan jumlah modul dengan persamaan [5]:

$$\text{Jml Modul} = \left(\frac{\text{Daya puncak}}{\text{Daya keluaran modul}} \right) \quad (3)$$

- **Menentukan Baterai**

Untuk menentukan kebutuhan energi baterai diperlukan jumlah hari otonomi kondisi kecerahan daerah setempat, dengan persamaan [5]:

$$\text{KE baterai} = \text{KE total} \times \text{Hari otonomi} \quad (4)$$

Jumlah baterai dapat diketahui dengan membutuhkan nilai spesifikasi dari tegangan, arus juga persentase kinerja maksimum baterai, lalu jumlah baterai di dapat dari persamaan berikut [5]:

$$\text{Jml Baterai} = \left(\frac{\text{Energi dari baterai}}{V \times Ah \times \%} \right) \quad (5)$$

- **Menentukan SCC**

Menghitung total arus SCC untuk dapat menentukan kapasitas SCC yang sesuai, perhitungan total arus SCC didapat dari rumus [5]:

$$\text{Total Arus SCC} = \left(\frac{\text{Kapasitas Daya Modul} \times \text{Jml modul}}{\text{Kapasitas tegangan SCC}} \right) \quad (6)$$

Setelah itu dapat mengetahui jumlah SCC yang diperlukan dengan persamaan [5] :

$$\text{Jml SCC} = \left(\frac{\text{Total arus SCC}}{\text{Kapasitas arus SCC}} \right) \quad (7)$$

3. Perhitungan Energi Hasil

Untuk membandingkan nilai energi hasil dari aplikasi PVsyst perhitungan secara teorinya dirumuskan sebagai berikut [6] :

$$E = A \times \eta \text{ PV} \times \text{Irr Total} \times \text{PR} \quad (8)$$

Dengan keterangan :

E = Energi yang dihasilkan PLTS [kWh]

A = Luas area yang dibutuhkan [m²]

η PV = efisiensi modul pada spesifikasi

Irr Total = Iradiasi matahari dalam satu tahun [kWh/m²]

PR = Performance Ratio

4. Perhitungan Emisi dan Biaya

- **Menghitung Kadar Emisi**

Nilai emisi yang dihasilkan dapat dihitung oleh persamaan [7]:

$$E = \text{PE} \times \text{FE} \times \text{GWP} \quad (9)$$

Dengan keterangan :

E : Emisi

FE : Faktor Emisi [kg/kWh]

PE : Penggunaan Energi Listrik [kWh]

GWP : Global Warming Potential

- **Biaya Listrik SPBKLU Konvensional**

Menghitung harga pembayaran listrik setiap bulannya di dapat oleh rumus [8] :

$$\text{Total beban(watt)} = \text{Beban} \times \text{Jam nyala} \times 30 \quad (10)$$

Maka untuk biaya pemakaian dalam 1 bulan adalah [8]:

$$\text{Biaya Pemakaian(Rp)} = \text{Total beban} \times \text{TDL} \quad (11)$$

- **Biaya Operasional PLTS**

Disamping biaya yang diperlukan untuk komponen, PLTS memerlukan biaya operasional yang dapat dihitung dengan persamaan [9]:

$$O\&M = 1\% \times \text{Biaya total Komponen PLTS} \quad (12)$$

- **Biaya 20 Tahun mendatang**

Perhitungan biaya untuk 20 tahun mendatang harus diikuti dengan nilai inflasi dan nilai suku bunga. Maka persamaan untuk menghitung *Future Value* adalah sebagai berikut [10]:

$$FV = PV (1 + r)^n \quad (13)$$

Dengan keterangan :

FV = *Future Value*

PV = *Present Value*

r = nilai suku bunga (3,5%)

n = Jangka waktu yang dihitung (20 tahun)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pemilihan Komponen

Pemilihan komponen berdasarkan 2 metode tadi yaitu dengan perhitungan manual dan dengan aplikasi PLVsyst ditunjukkan pada Tabel 1. Dapat dilihat bahwa perbedaan hanya ada pada jumlah modul dikarenakan spesifikasi yang digunakan berbeda. Dengan kata lain perhitungan secara teori telah sesuai.

Tabel 1. Hasil Perbandingan Pemilihan Komponen

No	Metode	Modul	Jml	Baterai	Jml	SCC	Jml
1.	Manual	600 Wp	4	Li-Ion 25,6 V 200 Ah	5	48 V 50 A	1
2.	PVsyst	500 wp	6	Li-Ion 25,6 V 180 Ah	5	128 V 28 A	1

2. Perbandingan Emisi dan Biaya

Nilai perbandingan emisi dan biaya dalam 1 tahun ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan Emisi dan Biaya dalam 1 Tahun

No	SPBKLU	Emisi CO ₂ [TonCO ₂]	Emisi CH ₄ [TonCH ₄]	Biaya
1.	PLTS	0	0	Rp 49.138.490
2.	PLN	1,43	30,01	Rp 35.106.204

Untuk membandingkan selama 20 tahun mengikuti nilai Inflasi dengan memasukan nilai suku bunga dapat dilihat pada Tabel 3, perbandingan biaya di bawah belum termasuk dengan *Externality Cost* atau biaya kerusakan lingkungan.

Tabel 3. Perbandingan Biaya 20 Tahun ke Depan

Biaya	Sumber PLTS Off-Grid	Sumber PLN
Komponen Sumber Energi	Rp 48.649.000	-
Operasional	Rp 489.490	Rp 35.106.204
Tahun ke - 1	Rp 49.138.490	Rp 35.106.204
Tahun ke - 20	Rp 61.001.572	Rp 1.396.524.000

Tabel 4. Perbandingan Emisi 20 Tahun ke Depan

SPBKLU			
Tahun ke-	Emisi	PLTS Off-Grid	PLN
1	Emisi CO ₂ [TonCO ₂]	-	1,43
	Emisi CH ₄ [TonCH ₄]	-	30,01
20	Emisi CO ₂ [TonCO ₂]	-	28,60
	Emisi CH ₄ [TonCH ₄]	-	600,2

4. KESIMPULAN

Komponen yang dipilih untuk sistem PLTS Off Grid sebagai sumber SPBKLU dengan kebutuhan energi harian sebesar 9 kWh adalah modul surya berkapasitas 600 Wp dengan jumlah 4 unit, baterai berkapasitas 25,6 V 200 Ah berjumlah 5 unit, dan 1 SCC 50 A. SPBKLU dengan sumber PLTS *Off Grid* ini mampu mereduksi emisi sebesar 1,428 TonCO₂ dan 30,01 TonCH₄ dalam 1 tahun jika dibandingkan dengan SPBKLU Konvensional. Dengan selisih Rp14.032.286 untuk merancang *mobile* SPBKLU berbasis PLTS *Off Grid* maka dapat mencapai tujuan pemerintah menuju Indonesia *Zero Emission*.

REFERENSI

- [1] A. Kurnia and Sudarti, "Efek Rumah Kaca Oleh Kendaraan Bermotor," *J. Pendidik. Fis. dan Sains*, vol. 4, no. 2, pp. 1–9, 2021.
- [2] Pemerintah Pusat, "Peraturan Presiden Nomor 55 Tahun 2019 Tentang Percepatan program Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai (Battery Electric Vehicle) Untuk Transportasi Jalan," *Peratur. Pres.*, no. 55, 2019.
- [3] S. Prasetya, L. Li, G. Hunter, and J. G. Zhu, "Prospect of renewable energy utilization in a Indonesian city through microgrid approach," *2012 22nd Australas. Univ. Power Eng. Conf. "Green Smart Grid Syst. AUPEC 2012*, 2012.
- [4] A. S. ZAHRANI, E. J. SIMANJUNTAK, L. E. T. S, and R. RAMADHAN, "PEMBUATAN MODEL TABUNG KOLEKTOR SURYA SEBAGAI PEMANAS AIR," 2020.
- [5] Bayuaji Kencana *et al.*, "Panduan Studi Kelayakan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)," *Indones. Clean Energy Dev. II*, no. November, 2018.
- [6] Dp, "Menghitung Daya dan Energi Panel Surya," 2022. <https://www.konstruksibesar.com/2022/02/menghitung-daya-dan-energi-panel-surya.html>
- [7] Kementerian Lingkungan Hidup, "Peraturan Dirjen Pengendalian Perubahan Iklim No. P5/PPI/SET/KUM I/12/2017 Tentang Pedoman Penghitungan Emisi Gas Rumah Kaca Untuk Aksi

- Mitigasi Perubahan Iklim Berbasis Masyarakat,” 2017.
- [8] T. W. O. Putri, D. Anggaini, A. Senen, and Y. Simamora, “Sosialisasi dan Simulasi Perhitungan Listrik Prabayar Di Wilayah Petukangan Utara Jakarta Selatan,” *Terang*, vol. 1, no. 2, pp. 173–181, 2019, doi: 10.33322/terang.v1i2.222.
- [9] A. K. Al Bahar and A. T. Maulana, “Perencanaan dan Simulasi Sistem PLTS Off-Grid Untuk Penerangan Gedung Fakultas Teknik UNKRIS,” *J. Ilm. Elektrokrisna*, vol. 6, no. 3, pp. 97–107, 2018.
- [10] Ardiprawiro, “Nilai Waktu Uang,” *Dasar Manaj. Keuang.*, pp. 37–61, 2016.