

Analisis Kebutuhan Daya Dan Komponen Untuk Stasiun Pengisian Baterai Kendaraan Listrik Dengan Sumber Energi PLTS Di Politeknik Negeri Samarinda

Sayudi¹, Prihadi Murdiyati^{2*}, La Bima³

^{1,2,3} Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Samarinda, Samarinda 75131

*pmurdiyati@polnes.ac.id

Abstract- *This research focuses on component capacity calculation of the solar power plant utilized as the energy resource of the Politeknik Negeri Samarinda electric vehicle charging station. The calculation provides the solar panel areas, power requirement, number of panels, SCC capacity, back up battery capacity, and charging time. The research method applies approach calculation through comparison with several references designing and implementing solar power plant. The data of the components are obtained through observation and literature review, while the weather data are obtained from BMKG Kalimantan Timur. The result shows that with the sun insolation of Gav 4.42 kWh/m²/day the area of PV is 42.071 m². With the intensity of 1000 W/m² such an area could produce 6,731 Wp. By utilizing 120 Wp panel, the number of panels are 60 units arranged from 15 strings with 4 units at every string. The system could produce 7,333 Wp, 71 V 103 A. The SCC is considered to provide 128.73 A. The charging time will be 8.63 hours or 8 hours 37 minutes.*

Kata kunci: *electric vehicle charging station; electric car; power requirement; component capacity.*

Abstrak- Penelitian ini berfokus pada penentuan kapasitas dari komponen pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) yang digunakan sebagai sumber energi pada stasiun pengisian kendaraan listrik umum (SPKLU) untuk mengisi baterai mobil-mobil listrik yang ada di Politeknik Negeri Samarinda. Perhitungan dilakukan untuk mendapatkan: luas area modul surya, daya yang dibutuhkan, jumlah modul surya, kapasitas SCC, baterai cadangan, dan lama pengisian kendaraan listrik. Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian dengan perhitungan pendekatan dengan membandingkan beberapa referensi yang sama terkait perencanaan dalam membangun PLTS. Metode pengumpulan data baterai dilakukan dengan observasi, studi pustaka dan pengumpulan data kondisi cuaca melalui BMKG Kalimantan Timur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan intensitas matahari sebesar Gav 4.42 kWh/m²/hari dibutuhkan area array modul sebesar 42.071 m². Dengan intensitas sinar matahari sebesar 1000 W/m² daya yang dihasilkan oleh luasan tersebut adalah sebesar 6.731 Wp. Dengan menggunakan modul surya 120 WP, jumlah panel yang digunakan adalah 60 unit yang tersusun dari 15 string 4 unit di setiap stringnya. Sistem tersebut dapat menghasilkan daya 8.333 Wp, 71 V 103 A. SCC menghasilkan 128.73 A. Lama pengisian yang diperlukan adalah 8.63 jam atau 8 jam 37 menit.

Kata kunci: stasiun pengisian baterai; mobil listrik; kebutuhan daya; kapasitas komponen.

I. PENDAHULUAN

Mobil listrik merupakan salah satu kendaraan ramah lingkungan yang menggunakan penggerak berupa motor listrik. Sebagai pengganti mobil berbahan bakar fosil, mobil listrik telah diteliti di berbagai perguruan tinggi di dunia dan telah mulai diproduksi secara komersial. Sebagai perguruan tinggi vokasi yang rutin menghasilkan sumber daya manusia siap kerja, Jurusan Teknik Mesin dan Teknik Elektro Politeknik Negeri Samarinda juga telah mendorong dosen dan mahasiswa untuk melakukan penelitian tentang kendaraan listrik termasuk mobil listrik. Dengan mengenal teknologi ini, mahasiswa akan siap untuk bekerja di industri mobil listrik, atau pendukungnya, seperti bengkel, produksi *spare part*, dan lain-lain.

Pada mobil listrik, energi listrik yang akan digunakan untuk mensuplai motor listrik disimpan dalam baterai. Baterai ini harus diisi kembali setelah level dayanya mencapai nilai minimum tertentu. Jika kendaraan-kendaraan berbahan bakar fosil memerlukan stasiun pengisian bahan bakar untuk mengisi bahan bakarnya, maka mobil-mobil listrik memerlukan stasiun pengisian baterai, yang di Indonesia dikenal sebagai stasiun pengisian kendaraan listrik umum (SPKLU). Beberapa SPKLU yang sudah ada

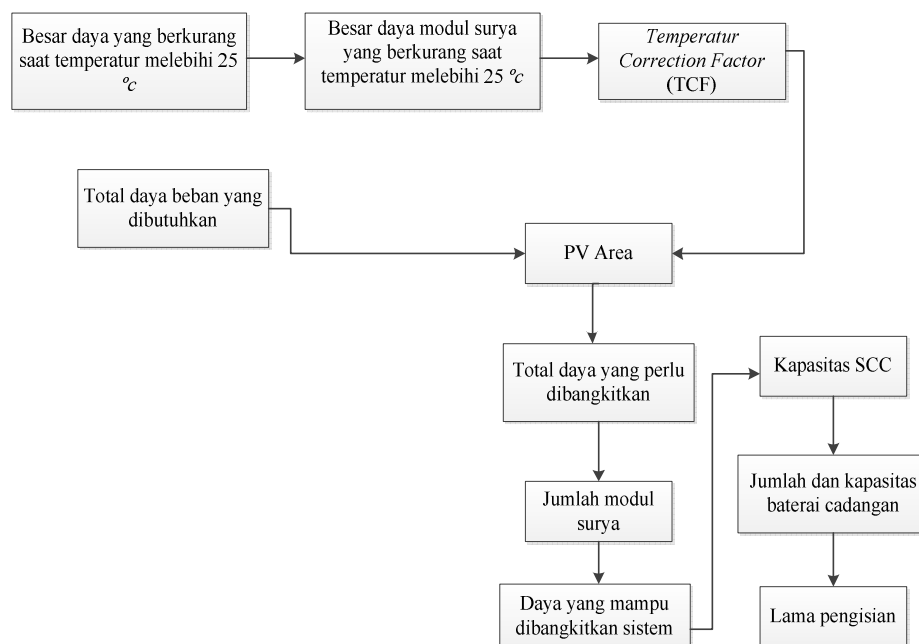
di Indonesia mendapatkan sumber listrik dari PLN. Namun karena jaringan PLN tidak selalu terdapat di seluruh wilayah Indonesia, maka perlu dikembangkan SPKLU yang menggunakan sumber energi lain terutama yang ramah lingkungan. Saat ini, sumber energi ramah lingkungan telah menjadi pertimbangan dalam membuat pembangkit listrik baru. Salah satu jenis pembangkit listrik ramah lingkungan yang mudah diusahakan adalah pembangkit listrik tenaga surya (PLTS). Pembangkit listrik ini lebih mudah dibangun di daerah manapun di Indonesia dibanding pembangkit listrik ramah lingkungan lain seperti pembangkit listrik tenaga bayu/angin (PLTB), pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTMH), karena semua wilayah di Indonesia selalu mendapatkan sinar matahari setahun penuh.

Pada umumnya, komponen utama dari PLTS adalah panel surya, *solar charge controller* (SCC), baterai, dan komponen lain seperti *inverter*, jika sumber tegangan DC yang diperoleh dari PLTS ingin diubah menjadi tegangan AC. Agar sebuah sistem berbasis PLTS dapat bekerja dengan baik, maka diperlukan perhitungan beban, jumlah, kapasitas dan spesifikasi peralatan yang akan digunakan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa perhitungan komponen sistem PLTS yang akan digunakan sebagai komponen SPKLU untuk mobil-mobil listrik yang ada di Politeknik Negeri Samarinda.

II. METODE PENELITIAN

A. Tahapan Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini menggunakan urutan penelitian pada umumnya seperti yang ditunjukkan Penelitian dimulai dengan studi literatur yang kemudian dilanjutkan dengan pengumpulan data. Hasil pembelajaran dari literature digunakan untuk menghitung kebutuhan-kebutuhan sistem PLTS. Setelah proses selesai, dibuatlah laporan. Untuk proses perhitungan kebutuhan sistem, rincian pekerjaannya ditunjukkan pada Gambar 1.



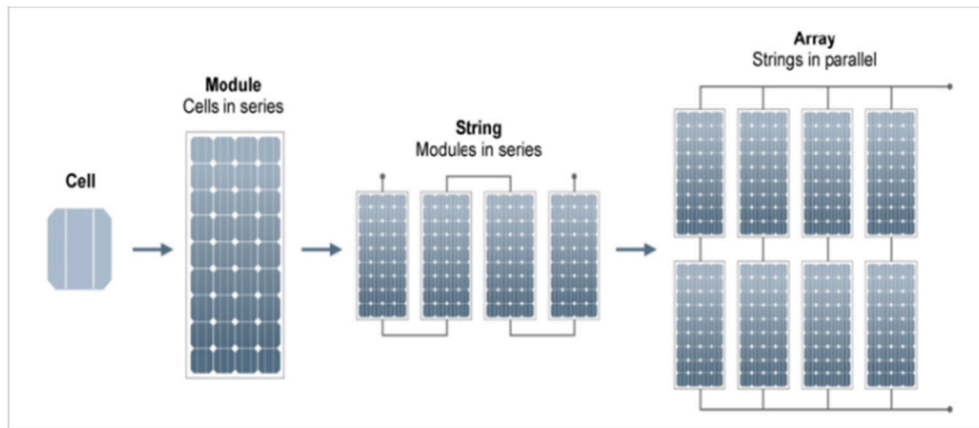
Gambar 1. Flowchart Proses Perhitungan

B. Literature Review

Berikut adalah teori dan dasar perhitungan yang diperoleh dari hasil studi, yang akan digunakan dalam melakukan perhitungan kebutuhan sistem.

1) Modul Surya

Modul surya merupakan alat semikonduktor yang berfungsi mengubah radiasi sinar matahari menjadi energi listrik. Modul surya merupakan sel surya yang dihubungkan satu dengan lainnya secara seri dan paralel menjadi sebuah unit yaitu modul surya. Semakin banyak sel maupun modul surya yang dihubungkan satu sama lain seperti Gambar 2, maka menambah kemampuan sistem untuk mengkonversi energi surya menjadi energi listrik lebih besar [1].



Gambar 2. Modul Surya [2]

Faktor faktor yang dapat mempengaruhi energi listrik yang dihasilkan modul surya antara lain [3]:

- 1) Radiasi sinar matahari atau intensitas radiasi elektromagnetik sinar matahari yang jatuh di permukaan modul (W/m^2).
- 2) Orientasi dan kemiringan modul
- 3) Bayangan (*shading*)
- 4) Kenaikan temperatur pada modul melebihi $25^{\circ}C$

Adapun besarnya pengurangan daya saat mengalami kenaikan temperatur ($^{\circ}c$) melebihi temperatur standar modul surya dapat dihitung pada Persamaan 1 [4].

$$P \text{ saat kenaikan temperatur } (^{\circ}c) = 0,5\% \times P_{mpp} \times \text{kenaikan temperatur } (^{\circ}c) \dots\dots\dots (1)$$

keterangan :

Psaat kenaikan temperatur ($^{\circ}c$)= daya yang berkurang saat temperatur berada diatas normal

P_{mpp} = daya maksimal keluaran modul surya

Berdasarkan Persamaan 1, besar daya keluaran dari modul yang berkurang saat kenaikan temperatur ($^{\circ}c$) ditunjukkan oleh Persamaan 2.

$$P_{mpp} \text{ saat kenaikan temperatur } (^{\circ}c) = P_{mpp} - P \text{ saat kenaikan temperatur } (^{\circ}c) \dots\dots\dots (2)$$

Setelah mengetahui besar daya modul surya yang berkurang maka dapat dihitung nilai *Temperatur Correction Factor* (TCF) dengan menggunakan Persamaan 3 berikut.

$$TCF = \frac{P_{mpp} \text{ saat kenaikan temperatur } (c)}{P_{mpp}} \dots\dots\dots (3)$$

Dalam menentukan jumlah modul surya diperlukan data antara lain [4]:

- 1) Data beban

Beban yang dihitung adalah beban total, dengan tujuan untuk mengetahui jumlah pemakaian dalam periode waktu yang diinginkan oleh pengguna. Persamaan 4 yang digunakan untuk menghitung beban adalah:

$$\text{Beban pemakaian } (Wh) = \text{Daya} \times \text{Lama pemakaian} \dots\dots\dots(4)$$

- 2) *PV Area*

Merupakan luas area yang digunakan untuk modul surya dapat dihitung menggunakan Persamaan 5.

$$PV \text{ Area} = \frac{E_L}{GAV \times TCF \times \eta_{PV} \times \eta_{out}} \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan :

E_L = Energi yang dibangkitkan (Kwh/Hari)

PV Area = Luas permukaan modul surya (m^2)

- G_{AV} = Insolasi matahari harian (Kwh/M²/Hari)
- TCF = Temperature correction factor (%)
- η_{pv} = Efisiensi modul surya (%)
- η_{out} = Efisiensi keluaran(%)

2). Solar Charge Controller

Solar charge controller (SCC) atau juga dikenal dengan sebutan battery charge regulator (BCR) adalah salah satu komponen elektronik daya pada PLTS yang berfungsi untuk mengatur pengisian baterai oleh modul surya agar menjadi lebih optimal. Perangkat ini beroperasi dengan cara mengatur tegangan dan arus pengisian berdasarkan daya yang tersedia dari modul surya [1]. Persamaan 6 menunjukkan perhitungan dalam menentukan kapasitas SCC yang digunakan [5].

$$Kapasitas\ SCC\ (A) = \frac{daya\ yang\ dibangkitkan(wattpeak)\ x\ faktor\ keamanan(1,25)}{tegangan\ sistem\ (v)} \dots\dots\dots (6)$$

3). Baterai

Baterai (accu) merupakan sebuah alat yang memiliki dua bahkan lebih sel elektrokimia yang dapat mengubah energi kimia menjadi energi listrik. Pada PLTS baterai berfungsi untuk menyimpan energi yang dihasilkan oleh modul surya di siang hari, lalu memasoknya ke beban di malam hari atau saat cuaca berawan, atau lebih mudah dikenal dengan baterai cadangan. Adapun perhitungan dalam menentukan jumlah baterai ditunjukkan Persamaan 7.

$$C = \frac{N \times E_d}{V_s \times DoD \times \eta} \dots\dots\dots (7)$$

Keterangan :

- C = Kapasitas Baterai (Ah)
- N = Jumlah Otonomi Hari (Hari)
- E_d = Konsumsi Energi Harian (Kwh)
- V_s = Tegangan Baterai (Volt)
- Dod = Kedalaman Maksimum Pengosongan Baterai (%)
- η = Effisiensi Baterai X Inverter

C. Data

Dalam melakukan perhitungan kebutuhan sistem PLTS untuk sumber energi SPKLU, data yang diperlukan antara lain adalah:

- 1) Data intensitas sinar matahari, suhu, dan cuaca yang diusahakan diperoleh dari intensitas waktu yang panjang. Dengan data ini akan diperoleh potensi energi yang dihasilkan oleh sinar matahari di wilayah bersangkutan perharinya. Kemungkinan penurunan efisiensi karena peningkatan suhu udara.
- 2) Data kebutuhan pemakaian beban perharinya, yang diperlukan untuk menentukan kebutuhan beban perhari dalam satuan kWh.
- 3) Data spesifikasi komponen yang dibutuhkan yang meliputi modul surya, SCC, dan baterai. Data ini diperlukan untuk menghitung jumlah komponen yang diperlukan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebagai dasar pertimbangan perhitungan kebutuhan sistem PLTS, dipilih modul surya dengan spesifikasi seperti yang ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Modul Surya

Keterangan	Spesifikasi
Maximum power (Pmax)	120 W
Maximum power current (Imp)	6.86 A
Maximum power voltage (Vmp)	17.8 V
Open circuit voltage (Voc)	21.8 V

Short circuit current (<i>I_{sc}</i>)	7.43 A
Standar test conditions (<i>STC</i>)	1000 W/m ² , 25°C

Dasar pertimbangan lain adalah spesifikasi baterai yang digunakan pada mobil listrik yang telah dibangun oleh mahasiswa Jurusan Teknik Elektro dan Teknik Mesin, juga baterai cadangan. Data tegangan, arus, daya dan lama pengisian baterai ditunjukkan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Tabel Kebutuhan Daya

Keterangan	Data beban		Daya P= V x I (W)	Lama pembebanan (hour)	Energi (W hour)
	Tegangan (V)	Arus (A)			
Baterai mobil	48	30	1440	5	7200
DOD(80%)					
Baterai cadangan	48	50	2400	6	14400
DOD(80%)					
Total daya yang dibutuhkan					27700

Selanjutnya, data lain yang diperlukan adalah lama penyinaran matahari dalam kurun waktu tertentu (insolasi) disertai dengan temperatur pada wilayah dan potensi daya listrik pada suatu wilayah. Data tersebut berasal dari oleh Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) kelas III Temindung Samarinda [6] dan untuk data intensitas matahari menggunakan sumber data penelitian yang pernah dilakukan oleh [7]. Semuanya terangkum dalam Tabel 3.

Tabel 3. Data Insolasi Matahari Dan Temperatur Wilayah Samarinda Tahun 2012

Bulan	Temperatur(c°)	Lama penyinaran (jam)	Intensitas matahari (Kwh/m ²)
Januari	27.04	2.52	4.66
Februari	27.33	3.2	4.88
Maret	27.64	2.67	4.99
April	27.35	3.32	4.98
Mei	27.69	4.1	4.89
Juni	27.28	3.96	4.76
Juli	27.03	2.90	4.76
Agustus	27.26	2.9	4.87
September	27.92	4.09	4.92
Oktober	27.87	3.83	5.04
November	27.61	3.25	4.8
Desember	27.77	3.32	4.42
Minimum	27.03	2.52	4.42
Maksimum	27.92	4.1	5.04
Rata-rata	27.48	3.33	4.83

Perencanaan sistem PLTS umumnya menggunakan nilai insolasi matahari minimum, dengan tujuan agar pada saat kondisi insolasi matahari berada pada nilai yang paling rendah, maka sistem PLTS yang dibangun tetap dapat memenuhi kapasitas yang daya yang dibutuhkan [5]. Data temperatur untuk wilayah Kalimantan Timur khususnya Kota Samarinda sepanjang tahun 2012 (pada Tabel 2) menunjukkan adanya suhu maksimum 27.92(°C) dengan besar perbandingan suhu sebesar 2.92 (°C) dari suhu standar (25 °C) yang diperlukan oleh modul surya.

Berdasarkan parameter tersebut, dapat dihitung beberapa parameter seperti besar penurunan daya akibat kenaikan temperatur, TCF, dan efisiensi dengan hasil sebagai berikut:

- Mengetahui besarnya daya yang berkurang pada saat temperatur suhu di sekitar modul surya mengalami kenaikan sebesar 2.92 (°C) dari temperatur standarnya. Perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$P \text{ kenaikan temperatur } (2.92 \text{ } ^\circ\text{C}) = 0.5 \% \times P \text{ mpp } \times \text{kenaikan temperatur } (^\circ\text{C})$$

$$= 0.5\% \times 120 \text{ W} \times 2.92 \text{ }^\circ\text{C} = 1.75 \text{ W}$$

- Untuk daya keluaran modul surya yang berkurang pada saat temperatur maksimalnya sebesar 27.92 ($^\circ\text{C}$), perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$P_{\text{mpp kenaikan temperatur (2.92}^\circ\text{C)}} = P_{\text{mpp}} - P_{\text{kenaikan temperatur (2.92 }^\circ\text{C)}} \\ = 120 \text{ W} - 1.75 \text{ W} = 118.25 \text{ W}$$

- Setelah mendapatkan hasil perhitungan daya keluaran modul surya saat temperatur maksimalnya pada 27.92 ($^\circ\text{C}$) maka dapat diketahui nilai *TCF* (*Temperature Correction Factor*) yang diperoleh dengan perhitungan berikut:

$$TCF = \frac{P_{\text{mpp kenaikan temperatur}}}{P_{\text{mpp}}} = \frac{118.25 \text{ W}}{120 \text{ W}} = 0.98$$

- Effisiensi keluaran (η_{out}) ditentukan berdasarkan effisiensi komponen yang melengkapi stasiun pengisian berbasis PLTS seperti baterai dan SCC, maka untuk nilai η_{out} diasumsikan sebesar 0.95.

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, dapat dilakukan perhitungan kebutuhan komponen sistem PLTS. Perhitungan didasarkan atas asumsi bahwa muatan baterai cadangan kosong, sehingga pengisian harus dilakukan pada baterai mobil 48 (V)/30 (Ah) dan baterai cadangan 48(V)/ 50 (Ah) dengan kondisi intensitas matahari berada pada nilai minimum sebesar 1000 (W/m^2). Maka perhitungannya adalah sebagai berikut:

a) Perhitungan PV Area

Dengan mengetahui nilai E_L , G_{av} , *TCF*, η_{PV} , serta η_{out} , maka diperoleh nilai PV area sebagai berikut:

$$E_L = 27.700 \text{ kWh/hari} \\ G_{\text{av}} = 4.42 \text{ kWh}/\text{m}^2/\text{hari} \\ TCF = 0.98 \\ \eta_{\text{PV}} = 0.16 \\ \eta_{\text{out}} = 0.95 \\ PV \text{ area} = \frac{E_L}{G_{\text{av}} \times TCF \times \eta_{\text{PV}} \times \eta_{\text{out}}}$$

$$PV \text{ area} = \frac{27.700 \text{ Kwh/hari}}{\frac{4.42 \text{ Kwh}}{\text{hari}} \times 0.98 \times 0.16 \times 0.95} = 42.071 \text{ m}^2$$

b) Perhitungan Daya Yang Dibangkitkan Oleh PLTS

Dengan luas *array* sebesar 42.071 (m^2) dan intensitas matahari diasumsikan pada saat kondisi cerah yaitu sebesar 1000 (W/m^2) dan effisiensi modul surya yang digunakan adalah 0.16% maka besar daya (wattpeak) yang dibangkitkan :

$$P_{\text{wattpeak}} = PV \text{ area} \times PSI \times \eta_{\text{PV}} \\ = 42.071 \times 1000 \times 0.16 = 6.731 \text{ Wp}$$

Berdasarkan perhitungan di atas didapat estimasi total daya harian yang dibutuhkan 27.700 (kWh/hari) dengan daya yang perlu dibangkitkan sebesar 6.731 Wp.

c) Perhitungan Jumlah Modul Surya

Modul surya yang digunakan ini memiliki spesifikasi P_{mpp} sebesar 120 Wp per modulnya. Berikut perhitungan dalam menentukan jumlah modul surya:

$$\text{Jumlah modul surya} = \frac{P_{\text{wattpeak}}}{P_{\text{mpp}}} = \frac{6.731}{120} = 56.09 \text{ unit}$$

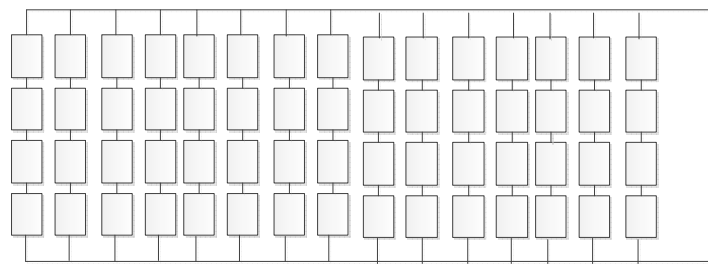
Artinya modul surya yang digunakan sebanyak 56.09 unit. Namun angka tersebut tidak bulat, maka hasil perhitungan dibulatkan menjadi 60 unit dengan rangkaian seri menjadi 48 (V) dalam satu string berisi 4 unit modul dan diparalel sebanyak lima belas string, seperti ditunjukkan pada Gambar 3. Adapun keunggulan semakin banyak jumlah modul surya yang terpasang maka akan membuat sistem bisa bekerja optimal pada kondisi intensitas matahari yang kurang.

$$V_{mpp} \text{ array} = 17.8 \times 4 = 71.2 \text{ V}$$

$$I_{mpp} \text{ array} = 6.86 \times 15 = 103 \text{ A}$$

sehingga

$$P_{mpp} \text{ array adalah } 71.2 \text{ v} \times 103 = 7.333 \text{ Wp}$$



Gambar 3. Rangkaian Array Modul Surya

d) Menghitung Kapasitas Charger Controller

Kapasitas *charger controller* yang digunakan pada stasiun pengisian dapat dihitung dengan cara sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas SCC} &= \frac{\text{daya yang dibangkitkan} \times \text{faktor keamanan}}{\text{tegangan sistem}(pv)} \\ &= \frac{7.333 \times 1.25}{71.2 \text{ V}} = 128.73 \text{ A} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan kapasitas *charger controller* yang terpasang pada stasiun pengisian kendaraan listrik berbasis PLTS yaitu 128.73 (A) atau lebih disesuaikan dengan ketersediaan komponen yang ada serta mempertimbangkan kemungkinan adanya penambahan atau perubahan rangkaian modul surya.

e) Menghitung Kapasitas Baterai

Berikut ini perhitungan dalam menentukan kapasitas baterai.

$$C = \frac{N \times E_d}{V_s \times DOD \times \eta} = \frac{1 \times 27.700}{48 \times DOD(0.8) \times 0,95} = 759.32 \text{ Ah}$$

Dari perhitungan kapasitas baterai didapat sebesar 759.32 (Ah). Pertimbangan pemilihan baterai disesuaikan dengan perencanaan yang akan menggunakan kapasitas baterai yang diinginkan. Saat menggunakan baterai dengan kapasitas baterai cadanga 12 (V), 50 (Ah) maka jumlah baterai yang dibutuhkan:

- Jumlah baterai yang dihubung seri = $\frac{\text{sistem tegangan baterai}}{\text{tegangan baterai per unit}} = \frac{48}{12} = 4$
- Jumlah baterai dihubung paralel = $\frac{\text{kapasitas total baterai cadangan}}{\text{kapasitas baterai per unit}} = \frac{759.32}{50} = 15.18$
dibulatkan 15
- Sehingga jumlah baterai yang dibutuhkan 4 x 15= 60 unit

f) Menghitung Lama Pengisian Baterai

Dikarenakan kapasitas (Ah) baterai yang berbeda maka terlebih dahulu dijumlahkan kapasitas (Ah) baterai antara baterai cadangan dengan baterai beban yang diisi dan agar mendapatkan nilai kapasitas (Ah) total dari baterai tersebut sebagai kesatuan. Perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$\text{baterai beban} + \text{baterai cadangan} = (30+100) + 759.32 \text{ Ah} = 889.32 \text{ (Ah)}$$

Sehingga lama pengisian dapat diperkirakan dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Lama pengisian (h)} = \frac{\text{kapasitas baterai (mAh)}}{\text{output arus charger (mA)}} = \frac{889.32}{103} = 8.63 \text{ hour}$$

Sehingga lama waktu yang diperlukan selama proses pengisian baterai tersebut 8.63 hour atau 8 jam 37 menit.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan yang dilaksanakan sebelumnya diperoleh simpulan sebagai berikut:

- 1) Dengan nilai insolasi matahari Gav berada pada nilai minimum sebesar 4.42 kWh/m²/hari didapat luas area PV sebesar 42.071 m².
- 2) Dengan intensitas matahari yang diterima modul sebesar 1000 W/m², daya yang dapat dihasilkan oleh luasan PV tersebut adalah sebesar 6.731 Wp.
- 3) Jumlah modul surya dengan daya tiap panel 120 Wp yang diperlukan untuk menghasilkan daya tersebut adalah sebanyak 60 unit yang dirangkai secara seri dan parallel. Rangkaian seri (*string*) terdiri dari 4 panel untuk mendapatkan tegangan 48 V, dan diparalel sebanyak 15 string.
- 4) Daya maksimum yang mampu dihasilkan oleh sistem array 60 unit modul surya adalah sebesar 7.333 Wp, dengan tegangan dan arus sistem sebesar 71.2 V, 103 A.
- 5) SCC yang digunakan sebesar 128.73 A.
- 6) Lama pengisian 8.63 jam atau 8 jam 37 menit.
- 7) Besaran nilai yang Gav berpengaruh pada penentuan luas area PV sehingga berdampak untuk daya yang mampu dibangkitkan sistem dan jumlah modul surya yang akan digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Ramadhani, *Instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dos & Don'ts*. Jakarta: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH Energising Development (EnDev) Indonesia, 2018.
- [2] N. K. Kasim. [Online]. https://www.researchgate.net/figure/figure-17-configuration-of-cell-module-and-array34_fig5_342736081
- [3] A. Gifson, M. R. T. Siregar, and M. Pri, "Rancang bangun pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) on grid Di Ecopark Ancol," *TESLA*, vol. XXII, no. 1, pp. 23-33, 2020.
- [4] V. Kossi, *Perencanaan PLTS Terpusat (Off-Grid) Di Dusun Tikalong Kabupaten Mempawah, Pontianak*, 2018.
- [5] V. Kossi, *Perencanaan PLTS Terpusat (Off-Grid) Di Dusun Tikalong Kabupaten Mempawah, Pontianak*, 2018.
- [6] *Data Online Pusat Database-BMKG*. [Online]. https://dataonline.bmkg.go.id/akses_data
- [7] M. Rumbayan, A. Abudureyimu, and K. Nagasaka, "Mapping of solar energy potential in Indonesia using neural network and geographical information system," *Renewable And Sustainable Energy Reviews*, pp. 1437-1449, 2012.