

## PERENCANAAN INTEGRATED SOLAR RENEWABLE ENERGY SYSTEM DI DESA LEBUNG LAUT KECAMATAN RANTAU BAYUR SUMATERA SELATAN

M. Suparlan<sup>1</sup>, A. Sofijan<sup>1</sup>, A. Jarnawi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Teknik Elektro, Universitas Sriwijaya, Palembang  
Corresponding author: A\_sofijan@ft.unsri.ac.id

**ABSTRAK:** Energi listrik merupakan kebutuhan yang sangat vital dalam perkembangan suatu bangsa, bahkan sudah menjadi parameter kesejahteraan suatu negeri di mulai dari seberapa banyak daerah di suatu negeri tersebut telah di aliri listrik. Untuk daerah Sumatera Selatan, rasio elektrifikasi nya sudah mencapai 83.27%, data dari (ESDM 2018) ini menunjukkan bahwa masih ada daerah di Sumatera Selatan yang belum teraliri listrik. Menurut Laporan Akhir Dinas Pertambangan dan Energi Sumatera Selatan (2017), ada 17 Desa di Kabupaten Banyuasin belum teraliri listrik, salah satu daerah yang belum dialiri listrik PLN adalah Desa Lebung Laut, Kecamatan Rantau Bayur Kabupaten Banyuasin Sumatera Selatan.. Jika ditinjau dari letak geografis, Desa Lebung Laut merupakan daerah yang berada dekat dengan khatulistiwa, relatif memiliki energi matahari sepanjang hari dan berkesinambungan. Dengan tersedianya energi matahari, maka di Desa Lebung Laut sangat potensial untuk dibangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Total kebutuhan energi untuk seluruh rumah warga di Desa Lebung Laut dalam satu hari adalah 129 kWh. Untuk memenuhi kebutuhan energi listrik tersebut, maka direncanakan pembangunan PLTS terpusat yaitu dengan Total keseluruhan komponen yang dipakai pada PLTS tersebut yaitu panel surya kapasitas 65 Wp per panel sebanyak 1521 panel. Selain itu dibutuhkan sebanyak 78 unit *charge controller* 80 A, baterai 12 Volt DC dengan kapasitas 260 Ah sebanyak 76 unit, dan menggunakan inverter berkapasitas 10 KW sejumlah 10 unit .

Kata Kunci: Baterai, *Charge controller*, *Inverter*, PLTS

**ABSTRACT:** *Electrical energy is a very vital requirement in the development of a nation, even it has become a parameter of the welfare of a country starting from how many regions in a country have been electrified. For South Sumatra, the electrification ratio has reached 83.27%, the data from (ESDM 2018) shows that there are still areas in southern Sumatra that have not been electrified. According to the Final Report of the South Sumatra Mining and Energy Office (2017), there are 17 villages in the Banyuasin Regency that have not been electrified, one of the areas that has not been electrified by PLN is Lebung Laut Village, Rantau Bayur District, Banyuasin Regency, South Sumatra. , Desa Lebung Laut is an area that is close to the equator, has relatively solar energy throughout the day and is sustainable. With the availability of solar energy, the Lebung Laut Village has the potential to build a Solar Power Plant (PLTS). The total energy requirement for all houses in Lebung Laut Village in one day is 129 kWh. To meet the electricity needs, a centralized PLTS development is planned, with a total of all components used in the PLTS, namely solar panels with a capacity of 65 Wp per panel of 1521 panels. In addition, it takes 78 units of 80 A charge controller, 12 Volt DC batteries with a capacity of 260 Ah as many as 76 units, and uses a 10 KW inverter capacity of 10 units.*

*Keynote : Battery, Charge Controller, Inverter, PLTS*

### PENDAHULUAN

Energi Listrik merupakan hal vital dalam memenuhi kebutuhan manusia, poros berkembangnya kehidupan pada suatu daerah terhadap kebutuhan akan era globalisasi ini. Salah satu indikator seberapa majunya suatu daerah kita dapat melihat apakah energi listrik sudah

tersalurkan secara merata sampai seluruh penjuru. Dari sisi perkembangannya ketika kita memantau dalam *Outlook* Energi Indonesia pada tahun 2014, total kebutuhan energi final pada periode 2015-2019 akan mengalami peningkatan dari 1.219 juta SBM pada tahun 2015 menjadi 1.452 juta SBM pada tahun 2019. Dari segi percepatan peningkatan energi menjadi suatu tolak ukur

kemajuan tingkat kemakmuran masyarakat, hal besar yang menjadi tantangan adalah pada usaha penyediaan energy listrik itu sendiri. Ketika kita melihat kembali rasio elektrifikasi nasional mencapai 84,35%.

Energi terbarukan merupakan salah satu solusi yang tepat dalam penggunaan energy fosil yang semakin lama semakin habis, serta mengurangi emisi gas rumah kaca. Oleh karena itu sangat di butuhkan energi terbarukan yang ramah lingkungan dalam menyokong kebutuhan energy di Indonesia. Untuk memenuhi kebutuhan listrik agar mencapai target, usaha yang dilakukan adalah dengan menambah kapasitas pembangkit listrik, dengan membangun listrik di perdesaan merupakan sebuah solusi untuk meningkatkan rasio elektrifikasi ini. Pemerintah memiliki program untuk memberikan penyaluran listrik untuk masyarakat perdesaan yang dananya telah dianggarkan melalui APBN dan diutamakan pada provinsi dengan rasio elektrifikasi yang relative masih rendah. Cara yang dilakukan dalam melakukan program ini dengan meberikan penyaluran listrik untuk daerah yang belum tersentuh aliran listrik, daerah terpencil dan daerah perbatasan. Untuk Provinsi Sumatera Selatan, rasio elektrifikasinya sudah mencapai 83,27%, ini berarti masih ada daerah yang belum teraliri listrik sebesar 16,73 % penduduk belum dialiri listrik, kebanyakan yang belum teraliri listrik adalah daerah perdesaan yang sulit untuk dijangkau. Salah satu cara untuk menyalurkan listrik ke desa-desa terpencil yang sulit untuk dijangkau dengan menggunakan pembangkit dengan system hybrid. Pembangkit dengan system ini adalah pembangkit yang menggabungkan pembangkit listrik yang berbasis BBM seperti Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) dengan jenis pembangkit yang berbasis energy terbarukan, seperti Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB), pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) dan Pembangkit Listrik Tenaga Biomasa.

Desa Lebung Laut Kecamatan Rantau Bayur Kabupaten Banyuasin merupakan salah satu dari 17 desa yang belum teraliri listrik di daerah sumatera selatan yang juga memiliki potensi energi surya yang berkelanjutan dan dapat dimanfaatkan sebagai Pembangkit Tenaga Surya (PLTS).

## TINJAUAN PUSTAKA

### Energi Matahari

Energi matahari merupakan sumber energi utama untuk proses-proses yang terjadi di bumi. Energi matahari sangat membantu berbagai proses fisis dan biologis di bumi. Matahari memancarkan energi dalam bentuk

radiasi elektromagnetik. Radiasi adalah suatu proses perambatan energi (panas) dalam bentuk gelombang elektromagnetik yang tanpa memerlukan zat perantara.

### Radiasi Energi Matahari

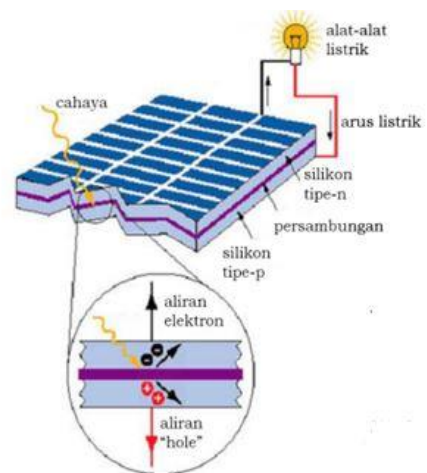
Radiasi matahari yang sampai ke permukaan bumi disebut *insolation (incoming solar radiation)* yang mengalami penyerapan (absorpsi), pemantulan, hamburan, dan pemancaran kembali atau reradiasi.

Pada siang hari dengan cuaca yang cerah, *irradiant* yang mencapai permukaan bumi adalah  $1.000 \text{ W/m}^2$ . Nilai ini relatif terhadap lokasi. Insolasi maksimum terjadi pada siang hari yang cerah namun berawan sebagian. Hal ini terjadi karena pemantulan radiasi matahari oleh awan, sehingga insolasi (energi radiasinya) dapat mencapai  $1.400 \text{ W/m}^2$  untuk periode yang singkat (Arota et al., 2013; Dan et al., 2015; Dautta et al., 2015; Hoque n.d.; Inc., n.d.; Mohammad Bagher, 2016; Permana dan Desrianty, 2015; Sadagopan et al., 2017; Zhang et al., 2019).

### Komponen-Komponen PLTS

#### *Sel Surya (photovoltaic)*

Besarnya pasangan elektron dan hole yang dihasilkan, atau besarnya arus yang dihasilkan tergantung pada intensitas cahaya maupun panjang gelombang cahaya yang jatuh pada sel surya. Intensitas cahaya menentukan jumlah foton, makin besar intensitas cahaya yang mengenai permukaan sel surya makin besar pula foton yang dimiliki sehingga makin banyak pasangan elektron dan hole yang dihasilkan yang akan mengakibatkan besarnya arus yang mengalir. Makin panjang gelombang cahaya maka makin tinggi energi fotonnya sehingga makin besar energi elektron yang dihasilkan, dan juga berimplikasi pada makin besarnya arus yang mengalir. (Jati, 2011)



Gambar 1 Menunjukkan Proses Perubahan Cahaya Akan Menjadi Arus Listrik

*Panel Surya*

Dalam bukunya, *Stand Alone Electric Solar Systems*, (Hankins, 2010), panel surya merupakan komponen yang berfungsi untuk mengubah energi sinar matahari menjadi energi listrik. Panel ini tersusun dari beberapa sel surya yang dihubungkan secara seri maupun paralel. Sebuah panel surya umumnya terdiri dari kurang lebih 36 sel surya, tergantung ukuran panel.

Jenis panel surya yang ada di pasaran saat ini antara lain :

1. Monokristal Silikon (*Mono-crystalline Silicon*)
2. Polikristal Silikon (*Poly-crystalline Silicon*)
3. *Amorphous Silicon*
4. *Copper indium diselenide (CIS)*
5. *Cadmium telluride (CdTe) cells*

*Inverter*

*Inverter* berfungsi untuk merubah arus dan tegangan listrik DC (*direct current*) yang dihasilkan array PV menjadi arus dan tegangan listrik AC (*alternating current*) sehingga dapat digunakan oleh pengguna yang sebelumnya disalurkan melalui jaringan distribusi sebelum sampai kerumah warga. *Inverter* yang digunakan adalah inverter dengan kapasitas tergantung dari kapasitas daya panel surya dengan tegangan keluaran AC 220 Volt. (Jati, 2011).

Sistem PLTS

Sistem PLTS umumnya diklasifikasikan menurut konfigurasi komponennya. Pada prinsipnya ada dua klasifikasi sistem PLTS yaitu PLTS dengan sistem terintegrasi dan PLTS yang terpusat (*Stand Alone*).

Kapasitas PLTS

Penentuan Tegangan Sistem PLTS

Tegangan keluaran dari PLTS sangat penting dalam pemilihan kapasitas tegangan keluaran dari panel surya, tegangan ini juga dapat dipergunakan untuk pemilihan baterai yang akan dipasang dalam PLTS.

Tabel 1. Hubungan antara kapasitas PLTS dengan Tegangan Sistem.

Kapasitas PLTS (kW)	Tegangan Sistem (V)
< 1,5	12
1,5-5	24 atau 48
>5	48-120

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kebutuhan Energi Listrik Desa Lebung Laut

Perencanaan PLTS terpusat akan dilakukan di Desa Lebung Laut dikhususkan untuk 200 rumah ditambah 1 masjid dan 1 Sekolah dasar. Untuk 1 masjid dianggap setara dengan 2rumah dan 1 sekolah dasar dianggap setara dengan 2 rumah. Jadi totalnya sebanyak 204 rumah.

Dalam satu hari energi yang dibutuhkan seluruh warga Desa Lebung Laut yaitu 129 kWh. Itu merupakan kebutuhan total beban yang ada pada Desa Lebung Laut.

Menentukan Sistem PLTS

Seperti yang kita ketahui Desa Lebung Laut belum mendapatkan *supply* listrik dari PLN, tentunya tidak memungkinkan untuk menggunakan sistem *grid-connected*. Oleh karena itu perencanaan pembangunan PLTS di Desa Lebung Laut akan menggunakan sistem PLTS terpusat (*stand-alone*). PLTS terpusat pada Desa Lebung Laut ini akan mensuplai energi listrik untuk mengoperasikan peralatanrumah tangga dan sebagainya. Sistem PLTS terpusat ini terdiri dari komponen *PV array*, *Charge Controller*, Baterai dan *Inverter*.

Menghitung Luas Area Array (PV Area)

Besarnya daya yang berkurang pada saat suhu di sekitar panel surya mengalami kenaikan 9,8°C dari suhu standarnya, diperhitungkan dengan mempergunakan rumus 2.2 sebagai berikut:

$$P_{saat\ t\ naik\ ^\circ C} = 0,5\% \times P_{MPP} \times \text{kenaikan suhu } ^\circ C$$

Jadi, daya maksimum yang di keluarkan panel surya disaat suhunya mengalami kenaikan sebesar 9,8°C menjadi 34,8°C dapat di hitung menggunakan rumus 2.3

Menghitung Komponen PLTS

*Menghitung Jumlah Panel Surya*

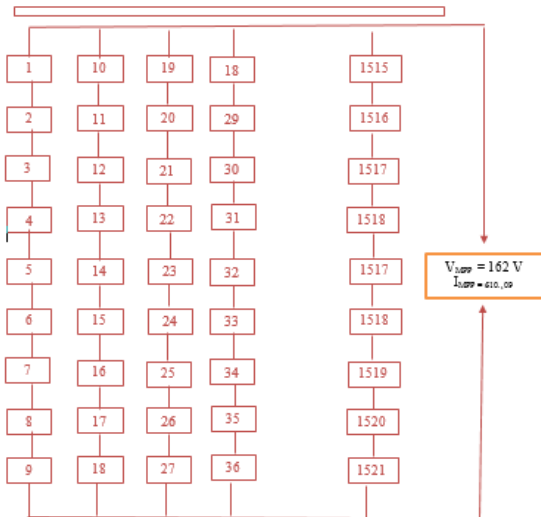
Agar dapat mengetahui jumlah panel surya masing-masing PLTS terlebih dahulu diketahui berapa daya yang dibangkitkan area *array* panel surya tersebut (*Watt peak*). Yaitu dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$P_{wattpeak} = PV\ Area \times PSI \times \eta_{PV}$$

Setelah diketahui nilai  $P_{wattpeak}$  untuk panel surya, maka jumlah masing-masing panel surya untuk PLTS 1, PLTS 2, PLTS 3 dapat diperhitungkan dengan rumus sebagai berikut :

$$P_{wattpeak} = PV\ Area \times PSI \times \eta_{PV}$$

Tegangan keluaran dari panel surya tidak boleh melebihi spesifikasi yang tertera pada *charge controller*. *Maximum Solar Open Circuit Voltage* pada *charge controller* yaitu 150 V. Jadi rangkaian panel yang membentuk *array* adalah terdiri dari 9 panel terhubung seri dan 169 panel yang diparalelkan, sehingga total jumlah panel surya yang dipakai pada PLTS yaitu sebanyak 1521 unit. Perancangan rangkaian elektrikal panel surya pada masing-masing PLTS seperti Gambar 2 berikut:



Gambar 2. Skema Rangkaian Elektrikal Panel Surya

Berdasarkan rangkaian gambar 2 dan spesifikasi yang telah diketahui maka besar VMPP, IMPP dan PMPP pada rangkaian panel dapat diperhitungkan sebagai berikut:

Maka daya yang dapat dihasilkan (PMPP) panel adalah:

$$P_{MPP} = V_{MPP} \times I_{MPP}$$

Jadi masing-masing rangkaian panel surya pada PLTS 1, PLTS 2, dan PLTS 3 dapat menghasilkan daya sebesar 59,295 kW.

Pada perancangan ini digunakan baterai *charge controller* merk Studer jenis Vario Track VT- 80 A.

$$\text{Jumlah Charge Controller yang dibutuhkan} = \frac{6.038 \text{ A}}{80 \text{ A}} = 75.47 \approx \mathbf{76 \text{ unit}}$$

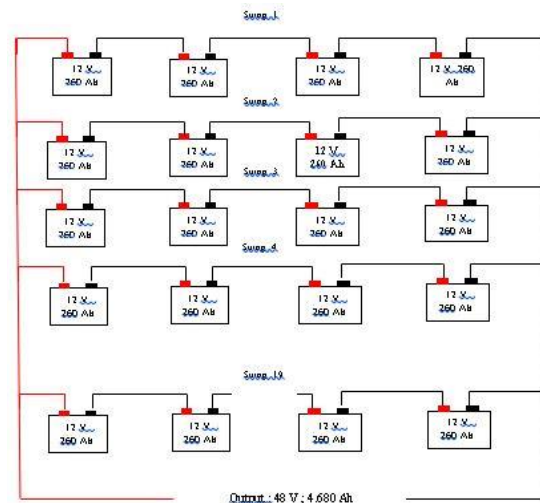
Kapasitas Charge Controller

$$= \text{Kapasitas Per-unit} \times \text{Jumlah}$$

$$= 80 \text{ A} \times 76 = \mathbf{6.080 \text{ A}}$$

Jadi pada PLTS akan membutuhkan *charge controller* sebanyak 76 unit dengan kapasitas sebesar 6.080 Ampere.

Lebung Laut dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 3. Rangkaian Baterai PLTS

Jadi berdasarkan kapasitas baterai yang harus terpenuhi, maka pada masing-masing PLTS 1, PLTS 2, dan PLTS 3 dibutuhkan baterai berjumlah 72 unit yang dipasang secara 8 seri dan 9 paralel dengan tegangan 48 volt dan kapasitas total 3.735 Ah

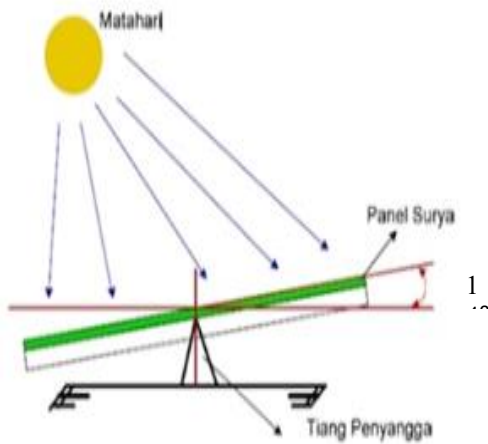
#### Menghitung Kapasitas Inverter

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas Inverter} &= VMPP_{(panel)} \times IMPP_{(panel)} \times n \text{ Panel} \\ &= 59.295,2 \text{ W} \approx \mathbf{59,3 \text{ kW}}. \end{aligned}$$

Pada perancangan ini digunakan *inverter* dengan model GLFOPIC 10 KW. Berdasarkan perhitungan di atas, total kapasitas inverter yang dibutuhkan yaitu sebesar 59,3 kW, jadi agar kapasitas tersebut terpenuhi maka masing-masing PLTS dibutuhkan sebanyak 10 unit *inverter* dengan kapasitas total 100 kW.

#### Perencanaan Pemasangan Panel Surya

Menurut Hankins (2010) cara praktis dalam pemasangan panel surya adalah menghadapkannya ke khatulistiwa pada sudut yang sama ditambah 10°, maka sudut kemiringan untuk panel surya di Desa Lebung Laut adalah sebesar 14°.



Gambar 4. Sudut Pemasangan Panel Surya

Perencanaan PLTS Terpusat di Desa Lebung Laut

Berikut adalah hasil perhitungan jumlah komponen beserta kapasitas yang terpasang pada perencanaan PLTS:

Tabel 2. Perhitungan Komponen Pada Masing-Masing PLTS.

Komponen	Kapasitas Per-Unit	Jumlah Total Komponen	Total Kapasitas Terpasang
Panel Surya	65 Wp	1521 Unit	98.835 Wp
Controller	80 A	78 Unit	6.240 A
Baterai	12 Volt DC, 260 Ah	76 Unit	4.940 Ah
Inverter	10 kW	10 Unit	100 kW

Setelah diketahui jumlah komponen beserta kapasitas yang terpasang pada PLTS, maka pada tabel di bawah ini merupakan total komponen dan total kapasitas yang terpasang dari ketiga PLTS tersebut dengan cara nilai pada tabel di atas dikalikan tiga. Berikut total keseluruhan komponen yang dipakai pada PLTS.

Energi yang Dihasilkan Rangkaian Panel Surya

Total energi yang dihasilkan berdasarkan kapasitas panel yang terpasang pada PLTS Sebesar 98.835 Watt.

Apabila data yang digunakan adalah data insolasi matahari yang terendah, yaitu 1.925 kWh/m<sup>2</sup> maka energi yang dihasilkan panel dapat dihitung sebagai berikut.

$$E_{out} = \frac{P_{wattpeak}}{PSI} \times G_{AV} \text{ terendah}$$

$$= 151.217,55 \text{ Wh} \approx 151,218 \text{ kWh}$$

Apabila data yang digunakan adalah data insolasi matahari yang tertinggi, yaitu 3,080 kWh/m<sup>2</sup>, maka energi yang dihasilkan panel dapat dihitung sebagai berikut.

$$E_{out} = \frac{P_{wattpeak}}{PSI} \times G_{AV} \text{ tertinggi} \approx 449 \text{ kW}$$

KESIMPULAN

Berdasarkan dari perhitungan dan analisa yang telah dilakukan maka didapatkan beberapa kesimpulan tentang perencanaan pembangunan pembangkit listrik tenaga surya terpusat di Desa Lebung Laut, yaitu sebagai berikut:

Energi listrik yang dibutuhkan warga Desa Lebung Laut sebesar 129 kWh, untuk memenuhi kebutuhan tersebut akan dibangun PLTS terpusat yaitu Total keseluruhan komponen yang dipakai pada PLTS tersebut yaitu, panel surya 65 Wp sebanyak 1521 unit dengan kapasitas total 101.205 Wp, selain itu juga membutuhkan charge controller 80 A sebanyak 76 unit dengan kapasitas total 80 A, baterai 12 VDC 260 Ah sebanyak 78 unit dengan kapasitas total 48 VDC 4.940 Ah, dan inverter 10 kW sebanyak 10 unit dengan kapasitas total 100 kW.

Kapasitas energi yang dihasilkan saat insolasi matahari terendah yaitu sebesar 151,218 kWh sedangkan pada saat insolasi matahari tertinggi dihasilkan energi sebesar 438 kWh.

DAFTAR PUSTAKA

Arota, A. S., Kolibu, H. S., and Lumi, B. M. (2013). Perancangan Sistem Pembangkit Listrik Hibrida (Energi Angin Dan Matahari) Menggunakan Hybrid Optimization Model For Electric Renewables (HOMER). Jurnal MIPA. 2(2): 145. <https://doi.org/10.35799/jm.2.2.2013.3193>

Bagher, A. M. (2016). Types of Solar Cells and Application. American Journal of Optics and Photonics. 3(5): 94. <https://doi.org/10.11648/j.ajop.20150305.17>

Dan, A. K., Nandi, S., and Tech, M. (2015). Design Of A Battery Charge Controller of PV System.

Dautta, M., Chowdhury, S. M. S. M., Bipu, M. R. H., Nain, M. Z., dan Khan, S. I. (2015). Testing and performance analysis of charge controllers for Solar Home System. 8th International Conference on Electrical and Computer Engineering: Advancing Technology for a Better Tomorrow. ICECE 2014.

- (04): 313–316. <https://doi.org/10.1109/ICECE.2014.7026923>
- Hoque, A. S. M. J., Kazi, S., Islam, N., Siddik, A., and Ahamed, S. (n.d.). Design and Implementation of a Microcontroller Based 12V-7A / 10A Smart Solar Battery Charge Controller. 1–5.
- Inc., S. P. (n.d.). 12 Volt 30 Amp Digital Solar Charge Controller Installation and Operation Manual.
- Jati, I. N. (2011). Studi Pemanfaatan PLTS Hibrid dengan PLN di Vila Adleson Ubud. Universitas Udayana. Denpasar.
- Hankins, M. (2010). Stand Alone Electric Solar Systems Washington DC. Earthscan. London.
- Permana, E., and Desrianty, A. (2015). Rancangan Alat Pengisi Daya Dengan Panel Surya (Solar Charging Bag) Menggunakan Quality Function Deployment ( Qfd ). Jurnal Online Institut Teknologi. 03(04).
- Sadagopan, S., Banerji, S., Vedula, P., Shabin, M., and Bharatiraja, C. (2017). A Solar Power System for Electric Vehicles with Maximum Power Point Tracking for Novel Energy Sharing. Proceedings - 2014 Texas Instruments India Educators Conference, TIIEC 2014. 124–130. <https://doi.org/10.1109/TIIEC.2014.029>
- Zhang, Y., He, Y., Wang, X., Wang, Y., Fang, C., Xue, H., and Fang, C. (2019). Modeling of fast charging station equipped with energy storage. Global Energy Interconnection. 1(2): 145–152. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.126.1.78>