

RANCANG BANGUN PEMANFAATAN POHON SURYA SEBAGAI CHARGING STATION DI TAMAN KELENGKENG DESA SIMOKETAWANG - SIDOARJO

**¹Ratna Hartayu,²Izzah Aula Wardah,³Febby Rahmatullah Masruchin,⁴Manan
Pratama, ⁵Aswin Dwi Rochman,⁶Septian Ardhana Koesardhinata**

Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Jl. Semolowaru No.45, Menur Pumpungan, Kec. Sukolilo, Kota SBY, Jawa Timur
60118

Email : ¹rhartayu@untag-sby.ac.id ; ²iwardah@untag-sby.ac.id ;
³febbyrahmatullah@untag-sby.ac.id ; ⁴pratamamanan07@gmail.com,
⁵aswindwirochman@gmail.com ; ⁶ardhanaseptian354@gmail.com

Abstrak

Pohon surya atau SPVT (*Solar Photo Voltaic Tree*) adalah arsitektur panel surya buatan yang terlihat seperti pohon alami. Dengan membangun sebuah tiang vertikal di tanah sebagai rangka pohon yang disambungkan ke cabang-cabang yang menyerupai daun. Di cabang - cabang daun ini diletakkan modul PV. Teknologi pohon surya membutuhkan lahan lebih sempit dibandingkan dengan sistem PV tradisional. Selain itu memiliki desain arsitektur yang lebih indah dan bisa disesuaikan dengan lahan. Pohon surya termasuk dalam PLTS *grounding*. Pohon Surya dirancang dengan ketinggian 2,5 m dengan 4 cabang daun. Di cabang daun ini dipasang panel surya dengan kapasitas total 1800 Wp serta menggunakan SCC 24V 80 A. Kapasitas baterai 200 Ah dengan inverter 24V 2000 Watt. *Charging station* diletakkan pada bagian *box panel* yang dapat dimanfaatkan oleh pengunjung taman kelengkeng desa Simoketawang - Sidoarjo yang sedang berwisata atau berada di sekitarnya untuk mengisi daya ponsel, laptop atau perangkat gawai lainnya . Selain itu, penggunaan listrik hasil PLTS pada malam hari bisa juga menjadi sumber penerangan. Jika rata-rata efisiensi intensitas matahari adalah 4 jam/hari, daya yang dihasilkan 7200 Wh. Jika diasumsikan akan digunakan untuk 8 jam/hari, maka daya yang bisa dikonsumsi menjadi 900 W per jam/hari.

Kata kunci: baterai, inverter, pohon surya, PV, solar charger controller.

Abstract

A solar tree or SPVT (*Solar Photo Voltaic Tree*) is an artificial solar panel architecture that looks like a natural tree. By building a vertical pole on the ground as a tree frame connected to branches that resemble leaves. PV modules are placed on these branches. Solar tree technology requires less land than traditional PV systems. In addition, it has a more sophisticated architectural design and can be adapted to the land. Solar Tree is designed with a height of 2.5 m with 4 leaf branches. In this leaf branch, solar panels are installed with a total capacity of 1800 Wp and used SCC 24V 80 A. Battery capacity 200 Ah with an inverter 24V 2000 Watt were installed. The charging station is placed on the panel box that can be used by visitors

to the longan park of Simoketawang - Sidoarjo village to charge their cellphones, laptops or other gadgets. In addition, it can also be a source of lighting at night. If the average efficiency of solar intensity is 4 hours/day, the estimated power generated is 7200 Wh. If it is assumed to be used for 8 hours/day, then the power that can be consumed will be 900 W per hour/day.

Keywords: battery, inverter, solar tree, PV, solar charger controller.

Pendahuluan

Potensi energi cahaya matahari sebagai sumber energi terbarukan banyak tersedia di alam. Listrik tenaga matahari dibangkitkan oleh komponen yang disebut panel surya. Komponen ini mengkonversi energi dari cahaya matahari menjadi energi listrik [1]. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) fotovoltaik adalah sistem pembangkit listrik yang energinya bersumber dari radiasi matahari. Sistem fotovoltaik mengubah radiasi sinar matahari menjadi listrik. Semakin tinggi intensitas radiasi (iradiasi) matahari yang mengenai sel fotovoltaik, semakin tinggi daya listrik yang dihasilkannya [2]. Sistem PLTS terdiri dari modul fotovoltaik, *solar charge controller*, baterai, *inverter*, dan beberapa komponen pendukung lainnya [3].

Salah satu hal yang perlu diperhatikan dalam pembangunan selain bangunan itu sendiri yaitu adanya lahan kosong atau ruang terbuka yang berada di sekitar bangunan tersebut [4]. Desa Simoketawang menjadi sasaran pada penelitian ini karena desa tersebut saat ini tumbuh berkembang menjadi desa mandiri dengan memanfaatkan tanah desa yang selama ini tidak termanfaatkan menjadi Wisata Kampung Kelengkeng. Upaya membenahi desa kecil ini agar menjadi desa wisata mandiri meliputi semua aspek kehidupan, termasuk di dalamnya mandiri akan energi. Salah satu EBT (Energi Baru Terbarukan) yang bisa dikembangkan di desa Simoketawang adalah PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya).

Pemanfaatan energi surya di Taman Kelengkeng Desa Simoketawang Sidoarjo dikemas dalam bentuk pohon surya (SPVT: *Solar Photovoltaics Tree*). Pohon surya adalah arsitektur panel surya buatan yang terlihat seperti pohon alami. Dengan membangun sebuah tiang vertikal di tanah sebagai rangka pohon yang disambungkan ke cabang-cabang yang menyerupai daun. Pada cabang – cabang daun ini diletakkan modul pv. Teknologi pohon surya membutuhkan lahan lebih sempit dibandingkan dengan sistem PV tradisional. Selain itu memiliki desain arsitektur yang lebih indah dan bisa disesuaikan dengan lahan. Pohon surya termasuk dalam PLTS *grounding*. Pohon surya akan diletakkan di spot istirahat yang bermanfaat sebagai tempat beristirahat sekaligus sebagai lokasi pemasok daya bagi kebutuhan peralatan gawai yang dibawa oleh pengunjung taman secara gratis. Jika malam hari juga bisa menjadi sumber listrik untuk lampu-lampu penerangannya.

Penelitian ini bertujuan untuk memberikan inovasi terhadap ketersediaan energi terbarukan sebagai perwujudan kemandirian energi di Taman Kelengkeng Desa Simoketawang, Sidoarjo. Dalam hal ini, penulis berinisiatif merancang bangun pohon surya sebagai sumber tenaga yang dapat dipakai untuk mengisi baterai pada peralatan *portable* khususnya ponsel dan alat lain yang memiliki spesifikasi pengisian daya yang sama.

Metode

Metode pelaksanaan kegiatan Penelitian ini sebagai berikut :



Gambar 1. Alur kegiatan penelitian.

Gambar di atas merupakan alur dari rangkaian kegiatan dari metode yang akan dilakukan.

1. Perancangan

Berikut adalah gambar dari perancangan rangka pohon beserta instalasi yang akan dipasang pada Desa Simoketawang



Gambar 2. Desain rangka dan cabang pohon surya.



Gambar 3. Desain instalasi pohon surya.

2. Alat dan Bahan

Pohon surya dibangun berdasarkan rancangan yang telah dibuat, kemudian dirakit berdasarkan fungsi alat sesuai dengan pemanfaatannya. Adapun alat dan bahan yang akan dipakai dalam rancang bangun ini adalah:

1. Rangka pohon surya dengan 4 cabang dari besi baja berdiameter 6" tebal 6 mm sedang cabang berdiameter 1,5" tebal 3 mm, plendes dan plat besi.
2. 4 buah panel surya 450 *WP*
3. Charger controller 24 *V* 80 *A*
4. Baterai 2 x 12 *V* 100 *Ah*
5. Inverter 24 *V* 2000 *W*
6. Kabel 2 x 25 *mm*²
7. Din rail mounting, stop kontak, MCB 10 *A*, connector, cable tray, sekun, dll [5].

Hasil dan Pembahasan

1. Perhitungan Alat dan Bahan

Adapun yang akan dilakukan pada perhitungan alat dan bahan dalam rancang bangun ini adalah:

1. Perhitungan daya yang dihasilkan PV dan SCC
2. Perhitungan daya baterai
3. Perhitungan Inverter
4. Perhitungan beban

Berdasarkan hasil dari perhitungan yang didapat maka seluruh alat dan bahan akan diketahui secara pasti dan pengembangannya.

2. Perhitungan Daya yang dihasilkan PV

Spesifikasi PV yang terpasang diketahui :

Tabel 1. Spesifikasi panel surya.

<i>Model type</i>	<i>MS450MB – 40H</i>
<i>Related maximum power(Pm)</i>	<i>450 W</i>
<i>Tolerance</i>	<i>±5%</i>
<i>Voltage at Pmax (Vmp)</i>	<i>41,0 V</i>
<i>Current at Pmax (Imp)</i>	<i>10,98 A</i>
<i>Open Circuit Voltage (Voc)</i>	<i>49,6 V</i>
<i>Open Circuit Voltage (Voc)</i>	<i>11,53 A</i>
<i>Normal Operating Cell Temp</i>	<i>45° ± 2° C</i>

Dari data di atas maka dapat dilakukan perhitungan sesuai dengan sistem yang direncanakan. Daya maksimum yang dapat dihasilkan 4 PV adalah 1800 *W*.

Jika PV dirangkai secara parallel maka diperoleh:

Tegangan tetap = 41,0 *V*

Arus = Daya : Tegangan = $P : V = 1800 : 41,0 = 43,9 A$

Jika rata-rata efisiensi intensitas matahari adalah 4 jam/hari, maka diperoleh $4 \times 1800 \text{ W} = 7200 \text{ Wh}$ perhari.

3. Perhitungan Solar Charger Controller (SCC)

Kebutuhan *Solar Charger Controller* (SCC) yang aman dipasang harus melebihi arus maksimum yang dihasilkan yaitu lebih besar dari 43,9 A. Dalam hal ini, spesifikasi SCC yang terpasang pada sistem Pohon Surya ini adalah 24V 80A yang masih jauh di atas arus maksimum yang dihasilkan. Kabel yang digunakan adalah:

$$\text{KHA saluran minimum} = 110 \% \times 43,9 = 48,29 \text{ A}$$

Dari panel surya yang ada dilapangan maka dipilih yang nilai KHA nya adalah 60 dengan luas penampang 25 mm.

4. Perhitungan Daya Baterai

Dari perhitungan daya yang bisa dihasilkan oleh Pohon Surya diketahui sebesar 7200 Wh, maka baterai yang bisa dipasang adalah:

$$I = P : V = 7200 \text{ Wh} : 12 \text{ V} = 600 \text{ Ah}$$

Untuk keamanan baterai diberi allowance 30 %, sehingga kapasitas baterai menjadi:

$$600 \text{ Ah} \times 1,3 = 780 \text{ Ah}$$

Pada kegiatan MF ini dipasang baterai dengan type 12V 100 Ah sebanyak 2 buah. Jadi masih bisa dikembangkan lagi dengan menambah sisa kapasitas yang ada agar beban bisa lebih besar.

5. Perhitungan Inverter

Daya yg dihasilkan 7200 Wh. Jika diasumsikan akan digunakan untuk 8 jam, maka:

$$\text{Konsumsi energi} = 7200 : 8 = 900 \text{ W}$$

Maka spesifikasi inverter yg dipilih adalah minimal 12 V 1000 W. Inverter yang terpasang di Pohon Surya adalah 24V 2000 W yang sengaja diperbesar agar ketika dilakukan pengembangan tidak perlu mengganti inverter lagi.

6. Perhitungan Beban Panel Surya

Dari kapasitas PV, daya yang dihasilkan 7200 Wh. Jika diasumsikan akan digunakan untuk 8 jam, maka daya yang dapat dikonsumsi adalah sebagai berikut.

$$\text{Daya yang dapat dikonsumsi} = 7200 : 8 = 900 \text{ W per jam}$$

Berdasarkan kapasitas baterai yang terpasang, maka diperoleh data sebagai berikut.

$$\text{Kapasitas baterai} = (2 \times 100 \text{ Ah}) : 1,3 = 153,8 \text{ Ah}$$

Dengan tegangan 12 V, maka daya yang dapat dikonsumsi oleh beban adalah 1.845,6 W.

7. Pentanahan

Untuk melindungi manusia dan peralatan dari sentakan listrik atau transient voltage yang berasal dari :

Electrical faults (fuses, breakers etc.)

Sambaran Petir

Radio Frequency

Static discharges

PUIL mempunyai standar untuk nilai resistansi pentanahan adalah 5.0 ohm atau kurang.

Dari hasil pengukuran pentanahan Pohon Surya diperoleh nilai resistansinya adalah 0.8 ohm.

8. Hasil Pemasangan Pohon Surya

Berikut adalah hasil jadi dari proses pemasangan pohon panel surya (SPVT *Solar Photovoltaics Tree*) di Taman Kelengkeng Desa Simoketawang Sidoarjo. Pohon panel surya yang terlihat pada gambar 4 memiliki 4 buah panel surya yang terlihat berdiri ke atas menghadap sinar matahari serta terdiri dari 2 box panel. Untuk box panel pertama yang terlihat lebih besar, di dalamnya terdiri dari komponen MCB, Inverter, dan SCC. Sedangkan pada box panel kedua dan terlihat lebih kecil dibandingkan box 1, berisi 2 buah baterai dengan spesifikasi 12V 100 Ah sebanyak 2 buah.



Gambar 4. Pohon panel surya (SPVT *Solar Photo Voltaik Tree*).

Kesimpulan

Pohon surya atau SPVT memiliki desain menarik sehingga dapat mempercantik lokasi wisata dan mendapatkan perhatian dari para pengunjung di Wisata Taman Kelengkeng Desa Simoketawang. selain dari segi estetika pohon surya dapat menempati ruang yang sedikit di tanah dibandingkan dengan PV konvensional, sehingga lahan yang dihemat ini dapat digunakan untuk keperluan lainnya

Cahaya matahari merupakan bagian penting dalam penempatan SPVT ini, apabila penempatannya terhalang oleh cahaya matahari, maka modul surya tidak

akan mendapat intensitas cahaya yang baik, dan tidak menghasilkan daya dengan maksimum. Oleh karena itu, penempatan SPVT harus di lokasi yang cahaya matahari tidak berpotensi tertutup/terhalangi. SPVT dengan 4 cabang daun ini mampu menghasilkan daya 7200 Wh perhari dengan asumsi rata-rata efisiensi intensitas matahari adalah 4 jam/hari). Daya yang dapat dikonsumsi oleh beban adalah 1.845,6 W per hari. Agar pemanfaatan daya yang dihasilkan PV bisa maksimal, maka jumlah baterai perlu ditambah lagi. Resistansi pentanahan Pohon Surya diperoleh sebesar 0.8 ohm. Memenuhi standar PUIL.

Serta yang tak kalah penting adalah panel surya juga ramah lingkungan. Dengan penggunaan panel surya, maka pengurangan emisi karbon juga dilakukan. Pemanfaatan panel surya tidak menghasilkan polusi udara seperti asap, gas, atau emisi karbon sehingga udara kita tetap terjaga kebersihannya.

Penghargaan

Kegiatan ini direalisasikan dengan pendanaan *Matching Fund* anggaran 2022 yang diusulkan oleh Program Studi Arsitektur, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya dengan pendampingan dari Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya dengan Mitra Desa Simoketawang, Kecamatan Wonoayu, Kabupaten Sidoarjo, Bapak Abdul Waras selaku kepala desa dan Bapak Suyantok selaku sekretaris desa.

Daftar Pustaka

- [1] A. Siahaan, M. Mujahidin, and D. Nusyirwan, "IMPLEMENTASI PANEL SURYA YANG DITERAPKAN PADA DAERAH TERPENCIL DI RUMAH TINGGAL DI DESA SIBUNTUON, KECAMATAN HABINSARAN," *Renew. Energy*, p. 13.
- [2] Tim Penyusun, *PANDUAN PENGELOLAAN LINGKUNGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS)*. Jakarta: DIREKTORAT ANEKA ENERGI BARU DAN ENERGI TERBARUKAN DIREKTORAT JENDERAL ENERGI BARU TERBARUKAN DAN KONSERVASI ENERGI KEMENTERIAN SUMBER DAYA MINERAL, 2020.
- [3] R. Bagus, *Instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dos & Don'ts*. Jakarta: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH Energising Development (EnDev) Indonesia dan Direktorat Jenderal Energi Baru, Terbarukan dan Konservasi Energi (DJ EBTKE) Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (KESDM) Republik Indonesia, 2018.
- [4] G. P. Artiani and S. D. Siswoyo, "OPTIMALISASI RUANG TERBUKA HIJAU BERUPA TAMAN ENERGI BARU TERBARUKAN SEBAGAI UPAYA PEMANFAATAN LAHAN KOSONG DI LINGKUNGAN KAMPUS (STUDI KASUS KAMPUS STT-PLN, JAKARTA)," vol. 11, p. 10, 2019.
- [5] Tim Ditjen EBTKE, *Panduan Pengoperasian dan Pemeliharaan PLTS Off-Grid*. Direktorat Jenderal Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi, 2017.