

Planning of Solar Power Plants at Surya Market Regional Companies

Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Pada Perusahaan Daerah Pasar Surya

Mochamad Iswahyudi, Trisna Wati
{wahyuiswahyudi@gmail.com, trisnaw@itats.ac.id}

Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Abstract. *This Pasar Surya Surabaya Regional Company is an official market management under the Surabaya City government. In 2020, companies in the solar market area changed building assets into several open space places to become infrastructure facilities for economic improvement. The current power requirement is 197Kva and will be increased to 275 Kva. The planning of an off-grid PV mini-grid for the Pasar Surya Regional Company, which was previously connected to PLN for 197 KVA, requires 1692 PV 380 WP for installation in an effective area of 3296.5 m² and is divided into 3 PV arrays. with each array consisting of 19 series and 30 parallel PV arrays. Batteries with a capacity of 24V 300 Ah are needed as many as 342 pieces which are divided into 3 parts, with each part consisting of 19 series arrangements and 6 parallel battery arrangements. SCC (Solar Charge Controller) 240 KW requires as many as 3 pieces. Inverter 200 KW requires as much as 1 piece. In one year the energy that can be produced by PLTS is 950130 kWh, with a performance ratio showing the efficiency of PLTS at PD Pasar Surya which is 66.5%. The total cost of installing PLTS is around Rp. 16,204,258,086,- not including construction and installation costs. Meanwhile, to return the capital to be equivalent to the use of PLN, it takes an operating time of around 16 years.*

Keywords – Solar Power Plant

Abstrak. *Perusahaan Daerah Pasar Surya Surabaya adalah pengelolaan pasar dinas di bawah pemerintah Kota Surabaya. Pada tahun 2020 Perusahaan daerah pasar surya melakukan perubahan asset gedung menjadi beberapa tempat open space menjadi sarana prasarana untuk peningkatan ekonomi. Kebutuhan daya saat ini 197Kva dan akan dinaikkan menjadi 275 Kva. Perencanaan PLTS off-grid Perusahaan Daerah Pasar Surya yang sebelumnya tersambung daya dengan PLN sebesar 197 KVA membutuhkan PV 380 WP sebanyak 1692 buah pada pemasangan di area efektif seluas 3296,5 m² dan terbagi menjadi 3 PV array dengan masing-masing array terdiri dari 19 susunan seri dan 30 susunan parallel PV. Baterai dengan kapasitas 24V 300 Ah dibutuhkan sebanyak 342 buah yang terbagi menjadi 3 bagian, dengan masing-masing bagian terdiri dari 19 susunan seri dan 6 susunan parallel baterai. SCC (Solar Charge Controller) 240 KW membutuhkan sebanyak 3 buah. Inverter 200 KW membutuhkan sebanyak 1 buah. Dalam satu tahun energi yang bisa dihasilkan oleh PLTS adalah sebesar 950130 kWh, dengan rasio peforma menunjukkan efisiensi dari PLTS di PD Pasar Surya yaitu sebesar 66,5%. Total kebutuhan biaya pemasangan PLTS yaitu sekitar Rp. 16.204.258.086,- belum termasuk biaya konstruksi dan instalasi. Sedangkan untuk kembali modal agar setara dengan pemakaian PLN dibutuhkan waktu operasi sekitar 16 tahun*

Kata Kunci - PLTS

I. PENDAHULUAN

Pembangkit listrik Tenaga Surya (PLTS) banyak di kembangkan untuk kebutuhan sehari-hari. PLTS menggunakan sebuah alat konversi energy listrik. Dalam sistem PLTS terdiri dari beberapa sel surya, aki, dan baterai yang mengkonversi cahaya matahari menjadi energi listrik. Indonesia merupakan Megara tropis dengan potensi energy surya yang memadai. Indonesia pada tahun 2025 menargetkan pemanfaatan eneri baru terbarukan sebesar 25%. Penggunaan energy listrik di Indonesia yang paling besar adalah daerah perkotaan. Pada umumnya beberapa energy baru terbarukan dapat terhubung grid PLN [1][2].

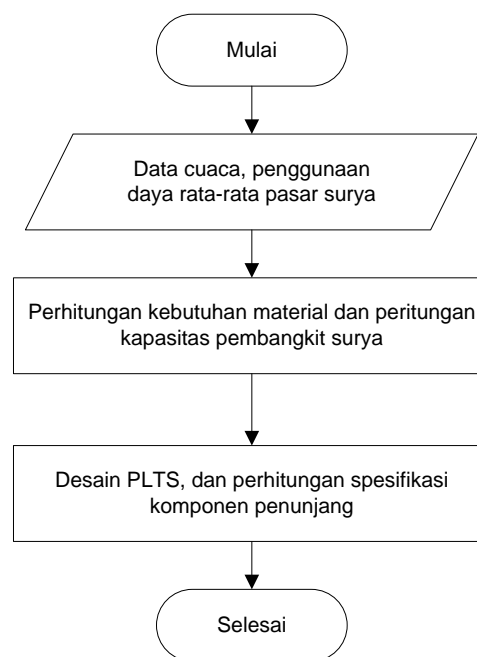
Perusahaan Daerah Pasar Surya Surabaya adalah pengelolaan pasar dinas di bawah pemerintah Kota Surabaya. Pada tahun 2020 Perusahaan daerah pasar surya melakukan perubahan asset gedung menjadi beberapa tempat open space menjadi sarana prasarana untuk peningkatan ekonomi. Kebutuhan daya saat ini 197Kva dan akan dinaikkan menjadi 275 Kva. Dalam lima tahun ke depan perusahaan daerah pasar surya berupaya dalam memenuhi kebutuhan energy listrik dengan memanfaatkan energy matahari. Daya yang di produksi dan kemudian disimpan oleh panel surya atau sering di sebut dengan Photovoltaic (PV) sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu intensitas radiasi cahaya matahari dan suhu udara . Perubahan kedua faktor ini adalah non-linier yang menyebabkan sistem PV sangat sulit dimaksimalkan dalam penyimpanan daya dan konversi energi listrik [3][4] . Hasil dari pengujian dan perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) ini diperoleh spesifikasi baterai dengan kapasitas 100 Ah sejumlah 30 buah, panel surya (PV) 100 WP sejumlah 44 Buah, solar charge controller 250 A, dan inverter 3000 W/220VAC yang mana berhasil diuji. Perencanaan PLTS dilengkapi dengan indikator penunjukan tegangan

yang dihasilkan dari tegangan output inverter dan panel surya. Berdasarkan hasil pengujiannya PLTS yang dirancang ini mampu menghasilkan daya rata-rata sebesar 827 Wh dalam satu hari [5], [6], [7].

Pada bidang investasi Perusahaan Daerah pasar Surya sedang akan melakukan perubahan asset Gedung menjadi beberapa tempat open space untuk digunakan menjadi sarana / prasarana peningkatan ekonomi. Kebutuhan daya akan penambahan tiap-tiap stand pada open space / menjadikan kebutuhan daya saat ini 197 kVA akan naik menjadi 275 kVA. Potensi energi surya yang dapat dimanfaatkan di Gedung Perusahaan Daerah Pasar Surya untuk melakukan perubahan sumber 2 sistem normal PLN menjadi Tenaga Surya masih bisa dipertimbangkan oleh tim investasi pada rencana 2025 green energy. Pada penelitian ini akan dilakukan perencanaan pembangunan PLTS untuk memenuhi kebutuhan daya di PD Surya, menentukan nilai pengeluaran investasi dengan melakukan simulasi perancangan PLTS menggunakan PV (Panel Surya). Dalam penelitian ini akan ditentukan nilai daya maksimal PV dan menentukan jumlah PV untuk kebutuhan daya sebesar 197 KVA di PD Pasar Surya.

II. METODE

Dalam perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya pada Pasar Daerah Pasar Surya, berikut langkah-langkah dalam perencanaan ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Flowchart Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Langkah pertama yaitu pengambilan data, dalam hal ini data yang di butuhkan adalah penggunaan daya rata-rata perusahaan daerah pasar surya perhari dalam setahun. Tabel 1 menunjukkan data rata-rata beban pasar daerah pasar surya.

Tabel 1. Beban rata-rata Perusahaan Daerah pasar Surya

	R (KVA)	S (KVA)	T (KVA)	Total (KVA)
1 Hari	55	53.9	54.56	163.46
1 Bulan	58.3	56.54	57.64	172.48
1 Tahun	57.2	55	56.11	168.3

Tahap selanjutnya membuat perhitungan kebutuhan jumlah dan spesifikasi PV yang diperlukan untuk perencanaan PLTS, menghitung jumlah panel surya, dan kapasitas baterai. Berikut adalah langkah-langkah perencanaan kapasitas Pembangkit Listrik Tenaga Surya [8], [9], [10]

Menentukan daya PV menggunakan persamaan (1)

$$\text{kapasitas PV} = \frac{\text{kebutuhan energi}}{\text{waktu penyinaran} \times \text{efisiensi}} \quad (1)$$

Menentukan jumlah PV menggunakan persamaan (2)

$$\text{Jumlah modul PV} = \frac{\text{Kapasitas Total Kebutuhan PV}}{\text{Kapasitas PV}} \quad (2)$$

Menghitung luas area menggunakan persamaan (3)

$$\text{area (m}^2\text{)} = \frac{\text{kapasitas total kebutuhan PV}}{\text{Efisiensi}} \quad (3)$$

Menghitung kapasitas baterai (Ah) menggunakan persamaan (4)

Total energi harian = Energi harian (kWh)/ DOD baterai, dimana DOD adalah *Depth of Discharge* baterai dengan ketentuan bias 100% bergantung pada spesifikasi baterai yang digunakan.

$$\text{kapasitas baterai (Ah)} = \frac{\text{Total energi harian}}{\text{Dc voltage input inverter}} \quad (4)$$

$$\text{susunan seri} = \frac{\text{Total tegangan keluaran baterai}}{\text{rated tegangan baterai}} \quad (5)$$

$$\text{susunan paralel} = \frac{\text{Total arus keluaran baterai}}{\text{rated arus baterai}} \quad (6)$$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam menentukan daya PV maka di perlukan data-data sebagai berikut:

Kebutuhan energy/rata-rata energy harian	= 2350 kWh
Waktu efektif penyinaran PV	= 07.00-15.00 WIB (8 jam)
Rata-rata data yang dihasilkan PV	= 70% kapasitas terpasang

Efisiensi sebesar 70% dari PV adalah berdasarkan adanya rugi-rugi sistem yang di pengaruhi oleh factor PV temperature loss, PV shading loss, PV tolerance, inverter & cable loss. Dengan rentang nilai 70% sampai 805%. Maka untuk menentukan kapasitas PV menggunakan persamaan (1)

$$\text{kapasitas PV} = \frac{2350 \text{ kWh}}{8 \text{ jam} \times 70\%} = 642.85 \text{ kWp}$$

Tabel 2 merupakan data spesifikasi modul PV yang digunakan dalam perencanaan PLTS di gedung Perusahaan Daerah Pasar Surya. Jenis modul PV yang digunakan adalah *monocrystalline* model RSM72-6-380 M dengan kapasitas 380Wp.

Tabel 2. Spesifikasi Modul PV model RSM72-6-380 M

(Pmax)	380 Wp
Vmpp	40.25 V
Impp	9.45 A
Voc	48.95 V
Isc	10.00 A
Efficiency	19.6 %

Menentukan jumlah PV menggunakan persamaan (2)

$$\text{Jumlah modul PV} = \frac{642.85 \text{ kWp}}{380 \text{ Wp}} = 1691.7 \text{ atau } 1692$$

Dari perhitungan di atas maka modul PV yang di butuhkan sebanyak 1692 PV dengan kapasitas 380 Wp untuk perencanaan PLTS di gedung Perusahaan Daerah Pasar Surya. Selanjutnya adalah menghitung luas area

menggunakan persamaan (3) untuk pemasangan instalasi PV pada gedung Perusahaan Daerah Pasar Surya. Efisiensi modul surya yang digunakan adalah 19.6% berdasarkan spesifikasi Tabel 2.

$$area (m^2) = \frac{642.85 kWp}{19.6\%} = 3296.5 m^2$$

Dari perhitungan di atas luas area untuk instalasi PV adalah 3296.5 m². Perhitungan energi harian digunakan untuk menentukan konsumsi energi harian dalam 24 jam di gedung Perusahaan daerah pasar surya sebagai berikut:

Energi (kWh) = jam pemakaian x daya total

Jam 07.00 s/d 17.00 : Energi (kWh) = 10 jam x 200kW = 2000kWh

Jam 17.00 s/d 07.00 : Energi (kWh) = 14 jam x 25 kW = 350 kWh

Pada jam 07.00 s/d 17.00 merupakan penggunaan daya tertinggi akibat jam kerja perusahaan, maka perlu diasumsikan selama 10 jam semua peralatan listrik difungsikan penuh 100%. Pada jam 17.00 s/d 07.00 diasumsikan penggunaan listrik sebesar 30% dari daya total yaitu 25kW. Karena pada malam hari sebagian penggunaan listrik hanya difokuskan untuk penerangan saja. Total energi harian di perusahaan daerah pasar surya sebesar 2350 kWh.

Menghitung kapasitas dan jumlah batreai, berdasarkan hasil perhitungan energi harian dapat ditentukan kapasitas batreai yang akan digunakan beserta jumlah dan cara penyusunannya.

DC voltage input inverter = Rated voltage 480 Vdc (Tegangan keluaran batreai yang diperlukan)

Total energi harian = 2350 kWh/DOD batreai = 2611,1 kWh

Setelah diketahui total energi harian rata-rata perusahaan daerah pasar surya, maka perlu diperhitungkan efisiensi dari batreai berdasarkan *depth of discharge* (DOD) diasumsikan sebesar 90%. Maka rata-rata energy harian diperoleh 2611,1 kWh.

$$kapasitas batreai (Ah) = \frac{Total energi harian}{DC voltage input inverter}$$

$$kapasitas batreai (Ah) = \frac{2611,1 kWh}{480 V} = 5,4 kAh$$

Dari perhitungan di atas kapasitas batreai sebesar 5,4 kAh, maka batreai yang sesuai menggunakan 24 V 300 AH solar storage lifepo 4 dengan spesifikasi pada Tabel 3.

Tabel 3. Spesifikasi batreai

Model No.	YP-W24300
Voltage	25.6 v
Combination	8S6P
Capacity	300A
Energy	7.68kWh

Berdasarkan spesifikasi batreai pada Tabel 3 maka diperlukan perhitungan jumlah kebutuhan batreai berdasarkan susunan pemasangan batreai tersebut.

$$susunan seri = \frac{Total tegangan keluaran batreai}{rated tegangan batreai}$$

$$susunan seri = \frac{480 v}{25.6 v} = 19 seri$$

$$susunan paralel = \frac{Total arus keluaran batreai}{rated arus batreai}$$

$$susunan paralel = \frac{5.4 kAh}{300Ah} = 18 paralel$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas maka diperoleh susunan batreai terdiri dari 19 seri dan 18 paralel. Sehingga jumlah total batreai yang diperlukan adalah 342 unit batreai.

IV. KESIMPULAN

Perencanaan PLTS pada gedung Perusahaan Daerah Pasar Surya dengan kapasitas PV 380 WP sebanyak 1692 buah di pasang pada area seluas 3296.5 m² dan terbagi menjadi 3 PV *array* dengan susunan 19 seri dan 30 paralel. Kebutuhan baterai dengan kapasitas 24 V 300 Ah sebanyak 342 buah 19 disusun secara seri dan 6 paralel.

REFERENSI

- [1] W. Noviandi, A. Hiendro, and J. Junaidi, "RANCANG BANGUN SOLAR SEL PADA GEDUNG PERKANTORAN SEBAGAI ENERGI LISTRIK ALTERNATIF (Studi Kasus: Gedung Kantor Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Sintang Provinsi Kalimantan Barat)," *Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura*, vol. 1, no. 1, Mar. 2019.
- [2] A. R. Mulyawan, "Analisa Potensi Energi Matahari Sebagai Sumber Penerangan Jalan Umum di Wonoayu," *Journal Renewable Energy Electronics and Control*, vol. 1, no. 1, pp. 18–26, May 2021.
- [3] M. Syahwil and N. Kadir, "Rancang Bangun Modul Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Sistem Off-grid Sebagai Alat Penunjang Praktikum Di Laboratorium," *Jurnal Pengelolaan Laboratorium Pendidikan*, vol. 3, no. 1, pp. 26–35, Jan. 2021, doi: 10.14710/jplp.3.1.26-35.
- [4] R. Sitepu and A. Gunadhi, "Kajian Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Surya pada Atap Gedung Kota Surabaya: Studi Kasus Gedung Perkuliahan," *The 3rd National Conference on Industrial Electrical and Electronics (NCIEE) Proceedings*, pp. 150–154, 2014.
- [5] P. G. Chamdareno, E. Nuryanto, and E. Dermawan, "Perencanaan Sistem Pembangkit Listrik Hybrid (Panel Surya dan Diesel Generator) pada Kapal KM. Kelud," *RESISTOR*, vol. 2, no. 1, p. 59, May 2019, doi: 10.24853/resistor.2.1.59-64.
- [6] L. A. Gunawan, A. I. Agung, M. Widyartono, and S. I. Haryudo, "RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA PORTABLE," *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 10, p. 7, 2021.
- [7] "173051-ID-perencanaan-pembangkit-listrik-tenaga-su.pdf."
- [8] "784-Article Text-1298-1-10-20200917.pdf."
- [9] A. G. Hutajulu, M. RT Siregar, and M. P. Pambudi, "RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) ON GRID DI ECOPARK ANCOL," *TESLA*, vol. 22, no. 1, p. 23, Mar. 2020, doi: 10.24912/tesla.v22i1.7333.
- [10] T. Wati, A. Sahrin, T. Suheta, and I. Masfufiah, "Design And Simulation Of Electric Center Distribution Panel Based On Photovoltaic System," *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.*, vol. 462, p. 012048, Jan. 2019, doi: 10.1088/1757-899X/462/1/012048.