

Analisis Potensi Penerapan PLTS pada Kantor Unit Metrologi Legal Dinas Perindustrian dan Perdagangan Kabupaten Tulungagung

Geston Bakti Muntoha^{1*}

¹Teknik Elektro, Universitas Islam Kadiri

*Korespondensi: gestonbakti@yahoo.co.id

Abstract – *Electricity consumption in Tulungagung Regency in 2018-2020 has increased. Electricity consumption in Tulungagung Regency in 2020 amounted to 572.007 GWh covering the household sector, industrial sector, business sector, social sector, office building sector and public street lighting. One of the energy consumption in Tulungagung Regency, especially in the office building sector in 2020 amounted to 22,140,943 kWh or equivalent to 22.14 GWh. One of the potential uses of renewable energy is to build PLTS in buildings or government offices that become the places of community service, one of which is the security service by the Legal Metrology Unit (UML) of Tulungagung Regency by utilizing the roof of the building or the building. This research aims to find out the potential energy generated from PLTS using Helioscope software if built on the roof. The area of the roof that has the potential as a place for PLTS to be built with a total area of the roof side of the office that can be used is 122.80m². By using a module of 500 Wp, the number of modules needed on the roof is 36 modules with a total installed capacity of 18,000 Wp. PLTS with this capacity requires as many as 1 unit with an inverter capacity of 15,000 W. Total energy potential generated from PLTS is 24,623.1 kWh / year or equivalent to 24.6 MWh / year with a system performance ratio of 76.2%. Factors that contribute to the reduction of energy potential or system loss with the largest contributors are the temperature by 7.5% and shading by 6.9%.*

Keywords : *photovoltaic, building, power, energy, metrology*

Intisari – Konsumsi energi listrik di Kabupaten Tulungagung tahun 2018-2020 mengalami peningkatan. Konsumsi energi listrik di Kabupaten Tulungagung tahun 2020 sebesar 572,007 GWh meliputi sektor rumah tangga, sektor industri, sektor usaha, sektor sosial, sektor gedung kantor dan penerangan jalan umum. Salah satu konsumsi energi di Kabupaten Tulungagung khususnya pada sektor gedung perkantoran pada tahun 2020 sebesar 22.140.943 kWh atau setara 22,14 GWh. Salah satu potensi pemanfaatan energi terbarukan yaitu dengan membangun PLTS pada bangunan gedung atau kantor pemerintahan yang menjadi tempat pelayanan masyarakat salah satunya yaitu pelayanan kemetrolagian oleh Unit Metrologi Legal (UML) Kabupaten Tulungagung dengan memanfaatkan atap gedung atau bangunan tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi energi yang dihasilkan dari PLTS menggunakan *software* Helioscope jika dibangun pada atap tersebut. Luasan atap yang berpotensi sebagai tempat PLTS dibangun dengan luas total sisi atap kantor yang dapat digunakan adalah 122,80m². Dengan menggunakan modul sebesar 500 Wp maka jumlah modul yang diperlukan pada atap sebanyak 36 modul dengan total kapasitas terpasang sebesar 18.000 Wp. PLTS dengan kapasitas tersebut memerlukan sebanyak satu unit dengan kapasitas *inverter* 15.000 W. Total potensi energi yang dihasilkan dari PLTS sebesar 24.623,1 kWh/tahun atau setara dengan 24,6 MWh/tahun dengan *system performance ratio* sebesar 76,2%. Faktor-faktor yang menyumbang pengurangan potensi energi atau dalam hal ini disebut *system loss* dengan penyumbang terbesar yaitu faktor suhu sebesar 7,5% dan faktor *shading* sebesar 6,9%.

Kata kunci : *fotovoltaik, gedung, daya, energi, metrologi*

I. PENDAHULUAN

Konsumsi energi listrik di Kabupaten Tulungagung pada tahun 2018-2020 mengalami peningkatan. Konsumsi energi listrik di Kabupaten Tulungagung tahun 2020 sebesar 572,01 GWh meliputi sektor rumah tangga, sektor industri, sektor usaha, sektor sosial, sektor gedung kantor dan penerangan jalan umum. Konsumsi energi di Kabupaten Tulungagung pada sektor gedung perkantoran pada tahun 2020 mencapai 22,141 GWh [1]. Energi listrik di kabupaten Tulungagung dipasok melalui jaringan interkoneksi Jawa-Madura-Bali karena belum adanya pembangkit listrik yang dapat memenuhi permintaan listrik di Kabupaten Tulungagung. Energi yang disalurkan pada jaringan interkoneksi umumnya bersumber dari Batubara [2]. Oleh sebab itu energi pengganti bahan bakar fosil sangat dibutuhkan oleh manusia ke depannya. Komposisi Energi terbarukan di Indonesia meliputi Mikro Hidro 0,41%, Biomassa 2,71%, Surya 0,09% dan Hibrid 0,01% [3] Pemanfaatan energi terbarukan dengan mengoptimalkan energi surya dapat diterapkan didaerah perkotaan khususnya pada gedung-gedung perkantoran. Sektor bangunan hingga 40% dari total energi tahunan [4]

Energi surya merupakan energi yang potensial dikembangkan di Indonesia mengingat Indonesia terletak di daerah khatulistiwa. Energi surya yang mampu dibangkitkan di seluruh daratan Indonesia adalah 4,8 kWh/m²/hari atau setara dengan 112.000 GWp [5] Salah satu potensi pemanfaatan energi terbarukan yaitu dengan membangun PLTS di atas bangunan gedung atau kantor pemerintahan salah satunya yaitu pelayanan kemetrolagian oleh Unit Metrologi Legal (UML) Kabupaten Tulungagung. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi energi yang dihasilkan dari PLTS menggunakan *software* Helioscope jika dibangun pada atap Gedung Unit Metrologi Legal Kabupaten Tulungagung

II. STUDI PUSTAKA

A. Helioscope

HelioScope program yang bersifat *open software* baru yang berbasis *website*. HelioScope merupakan produk dari Folsom Lab USA yang digunakan untuk mendesain sistem fotovoltaik seperti beberapa fitur PVSyst serta menambahkan fungsionalitas desain AutoCAD, yang memungkinkan perancang untuk melakukan desain lengkap pada satu paket.

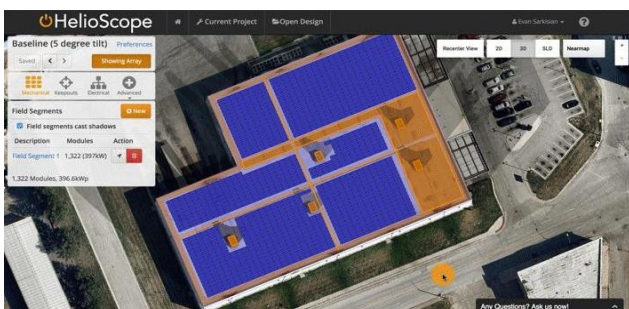
Lokasi berupa alamat lengkap, konfigurasi *array*, modul PV serta spesifikasi *inverter* merupakan syarat *input* utama yang dibutuhkan HelioScope.

Perangkat lunak ini memungkinkan pengguna untuk memprediksi produksi energi yang menghitung berdasarkan kerugian akibat cuaca serta iklim. Aspek-aspek seperti *shading*, pengabelan, efisiensi komponen, ketidakcocokan panel, serta penggunaan lama (penuaan) dapat pula dianalisis guna memberikan rekomendasi untuk peralatan serta tata letak susunan. Program ini menampilkan produksi tahunan, kumpulan data cuaca, rasio kinerja, serta parameter sistem lainnya untuk hasil simulasi [6] Fungsi tersebut memudahkan pengguna ketika menggunakan HelioScope. Pengguna dapat memasukkan lokasi bangunan yang akan dipelajari secara lengkap serta menghubungkannya secara *real-time* ke Google Earth, sehingga hal tersebut pula mempermudah pengguna untuk merancang sistem PLTS pada gedung yang akan dianalisis. Kumpulan data dari *inverter* dan panel surya juga disediakan secara lengkap dan detail sehingga pengguna dapat lebih selektif dalam menyusun rangkaian PLTS.

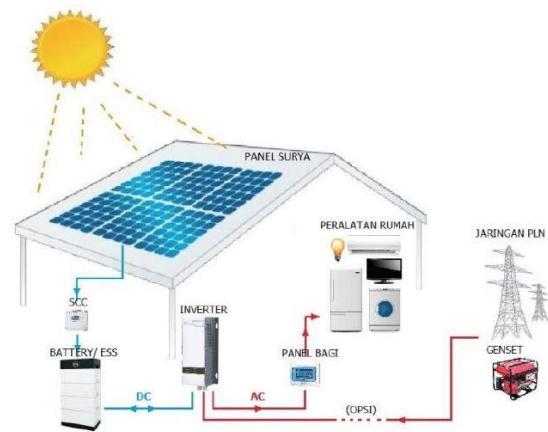
B. PLTS

Sebuah teknologi pembangkit listrik yang mengonversi energi foton yang bersumber dari surya menjadi energi listrik disebut Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Sel – sel fotovoltaik dalam panel surya melakukan konversi dari tenaga foton sebagai energi listrik. Sel *fotovoltaik* adalah lapisan tipis dari silikon (Si) murni atau bahan semikonduktor, sehingga jika bahan tersebut menerima energi foton maka akan mengeksitasi elektron dari ikatan atomnya menjadi elektron yang bergerak bebas, dan pada akhirnya akan mengeluarkan tegangan listrik arus searah [7].

Prinsip sel surya (*fotovoltaik*) yaitu apabila dioda semikonduktor bekerja dalam proses tak seimbang dan berdasarkan efek *fotovoltaik*. Pada saat itu sel surya menghasilkan tegangan 0,5 – 1 Volt tergantung dari intensitas cahaya matahari dan jenis zat semikonduktor yang dipakai. Untuk intensitas energi yang ada dalam sinar matahari yang sampai ke permukaan bumi besarnya sekitar 1.000 W. Tapi karena daya guna konversi energi radiasi menjadi energi listrik berdasarkan efek *fotovoltaik* baru mencapai 25%, sehingga produksi listrik maksimal yang dihasilkan sel surya baru mencapai 250 W per m² [8].



Gambar 1. Tampilan HelioScope [9]



Gambar 2. Sistem PLTS [8]

III. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Kantor Unit Metrologi Legal yang berada di Dinas Perindustrian dan Perdagangan (Disperindag), Kabupaten Tulungagung Provinsi Jawa Timur. Unit Metrologi Legal Kabupaten Tulungagung terletak Kantor Dinas Perindustrian dan Perdagangan Kabupaten Tulungagung merupakan salah satu kantor milik Pemerintah yang terdapat di Kabupaten Tulungagung. Kantor ini terletak pada latitude atau garis lintang 8°05'17"S dan *longitude* atau garis bujur 111°56'06"E. Penelitian ini menggunakan *software HelioScope* versi 2021. Tahapan metode penelitian adalah sebagai berikut:

1. Melakukan observasi lapangan pada Kantor Dinas Perindustrian dan Perdagangan, Kabupaten Tulungagung Provinsi Jawa Timur untuk mengetahui kondisi area atap Gedung yang berpotensi menjadi lokasi PLTS, letak secara geografis serta mengumpulkan data yang menunjang penelitian.
2. Menghitung luasan area atap gedung yang memiliki potensi pada atap gedung untuk penempatan fotovoltaik menggunakan *HelioScope*, di mana pada *HelioScope* telah terhubung langsung dengan *Google Earth*.
3. Menentukan banyaknya modul surya yang dapat dipasang pada atap gedung dan daya yang diperoleh.
4. Melakukan simulasi dengan menggunakan *HelioScope* untuk menentukan produksi energi dari PLTS.
5. Mengetahui hasil produksi energi yang diperoleh.

Flowchart tahapan metode penelitian ditunjukkan pada Gambar 3.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar lokasi UML pada Disperindag Kabupaten Tulungagung ditunjukkan oleh Gambar 4. Untuk mengetahui potensi daya listrik optimal yang mampu dihasilkan dari atap yang terdapat pada Kantor UML Disperindag Kabupaten Tulungagung maka luas atap perlu dihitung. Luasan atap dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 3. Flowchart penelitian



Gambar 4. Lokasi UML pada DISPERINDAG Kabupaten Tulungagung [10]

Pada Gambar 5, dapat dilihat bahwa bagian yang berwarna biru merupakan luasan atap yang berpotensi sebagai tempat PLTS dibangun dengan ukuran atap sisi kecil yaitu 16,6 x 2,4 m dan luas sebesar 39,84 m² serta ukuran atap sisi besar yaitu 24,4 x 3,4 m dan luas sebesar 82,96 m². Sehingga luas total sisi atap kantor yang dapat digunakan untuk membangun PLTS adalah 122,80 m².

Setelah mengetahui luasan atap yang terdapat pada Kantor UML Disperindag Kab. Tulungagung, simulasi produksi energi listrik dengan menggunakan HelioScope dapat dilakukan. Pada simulasi ini, diperlukan data masukan dari dua komponen fotovoltaik, yaitu modul surya dan *inverter*. Pemilihan modul surya bergantung pada ketersediaan modul surya pada *database HelioScope*. Modul surya yang dipilih dalam simulasi ini yaitu Trina Solar, TSM-DE18M(II) (500W) yang diproduksi oleh Trina Solar. Modul surya Trina Solar dipilih karena merupakan jenis panel surya *monocrystalline* yang cocok untuk kondisi lokasi.



Gambar 5. Luasan atap kantor yang dapat dimanfaatkan untuk area pemasangan PLTS

STC adalah standar untuk mengukur kinerja maksimal suatu panel surya pada suatu kondisi seragam sehingga memungkinkan untuk melakukan perbandingan seragam pada panel surya baik pada produsen yang sama atau berbeda. Parameter NMOT (*nominal module operating temperature*) didefinisikan sebagai suhu operasi yang dicapai oleh modul panel surya dalam kondisi tertentu atau kondisi yang telah ditentukan. Spesifikasi modul surya dapat dilihat pada Tabel 1.

Pemilihan *inverter* disesuaikan dengan kapasitas mendekati kapasitas terpasang PLTS (Tabel 1). *Inverter* yang digunakan yaitu *inverter Sunny Tripower*, karena memiliki produksi energi dengan efisiensi tinggi, fleksibilitas desain yang baik, dan kompatibilitas dengan banyak modul surya. *Inverter Sunny Tripower* yang digunakan pada simulasi ini adalah Sunny Tripower 15000TL dengan spesifikasi *inverter* yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Jumlah modul fotovoltaik dapat diketahui setelah mengetahui luasan atap gedung serta menentukan kapasitas modul surya (berdasarkan data dimensi modul surya). Penentuan jumlah modul yang dapat dipasang dilakukan dengan HelioScope, yang dapat menyesuaikan dengan luasan tersebut, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6.

Setelah menentukan jumlah modul dengan menyesuaikan bentuk atap, maka dapat diketahui jumlah modul surya yang dapat dipasang dan jumlah *inverter* yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 1. Spesifikasi panel surya Trina Solar, TSM-DE18M(II) (500W)

Trina Solar, TSM-DE18M(II)	STC	NMOT
Maximum Power (P _{max})	500 W _p	379 W _p
Maximum Power Voltage (V _{mp})	42,8 V	40,4 V
Maximum Power Current (I _{mp})	11,69 A	9,37 A
Open-circuit Voltage (V _{oc})	51,7 V	48,8 V
Short-circuit Current (I _{sc})	12,28 A	9,89 A
Module Efficiency STC	20,90 %	20,90 %
Nominal Module Operating temperature (NMOT)	41±3°C	41±3°C
Irradiance	1.000 W/m ²	800 W/m ²

Tabel 2. Spesifikasi *inverter* Sunny Tripower 15000TL

Karakteristik	Sunny Tripower 15000TL
Max. DC power	22.500 Wp
Max. input voltage	1.000 V
MPP voltage range/rated input voltage	150–1.000 V/300-800 V
Min. input voltage /initial input voltage	150 V / 188 V
Max. input current per string input A / input B	66 A / 33 A
Rated power (@230 V, 50 Hz)	15.000 W
Max. apparent AC power	15.000 VA
Max. efficiency	98,2 %



Gambar 6. Model penempatan PLTS

Berdasarkan hasil simulasi pada Tabel 3, jumlah modul yang diperlukan pada atap Gedung A atau atap sisi kecil adalah sebanyak 15 modul dengan spesifikasi kapasitas modul sebesar 500 Wp, sehingga kapasitas terpasang sebesar 7.500 Wp. Sedangkan pada atap Gedung B atau atap sisi besar sebanyak 21 modul dengan spesifikasi kapasitas modul sebesar 500 Wp sehingga kapasitas terpasang sebesar 10.500 Wp dengan jumlah *inverter* terpasang sebanyak 1 unit dengan kapasitas *inverter* 15.000 W.

Setelah mengetahui jumlah modul, *inverter* dan potensi daya terpasang, maka selanjutnya dapat diketahui produksi energi yang mampu dihasilkan dari PLTS tersebut dengan HelioScope. Potensi energi yang dihasilkan dari fotovoltaik dapat dilihat pada Tabel 4 serta faktor-faktor yang menyumbang pengurangan potensi energi (*system loss*) dapat pula dilihat pada Gambar 7.

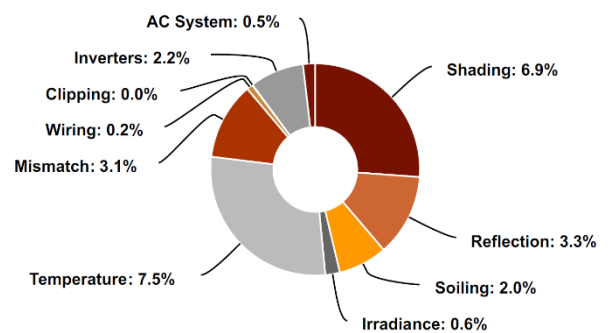
Berdasarkan Tabel 4, total potensi energi yang dihasilkan dari PLTS yang berlokasi di Kantor Unit Metrologi Legal sebesar 24.623,1 kWh/tahun atau setara dengan 24,6 MWh/tahun dengan *system performance ratio* sebesar 76,2%. Total potensi energi yang dihasilkan tersebut semakin berkurang dari spesifikasi pada *nameplate* dengan faktor – faktor yang menyumbang pengurangan potensi energi atau dalam hal ini disebut *system loss* terlihat pada gambar 7. Penyumbang terbesar yaitu faktor temperatur sebesar 7,5% dan faktor *shading* atau bayangan yang mengurangi cahaya matahari untuk menyinari panel surya yaitu sebesar 6,9% sedangkan penyumbang terkecil yaitu *clipping* dan *wiring* yang masing-masing sebesar 0,0% dan 0,2%.

Tabel 3. Jumlah modul panel surya yang dapat dipasang pada atap dan penggunaan *inverter*

Lokasi PLTS	Jumlah Inverter (Unit)	Kapasitas Inverter	Jumlah Modul (Unit)	Kapasitas Modul (Wp)	Kapasitas Terpasang (Wp)
Atap Gedung A (atap sisi kecil)	1	15.000	15	500	7.500
Atap Gedung B (atap sisi besar)	1	15.000	21	500	10.500

Tabel 4. Hasil simulasi produksi energi fotovoltaik PLTS yang terdapat pada Kantor Unit Metrologi Legal

Parameter Titik Output Energi	Energi (kWh/tahun)
<i>Nameplate</i>	28.499,3
<i>Output at Irradiance level</i>	28.330,3
<i>Output at Cell Temperature Derate</i>	26.194,8
<i>Output After Mismatch</i>	25.374,5
<i>Optimal DC Output</i>	25.311,1
<i>Constrained DC Output</i>	25.306,7
<i>Inverter Output</i>	24.746,9
<i>Energy to Grid</i>	24.623,1
<i>System Performance Ratio</i>	76,2%

Gambar 7. Grafik faktor-faktor yang menyumbang pengurangan potensi energi (*system loss*)

V. SIMPULAN

Unit Metrologi Legal Kabupaten Tulungagung terletak Kantor Dinas Perindustrian dan Perdagangan Kabupaten Tulungagung merupakan salah satu kantor milik Pemerintah. Luasan atap yang berpotensi sebagai tempat PLTS dibangun dengan luas total sisi atap kantor yang dapat digunakan adalah 122,80 m². Dengan menggunakan modul sebesar 500 Wp maka jumlah modul yang diperlukan pada atap sebanyak 36 modul dengan total kapasitas terpasang sebesar 18.000 Wp. Pembangkit PLTS dengan kapasitas tersebut memerlukan sebanyak 1 unit dengan kapasitas *inverter* 15.000 W. Total potensi energi yang dihasilkan dari PLTS sebesar 24.623,1 kWh/tahun atau setara dengan 24,6 MWh/tahun dengan *system performance ratio* sebesar 76,2%. Faktor – faktor yang menyumbang pengurangan potensi energi atau dalam hal ini disebut *system loss* dengan penyumbang terbesar yaitu faktor temperatur sebesar 7,5% dan faktor *shading* sebesar 6,9%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sekretariat Perusahaan PT PLN (persero), *Statistik PLN 2020*. 2020. Accessed: Jun. 20, 2022. [Online]. Available: <https://web.pln.co.id/statics/uploads/2021/07/Statistik-PLN-2020.pdf>
- [2] Y. Badruzzaman, "Roadmap Energy di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta," *JTET (Jurnal Teknik Elektro Terapan)*, vol. 2, no. 1, Jan. 2016, doi: 10.32497/JTET.V2I1.28.G28.
- [3] Sekretariat Jenderal Ketenagalistrikan, *STATISTIK KETENAGALISTRIKAN 2018*. 2018. Accessed: Jun. 20, 2022. [Online]. Available: https://gatrik.esdm.go.id/assets/uploads/download_index/files/92999-statistik-2018.pdf
- [4] United Nations Environment Programme, *Buildings and Climate Change: Summary for Decision Makers*. Accessed: Jun. 20, 2022. [Online]. Available: <https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/32152>
- [5] Hasnawiya Hasan, "PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA DI PULAU SAUGI," *Jurusan Teknik Perkapalan - Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin*, 2014, Accessed: Jun. 20, 2022. [Online]. Available: <https://core.ac.uk/download/pdf/25489720.pdf>
- [6] N. Umar, B. Bora, C. Banerjee, and B. S. Panwar, "Comparison of different PV power simulation softwares: case study on performance analysis of 1 MW grid-connected PV solar power plant," pp. 11–24, 2018, Accessed: Jun. 20, 2022. [Online]. Available: www.ijesi.org/Volumewww.ijesi.org
- [7] Matthew. Buresch, *Photovoltaic energy systems: design and installation*. New York: McGraw-Hill, 1983.
- [8] R. Salman, "ANALISIS PERENCANAAN PENGGUNAAN SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) UNTUK PERUMAHAN (SOLAR HOME SYSTEM)".
- [9] "www.helioscope.com/designer/ Akses tanggal 20 Maret 2022."
- [10] "www.earth.google.com/web/ Akses tanggal 20 Maret 2022."