JREEC
JOURNAL RENEWABLE ENERGY ELECTRONICS AND CONTROL
homepage URL : https://ejurnal.itats.ac.id/jreec

Analisa Potensi Energi Matahari Sebagai Sumber Penerangan Jalan Umum di Wonoayu

Aldyan Reza Mulyawan[1]

[1]*Jurusan Teknik Elektro, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya*

INFORMASI ARTIKEL

Jurnal JREEC – Volume 01
Nomer 01, Mei 2021

Halaman:
18 – 26
Tanggal Terbit :
31 Mei 2020

EMAIL

aldianreza2@gmail.com

PENERBIT

Jurusan Teknik Elektro - ITATS
Alamat:
Jl. Arief Rachman Hakim No.100,Surabaya 60117,
Telp/Fax: 031-5997244

.

ABSTRACT

Street lighting is one of the important facilities, to provide comfort and safety for road users at night. The road connecting Dempul-Plaosan Village has no street lighting so that at night it is very dark and prone to accidents and robberies. The location of this road is surrounded by rice fields and sugar cane fields. Geographical factors, the weather tends to be dry and hot, so it has the potential to install solar cells. In determining the potential of solar energy as a source of street lighting, data is obtained from BMKG, calculating practical equations, and designing simulations using PSIM. In this study, it was found that with a daily requirement of 3.24 kWh, a total of 15 50Wp solar panels were needed and the duration of radiation was around 9 hours with an area of 5.25 m2 to meet the needs of street lighting.

Keyword: Sollar panel, street lighting, PV, EBT, *Renewable Energy*

ABSTRAK

Penerangan jalan merupakan salah satu fasilitas yang penting, untuk memebrikan kenyamanan dan keamanan pengguna jalan pada malam hari. Jalan penghubung Desa Dempul-Plaosan, belum terdapat lampu penrangan jalan sehingga jika malam hari sangat gelap dan rawan terjadi kecelakan serta perampokan. Lokasi jalan ini di kelilingi oleh ladang sawah dan ladang tebu. Faktor geografis cuaca cenderung kering dan panas sehingga sangat berpotensi untuk pemasangan solar cell. Dalam menentukan potensi energi matahari sebagai sumber penerangan jalan diperoleh data dari BMKG, menghitung persamaan praktis, merancang simulasi menggunakan PSIM. Pada penelitian ini di dapatkan hasil bahwa dengan kebutihan harian sebesar 3.24 kWh maka dibutuhkan total 15 buah solar panel 50Wp dan lama penyinaran berkisar 9 jam dengan area 5.25 m^2 untuk memenuhi kebutuhan lampu penerangan jalan.

Kata kunci: *Solar panel, Lampu penerangan jalan, PV,* EBT

PENDAHULUAN

Penerangan jalan umum tenaga surya merupakan sebuahalternatif yang murah serta hemat untuk digunakan sebagai sumber listrik penerangan jalan, karena menggunakan sumber energi gratis tidak terbatas yang berasal alam yaitu energi matahari. Penerangan Jalan Umum bertenaga surya dapat digunakan pada berbagai tempat, seperti jalanumum, lampu taman, lapangan parkir kampus, perumahan, SPBU, kompleks pabrik, lampu penerangan di daerah wisata, lampu penerangan dermaga, lampu area parkiran, lampu jalan raya kecil, lampu jalan pedesaan, lampu lapangan olah raga, pegunungan, pantai, halte bus, dan lain sebagainya. Sebagai evaluasi penelitian ini adalah jalan penghubung antara dua desa yaitu Desa Dempul menuju Desa Plaosan yang terletak di Kecamatan Wonoayu, Kabupaten Sidoarjo. Jalan ini merupakan akses

bagi Desa Plaosan menuju jalan utama yang menghubungkan dari Kecamatan Sidoarjo menuju ke arah Krian. Jalan penghubung sejauh satu kilometer masih dikelilingi oleh ladang sawah dan tebu, dengan sumber penerangan dari PLN. Lokasi tersebut sering terjadi mati lampu, sehingga saat melewati jalan tersebut akan sangat gelap apabila pada saat malam hari. Dampak dari seringnya mati lampu di sini adalah kemungkinan terjadinya kecelakaan dan juga tindak kejahatan, karena minimnya jarak pandang saat melintasi jalan penghubung ini, di jalan ini sering kali berawan sehingga kadang kala penyinaranmatahari terasa sedikit redup di bandingkan tempat lain, dengan teritori yang sebagian besar terdiri dari ladang tebu dan sawah sehingga seharusnya cukup terik saat tidak berawan.

TINJAUAN PUSTAKA

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) adalah pembangkit listrik energy terbarukan yang memanfaatkan perubahan energy matahari menjadi energy listrik. Perubahan ini terjadi pada panel surya yang terdiri dari sel-sel surya. Energy listrik yang di hasilkan PLTS berbentuk arus DC (*Dirrect Current*). Bentuk DC ini bias di rubah ke bentuk AC menggunakan inverter agar bias di gunakan oeh perangkat elektronik lainnya. Pembangkit listrik tenaga surya adalah sistem yang di rancang untuk memenuhi kebutuhan listrik yang mencakup kebutuhan skala kecil sampai dengan besar, baik secara mandiri maupun hibrida.

Sistem penerangan adalah instalasi kelistrikan yang digunakan sebagai media sumber cahaya pada ruangan atau tempat yang tidak memiliki sumber cahaya saat gelap, sistem ini sering digunakan pada malam hari, tapi tidak sedikit sistem ini yang digunakan dalam siang hari karena tidak adanya media pada ruangan yang membiarkan cahaya matahri masuk.

Sistem PLTS memiliki beberapa jenis, yaitu sistem tersambung ke jaringan listrik PLN (On-grid) maupun sistem PLTS yang berdiri sendiri (Off grid). Jenis sistem PLTS On-Grid adalah PLTS Rooftop dan PLTS skala utilitas. Sedangkan PLTS off Grid yaitu PLTS tersebar, terpusat dan PLTS hibrida.

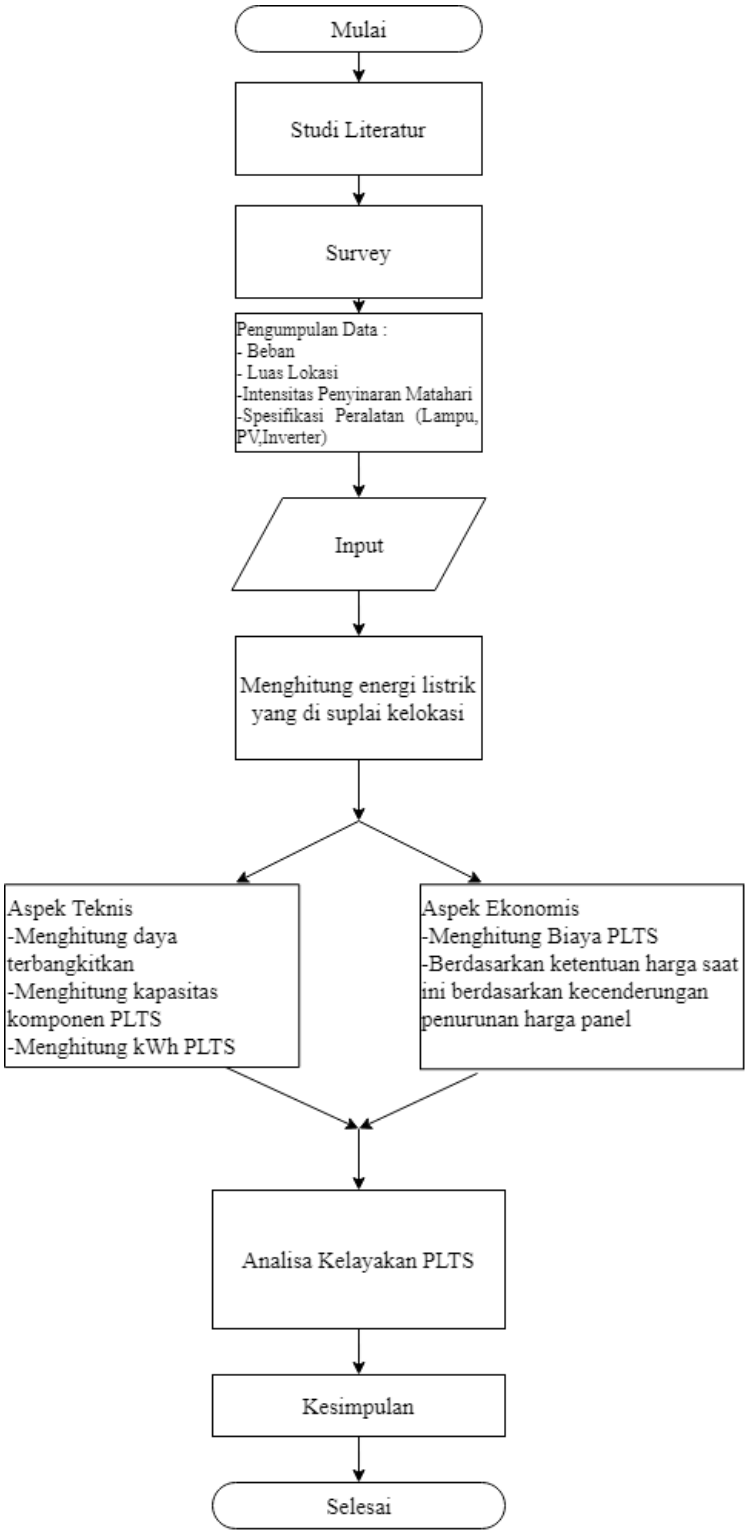
METODE

Penelitian akan di lakukan dengan mengikuti tahapan-tahapan sebagai berikut:

1. Mengumpulkan data jumlah pemakaian energi listrik di lokasi, data beban yang terpasang, data lama waktu penyinaran harian matahari dan data temperature maksimum di Sidoarjo.
2. Menghitung daya yang akan di bangkitkan PLTS
   a. Menghitung Area Array
   b. Menghitung daya yang di bangkitkan
   c. Menghitung kapasitas komponen
3. Menghitung kWh produksi PLTS
4. Melakukan simulasi menggunakan PSIM berdasarkan hasil analisa perhitungan di atas
5. Melakukan Analisa Perbandingan keluaran berdasarkan hasil *Running* Simulasi pada PSIM

Wilayah perancangan PLTS ini meliputi sebuah jalan lurus sejauh 1 kilometer yang di kelilingi oleh ladang sawah dan tebu yang menghubungkan antara dua buah desa yaitu Desa Dempul dan Desa Plaosan.

Terdapat total 18 buah tiang lampu penerangan jalan umum yang terpasang berjejer sepanjang jalan ini dan memiliki jarak ±62.5 meter dari satu tiang lampu ke tiang lampu berikutnya, keseluruhan lampu jalan ini masih menggunakan sumber listrik dari PLN yang sering terjadi gangguan sehingga lampu sepanjang jalan ini tidak menyala pada malam hari.



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan Data I

Sebelum menganalisa potensi penggunaan solar panel telebih dahulu perlu data data suhu dan lama penyinaran matahari. Untuk data tersebut dapat dilihat di tabel 1

Tabel 1 Tabel Suhu rata-rata dan lama penyinaran matahari sidoarjo 2019-2020

Bulan	Suhu Rata-Rata (ºC)	Lama Penyinaran (Jam)
November	29.8	9.4
Desember	29.8	9.4
Januari	29.8	9.4
Februari	29.8	9.4
Maret	29.8	9.4
April	29.8	9.4

Berdasarkan data yang di peroleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika selama enam bulan menunjukkan bahwa di daerah Sidoarjo memiliki rata-rata suhu 29.8 ^{O}C dengan lama penyinaran matahari 9.4 Jam setiap harinya. Indonesia yang berada di garis khatulistiwa memiliki potensi energi matahari yang cukup tinggi karena matahari aka nada terus sepanjang tahun dengan lama penyinaran ideal yang di butuhkan oleh panel surya untuk menghasilkan listrik adalah 4-5jam setiap harinya [1]. Ini menunjukkan bahwa lokasi ini termasuk dalam lokasi yang ideal untuk di pasang solar panel sebagai pengganti energi listrik dari lampu jalan umum.

Menghitung daya yang akan di bangkitkan PLTS

Dikarenakan sumber utama yaitu PLN sering terjadi masalah maka daya yang di perkirakan untuk di bangkitkan PLTS harus bisa memenuhi beban harian dari lampu penerangan jalan ini untuk menyala selama 12 jam tiap harinya. Yang dimana daya harian dari jalan ini membutuhkan total 3.24 kWh setiap harinya. Maka di dapatkan E_L= 3.24 kWh.

Menghitung Area Array (PV Area)

Luas area array dapat di perhitungkan dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{PV Area} = \frac{El}{Gav\ x\ \eta pv\ x\ TCF\ x\ \eta out}$$

Besar pemakaian listrik (E_l) yang akan di suplai oleh PLTS sebesar 97.2kWh. Untuk nilai insolasi rata-rata harian matahari (Gav) tahun 2019, yaitu sebesar 4.8 kWh/m^2 . Dengan efisiensi panel (ηpv) yang digunakan sekitar 14%.

Setiap kenaikan temperature 1ºC dari temperature standar panel surya, maka akan mengakibatkan daya yang dihasilkan oleh panel surya berkurang sekitar 0.5%. berdasarkan data pengamatan suhu maksimum untuk Sidoarjo dalam rentang waktu 2019 adalah 29.8ºC . Data temperature ini menunjukkan bahwa adanya peningkatan 4.8ºC dari suhu standar (25ºC) yang di butuhkan oleh panel surya. Besarnya daya yang berkurang pada saat temperature naik 4.8ºC dapat di hitung menggunakan rumus berikut :

$$P_{saat\ naik\ ^oC} = 0.5\%/^oC\ X\ P_{mpp}\ X\ \text{kenaikan temperature } (^oC)$$

$$P_{saat\ naik\ ^oC} = 0.5\% \times 50 \times 4.8$$

$$= 1.2\ W$$

Untuk daya keluaran maksimum panel pada saat temperatur 29.8^{o}C :

$$P_{mpp\ saat\ t\ nai\ t^{o}C} = P_{mpp} X\ P_{saat\ t\ naik\ t^{o}c}$$

$$= 50 - 1.2$$

$$= 48.8\ W$$

Berdasarkan hasil perhitungan daya keluaran panel pada saat suhu 29.8 ^{o}C, maka nilai TCF dapat di hitung sebagai betikut :

$$TCF = \frac{Pmpp\ saat\ t\ naik\ toC}{Pmpp}$$

$$= \frac{48.8}{50} = 0.97$$

Efisiensi out (ηout) di tentukan berdasarkan efisiensi komponen yang melengkapi PLTS seperti : baterai, change controller , dan inverter. Karena PLTS yang akan di kembangkan di lokasi hanya di lengkapi inverter maka untuk nilai ηout di tentukan berdasarkan efisiensi inverter yaitu : 0.9

Maka nilai dari PV area dapat diperoleh sebagai berikut

$$\text{PV Area} = \frac{El}{Gav\ x\ \eta pv\ x\ TCF\ x\ \eta out}$$

$$= \frac{3.24}{4.8x0.14x0.97x0.9}$$

$$= \frac{3.24}{0.586} = 5.52\ m^2$$

Menghitung Daya Yang di Bangkitkan

Dari data area array (PV area), maka besar daya yang di bangkitkan oleh PLTS dapat di hitung menggunakan rumus sebagai berikut [2]:

$$P_{Wattpeak} = \text{Area Array x PSI x } \eta_{pv}$$

$$= 5.52\ m^2 \text{ x } 1000\ W/m^2 \text{ x } 0.14$$

$$= 774 \text{Wattpeak}$$

Panel surya yang dibutuhkan sebagai acuan adalah panel surya yang memiliki P_{mpp} sebesar 50W per panel. Sehingga dengan spesifikasi tersebut jumlah panel yang di butuhkan untuk PLTS yang di rencanakan dapat dihitung dengam rumus sebagai berikut :

$$\text{Jumlah Panel Surya} = \frac{Pwattpeak}{Pmpp}$$

$$= \frac{774}{50} = 15 \text{ buah}$$

Menghitung Kapasitas Baterai

Kapasitas Baterai yangdi gunakan sebagai penyimpanan energi listrik dapat diperhitungkan dengan rumus sebagai berikut :

$$AH = \frac{Jumlah\ Modul\ x\ Beban\ x\ Waktu}{Tegangan\ Baterai}$$

Maka akan di dapat hasil sebagai berikut :

$$AH = \frac{15\ x\ 50\ x\ 12}{12}$$

$$= \frac{9000}{12}$$

$$= 750 \text{ Ah}$$

Baterai yang di gunakan memiliki kapasitas 65Ah dengan Tegangan Kerja sebesar 12 V DC, dipilih baterai untuk ditempatkan sesuai jumlah PV yaitu sebanyak 15 buah maka di dapat arus yang di miliki setiap baterai sebagai berikut :

$$= \frac{750Ah}{15}$$

$$= 50\text{Ah}$$

Tabel 2 Hasil Perhitungan Harian

1.	Energi Beban Harian (kWh)	3.24
2.	Energi Beban Bulanan (kWh)	97.2
3.	Daya yang di butuhkan (Watt)	270
4.	Efisiensi Inverter (%)	90
5.	Radiasi Matahari (Wh)	1000
6.	Daya Maksimal yang di bangkitkan Tiap modul (Wp)	50
7.	Output Daya Bersih (Watt)	270
8.	Luas Area Array (M^2)	5.25
9.	Jumlah Modul	15
10.	Energi yang di Hasilkan (kWh)	3.24

Perhitungan Total biaya yang di butuhkan untuk memasang Sistem Solar Panel

Total Biaya yang di perhitungkan meliputi harga solar panel, Solar Change Controler/Battery Control Regulator, Harga beban per Kwh berdasarkan harga yang sudah di tetapkan oleh PLN, di tambah dengan biaya pemasangan dan juga biaya Maintenance untuk satu tahun. Maka di dapat perincian perkiraan sebagai berikut [3] :

Tabel 3 Uraian Biaya yang dibutuhkan untuk investasi

NO	Uraian	Harga (Rp)	Jumlah	Total (Rp)
1	Solar Panel 50Wp Polycristaline	840.000	15	12.600.000
2.	Listrik perkWh	1.467	97.2 kWh	142.592
3	Solar Charge Controler 12V 10Ah	360.000	1	360.000
Total				13.102.592
PPN 10%				1.310.259
Jumlah Total				14.412.851

Biaya Operasional PLTS :

M = 1% x Total Biaya Investasi

= 1% x Rp. 14.412.851

= Rp 144.128/Tahun

Menghitung Biaya Siklus Hidup (Life Cycle Cost)

PLTS ini di asumsikan akan beroperasi selama 25 tahun. Penetapan umur ini mengacu pada jaminan (garansi) yang di keluarkan oleh produsen panel surya. Nilai diskonto (i) yang digunakan untuk menghitung nilai sekarang adalah sebesar 4.25%. penentuan tingkat diskonto ini mengacu pada tingkat suku bunga kredit bank Indonesia per 16 November 2017 [4]. Besar nilai sekarang (present value) untuk biaya pemeliharaan dan operasional (MPW) selama masa proyek 25 tahun dengan tingkat diskonto 4.5% adalah:

$P = A \left[\frac{(1+i)^n-1}{i(1+1)^n}\right]$

Mpw (4.25%, 25) $= \text{Rp. } 144.128\left[\frac{(1+0.0425)^{25n}-1}{0.0425(1+0.0425)^{25}}\right]$

$= \text{Rp. } 144.128\left[\frac{1,8307}{0,1203}\right]$

= Rp. 144.128 x 15,217

= Rp. 2.193.309

Biaya siklus hidup (LCC) untuk PLTS selama umur proyek 25 tahun sebagai berikut :

LCC = C + Mpw

= Rp. 14.412.851 + 2.193.309

= Rp 16.606.160

Menghitung Biaya Energi PLTS (*Cost of Energy)*

Faktor pemulihan modal untuk mengkonversikan semua arus kas biaya siklus hidup (LCC) menjadi serangkaian biaya tahunan, diperhitungkan sebagai berikut :

$$\text{CRF} = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n-1}$$

$$= \frac{0{,}0425(1+0{,}425)^{25}}{(1+0{,}0425)^{25}-1}$$

$$= \frac{0{,}1203}{1{,}8307}$$

$$= 0{,}0657$$

Estimasi kebutuhan listrik jalan penghubung Dempul – Plaosan ini diperkirakan sebesar 3.24 kWh perhari maka dapat diperhitungkan sebagai berikut:

AKWH = kWh Harian x 365 [kWh]

= 3,24 x 365

= 1,182 kWh

Besar Biaya energi (COE) untuk PLTS sebagai berikut :

$$\text{COE} = \frac{LCC\ x\ CRF}{AKWH}$$

$$= \frac{16.606.160 \text{ x } 0.0657}{1{,}182}$$

= Rp. 923 /kWh

= Rp. 950/kWh

Analisa Kelayakan Investasi PLTS sebagai sumber tenaga PJU Desa Dempul – Plaosan

Untuk mempertimbangkan kelayakan investasi PLTS perlu di lakukan suatu analysis ekonomi. Kelayakan investasi PLTS di Ds Dempul – Plaosan Sidoarjo dapat di tunjukkan pada table 4 di bawah ini :

Tabel 4 Tabel Hasil Perhitungan Biaya

Biaya Investasi PLTS (Rp)	14.412.851
Biaya Operasional dan Pemeliharaan PLTS (Rp)	144.128s
Biaya Siklus Hidup (LCC)	
Umur Proyek (Tahun)	25
Suku Bunga (%)	4.25 %

Biaya Pemeliharaan & Operasional (Present Value)	2.193.309
Total Biaya Siklus Hidup Selama 25 Tahun (Rp)	16.606.160
Biaya Energi (Cost of Energy)	950,00

KESIMPULAN

untukt memenuhit kebutuhant energit hariant sebesart 3.24kWh maka di butuhkan dengant total 15 buah Solar panel yangt ber kapasiras 50Wp dengant luast area array seluas 5.25m^2

DAFTAR PUSTAKA

[1] M. Farouq, E. A. Zuliari, and T. Wati, "Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Angin Sumbu Vertikal Tipe Savonis Untuk Penerangan Perahu Nelayan," p. 5.

[2] 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.

[3] D. T. B. Sihombing, "Perencanaan Sistem Penerangan Jalan Umum Dan Taman Di Areal Kampus Usu Dengan Menggunakan Teknologi Tenaga Surya (Aplikasi Pendopo Dan Lapangan Parkir)," 2013, Accessed: Mar. 09, 2021. [Online]. Available: http://repository.usu.ac.id/handle/123456789/65894.

[4] E. Roza and M. Mujirudin, "PERANCANGAN PEMBANGKIT TENAGA SURYA FAKULTAS TEKNIK UHAMKA," *J. Kaji. Tek. ELEKTRO*, vol. 4, no. 1, Art. no. 1, Aug. 2019.