

Received: Desember 2021

Accepted: Februari 2022

Published: April 2022

## Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Untuk Penerangan Jalan Umum (Pju) Di Dusun Karang Tengah Desa Jatisari Kabupaten Lumajang

Adytia Eko Rhomadhon<sup>1</sup>, Ahmad Rofi'i<sup>2</sup>, Risse Entikaria Rachmanita<sup>3\*</sup>

<sup>1,3\*</sup> Prodi Teknik Energi Terbarukan, Jurusan Teknik, Politeknik Negeri Jember

<sup>2</sup> Prodi Teknologi Rekayasa Mekatronika, Jurusan Teknik, Politeknik Negeri Jember

Email: \* risse\_rachmanita@polije.ac.id

### Abstract

The problem that happen in Karang Tengah Hamlet, Jatisari Village, Tempeh District, Lumajang Regency is the lack of public road lighting facilities to the farmers' plantations. The lack of public facilities has an impact on the peace and comfort of people's lives. Research activities in Karang Village are being carried out to solve problems that occur in this environment. One solution to solving the problem is by improving public facilities in the form of street lights (PJU) based on solar systems. The application of solar system technology is due to the potential for solar power in Karang Tengah Hamlet, Jatisari Village, Tempeh District, Lumajang Regency, which is quite high, around 1000-1300 W / m<sup>2</sup> and also as an effort to maximize new renewable energy (EBT). The work steps include observation, planning, implementation and testing. The main components of solar system-based PJU lights are AC lamps, solar modules, Solar Change Control and Batteries. Based on the plan, a 20 Watt AC lamp is needed, a 65 Ah-12 V battery, a 100 Wp solar module and a 10 A change control for use for 8 hours. In sunny weather conditions produce electrical energy of 443.5 Wh/day, in cloudy weather conditions produce electrical energy of 305.4 Wh/day. From these results, solar panels are able to supply lamps of 160 Wh/day and lamps that meet the national standard for street lighting of 3.8 lux with a pole height of 6 meters.

Keywords : public street lighting, solar energy, solar module

### Abstrak

Permasalahan yang terjadi di Dusun Karang Tengah Desa Jatisari Kecamatan Tempeh Kabupaten Luamajang adalah kurangnya fasilitas penerangan jalan umum menuju perkebunan petani. Minimnya fasilitas umum berdampak pada ketentraman dan kenyamanan hidup masyarakat, Kegiatan penelitian di dusun karang tengah dilaksanakan untuk menyelesaikan permasalahan yang terjadi dilingkungan tersebut. Salah satu solusi penyelesaian masalah adalah dengan peningkatan fasilitas umum berupa lampu penerangan jalan umum (PJU) berbasis solar system. Pengaplikasian teknologi solar system karena potensi tenaga surya di Dusun Karang Tengah Desa Jatisari Kecamatan Tempeh Kabupaten Lumajang cukup tinggi yaitu sekitar 1000-1300 W/m<sup>2</sup> dan juga sebagai upaya memaksimalkan energi baru terbarukan (EBT). Langkah-langkah kerja meliputi observasi, perencanaan, penerapan dan pengujian. Komponen utama lampu PJU berbasis solar system adalah lampu AC, Modul surya, Solar Change Control dan Batrai. Berdasarkan perencanaan diperlukan lampu AC 20 Watt Baterai 65 Ah-12 V, Modul surya 100 Wp dan Change control 10 A untuk pemakaian selama 8 jam. Pada kondisi cuaca cerah menghasilkan energi listrik sebesar 443,5 Wh/hari, pada kondisi cuaca mendung menghasilkan energi listrik 305,4 Wh/hari. Dari hasil tersebut panel surya mampu mensuplai kebutuhan lampu sebesar 160 Wh/hari serta lampu yang memenuhi standar nasional penerangan jalan sebesar 3,8 lux dengan tinggi tiang sebesar 6 meter.

Kata kunci : penerangan jalan umum (PJU), energi surya, modul surya

## 1. Pendahuluan

Energi merupakan kebutuhan vital untuk menunjang kebutuhan hidup yang meliputi sektor industri, transportasi dan salah satunya kebutuhan rumah tangga. Kebutuhan energi yang paling krusial adalah kebutuhan energi listrik dimana setiap kegiatan sehari-hari menggunakan energi listrik [1]. Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan dasar dalam kehidupan manusia modern. Listrik sudah begitu terintegrasi dalam kehidupan sehari-hari, baik itu untuk menjalankan tugas pekerjaan, belajar, maupun sekedar hiburan, tidak terkecuali di Indonesia. Masyarakat Indonesia, terutama masyarakat perkotaan bergantung pada energi listrik untuk menjalankan kehidupan sehari-hari.

Penggunaan energi listrik yang semakin meningkat pada saat ini, sebagian besar masih tergantung oleh energi bahan bakar fosil seperti minyak bumi, batubara dan gas alam, sehingga menyebabkan persediaan energi yang ada saat ini semakin berkurang. Jika tak segera ditangani, kemungkinan dapat terjadinya krisis energi [2]. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional untuk mengatasi permasalahan di bidang energi, yang didalamnya membahas tentang tercapainya bauran Energi Primer yang optimal pada tahun 2025, peran energi baru terbarukan paling sedikit 23% dan pada tahun 2050 meningkat 31% (tiga puluh satu persen) untuk mengurangi penggunaan energi fosil.

Salah satu bentuk pencarian energi alternatif dalam rangka penghematan energi sedang dikembangkan, yaitu dengan memanfaatkan energi surya sebagai pembangkit listrik yang disebut dengan PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya). PLTS adalah suatu sistem pembangkit listrik dimana energi matahari diubah menjadi energi listrik dengan memanfaatkan teknologi photovoltaic yang juga terkenal ramah lingkungan dan memiliki daya guna yang tinggi [3].

Sel photovoltaic ini berupa sebuah semikonduktor yang terdiri dari diode NP, konversi energi cahaya terjadi karena ada perpindahan elektron bebas suatu atom dimana apabila terkena cahaya matahari akan menghasilkan listrik. Alat ini dirangkai menjadi beberapa susunan sel surya yang disebut sebagai Modul surya [2].

Menurut [4] modul surya juga banyak dimanfaatkan sebagai pembangkit dalam penerangan jalan umum (PJU), mengingat Indonesia merupakan negara yang dapat menghasilkan energy surya sebesar 4.8 kWh/hari dan merupakan sebuah solusi alternatif yang ramah lingkungan, murah dan mempunyai lifetime kurang lebih 25 tahun.

Sistem kerja pada lampu penerangan jalan berbasis energi surya dapat dikontrol secara otomatis yang akan menyala pada sore hari dan akan mati ketika pagi hari. Lampu tersebut akan menyala ketika panel surya tidak menghasilkan tegangan dan apabila panel surya menghasilkan tegangan maka lampu otomatis akan mati dalam pengaturan otomatis akan disesuaikan dengan kontrol. Dalam teknis pengoperasian lampu PJU biasanya menggunakan lampu berwarna warm agar terlihat ketika cuaca sedang memburuk [5]-[7]. Dalam pemasangan lampu harus menyesuaikan antara tegangan maksimal panel surya dengan daya yang menjadi beban.

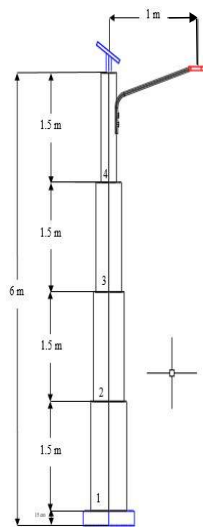
Energi alternatif ini sangat cocok digunakan untuk daerah pedesaan yang tidak teraliri listrik oleh Perusahaan Listrik Negara (PLN). Sebelum mengambil keputusan untuk melakukan penelitian di Desa Jatisari Kecamatan Tempeh Kabupaten Lumajang peneliti melakukan penelitian pendahuluan di daerah tersebut pada cuaca cerah dan mendung, di dapatkan hasil dari cuaca cerah sebesar 900-1400 W/m<sup>2</sup> dan pada saat cuaca mendung sebesar 300-900 W/m<sup>2</sup>. Hal ini mendorong penulis untuk melakukan penelitian di daerah tersebut karena masih belum teraliri listrik oleh Perusahaan Listrik Negara (PLN), dengan menggunakan pembangkit dari panel surya maka Penerangan Jalan Umum (PJU) tidak tergantung dengan

sumber energi lain, dan dapat digunakan pada daerah yang krisis energi, seperti di Dusun Karang Tengah Desa Jatisari Kecamatan Tempeh Kabupaten Lumajang, yang memiliki radiasi cukup tinggi dan berpotensi digunakan pembangunan PJU tenaga surya untuk menerangi jalan yang sejauh ini masih belum teraliri listrik dari PLN.

## 2. Metoda Penelitian

### 2.1. Perancangan PJUTS

Perancangan PJU didapatkan dari hasil data lapang kemudian dilakukan pemasangan PJU diarea Gedung Teknik Politeknik Negeri Jember. Rencana instalasi yang akan diterapkan pada Penerangan Jalan Umum (PJU) bertenaga surya di area jalan Dusun Cempaka Desa Pakis Kecamatan Panti Kabupaten Jember, Jawa Timur seperti pada Gambar 1.

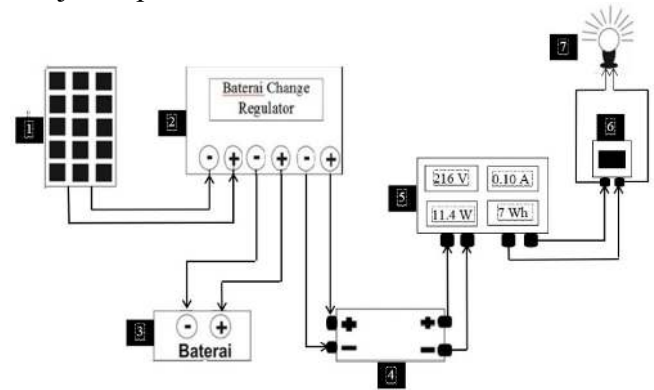


Gambar 1. Rancangan PJUTS

Perancangan ini menggunakan pipa besi galvanis dengan ukuran sebagai berikut :

1. Pipa besi galvanis dengan diameter 4 inci
2. Pipa besi galvanis dengan diameter 3.5 inci
3. Pipa besi galvanis dengan diameter 3 inci
4. Pipa besi galvanis dengan diameter 2.5 inci

Pipa besi galvanis ini mempunyai panjang yang sama, sehingga panjang dari tiang penerangan jalan bertenaga surya mempunyai panjang 6 meter. Adapun Rencana Rangkaian pada Instalasi Penerangan Jalan Umum (PJU) bertenaga surya dapat ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Rangkaian pada Instalasi Penerangan Jalan Umum (PJU)

Keterangan :

1. Modul Surya 100 Wp (12V DC)
2. BCR (*Battery Charge Regulator*) MPPT T10 Lampu
3. Baterai NP24-12 *Sealed Lead Acid Battery* 12 V 65 Ah
4. Inverter CK-S350
5. Power meter
6. Sensor Cahaya AS-2203
7. LED HPL 20 Watt

Pada Gambar 2 menunjukkan sumber listrik dari perancangan penerangan jalan umum tenaga surya terletak pada modul surya (1) yang akan menangkap radiasi matahari untuk dialirkan ke *Baterai Charge Regulator* (2) untuk di distribusikan menuju baterai (3) sehingga baterai akan mengisi sesuai dengan kapasitasnya selama waktu yang dibutuhkan, kemudian baterai akan mensuplay inverter (4) untuk merubah tegangan dari baterai yang bermuatan DC menjadi AC. Dikarenakan beban yang peneliti gunakan adalah lampu HPL LED 20 watt bertegangan AC (5) maka dibutuhkan inverter yang dimana inverter tersebut bekerja untuk merubah tegangan baterai yang awalnya bertegangan 12V DC menjadi 220V AC.

Sebelum listrik mensuplai lampu alangkah baiknya menggunakan (6) Power meter untuk mengetahui komsumsi penggunaan listrik dan energi pada lampu setiap 30 menit sekali untuk dapat di perhitungkan jumlah pemakaian harian lampu sehingga dapat menganalisis penggunaan listrik sesuai dengan kapasitas baterainya [8]. Pada rangkaian ini ada beberapa hal yang perlu di perhitungkan terlebih dahulu antara lain :

1. Menentukan Lux lampu

$$I = \frac{K \times P}{\omega} \dots\dots\dots(1)$$

$$E_B = \frac{I}{r^2} \cos \beta \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

- I = Intensitas cahaya (cd)
- K = Efikasi cahaya (lm/watt)
- P = Daya listrik (Watt)
- $\omega$  = Fluks cahaya (lm)
- $E_B$  = Lux

2. Menentukan inverter yang digunakan

Inverter yang digunakan harus lebih dari 20 watt oleh karena itu peneliti menggunakan inverter tipe CK-S350 dikarenakan mudah ditemukan di pasaran dan harganya terjangkau [9].

3. Menentukan kapasitas baterai

$$C_{\text{baterai}} = C_{\text{nominal}} \text{ baterai} \times \text{DOD} \times 100\% \dots\dots(3)$$

Keterangan :

- $C_{\text{baterai}}$  = Total kapasitas baterai yang dapat digunakan (Ah pada 12 volt)
- $C_{\text{nominal}} \text{ baterai}$  = Arus baterai (Ah) [10]

4. Menentukan kapasitas modul surya

Kapasitas Modul Surya:

$$= \frac{\text{Total beban pemakaian harian}}{\text{Insolasi surya harian}} \dots\dots\dots(4)$$

5. Persiapan Alat dan Bahan

Persiapan alat dan bahan yang akan digunakan dalam perancangan Penerangan Jalan Umum (PJU) tenaga surya seperti :

1. Modul Surya 50 Wp (12V DC) *monocrystalline*
2. Baterai NP65-12 *Sealed Lead Acid Battery* 12 V 65 Ah
3. Lampu LED HPL 20 Watt

4. BCR (*Battery Charge Regulator*) MPPT T10
5. Inverter CK-S350
6. Kabel penghubung antar komponen 6 meter.

Selain instalasi penerangan lampu jalan tersebut, alat yang menunjang dalam kegiatan observasi awal sampai kegiatan penelitian meliputi:

1. AVO meter digital flux
2. Clamp meter
3. Solar power meter tenmaps
4. Kalkulator Alifalin
5. Stopwatch
6. Roll meter
7. Buku catatan dan alat tulis

2.2. Pembuatan dan Pengujian PJUTS

Tahapan ini adalah membuat penerangan jalan umum tenaga surya dengan tiang menggunakan pipa besi galvanis dengan ukuran 4, 3 $\frac{1}{2}$ , 3, 2 $\frac{1}{2}$  inchi. Lalu melakukan perangkaian pada tiangnya dengan panjang 1.5 meter pada pipa berukuran 4 inchi, panjang 1.5 meter pada pipa ukuran 3 $\frac{1}{2}$  inchi, panjang 1.5 meter pada pipa berukuran 3 inchi, dan panjang 1.5 meter pada pipa berukuran 2 $\frac{1}{2}$  inchi.

Kemudian melakukan perancangan pada system tenaga suryanya dengan merakit komponennya, yaitu Modul surya mengalir ke *Baterai Charge Regulator* (BCR),BCR melakukan penchargeran pada baterai dan baterai mengalir ke inverter untuk merubah tegangan dari 12 volt DC menjadi 220 volt AC kemudian inverter mengalirkan arus ke beban yaitu lampu LED HPL 20 Watt [11]-[12].

Setelah melakukan perancangan dengan komponen-komponen yang telah disebutkan, tahapan selanjutnya adalah melakukan pengujian di area jalan Dusun Karangtengah Desa Jatisari Kecamatan Tempeh Kabupaten Lumajang dengan pengambilan data pada komponen-komponen sebagai berikut :

1. Variasi ketinggian pada ketinggian 3m, 4m dan 5m,

2. Menghitung intensitas cahaya matahari rata-rata dalam 5 jam pada siang hari.
3. Daya input modul surya 100 Wp *polycrystalline*.
4. Daya output modul surya 100 Wp *polycrystalline*.
5. Daya input aki 12V 65 A.
6. Daya output aki 12V 65 A.
7. Kebutuhan beban lampu HPL LED 20Watt betegangan AC.

**2.3. Analisis Data**

Tahapan ini sama dengan tahapan perhitungan hasil dari pengukuran mulai dari menentukan beban yang akan digunakan yakni menggunakan LED 20 watt AC, Menghitung kemiringan stang ornamen yang akan digunakan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$t = \sqrt{h^2 + C^2} \dots\dots\dots (5)$$

Sehingga :

$$\cos \phi = \frac{h}{t} \dots\dots\dots (6)$$

Selanjutnya menghitung total beban pemakaian per hari, rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$\text{Total Beban Pemakaian (Wh)} = \text{Daya} \times \text{Lama Pemakaian} \dots\dots\dots (7)$$

Selanjutnya menghitung kapasitas baterai yang akan digunakan pada Penerangan Jalan Umum (PJU) menggunakan rumus sebagai berikut :

*Charge controller* diperlukan untuk melindungi baterai dari pengosongan dan pengisian yang berlebih. Daya masukan atau keluaran yang diterima *charge controller* hendaknya disesuaikan dengan arus keluaran dari panel surya ( $I_{MPP}$ ) dan tegangan baterai ( $V_B$ ). Untuk mengetahui waktu dalam pengisian aki, dapat menggunakan perhitungan sebagai berikut :

$$T_a = \frac{Ah}{A} \dots\dots\dots (8)$$

Lama pengisian daya :

$$T_d = \frac{\text{Daya Ah}}{\text{Daya A}} \dots\dots\dots (9)$$

Sedangkan untuk efisiensi ( $\eta$ ) pada modul surya merupakan perbandingan antara daya listrik yang dihasilkan dibagi dengan energi panas yang di terima menggunakan rumus sebagai berikut. Panas yang dihasilkan oleh modul surya :

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} = \frac{V_{oc} \times I_{sc} \times FF}{S.F} \times 100\% \dots\dots\dots (10)$$

**3. Hasil Penelitian**

**3.1. Pengaruh ketinggian terhadap modul surya tipe *Polocrystalline***

*1. Ketinggian 3 Meter Pada Kinerja Modul Surya*

Energi yang dihasilkan oleh modul surya ( $E_{modul}$ ) pada ketinggian 3 m adalah:

$$\begin{aligned} E_{modul} &= P_{nom} \times T_{nom} \\ &= 100 \times 0,815 \\ &= 81,5 \text{ Wh/hari} \end{aligned}$$

*2. Ketinggian 4,5 Meter Pada Kinerja Modul Surya*

Energi yang dihasilkan oleh modul surya ( $E_{modul}$ ) pada ketinggian 4,5 m adalah:

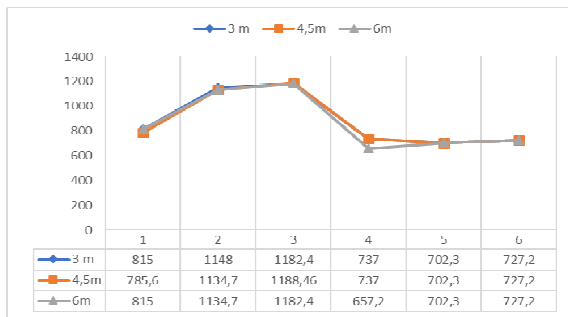
$$\begin{aligned} E_{modul} &= P_{nom} \times T_{nom} \\ &= 100 \times 0,785 \\ &= 78,5 \text{ Wh/hari} \end{aligned}$$

*3. Ketinggian 6 Meter Pada Kinerja Modul Surya*

Energi yang dihasilkan oleh modul surya ( $E_{modul}$ ) pada ketinggian 6 m adalah:

$$\begin{aligned} E_{modul} &= P_{nom} \times T_{nom} \\ &= 100 \times 0,815 \\ &= 81,5 \text{ Wh/hari} \end{aligned}$$

Pada gambar 3 menunjukkan grafik intensitas radiasi matahari mempengaruhi daya yang dapat dibangkitkan oleh modul surya, semakin tinggi intensitas radiasinya semakin tinggi juga tegangan dan arus yang dihasilkannya. Dari hasil pengamatan, ketinggian tidak berpengaruh secara signifikan terhadap kinerja modul surya.



Gambar 3. Grafik pengaruh ketinggian terhadap kinerja modul surya

### 3.2 Daya yang dihasilkan oleh PLTS sistem Penerangan Jalan Umum (PJU)

Pengujian jatuh tegangan modul surya pada saat berbeban diukur selama 6 hari, untuk mengetahui persentase jatuh tegangan. Pada percobaan pertama modul surya dibebani lampu LED HPL 20Watt, percobaan dimulai dari pukul 08.00 WIB sampai pukul 15.00 WIB dengan dua keadaan cuaca yaitu cerah dan mendung, dengan sudut kemiringan modul surya 18°. Persentase jatuh tegangan (VR) didefinisikan.

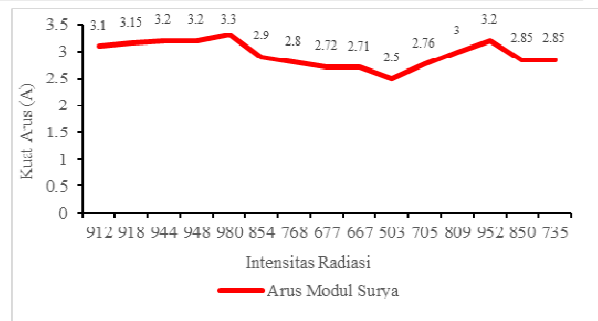
$$V_R = \frac{V_m - V_p}{V_p} \times 100\% \dots\dots\dots (11)$$

Hasil perhitungan presentase jatuh tegangan selama 6 hari dapat dilihat pada Tabel 1:

Tabel 1. Perhitungan presentase jatuh tegangan selama 6 hari

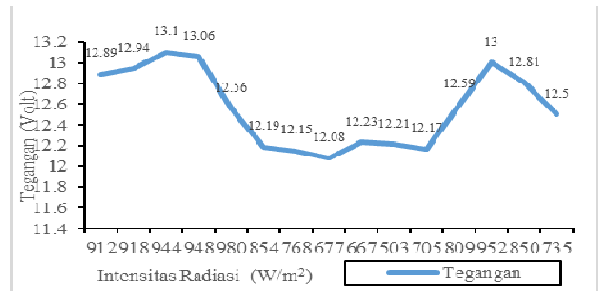
Hari ke	1	2	3	4	5	6
Presentase jatuh tegangan	0,78%	0,81%	0,82%	1,30%	0,86%	0,87%

Dari hasil diatas dapat disimpulkan bahwa intensitas radiasi sangat mempengaruhi arus yang dihasilkan oleh modul surya, arus tertinggi dihasilkan pada intensitas radiasi matahari sebesar 980 W/m<sup>2</sup> dan arus terendahnya pada saat intensitas radiasi sebesar 503 W/m<sup>2</sup>, dapat dilihat pada gambar 4.



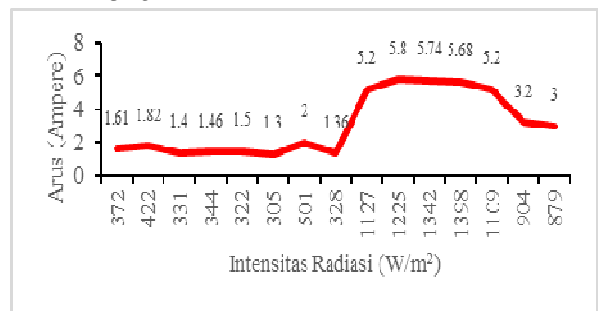
Gambar 4. Grafik hubungan antara intensitas cahaya dan arus modul surya

Sedangkan gambar 5 menunjukkan bahwa intensitas radiasi pada hari ke 1 tidak seutuhnya mempengaruhi tegangan yang dihasilkan oleh modul surya, hal tersebut dikarenakan suhu pada modul surya juga mempengaruhi tegangan yang dihasilkannya. Tegangan tertinggi dihasilkan pada intensitas radiasi matahari sebesar 944 W/m<sup>2</sup> dan tegangan terendahnya pada saat intensitas radiasi sebesar 677 W/m<sup>2</sup>.



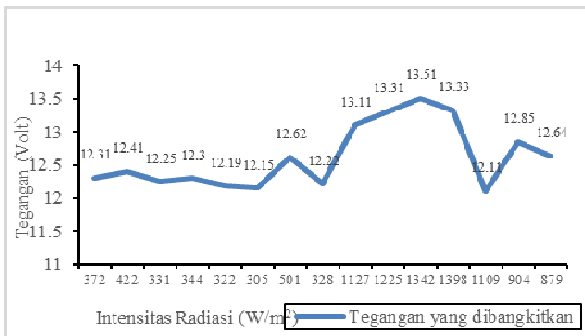
Gambar 5. Hubungan intensitas cahaya matahari dan tegangan modul surya

Pada hari ke 2 (gambar 6), menyatakan bahwa intensitas radiasi sangat mempengaruhi arus yang dihasilkan oleh modul surya, arus tertinggi dihasilkan pada intensitas radiasi matahari sebesar 1483 W/m<sup>2</sup> dan arus terendahnya pada saat intensitas radiasi sebesar 325 W/m<sup>2</sup>.



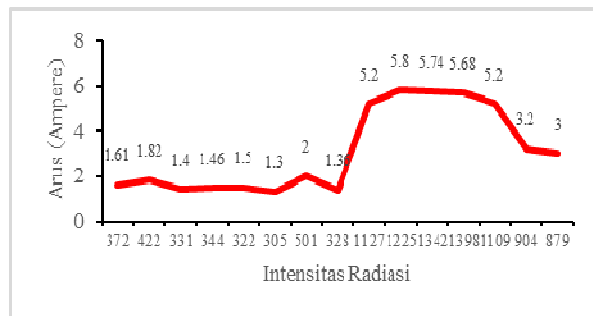
Gambar 6. Grafik hubungan antara intensitas cahaya dan arus modul surya

Sedangkan gambar 7 menunjukkan bahwa intensitas radiasi pada hari ke 2 tidak seutuhnya mempengaruhi tegangan yang dihasilkan oleh modul surya, hal tersebut dikarenakan suhu pada modul surya juga mempengaruhi tegangan yang dihasilkannya. Tegangan tertinggi dihasilkan pada intensitas radiasi matahari sebesar  $1483 \text{ W/m}^2$  dan tegangan terendahnya pada saat intensitas radiasi sebesar  $352 \text{ W/m}^2$ .



Gambar 7. Hubungan intensitas cahaya matahari dan tegangan modul surya

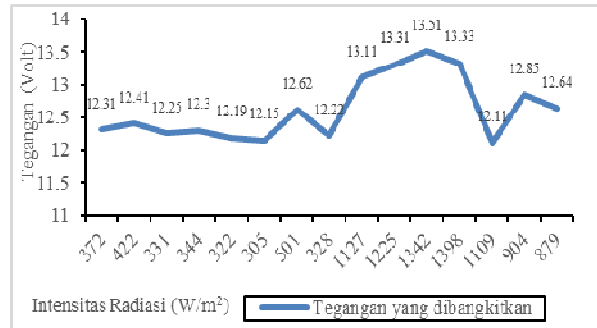
Pada hari ke 3 menyatakan bahwa intensitas radiasi sangat mempengaruhi arus yang dihasilkan oleh modul surya, arus tertinggi dihasilkan pada intensitas radiasi matahari sebesar  $1225 \text{ W/m}^2$  dan arus terendahnya pada saat intensitas radiasi sebesar  $305 \text{ W/m}^2$ , dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Grafik hubungan antara intensitas cahaya dan arus modul surya

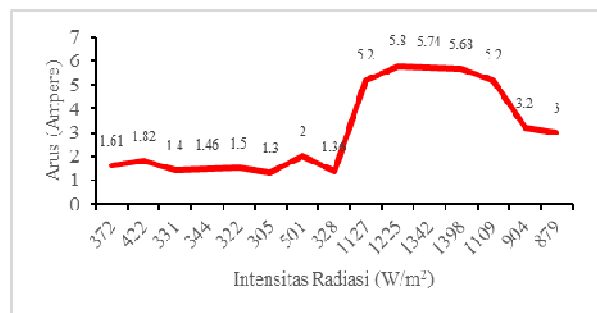
Sedangkan gambar 9 menunjukkan bahwa intensitas radiasi pada hari ke 3 tidak seutuhnya mempengaruhi tegangan yang dihasilkan oleh modul surya, hal tersebut dikarenakan suhu pada modul surya juga mempengaruhi tegangan yang dihasilkannya.

Tegangan tertinggi dihasilkan pada intensitas radiasi matahari sebesar  $1483 \text{ W/m}^2$  dan tegangan terendahnya pada saat intensitas radiasi sebesar  $352 \text{ W/m}^2$ .



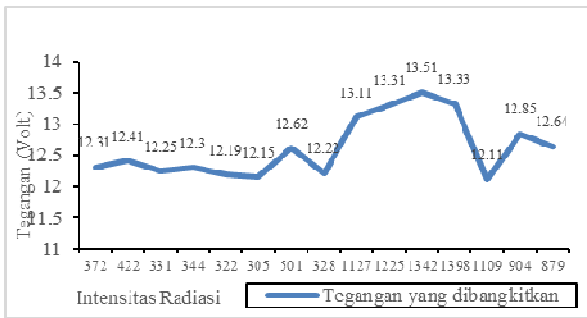
Gambar 9. Hubungan intensitas cahaya matahari dan tegangan modul surya

Pada hari ke 4 (gambar 10), menyatakan bahwa intensitas radiasi sangat mempengaruhi arus yang dihasilkan oleh modul surya, arus tertinggi dihasilkan pada intensitas radiasi matahari sebesar  $1342 \text{ W/m}^2$  dan arus terendahnya pada saat intensitas radiasi sebesar  $305 \text{ W/m}^2$ .



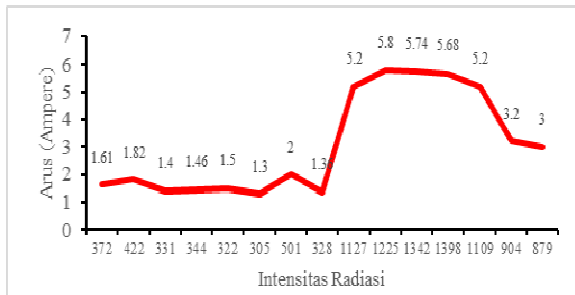
Gambar 10. Grafik hubungan antara intensitas cahaya dan arus modul surya

Sedangkan gambar 11 menunjukkan bahwa intensitas radiasi pada hari ke 4 mempengaruhi tegangan yang dihasilkan oleh modul surya, hal tersebut. Tegangan tertinggi dihasilkan pada intensitas radiasi matahari sebesar  $1342 \text{ W/m}^2$  dan tegangan terendahnya pada saat intensitas radiasi sebesar  $305 \text{ W/m}^2$ .



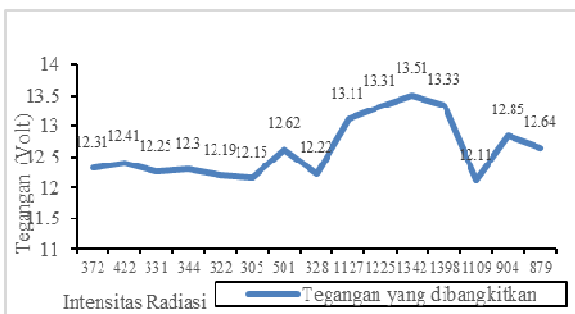
Gambar 11. Grafik hubungan antara intensitas cahaya dan arus modul surya

Pada hari ke 5 (gambar 12), menyatakan bahwa intensitas radiasi sangat mempengaruhi arus yang dihasilkan oleh modul surya, arus tertinggi dihasilkan pada intensitas radiasi matahari sebesar 1225 W/m<sup>2</sup> dan arus terendahnya pada saat intensitas radiasi sebesar 305 W/m<sup>2</sup>.



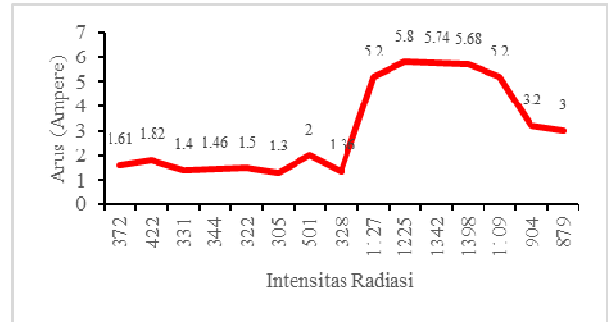
Gambar 12. Grafik hubungan antara intensitas cahaya dan arus modul surya

Sedangkan gambar 13 menunjukkan bahwa intensitas radiasi pada hari ke 5 mempengaruhi tegangan yang dihasilkan oleh modul surya, hal tersebut. Tegangan tertinggi dihasilkan pada intensitas radiasi matahari sebesar 1342 W/m<sup>2</sup> dan tegangan terendahnya pada saat intensitas radiasi sebesar 1109 W/m<sup>2</sup>.



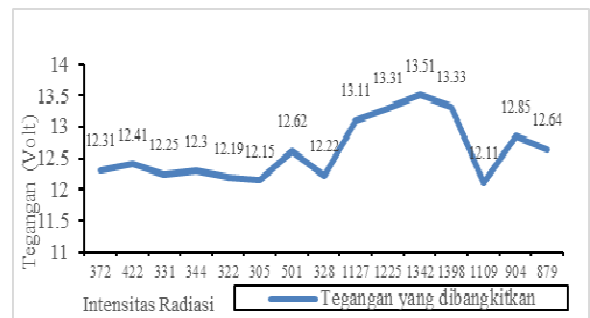
Gambar 13. Grafik hubungan antara intensitas cahaya dan arus modul surya

Pada hari ke 6 menyatakan bahwa intensitas radiasi sangat mempengaruhi arus yang dihasilkan oleh modul surya, arus tertinggi dihasilkan pada intensitas radiasi matahari sebesar 1225 W/m<sup>2</sup> dan arus terendahnya pada saat intensitas radiasi sebesar 305 W/m<sup>2</sup>, dapat dilihat pada gambar 14.



Gambar 14. Grafik hubungan antara intensitas cahaya dan arus modul surya

Sedangkan gambar 15 menunjukkan bahwa intensitas radiasi pada hari ke 6 mempengaruhi tegangan yang dihasilkan oleh modul surya, hal tersebut. Tegangan tertinggi dihasilkan pada intensitas radiasi matahari sebesar 1342 W/m<sup>2</sup> dan tegangan terendahnya pada saat intensitas radiasi sebesar 1109 W/m<sup>2</sup>.



Gambar 15. Grafik hubungan antara intensitas cahaya dan arus modul surya

#### 4. Kesimpulan

Radiasi matahari di Dusun Karang Tengah Desa Jatisari Kecamatan Tempeh Kabupaten Lumajang terbesar terjadi pada hari ke 3 dalam kondisi cuaca cerah yaitu sebesar 1,148 KWh/m<sup>2</sup> dan radiasi terkecil terjadi pada hari ke 5 sebesar 0,702 KWh/m<sup>2</sup>. Efisiensi

maksimum modul surya yang digunakan sebesar 13,20 %. Pengaruh ketinggian terhadap kinerja modul surya tipe *Polycrystalline* di Dusun Karang Tengah Desa Jatisari Kecamatan Tempeh Kabupaten Lumajang yaitu pada ketinggian 3 meter sebesar 1182 Wh/m<sup>2</sup>, pada ketinggian 4,5 meter sebesar 1188 Wh/m<sup>2</sup> dan pada ketinggian 6 meter sebesar 1182 Wh/m<sup>2</sup>. Besar daya yang dihasilkan oleh PLTS sistem Penerangan Jalan Umum (PJU) di Dusun Karang Tengah Desa Jatisari Kecamatan Tempeh Kabupaten Lumajang sebesar 500 Watt pada hari ke tiga dalam kondisi cuaca cerah dan 311 Watt pada hari ke empat dalam kondisi cuaca mendung.

Pada perencanaan penerangan jalan umum tenaga surya memerlukan baterai dengan tegangan 12 volt 65 Ah jenis lead acid. Kondisi awal baterai sebelum proses charging sebesar 11.72 Volt, dengan tegangan penuh baterai sebesar 13,11 V digunakan untuk beban sebesar 20 watt berupa lampu LED jenis HPL, yang menyala selama 8 jam, dari pukul 17.00 wib sampai pukul 01.00 wib, sisa baterai yang terpakai 12.83 V. Lampu LED 20 watt mampu menyala pada tegangan 218 V maka dapat diketahui bahwa baterai tersebut hanya digunakan sebesar 28%, dan penggunaan baterai bisa diperkecil.

## 5. Saran

Saran dari pengembangan dalam merencanakan Penerangan Jalan Umum Tenaga Surya adalah penggunaan baterai disesuaikan dengan beban yang digunakan, karena meminimalisir besar kecilnya kapasitas baterai mempengaruhi biaya investasi.

## 6. Daftar Pustaka

- [1] Riyadi, A. 2008. Clearing House Energi Terbarukan dan Konversi Energi.
- [2] Ramadhani. 2018. Instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya. Jakarta : GIZ.
- [3] Hasan, H. 2012. Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya di Pulau Sauqi. Jurnal Riset dan Teknologi Kelautan. 10 (2) : 169-180.
- [4] Hanna, P.J. 2012. Analisis Keekonomian Kompleks Perumahan Berbasis Energi Surya (Studi Kasus : Perumahan Cyber Orchid Town House, Depok). Skripsi. Jakarta: Universitas Indonesia.
- [5] Adityawan, E. 2010. Studi Karakteristik Pencatutan Solarcell Terhadap Kapasitas Sistem Penyimpanan Energi Baterai. Skripsi. Jakarta: Universitas Indonesia.
- [6] Djaufani M,B dkk. 2015. Perancangan dan Realisasi Kebutuhan Kapasitas Baterai untuk Beban Pompa Air 125 Watt Menggunakan Pembangkit Listrik Tenaga Surya. Jurnal Elkomika. Bandung : Teknik Konversi Energi Politeknik Negeri Bandung
- [7] Foster, Robert. 2010. Solar Energy Renewable Energy and The Environment. Boca Raton: CRC Press LLC.
- [8] Jatmiko, H dan A. Mahir, P. 2011. Pemanfaatan Sel Surya dan LED untuk Perumahan. Sunan TIK. Semarang: UDINUS.
- [9] Keputusan Menti ESDM No 2 Tahun 2014. Kebijakan Pengembangan Energi Baru Terbarukan dan Konversi Energi (Pengembangan Energi Hijau). Jakarta.
- [10] Rachmanita, R. E., Febriani, S. D., Anggraini, S., Siswadi, E. 2021. Penerapan Alat Penjebak Serangga Otomatis Tenaga Surya di Kelompok Tani Dusun Rayap Desa Kemuning Lor. Prosiding Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif (SENTRINOV), 7 (3) 150-157.
- [11] Mahardika, Dhioo. 2016. Evaluasi Penerangan Lampu Jalan Dijalan Bypass Alang-alang Lebar. Palembang: Politeknik Negeri Srwijaya. Hal : 5.
- [12] Palaloi, Sudirman. 2015. Pengujian Dan Analisis Umur Pakai Lampu Light Emitting Diode (Led) Swabalast Untuk Pencahayaan Umum Testing And Analysis Of Life Time For Led Lamp Ballasted For General Lighting. Tangerang : Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT).