
Identifikasi Kerusakan dan Perbaikan Lampu Taman Tenaga Surya di Universitas Bangka Belitung

Afdhal Ihza Mahendra¹, Tri Hendrawan Budianto^{1*}, Muhammad Jumnahdi¹
Universitas Bangka Belitung¹
*try0354@gmail.com

ABSTRACT

The use of electrical energy from solar panels is sometimes not monitored properly, especially the solar garden lights at the University of Bangka Belitung where the overall condition of the solar garden lights is damaged. . Therefore, this research was conducted in order to find out the damage that often occurs in garden lights and how to repair the garden lights so that they function normally again. From the damage to the garden lights, they were divided into 3 categories of damage, namely lightly damaged, moderately damaged, and heavily damaged. After knowing the 3 categories of damage, an overall cost budget was made for the total components of the damaged goods, after knowing the cost budget, proceed to measure the efficiency value on clean and dirty solar panels without using a solar charger controller and using a solar charger controller. The efficiency of clean solar panels without a solar charger controller is 5.4% and lux is 21%, gross is 4.5% and lux is 20%. The efficiency of clean solar panels using a solar charger controller is 4.4% and lux is 22%, gross is 3.8% and lux is 21%

Keywords: Current, Solar Panels, Solar Radiation, Temperature, Voltage

INTISARI

Pemanfaatan energi listrik dari panel surya terkadang tidak terpantau dengan baik, khususnya lampu taman tenaga surya di universitas bangka belitung yang dimana kondisi keseluruhan lampu taman tenaga surya tersebut rusak. . Oleh karena itu penelitian ini dilakukan agar dapat mengetahui kerusakan yang sering terjadi pada lampu taman dan cara memperbaiki lampu taman tersebut agar berfungsi normal kembali. Dari kerusakan lampu taman tersebut di bagi menjadi 3 kategori kerusakan, yaitu rusak ringan, rusak sedang, dan rusak berat. Setelah mengetahui dari 3 kategori kerusakan tersebut di buat la anggaran biaya secara keseluruhan total komponen barang yang rusak, setelah mengetahui anggaran biaya dilanjutkan mengukur nilai efisiensi pada panel surya bersih dan kotor tanpa menggunakan solar charger controller dan menggunakan solar charger controller. Efisiensi panel surya bersih tanpa solar charger controller 5,4% dan lux 21%, kotor 4,5% dan lux 20% . Efisiensi panel surya bersih menggunakan solar charger controller 4,4% dan lux 22%, kotor 3,8% dan lux 21%

Kata kunci : Arus Listrik, Panel Surya, Radiasi Surya, Suhu, Tegangan

I. PENDAHULUAN

Matahari merupakan sumber energi yang potensial bagi kebutuhan manusia, dimana energi tersebut bisa didapat dari panas yang merambat sampai permukaan bumi, atau cahaya yang jatuh sampai

permukaan bumi. Dari beberapa penelitian menyatakan bahwa dengan mengubah cahaya matahari terutama intensitas matahari dengan *solar sel* dapat dibuat sumber energy listrik untuk konsumsi manusia.

Pemilihan sumber energi terbarukan ini sangat beralasan mengingat suplai energi surya dari sinar matahari yang di terima oleh permukaan bumi mencapai mencapai 3 x 10²⁴ joule pertahun. Jumlah energi sebesar itu setara dengan 10.000 kali konsumsi energi di seluruh dunia saat ini. Di Indonesia melimpahnya cahaya matahari yang merata dan dapat ditangkap di seluruh kepulauan Indonesia hampir sepanjang tahun merupakan sumber energi listrik yang sangat potensial.

Lampu Taman tenaga surya dapat diaplikasikan di berbagai tempat, antara lain: jalan umum, lampu taman, area kampus, lampu jalan pedesaan, lampu jalan raya terpencil, dan lain-lain. Secara keseluruhan sistem ini dirancang untuk penyediaan cahaya penerangan dengan sumber energi terbarukan. Selanjutnya energi listrik yang dihasilkan dari *solar cell* dapat digunakan untuk berbagai penggunaan, seperti untuk sumber energi penerangan jalan. Penerangan jalan dengan sumber energi tenaga surya *solar cell* menggunakan lampu LED. Walaupun sudah banyak lampu Taman yang diterapkan di rumah-rumah penduduk, di jalanan pedesaan, di jalan raya, dan lain-lain, Dalam penelitian ini berusaha untuk mencari solusi bagaimana solusi upaya bagaimana cara memperbaiki lampu taman tenaga surya yang rusak khususnya di Universitas Bangka Belitung.

Pada Penelitian ini, potensi energi surya tersebut akan dimanfaatkan sebagai Sumber Tenaga pada lampu taman. Selama ini penyalaan lampu taman dilakukan secara terus menerus tanpa adanya perawatan sehingga membuat lampu taman tenaga surya di Universitas Bangka Belitung rusak dan tidak menyala dan membuat di daerah gedung Babel dan Timah gelap dikarenakan lampu taman yang rusak. Dalam rangka mencari tahu penyebab kerusakan yang dibagi Menjadi 3 golongan, yaitu Rusak Parah, Rusak Sedang, dan Rusak Ringan, dan Mencari cara memperbaiki lampu taman ini di Universitas Bangka Belitung di Gedung Babel dan Timah, dengan Jumlah Lampu Taman yang ada di Universitas Bangka Belitung berjumlah 32 tiang dengan total lampu berjumlah 64 buah, Kondisi Lampu taman Di Universitas Bangka Belitung dilihat secara kasat mata ada 1 lampu taman yang rusak parah, dan ada 5 rusak sedang, dan 26 rusak ringan sesuai pemantauan dan penglihatan, dalam penelitian ini menjadikan panel surya sebagai sumber energi untuk menyuplai Lampu Taman dan Menjadikan sebagai bahan atau judul penelitian skripsi bertujuan agar mampu menganalisa

kerusakan Pada lampu Taman tenaga Surya dan menghitung Biaya kerusakannya..

II.LANDASAN TEORI

Kondisi lampu taman di Universitas Bangka Belitung meliputi :

A. Rusak Ringan

Pada Lampu Taman yang di golongkan rusak ringan yang dimana kerusakan yang terjadi yang dilihat secara kasat mata, rusak ringan ini tidak terlalu parah dikarenakan lampu taman di sebelah nya menyala dan yang sebelahnya lagi mati, tetapi bagian lampu yang menyala tersebut tidak selalu menyala, ada jeda-jeda tertentu dia menyala yang mana dilihat oleh kasat mata lampu tersebut akan mati selama 16 detik, dan akan hidup selama 3 detik. Jadi lampu taman tersebut di kategorikan rusak ringan, dalam kasus pencahayaan nya panel surya cukup terkena sinar matahari, tidak terlalu banyak dedaunan yang menutupi panel surya



Gambar 1. Lampu Taman Rusak Ringan

B. Rusak Sedang

Dalam kategori rusak sedang ini yang di lihat kasat mata, lampu taman yang dimana bola yang melindungi lampu bagian dalam itu pecah sehingga mengakibatkan lampu LED nya tidak terlindungi dan terkena air hujan dan sinar matahari secara terus menerus, kemungkinan penyebab kerusakan ini terjadi karena ranting-ranting pohon tersebut menghantam bola yang melindungi lampu bagian dalam sehingga menjadi pecah. panel surya tersebut tertutupi oleh dedaunan pohon yang lebat dan dekat lampu taman tersebut sehingga mengakibatkan panel surya nya tidak terkena sinar matahari



Gambar 2. Lampu Taman Rusak Sedang

C. *Rusak Berat*

Pada lampu Taman yang di golongkan Rusak Berat ini bias dilihat dari gambar 2.3, panel surya nya sudah terlepas dari dudukan panel nya dan sebagian lampu nya sudah hampir mau lepas, kemungkinan kerusakan ini terjadi karena petugas yang memasang panel surya tersebut kurang kuat sehingga terlepas atau bisa jadi ranting yang jatuh dari atas pohon tersebut menghantam panel surya sehingga panel surya terlepas dari dudukan nya. dalam kasus pencahayaan nya terdapat pepohonan yang menutupi panel surya sehingga kurang nya mendapatkan sinar matahari.



Gambar 3. Lampu Taman Rusak Berat

D. *Panel Surya*

Sel Surya atau Solar Cell adalah suatu perangkat atau komponen yang dapat mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan prinsip efek Photovoltaic. Yang dimaksud dengan Efek Photovoltaic adalah suatu fenomena dimana munculnya tegangan listrik karena adanya hubungan atau kontak dua elektroda yang dihubungkan dengan sistem padatan atau cairan saat mendapatkan energi cahaya. Oleh karena itu, Sel Surya atau Solar Cell sering disebut juga dengan Sel Photovoltaic (PV). Efek Photovoltaic ini ditemukan oleh Henri Becquerel pada tahun 1839



Gambar 4. Panel Surya

E. *Solar Charger Controller*

Solar Charge Controller adalah peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah yang diisi ke baterai dan diambil dari baterai ke beban. Solar charge controller mengatur *overcharging* (kelebihan pengisian - karena batere sudah 'penuh') dan kelebihan voltase dari panel surya / solar cell. Kelebihan voltase dan pengisian akan mengurangi umur baterai.



Gambar 5. Solar Charger Controller

F. *Watt Energi Meter*

Wattmeter adalah instrumen pengukur daya listrik yang pembacaanya dalam satuan watt dimana merupakan kombinasi voltmeter dan amperemeter. Wattmeter pada dasarnya merupakan penggabungan dari dua alat ukur yaitu Amperemeter dan Voltmeter yang berfungsi untuk mengukur secara langsung daya yang terpakai pada suatu rangkaian listrik.



Gambar 6 Watt Energi Meter

G. *Aki*

Aki adalah sebuah alat yang dapat menyimpan energi (umumnya energi listrik) dalam bentuk energi kimia. . di dalam standar internasional setiap satu cell akumulator memiliki tegangan sebesar 2 volt. sehingga aki 12 volt, memiliki 6 cell sedangkan aki 24 volt memiliki 12 cell. Aki merupakan sel yang banyak kita jumpai karena banyak digunakan pada sepeda motor maupun mobil. Aki termasuk sel sekunder, karena selain menghasilkan arus listrik, aki juga dapat diisi arus listrik kembali



Gambar 7. Aki

H. Lampu

Lampu adalah suatu perangkat/alat yang dapat menghasilkan cahaya saat dialiri arus listrik. Arus listrik yang dimaksud ini dapat berasal tenaga listrik yang dihasilkan oleh pembangkit listrik terpusat (*Centrally Generated Electric Power*) seperti PLN dan Genset ataupun tenaga listrik yang dihasilkan oleh Baterai dan Aki



Gambar 8 Lampu LED

III. METODE PENELITIAN

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan secara kuantitatif dengan melakukan observasi dan pengukuran parameter secara langsung di lokasi penelitian. Penelitian ini diawali dengan studi literatur yaitu melakukan pencarian beberapa jurnal, kajian-kajian pustaka dan referensi pendukung terkait topik yang akan dibahas. Referensi ini didapatkan dari jurnal penelitian yang telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Persiapan perlengkapan berupa peralatan penelitian untuk pengukuran dan pengambilan data yang diperlukan.

Diagram alir dari penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 9.

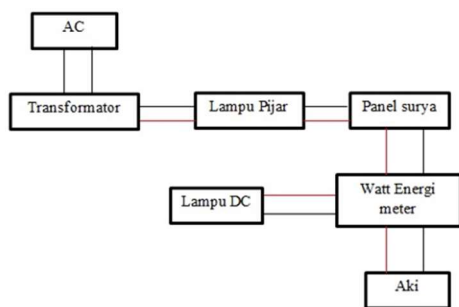


Gambar 9 Diagram Alir

A. Langkah Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan secara kuantitatif dengan melakukan observasi dan pengukuran parameter secara langsung di lokasi penelitian. Kemudian dilakukan observasi lapangan dan pengumpulan data secara langsung ke Fakultas Ekonomi, Hukum, dan Fisip. Setelah itu dilakukan pengolahan data yang telah didapatkan dan dilakukan perhitungan anggaran biaya perbaikan Lampu Taman tenaga surya di Universitas Bangka Belitung.

B. Perancangan Penelitian

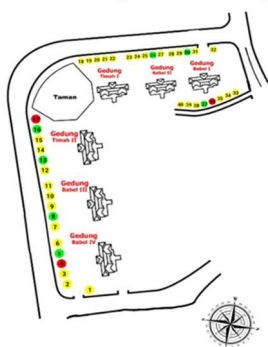


Gambar 10 Skema Penelitian Tanpa Solar Charger Controller

Skema berawal dari Tranformator yang di colok ke arus AC terdahulu, kemudian pada output transformator, di sambungkan ke rangkaian lampu pijar, lalu lampu pijar tersebut merupakan sumber cahaya pengganti matahari yang akan di pancarkan ke panel surya, setelah ke panel surya dilanjutkan ke Watt energi meter yang dimana akan di ukur Tegangan, Arus, Daya, dan energi. Setelah ke watt energi meter dilanjutkan menggunakan Solar Charger Controller, setelah menuju Solar Charger Controller lalu lubang pada Solar Charger Controller di sambungkan kabel positif negatif pada lubang Solar Charger Controller untuk menghubungkan pada beban lampu dan aki.

IV.HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Lampu Taman Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Universitas Bangka Belitung



Gambar 11 Lampu Taman Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Pada gambar 11 posisi lampu taman di Universitas Bangka Belitung di atas dapat dijelaskan bahwa lampu taman tersebut berjumlah sebanyak 40 buah dengan lokasi di gedung babel IV berjumlah 6 lampu taman, gedung babel III berjumlah 5 lampu

taman, dan gedung timah II berjumlah 6 lampu taman tepatnya di fakultas ekonomi. Untuk gedung Timah I berjumlah 5 lampu taman, gedung babel II berjumlah 5 lampu taman tepatnya di fakultas Hukum, untuk gedung babel I berjumlah 5 lampu taman fakultas Fisip. Untuk di jalan setapak di belakang fakultas Fisip babel I berjumlah 8 lampu taman, dengan di bagi menjadi 3 kategori yaitu rusak ringan, rusak sedang dan rusak berat. 3 kategori tersebut di bedakan dengan jenis warnanya, yang dimana warna rusak ringan bewarna hijau, rusak sedang bewarna kuning, dan rusak berat bewarna merah.

B. Hasil Observasi Lampu Taman

Tabel 1. Lampu Taman

No	Status Kerusakan Lampu	Jumlah yang Rusak	Nomor lampu rusak
1	Rusak Ringan	7	5,8,13,16,26,30,37
2	Rusak Sedang	30	1,2,3,6,7,9,10,11,12,14,15,18,19,20,21,22,23,24,25,27,28,29,31,32,33,34,35,38,39,40
3	Rusak Berat	3	4,17,36

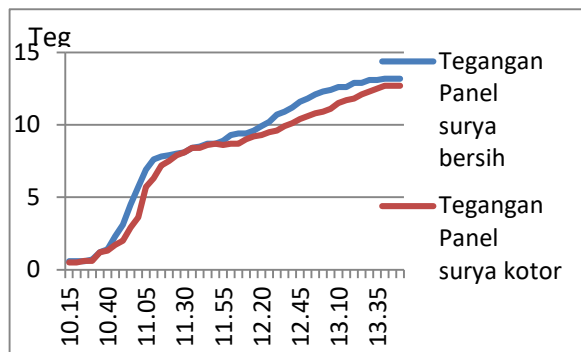
Dari tabel 1 di atas dapat di jelaskan bahwa dari kategori kerusakan lampu yang di bagi 3 jenis kategori kerusakan yaitu, rusak ringan, rusak sedang, dan rusak berat. Dari tabel diatas dapat kita ketahui bahwa untuk lampu taman dengan status rusak ringan ada berjumlah 7 yang dimana kerusakan tersebut berada pada lampu taman nomor 5, 8, 14, 16, 26, 30, 37, dan untuk lampu taman rusak sedang berjumlah 30 yang dimana kerusakan tersebut berada pada lampu taman nomor 1, 2, 3, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 34, 35, 38, 39, 40 dan untuk kategori lampu taman rusak berat ada 3 yang dimana kerusakan tersebut berada pada lampu taman nomor 4, 17, 36. status kerusakan yang paling banyak adalah rusak sedang. Untuk lebih lanjut mengenai tabel kerusakan pada lampu taman bisa dilihat dilampiran.

Tabel 2. Jumlah Lampu Rusak

No	Bagian lampu yang Rusak	Jumlah yang Rusak	Kisaran harga	Jumlah
1	Panel Surya	1	Rp.450.000	Rp.450.000
2	Lampu 20 Watt	46	Rp.100.000	Rp.4.600.000
3	Bola Lampu	40	Rp.350.000	Rp.14.000.000
4	Solar Charger Controller	40	Rp.120.000	Rp.4.800.000
5	Aki 10 ah	2	Rp.250.000	Rp.500.000
Total Harga				Rp.24.350.000

Dari tabel 2 dapat dilihat bahwa ada beberapa komponen yang rusak dalam lampu taman tersebut, seperti panel surya, lampu, bola lampu, SCC (*solar charger Controller*), dan aki. Masing-masing dari komponen lampu taman di atas, masing-masing memiliki jumlah total kerusakan, yaitu panel surya jumlah kerusakannya berjumlah 1 buah yang dimana kisaran harga satuan dari panel surya tersebut sebesar Rp.450.000, total kerusakan lampu 23 buah yang dimana kisaran harga satuan dari lampu tersebut sebesar Rp.100.000, total kerusakan bola lampu 40 buah yang dimana kisaran harga satuan dari bola lampu tersebut sebesar Rp.350.000, total kerusakan SCC (*solar charger Controller*) 40 buah yang dimana kisaran harga satuan dari *solar charger controller* tersebut sebesar Rp.120.000, dan aki total kerusakannya berjumlah 2 buah yang dimana kisaran harga satuan dari aki tersebut sebesar Rp.250.000. sehingga total keseluruhan dari biaya pembelian barang dari lampu taman tersebut sebesar Rp. 24.350.000. Sumber perkiraan harga di atas tersebut didapat dari toko online.

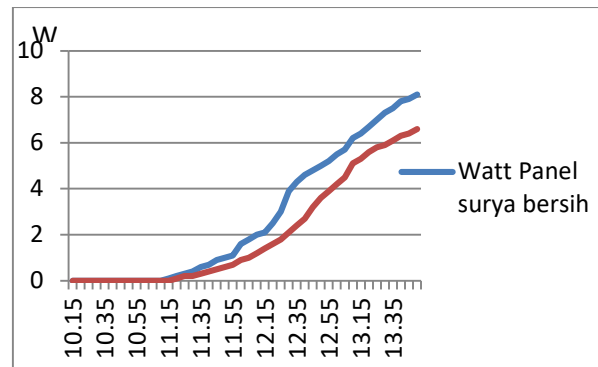
C. Perbedaan kondisi panel surya Bersih dan Kotor Tanpa SCC



Gambar 12. Grafik Tegangan Panel Surya Bersih dan Kotor Tanpa SCC

Pada grafik 12. yaitu grafik tegangan panel bersih dan kotor diatas, dapat dijelaskan bahwa terdapat perbedaan yang sangat signifikan, pada gradik di atas yang dimana rangkaian PLTS tersebut tanpa menggunakan solar charger controller. Dari grafik tersebut, seiring meningkatnya intensitas cahaya, maka tegangan panel surya terus meningkat yang di mana tegangan panel surya bersih tegangan terendahnya yaitu 0,6 V pada pukul 10:15 dan tegangan tertinggi

nya adalah 13,2 V, sedangkan tegangan terendah pada panel surya kotor, tegangan terendahnya yaitu 0,5 V dan tegangan tertingginya adalah 12,7 V pada pukul 13:50.



Gambar 13. Grafik Watt pada Panel Surya Bersih dan Kotor Tanpa SCC

Pada grafik 4.5 yaitu grafik watt pada panel surya bersih dan kotor, dapat dijelaskan dari grafik di atas bahwa pada panel surya bersih, pada pukul 10:15-11:10 belum ada keluaran Watt yang dihasilkan pada saat travo berada pada 5-60, Watt muncul pada pukul 11:15 dengan watt terendah sebesar 0,1 Watt pada travo dengan tegangannya sebesar 65V, dan untuk Watt tertinggi pada pukul 13:50 watt yang dihasilkan sebesar 8,1 Watt. Sedangkan untuk watt pada panel surya kotor, pada pukul 10:15-11:15 belum ada Watt yang dihasilkan dengan travo 5-65V, Watt baru muncul pada pukul 11:20 dengan Watt terendah sebesar 0,1 Watt dengan travo 70V, dan Watt tertinggi dihasilkan pada pukul 13:50 sebesar 6,6 Watt.

D. Efisiensi Panel surya bersih Menggunakan SCC

$$\eta = \frac{\text{Daya Output}}{\text{Daya Input}} 100\%$$

$$\eta = \frac{\text{daya Output}}{\text{Luas panel x intensitas cahaya}} 100\%$$

$$\eta = \frac{6,3}{0,3465 \times 411,7} 100 \%$$

$$\eta = \frac{6,3}{142,65405} 100 \%$$

$$\eta = 4,4 \%$$

Daya output di atas di dapat nilai dengan cara melihat pada alat ukur yang bernama watt energi meter dengan nilai sebesar 6,3 W. Dari perhitungan di atas tersebut yang di mana rangkain PLTS tersebut menggunakan *solar charger controller*. Daya input pada rumus di atas di dapat dengan mengetahui luas pada panel surya dan mengetahui intensitas cahaya matahari dengan alat ukur solar meter, sehingga luas panel surya di kalikan dengan intensitas cahaya matahari di dapatlah daya input tersebut, yang dimana luas permukaan panel dengan nilai 63cm x 55cm yang akan di rubah menjadi 0,63 m² x 0,55 m² menjadi 0,3463., dan untuk 411,7 W/m² didapat dari alat ukur yang bernama solar meter. Dari rumus di atas, setelah di dapat daya input dan output nya akan di kalikan 100%. Setelah di hitung secara keseluruhan daya input dan outputnya di kalikan 100% dan di dapatlah efisiensi panel surya bersih sebesar 4,4 %. Pada rumus di atas, rangkaian mengacu pada gambar 3.3. perbandingan nilai efisiensi yang menggunakan SCC dan tidak menggunakan SCC tersebut berbeda karena tidak memperhatikan kondisi daya pada aki, sehingga mengakibatkan adanya perbedaan antara menggunakan SCC dan tidak menggunakan SCC yang di mana dari nilai efisiensi menggunakan SCC lebih kecil dari pada tidak menggunakan SCC

E. Efisiensi Panel surya kotor menggunakan SCC

$$\eta = \frac{\text{Daya Output}}{\text{Daya Input}} 100\%$$

$$\eta = \frac{\text{daya Output}}{\text{Luas panel x intensitas cahaya}} 100\%$$

$$\eta = \frac{5,4}{0,3465 \times 409,1} 100 \%$$

$$\eta = \frac{5,4}{141,75315} 100 \%$$

$$\eta = 3,8 \%$$

Daya output di atas di dapat nilai dengan cara melihat pada alat ukur yang bernama watt energi meter dengan nilai sebesar 5,4 W. Dari perhitungan di atas tersebut yang di mana rangkain PLTS tersebut menggunakan *solar charger controller*. Daya input pada rumus di atas di dapat dengan mengetahui luas pada panel surya dan mengetahui intensitas cahaya

matahari dengan alat ukur solar meter, sehingga luas panel surya di kalikan dengan intensitas cahaya matahari di dapatlah daya input tersebut, yang dimana luas permukaan panel dengan nilai 63cm x 55cm yang akan di rubah menjadi 0,63 m² x 0,55 m² menjadi 0,3463., dan untuk nilai 409,1 W/m² didapat dari alat ukur yang bernama solar meter. Dari rumus di atas, setelah di dapat daya input dan output nya akan di kalikan 100%. Setelah di hitung secara keseluruhan daya input dan outputnya di kalikan 100% dan di dapatlah efisiensi panel surya bersih sebesar 3,8 %. Pada rumus di atas, rangkaian mengacu pada gambar 3.3. perbandingan nilai efisiensi yang menggunakan SCC dan tidak menggunakan SCC tersebut berbeda karena tidak memperhatikan kondisi daya pada aki, sehingga mengakibatkan adanya perbedaan antara menggunakan SCC dan tidak menggunakan SCC yang di mana dari nilai efisiensi menggunakan SCC lebih kecil dari pada tidak menggunakan SCC.

V.KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

- A. Komponen yang paling banyak rusak pada lampu taman tenaga surya adalah SCC (*solar charger controller*) dan bola lampu dengan total kerusakan berjumlah 40, total kerusakan aki berjumlah 2 buah, total kerusakan panel surya berjumlah 1, total kerusakan lampu berjumlah 23
- B. Lama proses pengecasan aki yaitu selama 8 jam 55 menit yang dimana intensitas cahaya nya sudah di tetapkan langsung sebesar 5786 lux
- C. Efisiensi pada panel surya antara bersih dan kotor tanpa menggunakan *solar charger controller*, untuk nilai efisiensi panel surya bersih sebesar 5,4%, sedangkan untuk panel surya kotor nilai efisiensi hanya sebesar 4,5%. Untuk efisiensiin panel surya menggunakan *solar charger controller* nilai efisiensi untuk panel surya bersih sebesar 4,4% sedangkan efisiensi panel surya kotor sebesar 3,8%. Dan untuk efisiensi lux pada panel surya besih sebesar 21% sedangkan efisiensi lux pada panel surya kotor sebesar 20%, sedangkan nilai efisiensi Panel surya Menggunakan *solar charger controller* nilai efisiensi lux bersih sebesar 22%, sedangkan nilai efisiensi lux kotor sebesar 21%

REFERENSI

- [1] A. Nurrochim, “Perencanaan Lampu Penerangan Jalan Umum Tenaga Surya (LPJUTS) di Jalan Laut Kendal,” Universitas Semarang, 2018.
- [2] D. Nur’ainingsih, R. Iswanton, and H. Siswono, “Lampu Taman Otomatis Menggunakan Solar Tracker Berbasis Mikrokontroler At89s51,” vol. Volume V, no. 2, pp. 124–131, 2013.
- [3] L. F. Y. Sinaga, “Rancang Bangun Lampu Taman Otomatis Tenaga Surya dengan Sistem Monitoring Tegangan Berbasis Arduino Nano,” Universitas Sumatera Utara, 2020. [Online]. Available: <https://repositori.usu.ac.id/bitstream/handle/123456789/27366/172408081.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [4] G. S. H. Arimufti, “Sistem Pemantauan Panel Surya Terapung untuk Penerangan Area Kolam Ikan (Studi Kasus di Hatchery Universitas Bangka Belitung,” Universitas Bangka Belitung, 2021.
- [5] N. T. Nizarwati, “Sistem Pengaturan Lampu Taman Bertenaga Surya,” Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2016.