

# PENENTUAN KAPASITAS BATERAI PHOTOVOLTAIC UNTUK INSTALASI PENERANGAN RUMAH TANGGA PADA MALAM HARI

Daeng Supriyadi Pasisarha<sup>1)</sup>, Aggie Brenda Vernandez<sup>2)</sup>, Hery Purnomo<sup>3)</sup>, Akhmad Jamaah<sup>4)</sup>, dan Amir Subagyo<sup>5)</sup>

<sup>1)2)3)4)5)</sup>Teknik Elektro, Politeknik Negeri Semarang, Jl. Prof. H. Soedarto, SH Tembalang, Semarang, 50275  
E-mail: daengsupha58@yahoo.co.id

## Abstract

Electric batteries can be used as an alternative electrical energy. With proper battery energy management this can help reduce the amount of energy consumption purchased from PLN. One way is to recharge the battery energy using photovoltaic or solar cells during the day, and then use it to supply the lighting load at night. It is necessary to determine the proper number and capacity of the battery for electrical energy consumption in household lighting to create a good efficiency between energy use and investment costs. The average electrical energy required to supply household lighting loads with a combined load consist of 3 unit of 5 watt DC LED lamps, 5 unit of 7 watt DC LED lamps, and 1 unit of 10 watt DC LED lamp is 70.33 Ah. The battery capacity used in this research has met the minimum standard for battery operation in the loading scheme. Increasing the number of lamp or increasing the lamp power capacity requires an additional battery pack for the battery set to operate in its optimal mode.

**Keywords:** *batteru, energy, LED, lightning, photovoltaic.*

## Abstrak

Baterai listrik dapat digunakan sebagai salah satu energi listrik alternatif. Dengan pengelolaan energi baterai yang tepat hal ini dapat membantu mengurangi jumlah konsumsi energi yang dibeli dari PLN. Salah satu caranya adalah dengan mengisi ulang energi baterai menggunakan photovoltaic atau solar sel pada siang hari, dan kemudian digunakan untuk menyuplai beban penerangan pada waktu malam hari. Perlu dilakukan penentuan jumlah dan kapasitas baterai yang tepat untuk kebutuhan konsumsi energi listrik sebagai penerangan lampu rumah tangga untuk menciptakan efisiensi yang baik antara penggunaan energi dan biaya investasi. Energi listrik rata-rata yang diperlukan untuk mensuplai beban lampu rumah tangga dengan beban kombinasi 3 buah lampu LED DC 5watt, 5 buah lampu LED DC 7 watt, dan 1 buah lampu LED DC 10 watt adalah 70,33 Ah. Kapasitas baterai yang digunakan pada penelitian ini telah memenuhi standar minimum operasi baterai pada skema pembebanan yang dilakukan. Memperbanyak jumlah titik lampu atau menambah kapasitas daya lampu memerlukan unit baterai tambahan agar baterai dapat beroperasi pada mode optimalnya.

**Kata Kunci:** *baterai, energi, LED, penerangan, photovoltaic.*

## PENDAHULUAN

Listrik merupakan kebutuhan pokok energi yang banyak digunakan sebagai penunjang kehidupan manusia. Segala peralatan dari berbagai bidang teknologi dan rumah tangga dalam pengoperasiannya membutuhkan energi listrik. Perusahaan penyedia jasa listrik di Indonesia dimonopoli oleh PLN. Hal ini membuat masyarakat

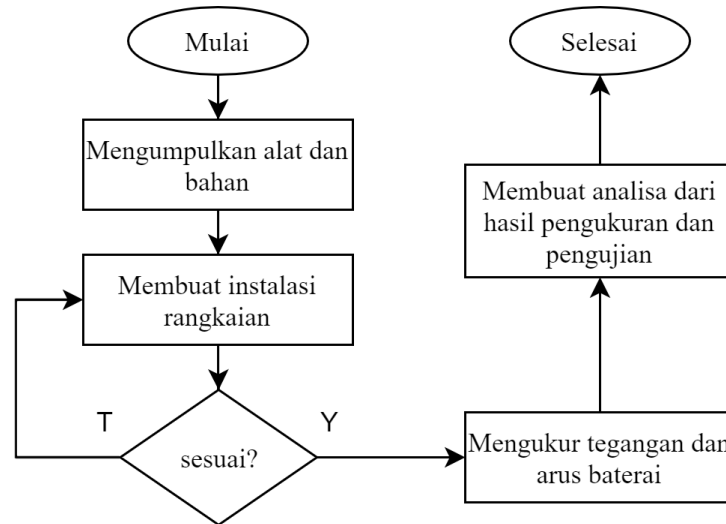
sangat tergantung dengan perusahaan tersebut. Di sisi lain PLN juga harus menjaga kontinuitas penyaluran energi listrik tanpa terputus ke pelanggan. Adanya sumber energi listrik alternatif dapat menciptakan alternatif lain sebagai sumber energi listrik selain dari PLN. Salah satu sumber energi alternatif adalah baterai listrik (Setiawan 2021). Dengan pengelolaan energi yang tepat hal ini dapat membantu mengurangi jumlah konsumsi energi yang dibeli dari PLN. Salah satu caranya adalah dengan mengisi ulang energi baterai menggunakan solar sel pada siang hari, dan kemudian digunakan untuk menyuplai beban penerangan pada waktu malam hari (A. Firmansyah 2019). Karakteristik pengisian dan pelepasan energi pada baterai perlu dikaji (Huda, 2019). Kemudian perlu dilakukan penentuan jumlah dan kapasitas baterai yang tepat untuk kebutuhan konsumsi energi listrik sebagai penerangan lampu rumah tangga untuk menciptakan efisiensi yang baik antara penggunaan energi dan biaya investasi.

Penelitian ini diangkat dari permasalahan utama yang dihadapi dalam kehidupan masyarakat dalam hal konsumsi energi listrik. Permasalahan pertama adalah ketergantungan masyarakat dengan listrik PLN. Mayoritas masyarakat masih mengandalkan PLN sebagai sumber utama penyedia energi listrik. Hanya segelintir orang yang memanfaatkan sumber energi alternatif seperti solar sel (photovoltaic) maupun baterai listrik. Hal ini tentu tidak baik karena apabila listrik PLN terganggu maka semua peralatan listrik akan padam. Dengan adanya pilihan sumber energi alternatif baterai listrik dapat mengurangi ketergantungan terhadap PLN dan dapat dijadikan modal investasi jangka panjang untuk memberikan keuntungan tersendiri. Permasalahan kedua yang mendasari penelitian ini adalah dikarenakan sebagian besar pelanggan PLN merasa keberatan dalam membayar tagihan listrik PLN tiap bulannya. Dengan adanya baterai listrik sebagai sumber energi alternatif yang dipakai untuk sumber listrik penerangan lampu di malam hari diharapkan dapat membantu mengurangi tagihan listrik per bulan dengan perhitungan angka investasi jangka panjang yang lebih menguntungkan (Handaya 2019).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui jumlah dan kapasitas baterai photovoltaic yang sesuai dengan kebutuhan energi untuk penerangan rumah tangga. Konsep penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan dan diterapkan untuk memenuhi kebutuhan energi listrik sebagai penerangan pada rumah tangga di lokasi lain.

## METODE PENELITIAN

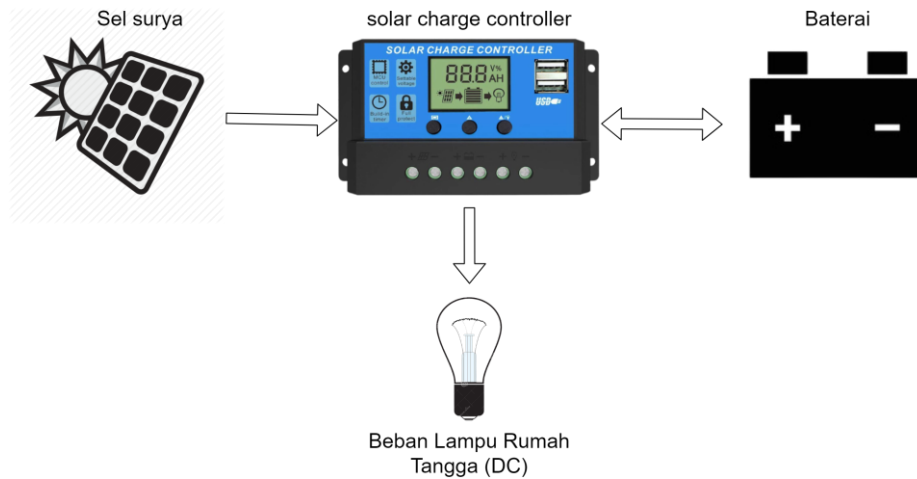
Metode yang digunakan di dalam penelitian ini mengikuti diagram alir seperti ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Komponen utama yang digunakan di dalam penelitian ini adalah Baterai *lead acid* dengan spesifikasi 100 Ah merk/tipe Genesis 12TD100F4 dengan jumlah sel 6 buah dan tegangan nominal 12 volt. Baterai ini berfungsi sebagai media penyimpanan listrik saat siang hari dan sumber listrik saat malam hari. Pembebanan yang dilakukan adalah menggunakan 3 buah lampu LED DC 5watt, 5 buah Lampu LED DC 7 watt, dan 1 buah lampu LED DC 10 watt dengan penghantar kabel NYM 2x4mm<sup>2</sup>.

Skema rangkaian uji yang dibuat adalah dengan memanfaatkan solar panel sebagai pengisi daya saat siang hari dan *solar charge controller* sebagai pengendali pengisian energi ke baterai seperti ditunjukkan pada Gambar 2.

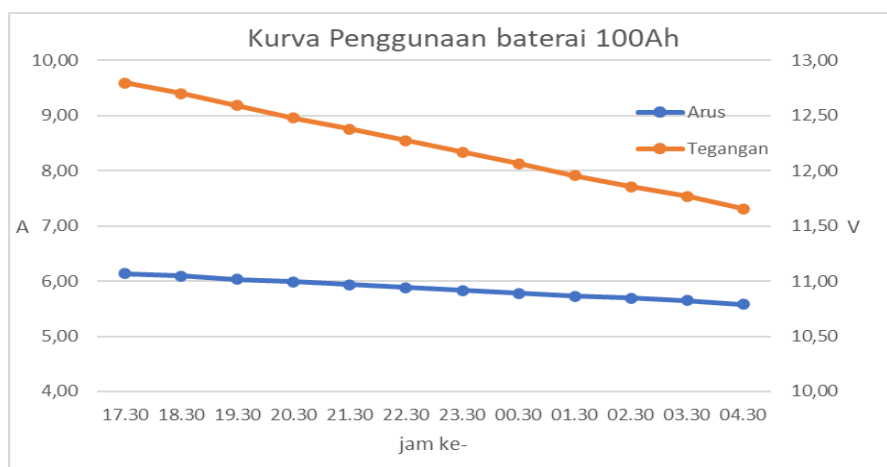


Gambar 2. Skema rangkaian pengujian

Ababila *solar charge controller* tidak menerima daya listrik dari *photovoltaic* karena sudah masuk malam hari, maka seketika baterai akan diaktifkan dan digunakan sebagai pensuplai utama beban lampu penerangan. Alat ukur yang digunakan di dalam proses pengukuran saat baterai aktif adalah menggunakan digital multimeter sebagai pengukur tegangan listrik baterai dan multitester data logger sebagai pengukur besaran arus listrik. Sampel pengujian dilakukan setiap satu jam sekali selama durasi 12 jam dari pukul 17.30 hingga 05.30 WIB.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran dan pengujian tegangan dan arus baterai selama beroperasi dilakukan sebanyak 3 kali pengambilan data, kemudian diambil hasil rata-rata pengukuran yang disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Kurva pembebanan baterai 100 Ah selama 12 jam

Gambar 1 menunjukkan perubahan tegangan dan arus baterai selama beroperasi. Dapat dilihat bahwa seiring baterai digunakan maka tegangan akan semakin turun dikarenakan kapasitas baterai yang semakin berkurang. Arus listrik yang dikeluarkan baterai juga akan semakin turun seiring penurunan nilai tegangan. Daya listrik pembebanan dapat dihitung menggunakan formula berikut :

$$P = VI \dots\dots\dots(1)$$

Dimana P adalah Daya listrik (watt), V adalah tegangan baterai (volt), dan I adalah arus yang dikeluarkan baterai (ampere). Kapasitas Ah baterai yang dikonsumsi oleh serangkaian pembebanan ini dapat dihitung menggunakan persamaan berikut

$$\text{Kapasitas Baterai} = I \times t \dots\dots\dots (2)$$

Dimana Kapasitas baterai dengan satuan Ah (*Ampere hour*), I adalah arus yang dikeluarkan baterai (ampere), dan t adalah durasi waktu operasi baterai (jam). Selanjutnya informasi pada Gambar 3 dapat juga disajikan dalam bentuk rata-rata nilai tegangan dan arus baterai pada rentang per jam seperti ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1

Rata-rata nilai tegangan dan arus baterai pada rentang 1 jam operasi

Waktu	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)	Kapasitas (Ah)
17.30 - 18.30	12,80	6,14	78,55	6,14
18.30 - 19.30	12,70	6,09	77,36	6,09
19.30 - 20.30	12,59	6,04	76,00	6,04
20.30 - 21.30	12,48	5,98	74,70	5,98
21.30 - 22.30	12,38	5,94	73,48	5,94
22.30 - 23.30	12,27	5,88	72,21	5,88
23.30 - 00.30	12,17	5,83	70,98	5,83
00.30 - 01.30	12,07	5,78	69,77	5,78
01.30 - 02.30	11,96	5,73	68,52	5,73
02.30 - 03.30	11,86	5,69	67,50	5,69
03.30 - 04.30	11,77	5,65	66,49	5,65
04.30 - 05.30	11,66	5,58	65,03	5,58
<b>Total Ah</b>				<b>70,33</b>

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa energi listrik rata-rata yang diperlukan untuk mensuplai beban lampu rumah tangga dengan 9 titik beban dari rentang 5-10 watt adalah 70,33 Ah. Untuk menjaga stabilitas tegangan baterai dan umur baterai, baterai dioperasikan pada rentang kapasitas 20%-90%, sehingga energi baterai yang dapat

digunakan adalah 70Ah pada baterai dengan kapasitas 100Ah. Hasil penelitian sudah mendekati syarat optimal pengoperasian baterai lithium ion.

Penelitian ini menggunakan beban kombinasi 3 buah lampu LED DC 5watt, 5 buah lampu LED DC 7 watt, dan 1 buah lampu LED DC 10 watt. Daya total beban lampu LED yang digunakan adalah 60 watt dengan daya rata-rata yang terealisasi akibat rugi saluran adalah dari 65 – 78 watt. Artinya apabila diasumsikan rugi saluran tidak berubah signifikan, maka pemasangan jumlah titik lampu dengan kapasitas baterai 100Ah dapat menggunakan 12 titik lampu 5 watt, atau 8 titik lampu 7 watt, atau 6 titik lampu 10 watt dengan daya beban total rata-rata berada di kisaran 60 watt. Apabila rugi saluran berubah proporsional terhadap penambahan jumlah titik lampu. maka dengan cara yang sama kita dapat melakukan perhitungan estimasi kapasitas baterai.

**Tabel 2**  
**Estimasi penentuan kapasitas baterai terhadap variasi jumlah titik lampu penerangan**

Waktu operasi	Lampu 5 watt (titik)	Lampu 7 watt (titik)	Lampu 10 watt (titik)	Kapasitas Baterai yang direkomendasikan
17.30 - 05.30	6	-	-	50 Ah
17.30 - 05.30	-	4	-	50 Ah
17.30 - 05.30	-	-	3	50 Ah
17.30 - 05.30	12	-	-	100 Ah
17.30 - 05.30	-	8	-	100 Ah
17.30 - 05.30	-	-	6	100 Ah
17.30 - 05.30	18	-	-	150 Ah
17.30 - 05.30	-	12	-	150 Ah
17.30 - 05.30	-	-	9	150 Ah
17.30 - 05.30	24	-	-	200 Ah
17.30 - 05.30	-	16	-	200 Ah
17.30 - 05.30	-	-	12	200 Ah

Tabel 2 menunjukkan estimasi rekomendasi kapasitas baterai yang diperlukan untuk tiap-tiap variasi jumlah titik lampu penerangan.

## **SIMPULAN**

Energi listrik rata-rata yang diperlukan untuk mensuplai beban lampu rumah tangga dengan beban kombinasi 3 buah lampu LED DC 5watt, 5 buah lampu LED DC 7 watt, dan 1 buah lampu LED DC 10 watt adalah 70,33 Ah. Untuk menjaga stabilitas tegangan baterai dan umur baterai, baterai dioperasikan pada rentang kapasitas 20%-90%. Pada baterai 100Ah, 70% energi baterai yang dapat digunakan adalah 70Ah. Kapasitas baterai yang digunakan pada penelitian ini (100Ah) telah memenuhi standar

minimum operasi baterai pada skema pembebanan yang dilakukan. Memperbanyak jumlah titik lampu atau menambah kapasitas daya lampu memerlukan unit baterai tambahan agar baterai dapat beroperasi pada mode optimalnya. Dengan beranggapan bahwa rugi saluran berubah proporsional terhadap penambahan jumlah titik lampu maka dengan baterai berkapasitas 50 Ah diharapkan dapat menyuplai beban lampu penerangan selama waktu malam hari dengan 6 titik lampu 5 watt atau 4 titik lampu 7 watt atau 3 titik lampu 10 watt. Baterai berkapasitas 100 Ah diharapkan dapat menyuplai beban lampu penerangan selama waktu malam hari dengan 12 titik lampu 5 watt atau 8 titik lampu 7 watt atau 6 titik lampu 10 watt. Baterai berkapasitas 150 Ah diharapkan dapat menyuplai beban lampu penerangan selama waktu malam hari dengan 18 titik lampu 5 watt atau 12 titik lampu 7 watt atau 9 titik lampu 10 watt. Baterai berkapasitas 200 Ah diharapkan dapat menyuplai beban lampu penerangan selama waktu malam hari dengan 24 titik lampu 5 watt atau 16 titik lampu 7 watt atau 12 titik lampu 10 watt.

Saran dari penulis untuk penelitian selanjutnya adalah melakukan pengujian secara spesifik terhadap setiap kombinasi beban yang mungkin dilakukan.

## DAFTAR PUSTAKA

- I.P.G.I. Dwipayana<sup>1</sup>, I.N.S. Kumara<sup>2</sup>, and I.N. Setiawan (2021). Status of Battery in Indonesia to Support Application of Solar PV with Energy Storage, *Journal of Electrical, Electronics and Informatics*, Vol.5 No.1, 29-40.
- I. Susanti, Rumiasih, RS Carlos, A. Firmansyah (2019). Analisa Penentuan Kapasitas Baterai dan Pengisiannya Pada Mobil Listrik, *ELEKTRA*, Vol.4 No.2, 29-37.
- Victor Vega-Garita, Ali Hanif, Nishant Narayan, Laura Ramirez-Elizondo, Pavol Bauer (2019). Selecting a suitable battery technology for the photovoltaic battery integrated module, *Journal of Power Sources*, Volume 438, 227011, ISSN 0378-7753.
- Taufik, A., Saputra, R. H., Huda, A.M.M. (2019). Estimasi State of Charge Baterai Regulated Lead Acid Deep-Cycle 12V dengan Metode Column Counting. *Journal of Industrial Engineering and Operation Management*. Vol. 2 No. 1. ISSN: 2620-8184
- Akhinov, I. A., Handaya, D. (2019). Sistem Kontrol Pengisian Baterai pada Penerangan Jalan Umum Berbasis Solar Cell. *Jurnal Teknologi Rekayasa* Vol. 4, No. 1. Hal 93-98. p-ISSN: 2548-737X. e-ISSN:2548-8678.