

Kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya Terhadap Pemakaian Beban

Suprianto

Politeknik Negeri Medan
Jl. Almamater No. 1 Kampus USU, Medan 20155
e-mail: suprianto@polmed.ac.id

Abstrak— Perancangan sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) untuk pelayanan kebutuhan listrik lampu penerangan pada siang hari senantiasa dirancang dengan mempertimbangkan kebutuhan penggunaan baterai yang sampai saat ini merupakan bagian yang paling mahal dalam sistem panel surya. Bagaimana pemanfaatan panel surya untuk melayani beban lampu penerangan pada siang hari didalam gedung yang membutuhkan pencahayaan yang cukup merupakan hal yang harus dapat dianalisa secara ilmiah tentunya dengan analisa yang tepat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja PLTS secara efektif terhadap pemakaian beban lampu penerangan pada siang hari. Hasil analisa perhitungan dalam penelitian ini nantinya dapat diaplikasikan pada peralatan sistem panel surya yang sebenarnya. Metode pada penelitian ini adalah metode eksperimen yang menggunakan hasil pengukuran besaran listrik, suhu dan intensitas matahari yang dilaksanakan selama tiga hari mulai pukul 08.00 Wib hingga 18.00 Wib setiap 10 menit sekali atau dengan total pengukuran sebanyak 1464 pengukuran. Hasil dari penelitian ini dengan data yang diambil selama tiga hari melalui pengukuran menunjukkan bahwa untuk PLTS 1600 Wp dengan menggunakan baterai 350 Ah 24 Volt mampu melayani beban dari pukul 08.00 Wib hingga 18.00 Wib atau selama 10 jam pembebanan penuh dengan jenis pembebanan berupa lampu penerangan dengan jumlah 21 unit dengan daya total 308 watt. Penurunan rata-rata tegangan baterai hanya 0,2 volt dari 23 volt pada pukul 08.00 wib turun menjadi 22,8 volt pada pukul 18.00 wib. Pemanfaatan baterai untuk pembebanan lampu penerangan pada siang hari hanya terjadi ketika pagi hari hingga pukul 8.30 wib, sedangkan pada sore hari pembebanan oleh baterai mulai pukul 16.00 wib. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan referensi bagi peneliti lain khususnya dalam penentuan kapasitas panel surya yang digunakan untuk pembebanan secara langsung pada siang hari.

Kata kunci : Kinerja, Kapasitas, Panel Surya, Baterai, Beban

***Abstract** - The design of a solar power generation system for servicing the electricity needs of lighting lamps during the day is always designed by considering the need to use batteries, which until now are the most expensive part of a solar panel system. How to use solar panels to serve the load of lighting during the day in buildings that require sufficient lighting is something that must be analyzed scientifically, of course with the right analysis. This research aims to determine the effective performance of PLTS against the use of lighting loads during the day. The results of the calculation analysis in this research can later be applied to actual solar panel system equipment. The method in this research is an experimental method that uses the results of measuring the amount of electricity, temperature and intensity of the sun carried out for three days from 08.00 WIB to 18.00 WIB every 10 minutes or with a total of 1464 measurements. The results of this research with data taken for three days through measurements show that a 1600 Wp PLTS using a 350 Ah 24 Volt battery is capable of serving the load from 08.00 WIB to 18.00 WIB or for 10 hours of full loading with the type of loading in the form of lighting with the number of 21 units with a total power of 308 watts. The average decrease in battery voltage is only 0.2 volts from 23 volts at 08.00 WIB, down to 22.8 volts at 18.00 WIB. The use of batteries for loading lighting during the day only occurs in the morning until 8.30 WIB, while in the afternoon the charging by the battery starts at 16.00 WIB. This research is expected to be a reference for other researchers, especially in determining the capacity of solar panels used for direct loading during the day.*

Keywords : Performance, Capacity, Solar Panel, Battery, Load

I. PENDAHULUAN

Gedung dan perkantoran yang menggunakan pencahayaan matahari pada setiap ruangnya pada saat siang hari akan menyehatkan bagi pekerja kantor dan gedung tersebut dan menguntungkan dari segi keuangan karena tidak membutuhkan pencahayaan lampu penerangan, namun tidak semua gedung atau perkantoran dapat didisain agar cahaya matahari dapat masuk ke semua ruangan pada gedung tersebut.

Untuk itu perlu lampu penerangan untuk pencahayaan sepanjang hari selama pekerja masih di gedung atau kantor tersebut. Pemakaian suplai daya dari perusahaan listrik merupakan alternatif utama untuk pelayanan lampu penerangan dan beban-beban lainnya di gedung dan perkantoran. Namun penggunaan pembangkit listrik tenaga surya dapat secara efektif digunakan pada siang hari untuk setidaknya melayani beban-beban lampu penerangan yang cenderung stabil. Pembangkit listrik tenaga surya memiliki keuntungan

tidak menimbulkan suara, mudah didapat, tidak perlu membayar, dan selalu tersedia hampir di setiap tempat. Penelitian ini membahas bagaimana panel surya dapat dirancang secara efektif dalam pelayanan listrik lampu penerangan pada siang hari dengan pembebanan yang relatif konstan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kinerja pembangkit listrik tenaga surya terhadap pemakaian beban listrik berupa lampu penerangan yang dilayani pada saat siang hari.

Perancangan sistem panel surya dilaksanakan sesuai dengan hasil analisa perhitungan yang di implementasikan pada pembuatan PLTS yang real. Pembangkit listrik tenaga surya ramah terhadap lingkungan sehingga penggunaannya didukung oleh semua pihak di setiap negara namun biaya dalam pembuatannya masih tergolong mahal termasuk harga baterai yang tergolong mahal dan masa pakainya yang tidak tahan lama jika dibandingkan komponen lainnya. Perkiraan masa pakai baterai dapat dilakukan dengan pemodelan fenomena elektrokimia atau dengan data percobaan dan pengamatan terhadap kinerjanya dalam kasus-kasus penggunaannya [4].

II. STUDI PUSTAKA

Energi Matahari dihasilkan oleh sinar matahari yang merupakan sumber energi terbarukan yang tidak dapat hilang dan bebas dari dampak lingkungan. Energi matahari ramah lingkungan dan mencapai bumi dalam bentuk yang aman bagi makhluk hidup. Energi matahari mampu memenuhi kebutuhan energi dunia selama satu tahun penuh [7].

Konsumsi energi listrik yang terus meningkat, meyebabkan ketergantungan manusia pada sumber tenaga listrik. Sistem photovoltaic adalah salah satu metode untuk menghasilkan listrik. Efisiensi konversi panel fotovoltaik surya bergantung pada kondisi atmosfer dan refleksi. Suhu operasi modul fotovoltaik memainkan peran penting dalam kinerja sistem PV karena efisiensi sistem PV menurun ketika modul suhu meningkat. Sel fotovoltaik yang beroperasi pada suhu tinggi menurunkan materialnya dalam waktu yang lama. Mengoperasikan fotovoltaik surya pada suhu yang lebih rendah akan meningkatkan umur ekonomisnya dan mengurangi losses dan meningkatkan daya output keseluruhan [1].

Listrik fotovoltaik dari sel surya telah mengalami perkembangan pesat dan dengan cepat digunakan baik secara pribadi maupun instalasi skala besar yang terhubung ke jaringan skala nasional. Energi angin juga telah dimanfaatkan dan telah diterapkan dengan cepat di seluruh dunia. Tantangan utama dengan energi terbarukan adalah intermittency yang membutuhkan penyimpanan besar atau integrasi skala besar. Aliran energi tahunan dari matahari lebih besar dari energi tak terbarukan lainnya, dan beberapa kali lipat di atas yang dibutuhkan umat manusia. Aliran energi matahari sekunder yang sangat besar terkonsentrasi oleh mesin termal atmosfer, yang memasok aliran air untuk tenaga air, dan aliran udara untuk tenaga angin. Dari dalam Bumi, panas bumi

dihasilkan dari proses nuklir. Semua itu sangat kecil dibandingkan dengan masuknya matahari. Masuknya matahari di atas tanah pada permukaan horizontal sangat bervariasi antara daerah yang berbeda. Area yang paling menguntungkan adalah di daerah subtropis di mana nilainya dapat mencapai hampir 300 W/m² rata-rata tahunan, sementara di beberapa bagian di Eropa utara nilainya hanya sekitar 50 W/m² selama musim dingin. Karena energi matahari nilainya fluktuatif pada semua tempat maka perlu bagaimana cara menyimpan energi matahari dalam skala besar untuk digunakan di lain waktu [3].

Sinar matahari dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan sehari-hari termasuk untuk kebutuhan listrik. Masalah dalam konversi energi matahari adalah jangkauan penyerapan yang relatif terbatas dari bahan yang digunakan dalam sel surya. Kelemahan panel surya yaitu memiliki efisiensi rendah. Masalah dalam konversi energi matahari adalah jangkauan penyerapan yang relatif terbatas dari bahan yang digunakan dalam sel surya. Penelitian terus dilaksanakan untuk menaikkan efisiensi oleh panel surya. Metode deteksi sinar matahari adalah metode untuk peningkatan kinerja panel surya. Akan tetapi peralatan tersebut membutuhkan peralatan kendali dan peralatan lain yang tidak murah. Selain itu peralatan tersebut membutuhkan sumber daya listrik yang juga disediakan oleh panel surya atau sistem yang dipasang di dalam sebuah sistem listrik tenaga surya. Disamping itu biaya perawatan yang harus dikeluarkan pada setiap periode perawatannya [6].

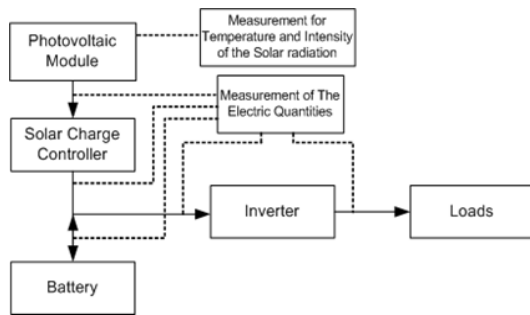
Solar Home System (SHS) dapat memenuhi kebutuhan energi dasar untuk populasi global yang belum teraliri arus listrik. Namun biaya menjadi satu hambatan terbesar untuk penggunaan SHS, pengoptimalan ukuran sistem dengan kebutuhan energi sangatlah penting. Penelitian yang dilaksanakan selama 2 bulan menunjukkan keadaan kualitatif penggunaan listrik dan menyelidiki kebutuhan energi di masa depan. Analisis data dilakukan pada 111 SHS (100 Wp, 1200 Wh). Pengguna SHS ditemukan memiliki konsumsi energi rata-rata 310 Wh/hari, Sebagian besar energi dikonsumsi pada malam hari. Penelitian menunjukkan permintaan yang jelas akan lebih banyak energi dan lebih banyak peralatan. Peralatan yang terpasang pada SHS di masa mendatang akan lebih beragam dalam konsumsi daya dan durasi penggunaan, serta menghasilkan konsumsi energi yang sangat beragam dan puncak daya yang tinggi dan menyebabkan pengosongan baterai yang cepat dan dalam. Solusi terus diusahakan untuk dapat memastikan bahwa SHS sesuai dengan kebutuhan energi pada masa depan [2].

III. METODE

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen yaitu melaksanakan pengukuran terhadap besaran-besaran listrik suhu dan intensitas cahaya pada sistem pembangkit listrik tenaga surya. Pengukuran yang dilakukan meliputi pengukuran intensitas matahari, pengukuran suhu sekeliling panel surya, pengukuran tegangan baterai, pengukuran

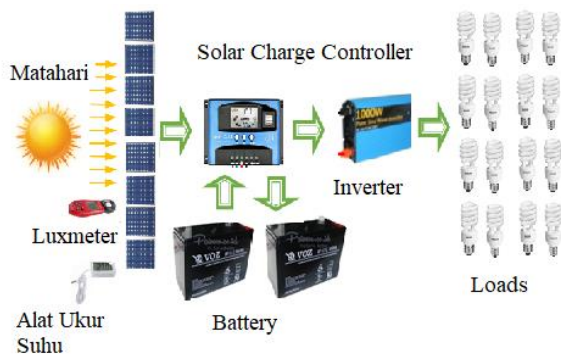
tegangan inverter, pengukuran tegangan panel surya, pengukuran arus panel surya, arus masuk ke baterai, arus suplay baterai, arus inverter, tegangan beban, arus beban, factor daya beban dan pengukuran daya beban.

Pengukuran yang dilaksanakan bertujuan untuk mengetahui kinerja pembangkit listrik tenaga surya yang diamati. Kinerja yang diamati mulai pagi hari pukul 08.00 Wib hingga pukul 18.00 Wib yang dilaksanakan selama tiga hari berturut-turut. Pengukuran menggunakan peralatan ukur digital dengan diagram pengukuran pada gambar 1 berikut.



Gambar 1. Blok Diagram Pengukuran

Pengukuran yang dilaksanakan selama tiga hari dilakukan setiap 10 menit sekali atau dengan kata lain pengukuran dilakukan sebanyak 183 kali untuk setiap besaran yang diukur, dan banyaknya besaran yang diukur sebanyak 8 besaran termasuk berbagai macam besaran listrik, suhu dan intensitas matahari, sehingga banyaknya pengukuran yang dilaksanakan seluruhnya sebanyak 1464 pengukuran. untuk mendapatkan nilai yang lebih representatif dalam mengetahui kinerja sistem PLTS sebagai pemanfaatan daya dalam pembebanan listrik pada siang hari.



Gambar 2. Sistem Pembangkit Tenaga Surya

Sistem pembangkit listrik tenaga surya menggunakan panel surya 1600 Wp, solar charge controller 24 volt 60 Ampere, baterai 24 Volt 350 Ah dan inverter 1000 watt 24 volt, peralatan ukur luxmeter, alat ukur suhu, alat ukur tegangan, daya dan arus dc yang memiliki pengukuran untuk kemampuan arus hingga 100 mencapai ampere dc. Untuk beban yang digunakan yaitu beban listrik lampu penerangan dengan jumlah lampu sebanyak 21 unit untuk rating daya lampu masing – masing yang terdiri dari

beberapa lampu 18 watt, lampu 40 watt, lampu 13 watt, lampu 7 watt dan lampu 5 watt dengan total daya keseluruhan lampu sebesar 308 watt dan jenis lampu yang digunakan adalah lampu LED.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran dilakukan selama tiga hari yang dimulai pada pukul 08.00 wib hingga pukul 18.00 wib. Melalui data tersebut diambil harga rata-ratanya dan hasilnya seperti yang ditunjukkan pada tabel 1. berikut:

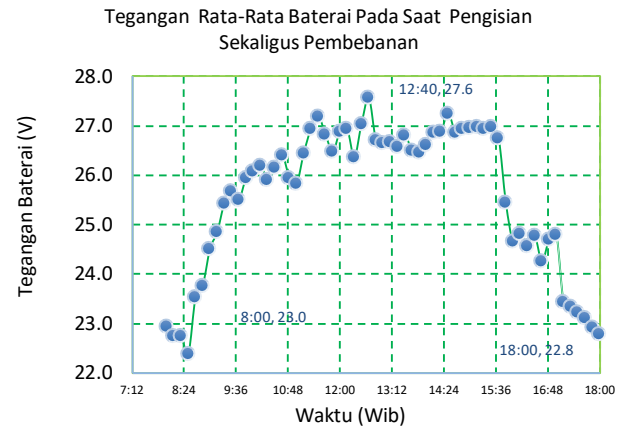
Tabel 1. Data Rata-Rata Hasil Pengukuran pada Sistem PLTS

Waktu	Arus Pngisian Ke baterai (A)	Arus suplai dari baterai (A)	Arus Inver-Ter (A)	Tega ngan Bate rai (V)	Inten-sitas Mata-hari Watt /m2	Daya beban (Watt)
08:00	0,00	10,9	13,45	23,0	142,0	269,0
08:10	0,00	12,0	13,45	22,8	175,0	282,1
08:20	0,00	5,2	14,05	22,7	179,0	280,5
08:30	0,50	1,7	13,555	22,4	211,7	282,8
08:40	1,47	0,0	12,465	23,5	252,3	273,0
08:50	2,93	0,0	12	23,8	296,3	273,2
09:00	3,80	0,0	12,2	24,5	333,7	280,4
09:10	5,80	0,0	11,75	24,9	362,0	273,4
09:20	5,75	0,0	11,3	25,4	405,3	271,5
09:30	8,45	0,0	10,8	25,7	520,7	264,4
09:40	4,09	0,0	11	25,5	544,7	214,4
09:50	10,85	0,0	10,7	25,9	582,0	264,3
10:00	10,50	0,0	10,5	26,1	622,3	263,9
10:10	9,50	0,0	10,5	26,2	714,7	270,9
10:20	8,43	0,0	11,05	25,9	701,7	270,9
10:30	9,65	0,0	10,65	26,2	733,7	271,6
10:40	8,60	0,0	10,905	26,4	808,3	271,5
10:50	3,67	0,0	10,75	26,0	707,0	271,3
11:00	3,50	0,0	10,75	25,8	668,7	270,2
11:10	5,35	0,0	11,133	26,5	743,3	270,8
11:20	4,68	0,0	10,81	26,9	805,3	271,1
11:30	4,08	0,0	10,75	27,2	870,7	271,7
11:40	3,85	0,0	10,7	26,8	820,7	270,0
11:50	3,00	0,0	13,9	26,5	832,3	270,1
12:00	2,97	0,0	11,15	26,9	776,7	270,2
12:10	2,30	0,0	10,55	26,9	828,7	270,4
12:20	1,85	0,0	11,35	26,4	693,3	279,0
12:30	2,25	0,0	10,95	27,0	1016,0	278,5
12:40	5,70	0,0	10,75	27,6	1051,0	277,7

12:50	1,70	0,0	10,895	26,7	839,3	277,5
13:00	1,10	0,0	11,15	26,7	1130,3	282,7
13:10	1,50	0,0	11,25	26,7	802,7	284,8
13:20	1,45	0,0	11,3	26,6	958,0	285,3
13:30	1,45	0,0	11,45	26,8	798,3	277,5
13:40	0,60	0,4	11,1	26,5	768,7	277,2
13:50	1,50	0,0	11,15	26,5	854,7	276,2
14:00	1,20	0,0	10,85	26,6	1162,7	276,7
14:10	1,23	0,0	11,15	26,9	1363,3	276,7
14:20	1,20	0,0	11,05	26,9	1361,7	276,7
14:30	1,10	0,0	11,15	27,3	1014,3	276,4
14:40	1,15	0,0	10,9	26,9	1044,3	276,3
14:50	1,19	0,0	11,15	27,0	1039,7	276,6
15:00	2,10	0,0	11,15	27,0	1055,3	276,6
15:10	1,61	0,0	11,05	27,0	1010,3	276,7
15:20	1,71	0,0	11,15	26,9	990,7	277,0
15:30	1,16	0,0	11,15	27,0	1039,0	279,4
15:40	1,05	0,0	11,2	26,8	752,3	277,1
15:50	0,52	0,0	11,8	25,4	736,7	277,1
16:00	0,37	4,0	12,35	24,7	681,3	285,4
16:10	0,30	3,6	12,3	24,8	513,0	284,9
16:20	0,37	3,8	12,4	24,6	532,3	285,0
16:30	0,00	4,3	12,15	24,8	408,0	285,2
16:40	0,00	5,9	12,6	24,3	317,3	285,2
16:50	0,00	5,5	14,3	24,7	391,0	285,3
17:00	0,00	5,0	14,4	24,8	437,3	285,5
17:10	0,00	9,4	13,2	23,4	263,0	285,4
17:20	0,00	9,2	12,65	23,4	206,3	271,7
17:30	0,00	9,7	12,7	23,2	188,7	278,8
17:40	0,00	10,1	12,7	23,1	143,3	278,8
17:50	0,00	10,4	12,1	22,9	69,0	272,4
18:00	0,00	11,5	13	22,8	51,3	272,2

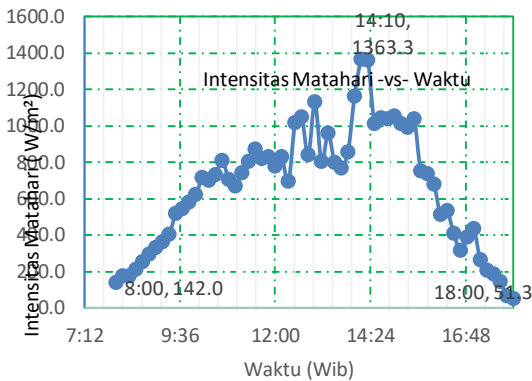
Data pada tabel 1 menunjukkan data yang diperoleh dari hasil pengukuran untuk besaran-besaran listrik pada masing-masing sistem termasuk pengukuran pada inverter, baterai, panel surya dan solar charge controller. Pengukuran yang dilaksanakan selama tiga hari dengan total pengambilan data hasil ukur sebanyak 1464 data pengukuran. Data tersebut tidak ditampilkan seluruhnya melainkan hanya data-data pokok untuk mengetahui kinerja sistem PLTS yang dirancang sebagaimana yang terlihat pada tabel 1 yang terdiri dari arus pengisian oleh panel surya ke sistem baterai, arus suplai baterai ke beban, arus inverter atau arus dc untuk beban ac, intensitas matahari dan daya beban terpasang yang dilayani oleh sistem PLTS. Data yang ditampilkan merupakan data rata-rata selama tiga hari pengukuran.

Pengambilan nilai rata-rata dari data hasil pengukuran bertujuan untuk pengambilan data yang representatif karena meskipun besaran listrik unkn pembebanan konstan namun intensitas matahari merupakan variabel yang diikuti dengan perubahan rus panel surya untuk suplai arus ke baterai dan ke beban.



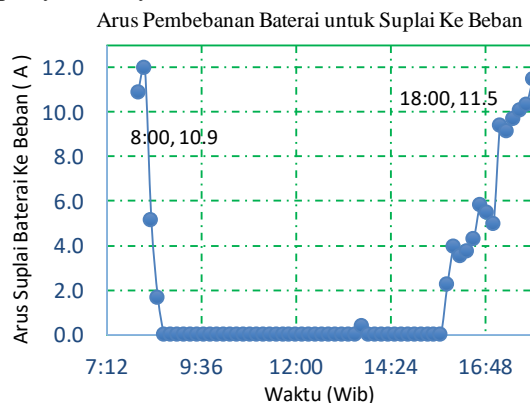
Gambar 3. Tegangan Baterai dalam Pembebanan pada Siang Hari

Tegangan awal baterai pada pukul 08.00 Wib sebesar 23 volt dan pada pukul 18.00 Wib tegangan baterai menjadi 22,8 volt atau turun 0,2 volt. Penurunan tegangan baterai 0,2 volt tidak signifikan atau dapat dikatakan tegangan baterai stabil, hal tersebut disebabkan karena baterai hanya menyuplai beban ketika intensitas matahari masih minimum sehingga dengan kapasitas panel surya 1600 Wp masih belum mampu membangkitkan daya yang dibutuhkan beban secara keseluruhan khususnya pada pagi hari dan sore hari dimana intensitas matahari pada saat itu dalam keadaan rendah. Dengan kapasitas panel surya sebesar 1600 Wp pengisian dan pembebanan baterai dapat dilaksanakan sekaligus. Pembebanan dan pengisian baterai dengan daya rata-rata sebesar 275 watt dan dengan rating baterai 350 Ah dapat sekaligus dilayani seluruhnya oleh panel surya pada pukul 08.40 wib hingga pukul 15.40 wib tanpa kekurangan daya. Penambahan tegangan baterai hingga mencapai tegangan maksimum pada 27,6 terjadi pada pukul 12.40 wib dengan intensitas matahari 1051 w/m². Penambahan tegangan baterai sangat diharapkan karena merepresentasikan keadaan pengisian baterai yang bertambah namun kenaikan tegangan baterai pada saat pengisian yang tergolong baik adalah saat pengisian dengan intensitas matahari yang tinggi dan berlangsung cenderung stabil.



Gambar 4. Karakteristik Rata-Rata Intensitas Matahari

Intensitas matahari pada pagi hari terukur rendah yaitu 142 w/m^2 . Untuk intensitas sebesar itu PLTS belum mampu melayani beban secara keseluruhan. PLTS hanya mampu memberikan arus ke beban sebesar 2,1 amper dari yang dibutuhkan sebesar 13,45 amper atau dalam bentuk daya sebesar 269 watt. Sedangkan Intensitas matahari 252 w/m^2 yang terjadi pada pukul 08.40 wib dapat melayani beban secara keseluruhan tanpa membebani baterai untuk menyuplai beban bahkan sudah dapat memberikan arus pengisian ke baterai sebesar 1,47 amper. Berbeda halnya ketika untuk nilai intensitas matahari dengan nilai yang hampir sama dan pembebanan yang konstan pada sore hari maka baterai memberikan suplai ke beban hal ini terjadi lebih diakibatkan oleh kapasitas baterai pada siang hari cenderung penuh karena pengaruh pengisian panel surya ke baterai dengan intensitas cahaya yang maksimal sehingga ketika baterai sudah pada keadaan penuh maka baterai akan secara otomatis mengambil peran untuk melepaskan muatannya untuk melayani beban dibandingkan dengan panel surya, dalam hal ini panel surya memberikan kontribusi pelayanan daya yang tidak maksimal namun tetap memberikan pelayanan daya ke beban.



Gambar 5. Arus Pembebanan Baterai untuk Suplai ke Beban

Baterai dalam menyuplai beban terjadi pada pagi hari dan sore hari. Pada pagi hari suplai baterai ke beban rata-rata terjadi hingga pukul 08.40 Wib setelah itu baterai tidak dibebani melainkan sebaliknya panel surya memberikan arus pengisian ke baterai sekaligus menyuplai beban secara langsung hingga sore hari rata-rata sampai pukul 16.00 Wib. Pada waktu pukul 16.00 Wib dan selanjutnya baterai mulai dibebani dan pembebanan tersebut tidak sepenuhnya dilayani oleh baterai namun berbagi dengan panel surya yang ketika itu masih mendapatkan sinar matahari pada sore hari. Suplai beban oleh panel surya dan baterai terjadi ketika pagi hari mulai pukul 08.00 wib hingga 08.40 wib sedangkan pada sore hari terjadi pada pukul 16.00 wib hingga pukul 17.30 wib. Suplai bersama antara panel surya dengan baterai terjadi karena intensitas matahari pada pagi hari dan sore hari secara rata-rata rendah hal tersebut seiring dengan posisi matahari yang sedang terbit pada pagi hari dan terbenam pada saat sore hari.

Kapasitas panel surya 1600 Wp tidak berarti dapat serta merta melayani beban sebesar 1600 watt, akan tetapi perlu juga diperhitungkan intensitas matahari yang fluktuatif, *losses* dan efisiensi pada peralatan inverter dan *solar charge controller*. Jika pelayanan beban yang akan dilakukan hanya mengharapkan solar panel maka dapat dihitung untuk daya solar panel 1600 Wp maka pelayanan beban yang dapat dilayani sebesar

$$\text{Daya} = \text{Wp} \times \text{Eff. Inverter} \times \text{Eff. panel surya, SCC dan kabel}$$

Jika diasumsikan efisiensi inverter 90 % dan eff pada panel surya, kabel dan solar charge controller 60% dengan intensitas matahari rata-rata dalam keadaan cerah pada pukul 09.00 wib hingga 15.30 wib maka daya yang dapat digunakan dari 1600 Wp panel surya adalah:

$$\text{Daya} = 166 \text{ Wp} \times 0,9 \times 0,6 = 864 \text{ Watt}$$

Sehingga daya dari 1600 Wp dengan asumsi efisiensi inverter 90% dan efisiensi pada panel surya, kabel dan scc 60% dapat melayani daya 864 watt. Namun demikian nilai tersebut merupakan nilai variabel yang dapat berubah tergantung pemilihan peralatan yang digunakan dan intensitas matahari yang selalu fluktuatif.

V. KESIMPULAN

Kinerja pembangkit listrik tenaga surya dalam pelayanan pembebanan lampu penerangan LED sejumlah 21 unit dengan total rating daya keseluruhan sebesar 308 watt mampu dilayani sepenuhnya tanpa menyebabkan pengurangan tegangan baterai secara signifikan. Penurunan tegangan baterai dari pukul 08.00 wib hingga pukul 18.00 wib hanya 0,2 volt hal ini menunjukkan bahwa penurunan tegangan baterai dengan kapasitas 350 Ah tidak signifikan atau dapat

dikatakan hampir stabil dan tetap. Pemanfaatan baterai untuk pembebanan lampu penerangan hanya terjadi pada pagi hari hingga pukul 8.30 wib, sedangkan pada sore hari pembebanan oleh baterai dan panel surya mulai pukul 16.00 wib hingga pukul 17.30 wib. Untuk intensitas matahari yang sama pada pagi hari dan sore hari akan memiliki arus pengisian dan pembebanan yang berbeda, hal tersebut disebabkan oleh keadaan baterai pada pagi hari belum penuh secara mantap sedangkan pada sore hari keadaan baterai sudah terisi penuh secara mantap karena pengisian baterai pada siang harinya. Pemakaian beban lampu penerangan 308 watt masih dapat ditingkatkan pemakaiannya namun peningkatan pemakaian beban juga harus mempertimbangkan kemampuan baterai pada saat menyuplai beban pada pagi dan sore harinya. Intensitas matahari yang dapat dimanfaatkan secara maksimal oleh panel surya adalah pada saat cuaca pada keadaan cerah atau dalam w/m^2 diantara $700 w/m^2$ hingga diatas $1000 w/m^2$ yang biasa terjadi antara pukul 09.00 Wib hingga pukul 15.30 wib.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ayush,G., Sharma R., Kumar, S., “ Life span and overall performance enhancement of Solar Photovoltaic cell using water as coolant”. 5, 202–210. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2018.06.156>, 2018.
- [2] Den, H.,T.,Narayan N., Diehl.C, “ Understanding the present and the future electricity needs: Consequences for design of future Solar Home Systems for off-grid rural electrification ”. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2018.06.156>, 2017
- [3] Inganas, O., Villy, S., “Solar energy for electricity and fuels”. 2. 15- 23. <https://doi: 10.1007/s13280-015-0729-6> , 2016.
- [4] Narayan, N., Papakosta, T., Vega-Garita, V., Qin, Z., Popovic-Gerber, J., Bauer, P., & Zeman, M., “Estimating battery lifetimes in Solar Home System design using a practical modelling methodology” *Applied Energy*. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.06.152>.
- [5] Omar A., Firas B., Hannan, M., “Solar photovoltaic energy optimization methods” 284, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125465>, 2021.
- [6] Rahman, R., & Khan, M. F., Performance enhancement of PV solar system by mirror reflection. In ICECE 2010 - 6th International Conference on Electrical and Computer Engineering (pp. 163–166). <https://doi.org/10.1109/ICELCE.2010.5700652>.
- [7] Shaikh, M., Waghmare, B., “A Review Paper on Electricity Generation from Solar Energy”, *International Journal for Research in Applied Science & Engineering Tech*, pp.1884–1889. <https://doi.org/10.22214/ijraset.2017.9272>, 2017.