

PEMILIHAN KAPASITAS BATERAI PENYIMPAN ENERGI LISTRIK DARI ENERGI SURYA

Bambang Irawan^{1*}, Samsul Hadi¹, Fatkhur Rohman¹, Mahros Darsin²

¹Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Malang

²Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember

Email: *bambang.irawan@polinema.co.id

ABSTRACT

This paper is concern on the using of some solar batteries for storing the energy from the solar panel. The battery used is a 100 WP solar cell with the appliances. Research was carried out in an open air with real condition without treatment for two months continuously during hot dry season in Malang city, Indonesia. It is concluded that emerged energy from the solar panel was 550 WH or equal to 12 V of 45 AH. During the electric charging from solar panel to the battery, the flowing current vary between 2 A to 6 A. The battery charging only started after 7 am when the voltage was above 12 V. For the solar panel 100 WP to use battery with the storage capacity above 40 AH.

Keywords: battery, solar panel, energy

PENDAHULUAN

Saat sekarang banyak orang yang mulai tertarik pada energi terbarukan terutama yang melimpah dan tidak beli hanya bermodalkan alat saja. Dengan memakai alat yang lengkap sinar surya sudah bisa diubah menjadi energi listrik dan tidak terhabiskan sepanjang masa. Sebagai negara tropis, sebagian besar wilayah Indonesia mendapatkan intensitas yang cukup radiasi matahari dengan radiasi harian rata-rata sekitar 4 kWh /m² (Handayani dan Ariyani, 2012). Kendala besar dari pemakaian listrik dari sumber energi surya adalah adanya surya hanya di siang hari sedangkan pemakaiannya yang banyak di malam hari sehingga ada kekurangan yang signifikan. Dengan adanya kekurangan tersebut maka pemanfaatan energi surya kurang begitu banyak.

Riset eksperimen yang telah dilakukan sesuai dengan yang telah dipasang dan dilakukan oleh masyarakat yaitu dengan memakai solar cell untuk mengubah energi surya menjadi listrik serta baterai atau accu untuk menyimpan energi. Berapakah kapasitas baterai yang baik untuk menyimpan energi listrik supaya tidak terlalu banyak energi listrik dari panel surya terbuang.

Menurut Reid and Wynn (2015), penyimpanan dengan baterai adalah salah satu yang penting dalam produk listrik yang dibangkitkan oleh solar energi. Solusi penyimpanan yang tersedia saat ini masih relative mahal maka sebaiknya listrik diubah menjadi bentuk energi lain dan kemudian baru diubah kembali menjadi energi listrik.

Zhao et. al (2018) berpendapat bahwa sistem penyimpanan energi dianggap solusi paling penting untuk menghadapi tantangan adanya pemakaian listrik dari sumber energi surya. Mempertimbangkan berbagai jenis alat penyimpanan energi diperlukan untuk mengembangkan proyek pembangkit energi, terutama dalam membangun proyek listrik berbasis sumber daya terbarukan.

Menurut Moustafa et. al (2014) bahwa ukuran bank baterai dapat dihitung sesuai dengan langkah-langkah berikut: (i) menentukan daya listrik per hari yang dapat diproduksi oleh panel surya, (ii) menententukan kemampuan pengisian baterai maksimum untuk 80% kapasitas baterai dalam satuan AH, (iii) menghitung dan pilih baterai yang dibutuhkan dalam W jam, dan (iv) menghitung jumlah baterai yang dibutuhkan. Menurut Fathima and Palanisamy (2015), baterai timbal-asam memiliki biaya investasi terkecil dan periode pengembalian modal terpendek namun baterai NaS mengungguli baterai timbal-asam pada karakteristik *State of Charge* (SOC) dengan *Net Present Value* (NPV) tertinggi. Sementara, baterai Li-ion lebih tangguh dan sangat efisien tapi biaya investasinya tinggi.

Dasar Teori

Energi surya diubah menjadi energi listrik dengan melalui solar cell.

Menurut Ariani (2014) bahwa menghitung energi adalah seperti berikut:

$$S = I.E.o \quad 1)$$

Dimana S = energi total

I = daya dari matahari di permukaan bumi (1000 W/m^2)
 E_o = factor koreksi (tergantung sudut dan waktu)

Menurut Moustafa et al. (2014) bahwa,

$$E = T_{CF} \cdot T_{SS} \cdot W_P \quad 2)$$

Dimana E = Energi listrik setiap panel (WH/hari)

T_{CF} = factor koreksi suhu,
 T_{SS} = rata-rata puncak panas jam/hari,
 W_P = energi setiap panel solar dlm Watt jam.

Arus dari panel surya dapat dihitung seperti berikut:

$$I_{TSC} = N_P \cdot I_{SC} \quad 3)$$

Dimana I_{TSC} = total arus dari semua panel solar

N_P = jumlah panel solar

I_{SC} = arus setiap panel solar.

Daya keluar harian dapat dihitung seperti berikut:

$$E_{DS} = E_P \cdot N_P \cdot \eta_B \cdot \eta_{INV} \quad 4)$$

Dimana E_{DS} = daya keluaran harian dari solar panel dalam WH/hari

E_P = daya listrik keluaran setiap panel dalam WH/hari

N_P = jumlah solar panel,

η_B = efisiensi baterai,

η_{INV} = efisiensi inverter.

Kapasitas baterai menurut Kusum (2018) adalah

$$Q = (P \cdot t \cdot n) / V \quad 5)$$

Dimana Q = kapasitas baterai

P = total daya baterai

t = total pemakaian per hari

n = berapa kali pemakaian

V = tegangan baterai nominal

Fraksi pengurangan kapasitas baterai adalah:

$$F_{CS} = E_{CS} / E_D \quad 6)$$

dimana E_{CS} = total kapasitas (kWh/year)

E_D = total permintaan listrik (kWh/year).

METODOLOGI PENELITIAN

Alat dan Metode Penelitian

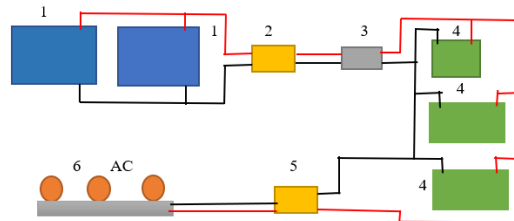
Alat Penelitian

1. Solar cell 50 WP sebanyak 2 lembar dengan tegangan yang keluar langsung sebesar maksimum bisa 21,5 volt.
2. Penstabil tegangan untuk 200 Watt
3. Pengukur tegangan dan arus otomatis
4. Baterai atau accu jenis lead (Pb) 12 vol 3 biji, 20 AH, 40 AH dan 60 AH.
5. Perubah dari DC ke AC (converter/inverter), maksimum 500 Watt.

6. Beban berupa lampu yang berukuran 100 W sebanyak 3 biji.
7. Termometer.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dikota Malang, alat solar cell dipasang di atas Gedung lantai 8 dengan kemiringan tegak lurus sinar matahari dan solar cell dipasang parallel. Susunan pemasangan alat dilakukan seperti Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Rangkaian alat penelitian

Catatan nomor pada alat pada gambar sesuai dengan nomor urut pada alat yang dipakai

Pengambilan data dilakukan seperti berikut:

- a. Merangkai alat
Alat dirangkai sesuai dengan desain awal seperti pada Gambar 1.
- b. Mengambil data Pengambilan data dilakukan beberapa kali untuk penyimpanan dengan jenis baterai yang berbeda dan beberapa kali untuk jenis pembebanan. Pengambilan data ini dilakukan selama 2 bulan terus menerus.
- c. Data tegangan dan arus listrik dijadikan daya (Watt)

HASIL DAN PEMBAHASAN

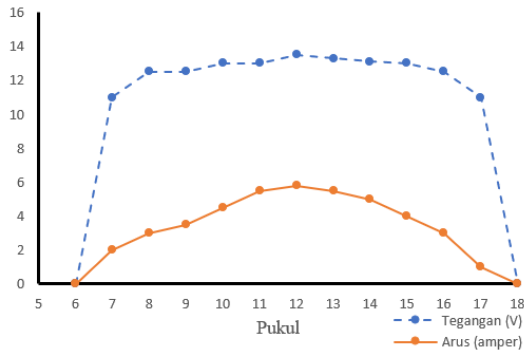
Penelitian yang dilakukan selama 2 bulan di musim kemarau sehingga tidak ada hujan sama sekali tetapi tetap terjadi awan yang tidak begitu tebal namun hal ini dapat mengurangi intensitas cahaya surya. Dengan demikian maka penelitian ini bukan berdasarkan teoritis tapi berdasarkan keadaan nyata di lapang.

Data hasil penelitian berupa Tabel 1 kemudian dibuat grafik seperti pada Gambar 2.

Tabel 4.1 Data hasil penelitian rata-rata dalam dua bulan musim kemarau

No	Pukul	Tegangan (Volt)	Arus listrik (Amper)	Daya (Watt)
1	06.00	0	0	0
2	07.00	12,0	2	24
3	08.00	12,5	3	37,5
4	09.00	12,5	3,5	43,75

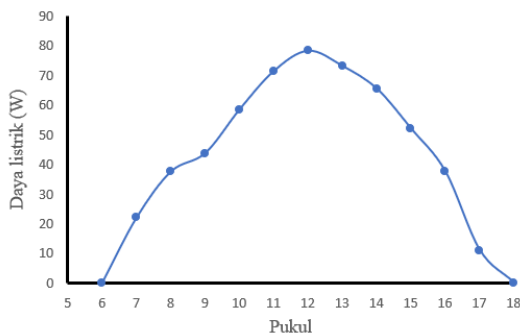
5	10.00	13	4	52
6	11.00	13	5,5	71,5
7	12.00	13	6	78
8	13.00	13	5,5	71,5
9	14.00	13	5	65
10	15.00	13	4,5	58,5
11	16.00	12,5	3	37,5
12	17.00	12.0	1	12
13	18.00	0	0	0



Gambar 2. Tegangan (V) dan arus (A) yang dihasilkan panel surya

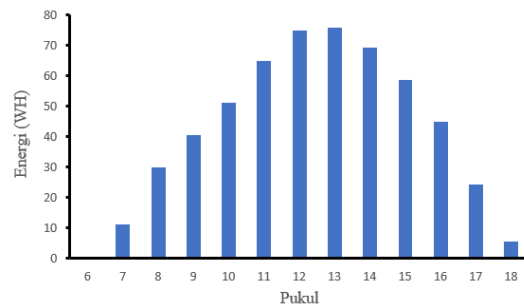
Gambar 2 menunjukkan grafik dari tegangan dan arus listrik yang dihasilkan oleh panel surya selama satu hari. Terlihat bahwa mulai pukul 6 pagi belum ada sinar surya yang menyentuh ke panel surya sehingga belum menghasilkan listrik sama sekali. Mulai pukul 7 pagi sinar surya sudah mengenai permukaan panel sehingga sudah menghasilkan listrik, selanjutnya semakin siang semakin terang/panas sehingga tegangan dan arus listrik jadi membesar. Setelah pukul 12 sinar matahari sudah condong ke barat akibatnya kekuatan sinar surya menurun sehingga tegangan dan kuat arus menurun sampai pukul 18.00 nol lagi.

Daya listrik yang dihasilkan oleh panel surya seperti Gambar 3, minimum nol dan maksimum rata-rata bisa mencapai hampir 80 Watt. Daya adalah perkalian dari volt dengan amper maka gambar ini merupakan bentuk daya dari Gambar 2.



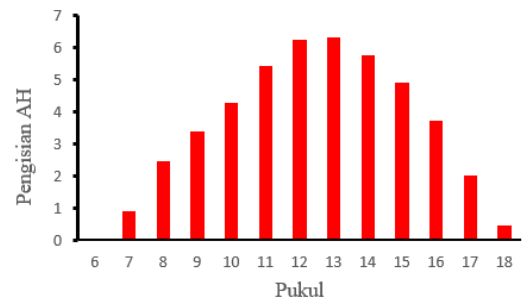
Gambar 3. Daya yang dihasilkan panel surya

Energi pada Gambar 4 didapatkan dari rata-rata daya setiap satu jam dikalikan dengan waktu satu jam. Gambar ini didapat dari daya pada Gambar 3 yang di rata-rata setiap jamnya kemudian dikalikan waktu, sehingga bentuk gambarnya seperti Gambar 3. Bila energi ini ditotal selama satu hari sebesar lebih kurang 550 Watt jam (WH). Dengan demikian maka baterai yang menampung energi ini harus dibuat lebih besar dari 550 WH.



Gambar 4 Energi yang dihasilkan oleh panel yang masuk ke baterai

Sesuai dengan beberapa persamaan diatas bahwa besaran dari gambar 5 merupakan besarnya energi pada Gambar 4 dibagi dengan 12 volt. Mengapa dibagi sebesar itu karena tegangan baterai yang dipakai untuk menyimpan energi listrik sebesar 12 volt. Bila dijumlahkan ketinggian grafik tersebut hasilnya sekitar 45 AH. Dalam satu hari penuh panel surya bisa menghasilkan energi listrik dan siap dimasukkan ke baterai atau dipakai langsung sebesar 45 AH. Untuk menghindari kelebihan pengisian ke baterai maka dibuat kapasitas batrainya jauh lebih besar dari surya panel sehingga tidak ada energi yang terbuang.



Gambar 5 Pengisian ke baterai (AH)

Percobaan pengisian arus listrik dengan memakai baterai divariasasi yaitu 20 AH, 40 AH dan 60 AH. Baterai ini semuanya baru dan diisi mulai pagi sambil diberi beban hasilnya adalah:

1. Untuk baterai 20 AH dibebani lampu 100 W tidak bisa nyala, sekitar pukul 10 lampu nyala tapi nyalanya hanya berkedip. Jika dibebani 200 W baru bisa nyala berkedip setelah sekitar pukul 12. Ketika dibebani 300 W baru bisa menyala berkedip pada pukul 13.30.
2. Untuk baterai 40 AH dibebani lampu 100 W tidak dapat menyala, baru sekitar pukul 9 lampu menyala tapi hanya berkedip terus. Ketika dibebani 200 W baru dapat menyala berkedip setelah sekitar pukul 10. Sedangkan jika dibebani 300 W baru bisa menyala berkedip pada pukul 12.00.
3. Untuk baterai 60 AH dibebani lampu 100 W tidak dapat menyala, sedangkan sekitar pukul 9 lampu menyala tapi berkedip terus. Jika dibebani 200 W baru dapat menyala berkedip setelah sekitar pukul 10. Terakhir, jika dibebani 300 W baru dapat menyala berkedip pada 11.30.

Nyala lampu sangat singkat karena tegangan yang masuk ke inverter dibatasi minimum 11 volt, bila tegangan baterai di bawah harga tersebut lampu sudah tidak menyala. Kalau bebannya lampu DC maka waktu pemakaian akan jauh lebih lama karena bolam bisa menerima langsung tegangan dari baterai tanpa melalui inverter. Perlu diketahui bahwa inverter juga mempunyai nilai koefisien untuk mengubah DC ke AC. Untuk baterai yang berkapasitas kecil energi akan habis untuk mengatasi koefisien inverter.

Dari percobaan tersebut menunjukkan bahwa pemilihan baterai sebaiknya yang jauh melampaui dari kemampuan pengisian panel surya. Mengingat bahwa baterai barupun tidak dapat bekerja 100% apalagi kalau baterai sudah lama. Pada umumnya baterai jenis lead umurnya dapat sampai 3 tahun.

Pengisian baterai 20 AH tanpa beban dimulai pagi hari akan penuh pada jam 13 siang, baterai 40 AH satu setengah hari dan untuk 60 AH bisa dua hari. Pengisian listrik ke baterai lebih lama dari kapasitasnya karena arus yang masuk ke baterai arusnya tidak konstan dan selalu berubah.

KESIMPULAN

Dari analisis dan pembahasan sebelumnya, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Energi yang dapat dihasilkan panel surya 100 WP adalah sekitar 550 WH atau untuk tegangan 12 volt sebesar 45 AH.

2. Pengisian listrik dari panel surya ke baterai arusnya bervariasi mulai dari yang rendah sekitar 2 A sampai yang tinggi sekitar 6 A.
3. Pengisian baterai bisa dilakukan setelah jam 07.00 karena pengisian bisa dilakukan kalau tegangannya sudah > 12 Volt.
4. Untuk panel surya 100 WP sebaiknya memakai baterai dengan kapasitas di atas 40 AH.

Untuk riset berikutnya beberapa catatan penting untuk ditindaklanjuti:

1. Untuk mempertinggi efisiensi sebaiknya beban langsung pakai DC sehingga tidak ada pengurangan daya dengan adanya inverter. Sebelum memasang pembangkit listrik tenaga surya sebaiknya dihitung dengan cermat mengingat umur baterai hanya 3 tahun.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Ariane, 2014, Calculating the solar energy of a flat plate collector, Undergraduate Journal of Mathematical Modeling, Volume 6 | 2014 Fall Issue 1 | Article 1.
- [2] M. Moustafa, M Essam E. El-bokl, 2014, Solar energy or river Nile cruisers, Brodogradnja/Shipbuilding Volume 65 Number 2.
- [3] K. L. Tharani, R. Dahiya, 2018, Choice of battery energy storage for a hybrid renewable energy system, Turkish Journal Of Electrical Engineering & Computer Sciences, (2018) 26: 666-676).
- [4] H. Fathima and K. Palanisamy, 2015, Optimized sizing, selection, and economic analysis of battery energy storage for grid-connected wind-PV hybrid system, Modelling and Simulation in Engineering, Volume 2015, Article ID 713530, 16 pages, doi.org/10.1155/2015/713530.
- [5] Handayani N. A. and D. Ariyanti, 2012, Potency of solar energy applications in Indonesia, Int. Journal of Renewable Energy Development, 1 (2) 2012: 33-38.
- [6] G. Reid,† and Gerard Wynn, 2015, The future of solar power in the United Kingdom, Energies 2015, 8, 7818-7832; doi:10.3390/en8087818.
- [7] H. Zhao, S. Guo and H. Zhao, 2018, Comprehensive performance assessment on various battery energy storage systems, Energies 2018, 11, 2841; doi:10.3390/en11102841.