

PEMASANGAN DAN ANALISA KINERJA SOLAR HOME SYSTEM UNTUK SYSTEM OFF GRID

Hunip Setio
1612031
hunipsetio@gmail.com

Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham
Lomi, MSEE
PEMBIMBING I

Dr. Irrine Budi Sulistiawati,
ST, MT
PEMBIMBING II

Abstract-Listrik adalah salah satu jenis sumber energi yang dapat berubah menjadi energi panas atau gerak. Listrik merupakan kebutuhan pokok yang sangat penting untuk mendukung aktivitas masyarakat. Peningkatan penggunaan energi listrik dapat dijadikan sebagai tolak ukur kemakmuran masyarakat. Solusi untuk mengatasi permasalahan listrik adalah dengan pemanfaatan teknologi solar cell sebagai energi alternatif. Pada penelitian ini, dibuat perancangan solar home system dengan mengidentifikasi kebutuhan beban rumah tangga, kebutuhan komponen, dan dilakukan perhitungan daya yang dihasilkan. Untuk perhitungan kebutuhan menunjukkan kapasitas daya maksimum yang dihasilkan 3300 watt dengan beban listrik rumah tangga diperkirakan sebesar 2201 Wh per hari, menggunakan panel surya berkapasitas 100 WP sebanyak 10 buah, dan baterai dengan kapasitas 150 Ah sebanyak 2 buah. Energi yang diserap rumah sebesar 69,23kWh per bulan.

Kata Kunci-Instalasi Panel Surya System off Grid, Analisa Produksi Panel Surya, Perhitungan Menggunakan Software PVsyst.

I. PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Listrik adalah salah satu jenis sumber energi yang dapat berubah menjadi energi panas atau energi gerak. Listrik merupakan kebutuhan esensial bagi setiap individu. Di Indonesia kebutuhan listrik semakin hari semakin tinggi. Peningkatan penggunaan energi listrik dapat dijadikan sebagai indikator meningkatnya kemakmuran suatu masyarakat. Listrik termasuk juga sebagai motor penggerak perekonomian daerah. Solusi untuk mengatasi permasalahan listrik penyediaan sumber energi baru terbarukan yang ramah lingkungan sebagai energi alternatif yang dimaksud adalah sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) solar home system. Dengan sistem ini, pasokan listrik untuk rumah tangga tidak berasal dari

perusahaan listrik negara, melainkan berasal dari PLTS solar home system yang mengandalkan tenaga matahari sebagai sumber energi listrik yang hemat dan jauh lebih ekonomis. Dimana energi listrik yang dihasilkan oleh solar cell pada siang hari disimpan di battery dan akan digunakan pada malam hari. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) adalah pencatu daya yang dapat dirancang untuk mencatu kebutuhan listrik secara mandiri atau hybrid (kombinasi dengan sumber energi lain). PLTS merupakan sumber energi listrik terbarukan, dimana sinar matahari sebagai sumber energi ramah lingkungan.

PLTS off-grid adalah sistem PLTS yang memungkinkan untuk menyimpan listrik dari PLTS dalam baterai untuk digunakan ketika listrik PLN mati atau jika kediaman kita berada pada daerah tanpa akses listrik PLN. Dalam hal ini menjadikan sistem PLTS off-grid tidak dapat melakukan proses ekspor-impor listrik ke PLN. Salah satu keunggulan sistem off-grid bila dibandingkan dengan sistem on-grid yakni dapat tetap menyediakan listrik jika terdapat pemadaman listrik dari PLN. Namun sistem ini memiliki kekurangan yakni kemungkinan tidak dapat memenuhi kebutuhan beban listrik secara total mengingat biaya serta volume baterai dapat menjadi sangat tinggi. PLTS off-grid membutuhkan peralatan yang lebih kompleks serta biaya yang lebih tinggi bila dibandingkan PLTS on-grid. Komponen utama dari sistem off-grid adalah panel surya, charge controller, inverter, serta baterai. Inverter yang digunakan

dalam sistem off-grid berbeda dengan sistem on-grid

B. RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah di uraikan atas, maka permasalahan yang di hadapi yaitu

1. Bagaimana instalasi solar home system?
2. Bagaimana merancang solar home system?
3. Menganalisa produksi panel surya secara real time?

C. TUJUAN

1. Mengetahui seberapa besar kapasitas panel surya yang dibutuhkan untuk kebutuhan rumah tangga dengan daya 450VA.
2. Merancang sistem kelistrikan dan kebutuhan daya listrik yang optimal dengan sumber energi dari tenaga surya
3. Menghitung produksi panel surya pada berbagai keadaan cuaca dalam melakukan penelitian selama bulan Desember di wilayah Pungging Mojokerto.

D. MANFAAT

Manfaat pengerjaan skripsi ini sebagai berikut :

1. Memberi pengetahuan, pemahaman, dan keterampilan bagipeneliti dalam perancangan pembangkit listrik tenaga surya
2. Dapat dipasang di mana saja dan dapat dipindahkan sesuai dengan yang dibutuhkan. Jadi, kita bisa menempatkan panel surya ini sesuai dengan kebutuhan kita.
3. Mengurangi biaya tagihan listrik karena bisa memproduksi listrik secara mandiri.

II. LANDASAN TEORI

A. PLTS TERPUSAT (*STAND-ALONE*).

Sistem PLTS yang terpusat (*Stand-Alone*) dirancang beroperasi mandiri untuk memasok beban DC atau AC. Jenis sistem ini dapat diaktifkan oleh array photovoltaic saja, atau dapat menggunakan sumber tambahan energi lain seperti: air, angin dan mesin diesel. Baterai digunakan pada kebanyakan sistem PLTS yang berdiri sendiri untuk penyimpanan energi. PLTS terpusat merupakan sistem pembangkit listrik dengan menggunakan energi matahari berskala menengah sampai besar yang keluaran energi yang sama dengan jaringan listrik PLN.

B. KEBUTUHAN BEBAN.

Langkah awal dalam perencanaan kapasitas photovoltaik adalah penentuan total beban harian rumah tangga yang merupakan jumlah energi yang dibutuhkan oleh rumah tangga setiap harinya. Pada penelitian ini kelompok beban rumah tangga dibedakan menjadi kelompok beban rumah tangga. Dari total beban harian perlu ditambahkan 30% dari beban total harian yang digunakan sebagai cadangan energi untuk antisipasi produksi dan penurunan kinerja komponen PLTS.

III. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah menentukan kapasitas pemasangan solar home system untuk mensuplai beban rumah tangga dengan kapasitas 450 VA. Perhitungan kapasitas panel surya dan kapasitas baterai yang di pasang menggunakan software PVsyst.

A. SOFTWARE PVSYST

PVsyst merupakan salah satu software yang dapat digunakan untuk analisa data dari system PLTS secara lengkap. PVsyst dibagi dalam sistem terinterkoneksi jaringan (*grid-connected*), sistem berdiri sendiri (*off-grid*), sistem pompa (*pumping*), dan jaringan arus searah untuk transportasi public (*DC-grid*). PVsyst juga di lengkapi database dari

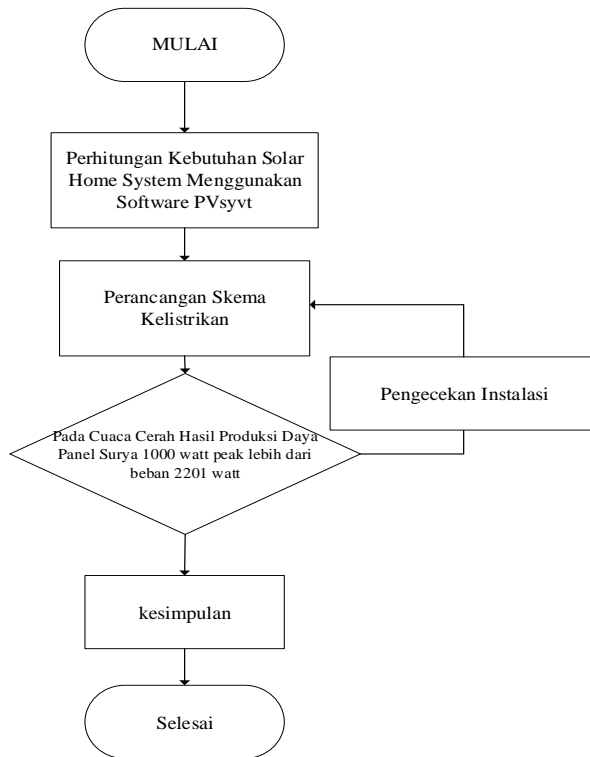
sumber data meteorology yang luas dan beragam, serta data komponen-komponen PLTS.



Gambar 3.1 Tampilan awal software PVsyst.

Pada gambar 3.1 tampilan awal software PVsyst analisa yang digunakan pada penelitian ini adalah sistem *stand alone (off-grid)*

Berikut adalah diagram alir dari proses metodologi penelitian :



Gambar 3.2 Diagram alir penelitian.

IV. ANALISIS HASIL

Perhitungan menggunakan software PVsyst dengan memasukkan beban-beban rumah yang akan disuplay menggunakan panel surya sebagai berikut :

Number	Appliance	Power	Daily use	Hourly distrib	Daily energy	
3	Lampu Teras Dan Dapur	6 W/lamp	11.0 h/day	OK	198 Wh	
1	Lampu Ruang Tamu	6 W/app	5.0 h/day	OK	30 Wh	
8	Lampu Kamar	6 W/app	1.0 h/day	OK	48 Wh	
1	Pompa Air	0.30 kW/h/day	0.5 h/day	OK	300 Wh	
1	Kukus	50.0 W aver	24.0 h/day	OK	1200 Wh	
1	TV	40 W/app	5.0 h/day	OK	200 Wh	
1	Pemanas nasi	25 W/app	9.0 h/day	OK	225 Wh	
	Stand-by consumers	0 W tot	24 h/day		0 Wh	
					Total daily energy	2201 Wh/day
					Total monthly energy	66.0 kWh/month

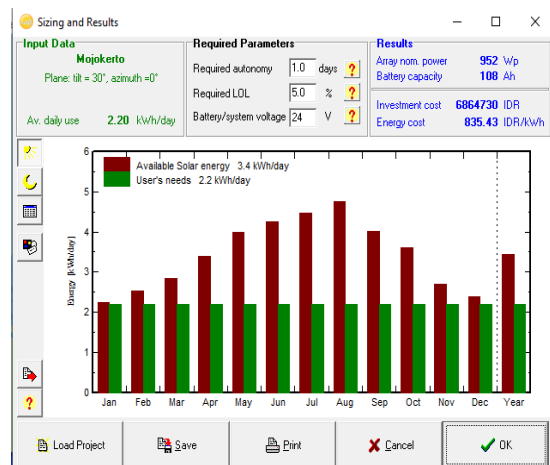
Gambar 4.1 Perhitungan beban dengan software PVsyst.

Perhitungan menggunakan software PVsyst di peroleh perkiraan beban harian rumah tangga sebesar 2201 watt, dan perkiraan penggunaan beban perbulan sebesar 66.000 watt.

Tabel 4.1 Kebutuhan beban rumah tangga.

No	Aplikasi	Beban	Jumlah	Lama Dioperasikan	Energi perhari (Wh)
1	Lampu Teras Dan Dapur	6	3	11	198
2	Lampu Ruang Tamu	6	1	5	30
3	Lampu Kamar	6	8	1	48
4	Pompa Air	300	1	0,5	150
5	Kukus	55	1	24	1200
6	TV	40	1	5	200
7	Pemanas Nasi	25	1	9	225
TOTAL					2295

Data yang diperlihatkan pada tabel. 4.1 menunjukkan kebutuhan beban harian rumah tangga sebesar 2295 Wh dengan beroperasi 24 jam. Setelah melakukan perhitungan kebutuhan listrik rumah tangga dengan menggunakan software PVsyst maka di peroleh hasil sebagai berikut ;



Gambar 4.2 hasil perhitungan pemasangan solar home system.

Dari perhitungan pada gambar 4.2 di peroleh perkiraan untuk pemasangan kapasitas solar home system sebesar 952 watt peak, dan kapasitas penyimpanan sebesar 108 Ah. Perancangan solar home system untuk rumah tinggal sederhana dengan menentukan kapasitas panel surya 1000 Wp dengan kebutuhan beban rumah tangga dengan spesifikasi komponen dan sebagai berikut : .

Tabel 4.2 Spesifikasi komponen.

No	Komponen	Spesifikasi	Keterangan
1	Pv module Panel surya	Pv modul panel surya 100 WP	10 buah
2	Solar charge controller	50A 24 Volt	1 buah
3	Inverter	Inveter DC 24 Volt to AC 220 Volt / 1000 Watt pure sine wave	1 buah
4	Battery	150 Ah 12 Volt	2 buah
5	Box Panel	Plat Coating	2 buah
6	Fuse	10A	4 buah
7	MCB	25A 63A	1 buah 1 buah
8	Kabel Instalasi	Kabel NYM 2 x ,5mm Kabel NYM 2 x 2,5mm Kabel NYM 2 x 4 mm Kabel NYM 2 x 8 mm	50 meter 5 meter 10 meter 3 meter
9	kontactor	220 Volt 25A	2 buah
10	Timer	220 Volt	2 buah
11	Relay	220 Volt	1 buah
12	Surge Arester	DC 1KV	1 buah

Data yang diperlihatkan pada tabel. 4.2 Perancangan solar home system yang diperhitungkan secara matang dan teliti sebelum membeli komponen – komponen agar sesuai dengan kebutuhan penggunaan listrik tenaga surya yang akan di pasang.

A. JAM MATAHARI EKIVALEN (*ESH*).

Menentukan jam matahari ekivalen *Equivalent Sun Hours (ESH)* terburuk. Jam matahari ekivalen suatu tempat ditentukan berdasarkan peta radiasi harian rata – rata (*insolasi*) matahari dunia yang dikeluarkan oleh solarex. (solarex, 1996) *ESH* untuk kawasan indonesia timur = 4,8 jam/perhari.

B. PEMASANGAN SOLAR HOME SYSTEM.

Pemasangan Panel surya dilakukan dibekang rumah di dusun Arjosari, desa Randuharjo, Kecamatan Pungging, Kabupaten Mojokerto, Provinsi Jawa Timur dengan ketinggian 2 meter dan hadap ke utara.



Gambar 4.3 Pemasangan panel surya.

Pada gambar 4.3 panel surya di pasang secara paralel 2 buah dan seri 5 buah dengan total maksimal arus sebesar 11,42 Ampere Dan Maksimal Tegangan Sebesar 87,5 Volt.

C. PROTEKSI PANEL SURYA.

Produksi panel surya sebelum memasuki Solar charge controller dilakukan beberapa proteksi supaya jika terjadi gangguan atau arus lebih tidak merusaknya. Pemasangan proteksi ini juga bertujuan jika terjadi pemeliharaan sistem lebih mudah.



Gambar 4.4 Proteksi panel surya.

Pada gambar 4.4 proteksi panel surya dilakukan dengan di masing-masing 5 rangkain seri panel surya

memasuki fuse 10 Ampere. Pararel panel surya di lakukan pergabung di busbar dan memasuki prteksi terakhir MCB. Proteksi juga dilakukan menggunakan surge arrester.

D. INSTALASI PENYIMPANAN DAYA DAN PENGOPERASIAN KE SISTEM RUMAH.

Solar home system memerlukan penyimpanan energi berupa baterai atau accu di karenakan pembangkit listrik ini hanya bisa memproduksi listrik jika ada sinar matahari. Untuk membuat sistem ini agar bekerja pada malam hari kita memerlukan penyimpan baterai atau accu. Sistem ini juga memerlukan sebuah inverter untuk merubah arus DC ke AC supaya bisa digunakan untuk sistem rumah yang menggunakan arus AC di tegangan 220 Volt.



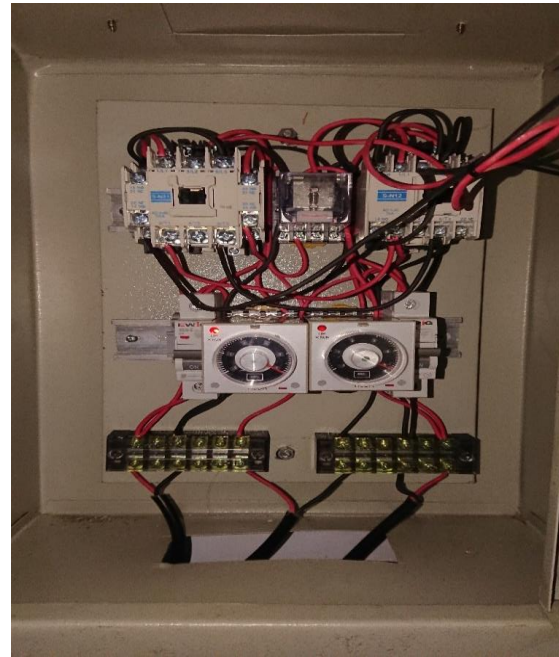
Gambar 4.5 Instalasi solar home system.

Pada gambar 4.5 pemasangan Solar charge controller sebagai pengontrol produksi panel surya ke baterai agar tidak melebihi volt baterai. Proteksi baterai dilakukan dengan menggunakan MCB DC itu juga sebagai saklar jika terjadi pemeliharaan sistem lebih mudah. Untuk pengubah arus DC ke AC menggunakan *Inverter Pure sine wave* di tegangan 220 Volt dengan kapasitas 1000 Watt.

E. ATS (AUTO TRANSFER SWICT)

ATS digunakan sebagai pemisah jaringan PLN dan sistem yang telah terpasang agar tidak terjadi tabrakan antara grid PLN dan inverter. ATS

juga sebagai pemindah otomatis jika produksi daya panel surya tidak mencukupi untuk mensuplay daya kerumah.



Gambar 4.6 ATS (*Auto Transfer Swict*)

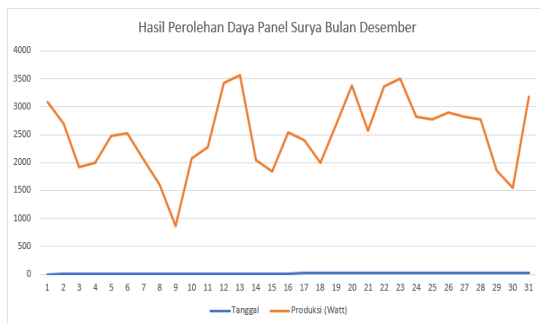
Pada gambar 4.6 pembuatan ATS menggunakan 2 timer 1 relay dan 2 kontaktor dimana fungsi kontaktor sebagai pemutus dan penyambung arus listrik, relay sebagai saklar untuk menghidupkan kontaktor. Fungsi timer sendiri untuk menjeda perpindahan suplay daya antara PLN dan inverter atau sebaliknya.

F. HASIL PRODUKSI PANEL SURYA.

Produksi Panel surya untuk bulan Desember.

Tabel 4.3 Produksi panel surya Desember tanggal 1-

No	Tanggal	Produksi (watt)	Keterangan
1	1	3090	Cerah
2	2	2690	Cerah Berawan
3	3	1920	Berawan
4	4	1990	Berawan
5	5	2470	Cerah Berawan
6	6	2530	Cerah Berawan
7	7	2060	Cerah Berawan
8	8	1610	Berawan
9	9	860	Hujan
10	10	2080	Cerah Berawan
11	11	2270	Cerah Berawan
12	12	3420	Cerah
13	13	3570	Cerah
14	14	2040	Cerah Berawan
15	15	1840	Berawan
16	16	2540	Cerah Berawan
17	17	2400	Cerah Berawan
18	18	1990	Berawan
19	19	2690	Cerah Berawan
20	20	3380	Cerah
21	21	2570	Cerah Berawan
22	22	3370	Cerah
23	23	3510	Cerah
24	24	2820	Cerah Berawan
25	25	2770	Cerah Berawan
26	26	2900	Cerah Berawan
27	27	2820	Cerah Berawan
28	28	2770	Cerah Berawan
29	29	1860	Berawan
30	30	1540	Berawan
31	31	3180	Cerah
Jumlah		75280	



Gambar 4.7 Diagram produksi panel surya.

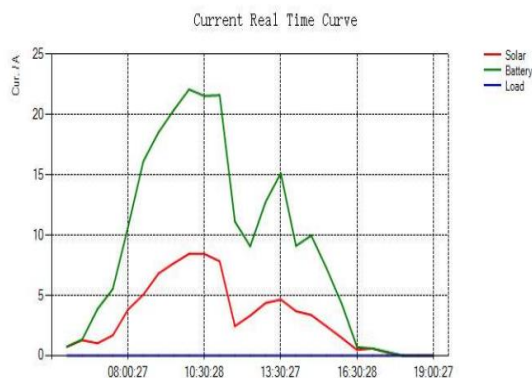
Pada gambar 4.7 produksi panel surya perhari dari tanggal 1-31 Desember. Pada tanggal 1 cuaca cerah panel surya memproduksi 3090W, pada tanggal 2 cuaca cerah berawan panel surya memproduksi 2690W, pada tanggal 3 cuaca berawan panel surya memproduksi 1920W, pada tanggal 4 cuaca berawan panel surya memproduksi 1890W, pada tanggal 5 cuaca cerah berawan panel surya memproduksi 2470W, pada tanggal 6 cuaca cerah berawan panel surya memproduksi 2530W, pada tanggal 7 cuaca cerah berawan panel surya memproduksi 2060W, pada tanggal 8 cuaca berawan panel surya memproduksi 1610W, pada tanggal 9 cuaca hujan panel surya memproduksi 860W, pada tanggal 10 cuaca cerah berawan panel surya memproduksi

2080W, pada tanggal 11 cuaca cerah berawan panel surya memproduksi 2270W, pada tanggal 12 cuaca cerah panel surya memproduksi 3420W, pada tanggal 13 cuaca cerah panel surya memproduksi 3570W, pada tanggal 14 cuaca cerah berawan panel surya memproduksi 2040W, pada tanggal 15 cuaca berawan panel surya memproduksi 1840W, pada tanggal 16 cuaca cerah berawan panel surya memproduksi 2540W, pada tanggal 17 cuaca cerah berawan panel surya memproduksi 2400W, pada tanggal 18 cuaca berawan panel surya memproduksi 1990W, pada tanggal 19 cuaca cerah berawan panel surya memproduksi 2690W, pada tanggal 20 cuaca cerah panel surya memproduksi 3380W, pada tanggal 21 cuaca cerah berawan panel surya memproduksi 2570W, pada tanggal 22 cuaca cerah panel surya memproduksi 3370W, pada tanggal 23 cuaca cerah panel surya memproduksi 3510W, pada tanggal 24 cuaca cerah berawan panel surya memproduksi 2820W, pada tanggal 25 cuaca cerah berawan panel surya memproduksi 2770W, pada tanggal 26 cuaca cerah berawan panel surya memproduksi 2900W, pada tanggal 27 cuaca cerah berawan panel surya memproduksi 2820W, pada tanggal 28 cuaca cerah berawan panel surya memproduksi 2770W, pada tanggal 29 cuaca berawan panel surya memproduksi 1860W, pada tanggal 30 cuaca berawan panel surya memproduksi 1540W, pada tanggal 31 cuaca cerah panel surya memproduksi 3180W, dan untuk total produksi panel surya selama bulan Desember 75,28KW



Gambar 4.8 Kurva real time tegangan panel surya.

Analisis grafik real time tegangan panel surya jam 06.00 samapi jam 06.30 di 28V, saat jam 07.00 tegangan naik ke 89V, saat jam 07.30 tegangan turun ke 86V, saat jam 08.00 tegangan turun di 67V, saat jam 08.30 tegangan naik ke 80V, saat jam 09.00 tegangan turun ke 75V, Saat jam 09.30 tetap di 75V, 10.00 tegangan turun ke 72V, saat jam 10.30 tegangan naik 73V, , saat jam 11.00 tegangan naik 74V, saat jam 11.30 tegangan naik 75V, saat jam 12.00 tegangan naik 76V saat jam 12.30 tegangan naik 77V, , saat jam 13.00 tegangan turun 73V, saat jam 13.30 tegangan naik 90V, saat jam 14.00 tegangan naik 79V, saat jam 14.30 tegangan naik 80V, saat jam 15.00 tegangan naik 88V, saat jam 15.30 tegangan turun 75V, saat jam 16.00 tegangan naik 26V, saat jam 16.30 tegangan tetap 26V, saat jam 17.00 tegangan turun ke 25V, saat jam 17.30 tegangan turun ke 8V, saat jam 18.00-19.00 tegangan turun di 0V. Untuk tegangan baterai stabil di 24V-28V.



Gambar 4.9 Kurva real time arus pengisian baterai dari panel surya.

Analisa grafik real time arus panel surya dari jam 06.00 ke jam 10.00 ada kenaikan arus dari 1A ke 8A, saat jam 10.30 arus tetap di 8A, saat jam 11.00 arus turun ke 7A, saat jam 11.30 arus turun di 3A, dari jam 12.00 ke jam 13.30 ada kenaikan arus dari 4,6A ke 4,8A, saat jam 14.00 arus turun di 4A, dari jam 14.30 ke jam 16.30 ada penurunan arus dari 4A ke 1A, saat jam 17.00 arus tetap di 1A, saat jam 17.30-19.00 arus turun di 0A. Untuk Arus baterai dari jam 06.00 ke jam 10.00 ada kenaikan arus dari 1A ke

22A, saat jam 10.30 arus tturun di 21A, saat jam 11.00 arus tetap ke 21A, saat jam 11.30 arus turun di 11A, dari jam 12.00 ke jam 13.30 ada kenaikan arus dari 9A ke 15A, saat jam 14.00 arus turun di 9A, saat jam 14.30 naik ke 10V,dari jam 15.00 ke jam 16.30 ada penurunan arus dari 9A ke 1A, saat jam 17.00 arus tetap di 1A, saat jam 17.30-19.00 arus turun di 0A.



Gambar 4.10 Kurva real time produksi daya panel surya.

Analisa grafik real time daya panel surya surya dari jam 06.00 ke jam 10.00 ada kenaikan daya dari 20W ke 610W, saat jam 11.00 ada penurunan daya di 590W, saat jam 11.30 daya turun di 190W, jam 012.00 ke jam 13.30 ada kenaikan daya dari 240W ke 420W, saat jam 14.00 daya turun di 300W, jam 14.30 ke jam 16.30 ada kenaikan daya dari 290W ke 10W, saat jam 17.00 daya naik di 15W, saat jam 17.30-19.00 daya turun di 0W.

V. KESIMPULAN

Setelah melakukan pemasangan dan Analisa yang telah dilakukan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Hasil perancangan solar home sistem diperoleh sistem kelistrikan 1000 WP menggunakan 10 sel surya spesifikasi teknis type cell Polycrystalline 100 WP, dan menggunakan 2 buah accu sebagai penyimpanan dengan spesifikasi 150 Ah x 2.
- 2) Produksi panel surya jika cuaca cerah dapat memproduksi daya sekitar 3380 watt per hari

- mencapai floating baterai, dan jika cuaca hujan hanya memproduksi sekitar 860 watt per hari.
- 3) Kebutuhan beban harian yang diserap rumah sebesar 2201 Wh dengan beroperasi 24 jam jika penyimpan baterai habis akan pindah otomatis ke PLN
 - 4) Jumlah total penggunaan kapasitas baterai yang terpakai dalam waktu satu hari sekitar 129,5 Ah.
 - 5) Equivalent Sun Hours adalah 4,8 jam/perhari
 - 6) Total daya per bulan yang dihasilkan dari panel surya yang digunakan adalah 75,28 kWh.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dube, N. L. Bhirud, K. D. More "Testing and Performance Assessment of IKWP Solar Rooftop System" Savitribai Phule Pune University, Pune, Maharashtra, 2017.
- [2] Amjad Iqbal and M. Tariq Iqbal "Design and Analysis of a Stand-Alone PV System for a Rural House in Pakistan" Volume 2019
- [3] Ahmad H. Sabry, Wan Zuha Wan Hasan Mohd Zainal, Mohd. Amran and Suhaidi B. Shafie "HIGH EFFICIENCY INTEGRATED SOLAR HOME AUTOMATION SYSTEM BASED ON DC LOAD MATCHING TECHNIQUE" VOL. 10, NO. 15, 2015
- [4] Chowdhury Akram Hossain, Nusrat Chowdhury, Michela Longo and, Wahiba Yaïci, "System and Cost Analysis of Stand-Alone Solar Home System Applied to a Developing Country" 2019
- [5] Meita Rumbayan, Stenly Tangkuman, Sherwin R.U Sompie "SOLAR HOME SYSTEM APPLICATION FOR RURAL AREA IN LAHOPANG VILLAGE, SITARO DISTRICT, NORTH SULAWESI PROVINCE" Vol 6, No.1, 2018
- [6] mmar A. T. Alkhalidi "Design of an Off-Grid Solar PV System for a Rural Shelter" 2018
- [7] Md. Ziaur Rahman Khan, Nayeemur Rahman "Power Sharing between Solar Home Systems by Smart Control of Power Flow" 2018
- [8] Agus Haris W "Memasang Solar Home System atau Pembangkit Listrik Tenaga Surya Mini untuk Rumah" 2016
- [9] Haari Satryawan "PERANCANGAN SOLAR HOME SYSTEM DI DAERAH TERPENCIL NUSA TENGGARA BARAT" 2015
- [10] Ayaz A. Khamisani "Design Methodology of Off-Grid PV Solar Powered System" 2015
- [11] www.Janaloka.com, Potensi matahari di Indonesia