

## STUDI ANALISIS KINERJA POMPA AIR DENGAN MENGUNAKAN SUMBER LISTRIK DARI PANEL SURYA

Sulanjari\*), Joko Setiyono\*\*)

Program Studi Teknik Mesin Universitas pamulang\*,\*\*)

Email: [dosen01182@unpam.ac.id](mailto:dosen01182@unpam.ac.id), [dosen00889@unpam.ac.id](mailto:dosen00889@unpam.ac.id)

### ABSTRAK

Di wilayah Indonesia yang dilewati garis katulistiwa, ketersediaan sinar matahari sangat potensial dan sepanjang hari. Oleh karena itu dalam hal penerapan sebagai sumber energi listrik untuk menggerakkan pompa air dengan seperangkat panel sel surya adalah sangat memungkinkan. Tingkat atau intensitas pencahayaan sinar matahari dari mulai matahari terbit sampai matahari terbenam sangat berbeda tingkatannya. Intensitas cahaya matahari tentunya sangat berpengaruh terhadap kemampuan panel sel surya untuk merubahnya menjadi energi listrik. Tentunya akan memberikan dampak pada kinerja sistem pompa air tenaga surya. Dengan demikian dalam penelitian ini akan menguji kinerja serta melakukan analisis kinerja pompa air yang digerakkan menggunakan tenaga listrik dari panel sel surya. Untuk mencapai tujuan tersebut dilakukan pengukuran daya yang dihasilkan panel surya dimulai dari pukul 12:00 WIB sampai dengan pukul 16:00 WIB selama tiga hari (tiga kali pengulangan) dilakukan dilapangan terbuka diprogram studi Teknik Mesin Univeritas Pamulang. Pengambilan data yang dilakukan adalah mengukur intensitas cahaya matahari, daya input aki, dan debit air. Panel surya yang digunakan berkapasitas 100wp, daya yang dihasilkan panel surya tertinggi 25,3W pada pukul 12:00 WIB dengan nilai intensitas 114700 lux, sedangkan nilai daya terendah adalah 13,83 W pada pukul 16:00 WIB dengan nilai intensitas 47301 lux. Pengisian aki berkapasitas 12V/35A dari kondisi tegangan minimal hingga penuh menggunakan panel surya 100 wp membutuhkan waktu rata-rata selama 4 jam 28 menit. Pemakaian aki berkapasitas 12V/35A dari kondisi tegangan penuh hingga minimal untuk menggerakkan pompa air AC membutuhkan waktu rata-rata 1 jam 48 menit dan menghasilkan volume air rata-rata 1855,33 liter. Atau debit air rata-rata yang dihasilkan adalah 17,08 liter/menit

**Kata Kunci : Energi Listrik, Panel Surya, Intensitas cahaya matahari, aki, Pompa**

### ABSTRACT

*In areas of Indonesia that are crossed by the equator, the availability of sunlight is very potential and all day. Therefore in the case of application as a source of electrical energy to drive a water pump with a set of solar cell panels it is very possible. The level or intensity of sunlight illumination from sunrise to sunset is very different. The intensity of sunlight is certainly very influential on the ability of solar cell panels to convert them into electrical energy. Surely it will have an impact on the performance of the solar water pump system. Thus in this study will test the performance and analyze the performance of water pumps driven using electricity from solar cell panels. To achieve this goal measurements of the power generated by solar panels starting from 12:00 WIB to 16:00 WIB for three days (three repetitions) were carried out in the open field programmed in the Mechanical Engineering Study of Pamulang University. Data collection is done by measuring the intensity of sunlight, battery input power, and water discharge. The solar panel used is 100wp capacity, the highest solar panel power produced is 25.3W at 12:00 WIB with an intensity value of 114700 lux, while the lowest power value is 13.83 W at 16:00 WIB with an intensity value of 47301 lux. Charging a battery with a capacity of 12V / 35A from a minimum voltage to full using a 100 wp solar panel takes an average of 4 hours 28 minutes. The use of a battery with a capacity of 12V / 35A from full to minimal voltage conditions to drive an AC water pump takes an average of 1 hour 48 minutes and produces an average water volume of 1855.33 liters. Or the resulting average water discharge is 17.08 liters / minute*

**Key words: electrical energy, solar cell panels, intensity of sunlight, battery, water pump**

## PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan dasar manusia, baik untuk keperluan sehari-hari seperti minum, memasak, maupun keperluan sanitasi dan kebutuhan untuk pertanian. Ketersediaan air yang cukup bagi masyarakat terkadang menjadi masalah, terutama untuk daerah yang ketersediaan sumber air terbatas atau sumber air tanah jauh dari tempat tinggal. Meskipun dijamin sekarang pilihan pompa air sudah tersedia dan mudah di dapatkan, akan tetapi ketersediaan tenaga penggerak yang menjadi masalah, terutama untuk daerah yang belum terjangkau jaringan Perusahaan Listrik Negara (PLN). Permasalahan lain adalah di wilayah tropis cahaya matahari dapat diperoleh secara cuma-cuma sepanjang tahun. Di saat musim kemarau cahaya matahari dapat diperoleh sepanjang hari, dan di wilayah tersebut sebagian besar saat musim kemarau sumber air tanah hanya diperoleh di beberapa tempat saja, tetapi kebutuhan air bersih warga harus selalu tercukupi untuk keperluan sehari-hari.

Terbatasnya sumber energi fosil, maka mulai dicari alternatif sumber energi lain salah satunya adalah sumber energi matahari. Energi matahari juga tidak menimbulkan polusi sehingga energi matahari sangat berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai pengganti energi yang bersumber dari fosil (minyak, batu bara). Energi matahari tidak dapat langsung dimanfaatkan secara langsung, untuk mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik, masih diperlukan peralatan seperti panel surya atau sel surya. Untuk menghasilkan energi listrik yang tidak dapat secara langsung, melainkan melalui suatu proses konversi energi sebelum energi listrik tersebut didapat untuk dimanfaatkan sebagai alat yang berguna bagi masyarakat seperti kinerja pompa air menggunakan intensitas tenaga surya, meskipun pada saat ini pilihan pompa air sudah tersedia dan mudah di dapatkan, akan tetapi ketersediaan tenaga penggerak yang menjadi masalah, terutama untuk menggerakkan pompa air membutuhkan daya yang besar.

Walaupun dapat digunakan penggerak dari listrik PLN tetapi biaya pengoperasian pompa air semakin hari semakin besar. Maka perlu dicari alternatif lain yaitu menggunakan pompa air dengan listrik tenaga surya. Saat ini telah ada pompa air bertenaga surya yang telah dibuat oleh beberapa peneliti salah satunya adalah Kinerja Pompa Air DC. Pemanfaatan *tenaga surya* pada saat ini sebagai sumber energi listrik untuk pompa air masih tergolong sebagai teknologi baru. Penggunaan teknologi *tenaga surya* sebagai penyedia listrik untuk sistem pompa air tenaga

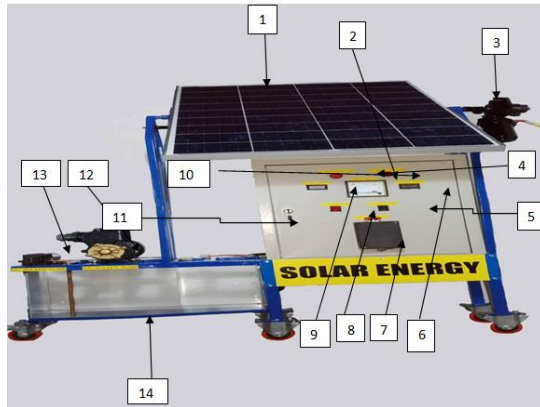
surya dapat meminimalkan ketergantungan pada listrik berbasis diesel, gas dan batu bara serta dapat memberikan keuntungan dari segi lingkungan untuk mengoperasikan pompa air konvensional.

Melakukan penelitian tentang aplikasi solar cell (sel surya) sebagai pembangkit listrik dengan sumber energi matahari. Listrik yang dihasilkan digunakan sebagai penggerak pompa air. Arus listrik yang dihasilkan dari sel surya adalah arus searah (DC) sebagai pengisi baterai, yang selanjutnya arus searah (DC) tersebut diubah menjadi arus bolak-balik (AC) menggunakan inverter. Tahap pengujian dilaksanakan di lapangan terbuka. Pemasangan dengan parameter pengujian berupa tegangan dan arus listrik. Baterai diisi oleh solar cell sebagai hasil konversi energi matahari menjadi energi listrik. Tegangan yang dihasilkan solar cell berkisar 12,5 – 22,5 volt DC tergantung pada pancaran sinar matahari. Solar cell yang digunakan berupa panel jenis Polikristal (Poly-crystalline) dengan daya 100 wp. Pada distribusi arus dan tegangan dari sumber solar cell, walaupun tegangan yang dihasilkan solar cell  $\pm 22,5V$ , tetapi ketika mengisi baterai sangat stabil dengan tegangan rata-rata 13,5V karena diatur oleh solar charger controller. Tegangan dan arus akan mulai meningkat pada pagi hari pukul 07.00 WIB, kemudian akan mencapai level yang maksimum pada siang hari pukul 10.00-13.00 WIB, dan mulai turun di sore hari[1].

Sebagai upaya untuk memperoleh energi alternatif untuk menggerakkan pompa air untuk irigasi pada lahan pertanian, maka perlu dilakukan penelitian merancang pompa air bertenaga surya serta mengamati intensitas cahaya matahari terhadap kinerja pompa air. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan panel surya 100 Wp untuk mengisi penuh aki yang berkapasitas 12V/35A. Tujuan kedua adalah setelah aki tersebut terisi penuh, berapa debit air yang dihasilkan oleh pompa air AC tersebut hingga tegangan aki minimal.

## METODE PENELITIAN

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: sistem panel surya yang berkapasitas 100Wp, solar charge controller, inverter, multimeter, lux meter, Aki 12V/35A, pompa air AC (220 V/50Hz, 2900 Rpm), bak penampung air.



Gambar 1. Sistem panel surya

Keterangan :

1. Panel surya 100wp.
2. Ampere meter.
3. Motor penggerak panel surya.
4. Indicator lamp (AC).
5. Switch pump (DC).
6. Volt meter (AC).
7. Emergency switch.
8. Switch pump (AC).
9. Volt meter (DC).
10. Indicator lamp (DC).
11. Box panel.
12. Water pump (AC).
13. Water pump (DC).
14. Water reservoir.

### 1. Pengisian aki menggunakan panel surya

Langkah-langkah proses pengisian daya aki menggunakan panel surya sebagai berikut :

1. Mempersiapkan aki berkapasitas 12V/35A
2. Menyambungkan panel surya ke solar charger
3. Menyambungkan aki ke solar charger
4. Mempersiapkan alat ukur lux meter
5. Menekan tombol on untuk mengaktifkan alat ukur tersebut
6. Ketika lux meter sudah diaktifkan, lalu meletakkan lux meter diatas panel surya dengan sudut kemiringan 180°
7. Mendinginkan lux meter yang berada diatas panel surya beberapa menit untuk mengukur intensitas sinar matahari yang diserap oleh panel surya
8. Untuk mengetahui pengisian dalam keadaan aktif atau tidaknya kita dapat melihat pada indikator lampu pada solar charger, ketika pengisian berlangsung lampu indikator berwarna merah
9. Mengukur tegangan dan arus keluaran dari panel surya
10. Mengukur tegangan pada aki
11. Mengulangi langkah 1-10 dengan variasi waktu 1 jam sampai aki penuh (lampu indikator berwarna hijau )



Gambar 2. proses pengisian aki dengan panel surya

### 2. Proses Pengukuran pemakaian aki dan debit Air oleh pompa air AC

Setelah mengukur pengisian pada aki, pengukuran selanjutnya adalah proses pengukuran debit air. Adapun langkah-langkah nya sebagai berikut:

1. Mempersiapkan 2 tong air.
2. Mengisi penuh air pada satu tong, untuk pengisian.
3. Mengukur Tegangan aki awal
4. Mengecek beban pompa awal
5. Menyiapkan stopwatch
6. Tekan tombol on untuk mengaktifkan pompa AC bersamaan dengan menyalakan stopwatch
7. Setelah satu menit matikan pompa AC dan stopwatch
8. Menghitung volume air yang dihasilkan
9. Mengulangi langkah 1-9 sampai tegangan aki minimal.



Gambar 3. pemakaian aki untuk menggerakkan pompa AC sehingga mendapat debit air

**1. Daya masukan panel surya**

Panel surya merupakan salah satu alat konversi energi surya menjadi energi listrik. Keluaran dari panel surya menghasilkan tegangan DC. Daya input dari panel surya adalah intensitas cahaya matahari ( $W/m^2$ ) dan luas penampang panel surya ( $m^2$ )[2]. Hasil pengukuran intensitas cahaya matahari dirubah terlebih dahulu dari lux menjadi  $w/m^2$ . Rumus perhitungan daya masukan panel surya adalah:

$$P_{inp} = I.A.....(1)$$

Dengan :

- $P_{inp}$  : Daya matahari (watt).
- $I$  : Intensitas matahari ( $w/m^2$ ).
- $A$  : Luas penampang panel surya ( $m^2$ ).

**2. Daya Keluaran panel surya ( Daya input aki)**

Daya keluaran panel surya adalah daya yang keluar dari sistem panel surya yang disebabkan oleh adanya intensitas cahaya matahari yang dikonversi oleh system panel surya. Daya ini merupakan daya yang digunakan untuk mengisi aki (daya input aki) Rumus perhitungan daya keluaran panel surya:

$$P_{out} = V.I.....(2)$$

dengan :

- $P_{out}$  : Daya keluaran panel (watt)
- $V$  : Voltase (volt)
- $I$  : Ampere (ampere)

**3. Menghitung efisiensi.**

Efisiensi panel surya adalah perbandingan antara daya yang dihasilkan panel surya terhadap daya yang diperoleh dari cahaya matahari. Efisiensi digunakan untuk memprediksi daya keluaran panel surya bila diketahui intensitas cahaya matahari dan luas panel surya [3]

Untuk menentukan nilai efisiensi panel surya menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{inp}} \times 100\%.....(3)$$

Dengan :

- $\eta$  : Efisiensi (%).
- $P_{out}$  : Daya keluaran (watt).
- $P_{inp}$  : Daya masukan (watt).

**4. Debit air**

Debit air merupakan ukuran banyak nya volume air yang mampu lewat pada suatu tempat atau mampu ditampung dalam suatu tempat dalam satu satuan waktu. Rumus perhitungan debit air :

$$Q = \frac{V}{t}.....(4)$$

Dimana :

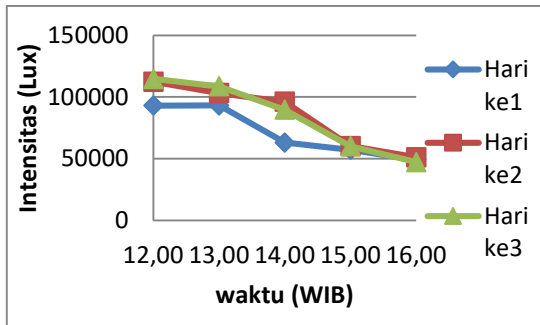
- $Q$  : Debit air (liter/detik)
- $V$  : volume air (liter)
- $T$  : waktu (detik)

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

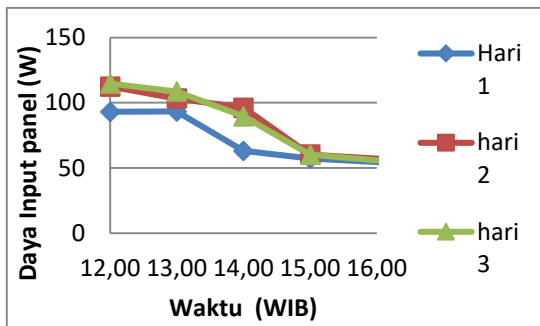
Panel surya merupakan salah satu alat konversi energi surya menjadi energi listrik. Keluaran dari panel surya menghasilkan tegangan DC. Dimensi panel surya yang digunakan adalah panjang 1020 mm, lebar 670 mm, dan tebal 30mm. dengan demikian Luas penampang panel surya yang digunakan adalah  $1020 \times 670 = 683400 \text{ mm}^2 = 0,6834 \text{ m}^2$ . Berikut data Intensitas cahaya matahari yang diambil secara berulang 3 kali untuk 3 hari berturut-turut:

Tabel 1. Daya input panel surya

No	Waktu (WIB)	Hari	Intensitas (Lux)	Intensitas ( $W/m^2$ )	Pinp (W)
1	12:00	1	93010	136,18	93,06
2		2	112300	164,42	112,37
3		3	114700	167,94	114,77
4	13:00	1	93230	136,5	93,28
5		2	103200	151,1	103,26
6		3	108600	159	108,66
7	14:00	1	63070	92,34	63,11
8		2	96130	140,75	96,19
9		3	89610	131,2	89,66
10	15:00	1	57200	83,75	57,23
11		2	60300	88,29	60,34
12		3	60120	88,02	60,16
13	16:00	1	49170	71,99	49,2
14		2	51110	74,83	51,14
15		3	47301	69,25	47,33



Gambar 4. Hubungan waktu pengujian terhadap Intensitas cahaya matahari



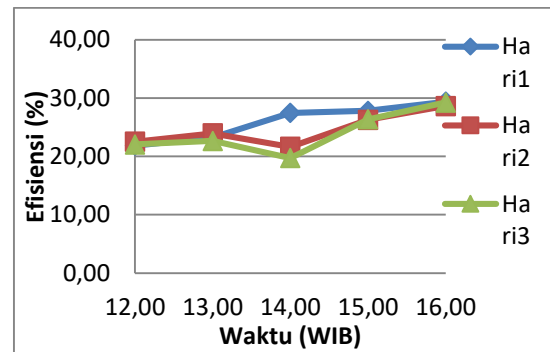
Gambar 5. Hubungan Waktu pengujian terhadap daya matahari cahaya matahari

Tabel 1 menunjukkan data intensitas cahaya matahari, kemudian dilakukan perhitungan daya matahari. Nilai intensitas sinar matahari maksimal pada pukul 12:00 wib pada hari ketiga dengan nilai 114700 lux, dan didapat daya sebesar 114,77 watt. Sedangkan, nilai terendah yang diperoleh dari hasil pengujian ini pada pukul 16:00 wib pada hari ketiga dengan nilai 47301 lux, dan didapat daya sebesar 47,33 watt. Bisa terlihat dari grafik gambar 4 pengujian dari pukul 12.00 sampai pukul 16.00 model grafik yang terjadi cenderung turun. Ini berarti semakin sore, intensitas yang terdeteksi juga semakin turun. Grafik yang terjadi tidak saling berimpit karena meskipun dalam waktu pengujian yang sama tapi harinya beda, cuaca yang terjadi juga berbeda, sehingga intensitasnya juga berbeda. Tipe grafik gambar 5 yang terbentuk hampir mirip dengan grafik gambar 4 yaitu nilai daya input panel surya (daya matahari) yang diperoleh cenderung turun. Hal ini berarti daya input panel surya sebanding dengan intensitas cahaya matahari. Dari pukul 12.00 WIB sampai 16.00 WIB nilai intensitasnya turun begitu juga dengan daya input panel surya.

Tabel 2. Efisiensi panel surya

Waktu (WIB)	Efisiensi (%)		
	Hari1	Hari2	Hari3
12.00	21.86	22.51	22.04

13.00	23.22	23.94	22.66
14.00	27.45	21.62	19.72
15.00	27.80	26.28	26.35
16.00	29.36	28.64	29.22



Gambar 6. Hubungan waktu terhadap efisiensi panel surya

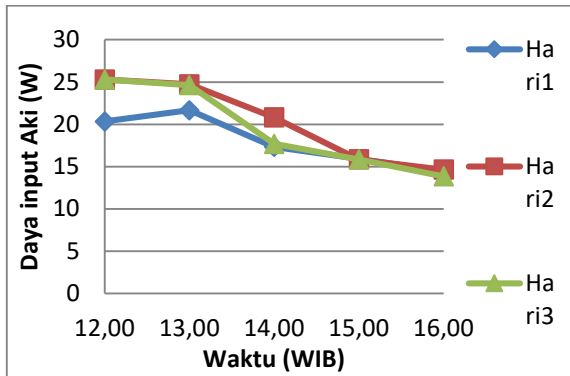
Berdasarkan table 2 diatas efisiensi terbesar terjadi pada pukul 16.00 WIB pada pengambilan data dihari pertama yaitu sebesar 29,36%. Dan efisiensi terkecil pada pukul 14.00 WIB dihari ketiga yaitu sebesar 19,72%. Berdasarkan grafik gambar 6 pada pukul 12.00WIB sampai 16.00 WIB nilai efisiensi panel surya cenderung meningkat. Hal ini karena pada waktu tersebut terjadi penurunan intensitas cahaya matahari sesuai dengan pernyataan bahwa Efisiensi panel surya tergantung pada intensitas cahaya matahari. Semakin rendah intensitas cahaya matahari maka semakin rendah pula efisiensinya [3].

Pengujian berikutnya adalah pengisian aki yang berkapasitas 12V/35A. pada pengujian ini akan diketahui berapa lama waktu yang digunakan untuk melakukan pengisian aki yang berkapasitas tersebut dengan sistem panel surya berkapasitas 100Wp. Daya yang masuk ke aki merupakan daya output dari panel surya. Pengisian aki dilakukan secara berulang 3 kali (3hari). Datanya sebagai berikut:

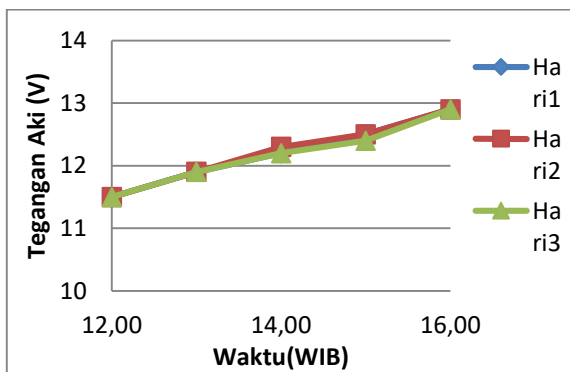
Tabel 3. Pengisian Aki

No	Waktu (WIB)	Hari	Intensitas (lux)	V (V)	I (A)	P <sub>ia</sub> (W)	V aki (V)
1	12:00	1	93010	18	1,13	20,34	11,5
2		2	112300	22	1,15	25,3	11,5
3		3	114700	22	1,15	25,3	11,5
4	13:00	1	93230	19	1,14	21,66	11,9
5		2	103200	21,5	1,15	24,73	11,9
6		3	108600	21,6	1,14	24,62	11,9
7	14:00	1	63070	16,5	1,05	17,33	12,2
8		2	96130	20	1,04	20,8	12,3
9		3	89610	17	1,04	17,68	12,2
10	15:00	1	57200	15,3	1,04	15,91	12,5
11		2	60300	15,1	1,05	15,86	12,5

1							
2		3	60120	15,1	1,05	15,86	12,4
1							
3	16:31	1	49170	13,5	1,07	14,45	12,9
1							
4	16:29	2	51110	14,5	1,01	14,65	12,9
1							
5	16:26	3	47301	13,3	1,04	13,83	12,9



Gambar 7. Hubungan waktu terhadap daya input aki



Gambar 8. Hubungan waktu terhadap tegangan aki

Pada table 3 diatas merupakan tabel pengisian aki berkapasitas 12V/35A. Pengukuran tegangan aki dilakukan tanpa menggunakan beban. Pengisian aki dilakukan dari batas minimal tegangan aki sampai penuh. Waktu yang diperlukan paling lama yaitu pada pengujian pertama yaitu 4 jam 31 menit. Sedangkan tercepat adalah pada pengujian ketiga yaitu 4 jam 26 menit. Jika diambil rata-rata dari ketiga pengujian pengisian aki dari kondisi tegangan minimal hingga penuh membutuhkan waktu selama 4 jam 28 menit. Penelitian sebelumnya pernah dilakukan oleh Sagita Rochman pada tahun 2014 dengan panel surya 100wp dan aki 12V/35A pada mobil listrik waktu yang dibutuhkan untuk pengisian aki sampai penuh membutuhkan waktu 5 jam [4].

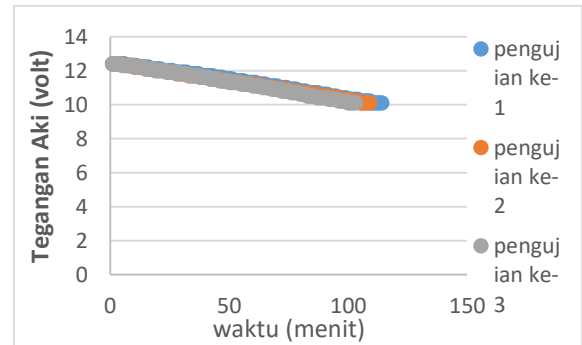
Pada grafik gambar 7 diatas daya masukan aki dari panel surya berkapasitas 100 Wp semakin turun dari pukul 12.00-16.00WIB, hal ini karena daya input aki merupakan daya keluaran panel yang tergantung pada intensitas cahaya matahari yang diterima panel surya. Grafik gambar 8 diatas adalah grafik tegangan aki terhadap waktu. Dari jam 12.00WIB sampai 16.00 WIB kapasitas aki terus meningkat sampai tegangan maksimum yaitu 12,9 Volt. Pada sistem ditandai dengan lampu indikator yang berwarna hijau.

Tabel 4. Pemakaian Aki oleh pompa air AC

Pengukuran ke-	waktu (menit)	Tegangan (V)			Volume (l)		
		I	II	III	I	II	III
1	1	12,4	12,4	12,4	18,2	18,2	18,2
2	1	12,4	12,4	12,4	18,2	18,2	18,2
3	1	12,4	12,4	12,4	18,1	18,2	18,2
4	1	12,4	12,4	12,4	18,2	18,2	18,2
5	1	12,4	12,4	12,3	18,1	18,2	18,1
6	1	12,4	12,3	12,3	18,1	18	18,2
7	1	12,3	12,3	12,3	18	18	18,2
8	1	12,3	12,3	12,3	18,1	18,1	18,1
9	1	12,3	12,3	12,3	18	18,1	18,1
10	1	12,3	12,2	12,3	18	17,9	18,1
11	1	12,3	12,2	12,2	17,9	17,9	18,1
12	1	12,2	12,2	12,2	17,9	17,9	18,1
13	1	12,2	12,2	12,2	17,9	17,9	18
14	1	12,2	12,2	12,2	17,9	17,9	18
15	1	12,2	12,1	12,1	17,9	17,8	17,9
16	1	12,2	12,1	12,1	17,9	17,8	17,8
17	1	12,1	12,1	12,1	17,9	17,9	17,8
18	1	12,1	12,1	12,1	17,9	17,8	17,8
19	1	12,1	12	12	17,8	17,7	17,8
20	1	12,1	12	12	17,8	17,7	17,8
21	1	12,1	12	12	17,8	17,8	17,8
22	1	12	12	12	17,8	17,7	17,7
23	1	12	12	12	17,7	17,7	17,7
24	1	12	11,9	11,9	17,8	17,7	17,7
25	1	12	11,9	11,9	17,7	17,7	17,7
26	1	12	11,9	11,9	17,8	17,6	17,6
27	1	11,9	11,9	11,9	17,7	17,6	17,6
28	1	11,9	11,8	11,9	17,7	17,6	17,6
29	1	11,9	11,8	11,8	17,6	17,6	17,6
30	1	11,9	11,8	11,8	17,6	17,6	17,5
31	1	11,9	11,8	11,8	17,6	17,5	17,5
32	1	11,9	11,8	11,8	17,6	17,5	17,5
33	1	11,8	11,7	11,7	17,6	17,5	17,5
34	1	11,8	11,7	11,7	17,6	17,4	17,4
35	1	11,8	11,7	11,7	17,5	17,4	17,4
36	1	11,8	11,7	11,7	17,6	17,4	17,5
37	1	11,8	11,7	11,7	17,5	17,4	17,5
38	1	11,7	11,6	11,6	17,5	17,4	17,4
39	1	11,7	11,6	11,6	17,5	17,3	17,4
40	1	11,7	11,6	11,6	17,5	17,3	17,4
41	1	11,7	11,6	11,6	17,5	17,3	17,4
42	1	11,7	11,5	11,5	17,4	17,3	17,4
43	1	11,7	11,5	11,5	17,4	17,3	17,4
44	1	11,6	11,5	11,5	17,4	17,3	17,3
45	1	11,6	11,5	11,5	17,4	17,2	17,3

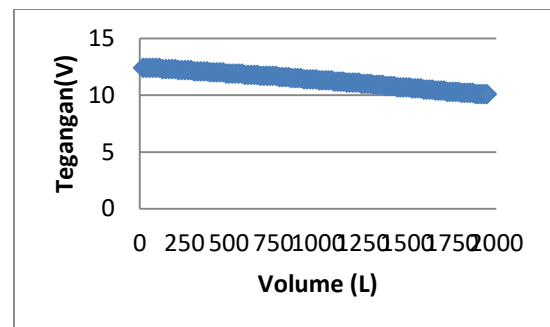
46	1	11,6	11,5	11,4	17,4	17,2	17,3
47	1	11,6	11,4	11,4	17,3	17,2	17,2
48	1	11,5	11,4	11,4	17,3	17,1	17,3
49	1	11,5	11,4	11,4	17,3	17,1	17,2
50	1	11,5	11,4	11,3	17,3	17,1	17,2
51	1	11,5	11,3	11,3	17,2	17	17,3
52	1	11,4	11,3	11,3	17,2	17	17,2
53	1	11,4	11,3	11,3	17,2	17,1	17,2
54	1	11,4	11,3	11,3	17,2	17,1	17,1
55	1	11,4	11,3	11,2	17,2	17	16,9
56	1	11,4	11,2	11,2	17,1	17,1	16,9
57	1	11,3	11,2	11,2	17,2	17	16,9
58	1	11,3	11,2	11,2	17,1	17	16,9
59	1	11,3	11,2	11,2	17,1	17,1	16,9
60	1	11,3	11,2	11,1	17,1	16,9	16,9
61	1	11,3	11,2	11,1	17,1	16,9	16,8
62	1	11,2	11,1	11,1	17	16,9	16,8
63	1	11,2	11,1	11,1	17,1	16,9	16,8
64	1	11,2	11,1	11	17	16,8	16,7
65	1	11,2	11,1	11	16,9	16,8	16,7
66	1	11,1	11	11	16,9	16,8	16,7
67	1	11,1	11	11	16,9	16,8	16,7
68	1	11,1	11	10,9	16,9	16,8	16,7
69	1	11,1	11	10,9	16,9	16,8	16,7
70	1	11,1	10,9	10,9	16,9	16,7	16,6
71	1	11	10,9	10,9	16,9	16,8	16,6
72	1	11	10,9	10,8	16,9	16,7	16,6
73	1	11	10,9	10,8	16,8	16,7	16,6
74	1	11	10,9	10,8	16,8	16,7	16,6
75	1	10,9	10,8	10,8	16,8	16,7	16,6
76	1	10,9	10,8	10,7	16,8	16,7	16,5
77	1	10,9	10,8	10,7	16,7	16,7	16,5
78	1	10,9	10,8	10,7	16,6	16,6	16,6
79	1	10,8	10,7	10,7	16,7	16,6	16,5
80	1	10,8	10,7	10,6	16,7	16,5	16,5
81	1	10,8	10,7	10,6	16,6	16,5	16,4
82	1	10,8	10,7	10,6	16,6	16,5	16,4
83	1	10,7	10,7	10,5	16,6	16,5	16,4
84	1	10,7	10,6	10,5	16,6	16,5	16,4
85	1	10,7	10,6	10,5	16,5	16,5	16,4
86	1	10,7	10,6	10,5	16,5	16,4	16,4
87	1	10,7	10,6	10,4	16,5	16,4	16,3
88	1	10,6	10,5	10,4	16,4	16,4	16,4
89	1	10,6	10,5	10,4	16,5	16,3	16,4
90	1	10,6	10,5	10,4	16,5	16,3	16,3
91	1	10,6	10,5	10,4	16,3	16,3	16,3
92	1	10,5	10,5	10,3	16,3	16,3	16,3
93	1	10,5	10,4	10,3	16,3	16,3	16,2
94	1	10,5	10,4	10,3	16,3	16,3	16,2
95	1	10,5	10,4	10,3	16,3	16,3	16,2
96	1	10,4	10,4	10,2	16,3	16,3	16,2
97	1	10,4	10,3	10,2	16,3	16,2	16,1
98	1	10,4	10,3	10,2	16,2	16,2	16,1
99	1	10,4	10,3	10,2	16,2	16,2	16,1
100	1	10,3	10,3	10,1	16,2	16,2	16,1
101	1	10,3	10,2	10,1	16,2	16,2	16
102	1	10,3	10,2	10,1	16,2	16	16,1
103	1	10,3	10,2	10,1	16,2	16,1	16
104	1	10,3	10,2	-	16,1	16,1	-
105	1	10,2	10,1	-	16	16,2	-
106	1	10,2	10,1	-	16	16,1	-
107	1	10,2	10,1	-	16,1	16	-

108	1	10,2	10,1	-	16	16	-
109	1	10,2	10,1	-	16	16	-
110	1	10,1	-	-	16,1	-	-
111	1	10,1	-	-	15,8	-	-
112	1	10,1	-	-	15,8	-	-
113	1	10,1	-	-	15,8	-	-
114	1	10,1	-	-	15,7	-	-

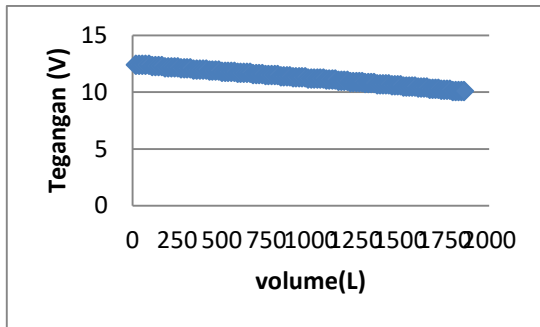


Gambar 9. Grafik Pemakaian Aki terhadap waktu untuk menggerakkan pompa

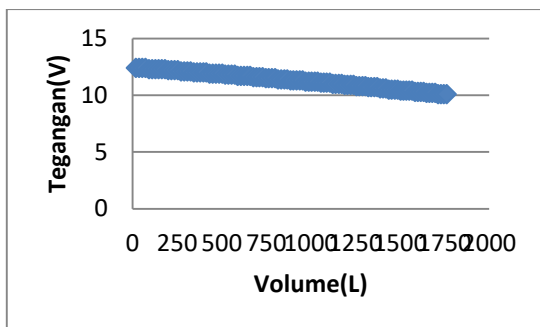
Pada awal digunakan aki dalam kondisi penuh yaitu 12,4 V dengan beban pompa AC untuk menghasilkan debit air tertentu hingga tegangan aki minimal. Berdasarkan grafik diatas tegangan aki turun seiring semakin lama pompa air digerakkan. Pada pengujian pertama aki habis dalam waktu 114 menit dengan rata-rata debit air yang dihasilkan 17,08 liter/menit. Pada pengujian kedua aki habis dalam waktu 109 menit dengan rata-rata debit air yang dihasilkan 17,06 liter/menit. Pada pengujian ketiga aki habis dalam waktu 103 menit dengan rata-rata debit air yang dihasilkan 17,10 liter/menit. Rata-rata waktu pemakaian aki dari kondisi penuh sampai kondisi minimal dari pengujian pertama sampai adalah 108,7 menit.



Gambar 10. Penurunan tegangan Aki akibat pemakaian pompa AC pengujian ke 1



Gambar 11. Penurunan tegangan Aki akibat pemakaian pompa AC pengujian ke 2



Gambar 12. Penurunan tegangan Aki akibat pemakaian pompa AC pengujian ke 3

Gambar diatas adalah grafik penurunan tegangan aki saat aki digunakan untuk menggerakkan pompa. Semakin banyak debit air yang dihasilkan nilai tegangan aki akan terus berkurang sampai batas minimal.

Tabel 5. Volume air yang dihasilkan oleh pompa air AC

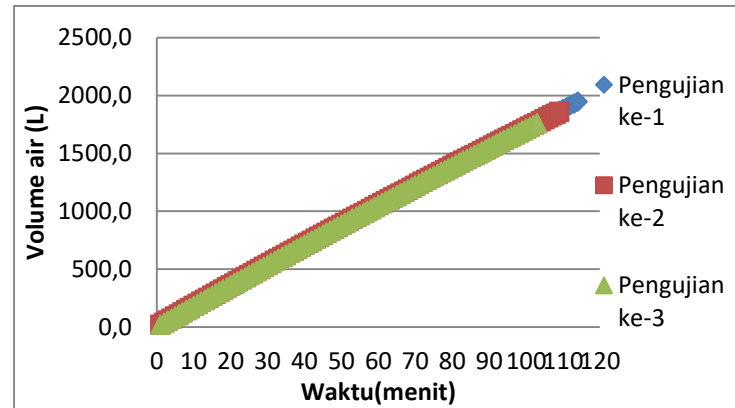
Waktu (Menit)	Volume Air (L)		
	Pengujian ke-1	Pengujian ke-2	Pengujian ke-3
1	18.2	18.2	18.2
2	36.4	36.4	36.4
3	54.5	54.6	54.6
4	72.7	72.8	72.8
5	90.8	91	90.9
6	108.9	109	109.1
7	126.9	127	127.3
8	145	145.1	145.4
9	163	163.2	163.5
10	181	181.1	181.6
11	198.9	199	199.7
12	216.8	216.9	217.8
13	234.7	234.8	235.8
14	252.6	252.7	253.8
15	270.5	270.5	271.7
16	288.4	288.3	289.5
17	306.3	306.2	307.3
18	324.2	324	325.1
19	342	341.7	342.9

20	359.8	359.4	360.7
21	377.6	377.2	378.5
22	395.4	394.9	396.2
23	413.1	412.6	413.9
24	430.9	430.3	431.6
25	448.6	448	449.3
26	466.4	465.6	466.9
27	484.1	483.2	484.5
28	501.8	500.8	502.1
29	519.4	518.4	519.7
30	537	536	537.2
31	554.6	553.5	554.7
32	572.2	571	572.2
33	589.8	588.5	589.7
34	607.4	605.9	607.1
35	624.9	623.3	624.5
36	642.5	640.7	642
37	660	658.1	659.5
38	677.5	675.5	676.9
39	695	692.8	694.3
40	712.5	710.1	711.7
41	730	727.4	729.1
42	747.4	744.7	746.5
43	764.8	762	763.9
44	782.2	779.3	781.2
45	799.6	796.5	798.5
46	817	813.7	815.8
47	834.3	830.9	833
48	851.6	848	850.3
49	868.9	865.1	867.5
50	886.2	882.2	884.7
51	903.4	899.2	902
52	920.6	916.2	919.2
53	937.8	933.3	936.4
54	955	950.4	953.5
55	972.2	967.4	970.4
56	989.3	984.5	987.3
57	1006.5	1001.5	1004.2
58	1023.6	1018.5	1021.1
59	1040.7	1035.6	1038
60	1057.8	1052.5	1054.9
61	1074.9	1069.4	1071.7
62	1091.9	1086.3	1088.5
63	1109	1103.2	1105.3
64	1126	1120	1122
65	1142.9	1136.8	1138.7
66	1159.8	1153.6	1155.4
67	1176.7	1170.4	1172.1
68	1193.6	1187.2	1188.8
69	1210.5	1204	1205.5
70	1227.4	1220.7	1222.1
71	1244.3	1237.5	1238.7
72	1261.2	1254.2	1255.3
73	1278	1270.9	1271.9
74	1294.8	1287.6	1288.5



75	1311.6	1304.3	1305.1
76	1328.4	1321	1321.6
77	1345.1	1337.7	1338.1
78	1361.7	1354.3	1354.7
79	1378.4	1370.9	1371.2
80	1395.1	1387.4	1387.7
81	1411.7	1403.9	1404.1
82	1428.3	1420.4	1420.5
83	1444.9	1436.9	1436.9
84	1461.5	1453.4	1453.3
85	1478	1469.9	1469.7
86	1494.5	1486.3	1486.1
87	1511	1502.7	1502.4
88	1527.4	1519.1	1518.8
89	1543.9	1535.4	1535.2
90	1560.4	1551.7	1551.5
91	1576.7	1568	1567.8
92	1593	1584.3	1584.1
93	1609.3	1600.6	1600.3
94	1625.6	1616.9	1616.5
95	1641.9	1633.2	1632.7
96	1658.2	1649.5	1648.9
97	1674.5	1665.7	1665
98	1690.7	1681.9	1681.1
99	1706.9	1698.1	1697.2
100	1723.1	1714.3	1713.3
101	1739.3	1730.5	1729.3
102	1755.5	1746.5	1745.4
103	1771.7	1762.6	1761.4
104	1787.8	1778.7	
105	1803.8	1794.9	
106	1819.8	1811	
107	1835.9	1827	
108	1851.9	1843	
109	1867.9	1859	
110	1884		
111	1899.8		
112	1915.6		
113	1931.4		
114	1947.1		

Pengujian ini dilakukan untuk menguji berapa debit air yang dihasilkan pompa AC dari aki penuh hingga aki pada batas minimal yang digunakan. Pengujian pertama didapat hasil jumlah debit air 1947,1 liter selama 114 menit dengan rata-rata permenit nya 17,08 liter, untuk pengujian kedua didapat hasil jumlah debit air 1859 liter selama 109 menit dengan rata-rata permenit nya 17,06 liter, untuk pengujian ketiga didapat hasil jumlah debit air 1761,4 liter selama 103 menit dengan rata-rata permenit nya 17,10 liter.



Gambar 13. Volume air yang dihasilkan pompa air AC terhadap waktu

Rata-rata debit air yang dihasilkan dari aki kondisi penuh hingga batas tegangan minimal aki dari pengujian pertama sampai pengujian ketiga adalah 17,08 liter/menit. Dan rata-rata total pemakaian aki dari kondisi penuh sampai aki kondisi minimal adalah 108 menit atau 1 jam 48 menit menghasilkan debit air rata-rata 1855,83 liter. Dari pengujian ini pemakaian daya aki hanya bisa digunakan diatas 10,1 volt karena terdapat batas limit pada inverter, jika daya aki dibawah 10 volt maka inverter akan mengeluarkan suara tanda emergency dan lampu indikator pada inverter akan berwarna merah.

## KESIMPULAN

Dari hasil analisis dan pembahasan dapat ditarik beberapa kesimpulan yaitu:

1. Panel surya yang digunakan berkapasitas 100wp, daya yang dihasilkan panel surya tertinggi 25,3W pada pukul 12:00 WIB dengan nilai intensitas 114700 lux, sedangkan nilai daya terendah adalah 13,83 W pada pukul 16:00 WIB dengan nilai intensitas 47301 lux
2. Pengisian aki berkapasitas 12V/35A dari kondisi tegangan minimal hingga penuh menggunakan panel surya 100 wp membutuhkan waktu rata-rata selama 4 jam 28 menit.
3. Pemakaian aki berkapasitas 12V/35A dari kondisi tegangan penuh hingga minimal untuk menggerakkan pompa air AC membutuhkan waktu rata-rata 1 jam 48 menit dan menghasilkan volume air rata-rata 1855,33 liter. Atau debit air rata-rata yang dihasilkan adalah 17,08 liter/menit

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Solly Aryza, dkk. 2017. "Implementasi Energi Surya Sebagai Sumber Suplai Alat Pengering Pupuk Petani Portabel". *Jurnal Research and devolepment*. 2(1) Medan : Universitas Pembangunan Pancabudi.
- [2] Suwardi, dkk. 2018. "Analisis Pengaruh Intensitas matahari, suhu permukaan dan sudut pengarah terhadap kinerja panel surya". *Jurnal Teknik Energi Eksergi*. (14)(3). Semarang: Politeknik Negeri Semarang.
- [3] Nadjib M., dan Nurhayadi, T. 2011. "Teknologi Fotovoltaik dan Aplikasi Model Mobil Surya". *Jurnal Teknik Mesin Fakultas Teknik UMY*, 1:1-4. Yogyakarta: UMY.
- [4] Rochman, Sagita dan Prijo Sembodo, Budi. 2014. "Rancang Bangun Alat Kontrol Pengisian Aki untuk Mobil Listrik Menggunakan Energi Sel Surya dengan Metode Sequensial". *Jurnal Teknik Unipa Waktu*. 12(2). Surabaya: Universitas PGRI Adi Buana.