

Rancang Bangun Sistem Penggerak Pompa Air Sungai Menggunakan *Solar Cell* Untuk Irigasi Sawah Di Daerah Purwakarta Cilegon

Muhammad Otong¹, Ri Munarto¹, Ruyandi Handoko¹

¹Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Cilegon, Banten.

Informasi Artikel

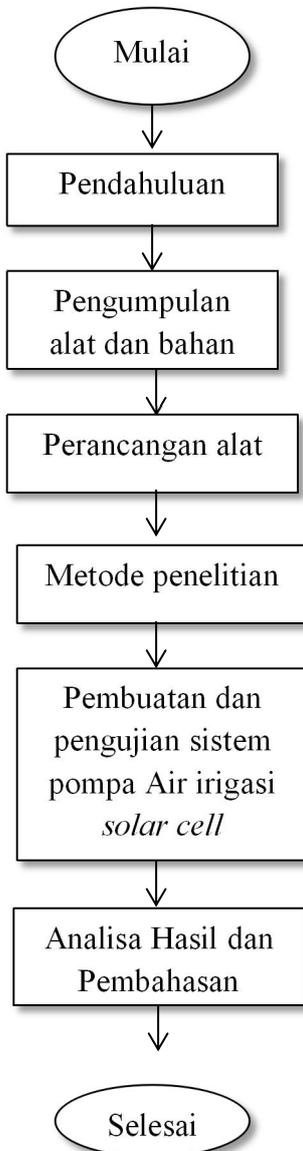
Naskah Diterima : 19 Mei 2019

Direvisi : 25 Mei 2019

Disetujui : 27 Juni 2019

***Korespodensi Penulis :**
Muhamad.otong@untirta.ac.id

Graphical Abstract



Abstract

Water is the most important component and greatly affects the process of plant growth. On a fairly extensive agricultural land, the supply of water to each plant is still done manually, namely by watering it one by one. This is very time-consuming and energy for farmers, some even use diesel pump engines which are costly because of the high price of diesel fuel consumption. The problems that will be discussed in this report are the design of a river water pump driving system for irrigation and the use of solar cells as a renewable energy source that replaces the electricity source from PLN in open fields that are difficult to find electricity sources and calculate the capacity of components to be used such as solar cell, BCR, inverter, and battery. The aim of this research is to find out the use of solar cells as a power supply, and the use of water pumps to distribute water from sources to rice fields.

Keywords: Irrigation, Paddy Fields, Water Pumps, Solar Cell, PLN, Water

Abstrak

Air merupakan komponen terpenting dan sangat mempengaruhi proses pertumbuhan tanaman. Pada lahan pertanian yang cukup luas, pengadaan air pada setiap tumbuhan masih dilakukan secara manual yaitu dengan menyiramnya satu persatu. Hal tersebut sangat menyita waktu dan tenaga para petani, bahkan ada yang menggunakan mesin pompa diesel hal ini banyak memakan biaya karena harga konsumsi bahan bakar solar yang tinggi. Permasalahan yang akan dibahas dalam laporan ini adalah rancang bangun sistem penggerak pompa air sungai untuk irigasi dan penggunaan *solar cell* sebagai sumber energi terbarukan yang menggantikan sumber energi listrik dari PLN pada lapangan terbuka yang sulit mencari sumber listrik serta menghitung besar kapasitas komponen yang akan digunakan seperti : *solar cell, BCR, inverter, dan baterai*. Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah untuk mengetahui penggunaan *solar cell* sebagai catu daya, dan penggunaan pompa air untuk mendistribusikan air dari sumber ke sawah.

Kata Kunci: Irigasi Sawah, Pompa Air, *Solar Cell*, PLN, Air

© 2019 Penerbit Jurusan Teknik Elektro UNTIRTA Press. All rights reserved

Gambar 1 Diagram Alir Abstrak

1. PENDAHULUAN

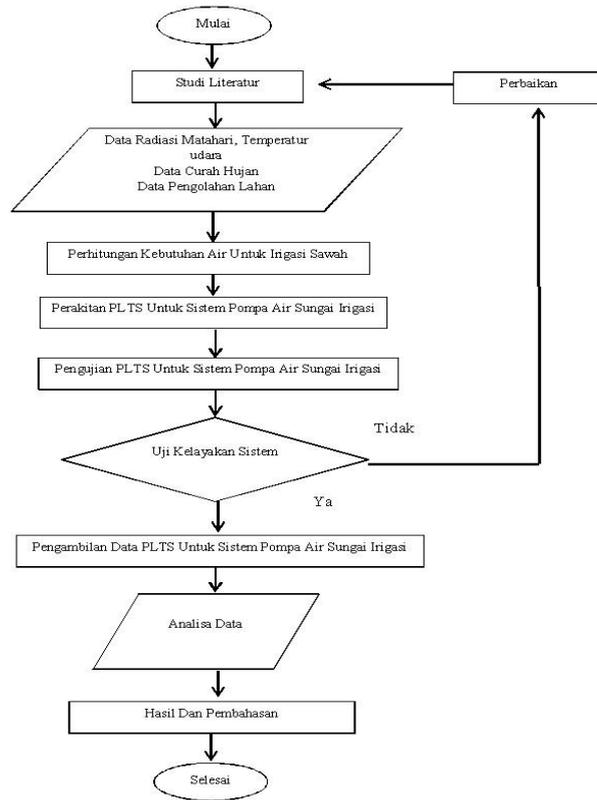
Air merupakan suatu kebutuhan dasar manusia yang sangat penting, baik itu untuk keperluan hidup sehari-hari maupun untuk kebutuhan yang menunjang proses produksi. Dengan kondisi pada daerah pertanian yang memiliki sumber mata air yang berada lebih rendah dari permukaan tanah pertanian, dimana proses untuk membawa air dari permukaan tanah yang lebih rendah, sampai ke permukaan tanah pertanian memerlukan tenaga dan waktu yang cukup banyak jika menggunakan cara yang konvensional. Oleh sebab itu dibutuhkan suatu teknologi pompanisasi yang baik yang baik dan memadai untuk memudahkan para petani melakukan kegiatan pendistribusian air tersebut ke lahan pertanian mereka. Terutama dengan kondisi di daerah pertanian yang tidak dijangkau aliran listrik PLN, seiring dengan kemajuan teknologi pompanisasi untuk mendistribusikan air dari sumber mata air yang berada lebih rendah dari permukaan tanah seperti sungai, dapat memanfaatkan teknologi Pembangkit listrik Tenaga Surya, sebagai sumber energi untuk mengatasi permasalahan tersebut. Melihat letak geografis Indonesia pada daerah khatulistiwa yang sangat potensial, yang mengakibatkan intensitas radiasi matahari yang bisa dimanfaatkan cukup merata sepanjang tahun. Berdasarkan data penyinaran matahari yang diperoleh dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Indonesia memiliki sumber energi surya dengan intensitas rata-rata sekitar 4,8 kWh/m²/hari. Kota Cilegon sendiri mempunyai Radiasi matahari sebesar 160,4 W/m² dengan kapasitas energi yang dihasilkan sebesar 3,93 kWh/m²/hari pada tahun 2017. Dengan kondisi intensitas sinar matahari yang baik ini, maka energi matahari sangat tepat dimanfaatkan sebagai energi alternatif. Kelebihan dari energi matahari adalah, energi yang diperbaharui, tidak menyebabkan polusi udara, tersedia hampir dimana-mana dan sepanjang tahun. Melihat permasalahan tersebut maka dalam penelitian ini akan dirancang sistem penggerak pompa air sungai menggunakan *solar cell* untuk irigasi sawah. Diharapkan dapat membantun proses pendistribusian air terutama pada daerah pertanian yang sumber airnya berada lebih rendah dari permukaan tanah pertanian.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian berfungsi sebagai pedoman dalam melakukan penelitian. Metode penelitian sangat penting untuk diketahui dan dibuat agar dalam melakukan proses pengumpulan data dan analisis data sesuai dengan alur yang dirancang dan tidak ada terjadinya penyimpangan dari tujuan penelitian yang diharapkan.

Proses penelitian terbagi menjadi beberapa tahap yang dilakukan berdasarkan urutan dalam melakukan penelitian:

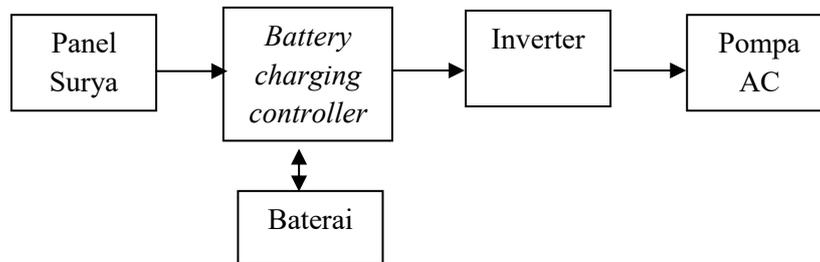
1. Identifikasi masalah yaitu dengan merumuskan latar belakang hingga tujuan dalam penelitian ini
2. Studi literatur, yaitu mengumpulkan data-data dari buku referensi dan jurnal-jurnal sesuai dengan topik penelitian yang dilakukan yaitu tentang pembangkit listrik tenaga surya.
3. Observasi, yaitu mengumpulkan data dengan mengadakan pengamatan secara langsung di daerah Link. Wates Telu Jln Tumenggung III Purwakarta Cilegon Banten mengenai kondisi tempat baik itu luas area persawahan, potensi air untuk irigasi sawah, proses irigasi selama ini, dan juga mengumpulkan data Stasiun Meteorologi Kelas 1 atau NASA mengenai data energi radiasi matahari, temperatur, dan curah hujan.
4. Perhitungan dan pengujian, yaitu dengan perhitungan kebutuhan air serta ketinggian jarak antara sumber air sungai dengan area persawahan untuk menguji sistem PLTS yang akan di rancang guna membantu proses irigasi persawahan di daerah tersebut.



Gambar 2 Blok Diagram Penelitian

2.1 Blok Diagram Penelitian

Perancangan penelitian merupakan penjelasan yang membahas tentang alat yang akan di buat secara keseluruhan. Berikut adalah blok diagram dari perancangan penelitian tersebut :



Gambar 3 Blok Diagram Perancangan Penelitian Pada Sistem Pompa Air AC Dengan sumber Energi Matahari.

Pada penelitian ini, sumber yang digunakan adalah energi matahari untuk mengoperasikan pompa air AC (*Alternating Current*). Dimana untuk memanfaatkan energi matahari ini tidak bisa dimanfaatkan secara langsung, melainkan diperlukan suatu media untuk mengkonversikan sumber energi matahari tersebut menjadi energi listrik untuk menggerakkan pompa air. Media tersebut menggunakan panel surya. Pada gambar 3 perancangan panel surya disini menggunakan panel surya 100Wp. Dimana fungsi panel surya adalah merubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik berupa gelombang DC (*Direct Current*). Tegangan DC (V_{dc}) dan arus DC (I_{dc}) yang dihasilkan panel surya akan diteruskan menuju *Battery Charging Controller*. *Battery Charging Controller* berfungsi untuk menjaga keseimbangan energi di baterai dengan cara mengatur tegangan maksimum dan minimal dari baterai agar tidak terjadi *over charge* maupun *over discharge*. *Battery Charging Controller* dapat

memantau kinerja sistem maupun memberikan proteksi sistem terhadap baterai. Baterai sendiri berfungsi untuk menyimpan energi listrik yang telah dikonversikan panel surya sebagai sumber listrik untuk menggerakkan pompa AC (*Alternating Current*) dengan mengubahnya menggunakan inverter karena beban pompa yang digunakan adalah beban AC.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Perhitungan Kebutuhan Air Untuk Irigasi

Dalam perhitungan kebutuhan air ini dilakukan selama 12 bulan dalam setahun dari bulan Januari hingga Desember agar mendapatkan nilai rekapitulasi kebutuhan Air untuk irigasi setiap bulan.

Tabel 1 Kebutuhan Air Maksimum

Bulan	Kebutuhan air (lt/month)	Kebutuhan air (lt/day)
JAN	2131,99	68,77
PEB	6928,96	247,46
MAR	9238,62	298,02
APR	11192,95	373,09
MEI	12036,87	388,28
JUN	12525,45	417,51
JUL	10349,04	333,84
AUG	15234,86	491,44
SEP	14790,69	493,02
OKT	13680,28	441,29
NOP	12258,95	408,63
DES	9860,45	318,07

Pengambilan air untuk irigasi sawah dengan luas 518,08 m² (0,051408 ha) berasal dari sungai. Untuk itu dapat diperoleh bahwa kebutuhan air yang digunakan adalah kebutuhan air total pada bulan Desember 2018 untuk proses penanaman padi adalah sebesar 9860,45 lt/month dengan kebutuhan harian sebesar 318,07 lt/day (0,31807 m³/day).

3.2 Pengujian Debit Air Yang Dihasilkan

Pada pengujian ini dilakukan dengan mengamati berapa debit yang dihasilkan pompa air ketika keluar dari pipa untuk dialirkan menuju sawah. Debit ini didapat melalui percobaan dengan menampung air keluaran pompa kedalam sebuah penampungan yang sudah diketahui volume nya, kemudian diamati waktu yang dibutuhkan sampe penampungan itu dapat terisi penuh. Penampung air yang digunakan memiliki volume 1 dm³ atau 1 liter. Dari waktu dan volume yang di ukur maka debit air dapat dihitung. Berikut hasil pengamatan dan pengukuran debit pompa air :

Tabel 2 Hasil Pengamatan Debit Pompa Air

No	Waktu (S)	Volume (m ³)	Q (m ³ /s)
1	7,3	0,001	0,000136
2	6,8	0,001	0,000147
3	7,4	0,001	0,000135
4	7,4	0,001	0,000135
5	8,3	0,001	0,000120
6	9	0,001	0,000111
7	8	0,001	0,000125
8	8,3	0,001	0,000120
9	7,9	0,001	0,000126
10	8	0,001	0,000125

Σ	7,84	0,001	0,000127
----------	------	-------	----------

Dari tabel 4.8 diatas dapat dilihat debit air dapat dihitung dengan persamaan 2.25 :

$$Q = \frac{V}{s}$$

$$= \frac{0,001}{7,84} = 0,000127 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (0,127 lt/s)}$$

Dari persamaan diatas didapatkan hasil debit air yang dihasilkan pompa air adalah sebesar 0,000127 m³/s (0,127 lt/s). Berdasarkan Debit Air yang dihasilkan pompa maka untuk memenuhi kebutuhan air disawah dibutuhkan waktu:

$$S = \frac{V}{Q}$$

$$= \frac{0,31807}{0,000127} = 2504,48 \text{ s}$$

$$= 41,74 \text{ Menit} \sim 42 \text{ Menit}$$

3.3 Konsumsi Energi Listrik

Sistem PLTS yang dirancang untuk memenuhi konsumsi energi pada sebuah mesin motor induksi untuk pompa air. Total konsumsi energi listrik dapat dilihat pada tabel 4.3 berikut ini:

Tabel 3 Konsumsi Energi Listrik

Beban	Daya (Watt)	Penggunaan (Jam/hari)	Energi (kWh)
Pompa Air	350 Watt	0,7 (42 Menit)	245
Total Energi (kWh/hari)			0,245

3.4 Energi Listrik Yang Disuplai

Konsumsi energi listrik yang disuplai PLTS dijumlahkan asumsi kerugian (*losses*) pada sistem sebesar 15%. Perancangan sistem PLTS yang digunakan yaitu 1 sistem untuk mendistribusikan kebutuhan air irigasi yang berasal dari sungai menggunakan beban pompa air. Konsumsi energi yang disuplai PLTS adalah sebagai berikut :

$$E_L = (15\% \times \text{Konsumsi energi listrik}) + \text{Konsumsi energi listrik}$$

$$= (15\% \times 0,245 \text{ kWh}) + 0,245 \text{ kWh}$$

$$= (0,03675 \text{ kWh}) + 0,245$$

$$= 0,28175 \text{ kWh}$$

3.5 Area Array

Perhitungan area *array* diperoleh dengan menggunakan persamaan:

$$PV \text{ area} = \frac{E_L}{G_{av} \times \eta_{pv} \times TCF \times \eta_{out}}$$

konsumsi energi listrik sebesar 0,28175 kWh. Untuk nilai insolasi harian (GAV) digunakan nilai rata-rata radiasi matahari terendah seperti pada Tabel (3.1), yaitu sebesar 3,20 kWh/m². Pemilihan ini bertujuan agar pada saat insolasi harian matahari berada pada nilai yang paling rendah maka panel surya tetap dapat memenuhi besar kapaitas yang dibangkitkan. Pada penelitian ini panel surya yang digunakan adalah panel surya *polycrystalline* dengan efisiensi panel surya (η_{pv}) sebesar 0,1488.



Efisiensi η_{out} (η_{out}) ditentukan berdasarkan hasil perkalian efisiensi baterai dengan inverter. Suatu solar panel pada penelitian ini dilengkapi dengan baterai dan menggunakan inverter, maka besar η_{out} adalah sebesar 0,64.

$$PV\ Area = \frac{0,28175\ kWh}{3,20\ kWh/m^2 \times 0,1488 \times 0,9845 \times 0,64} = 0,93916\ m^2$$

3.6 Daya Yang Dibangkitkan

Dari perhitungan area *array* maka besar daya yang dibangkitkan solar panel (*Watt peak*) diperoleh dari hasil perkalian PV Area, *peak solar insolation* (PSI) sebesar 1000 W/m², dan efisiensi solar panel dengan menggunakan persamaan berikut ini :

$$\begin{aligned} P_{Watt\ peak} &= PV\ Area \times PSI \times \eta_{PV} \\ P_{Watt\ peak} &= 0,93916\ m^2 \times 1000\ W/m^2 \times 0,1488 \\ &= 139,74\ Watt\ Peak \end{aligned}$$

3.7 Jumlah Panel Surya

Berdasarkan besarnya daya yang dibangkitkan, maka jumlah panel surya diperoleh dengan menggunakan persamaan berikut ini:

$$\begin{aligned} Jumlah\ Panel &= \frac{139,74}{100} \\ &= 1,39\ \text{atau}\ 2\ \text{Panel}\ \text{surya} \end{aligned}$$

Kebutuhan panel surya untuk kebutuhan beban pompa air irigasi adalah 2 panel surya. *P watt peak* PLTS dengan jumlah panel surya sebanyak 2 adalah :

$$\begin{aligned} P_{watt\ peak} &= P_{MPP} \times Jumlah\ Panel \\ &= 100\ Watt \times 2 = 200\ Watt\ Peak \end{aligned}$$

Sehingga area *array* dengan daya yang dibangkitkan sebesar 200 Watt *Peak* adalah :

$$PV\ Area = \frac{200\ W}{1000W/m^2 \times 0,1488} = 1,34\ m^2$$

3.8 Pengujian Panel surya

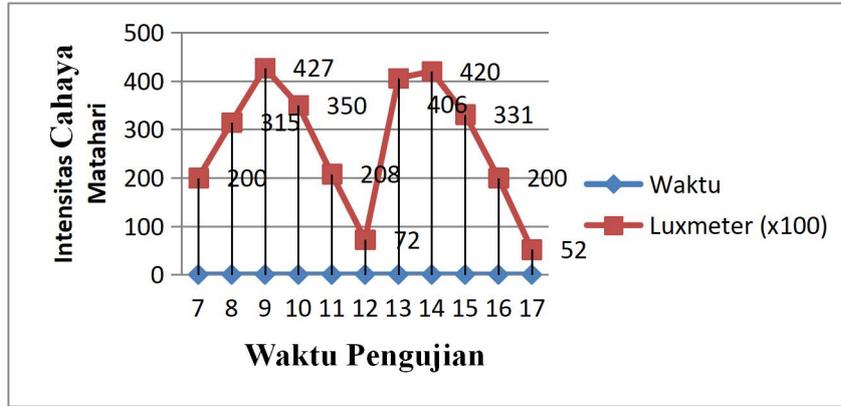
Pengujian panel surya yang dilakukan memiliki tujuan untuk mengetahui besaran nilai keluaran dari panel surya yang berupa tegangan, arus, dan daya maksimum saat diberi berbagai kondisi, baik itu kondisi saat cuaca cerah, berawan, dan mendung. Pengujian yang dilakukan terhadap nilai tegangan keluaran dan arus keluaran menggunakan multimeter digital untuk melihat besarnya perubahan tegangan dan arus keluaran terhadap kondisi cuaca yang terjadi saat pengujian berlangsung.

Pengujian Panel surya pada penelitian ini dilakukan pada pagi hari pukul 07.00 WIB sampai pukul 17.00 WIB. Pemilihan waktu ini didasarkan pada kemunculan matahari di pagi hari dan akan hilang di menjelang sore ke malam hari. Saat pengujian dilakukan, panel surya diletakan tegak lurus menghadap arah ating sinarnya matahari di pagi hari dan dilakukan pengambilan data panel surya yang dilakukan setiap 1 jam sekali untuk melihat perbedaan hasil pengukuran yang dihasilkan oleh panel surya di karenakan intensitas cahaya matahari yang berbeda setiap jam nya.

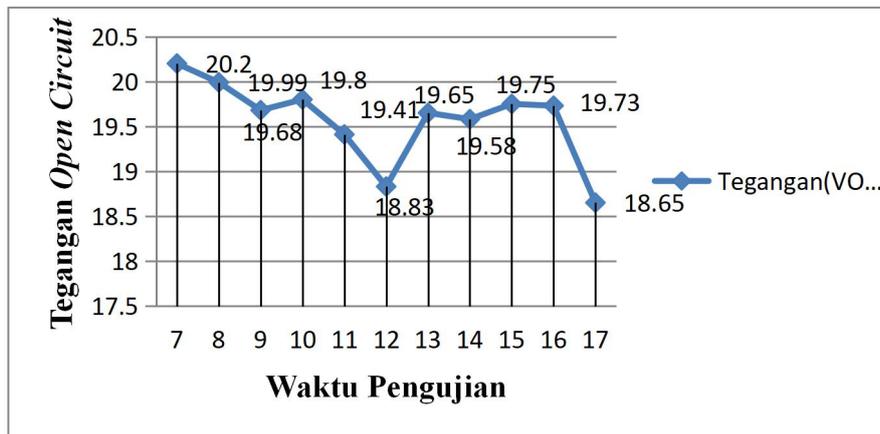
Tabel 4 Pengujian 1 Panel Surya 100Wp

Waktu	Luxmeter (x100)	Tegangan(Voc) V	Arus(Isc) A	Daya(VxI) W	Kondisi
07.00	200	20,2	1,55	31,31	Cerah
08.00	315	19,99	2,35	46,97	Cerah
09.00	427	19,68	4,31	84,82	Cerah
10.00	350	19,80	3,94	78,01	Berawan

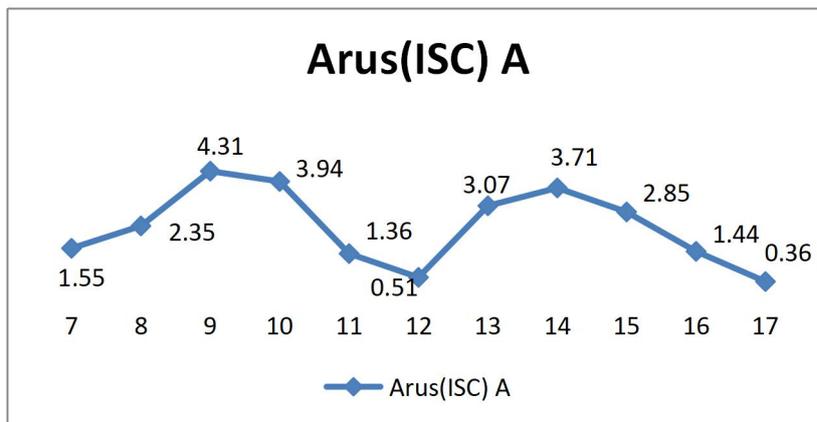
11.00	208	19,41	1,36	26,39	Berawan
12.00	72	18,83	0,51	9,60	Berawan
13.00	406	19,65	3,07	80,38	Cerah
14.00	420	19,58	3,71	60,32	Berawan
15.00	331	19,75	2,85	56,28	Cerah
16.00	200	19,73	1,44	28,41	Cerah
17.00	52	18,65	0,36	6,71	Cerah



Gambar 4 Grafik Pengamatan Intesitas Cahaya Matahari Rabu 24 Oktober 2018



Gambar 5 Grafik Pengamatan Waktu Terhadap Tegangan Rabu 24 Oktober 2018



Gambar 6 Grafik Pengamatan Waktu Terhadap Arus (I_{sc}) Rabu 24 Oktober 2018

Berdasarkan Tabel 4.2 diatas diketahui bahwa nilai tegangan awal (V_{OC}) yang terukur 20,2 V dengan intensitas cahaya matahari yang terukur pada lux sebesar 200(x100) lux menghasilkan Arus (I_{sc}) sebesar 1,55 A dan daya sebesar 31,31 W. Kemudian dalam pengamatan yang dilakukan

tegangan (V_{oc}) turun menjadi 18,83 V dimana intensitas cahaya matahari terukur 72(x100) lux sehingga arus (I_{sc}) dan daya (W) yang dihasilkan mengalami penurunan menjadi 0,51 A dan 9,60 W, hal ini terjadi tepat pukul 12 siang yang dimana intensitas matahari seharusnya dapat menghasilkan daya dan arus yang terukur maksimal. Hal ini dipengaruhi oleh kondisi cuaca saat dilakukan pengujian dan pengamatan dimana kondisi yang terjadi saat itu berawan sinar matahari tertutup awan tebal. Penurunan ini terjadi berkisar antara 1-2 V pada tegangan panel surya. Untuk pengukuran maksimal yang didapat adalah dengan tegangan (V_{oc}) sebesar 19,68 V dan arus (I_{sc}) 4,31 A dan daya yang dihasilkan sebesar 84,82 W. Untuk pengukuran terendah yang dihasilkan terjadi saat pukul 17.00 WIB dimana tegangan (V_{oc}), arus (I_{sc}), dan daya dihasilkan paling kecil yaitu 18,65 V , 0,36 A , 6,71 W.

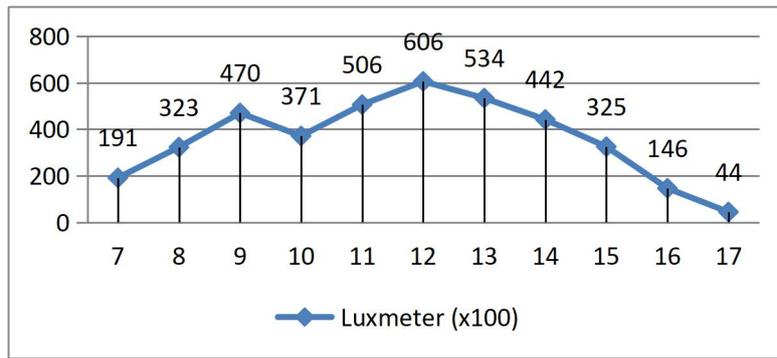
Tabel 5 Pengujian 2 Panel Surya 100 Wp

Waktu	Luxmeter (x100)	Tegangan(V_{oc}) V	Arus(I_{sc}) A	Daya($V \times I$) W	Kondisi
07.00	191	20,2	1,58	31,91	Cerah
08.00	323	19,7	2,59	51,02	Cerah
09.00	470	19,8	4,56	90,28	Cerah
10.00	371	18,8	3,00	56,4	Berawan
11.00	506	19,1	4,45	84,99	Cerah
12.00	606	19	6,16	117,04	Cerah
13.00	534	18,9	5,01	94,68	Cerah
14.00	442	19,7	4,25	83,72	Cerah
15.00	325	19,6	2,75	53,9	Cerah
16.00	146	19,3	1,34	25,86	Cerah
17.00	44	18,14	0,25	4,53	Berawan

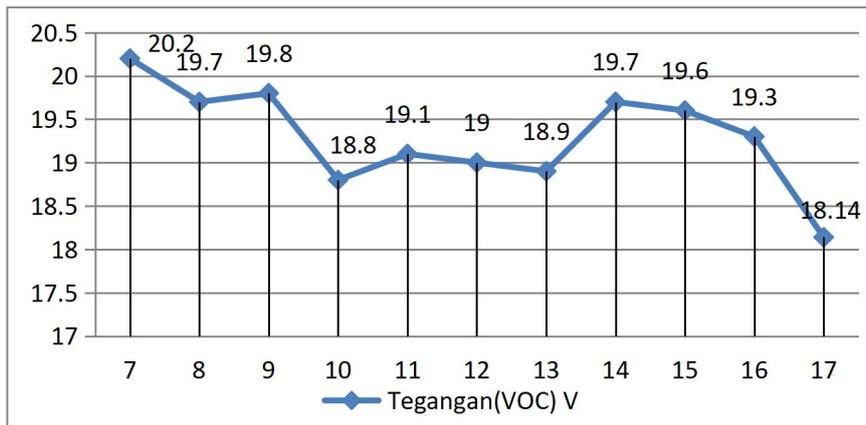


Gambar 7 Pengujian Panel Surya 100 Wp

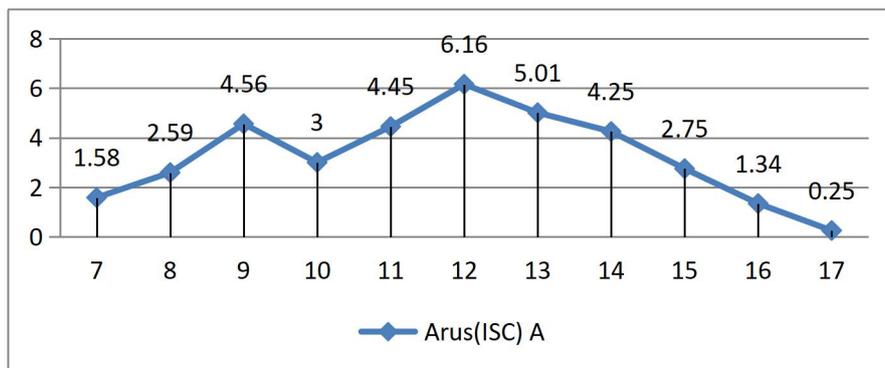
Berbeda dengan Tabel 4.2 kondisi cuaca pada Tabel 4.3 memiliki kondisi cuaca yang berbeda. Dimana tegangan (V_{oc}) disini 20,2 V dengan arus (I_{sc}) dan daya (W) sebesar 20,2 V, 1,58 A dan 31,91 W. Pengukuran puncak yang dilakukan disini siang hari tepat pukul 12.00 dimana tegangan (V_{oc}), arus (I_{sc}) dan daya (W) yang dihasilkan sebesar 19 V, 6,16 A, 117,04 W dengan kondisi cuaca cerah. Lalu setelah itu daya yang dihasilkan mulai mengalami penurunan yang tidak terlalu jauh akibat intensitas cahaya matahari yang semakin berkurang karena menjelang sore hari, sama halnya pada pengukuran di jam 17.00 WIB di hari rabu 24 Oktober 2018 daya dihasilkan tegangan serta arus yang diukur kecil akibat intensitas matahari yang tidak didapat oleh panel surya.



Gambar 8 Grafik Pengamatan Intesitas Cahaya Matahari Kamis 1 November 2018



Gambar 9 Grafik Pengamatan Waktu Terhadap Tegangan Kamis 1 November



Gambar 10 Grafik Pengamatan Waktu Terhadap Arus (I_{sc}) Kamis 1 November 2018

3.9 Kapasitas Solar Charge Controller

Daya yang dibangkitkan oleh sistem PLTS yaitu sebesar 1050 Watt, dengan tegangan yang tersambung pada baterai sebesar 12 V. Kapasitas arus yang mengalir pada *charger controller* diperoleh menggunakan persamaan (2.19). Berikut perhitungan :

$$I_{max} = \frac{200 \text{ Watt}}{12 \text{ V}} = 16.67A$$

3.10 Pengujian Solar Charger Controller

Pengujian *solar charger controller* bertujuan untuk mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk proses *charging* baterai serta tingkat kestabilan tegangan. Baterai

yang digunakan dalam penelitian ini adalah baterai 12 V yang bertipe *Deep Cycle* dengan efisiensi 70-80%. Pengujian dilakukan menggunakan tegangan masukan dari panel surya DC yang berkisar antara 18-19 V yang kemudian keluarannya di terima oleh *solar charger controller* dan diteruskan untuk di regulasi menjadi tegangan DC 13,5 V oleh *solar charger control* untuk kemudian digunakan pada proses pengisian baterai.

Tabel 6 Data Pengujian Pengisian Baterai

Waktu	Tegangan Solar Cell (V)	Tegangan Solar Charger Controller (V)	Arus Pengisian Baterai (A)	Daya(W)
07.00	17,51	13,2	0,67	8,84
08.00	17,77	13,2	0,75	9,9
09.00	19,82	13,5	0,93	12,55
10.00	19,9	13,5	1,58	21,33
11.00	19,76	13,5	1,71	23,08
12.00	18,,35	13,3	0,87	11,57
13.00	18.27	13,3	0,86	11,43
14.00	19,53	13,5	2,30	31,05
15.00	19,13	13,5	1,67	22,54
16.00	19,27	13,5	0,74	9,99
17.00	17,54	13,2	0,59	7,78

Dari pengujian yang dilakukan pada Tabel 4.4 data pengisian baterai diatas, bertujuan sebagai acuan untuk mengetahui seberapa lama waktu yang dibutuhkan untuk proses pengisian daya satu 1 buah baterai *deep cycle* Luminous dengan kapasitas 100 Ah, untuk mendapatkan hasil dari pengujian pengisian baterai ini dilakukan sesuai dengan pengujian yang dilakukan terhadap panel surya yaitu dilakukan pada pukul 07.00 – 17.00 WIB.

Setelah melakukan pengambilan data pengujian terhadap pengisian baterai, didapatkan hasil data pengujian baterai di hari Jumat 14 Desember 2018 yaitu total rata-rata arus yang dihasilkan untuk mengisi baterai pada hari itu adalah sebesar 1,151 A bila di asumsikan dengan hitungan persamaan (2.20) maka waktu yang dibutuhkan untuk mengisi baterai 12 V 100 Ah. Berikut ini adalah perhitungan lamanya pengisian arus ke baterai :

$$T_a = \frac{100 \text{ Ah}}{1,151 \text{ A}}$$

$$= 86,88 \sim 87 \text{ Jam}$$



Gambar 11 Kondisi Solar Charger Saat Pengisian



Gambar 12 Kondisi Saat Solar Charger Baterai Telah Full



Gambar 13 Indikator Baterai Saat Keadaan Penuh

Pada gambar 4.3 terlihat indikator lampu atau layar LCD yang berwarna hijau, menunjukkan baterai sudah ada dikondisi penuh atau *Full*. Pada kondisi baterai penuh tegangan terukur 13,61. Untuk Tegangan baterai sendiri biasanya memiliki tegangan sendiri ketika keadaannya nya sudah *Full*. Untuk itu kita juga perlu menjaga baterai agar tidak cepat rusak dan memiliki jangka umur pemakaian yang lebih lama, dengan mengatur sendiri level pada tegangan baterai dengan menentukan kapan sistem melakukan proses pengisian pada baterai dan kapan tidak melakukan proses pengisian. Untuk menjaga kondisi baterai agar tidak cepat rusak itu maka diperlukan proses pengisian dan pemantauan di saat kondisi baterai mencapai antara 20-30%

Tabel 7 Kondisi Baterai 12 V 100 Ah

Kondisi Baterai	Tegangan Baterai
100%	13.61
90%	12.91
80%	12,64
70%	12,27
60%	12,14
50%	11,86
40%	11,72
30%	11,64
20%	11,47

3.11 Kapasitas Baterai

Kapasitas baterai dipengaruhi oleh pemakaian energi listrik (Et), %DOD, sebesar 80%, dan tegangan sistem pada baterai (Vs) itu sendiri. Parameter lain yang mempengaruhi adalah penemuan

Autonomy Days yaitu dimana keadaan baterai dapat menyuplai beban secara menyeluruh ketika tidak ada energi yang masuk dari panel surya atau keadaan saat cuaca mendung dan hujan. Penentuan pada *Autonomy Days* ini adalah 3 hari.

$$\begin{aligned} A_h &= \frac{E_T}{V_S} \\ &= \frac{245 \text{ Wh}}{12 \text{ V}} \\ &= 20,41 \text{ Ah} \end{aligned}$$

Dengan besarnya *Deep of Discharge* (DOD) pada baterai 80% maka kapasitas bbaterai yang dibutuhkan adalah :

$$\begin{aligned} C_B &= \frac{A_h \times d}{DOD} \\ &= \frac{20,41 \text{ Ah} \times 3}{0,8} \\ &= 76,53 \text{ Ah} \end{aligned}$$



Gambar 14 Baterai 12 V 100 Ah

3.12 Kapasitas Inverter

Pada pemilihan inverter, diupayakan 20% lebih tinggi dar daya maksimum beban AC yang akan digunakan. Berdasarkan besar Daya Maksimum pada penelitian ini yaitu 350 Watt. Maka inverter yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas inverter} &= (350 \text{ Watt}) + (350 \text{ Watt} \times 20\%) \\ &= 350 \text{ Watt} + 70 \text{ Watt} \\ &= 420 \text{ Watt} \end{aligned}$$

3.13 Pengujian Inverter

Pada pengujian inverter dilakukan terhadap keluaran inverter itu sendiri. Inverter yang digunakan disini adalah jenis inverter *pure sine wave* yaitu inverter yang menghasilkan keluaran gelombang AC murni untuk menyalakan pompa air AC. Karena untuk menyalakan pompa air AC diperlukan inverter seperti ini. Pada pengujian inverter diberi sumber baterai 12 V 100 Ah sebagai sumber utama yang kemudian diubah oleh inverter menjadi tegangan keluaran seperti tegangan PLN yaitu 220 dengan daya inverter 1000 Watt. Hal ini dapat dilihat dari hasil yang tercantum pada voltmeter digital yang tercantum di inverter itu sendiri.



Gambar 15 Inverter Pure Sine Wave 220 V 1000 Watt



Gambar 16 Tegangan Keluaran Inverter Sumber Baterai 12 V 100Ah

3.14 Perhitungan Beban Lama Pemakaian Pompa Air

Pada penelitian ini beban yang digunakan yaitu beban motor listrik AC pada pompa air irigasi sungai dengan daya maksimal 350 Watt saat *starting* motor dan 100 Watt ketika pompa bekerja normal. Untuk hal ini kita asumsikan pemakaian daya yang terbesar adalah 350 Watt. Dengan menggunakan sumber dari Baterai *Deep cylce* 12 V 100 Ah.

a. Pengujian Beban pompa Air Selama 3 Jam

Pada pengujian Baterai menggunakan beban pompa air dengan total daya 350 Watt dengan waktu pengujian 3 jam. Pada pengujian baterai menggunakan 1 buah pompa air semi jet, saat pengujian dilakukan beban dipasang semua dengan menghubungkan baterai 12 V 100 Ah dan inverter 220 V 1000 Watt agar dapat menghidupkan pompa Air AC karena sumber yang digunakan pompa air adalah tegangan dan arus AC. Berikut ini hasil pengamatan yang dilakukan terhadap pompa air AC yang bekerja selama 3 Jam untuk memenuhi kebutuhan air Irigasi di sawah .

Tabel 8 Hasil Pengamatan Pengujian Pompa Air Selama 3 Jam

Waktu (menit)	Beban Pompa Air			
	Tegangan baterai (Volt)	Tegangan output inverter (Volt)	Arus Pompa	Debit Pompa (lt)
0	13,6	222	-	-
<i>Starting</i>	12,9	225	1,18	-
15	12,2	225	0,93	114,3
30	12,2	225	0,90	228,6
45	12,1	225	0,89	342,9
60	12,1	225	0,89	457,2

75	12,0	226	0,89	571,5
90	12,0	225	0,88	685,8
105	11,9	226	0,88	800,1
120	11,8	226	0,89	914,4
135	11,8	226	0,88	1028,7
150	11,7	226	0,86	1143
165	11,7	226	0,86	1257,3
180	11,6	226	0,85	1371,6

Dari pengujian yang dilakukan pada beban induktif sangat baik, dan baterai mampu menyuplai kebutuhan beban induktif pompa air selama 3 jam dengan kapasitas baterai 100 Ah tegangan baterai di awal sebesar 13,6V hingga 11,6 V. Pada tegangan 11,6V pompa masih menyala dengan baik. Hal ini juga berpengaruh terhadap kapasitas baterai yang digunakan dan beban yang diberi. Selain itu kondisi baterai yang digunakan juga baru yang sangat mempengaruhi lama pembebanan selama 3 jam. Tegangan baterai berkurang bersikar antara 0,1 setiap 45 menit penyalaan pompa air dan kondisi ini konstan baik juga arus yang turun berkisar antara 0,01-0,02 yang digunakan saat pompa berjalan. Pompa membutuhkan daya yang besar saat *starting* hal ini dapat dilihat dimana kondisi baterai saatb tidak berbeban tegangan yang dapat dilihat di indikator inverter sebesar 13,6 V. Setelah diberi beban pompa air tegangan baterai langsung turun sebesar 0,7 V menjadi 12,9 V dan arus yang dihasilkan sebesar 1,18 A.



Gambar 17 Pengujian Pompa Air Menggunakan Sumber Baterai

Untuk melihat berapa lama pemakaian baterai 12 V 100 Ah dengan beban pompa air 350 Watt maka dilakukan perhitungan :

$$I = \frac{350 \text{ Watt}}{12 \text{ Volt}}$$

$$= 29,16 \text{ A}$$

$$t = \frac{100\text{Ah}}{229,16 \text{ Ampere}}$$

$$= 3,42 \text{ Hour}$$

$$\text{Lama Pemakaian} = 3,42 - (20\% \times 3,42)$$

$$= 3,42 - 0,684$$

$$= 2,736 \text{ hour}$$

Berdasarkan perhitungan diatas didapatkan hasil untuk pemakaian baterai 12 V 100 Ah terhadap beban pompa air 350 Watt adalah sebesar 2 jam 44 menit.

Akan tetapi saat pengujian lama pemakaian baterai untuk pompa air kapasitas 350 Watt menggunakan baterai 12 V 100 Ah data yang dihasilkan pompa sanggup bekerja selama 3 jam dan masih bisa menyuplai pompa untuk bekerja lebih lama lagi.

3.15 Efisiensi Penelitian

$$\begin{aligned}\text{Efisiensi Panel Surya} &= \eta = \frac{P_{\text{output}}}{P_{\text{input}}} \times 100 \% \\ &= \frac{99,45 \text{ Watt}}{668,325 \text{ Watt}} \times 100\% = 14,88\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Efisiensi Baterai} &= \eta = \frac{P_{\text{output}}}{P_{\text{input}}} \times 100 \% \\ &= \frac{10,76 \text{ Watt}}{15,22 \text{ Watt}} \times 100\% = 70,69\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Efisiensi Pompa Air} &= \eta = \frac{P_{\text{output}}}{P_{\text{input}}} \times 100 \% \\ &= \frac{209,25 \text{ Watt}}{239,76 \text{ Watt}} \times 100\% = 87,27\%\end{aligned}$$

4. KESIMPULAN

Setelah melakukan analisis dan pembahasan dari penelitian yang telah dilakukan, didapat beberapa kesimpulan sebagai berikut:

Penelitian yang dilakukan terhadap keluaran pompa air, dimana pompa mampu mengairi sawah selama 42 menit untuk memenuhi kebutuhan air disawah sebesar 318,07 *lt/day*. Pompa air memiliki efisiensi sebesar 87,27% dengan kapasitas baterai yang digunakan sebesar 12v 100 Ah dengan efisiensi 70,69% mampu memberikan daya selama 3 hari apabila tidak adanya sinar matahari yang optimal akibat hujan. Selain itu panel surya yang digunakan untuk mengkonversi energi matahari memiliki efisiensi sebesar 14,88% dengan daya 100W pada suhu 25°C agar daya yang dihasilkan optimal.

REFERENSI

- [1] G. I. A. R. Prima, "Naskah Publikasi Penggunaan Panel Surya (Solar Cell) Sebagai Pembangkit Listrik Alternatif Untuk Pompa," 2015.
- [2] C. Hermanu, B. Apribowo, T. E. S, and M. Anwar, "Prototype Sistem Pompa Air Tenaga Surya Untuk Meningkatkan Produktivitas Hasil Pertanian," *ABDIMAS*, vol. 21, 2017.
- [3] D. Workstation, "Analisis Kebutuhan Air Irigasi Pada Daerah Irigasi Bangbayang Uptd Sdap Leles Dinas Sumber Daya Air Dan Pertambangan Kabupaten Garut," *J. Konstr.*, vol. Vol. 13 No, no. ISSN : 2302-7312, pp. 1–28, 2015.
- [4] A. Priyonugroho, "Analisis Kebutuhan Air Irigasi (Studi Kasus Pada Daerah Irigasi Sungai Air Keban Daerah Kabupaten Empat Lawang)," *J. Tek. Sipil dan Lingkungan.*, vol. 2, no. 3, 2014.
- [5] R. Sitompul, "Manual Pelatihan Teknologi Energi Terbarukan Yang Tepat Untuk Aplikasi Di Masyarakat Pedesaan," in *international Development Cooperation*, 2011.
- [6] A. Imron, "Studi Pemanfaatan Energi Matahari di Pulau Panjang Sebagai Pembangkit Listrik Alternatif," 2013.
- [7] N. D. Anggraeni, "Aplikasi Sel Surya Sebagai Energi Terbarukan Pembangkit Hibrida Pada Solar Home System," 2010.
- [8] I. D. A. S. Santiari, "Studi Pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sebagai Catu Daya Tambahan Pada Industri Perhotelan Di Nusa Lembongan Bali," 2011.
- [9] D. S. Mintorogo, "Strategi Aplikasi Sel Surya (Photovoltaic Cells) Pada Perumahan Dan Bangunan Komersial," *Dimens. Tek. Arsit.*, vol. 28, no. 2, pp. 129–141, 2000.
- [10] A. E.-S. a. Nafeh, "Design and Economic Analysis of a Stand-Alone PV System to Electrify a

- Remote Area Household in Egypt,” *Open Renew. Energy J.*, vol. 2, no. 1, pp. 33–37, 2009.
- [11] M. Syukri, “Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Terpadu Menggunakan Software PVSYST Pada Komplek Perumahan di Banda Aceh,” vol. 9, no. 2, 2010.
- [12] A. Teja, A. Tjok, and I. W. A. Wijaya, “Perbandingan Penggunaan Motor DC Dengan AC Sebagai Penggerak Pompa Air Yang Disuplai Oleh Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS),” no. November, pp. 14–15, 2013.
- [13] E. PDNarale, “Study of Solar PV Water Pumping System for Irrigation of Horticulture Crops,” *Int. J. Eng. Sci. Invent. ISSN (Online)*, vol. 2, no. 12, pp. 2319–6734, 2013.
- [14] A. Nasir, “Design , Simulation and Analysis of Photovoltaic Water Pumping System for Irrigation of a Potato Farm at Gerenbo,” 2016.
- [15] N. Bengtsson and J. Nilsson, “Solar Water Pumping for Irrigation Case Study of the Kilimanjaro Region in Tanzania,” *Bachelor Thesis Energy Technol.*, 2015.