

RANCANGAN POMPA AIR DC MENGGUNAKAN SOLAR CELL UNTUK IRIGASI LAHAN PERTANIAN DESA

Nur Fitri¹, Alimuddin Sa'ban Miru², Riana T Mangesa³

¹Program Studi Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Negeri Makassar
fitrigunawannur@gmail.com

²Program Studi Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Negeri Makassar
alimuddin.smiru@unm.ac.id

³Program Studi Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Negeri Makassar
rianamangesa@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini merupakan penelitian *research and development* (R&D) dengan menggunakan model pengembangan prototype. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil rancangan pompa air DC menggunakan *solar cell*, mengetahui besar tegangan, arus serta daya yang dihasilkan, dan mengetahui debit air yang dihasilkan dari rancangan pompa air DC menggunakan solar cell. Hasil pengukuran rata-rata intensitas cahaya matahari sebesar 130389 lux dan intensitas radiasi matahari rata-rata 1030.07 W/m². Hasil pengukuran rata-rata tegangan panel surya dengan beban sebesar 12.64 V dan rata-rata arus panel surya dengan beban 4.42 A dengan daya yang dihasilkan 55.81 W. Hasil pengukuran rata-rata tegangan aki sebesar 12.14 V dan rata-rata arus aki sebesar 5.12 A dengan daya yang dihasilkan sebesar 62.18 W. Hasil perhitungan lama pengisian aki 12 V 45 Ah menggunakan pengisian aki lambat selama 12 jam dan pengisian aki cepat selama 3 jam. Sedangkan untuk pengisian aki menggunakan panel surya berdaya 300 watt selama 2.16 jam. Hasil pengujian rancangan pompa air DC dapat mengalirkan rata-rata debit air sebesar 24.3 L/min. Berdasarkan hasil perancangan pompa air DC menggunakan *solar cell* yang diimplementasikan langsung diperlukan komponen utama berupa 3 buah panel surya *monocrystalline* 100WP, 1 Aki 12 V 45Ah, 1 SCC 10 A 12/24 V, dan 7 buah pompa air DC 12 V 22 W serta tiang besi sebagai tiang pemasangan panel surya.

Kata Kunci: Panel Surya, *Monocrystalline*, Pompa Air DC, Irigasi, Pertanian

DC WATER PUMP DESIGN USING SOLAR CELL FOR VILLAGE AGRICULTURAL LAND IRRIGATION

ABSTRACT

This research is a research and development (R&D) using a prototype development model. This study aims to determine the results of the DC water pump design using a solar cell, find out the amount of voltage and current and power generated, and find out the water discharge produced from the DC water pump design using a solar cell. The results of measuring the average intensity of sunlight of 130389 lux and the average solar radiation intensity is 1030.07 W/m². The results of measuring the average voltage of a solar panel with a load of 12.64 V and the average current of a solar panel with a load of 4.42 A with the power produced by 55.81 W. Measurement results of the average battery voltage of 12.14 V and an average battery current of 5.12 A with the resulting power of 62.18 W. The results of the calculation of the 12 V 45 Ah battery charging time using slow battery charging for 12 hours and fast battery charging for 3 hours. As for charging the battery using a 300 watt solar panel for 2.16 hours. Test results of the DC water pump design can drain an average water discharge of 24.3 L / min. Based on the results of the DC water pump design using a solar cell which is directly implemented, the main components are needed in the form of 3 100WP monocrystalline solar panels, 1 12 V 45 Ah battery, 1 SCC 10 A 12/24 V, and 7 DC water pumps 12 V 22 W and iron poles as solar panel installation poles.

Keywords : Solar Panels, *Monocrystalline*, DC Water Pump, Irrigation, Agriculture

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan Negara beriklim tropis yang terdiri dari dua musim yaitu musim kemarau dan musim hujan. Di wilayah beriklim tropis cahaya matahari dapat diperoleh secara bebas sepanjang tahun. Selain itu, Indonesia sebagai Negara tropis memiliki potensi energi surya sekitar 200.000 MW dari 400.000 MW potensi energi terbarukan [1]. Dengan potensi ini, Indonesia dapat memanfaatkan energi surya sebagai salah satu energi alternatif yang mandiri dan tidak terbatas. Matahari sebagai sumber energi berjumlah besar dapat digunakan secara terus-menerus dan tidak habis. Energi matahari ini dapat digunakan secara langsung atau diubah menjadi bentuk energi lain seperti energi listrik. Untuk memperoleh energi listrik dari energi matahari, panas matahari harus diserap terlebih dahulu menggunakan solar panel atau panel surya yang kemudian diubah menjadi energi listrik. Pembangkit listrik tenaga surya atau PLTS merupakan perkembangan teknologi yang bersifat terjangkau, tidak habis, dan bersih dengan memanfaatkan cahaya matahari untuk menghasilkan energi listrik. Teknologi PLTS ini akan menjadi sumber energi alternatif yang tersedia sepanjang tahun [2].

Air merupakan faktor terpenting dalam dunia pertanian. Bagi petani, air sangat dibutuhkan untuk mengairi lahan pertaniannya. Apabila lahan pertanian kekurangan air maka akan menghambat pertumbuhan padi dan hasil panen tidak dapat maksimal. Umumnya, petani menggunakan pengairan air secara manual dengan membendung air. Kemudian, air yang telah dibendung tersebut akan dialirkan ke lahan pertanian mereka. Namun, metode ini hanya efektif digunakan ketika banyak persediaan air di irigasi sawah atau dengan kata lain pada saat musim hujan. Ketika musim kemarau, petani akan menggunakan metode pompa air menggunakan genset berbahan bakar minyak. Metode ini dilakukan dengan cara memompa air langsung dari sungai untuk dialiri ke irigasi sawah. Akan tetapi, metode ini menggunakan bahan bakar minyak yang asalnya dari fosil yang bersifat tidak dapat diperbaharui.

Umumnya petani menggunakan genset untuk memompa air ke lahan pertanian untuk memenuhi keperluan air irigasi sawah. Penggunaan genset atau pompa air berbahan bakar minyak dinilai sangatlah tidak efektif dan boros. Penggunaan sistem pompa air ini menjadi alternatif bagi petani untuk mengairi sawahnya tanpa harus mengeluarkan biaya bahan bakar

yang relatif mahal. Minyak bumi merupakan salah satu sumber energi yang tidak dapat diperbaharui dan sulit didapatkan. Pembentukan minyak bumi berasal dari sisa-sisa hewan dan tumbuhan yang tertimbun selama jutaan tahun sehingga memerlukan waktu yang sangat lama untuk dihasilkan. Hal ini membuat semakin lama minyak bumi digunakan maka minyak bumi akan habis seiring dengan peningkatan konsumsi BBM.

Wilayah tropis seperti Indonesia dapat diperoleh cahaya matahari sepanjang tahun secara cuma-cuma. Salah satunya di Kecamatan Ganra, Kabupaten Soppeng, terletak diantara $-04^{\circ}19'21''$, $119^{\circ}56'04''$. Insolasi matahari pada Desa Ganra (-04.3226° , 119.9345°) Kecamatan Ganra Kabupaten Soppeng diperoleh dari data satelit solar atlas [3]. Direct Normal Irradiation (DNI) di Desa Ganra Kecamatan Ganra Kabupaten Soppeng sebesar 3.701 kWh/m²/hari. Pada observasi awal, penulis melakukan pengukuran intensitas cahaya matahari di Desa Ganra. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa di desa Ganra memiliki intensitas cahaya matahari rata-rata sebesar 120000 lux pada siang hari. Sehingga penggunaan pompa air menggunakan panel surya sangat mungkin untuk direalisasikan dengan memanfaatkan cahaya matahari yang tersedia.

Panel surya sendiri berfungsi untuk menangkap proses sinar matahari dan mengubahnya menjadi sebuah energi listrik. Panel surya bekerja dengan efek photovoltaic yaitu mengubah energi sinar matahari menjadi energi listrik [4]. Energi listrik dapat dihasilkan dalam berbagai metode salah satunya efek fotovoltaiik. Adanya ilmu pengetahuan, ilmuan dapat mengembangkan sebuah alat yang bekerja berdasarkan fenomena efek fotovoltaiik yaitu panel surya. Prinsip kerja panel surya didasarkan pada efek fotovoltaiik yang terdiri dari sel surya akan mengonversi cahaya matahari menjadi energi listrik [5]. Terdapat dua sistem penerapan panel surya yaitu sistem on-grid dan sistem *off-grid*.

Sistem *on-grid* merupakan sistem pembangkit listrik yang memanfaatkan cahaya matahari untuk menghasilkan listrik dan dihubungkan langsung ke jaringan listrik PLN [6]. Sedangkan sistem *off-grid* merupakan sistem pembangkit yang memanfaatkan cahaya matahari untuk menghasilkan listrik tanpa harus terhubung langsung ke jaringan listrik PLN. Jika pemasangan panel surya menggunakan sistem *on-grid* maka dari SCC dihubungkan langsung ke inverter kemudian dari inverter ke jaringan listrik yang ada di rumah. Sedangkan apabila menggunakan sistem *off-grid* maka arus dari SCC terlebih dahulu disambungkan ke aki. Jenis-jenis solar charge controller ada dua yaitu tipe MPPT (*maximum power point tracking*)

dan PWM (*pulse width modulation*) [7].

Rancangan pompa air ini menggunakan aki sebagai penyimpanan energi listrik yang berasal dari konversi energi listrik pada panel surya dapat digunakan di waktu lain melalui proses kimia[8]. Rancangan pompa air DC digunakan dalam dunia pertanian untuk memenuhi kebutuhan air pada irigasi saat musim kemarau.

Berdasarkan penjelasan di atas, maka dibutuhkan sebuah teknologi dari energi terbarukan yaitu energi surya. Energi surya akan dimanfaatkan untuk menggerakkan pompa air DC. Perpaduan antara energi surya dan pompa air DC membutuhkan sebuah panel surya atau solar cell. Teknologi panel surya akan menyerap panas matahari dan mengubahnya menjadi listrik searah. Listrik yang dihasilkan akan digunakan untuk menggerakkan pompa air sehingga kebutuhan air saat musim kemarau di lahan pertanian akan tercukupi. Pemakaian generator berbahan bakar minyak yang biasanya digunakan untuk memompa air akan digantikan fungsinya oleh teknologi pompa air menggunakan panel surya. Oleh sebab itu, judul penelitian peneliti adalah “Rancangan Pompa Air DC Menggunakan *Solar cell* untuk Irigasi Lahan Pertanian Desa”.

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian *research and development* (R&D) dengan model pengembangan *prototype*. Tahapan model pengembangan *prototype* dilakukan dalam 7 tahapan [9]. Jenis penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan produk inovasi atau melengkapi produk sebelumnya. Dalam penelitian dan pengembangan ini, produk yang dimaksud adalah rancangan pompa air DC menggunakan *solar cell* untuk irigasi lahan pertanian desa. Penelitian ini dilakukan pada bulan Mei-September 2022. Untuk teknik pengumpulan data menggunakan teknik pengukuran dan kuesioner.

B. Instrumen Penelitian

Penelitian ini menggunakan instrumen berupa instrumen pengukuran dan instrumen validasi. Instrumen pengukuran digunakan untuk mengetahui hasil pengukuran tegangan, arus, dan daya yang dihasilkan dari rancangan pompa air DC tersebut. Sedangkan instrumen validasi digunakan untuk penilaian hasil rancangan pompa air DC. Pada penelitian ini, penilaian dari hasil validasi instrumen menggunakan skala *Likert*.

C. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif yaitu analisis yang dilakukan dengan cara menggambarkan data yang telah dikumpulkan yang selanjutnya data tersebut diklasifikasikan untuk ditarik sebuah kesimpulan. Data yang dianalisis terdiri dari analisis hasil pengukuran dan analisis instrumen. Adapun data-data yang diukur berupa intensitas cahaya matahari, tegangan, arus dan daya menggunakan wattmeter. Dilakukan pula pengukuran debit air yang dihasilkan rancangan pompa air DC. Data yang dianalisis, diklasifikasikan dalam bentuk tabel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Hasil Rancangan Pompa Air DC Menggunakan *Solar Cell*

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dihasilkan sebuah rancangan pompa air DC menggunakan *solar cell*. Pompa air yang digunakan pada penelitian ini adalah pompa air *Submersible* dengan daya 22 W bertegangan DC 12V. Energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya dihubungkan ke port panel pada SCC. Sedangkan port baterai dihubungkan ke Aki dan port beban dihubungkan ke pompa air DC.

Berikut ini diuraikan prosedur perancangan pompa air DC dengan tahapan pengembangan sebagai berikut:

a. Pengumpulan kebutuhan

Tahap analisis kebutuhan dalam penelitian ini dilaksanakan dengan melakukan observasi. Pada tahap ini, peneliti melakukan analisa terhadap kebutuhan sebagai tahap awal penelitian dengan mewawancarai salah satu petani dari kelompok tani “Potongnge”. Berdasarkan hasil wawancara, ditemukan info bahwa di desa Ganra pada saat musim kemarau para petani masih menggunakan generator berbahan bakar solar untuk mengairi lahan pertaniannya. Dari analisis permasalahan yang dilakukan maka diperlukan sistem pengairan lahan pertanian dengan sumber energi yang lebih mudah didapatkan tanpa perlu penggunaan generator berbahan bakar solar. Sumber energi yang dapat dimanfaatkan adalah sumber energi alternatif panas matahari yang dapat diubah menjadi sumber energi listrik menggunakan panel surya (*solar cell*). Adanya panel surya ini, dapat dijadikan sebagai penggerak pompa air DC untuk mengalirkan air ke lahan pertanian.

Setelah menganalisis permasalahan yang terjadi, selanjutnya mengumpulkan data terkait alat dan bahan yang akan digunakan untuk membuat

rancangan pompa air DC menggunakan *solar cell* tersebut. Adapun rincian analisis kebutuhan rancangan sebagai berikut:

- 1) Panel surya atau *solar cell*, digunakan 3 panel surya berjenis *monocrystalline*. Panel surya yang digunakan memiliki spesifikasi daya Peak (Pmax) 100 WP, Tegangan Peak (Vmpp) 17.4 V, Arus Peak (Imp) 5.74 A, Arus Short Circuit (Isc) 6.31 A, Tegangan Open Circuit (Voc) 21.6 V, dan Tegangan Max System 715 V
- 2) *Solar charge controller* (SCC), digunakan SCC tipe *pulse width modulation* (PWM) yang dapat disesuaikan dengan penggunaan panel surya yang akan digunakan. Penggunaan SCC dalam penelitian ini menggunakan tipe PWM 10 A, 12/24V merek KISEKI dengan model CK-410A
- 3) Aki 12 V 45Ah yang digunakan untuk menyimpan energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya. Aki yang digunakan dalam penelitian ini adalah satu buah aki basah 12 V berdaya 45Ah yakni menggunakan aki GS Hybrid N60
- 4) Pompa air tipe DC dengan spesifikasi 12 V berdaya 22 W, *max flow rate* laju aliran maksimum 800 L/H, dan *max water head* 5 m. Jumlah pompa air DC yang digunakan sebanyak 7 buah.

b. Membangun *prototyping*

Berdasarkan analisis data, maka rancangan akan dibangun pada tahapan ini. Tahapan ini menghasilkan desain sistem terdiri atas

1) Rangkaian Alat

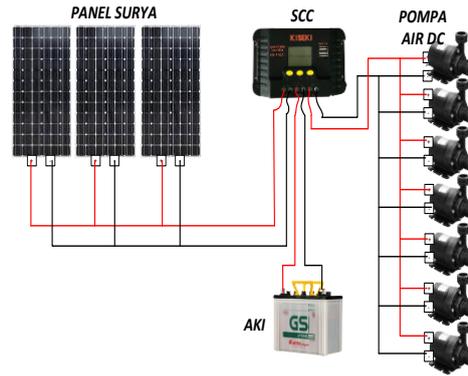
Rangkaian alat mencakup rangkaian yang terdiri atas komponen-komponen berupa Pompa air DC, Aki, Solar charge controller, dan Panel surya.



Gambar 1. Rangkaian Alat

2) Desain Instalasi

Desain instalasi merupakan cakupan rangkaian kelistrikan yang terdiri dari komponen panel surya, aki, SCC, dan pompa air DC. Berikut merupakan gambar desain instalasi rancangan pompa air DC:



Gambar 2. Desain Instalasi Rancangan Pompa Air DC

c. Evaluasi Prototyping

Evaluasi ini dilakukan untuk mengetahui apakah hasil rancangan pompa air yang dikembangkan sudah sesuai dengan prosedur atau belum. Berdasarkan hasil tahapan evaluasi rancangan pompa air DC, rancangan dinyatakan sudah sesuai dengan prosedur yang dikembangkan. Untuk itu, dilanjutkan ke tahapan selanjutnya.

d. Menginstalasi

Pada tahapan ini, dilakukan pemasangan instalasi panel surya ke pompa air. Langkah awalnya dimulai dengan menghubungkan aki terlebih dahulu ke SCC. Kemudian, panel surya dihubungkan ke SCC. SCC memiliki spesifikasi 12 V sedangkan panel surya dapat mengeluarkan tegangan sampai 21.6 V, untuk itu sebelum menghubungkan *solar cell* ke SCC, sebaiknya solar charge controller diberi tegangan dari panel ke aki yang dipastikan tegangan maksimalnya 13.7 V. Hal tersebut dilakukan supaya tidak mendapatkan kelebihan tegangan apabila SCC yang dipakai memiliki tegangan 12 V. Langkah selanjutnya adalah menghubungkan panel surya ke SCC. Setelah itu, menghubungkan pompa air DC sebagai beban ke SCC. Pengaturan tegangan yang diatur pada SCC ke pompa air DC pada saat beban terhubung adalah 12.6 V dan beban otomatis terputus pada tegangan 10.7 V.

e. Menguji Instalasi

Tahap selanjutnya pengujian kinerja terhadap rancangan pompa air DC yang telah dikembangkan. Langkah awal dilakukan pengujian pada setiap alat yang digunakan dalam rancangan tersebut. Kemudian, semua komponen dikumpulkan untuk diuji coba. Pengujian dilakukan untuk menilai komponen mengalami kerusakan atau tidak. Pada tahapan ini dilakukan pengujian dengan metode pengukuran. Metode pengukuran dilakukan

dalam beberapa kategori. Pengukuran pertama yang dilakukan adalah mengukur besar intensitas cahaya matahari. Setelah itu dilakukan pengukuran tegangan, arus, dan daya yang dihasilkan oleh panel surya. Pengukuran kedua dilakukan untuk mengetahui tegangan, arus, dan daya aki. Pengukuran dilakukan mulai jam 08.00 sampai dengan jam 16.00 dengan menggunakan luxmeter dan wattmeter. Setelah itu, dilakukan pula pengukuran debit air yang dihasilkan rancangan tersebut per satu menit.

Instrumen pengujian sistem kerja alat-alat yang digunakan dalam rancangan ini terdiri atas 11 pertanyaan. Pertanyaan ini terkait dengan aspek fungsional dari alat yang digunakan. Pengujian ini dinilai oleh dua validator ahli konten. Setiap pertanyaan pada instrumen ini menggunakan jawaban berskala Guttman. Validator akan memberikan centang pada jawaban “Ya” apabila setiap alat berfungsi dengan baik. Kemudian validator akan memberikan centang pada jawaban “tidak” apabila alat tidak berfungsi dengan baik.

TABEL 1. DATA HASIL PENGUJIAN OLEH DUA VALIDATOR AHLI

Nama Validator	I	P	X=I/P
1	11	11	1
2	11	11	1

Berdasarkan perhitungan menggunakan rumus *feature completeness* di atas, nilai X dari jawaban “Ya” bernilai 1 dan nilai X dari jawaban “Tidak” bernilai 0. Perhitungan menggunakan rumus *feature completeness* dinyatakan diterima apabila hasil dari X bernilai 1 ($0 \leq X \leq 1$). Maka hasil perhitungan diatas menyatakan bahwa semua alat yang diuji dapat dipergunakan atau diterima kelayakannya untuk perancangan pompa air DC.

f. Evaluasi Instalasi

Berdasarkan perhitungan menggunakan rumus *feature completeness* di atas, nilai X dari jawaban “Ya” bernilai 1 dan nilai X dari jawaban “Tidak” bernilai 0. Perhitungan menggunakan rumus *feature completeness* dinyatakan diterima apabila hasil dari X bernilai 1 ($0 \leq X \leq 1$). Maka hasil perhitungan diatas menyatakan bahwa semua alat yang diuji dapat dipergunakan atau diterima kelayakannya untuk perancangan pompa air DC.

g. Implementasi Sistem

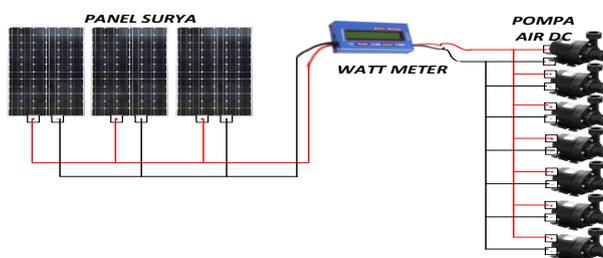
Rancangan pompa air DC menggunakan *solar cell* digunakan sebagai referensi sistem pengairan sawah pertanian desa dengan memanfaatkan panel surya. Diharapkan adanya rancangan alat ini, dapat dimanfaatkan oleh petani untuk irigasi sawah pertanian desa. Pada rancangan ini, panel surya masih disimpan diatas seng rumah untuk mendapatkan cahaya matahari sehingga diperlukan tiang besi untuk pemasangan panel surya di lahan pertanian. Untuk itu, masih diperlukan perancangan lebih lanjut terkait pemasangan rancangan tersebut di lahan pertanian.

2. Hasil Pengukuran Tegangan, Arus, dan Daya

Pengukuran panel surya dengan pompa air DC dilakukan dengan menggunakan alat ukur wattmeter. Dalam alat ukur watt meter ini, akan menghasilkan hasil pengukuran tegangan, arus dan daya pada objek yang diukur.

a. Pengukuran pada Panel Surya

Pengukuran dilakukan dengan cara menghubungkan probe positif wattmeter pada bagian source ke kabel positif panel surya dan probe negatif wattmeter bagian source ke kabel negatif panel surya. Selanjutnya menghubungkan probe positif wattmeter bagian load ke kabel positif pompa air DC dan probe negatif wattmeter bagian load ke kabel negatif pompa air DC seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Pengukuran Tegangan, Arus, dan Daya Panel Surya

Pengukuran intensitas cahaya matahari menggunakan *luxmeter* menghasilkan nilai intensitas cahaya dengan satuan lux. Pengonversian hasil ukur intensitas cahaya matahari (lux) ke Watt/m² tidak dapat dilakukan secara langsung tetapi harus dilakukan melalui percobaan terlebih dahulu. Namun, ada perkiraan konversi lux ke W/m² yaitu 1 lux = 0.0079 W [10]. Berikut Tabel 2 hasil intensitas cahaya matahari ke instensitas radiasi matahari yang dikonvesikan dari lux ke W/m², diantaranya:

TABEL 2. KONVERSI LUX KE W/M²

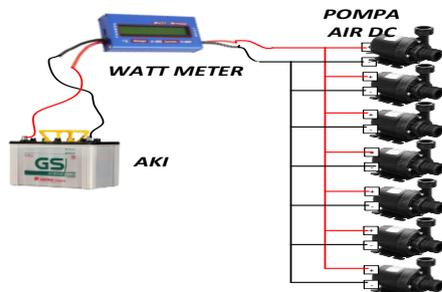
Jam (WITA)	lux	W/m ²
08.00	124400	982.76
09.00	130700	1032.53
10.00	134000	1058.6
11.00	135400	1069.66
12.00	141000	1113.9
13.00	138300	1092.57
14.00	137600	1087.04
15.00	121300	958.27
16.00	110800	875.32
Total	1173500	9270.65
Rata-rata	130388	1030.07

TABEL 3. PENGUKURAN OUTPUT PANEL SURYA

Jam	Lux	W/m ²	Panel Surya		
			V	I	P
08.00	124400	982.76	11.95	3.88	46.3
09.00	130700	1032.53	12.2	3.88	47.3
10.00	134000	1058.6	12.5	4.46	55.7
11.00	135400	1069.66	13.5	4.45	60
12.00	141000	1113.9	14.15	4.15	58.7
13.00	138300	1092.57	13.8	4.91	67.7
14.00	137600	1087.04	13.19	4.96	65.4
15.00	121300	958.27	11.28	4.55	51.3
16.00	110800	875.32	11.19	4.46	49.9
Total	1173500	9270.65	113.76	39.7	502.3
Rata-rata	130389	1030.07	12.64	4.41	55.81

b. Pengukuran pada Aki

Pengukuran dilakukan dengan cara menghubungkan probe positif *wattmeter* pada bagian source ke kabel positif aki dan probe negatif *wattmeter* bagian source ke kabel negatif aki. Selanjutnya menghubungkan probe positif *wattmeter* bagian load ke kabel positif pompa air DC dan probe negatif *wattmeter* bagian load ke kabel negatif aki seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Pengukuran Tegangan, Arus, dan Daya Aki

Data-data *output* panel surya dan aki yang telah diukur dapat dilihat pada Tabel 4.

TABEL 4. PENGUKURAN OUTPUT AKI

Jam	Lux	W/m ²	Aki		
			V	I	P
08.00	124400	982.76	11.67	5.16	60.2
09.00	130700	1032.53	12.42	5.06	62.8
10.00	134000	1058.6	12.22	5.17	63.1
11.00	135400	1069.66	12.15	5.42	65.8
12.00	141000	1113.9	12.18	5.53	67.3
13.00	138300	1092.57	12.22	5.17	63.1
14.00	137600	1087.04	12.13	4.96	60.1
15.00	121300	958.27	12.27	4.79	58.7
16.00	110800	875.32	12.04	4.86	58.5
Total	1173500	9270.65	109.3	46.12	559.6
Rata-rata	130389	1030.07	12.14	5.12	62.18

3. Hasil Pengukuran Debit Air

Pengukuran debit air dilakukan per satu menit selama pompa air mengalirkan air melalui pipa. Jumlah pompa air yang digunakan adalah 7 buah. Dari 7 buah pompa air tersebut mengalirkan air dan selama satu menit ditampung dalam wadah besar ukuran 60 L sebelum ditakar menggunakan gelas takaran. Pengukuran ini dilakukan dengan cara menghitung banyaknya pengambilan air per gelas takaran 1,5 liter. Hasil dari banyaknya pengambilan air menggunakan gelas takar dikali dengan 1.5 liter. Hasil hitung debit air dalam dilihat pada Tabel 5.

TABEL 5. DEBIT AIR YANG DIHASILKAN

Jam (WITA)	W/m ²	Debit Air (L/Min)
08.00	982.76	21
09.00	1032.53	22.75
10.00	1058.6	24.75
11.00	1069.66	25.5
12.00	1113.9	28
13.00	1092.57	27
14.00	1087.04	24
15.00	958.27	23.25
16.00	875.32	22.5
Total	9270.65	218.75
Rata-rata	1030.07	24.3

B. Pembahasan

Penelitian ini menghasilkan sebuah rancangan pompa air DC menggunakan *solar cell* berjenis *monocrystalline*. Alat ini dirancang untuk menyediakan sistem pompa air dalam bidang pertanian pada saat musim kemarau berlangsung. Rancangan sistem pompa air ini memanfaatkan energi matahari sebagai sumber penggerak dari pompa air DC yang digunakan. Sistem pompa air ini

menggunakan panel surya sebagai pengonversi energi matahari ke energi listrik berupa listrik DC. Sehingga adanya listrik DC tersebut dapat menghidupkan pompa air DC yang digunakan. Rancangan ini juga menggunakan aki sebagai penyimpan energi listrik yang dihasilkan panel surya dan untuk menghindari pompa air berumur pendek ketika dihubungkan langsung ke panel surya. Rancangan ini menggunakan *solar charge controller* untuk mengatur tegangan yang masuk ke aki serta menghindari *overcharge* pada aki dan tegangan balik ke panel surya jika dihubungkan langsung ke aki. Kemudian beban (Pompa air DC) dihubungkan pada port beban SCC. Penelitian sebelumnya menggunakan panel surya berjenis *polycrystalline* pada perancangan pompa air DC untuk sumber energi listrik penggerakannya [11]. Pada panel surya *monocrystalline* selnya terbuat dari Kristal tunggal sehingga elektron yang menghasilkan energi listrik mempunyai lebih banyak ruang untuk mengalir. Sedangkan pada *polycrystalline* mempunyai banyak Kristal silicon atau multi-kristal disetiap selnya sehingga elektron bergerak kurang bebas [12].

Sistem pompa air DC dilakukan pemasangan instalasi panel surya ke pompa air DC. Langkah awal dimulai dengan menghubungkan aki ke SCC. Kemudian SCC diatur tegangan yang akan masuk ke aki maksimal 14 V. Selanjutnya panel surya dihubungkan ke SCC. Kemudian menghubungkan pompa air DC sebagai beban ke SCC. tegangan diatur pada SCC ke beban sebesar 12 V. penginstalasian sistem menghasilkan sebuah rancangan pompa air DC menggunakan *solar cell* berjenis *monocrystalline*. Pada tahapan ini, komponen yang digunakan pada rancangan ini diuji coba untuk menilai komponen mengalami kerusakan atau tidak. Rancangan pompa air yang telah dikembangkan akan diuji dengan menggunakan metode pengukuran. Pengukuran dilakukan dalam beberapa kategori yaitu pengukuran intensitas cahaya, pengukuran tegangan, daya dan arus panel surya dan aki serta pengukuran debit air yang dihasilkan rancangan pompa air ini.

Pengukuran dilakukan per jam dimulai dari jam 08.00-16.00 WITA. Berdasarkan Tabel 2 hasil pengukuran intensitas cahaya matahari dengan satuan lux yang dikonversi ke W/m² didapatkan bahwa intensitas cahaya matahari semakin meningkat mulai jam 08.00-13.00 WITA dan besar intensitas cahaya matahari

mulai turun dari jam 14.00-16.00 WITA. Hasil pengukuran rata-rata intensitas cahaya matahari yang diukur sebesar 130389 lux yang dikonversi ke intensitas radiasi matahari sebesar 1030.07 W/m².

Hasil pengukuran tegangan, arus, dan daya yang dihasilkan rancangan pompa air DC, didapatkan bahwa makin tinggi intensitas cahaya matahari dan intensitas radiasi matahari makin besar pula tegangan arus dan daya yang diukur pada panel surya dan aki. Dari hasil pengukuran didapatkan data tegangan rata-rata pada panel surya sebesar 12.64 V dan arus rata-rata panel surya sebesar 4.41 A dengan daya rata-rata yang dihasilkan sebesar 55.81 W. Sedangkan untuk hasil ukur tegangan rata-rata pada aki sebesar 12.14 V dan arus rata-rata pada aki sebesar 5.12 A dengan daya rata-rata yang dihasilkan sebesar 62.18 W. Rancangan pompa air ini dapat berfungsi dengan baik untuk mengalirkan air dengan rata-rata debit air 24.3 L/min yang diukur per jam mulai pukul 08.00-16.00 WITA.

Rancangan pompa air DC berfungsi dengan baik ini sinkron dengan hasil penelitian sebelumnya bahwa rancangan pompa air DC menggunakan *solar cell* dapat mengalirkan air dengan dipengaruhi oleh intensitas cahaya matahari dan intensitas radiasi matahari yang mengenai permukaan *solar cell* [13]. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan rancangan memenuhi syarat bahwa rancangan pompa air DC yang dikembangkan benar-benar telah berfungsi. Untuk pemasangan lanjutan pada lahan pertanian, rancangan ini memerlukan tiang besi untuk tiang panel surya supaya memperoleh energi matahari dengan baik. Hasil seluruh pengujian pada penelitian ini menunjukkan bahwa rancangan pompa air DC menggunakan *solar cell* untuk irigasi lahan pertanian desa dapat diimplementasikan.

SIMPULAN

Berdasarkan data hasil penelitian yang telah dilakukan dan pembahasan yang telah diuraikan sebelumnya, maka dapat diperoleh kesimpulan.

1. Penelitian ini menghasilkan sebuah rancangan pompa air DC menggunakan *solar cell* yang dapat digunakan untuk membantu pengairan irigasi lahan pertanian. Rancangan ini dapat meringankan pengairan air di lahan pertanian dibandingkan menggunakan generator berbahan bakar minyak. Rancangan ini menjadi alat alternatif untuk membantu petani dalam mengairi sawahnya pada musim kemarau dengan memanfaatkan cahaya matahari. Dengan alat ini, petani dapat mengurangi pemakaian bahan bakar solar yang sulit didapatkan dan relatif mahal pada saat pengairan irigasi pertanian.

2. Rancangan pompa air DC menggunakan *solar cell* dinyatakan telah memenuhi aspek pengujian berdasarkan pengukuran tegangan, arus, dan daya yang dihasilkan panel surya dan aki. Hasil pengujian pada rancangan ini didapatkan bahwa besar intensitas cahaya matahari semakin meningkat mulai jam 08.00-13.00 WITA dan besar intensitas cahaya matahari mulai turun dari jam 14.00-16.00 WITA. Sehingga semakin tinggi intensitas cahaya matahari dan intensitas radiasi matahari makin besar pula tegangan arus dan daya yang diukur pada panel surya dan aki. Hasil pengukuran rata-rata intensitas cahaya matahari adalah 130389 lux dan intensitas radiasi matahari 1030.07 W/m². Hasil pengukuran panel surya jika sudah terhubung dengan pompa air DC (beban) adalah rata-rata tegangan sebesar 12.64 V dan rata-rata arus sebesar 4.41 A dengan daya rata-rata yang dihasilkan sebesar 55.81 W. Hasil pengukuran aki pada rancangan tersebut jika sudah terhubung dengan pompa air DC adalah tegangan rata-rata aki sebesar 12.14 V dan arus rata-rata aki sebesar 5.12 A dengan daya rata-rata yang dihasilkan sebesar 62.18 W.
 3. Hasil pengukuran debit air rata-rata yang didapatkan pada rancangan pompa air DC menggunakan *solar cell* sebesar 24.3 L/min yang diukur per jam mulai pukul 08.00-16.00 WITA. Pengukuran debit air dilakukan dengan gelas takar 1.5 liter. Pompa air DC dapat mengalirkan air dengan baik yang dipengaruhi oleh intensitas cahaya matahari yang mengenai permukaan *solar cell*.
- [3] “Global Solar Atlas,” The World Bank, 2022. <https://globalsolaratlas.info/>
 - [4] B. H. Purwoto, J. Jatmiko, M. A. Fadilah, and I. F. Huda, “Efisiensi Penggunaan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Alternatif,” *Emit. J. Tek. Elektro*, vol. 18, no. 1, pp. 10–14, 2018.
 - [5] M. B. Salim and N. Rajabiah, “Analisis Kemampuan Panel Surya Monokristalin 150 Watt pada Arus dan Pengisian yang Dihasilkan,” *JIPFRI J. Inov. Pendidik. Fis. Dan Ris. Ilm.*, vol. 3, no. 1, pp. 29–35, 2019.
 - [6] A. W. Hasanah, T. Koerniawan, and Y. Yuliansyah, “Kajian Kualitas Daya Listrik PLTS Sistem Off-Grid Di STT-PLN,” *Energi Kelistrikan*, vol. 10, no. 2, pp. 93–101, 2018.
 - [7] M. Naim, “Rancangan Sistem Kelistrikan PLTS Off Grid 1000 Watt Di Desa Loeha Kecamatan Towuti,” *Vertex Elektro*, vol. 12, no. 1, pp. 17–25, 2020.
 - [8] E. Setiawan, M. Facta, and A. Nugroho, “Penggunaan Konverter Jenis Buck Dengan Pemutus Tegangan Otomatis Untuk Pengisi Akumulator,” *Transient J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 4, no. 1, pp. 51–57, 2015.
 - [9] S. Sugiyono, *Metode Penelitian Evaluasi Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Alfabeta, 2018.
 - [10] I. A. Insan, “Optimalisasi Simulasi Maximum Power Point Tracking (Mppt) Pada Solar-Wind Turbine Menggunakan Metode Incremental Conductance,” *University of Muhammadiyah Malang*, 2017.
 - [11] D. Riyanto, M. Muhsin, and E. Kurniawan, “Perancangan Listrik Tenaga Surya 200 WP sebagai Energi Pompa Air untuk Sistem Pengairan Sawah Tadah Hujan,” *MULTITEK Indones.*, vol. 14, no. 2, pp. 131–137, 2021.
 - [12] “Perbedaan Panel Surya Monocrystalline dengan Polycrystalline,” *solarcellsurya.com*, 2014. [Online]. Available: <https://www.solarcellsurya.com/perbedaan-panel-surya-monocrystalline-polycrystalline/>
 - [13] Z. Iqtimal, I. D. Sara, and S. Syahrizal, “Aplikasi sistem tenaga surya sebagai sumber tenaga listrik pompa air,” *J. Komput. Inf. Teknol. Dan Elektro*, vol. 3, no. 1, 2018.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Pribadi, “Indonesia Kaya Energi Surya, Pemanfaatan Listrik Tenaga Surya oleh Masyarakat Tidak Boleh Ditunda,” *Humas EBTKE*, Jakarta, Sep. 02, 2021. [Online]. Available: <https://ebtke.esdm.go.id/post/2021/09/02/2952/indonesia.kaya.energi.surya.pemanfaatan.listrik.tenaga.surya.oleh.masyarakat.tidak.bole.h.ditunda>
- [2] N. Aryanto, A. Jaya, and H. Rudiya, “Optimalisasi Implementasi Tenaga Surya sebagai Sumber Suplai Sistem Irigasi Lahan Petani di Desa Pernek,” *J-POM J. Pengabdian Olat Maras*, vol. 1, no. 1, pp. 35–39, 2022.