

Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Untuk Pompa Irigasi Sawah di Desa Ulak Aurstanding Kecamatan Pemulutan Selatan Kabupaten Ogan Ilir

Izzul Fazlul Alam¹, Abdul Aziz², Perawati³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas PGRI Palembang

izzul.alam.00@gmail.com¹, azis@univpgri-palembang.ac.id², Perawati80@univpgri-palembang.ac.id³

Received 05 Juni 2023 | Revised 23 Juli 2023 | Accepted 11 September 2023

ABSTRAK

Sawah di Desa Ulak Aurstanding Kecamatan Pemulutan Selatan Kabupaten Ogan Ilir merupakan jenis sawah lebak dengan luas ± 20 ha. Pengelolaan air pada lahan sawah tersebut belum dilakukan secara optimal, sehingga petani masih melakukan kegiatan tanam satu kali dalam setiap tahunnya, yang disebabkan terjadinya genangan air yang tinggi pada saat musim hujan dan kekeringan pada saat musim kemarau. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk membantu petani dalam mengairi sawah adalah pemanfaatan pompa air bertenaga surya, agar dapat meningkatkan produktivitas dan dapat menjadi solusi untuk mengatasi kekurangan air saat musim kemarau. Untuk memenuhi kebutuhan air lahan sawah seluas 20 ha diperlukan pompa dengan kapasitas 11,85 kW dengan debit air sebesar 0,1344 m³/s. Maka dibutuhkan 2 unit pompa dengan kapasitas 7,5 kW per pompa dengan debit air yang dihasilkan dari 2 unit pompa yaitu 0,1667 m³/s. Untuk memenuhi total daya 2 unit pompa tersebut dibutuhkan 50 unit panel surya dengan kapasitas 500 Wp per panel. Maka untuk sistem penyimpanannya dibutuhkan 56 unit baterai 12 V 300 A, sedangkan untuk mengatur sistem penyimpanan baterai digunakan SCC agar tidak terjadi over charging. Listrik yang dihasilkan oleh panel surya dan baterai harus dikonversikan dari listrik DC menjadi listrik AC yang dibutuhkan pompa, maka digunakan 2 unit inverter dengan kapasitas 10 kW per inverter. Sistem pengairan yang akan digunakan adalah sistem pengairan permukaan yang akan dibagi menjadi saluran irigasi primer dan sekunder, total debit air yang dapat ditampung dalam saluran irigasi ini sebanyak 2.257 m³. Perencanaan Sistem PLTS ini memiliki 5 komponen utama dengan total biaya sebesar Rp. 411.074.582.

Kata kunci: Perencanaan, Panel Surya, Pompa, Irigasi, Sawah

The rice fields in Ulak Aurstanding Village, South Pemulutan District, Ogan Ilir Regency are of the lebak type of rice fields with an area of ± 20 ha. Water management in paddy fields has not been carried out optimally, so farmers are still planting once a year, which is caused by high waterlogging during the rainy season and drought during the dry season. One of the efforts that can be made to assist farmers in irrigating the fields is the use of solar-powered water pumps, in order to increase productivity and can be a solution to overcome water shortages during the dry season. To meet the water needs of paddy fields covering an area of 20 ha, a pump with a capacity of 11.85 kW is required with a water discharge of 0.1344 m³/s. Then it takes 2 units of pumps with a capacity of 7.5 kW per pump with a water discharge produced from 2 units of pumps which is 0.1667 m³/s. To meet the total power of the 2 pump units, 50 units of solar panels with a capacity of 500 Wp per panel are needed. So for the storage system, 56 units of 12 V 300 A batteries are needed, while SCC is used to control the battery storage system to prevent overcharging. The electricity generated by solar panels and batteries must be converted from DC electricity to AC electricity needed by the pump, so 2 inverter units with a capacity of 10 kW per inverter are used. The irrigation system to be used is a surface irrigation system which will be divided into primary and secondary irrigation channels, the total water discharge that can be accommodated in this irrigation channel is 2,257 m³. This PLTS System Planning has 5 main components with a total cost of Rp. 411,074,582.

Keywords: Planning, Solar Panels, Pumps, Irrigation, Paddy Fields

I. PENDAHULUAN

Indonesia dikenal sebagai negara yang hampir sebagian besar penduduknya mempunyai mata pencaharian di bidang pertanian atau bercocok tanam. Sektor pertanian masih menjadi mata pencaharian paling utama yang di jalankan masyarakat Indonesia. Salah satunya masyarakat dapat bercocok tanam dengan menanam padi di sawah, beberapa lahan sawah masyarakat ada yang memiliki irigasi yang baik namun ada pula lahan sawah yang memanfaatkan hujan ataupun air yang berasal dari reklamasi rawa lebak untuk mengairi sawah mereka (Hamzah, Irianto, & Kasim, 2019).

Penelitian ini didasari oleh temuan yang ada di Desa Ulak Aurstanding Kecamatan Pemulutan Selatan Kabupaten Ogan Ilir, dimana sawah para petani di desa tersebut yang memiliki luas kurang lebih 20

ha (hektar) dan membutuhkan air untuk melakukan penanaman padi kurang lebih setinggi mata kaki (10-15 cm). Jenis sawah para petani di desa ini adalah sawah lebak yang apabila pada musim kemarau dapat mengalami kekeringan. Pengelolaan air lahan rawa lebak Kabupaten Ogan Ilir belum dilakukan secara optimal. Kondisi existing petani masih melakukan kegiatan tanam satu kali dalam setiap tahunnya, keadaan ini disebabkan terjadinya genangan air yang tinggi pada saat musim hujan dan kekeringan pada saat musim kemarau (Triana, 2019). Genangan dan kekeringan tidak dapat diduga dengan tepat merupakan kendala utama pengembangan lahan rawa lebak yang tergantung pada keadaan hidrotografi, curah hujan serta ketinggian air sungai. Kekurangan air yang dialami para petani membuat produksi hasil sawah mereka dalam satu tahun hanya menghasilkan satu kali panen bahkan tidak menutup kemungkinan para petani di desa tersebut dapat mengalami gagal panen.

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk membantu petani dalam mengairi lahan pertaniannya adalah dengan memanfaatkan sistem pompa air bertenaga disel. Namun sistem pompa air bertenaga disel ini kurang efektif, karena biaya bahan bakar minyak yang cukup besar. Sehingga dibutuhkan alternatif solusi berupa pompa air berbahan bakar energi terbarukan yang nantinya dapat meningkatkan produktivitas hasil pertanian petani. Seiring dengan kemajuan teknologi dan ilmu pengetahuan telah banyak ditemukan sumber energi terbarukan sebagai pengganti bahan bakar minyak. Salah satunya adalah pemanfaatan teknologi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) yang merupakan pembangkit listrik yang memanfaatkan energi dari cahaya matahari untuk menghasilkan energi listrik. Komponen utama dari PLTS adalah panel surya fotovoltaik yang dapat mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik sehingga dapat digunakan untuk kebutuhan listrik sehari-hari (Emidiana, Amin, Azis, Pebrianti, & Perawati, 2023). Teknologi PLTS dapat digunakan sebagai sumber energi penggerak pada pompa air. Secara umum kinerja pompa air tenaga surya dapat berjalan baik apabila mendapatkan radiasi sinar matahari yang cukup (Atribowo, Endah, & Anwar, 2017).

Pompa air tenaga surya dapat dipergunakan untuk mengairi sistem pertanian dengan kapasitas debit air yang bervariasi, tergantung pada kebutuhan. 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 (Nurdiana, et al., 2022). 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 dimanamana dan sepanjang tahun. Diharapkan dengan adanya penelitian ini petani Desa Ulak Aurstanding dapat terbantu dalam meningkatkan produktivitas sawah, dan dapat menjadi solusi untuk mengatasi kekurangan air yang dialami petani yang masih mengandalkan sistem sawah lebak.

II. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan April 2022 hingga bulan Agustus 2022 di persawahan Desa Ulak Aurstanding Kecamatan Pemulutan Selatan Kabupaten Ogan Ilir yang memiliki luas keseluruhan 20 hektar.



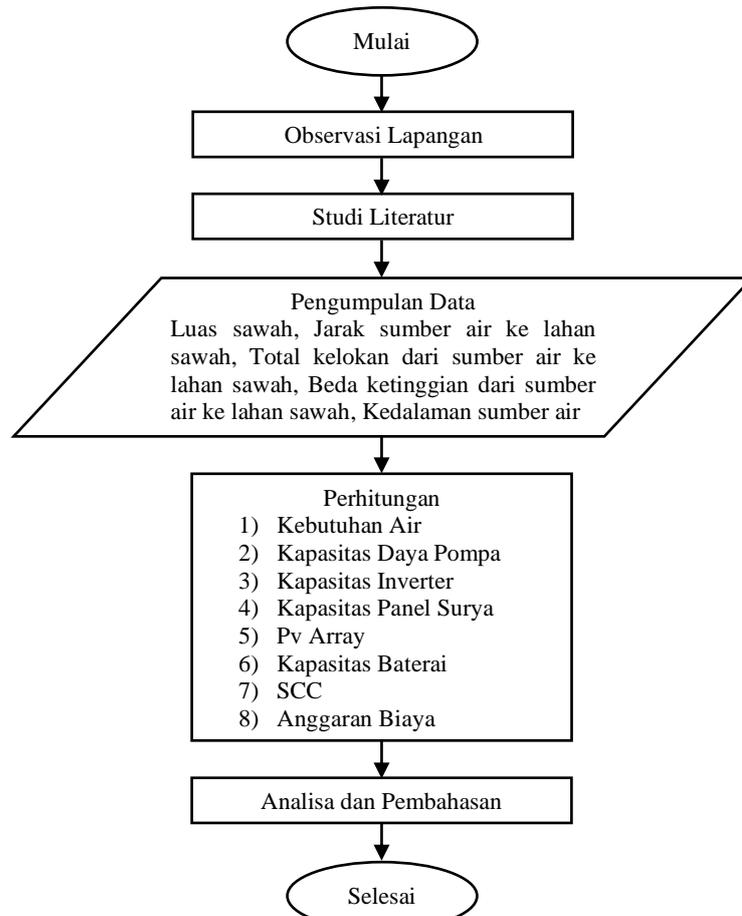
Gambar 1. Sawah di Desa Ulak Aurstanding



Gambar 2. Sumber Air di Desa Ulak Aurstanding

B. Tahapan Penelitian

Tahapan pada penelitian ini dilakukan berdasarkan Gambar 2 dibawah ini.



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

1) Menentukan Kebutuhan Air

Kebutuhan air sawah terbagi menjadi tiga fase, yaitu: fase pertama pengolahan tanah, fase kedua pertumbuhan vegetatif, dan fase ketiga pertumbuhan generatif (Triana, 2019). Untuk mendapatkan rata-rata kebutuhan air harian per hektar, perlu dijumlahkan total kebutuhan airnya per fase, maka rata-rata kebutuhan air per hektar dalam liter/detik (L/s) adalah (Sanjaya, Girianti, & Kumara, 2019):

$$\text{Rata - rata kebutuhan air per hektar} = (\text{fase 1} + \text{fase 2} + \text{fase 3})/3 \quad (1)$$

2) Menentukan Kapasitas Daya Pompa

Pompa merupakan suatu alat untuk memindahkan fluida melalui saluran tertutup. Fungsi pompa adalah untuk mengubah energi mekanis dari penggerak pompa menjadi energi tekan dalam fluida sehingga

akan menjadi aliran fluida atau perpindahan fluida melalui saluran tertutup. Perpindahan zat cair dapat terjadi menurut arah horizontal maupun vertikal, seperti zat cair yang berpindah secara mendatar akan mendapat hambatan berupa gesekan dan turbulensi. Pada perpindahan zat cair dengan arah vertikal, hambatan yang timbul yang diakibatkan adanya perbedaan tinggi antara permukaan hisap (*suction*) dan permukaan tekan (Kalsim, 2002). Untuk menentukan kapasitas daya pompa harus ditentukan terlebih dahulu debit air yang akan diangkat. Debit air yang akan diangkat dapat ditentukan berdasarkan rata-rata kebutuhan air harian per hektar, luas sawah, dan lama pemakaian per hari. Maka debit air yang akan diangkat adalah (Sanjaya, Girianti, & Kumara, 2019):

$$Q = \frac{\text{Rata-rata kebutuhan air per hektar} \times \text{luas sawah} \times 24 \times 3.600}{\text{lama pemakaian per hari} \times 3.600} \quad (2)$$

Selanjutnya untuk menentukan head pompa berdasarkan perbedaan tinggi, jarak dari sumber air ke sawah sejauh, dan total kelokan yang direncanakan akan dilalui oleh air. Maka head pompa adalah (Sanjaya, Girianti, & Kumara, 2019):

$$h = \text{beda tinggi} + (\text{jarak dari pompa ke sawah}/10) + (\text{total kelokan} \times 0,5) \quad (3)$$

Setelah mendapat debit air yang akan diangkat dan head pompa, selanjutnya baru dapat ditentukan kapasitas daya pompa yang dibutuhkan sehingga pompa mampu untuk mengangkat air dari sumber air menuju sawah. Maka kapasitas daya pompa adalah (Sanjaya, Girianti, & Kumara, 2019):

$$P = \rho Q g h \quad (4)$$

Dimana:

P = Daya pompa (Watt)

g = Percepatan gravitasi bumi (m/s^2)

ρ = Berat spesifik fluida (kg/m^3)

h = Head pompa (m)

Q = Debit air yang akan diangkat (m^3/s)

3) Menentukan Kapasitas Inverter

Inverter adalah perangkat listrik yang digunakan sebagai pengubah arus listrik ke arah (DC) ke dalam arus listrik bergantian (AC). Inverter berguna untuk mengkonversi arus DC dari perangkat seperti baterai, panel surya/sel surya ke arus AC (Rudin, Emidiana, & Perawati, 2022). Berdasarkan kapasitas daya yang dibutuhkan oleh pompa, dapat ditentukan spesifikasi inverter yang digunakan dengan mempertimbangkan faktor efisiensi. Adapun ketentuan rating inverter yang digunakan dalam melayani suplai daya ke beban dari suatu sistem pembangkit tenaga listrik yaitu adanya penambahan 20% dari kapasitas daya yang akan dilayani. Sehingga kapasitas daya pompa yang akan dilayani inverter tersebut ditambah 20% (Sanjaya, Girianti, & Kumara, 2019).

4) Menentukan Kapasitas Panel Surya

Panel surya atau sel surya merupakan peralatan yang mampu mengubah secara langsung, cahaya matahari menjadi energi listrik. Sel surya dapat dianalogikan sebagai peralatan dua terminal atau sambungan, dimana saat kondisi cahaya tidak memadai (gelap), dan akan berfungsi sebagai dioda, dan saat disinari cahaya matahari dapat menghasilkan tegangan (Amin, Emidiana, Pebrianti, & Irwansi, 2022). Kapasitas modul panel surya yang dinyatakan dalam W_p dan tersedia dalam beberapa ukuran. Untuk penggunaan pembangkit, Untuk mendapatkan tegangan yang lebih besar, modul disusun secara seri dan untuk mendapatkan arus yang besar, modul disusun secara paralel. Kebutuhan kapasitas panel surya (kW_p) ditentukan oleh besar energi (kW) yang dibutuhkan beban dalam satu periode dan tingkat radiasi matahari di lokasi. Beberapa faktor dapat mempengaruhi efisiensi panel seperti temperatur, koneksi kabel, inverter, baterai, dan lain-lain, sehingga secara praktek hasil perhitungan yang diperoleh dikoreksi dengan faktor derating yang umumnya sekitar 40%. Maka kapasitas panel surya adalah (Sianipar, 2014):

$$\sum P_m = P_L / (100\% - \text{losses}) \quad (5)$$

Setelah mendapat besar kapasitas panel surya yang dibutuhkan, maka dapat ditentukan berapa unit jumlah modul panel surya yang akan digunakan. Maka jumlah modul panel surya adalah (Sianipar, 2014):

$$\sum P_v = \sum P_m / (P_m t) \quad (6)$$

Dimana:

$\sum P_m$ = Jumlah daya yang perlu disiapkan panel surya (kW_p)

P_L	=	Total beban harian (kW)
$losses$	=	Faktor derating (40%)
$\sum P_v$	=	Jumlah modul surya
P_m	=	Daya maksimum dari panel surya yang dipakai (Wp)
t	=	Rata-rata waktu intensitas cahaya matahari (jam)

5) Menentukan Pv Array

Photovoltaic array adalah serangkaian modul photovoltaic (Pv) yang dirangkai dengan kombinasi seri ataupun paralel untuk mendapatkan besaran arus dan tegangan tertentu. Dalam rangkaian Pv Array, modul Pv mengikuti karakteristik dari tahanan tiap selnya ketika terkena radiasi sinar matahari. Dengan cakupan area yang relatif luas, maka akan terdapat perubahan karakteristik yang cukup signifikan apabila radiasi sinar matahari yang mengenai semua modul Pv tidak seragam. Ketidakteraturan radiasi sinar matahari yang menerpa Pv Array ini sangat mungkin terjadi dalam operasi sehari-hari. Jumlah modul panel surya dihitung dengan persamaan sebagai berikut (Sianipar, 2014):

$$Pv \text{ Array} = \text{Dimensi panel surya} \times \text{jumlah modul panel surya} \quad (7)$$

6) Menentukan Kapasitas Baterai

Umumnya baterai sistem PLTS direncanakan untuk DoD (*Depth of Discharge*) 25% hingga 30% sehingga umur baterai sekitar 5 tahun. Ini berarti, kapasitas baterai harus beberapa kali jumlah energi yang akan dilepas dalam satu siklus, sehingga untuk menentukan kapasitas reel baterai dapat digunakan persamaan sebagai berikut (Sianipar, 2014):

$$\text{Kapasitas Reel Baterai} = \text{Kapasitas Baterai} \times \text{DoD} \quad (8)$$

Setelah didapatkan kapasitas reel baterai, dapat ditentukan jumlah unit baterai dengan menggunakan persamaan sebagai berikut (Sianipar, 2014):

$$\text{Jumlah Unit Baterai} = \text{Total Kapasitas Beban} / \text{Kapasitas Reel Baterai} \quad (9)$$

7) Menentukan SCC

Solar Charger Controller (SCC) merupakan komponen elektronik pada pembangkit listrik tenaga surya untuk mengatur dalam pengisian baterai dari panel surya menjadi lebih optimal efisien. Perangkat ini bekerja dengan cara mengatur tegangan dan arus pengisian berdasarkan daya yang dihasilkan dari panel surya dan status pengisian baterai (Rudin, Emidiana, & Perawati, 2022). *Solar Charger Controller* dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut (Sianipar, 2014):

$$I_{SCC} = \text{Jumlah daya Pv Array terbesar} / \text{tegangan bank baterai} \quad (10)$$

8) Menentukan Rencana Anggaran Biaya

Setelah semua komponen pembangkit listrik tenaga surya diketahui, maka dapat dihitung anggaran biayanya. Menghitung rencana anggaran biaya dengan cara mengkalikan jumlah masing-masing komponen dengan harga komponen yang sesuai dengan kapasitasnya dan merek masing-masing komponen tersebut. Setelah itu semua anggaran biaya masing-masing komponen dijumlahkan, sehingga didapatkan total rencana anggaran biayanya.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Penelitian

Di Indonesia masih banyak lahan persawahan yang sulit mendapatkan pasokan air untuk mengairi persawahan, seperti di Desa Ulak Aurstanding Kecamatan Pemulutan Selatan. Sumber pasokan air untuk sawah di Desa Ulak Aurstanding adalah Sungai Kijang Mati. Dari hasil observasi didapatkan data berikut:

– Luas sawah	: 20 hektar
– Jarak dari Sungai Kijang Mati ke lahan sawah	: 10 meter
– Total kelokan dari Sungai Kijang Mati ke sawah	: 8 kelokan
– Beda ketinggian dari Sungai Kijang Mati ke lahan sawah	: 3-4 meter
– Kedalaman Sungai Kijang Mati	: 6-7 meter

B. Hasil

1) Kebutuhan Air

Dari hasil wawancara secara langsung dengan Ketua Gapoktan dan para petani Desa Ulak Aurstanding, dapat diketahui kebutuhan air pada musim kemarau yaitu:

- Fase pengolahan tanah dan persemaian selama 30 hari dengan kebutuhan air 1,7 L/s per hektar.
- Fase pertumbuhan vegetatif, selama 40 hari dengan kebutuhan 1 L/s per hektar.
- Fase pertumbuhan generatif, selama 40 hari dengan kebutuhan air 1,50 L/s per hektar.

Maka rata-rata kebutuhan air harian per hektar dapat ditentukan dengan persamaan (1) yaitu:

$$\text{Rata - rata kebutuhan air per hektar} = (1,7 + 1 + 1,5)/3 = 4,2/3 = 1,4 \text{ L/s}$$

2) Kapasitas Daya Pompa

Perhitungan kapasitas daya pompa dilakukan agar dapat memilih spesifikasi kapasitas pompa yang tepat agar mampu mengangkat air dari sumber air ke saluran irigasi. Jika rata-rata kebutuhan air harian per hektar sebanyak 1,4 L/s dan asumsi lama pemakaian pompa selama 5 jam per hari menyesuaikan dengan rata-rata intensitas cahaya matahari di Indonesia, maka debit air yang akan diangkat dapat ditentukan dengan persamaan (2) yaitu:

$$Q = (1,4 \times 20 \times 24 \times 3.600)/(5 \times 3.600) = (2.419.200 / 18.000) = 134,4 \text{ L/s} = 483,84 \text{ m}^3/\text{hour}$$

Selanjutnya head pompa dapat ditentukan dengan persamaan (3) yaitu:

$$h = 4 + (10/10) + (8 \times 0,5) = 4 + 1 + 4 = 9 \text{ m}$$

Setelah mendapat debit air yang akan diangkat sebesar 134,4 L/s dan head pompa 9 m, selanjutnya dapat ditentukan kapasitas daya pompa. Adapun nilai ketetapan dari berat spesifik fluida adalah 1.000 kg/m³, dan percepatan gravitasi bumi adalah 9,8 m/s², maka kapasitas daya pompa dapat ditentukan dengan persamaan (4) yaitu:

$$P = 1.000 \times (134,4/1.000) \times 9,8 \times 9 = 11.854,08 \text{ kg m}^2/\text{detik}^3 = 11.854,08 \text{ W} = 11,85408 \text{ kW}$$

Setelah mendapat kapasitas daya pompa, selanjutnya dapat ditentukan jenis pompa yang akan digunakan, penentuan jenis pompa harus disesuaikan dengan dengan kapasitas daya yang dibutuhkan yaitu minimal sebesar 11,8 kW, *flow rate* atau debit air yang mampu diangkat oleh pompa minimal 134,4 L/s atau 483,84 m³/h, dan head pompa minimal 9 m. Maka pompa yang akan digunakan adalah pompa SW Submersible Sewage Pump Model 150SW150-10-7.5L/4.

Tabel 1. Spesifikasi SW Submersible Sewage Pump Model 150SW150-10-7.5L/4

Spesifikasi	Kapasitas Yang Dibutuhkan	SW Submersible Sewage Pump Model 150SW150-10-7.5L/4
Flow rate	483,84 m ³ /h	300 m ³ /h
Head	9 m	16 m
Daya	11,85 kW	7,5 kW
Efisiensi		55 %
Rated Voltage		3 phase 380 V - 400 V
r.p.m		1450



Berdasarkan spesifikasi pompa pada Tabel 1, maka diperlukan dua unit pompa SW Submersible Sewage Pump Model 150SW150-10-7.5L/4 agar dapat memenuhi kapasitas daya pompa yang dibutuhkan sebesar 11,854 kW dan debit air yang diangkat sebesar 483,84 m³/h.

3) Kapasitas Inverter

Berdasarkan daya yang dibutuhkan oleh pompa sebesar 15 kW, dapat ditentukan spesifikasi inverter yang digunakan dengan mempertimbangkan faktor efisiensi. Adapun ketentuan rating inverter yang digunakan dalam melayani suplai daya ke beban adalah adanya penambahan 20% dari kapasitas daya yang akan dilayani. Maka kapasitas inverter yang dibutuhkan adalah sebesar 15 kW + 20% = 18 kW, sehingga dibutuhkan dua unit inverter dengan kapasitas 10 kW. Jadi inverter yang digunakan adalah Inverter HopeSun 10KTL dengan kapasitas 10 kW per inverter.

Tabel 2. Spesifikasi Inverter HopeSun 10KTL

Spesifikasi	Inverter HopeSun 10KTL
Capacity	10 kW
Output Current	14,5 A
Main Power Suplay	380-440 V
Phase	3
MPPT Input Current	20 A
Max Short Circuit Current Per MPPT	30 A
Minimal Input Voltage	200 V
Maksimum Input Votage	1.100 V
Number Of MPPT Tracker	2
Relay Output	3

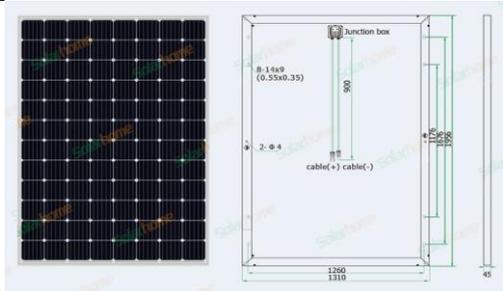


4) Kapasitas Panel Surya

Pada penelitian ini PLTS yang direncanakan akan digunakan adalah sistem *off-grid*, dengan daya utama sebesar 500 WP per panel. Berikut adalah tabel spesifikasi dari Panel surya yang akan digunakan:

Tabel 3. Spesifikasi Panel Surya Bsm500m-96 500Wp

Spesifikasi	Panel Surya Bsm500m-96 500Wp
Peak Power Watt Pmax (Wp)	500
Power Output Tolerance (W)	0 ~ +5
Maximum Power Voltage Vmp (V)	48
Maximum Power Current Imp (A)	10
Open Circuit Voltage Voc (V)	59,01
Short Circuit Current Isc (A)	10
Modul Efisiensi	19,51
Temperature Coefficient	+ 0,085%/°C
Temperature Coefficient	+0,330%/°C
Temperature Coefficient	+0,410%/°C
STC	Irradiance 1000W/m ²



Daya listrik yang dibutuhkan pompa sebesar 7,5 kW atau 15 kW dengan menggunakan dua unit pompa yang bekerja secara bersamaan untuk memenuhi kebutuhan air pada sawah seluas 20 ha dengan lama pemakaian selama 5 jam per hari. Selanjutnya dapat ditentukan berapa daya yang perlu disiapkan oleh panel surya untuk menyuplai daya pada total beban harian. Energi listrik yang dihasilkan PLTS ini tidak 100% dapat digunakan, karena selama masa transmisi dari panel surya hingga pada akhirnya ke beban, terdapat hingga 40% energi listrik yang hilang. Maka jumlah daya yang perlu disiapkan panel surya dapat ditentukan dengan persamaan (5) yaitu:

$$\sum P_m = (15 \times 5) / (100\% - 40\%) = 60\% = 125 \text{ kWp}$$

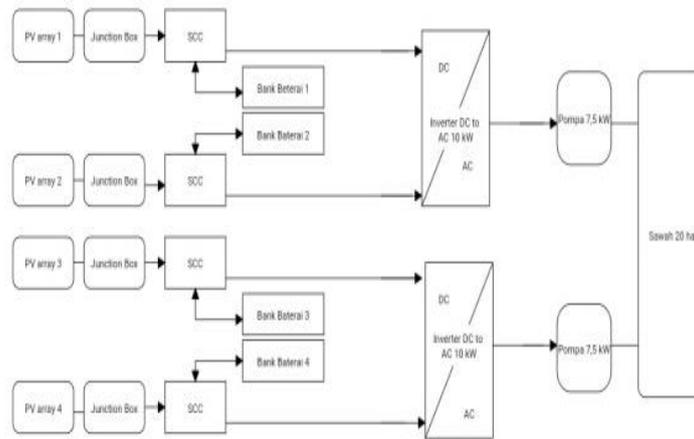
Setelah mendapat kapasitas daya yang perlu disiapkan panel surya, dapat dihitung berapa jumlah modul surya yang dibutuhkan. Maka jumlah modul surya yang dibutuhkan dapat ditentukan dengan persamaan (6) yaitu:

$$\sum P_p = 125 / (500 \times 5) = 125.000 / 2.500 = 50 \text{ unit}$$

Jadi total jumlah modul Surya yang dibutuhkan untuk menyuplai daya yang perlu disiapkan panel surya sebanyak 50 unit, dengan daya maksimal per modul surya adalah 500 Wp.

5) Pv Array

Pada perencanaan sistem PLTS ini jumlah panel surya dibagi menjadi 4, karena pada spesifikasi inverter terdapat 2 tracker mppt untuk setiap inverter. Sehingga terdapat 4 array, jumlah Panel Surya untuk array 1 dan array 3 yaitu 12 unit, sedangkan untuk array 2 dan array 4 yaitu 13 unit. Pada masing-masing array pemasangan panel surya ada yang dihubungkan seri dan paralel. Panel surya memiliki tegangan sebesar 48 V dan arus sebesar 10 A, sedangkan pada inverter tegangan *input* minimal sebesar 200 V dan tegangan *input* maksimum sebesar 1.100 V, dan untuk arus *input* maksimum sebesar 30 A, maka:



Gambar 4. Blok Diagram PLTS

- Pv Array 1 dan 3
Jumlah panel per Pv Array sebanyak 12 unit, 9 unit panel dihubungkan secara seri sehingga tegangan menjadi 432 V per Pv Array, dan 3 unit panel dihubungkan secara paralel sehingga arus listriknya menjadi 30 A per Pv Array.
- Pv Array 2 dan 4
Jumlah panel per Pv Array sebanyak 13 unit, 10 unit panel dihubungkan secara seri sehingga tegangan menjadi 480V per Pv Array, dan 3 unit panel dihubungkan secara paralel sehingga arus listriknya menjadi 30 A per Pv Array.

Panel surya 500Wp memiliki dimensi $1,310 \times 1,956 \text{ m} = 2,5623,6 \text{ m}^2$ sehingga luas lahan yang perlu disiapkan untuk area Array dapat ditentukan dengan persamaan (7) yaitu:

$$Pv \text{ Array} = 2,56236 \text{ m}^2 \times 50 \text{ unit} = 128,118 \text{ m}^2 \quad (7)$$

6) Kapasitas Baterai

Baterai yang digunakan adalah Baterai Shoto UPS PLTS VRLA 6-FMX-100B dengan kapasitas 3.600 W (12 Volt 300 Ah). Syarat baterai bekerja secara normal adalah arus yang tersimpan di baterai tidak boleh terkuras lebih dari 25%. Sehingga DoD baterai yaitu $100\% - 25\% = 75\%$ kapasitas normal dapat ditentukan dengan persamaan (8) yaitu:

$$Kapasitas \text{ Reel Baterai} = 3.600 \text{ W} \times 75\% = 2.700 \text{ W}$$

Karena yang digunakan dua unit pompa, maka jumlah unit baterai yang akan digunakan dapat ditentukan dengan persamaan (9) yaitu:

$$Jumlah \text{ Unit Baterai} = (75.000/2.700) \times 2 = 27,78 \times 2 = 55,5 = 56 \text{ (Pembulatan)}$$

Sama seperti array jumlah baterai pada perencanaan sistem PLTS ini dibagi menjadi 4, sehingga jumlah baterai pada masing-masing bank baterai adalah 14 unit, kemudian masing-masing baterai dihubungkan secara seri sehingga tegangan bank baterai menjadi $12 \text{ V} \times 14 = 168 \text{ V}$, sedangkan arus listrik bank baterai tetap yaitu 300 Ah.

7) SCC

SCC digunakan untuk menghubungkan panel surya dan baterai dengan tujuan mencegah panel surya mengisi daya ke baterai secara berlebihan dan memberikan daya pada inverter. Besar arus SCC yang diperlukan dapat ditentukan dengan persamaan (10) yaitu:

$$I_{SCC} = (500 \times 13)/(12 \times 14) = 6.500/168 = 38,69 = 40 \text{ A (Pembulatan)}$$

Sehingga SCC yang diperlukan harus punya spesifikasi 40 A atau di atasnya. SCC yang akan digunakan dalam perencanaan sistem PLTS ini adalah jenis SCC MPPT 50 A. Pemilihan jenis ini dilakukan karena pada SCC MPPT bisa lebih efektif mengoptimalkan tegangan yang berasal dari panel surya. Sehingga energi yang dihasilkan oleh panel surya dapat ditransfer ke bank baterai dengan kecepatan maksimum. SCC

MPPT memiliki efisiensi 93%-97% saat mengonversi daya, artinya MPTT bisa memberi daya 30% lebih banyak daripada PWM.

8) Rencana Anggaran Biaya

Setelah diketahui spesifikasi komponen yang sesuai untuk perencanaan PLTS untuk pompa irigasi sawah Desa Ulak Aurstanding, maka selanjutnya dapat ditentukan biaya dari tiap-tiap komponen dan perencanaan biaya untuk PLTS irigasi.

Tabel 4. Rencana Anggaran Biaya

Komponen	Jumlah	Harga Satuan	Harga Total
Pompa Submersible Sewage Pump 7,5 kW	2	Rp 56.935.000	Rp 113.870.000
Panel surya 500Wp	50	Rp 3.500.000	Rp 175.000.000
Inverter 10 kW	2	Rp 8.797.163	Rp 17.594.326
SCC 50A	4	Rp 3.472.564	Rp 13.890.256
Baterai 12V 300Ah	56	Rp 1.620.000	Rp 90.720.000
Harga Total			Rp 411.074.582

C. Pembahasan

Pada waktu mengairi tanaman padi di sawah seluas 20 ha (200.000 m²), dalamnya air harus diperhatikan dan disesuaikan dengan umur tanaman tersebut dan pengurangan air akibat evapotranspirasi. Sehingga kedalaman air diatur dengan cara sebagai berikut:

- Tanaman padi yang berumur 0-8 hari kedalaman air hanya 5 cm, maka kebutuhan air sawah adalah: $0,05 \times 200.000 = 10.000 \text{ m}^3$. Waktu yang dibutuhkan oleh dua unit pompa untuk mengairi sawah adalah: $10.000 / (300 + 300) = 16,6667 \text{ jam}$
- Tanaman yang berumur 8-45 hari kedalaman air dapat ditambah hingga 10-20 cm, maka kebutuhan air sawah adalah: $0,2 \times 200.000 = 40.000 \text{ m}^3$. Waktu yang dibutuhkan oleh dua unit pompa untuk mengairi sawah adalah: $40.000 / (300 + 300) = 66,6667 \text{ jam}$
- Tanaman padi yang sudah berbuah/bulir padi sudah ada dan mulai menguning kedalaman air dapat ditambah hingga 25 cm, maka kebutuhan air sawah adalah: $0,25 \times 200.000 = 50.000 \text{ m}^3$. Waktu yang dibutuhkan oleh dua unit pompa untuk mengairi sawah adalah: $50.000 / (300 + 300) = 83,3333 \text{ jam}$
- Setelah itu dikurangi sedikit demi sedikit.
- Tanaman padi sepuluh hari sebelum panen sawah dikeringkan sama sekali. Agar padi dapat masak/menguning serempak.

Sistem pengairan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah sistem pengairan permukaan pada skema pengairan ini saluran irigasi di bagi menjadi dua yaitu saluran irigasi primer dan saluran irigasi sekunder, pada saluran irigasi sekunder dibagi lagi menjadi delapan. Pada saluran irigasi primer memiliki panjang 730 m, lebar 1,5 m, dan tinggi 1 m. sedangkan saluran irigasi sekunder memiliki lebar 0,5 m dan tinggi 1m dengan panjang yang berbeda-beda tiap salurannya.



Gambar 4. Denah Irigasi PLTS

Untuk volume dari saluran irigasi ini dapat dihitung dengan menjumlahkan panjang saluran dikali lebar saluran dikali tinggi saluran, yaitu:

- Volume Saluran irigasi primer, $Vp = 730 \times 1,5 \times 1,5 = 1.642,5 \text{ m}^3$

- Volume Saluran irigasi sekunder 1, $V_{s1} = 164,25 \times 0,5 \times 1 = 82,125 \text{ m}^3$
- Volume Saluran irigasi sekunder 2, $V_{s2} = 181,75 \times 0,5 \times 1 = 90,875 \text{ m}^3$
- Volume Saluran irigasi sekunder 3, $V_{s3} = 159,25 \times 0,5 \times 1 = 79,625 \text{ m}^3$
- Volume Saluran irigasi sekunder 4, $V_{s4} = 109,25 \times 0,5 \times 1 = 54,625 \text{ m}^3$
- Volume Saluran irigasi sekunder 5, $V_{s5} = 109,25 \times 0,5 \times 1 = 54,625 \text{ m}^3$
- Volume Saluran irigasi sekunder 6, $V_{s6} = 159,25 \times 0,5 \times 1 = 79,625 \text{ m}^3$
- Volume Saluran irigasi sekunder 7, $V_{s7} = 181,75 \times 0,5 \times 1 = 90,875 \text{ m}^3$
- Volume Saluran irigasi sekunder 8, $V_{s8} = 164,25 \times 0,5 \times 1 = 82,125 \text{ m}^3$

Maka total volume dari saluran irigasi adalah:

$$\begin{aligned} V_{total} &= V_p + V_{s1} + V_{s2} + V_{s3} + V_{s4} + V_{s5} + V_{s6} + V_{s7} + V_{s8} \\ &= 1.642,5 + 82,125 + 90,875 + 79,625 + 54,625 + 54,625 + 79,625 + 90,875 + 82,125 \\ &= 2.257 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Sehingga lama waktu yang diperlukan pompa untuk memenuhi saluran irigasi adalah :

$$= 2.257 / (300 + 300) = 3,7616 = 4 \text{ jam (Pembulatan)}$$

IV. KESIMPULAN

1. Untuk mengairi area sawah seluas 20 ha diperlukan pompa dengan kapasitas 11,85 kW dengan *flow rate* sebesar 0,1344 m³/s. Maka untuk memenuhi kebutuhan air dibutuhkan 2 unit pompa dengan kapasitas 7,5 kW per pompa dengan *flow rate* yang dihasilkan dari 2 unit pompa yaitu 0,1667 m³/s.
2. Untuk memenuhi total daya 2 unit pompa dibutuhkan 50 unit panel surya dengan kapasitas 500Wp per panel. Maka untuk sistem penyimpanannya dibutuhkan 56 unit baterai 12 V 300A, sedangkan untuk mengatur sistem penyimpanan baterai digunakan SCC agar tidak terjadi over charging.
3. Listrik yang dihasilkan oleh panel surya dan baterai harus dikonversikan dari listrik DC menjadi listrik AC yang dibutuhkan pompa, maka digunakan 2 unit inverter dengan kapasitas 10 kW per inverter.
4. Sistem pengairan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah sistem pengairan permukaan yang akan dibagi menjadi saluran irigasi primer dan dan saluran irigasi sekunder, total debit air yang dapat ditampung dalam saluran irigasi ini sebanyak 2.257 m³
5. Perencanaan Sistem PLTS ini memiliki 5 komponen utama dengan total biaya dari kelima komponen adalah sebesar Rp. 411.074.582.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, M. S., Emidiana, Pebrianti, I. K., & Irwansi, Y. (2022). Penggunaan Panel Surya Sebagai Pembangkit Listrik Pada Alat Pengereng Makanan. *Jurnal Ampere*, 15-21, DOI: <https://doi.org/10.31851/ampere.v7i1.7703>.
- Apribowo, C. H., Endah, T. S., & Anwar, M. (2017). Prototype Sistem Pompa Air Tenaga Surya untuk Meningkatkan Produktivitas Hasil Pertanian. *Jurnal ABDIMAS*, 97-101, DOI: <https://doi.org/10.15294/abdimas.v21i2.12336>.
- Azis, A., & Febrianti, I. K. (2019). Analisis Sistem Proteksi Arus Lebih Pada Penyulang Cendana Gardu Induk Bungaran Palembang. *Jurnal Ampere*, [Online] 4(2), 332-344, DOI: <http://dx.doi.org/10.31851/ampere.v4i2.3468>. doi:<http://dx.doi.org/10.31851/ampere.v4i2.3468>
- Emidiana, N. N., Amin, M. S., Azis, A., Pebrianti, I. K., & Perawati, I. Y. (2023). Sosialisasi Penggunaan Panel Surya Bagi Petani Sawah Tadah Hujan. *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat Nusantara (JPKMN)*, 629-633, DOI: <https://doi.org/10.55338/jpkmn.v4i2.884> .
- Hamzah, S. R., Irianto, C. G., & Kasim, I. (2019). Sistem PLTS untuk Pompa Air Irigasi Pertanian di Kota Depok. *JETri: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 73-86, DOI: <https://doi.org/10.25105/jetri.v17i1.4788>.
- Kadarisman, P., & Sarimun, W. (2002). *Koordinasi OCR dan GFR Pada Jaringan Distribusi*. Jakarta: PT PLN (Persero) Jasa Pendidikan dan Pelatihan.
- Kalsim, D. K. (2002). *Rancang Irigasi Gravitasi, Drainase dan Infrastruktur*. Bogor: Departemen Teknik Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Nurdiana, N., Emidiana, Amin, M. S., Febrianti, I. K., Perawati, Irwansi, Y., & Azis, A. (2022). Sosialisasi dan Penyuluhan Pemanfaatan Energi Terbarukan di Lingkungan SMK Tri Darma Palembang.

Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat (ABDIMAS) Universitas Baturaja, 3(1), 35-42, DOI: <https://doi.org/10.54895/abdimu.v1i2.838> .

Putra, A. F., Azis, A., & Febrianti, I. K. (2021). Rancang Bangun Alat Cuci Tangan Pintar Menggunakan Sensor Infrared Berbasis Arduino. *Electrician: Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro*, 15(3), 224-238, DOI: <https://doi.org/10.23960/elc.v15n3.2177>.

Rudin, H., Emidiana, & Perawati. (2022). Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya di Perumahan Karyawan Blok B55 PT. Cipta Lestari Sawit Bumirejo Estate. *Elektrika: Jurnal Teknik Elektro*, 35-40, DOI: <http://dx.doi.org/10.26623/elektrika.v14i2.4733>.

Sanjaya, O. I., Giriarti, I., & Kumara, I. N. (2019). Perencanaan Sistem Pompa Irigasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) untuk Pertanian Subak Semaagung. *Jurnal SPEKTRUM*, 114-121, DOI: <https://doi.org/10.24843/SPEKTRUM.2019.v06.i03.p16>.

Sianipar, R. (2014). Dasar Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya. *JETri: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 61-78, DOI: <https://doi.org/10.25105/jetri.v11i2.1445>.

Triana, A. N. (2019). Kajian Pengelolaan Tanah dan Air Lahan Rawa Lebak. *Prosiding Seminar Nasional Hari Air Dunia 2019* (pp. 88-94). Palembang 21 Maret 2019: Universitas Sriwijaya, URL: <http://conference.unsri.ac.id/index.php/semnashas/article/view/1390>.