



## RANCANGAN PEMASANGAN POMPA AIR DI LAHAN PERTANIAN DESA TANJUNG PASIR KECAMATAN PANGKALAN SUSU KABUPATEN LANGKAT SUMATERA UTARA

**Bastul Wajhi Akramunnas<sup>1)</sup>, Fardin Hasibuan<sup>2)</sup>, Arif Rahman Hakim<sup>3)</sup>, Boni Sena<sup>4)</sup>**

<sup>1)</sup>Program Studi Teknik Elektro, Institut Teknologi Bisnis Riau, Indonesia

<sup>2,3)</sup>Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Riau Kepulauan

<sup>4)</sup>Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang

E-mail: [bastulwajhiakramunnas@gmail.com](mailto:bastulwajhiakramunnas@gmail.com)<sup>1)</sup>, [fardin.hasibuan123456@gmail.com](mailto:fardin.hasibuan123456@gmail.com)<sup>2)</sup>, [arhakim88@yahoo.com](mailto:arhakim88@yahoo.com)<sup>3)</sup>, [boni.sena@ft.unsika.ac.id](mailto:boni.sena@ft.unsika.ac.id)<sup>4)</sup>

### ABSTRAK

Padi merupakan komoditas pangan utama di Indonesia, termasuk di Desa Tanjung Pasir, Kecamatan Pangkalan Susu, Kabupaten Langkat, Provinsi Sumatera Utara, di mana mayoritas penduduknya bekerja sebagai petani padi. Keberhasilan pertanian di wilayah ini sangat bergantung pada ketersediaan air untuk irigasi sawah. Namun, kondisi topografi yang berbukit menjadi kendala dalam penyediaan air, terutama karena tidak adanya jaringan listrik di area persawahan, sehingga sistem irigasi buatan sulit diterapkan. Sebagai solusi, Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dipilih sebagai sumber energi untuk mendukung sistem irigasi. Dengan adanya PLTS, pompa air dapat digunakan untuk mengalirkan air dari sungai menuju lahan sawah yang berjarak sekitar 330 meter dengan elevasi 1,5 meter dari permukaan air sungai. Berdasarkan analisis teknis, kehilangan tekanan (head loss) dengan pipa berdiameter 6 inci mencapai 4,8 meter. Sistem irigasi ini dirancang untuk mengaliri lahan seluas 3 hektar dengan pompa yang memiliki debit 700 liter per menit, total head 9 meter, dan daya 3000 watt menggunakan sistem AC satu fase. PLTS yang digunakan terdiri dari 16 modul panel surya, dengan estimasi biaya investasi sebesar Rp 133.106.483.

Kata Kunci: padi, pompa, pressure drop, PLTS, biaya investasi, Desa Tanjung Pasir.

### ABSTRACT

*Rice is a staple food in Indonesia. Tanjung Pasir Village, located in Langkat Sub-District, North Sumatra Province, is home to many rice farmers. The success of rice cultivation depends on a reliable water supply for irrigation. However, the hilly terrain poses a challenge in delivering water to the rice fields. Additionally, the absence of an electrical power grid in the area makes artificial irrigation difficult to implement. To address this issue, a dedicated power source is required. A Solar Power Plant (PV) has been chosen to generate electricity, enabling the installation of a water pump to transfer water from the river to the rice fields. The river is approximately 330 meters away from the fields, with a 1,5-meter elevation difference from the river's normal water level. The resulting head loss is 4.8 meters when using a 6-inch diameter pipe. The irrigation system is designed to cover 3 hectares of rice fields, utilizing a pump with a discharge capacity of 700 liters per second, a total head of 9 meters, and a power requirement of 3000 watts, operating on a single-phase AC supply. The solar power plant consists of 16 solar cell modules, with an estimated investment cost of Rp 133,106,483.*

*Keywords: rice, pumps, pressure drop, solar power panel, investment cost, Tanjung Pasir Village*

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Masyarakat Indonesia menanam beras dari berbagai varietas padi yang tersedia dari Balai Benih Padi yang tersebar di wilayah Indonesia. Dengan luas 1.916.906,77 km<sup>2</sup>, Indonesia dapat menjadi penghasil dan pengeksport beras untuk kebutuhan global [3]. Ketersediaan air yang berkelanjutan merupakan faktor penting dalam mencaapi target produksi 8 ton per hektar, yang merupakan komponen penting dalam meningkatkan produktivitas dan panen padi [13].

Kabupaten Langkat, yang berada di Provinsi Sumatera Utara, adalah salah satu daerah yang memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai daerah penghasil padi. Terletak di antara 3°14' - 4°13' Lintang Utara dan 97°52' - 98°45' Bujur Timur, Kabupaten Langkat wilayahnya mencakup 6.263,29 km<sup>2</sup>. Kecamatan Pangkalan Susu memiliki luas 15.135 hektar dan merupakan salah satu dari 23 kecamatan dalam wilayah administrasi Kabupaten Langkat pada akhir tahun 2023 [2]. Produksi padi Kecamatan Pangkalan Susu pada tahun 2023 dengan luas panen 3.897,90 ha dengan produksi mencapai 23.177,00 ton, dengan produks rata-rata 5,9 ton/ha [2]. Produksi ini masih dibawah kualitas penen padi yaitu 8 ton/ha

Area persawahan di Desa Tanjung Pasir, Kecamatan Pangkalan Susu, Kabupaten Langkat, Provinsi Sumatera Utara adalah objek dari tulisan ini. . Ada banyak area persawahan yang tidak produktif dalam menghasilkan padi, karena data dan hasil penelitian menunjukkan bahwa padi sebanyak 200 ton tersebut dapat diproduksi dengan luas persawahan sekitar 65 ha. Salah satu kendala dalam proses penanaman padi ini adalah keberlanjutan (kontinuitas) air di area persawahan. Karena desa Tanjung Pasir adalah daratan rendah dan dekat dengan pantai, dan kondisi air tawar yang relatif sedikit dengan ketinggian 1-25 meter dari permukaan laut

Saat ini, orang menggunakan pompa diesel untuk pemompaan air secara incidental dari kolam air tawar yang ada dari duhul. Namun demikian, karena penggunaan pompa air ini tidak permanen,

keberlangsungan pasokan air ke lahan sawah tidak terjamin. Akibatnya, produksi padi per hektar hanya mencapai sekitar 5,9 ton.

Untuk meningkatkan pengairan lahan sawah, air dipompa ke lahan sawah dari sumber air. Untuk menjalankan pompa ini, ia membutuhkan listrik AC atau DC. Namun, karena area persawahan tidak memiliki jaringan listrik yang mencapainya, pembangkit listrik harus ditempatkan di sana. Menggunakan energi matahari untuk memproduksi listrik untuk pompa tersebut adalah salah satu solusi yang disarankan. Target produksi beras 8 ton per hektar dapat dicapai dengan metode pemompaan yang akan memastikan ketersediaan air yang konstan.

### 1.1 Data Umum Desa Tanjung Pasir

Jumlah Penduduk sebanyak 4.486 jiwa dengan jumlah rumah tangga 1541 kepala keluarga. Sebagian besar penduduk bekerja sebagai petani padi, pekebunan karet dan pegawai negeri. Desa Tanjung Pasir mempunyai kondisi geografi objek area persawahan dimana matahari cerah dari pukul 7 Pagi sampai pukul 17 Sore hari.



Gambar 1. Sumber air



Gambar 2. Areal sawah yang akan dialiri

## I.2 Permasalahan

Daerah persawahan memiliki luas daratan yang luas, tetapi tidak ada saluran pengairan untuk mengairi mereka. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui alasan mengapa area persawahan di Desa Tanjung Pasir, Kecamatan Pangakalan Susu, tidak memiliki saluran pengairan untuk mengairi persawahan mereka.

Beberapa rumusan masalah yang harus dikaji dan dianalisis adalah sebagai berikut:

1. Ketersediaan sumber air bagi areal persawahan tersebut secara berkesinambungan.
2. Ketersediaan peralatan atau bagian yang diperlukan untuk menyuplai air ke area persawahan tersebut.
3. Ketersediaan listrik untuk menggerakkan peralatan yang akan digunakan di instalasi pengairan persawahan tersebut.t..

## I.3 Tujuan Penelitian

Beberapa tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan ketersediaan suplai air terus menerus untuk area persawahan, sehingga beberapa target penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengevaluasi tersedianya sumber air tawar untuk area persawahan yang menjadi subjek penelitian ini;
2. Merancang sistem pemompaan dan pemipaan untuk area persawahan tersebut;

3. Merancang sumber listrik untuk menggerakkan peralatan sistem pemompaan dan pemipaan; dan
4. Menghitung perkiraan biaya investasi yang dibutuhkan.

## I.4 Dampak dari Hasil Riset

Hasil penelitian ini sangat membantu meningkatkan produksi beras, sehingga produksi padi di Desa Tanjung Pasir dapat mencapai 8 ton per hektar dan meningkatkan pendapatan petani. Pembangunan PLTS sejalan dengan tujuan pemerintah untuk mencapai emisi karbon nol (Net Zero Emissions) pada tahun 2060, selain memberikan manfaat langsung bagi petani. Ketersediaan listrik yang dihasilkan juga membantu PLN dalam menyediakan listrik bagi masyarakat serta memberikan dampak positif bagi masyarakat dengan memungkinkan penggunaan mesin pertanian yang diperlukan untuk meningkatkan produksi padi.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Peninjauan Areal Penelitian

Sebagian besar orang yang tinggal di Desa Tanjung Pasir bekerja sebagai petani; hampir 55% dari mereka bekerja sebagai petani dan nelayan. Selama proses penanaman padi, dari benih hingga pemanenan, padi memerlukan jumlah air yang konstan atau kontinu. Kekurangan air selama proses penanaman dapat menyebabkan tumbuhnya gulma (rumput) dan penurunan volume padi yang dihasilkan [2].

Kelebihan air yang dipompakan ke persawahan dapat menyebabkan pemborosan energi karena energi penggerak pompa terbuang dan air keluar dari persawahan mengalir kembali ke sungai atau saluran air..

### 2.2 Perancangan Sistem Pemompaan dan Pemipaan

#### 2.2.1 Pemilihan Pompa

Air disalurkan melalui pompa yang dibangun dari sungai ke kanal yang ada di persawahan. Sebagian air disimpan di bak penampungan untuk digunakan saat air kurang. Air disalurkan dari sungai ke persawahan melalui pemipaan. Luas persawahan yang akan diairi adalah 3 ha, dan debit air yang diperlukan untuk persawahan seluas 3 ha adalah 9 liter per detik [14].

Pompa direncanakan untuk beroperasi secara berkala untuk menjaga persawahan tetap berair. Pompa beroperasi pada pagi hari dari pukul 07 hingga 10, pada siang hari dari pukul 13-14, dan pada sore hari dari pukul

17-18. Ini dilakukan untuk memastikan bahwa kelebihan air tidak terbuang kembali ke sumber air. Untuk mengairi sawah, pompa harus mempertimbangkan debit yang akan dipompa, head minimum, dan desain pemipaan untuk menghisap dan menyebarkan air sesuai kebutuhan.

### 2.3 Pressure Drop Pipa

Pada jaringan perpipaan, kehilangan tekanan pada aliran fluida dipengaruhi oleh tiga faktor utama, yaitu massa jenis fluida ( $\rho$ ), viskositas fluida ( $\mu$ ) dan diameter pipa ( $D$ ). Pada aliran tak termal (incompressible flow), sifat fluida seperti viskositas, massa jenis, dan suhu tetap konstan, sehingga berat jenisnya tidak mengalami perubahan. Dalam sistem perpipaan dengan ukuran diameter dan panjang tertentu, penurunan tekanan terjadi akibat gaya gesek antara fluida dan dinding pipa, yang dapat dijelaskan sebagai berikut:

$$Re = \rho v D / \mu \quad (1)$$

Aliran turbulen dengan angka Reynolds lebih besar 4000 sedangkan apabila Angka Reynolds di bawah 2000 menyebabkan aliran laminar dan apabila berada di antara kedua nilai ini, batas kritis bawah dan atas terjadi.

#### 2.3.1 Kerugian Energi (Pressure drop) Akibat Gesekan

Persinggungan antara fluida dan material pipa dapat menyebabkan turunnya tekanan pada fluida yang signifikan dalam sistem perpipaan. Kerugian energi akibat gesekan ini dapat dihitung menggunakan persamaan Darcy-Weisbach, yang dirumuskan sebagai berikut:

$$\frac{\Delta P}{\rho g} = hf = f \frac{L v^2}{d 2 g} \quad (2)$$

Aliran yang mempunyai bilangan Reynold di bawah 2000 atau disebut aliran laminar mempunyai faktor gesekan yang dihubungkan dengan bilangan Reynold, yang dapat diwakili dengan rumus berikut:

$$f = \frac{64}{Re} \quad (3)$$

#### 2.3.2 Kerugian Energi (Pressure drop) Lainnya

Rugi energi yang lebih kecil disebabkan oleh perubahan penampang, diskontinuitas seperti katup dan

belokan pada sistem pemipaan, sedangkan kerugian yang paling besar disebabkan oleh friksi atau gesekan.

#### 2.3.2.1 Kerugian Energi (Pressure drop) Faktor Perbesaran Penampang

Karena pusaran dan tumbukan pipa yang lebih besar, ada kehilangan energi. Rumus Belanger (4) menjelaskan kehilangan energi Besar karena faktor perbesaran penampang yang cepat.

$$h = \frac{(V_1 - V_2)^2}{2 g}$$

#### 2.3.2.2 Kerugian Energi (Pressure drop) Faktor Penyempitan Mendadak

Penyempitan permukaan menimbulkan kerugian energi yang dapat dihitung dengan persamaan dibawah, dimana  $C_c$  = perbandingan penampang kecil terhadap penampang besar

$$h = \left(\frac{1}{C_c} - 1\right)^2 \frac{V_2^2}{2 g} \quad (5)$$

#### 2.3.2.3 Kerugian Energi (Pressure drop) Faktor Belokan

Rumus kehilangan energi pada belokan dinyatakan dengan persamaan dibawah, dimana  $K_b$  adalah koefisien kehilangan energi akibat belokan pipa, yang dinyatakan oleh persamaan berikut

$$h_b = K_b \frac{V^2}{2 g} \quad (6)$$

#### 2.3.3 Kerugian Energi (Pressure drop) Akibat Katup

Katup yang digunakan juga dapat menimbulkan gesekan yang dapat dinyatakan dengan persamaan dibawah, dimana  $K$  adalah koefisien kehilangan energi akibat pemasangan katup

$$\Delta h = K \frac{V^2}{2 g} \quad (7)$$

Dalam sistem perpipaan, umumnya digunakan konfigurasi pipa majemuk, yang terdiri dari pemasangan seri maupun paralel. Prinsip analisisnya mirip dengan

perhitungan tegangan dan hambatan dalam Hukum Ohm pada rangkaian listrik.

Pada sistem perpipaan seri, seluruh pipa dilewati oleh debit aliran yang sama, sedangkan total kehilangan tekanan (head loss) diperoleh dengan menjumlahkan kehilangan tekanan pada setiap pipa dalam sistem tersebut.

$$\Sigma h_p = h_{p1} + h_{p2} + h_{p3} + h_{p4} + \dots + h_{pn}$$

Pada sistem pipa yang dipasang secara paralel maka total laju aliran adalah sama dengan jumlah aljabar kapasitas masing-masing aliran dalam setiap pipa dan rugi alau head loss pada sebuah cabang adalah sama dengan rugi pada pipa cabang yang lain

$$h_{p1} = h_{p2} = h_{p3} = h_{p4} = h_{pn} \quad (9)$$

## 2.4 Perancangan Sistem PLTS

Setelah pemilihan pompa dan desain pipa selesai, berikutnya adalah perancangan sistem pembangkit listrik tenaga surya yang akan menghasilkan listrik untuk menggerakkan pompa. Dalam merancang sistem ini, banyak hal yang harus dipertimbangkan, seperti intensitas sinar matahari, jenis panel surya yang dipilih, dan lokasi rangkaian listrik.

Selain menghasilkan listrik untuk pompa, pembangkit tenaga surya akan menyimpan sebagian dari energi yang dihasilkan dalam baterai. Saat intensitas sinar matahari menurun, energi yang tersimpan akan digunakan, sehingga pompa tetap dapat beroperasi dengan daya dari baterai. Selain itu, listrik yang dihasilkan dapat digunakan untuk menggerakkan peralatan pertanian seperti pompa pengendali hama, pencampur pupuk, dan peralatan lainnya.

Sangat penting untuk mengatur modul panel surya dengan hati-hati. Jumlah panel surya yang dihubungkan secara seri dan paralel harus sesuai dengan spesifikasi inverter yang digunakan.

### 2.4.1 Perancangan Susunan Seri dan Paralel Modul Surya

Susunan paralel dan susunan seri modul dapat menggunakan persamaan berikut

$$\text{Minimum Seri} = V_{\min \text{ inverter}} / V_{\text{oc PV}} \quad (10)$$

Minimum seri = susunan minimum modul secara seri

$V_{\min \text{ inverter}}$  = tegangan input minimum inverter

$V_{\text{oc PV}}$  = tegangan open circuit modul solar cell

- $\text{Maximum Seri} = V_{\max \text{ inverter}} / V_{\max \text{ PV}} \quad (11)$

Maximum Seri = maksimum susunan seri modul

$V_{\max \text{ inverter}}$  = tegangan maximum inverter

$V_{\max \text{ PV}}$  = tegangan maximum modul solar cell

- $\text{Maximum Paralel} = I_{\max \text{ inverter}} / I_{\max \text{ PV}} \quad (12)$

Maximum Paralel = maksimum susunan paralel

$I_{\max \text{ inverter}}$  = arus maximum input inverter

$$\text{Minimum Seri} = V_{\min \text{ inverter}} / V_{\text{oc PV}} \quad (10)$$

Minimum seri = susunan minimum modul secara seri

$V_{\min \text{ inverter}}$  = tegangan input minimum inverter

$V_{\text{oc PV}}$  = tegangan open circuit modul solar cell

- $\text{Maximum Seri} = V_{\max \text{ inverter}} / V_{\max \text{ PV}} \quad (11)$

Maximum Seri = maksimum susunan seri modul

$V_{\max \text{ inverter}}$  = tegangan maximum inverter

$V_{\max \text{ PV}}$  = tegangan maximum modul solar cell

- $\text{Maximum Paralel} = I_{\max \text{ inverter}} / I_{\max \text{ PV}} \quad (12)$

Maximum Paralel = maksimum susunan paralel

$I_{\max \text{ inverter}}$  = arus maximum input inverter

### 2.4.2 Losses pada Sistem PLTS

Rugi-rugi (losses) pada sistem PLTS terjadi dimana jumlah energi listrik yang dibangkitkan oleh PLTS dan selanjutnya akan disalurkan tidak sama dengan jumlah energi yang diterima pada sisi penerima [5,6]. Data rugi-rugi daya pada PLTS disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Losses pada PLTS [4]

No	Type Losses	Persentase
1	Losses Temperature (L1)	14 %
2	Mismatch (L2)	2 %
3	Losses Kabel (L3)	1,2 %
4	Inverter (L4)	3 %
5	Soiling (L5)	3 %
6	Kualitas Modul Solar Cell (L6)	1,5 %

Berdasarkan data diatas dapat dihitung losses total Actual daya PLTS yang akan dihasilkan

$$P_{\text{actual}} = \{ (1-L1) \times (1-L2) \times (1-L3) \times \dots (1-Ln) \} \times P_{\text{max}} \quad (13)$$

### 2.4.3 Perhitungan Modul Pembangkit Tenaga Surya

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) berfungsi sebagai sumber energi listrik berarus searah (DC) dengan memanfaatkan energi foton dari sinar matahari. Kapasitas panel surya yang diperlukan ( $W_p$ ) ditentukan berdasarkan kebutuhan daya listrik beban serta tingkat intensitas radiasi matahari di lokasi instalasi. Oleh karena itu, jumlah modul solar cell yang dibutuhkan dapat dihitung menggunakan rumus tertentu.

Jumlah modul ( $N_{\text{modul}}$ ) = Daya yang dibutuhkan beban ( $P$ ) / Daya nominal modul surya ( $P_{\text{mod}}$ ) (14)

- $N_{\text{modul}}$  = Jumlah modul
- $P$  = Daya yang dibutuhkan beban
- $P_{\text{mod}}$  = Daya nominal modul surya

### 2.4.4 Sudut Tangkap Pemasangan Modul Solar Cell

Daya maksimum modul *solar cell* dapat dihasilkan apabila dipasang dengan sudut egak lurus dengan sudut datang radiasi matahari.

Kemiringan pemasangan modul surya dapat ditentukan dengan persamaan berikut:

$$\alpha = 90^0 + \text{lat} - \delta \quad (15)$$

$$\beta = 90^0 - \alpha \quad (16)$$

dimana

$\alpha$  = ketinggian sudiut maksimum matahari

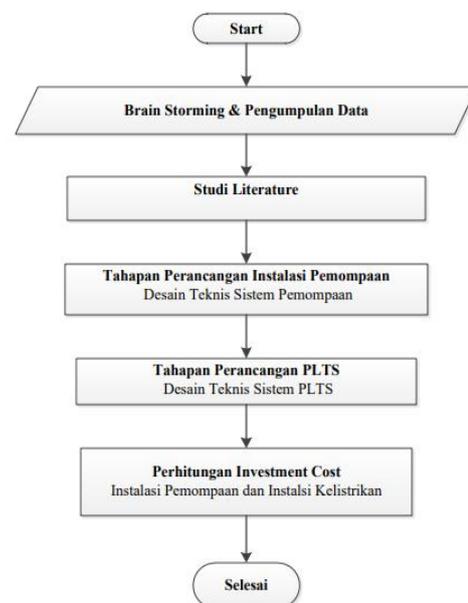
lat = garis lintang daerah pemasangan PLTS (lokasi) ( $^{\circ}$ )

$\delta$  = sudut deklinasi matahari ( $23,45^{\circ}$ )

$\beta$  = kemiringan sudut pemasngan panel surya ( $^{\circ}$ )

## 3. METODE PENELITIAN

Dalam upaya meningkatkan efisiensi irigasi di lahan pertanian masyarakat Desa Tanjung Pasir, Kecamatan Pangkalan Susu, Kabupaten Langkat, Provinsi Sumatera Utara, dilakukan perancangan sistem pompa air berbasis energi surya. Proses perancangannya mengikuti tahapan berikut:



Gambar 3. Alur Metodologi Perancangan



Langkah-langkah Perancangan sistem ini dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Identifikasi Kebutuhan dan Pengumpulan Data.  
Pada tahap awal, dilakukan diskusi dengan para pemangku kepentingan, termasuk petani dan perangkat desa, untuk memahami tantangan irigasi yang dihadapi. Pengamatan langsung juga dilakukan untuk mengkaji pola pengairan, tingkat ketersediaan air, serta potensi energi surya di lokasi. Data yang dikumpulkan mencakup kebutuhan air harian, sistem irigasi yang sudah ada, debit air optimal, serta spesifikasi pompa dan komponen PLTS yang tersedia di pasaran.

2. Studi Literatur  
Penelusuran berbagai referensi dilakukan untuk memahami lebih dalam mengenai pemilihan jenis pompa yang sesuai, sistem pembangkit listrik tenaga surya, serta kebutuhan air untuk pertumbuhan tanaman padi dari tahap pembibitan hingga panen.

3. Perancangan Sistem Pompa  
Pada tahap ini, ditentukan desain sistem pemipaan dan spesifikasi pompa berdasarkan tinggi angkatan (head) dan debit air yang dibutuhkan untuk mengairi sawah secara optimal.

4. Perancangan Sistem PLTS  
Dirancang sistem pembangkit listrik tenaga surya yang mampu menyuplai energi sesuai kebutuhan operasional pompa air di area pertanian.

5. Estimasi Biaya  
Analisis biaya dilakukan untuk memperkirakan investasi yang dibutuhkan dalam pembangunan sistem ini. Perhitungan terkait arus kas dan manfaat ekonomi tidak dilakukan, mengingat proyek ini bertujuan untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat dan mendukung ketahanan pangan lokal.

6. Kesimpulan  
Setelah seluruh tahapan perancangan dilaksanakan, diperoleh kesimpulan mengenai efektivitas sistem pompa air berbasis tenaga surya yang dirancang untuk mendukung pengairan sawah secara berkelanjutan..

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Kebutuhan Air

Hasil observasi dan diskusi langsung dengan para petani menunjukkan bahwa pasokan air yang diperlukan mencapai sekitar 700 liter per menit. Pengaliran air menuju lahan sawah memanfaatkan sistem irigasi yang telah ada. Untuk menunjang proses ini, diperlukan instalasi jaringan pipa dari sumber air ke lokasi pompa. Pipa inlet yang digunakan memiliki panjang 330 meter dengan diameter 6 inci, sementara pipa outlet dari pompa juga berdiameter 6 inci.

### 4.2 Pemilihan Pompa

Sistem irigasi ini menggunakan pompa air AC satu fase. Pemilihan jenis pompa ini dilakukan karena selain untuk irigasi, listrik yang tersedia juga dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan lain, seperti penerangan, pengoperasian mesin pertanian, atau alat pemotong. Analisis kehilangan tekanan dalam sistem pemipaan dilakukan menggunakan aplikasi Pipe Pressure Loss, yang menunjukkan bahwa head loss mencapai 4,8 meter pada panjang pipa 330 meter, dengan perbedaan elevasi sebesar 1,5 meter. Berdasarkan perhitungan tersebut, pompa yang sesuai adalah pompa sentrifugal dengan kapasitas aliran 700 liter per menit dan total head 9 meter. Motor pompa ini beroperasi pada tegangan 220 Volt dengan daya 3000 watt..

### 1.3 Perancangan PLTS

Panel surya yang disusun dalam rangkaian seri berfungsi untuk meningkatkan tegangan listrik, sedangkan rangkaian paralel akan meningkatkan arus listrik. Sinar matahari mulai muncul sekitar pukul 08.00 hingga 17.00, dengan intensitas tertinggi dan paling efektif untuk menghasilkan energi listrik terjadi antara pukul 10.00 hingga 15.00.

Solar Panel yang dipilih dengan spesifikasi:  
Berikut type *photo cell* yang dipilih [5].

Tabel 2. Type Photo Cell [5]

No	Uraian	Nilai	Satuan
1	Maximum Power	260	Watt
2	Voltage at Pmax	30,7	Volt
3	Current at Pmax	8,47	Ampere
4	Open Circuit Voltage	37,7	Volt
5	Shor-Circuit Current	8,8	Ampere
6	Operating Temperature	-40 - 85	derajat Celcius
7	Maximum system voltage	1000	VDC
8	Cells	Mono Crystalline	
9	Power Tolerance	+ - 3	%

Sedangkan inverter yang dipilih dengan daya listrik sebesar 3 sampai 4,1 KW adalah Solis 1P4K-4G dengan kapasitas Max AC Power 4,4 KW yang diproduksi Ginlong (Solis) Technologies Co [6].

Tabel 3. Spesifikasi Inverter [6]

Input Data (DC)		
Max DC Power	4,6	Kilo Watt
Max. DC Volatge	600	Volt
Rated DC Volatge	300	Volt
Min DC Volateg to start Feed In	120	Volt
Max DC Current	22	Ampere
MPP (T) Voltage Range	90-520	Volt
DC inputs	2	
Connectors	MC4	
Output Data (AC)		
Max AC Power	4,4	Kilo Watt
Rated AC Volatge	230	Volt
Max. AC Current	21	Ampere
Rated. AC Current	18,2	Ampere
Frequency	50, 60	Hertz
Power Factor (cos phi)	0,99	
Distortion (THD)	< 3	%
Max Efficiency	97,8	%

#### 4.3.1 Perancangan Susunan Seri dan Paralel Modul PLTS

- Minimum Seri =  $V_{\text{min inverter}} / V_{\text{oc PV}}$

Minimum seri =  $120 / 37,7 = 4$  unit

- Maximum Seri =  $V_{\text{max inverter}} / V_{\text{max PV}}$

Maximum Seri =  $600 / 30,7 = 20$  unit

- Maximum Paralel =  $I_{\text{max inverter}} / I_{\text{max PV}}$

Maximum Paralel =  $22 / 8,47 = 3$  unit

#### 4.3.2 Losses pada sistem PLTS

$$\text{Rugi-rugi (losses) PLTS} = \{(1-0,14) \times (1-0,02) \times (1-0,012) \times (1-0,03) \times (1-0,03) \times (1-0,015)\}$$

$$= 0,771$$

Sehingga  $P_{\text{actual}} = 0,771 \times 260$

$$= 200,6 \text{ Wp}$$

#### 4.3.3 Perhitungan Modul Pembangkit Tenaga Surya

Jumlah modul ( $N_{\text{modul}}$ ) = Daya yang dibutuhkan

beban (P) / Daya nominal modul surya ( $P_{\text{mod}}$ )

$$N_{\text{modul}} = 3000 / 200,6 = 15$$

Jumlah modul solar cell yang dibutuhkan 15 Modul, karena terdapat 2 string paralel, maka satu stringnya 8 modul cell, sehingga jumlah modul cell sebanyak 16 unit.

#### 4.3.4. Sudut Tangkap Pemasangan Modul Solar Cell

Kemiringan pemasangan modul surya dapat ditentukan dengan persamaan berikut:

$$\alpha = 90^\circ + \text{lat} - \delta$$

$$\beta = 90^\circ - \alpha$$

$$\alpha = 90^\circ + \text{lat} - \delta$$

$$= 90^\circ + 3,7^\circ - 23,45^\circ$$

$$= 70,25^\circ$$

$$\beta = 90^\circ - \alpha$$

$$= 90 - 70,25$$

$$= 19,75$$

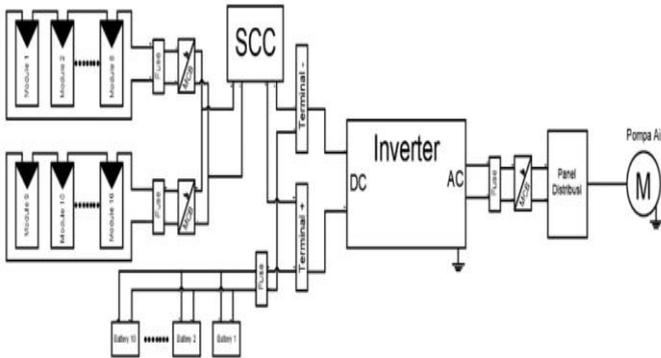
Kemiringan optimal panel surya yang dipasang Di Desa Tanjung Pasir Kecamatan Pangkalan Susu Kabupaten langkat Provinsi Sumatera Utara adalah sebesar  $19,75^\circ$ .

#### 4.4 Rangkain Listrik PLTS

Desain sistem PLTS sebagai sumber daya untuk pompa irigasi di areal persawahan Desa Tanjung Pasir dirancang dengan konfigurasi sebagai berikut. Modul surya

disusun dalam dua string, di mana setiap string terdiri dari 8 modul yang dihubungkan secara seri. Kedua string tersebut kemudian dirangkai secara paralel untuk memperoleh kombinasi tegangan dan arus yang sesuai guna memenuhi kebutuhan daya pompa. Dengan konfigurasi ini, total panel surya yang digunakan sebanyak 16 modul.

Energi yang dihasilkan oleh modul surya akan disalurkan ke solar charge controller untuk mengatur aliran daya. Selanjutnya, daya DC yang diperoleh akan dikonversi menjadi daya AC melalui inverter. Listrik AC yang telah disesuaikan ini kemudian digunakan untuk mengoperasikan motor pompa. Jika pompa tidak beroperasi, energi listrik yang dihasilkan dapat disimpan dalam baterai atau dimanfaatkan untuk menggerakkan perangkat listrik lainnya. Rincian rangkaian sistem PLTS dapat dilihat pada gambar berikut.

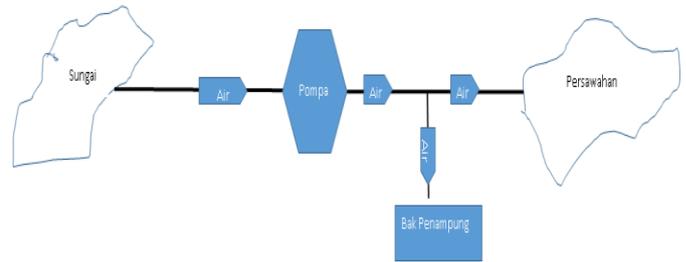


Gambar 4. Rangkaian Peralatan PLTS

#### 4.5 Aliran Air

Air dari kolam air dialirkan ke areal persawahan menggunakan pompa yang dipasang di sekitar lahan pertanian. Pompa ini berfungsi untuk mendistribusikan air secara langsung ke seluruh sawah hingga seluruh lahan mendapatkan suplai air yang cukup. Jika pasokan air ke sawah telah terpenuhi namun energi listrik dari PLTS masih tersedia, maka air akan dialirkan ke bak penampungan hingga kapasitas bak penuh atau energi listrik habis digunakan.

Diagram aliran air dari sungai hingga ke lahan persawahan dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 5. Aliran Air yang Dipompakan

#### 4.5 Kebutuhan Biaya yang Dibutuhkan

Harga satuan perancangan ini diperoleh melalui aplikasi Tokopedia yang bisa diakses secara umum, berdasarkan spesifikasi dan kebutuhan *equipment* maka dapat dilakukan perkiraan biaya yang dibutuhkan untuk mengimplementasikan perancangan ini. Perkiraan kebutuhan biaya seperti pada tabel dibawah ini

Tabel 4. Kebutuhan Biaya.

No	Uraian Equipment	Jlh.	Sat.	Harga (Rp)	Total (Rp)
<b>A</b>	<b>Material</b>				
1	Pompa	1	unit	3.000.000	3.000.000
2	Sistem Pemipaan				
	Pipa PVC 4 inchi 315 meter	330	meter	36.000	11.340.000
	Pipa PVC 4 inchi 30 meter	20	meter	84.500	1.690.000
	Filter inlet	1	pc	265.000	265.000
	Valve Inlet 4 inch	1	pc	472.500	472.500
	Valve Outlet 4 inch	1	pc	472.500	472.500
	Check Valve 4 inchi	1	pc	530.000	530.000
	T Connection 4 inch	1	pc	250.000	250.000
3	Bak Penampung	8	M3	400.000	3.200.000
4	Modul Solar Cell 260 Wp	16	unit	2.600.000	41.600.000
5	Inverter Solis 1P4K-4G	1	unit	11.000.000	11.000.000
6	Solar Charge Controller-60A 3000W	1	Unit	5.200.000	5.200.000
7	Cable 4 mm	100	meter	7.500	750.000
8	MCB 16 A	2	unit	35.000	70.000
9	MCB 25 A	1	unit	50.000	50.000
10	Fuse	5	pc	3.000	15.000
11	Battery 12 V DC 65 AH	10	unit	650.000	6.500.000
12	Consumable material elektrik (socket, isolasi, paku dan lain-lain)	1	Lot	2.000.000	2.000.000

13	Consumable material Mekanik (Lem Pipa, perekat connector dll)	1	lot	2.000.000	2.000.000
<b>B</b>	<b>Jasa</b>				
1	Biaya Instalasi Pipa dan Bak	1	Lot	6.500.000	6.500.000
2	Biaya Instalasi PLTS dan elektrikal system	1	Lot	5.000.000	5.000.000
3	Biaya Transportasi dan Penyimpanan Peralatan	1	Lot	2.500.000	2.500.000
4	Managemnt Fee dan Lainnya	1	lot	15.189.000	15.189.000
<b>C</b>	<b>Jumlah</b>				119.915.750
	<b>PPN</b>				13.190.733
<b>D</b>	<b>Total</b>				133.106.483

## V. KESIMPULAN

Perancangan pompa dan PLTS yang akan dipasang di areal persawahan Desa Tanjung Pasir dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pompa yang diperlukan memiliki kapasitas aliran 700 liter per menit, dengan total head 9 meter dan daya listrik 3000 watt, menggunakan tegangan AC satu fase
2. Diperlukan untuk menggerakkan pompa terdiri dari 16 modul solar cell, disusun dalam dua string yang diparalelkan, di mana setiap string terdiri dari 8 modul yang dirangkai secara seri.
3. Kebutuhan biaya untuk pembangunan pompa beserta PLTS sebesar Rp 133.106.483.



## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ahmad Supendi, Muhamad Fitri, "Pemilihan Spesifikasi Komponen Alat Uji Prestasi Pompa Menggunakan Metode Analisis Persamaan Bernoulli", *Jurnal Teknik Mesin*, Vol. 11, No. 1, Februari 2022, ISSN 2549-2888
- [2] Badan Pusat Statistik Kabupaten Langkat, Kabupaten Langkat Dalam Angka 2023, Katalog 1102001.1213, 2024
- [3] Biro Pusat Statistik Indonesia, Statistik Indonesia 2022, Katalog 1101001, p. 49, 2022
- [4] Data Kelurahan Desa Tanjung Pasir, Kecamatan Pangkalan Susu, Kabupaten Langkat, Provinsi Sumatera Utara, 2022
- [5] Hasibuan, F., Akramunnas, B. W., & Widagdo, T. 2023. Perancangan Mesin Es Balok Bersumber Listrik Tenaga Matahari Di Desa Muntai Kabupaten Bengkalis. *Sigma Teknika*, 6(2), 448–458.
- [6] Hasibuan, F., & Barisqy, I. N. 2023. *Designing Solar-Driven Electric Water Pump System for Irrigating The Rice Fields in Siraisan Village. IJEERE: Indonesian Journal of Electrical Engineering and Renewable Energy* 3, 124–135. <https://doi.org/10.57152/ijeere.v3i1>
- [8] Moh Arif Batutah1, Hairul Huda, "Analisa Design Instalasi Pompa Untuk Air Bersih Di Pt Pamapersada Nusantara Distrik Indo - Bontang Kalimantan Timur", *Jurnal Chemurgy*, Vol. 6, No. 2, 2022
- [9] Mulyadi, C.D. dan Caraka, M.U., "Perancangan dan Pembangunan Sistem Distribusi Air Bersih", *Infotekmesin*, Vol 12, No.2, pp. 175–182, 2021
- [10] Nurdiansyah, D., & Aziz, A., "Pengujian Pompa Sentrifugal Eksisting Engineering Design Modificaton of the Existing Laboratorium for Centrifugal Pump Testing", *Jurnal Baut dan Manufaktur* Vol. 01, No. 01, pp. 17-25, 2019
- [11] Ogik Azis Bukhori, I Nyoman Setiawan , I Wayan Arta Wijaya, " Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Sebagai Suplai Daya Pompa Air Submersible Inoto 2 Hp Di Dusun Leran" *Jurnal SPEKTRUM* Vol. 8, No. 4 Desember 2021
- [12] Prahara, D., "Perencanaan Sistem Plambing Air Bersih Pada Bangunan Kondotel dengan Menggunakan Sistem Gravitasi dan Pompa", *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, Vol 2, No.1 pp. 1–10., 2014
- [13] Putu Perdana Kusuma Wiguna, S.Si, M.Sc, " Metode Perhitungan Kebutuhan Air Irigasi", Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Udayana, 2019
- [14] Sastradiangga, I.M.A, Giriantari, I.A.D, Sukerayasa, I.W. 2020. "Solar PV Plant as a Replacement for Power Supply of Irrigation Water Pump". *International Journal of Engineering and Emerging Technology* Vol. 5, No.2
- [15] Tukiman, Puji Santoso, Ari Satmoko, " Perhitungan Dan Pemilihan Pompa Pada Instalasi Pengolahan Air Bebas Mineral Irradiator Gamma 200 kCl", *Prima*, Volume 10, Nomor 2, November 2013
- [16] [www.jarwinn.com](http://www.jarwinn.com)
- [17] [www.tokopedia.com](http://www.tokopedia.com)
- [18] [www.pipepressureloss.com](http://www.pipepressureloss.com)
- [19] Ziana, Adzuha Desmi, "Aplikasi Software Epanet 2.0 Untuk Mendeteksi Kehilangan Tekanan (Head Losses) Pada Jaringan Pipa Distribusi Pdam Tirta Mon Pase Lhokseumawe", *Jurnal Teknik Sipil Universitas Syiah Kuala* ISSN 1412-548X pp. 29- 38