



## **PERANCANGAN PEMASANGAN POMPA AIR BERSUMBER LISTRIK TENAGA MATAHARI DI PERSAWAHAN**

### ***WATER RESOURCES POTENTIAL IN BATAM ISLAND THROUGH EMBUNG UTILIZATION***

Fardin Hasibuan

Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Riau Kepulauan

Jln. Pahlawan No. 99 Batu Aji Kota Batam, Indonesia

*E-mail:* fardin@yahoo.com

#### **Abstrak**

Padi merupakan kebutuhan pangan dasar di Indonesia. Keberhasilan penanaman padi sangat bergantung dengan suplai air pada areal persawahan tersebut, kontur daerah yang berbukit menjadi kendala dalam suplai air untuk persawahan tersebut. Jaringan listrik yang belum tersedia pada areal persawahan tersebut, mengakibatkan irigasi artificial sulit dilakukan, untuk itu diperlukan pembangkit listrik khusus pada areal persawahan tersebut, pembangkit listrik yang digunakan adalah Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), dengan adanya PLTS ini maka pompa dapat dipasang untuk memompakan air dari sungai ke irigasi pada areal persawahan tersebut, dengan jarak sekitar 300 meter dan ketinggian areal persawahan 3 meter dari bibir air sungai normal. Head loss dengan diameter pipa 4 inchi sebesar 4.8 m. Luas cakupan daerah persawahan yang akan dialiri air seluas 3 ha dengan debit pompa 600 liter/detik, head 9 meter, power 3000 watt, AC satu phase. PLTS tersebut terpasang atas 16 modul solar cell dan biaya investasi yang dibutuhkan sebesar Rp 131.996.483,00.

**Kata Kunci:** Persawahan; Suplai air; Pemipaan; Pompa; Pressure drop

#### *Abstract*

*Rice is a basic food need in Indonesia. The success of rice planting is very dependent on the water supply in the rice fields, the hilly contours of the area are an obstacle in the water supply for the rice fields. The electricity network is not yet available in the rice fields, making artificial irrigation difficult, for this reason a special power plant is needed in the rice fields, the power plant used is the Solar Power Plant (PLTS), with this PLTS a pump can be installed to pump water from the river for irrigation in the rice fields, with a distance of about 300 meters and the height of the rice fields is 3 meters from the normal river water lip. Head loss with a 4 inch pipe diameter of 4.8 m. The area of rice fields that will be watered is 3 ha with a pump discharge of 600 liters/second, 9 meters head, 3000 watts of power, single phase AC. The PLTS is installed on 16 solar cell modules and the required investment cost is IDR 131,996,483.00.*

*Keywords:* Paddy field; water supply; Piping; Pump; Pressure drop

## **PENDAHULUAN**

Beras merupakan makanan pokok rakyat Indonesia. Beras diperoleh dari tanaman padi, dengan berbagai varietas yang sudah tersedia. Indonesia dengan luasan mencapai 1.916.906,77 km<sup>2</sup> memiliki dataran tinggi maupun dataran rendah, mempunyai potensi untuk menjadi penghasil beras dan pengeksport beras bagi kebutuhan penduduk dunia. Salah satu komponen untuk mendukung

berhasilnya penanaman padi adalah tersedianya air secara berkesinambungan, sehingga produksi padi per hektarnya mencapai standard penanaman padi yang produktif yaitu 8 ton per hektar.

Salah satu daerah yang merupakan potensial dikembangkan sebagai daerah penghasil padi adalah kabupaten Padang Lawas di Provinsi Sumatera Utara. Kabupaten Padang Lawas terletak secara astronomis, antara  $1^{\circ} 26'$  Lintang Utara dan  $2^{\circ} 11'$  Lintang Selatan dan antara  $91^{\circ} 01'$ – $95^{\circ} 53'$  Bujur Timur. Kabupaten Padang Lawas merupakan dataran rendah dengan ketinggian berkisar antara 0 – 1.915 meter diatas permukaan laut, dengan luas wilayah Kabupaten Padang Lawas adalah berupa daratan seluas 3.892,74 km<sup>2</sup>. Akhir tahun 2019, wilayah administrasi Kabupaten Padang Lawas terdiri dari 17 wilayah kecamatan dan salah satu kecamatannya adalah kecamatan Ulu Barumun dengan luas 207,43 km<sup>2</sup>. Luas area penanaman padi pada tahun 2021 di kabupaten padang lawas sebesar 15.695,60 ha dengan produksi padi 58.073,72 tondengan produks rata-rata Ton/ha adalah 3,7 ton/ha. Sedangkan untuk Kecamatan Ulu Barumun pada tahun 2021 luas areal 1.340,90 ha dan produksi padi sebesar 4.961,33 dan rata-rata produksi padi per hektara adalah sebesar 3,70 ton/ha.

Persawahan sebagai objek dalam penulisan ini adalah areal persawahan yang terletak di Desa Siraisan, Kecamatan Ulu Barumun, Kabupaten Padang Lawas, Provinsi Sumatera Utara. Luas areal persawahan sekitar 55 ha dengan produksi padi sekitar 200 ton/musim. Berdasarkan data-data dan hasil penelitian bahwa padi sekitar 200 ton tersebut dapat diproduksi dengan luas persawahan sekitar 25 ha, jadi banyak area persawahan yang tidak produktif dalam menghasilkan padi. Salah satu kendala dalam proses penanaman padi ini yaitu keberlanjutan (kontinuitas) air pada areal persawahan. Daerah siraisan yang merupakan perbukitan juga sebagai salah faktor yang menjadi tantangan dalam pengairan areal sawah tersebut, dimana pengairan secara alami pada perbukitan tidak tersedia secara luas.

Metode pemompaan air yang dilakukan saat ini oleh masyarakat yaitu pemompaan secara insidental menggunakan pompa diesel, sehingga keberlangsungan tersedianya air pada areal sawah tidak terjamin, karena pompa

air yang digunakan tidak tersedia secara permanen, dampaknya produksi padi sekitar 3,7 ton/ha.

Metode yang digunakan untuk meningkatkan pengairan pada areal persawahan tersebut yaitu dengan cara melakukan pemompaan air dari sumber air ke areal persawahan tersebut. Pompa dalam pengoperasiannya membutuhkan listrik AC atau DC, jaringan listrik saat ini tidak tersedia sampai ke area persawahan tersebut sehingga dibutuhkan suatu pembangkit listrik yang bersifat terlokasi pada daerah tersebut, salah satu upaya yang dilakukan menggunakan sinar matahari sebagai sumber pembangkit listrik untuk pompa tersebut. Metode pemompaan ini akan menjamin ketersediaan air secara berkesinambungan (kontiniu), sehingga target produksi beras sebesar 8 ton/ha dapat tercapai.

Luasan daratan untuk daerah persawahan sangat luas tetapi suplai air ke area persawahan tersebut menjadi kendala karena tidak adanya saluran irigasi pengairan bagi persawahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mencari penyebab ketidakterersediaan suplai air bagi areal persawahan yang berada di Desa Siraisan Kecamatan Ulu Barumun.

Beberapa rumusan masalah yang perlu dikaji dan dianalisis yaitu: 1) Ketersediaan sumber air bagi areal persawahan tersebut secara berkesinambungan (kontiniu). 2) Ketersediaan peralatan atau komponen untuk menyuplai air ke areal persawahan tersebut. 3) Ketersediaan listrik sebagai sumber energi penggerak peralatan-peralatan yang akan digunakan di dalam instalasi pengairan di areal persawahan tersebut.

### **Assesmen Kondisi Lapangan**

Petani Padi adalah sebagai pekerjaan utama masyarakat yang bermukim di Desa Siraisan, hampir 75% lebih masyarakat sebagai petani, disamping sebagai petani masyarakat juga sebagai penambang galian. Padi dalam proses penanamannya mulai benih sampai mendekati proses pemanenan membutuhkan air yang berkelanjutan (kontiniu), air yang kurang di dalam proses penanaman padi dapat menyebabkan tumbuhnya rumput (gulma) dan volume padi yang dihasilkan berkurang.

Kelebihan air yang disalurkan ke areal persawahan dapat mengakibatkan pemborosan energi, karena air yang dipompakan ke areal tersebut menggunakan pompa sehingga energi penggerak pompa tersebut terbuang, dan air keluar dari persawahan tersebut mengalir kembali ke sungai atau saluran air.

## **Perancangan Instalasi Sistem Pemompaan Dan Pemipaan**

### **Pemilihan Pompa**

Pompa yang dibangun berfungsi untuk menyalurkan air dari sumber air (sungai) ke saluran air (kanal) yang sudah tersedia di persawahan dan sebagian air akan disimpan di dalam bak penampungan untuk digunakan pada kondisi air yang kurang. Pemipaan didesign sebagai sarana lintasan untuk menyalurkan air dari sungai ke areal persawahan. Luas persawahan yang akan diairi seluas 3 ha, dimana berdasarkan referensi kebutuhan air untuk persawahan seluas 3 ha dibutuhkan debit air sebesar 9 liter/detik.

Perencanaan pengoperasian pompa dilakukan secara intermitten, pada pagi hari pompa beroperasi pukul 07-10, siang hari beroperasi pukul 13-14, dan sore hari beroperasi pukul 17-18, hal ini dilakukan agar persawahan tetap berair dan tidak terjadi kelebihan air, kelebihan air ini akan terbuang kembali ke sumber air.. Pompa yang dibutuhkan untuk pengairan sawah tersebut harus mempertimbangkan debit yang akan dipompa dan head minimum yang dibutuhkan, disamping design pemipaan untuk dapat menghisap dan mensuplai air sesuai yang diinginkan.

### **Pressure Drop Pipa**

Ada tiga faktor yang mempengaruhi keadaan aliran yaitu kekentalan fluida ( $\mu$ ), rapat massa zat fluida ( $\rho$ ), dan diameter pipa ( $D$ ). Pada aliran tak mampat (*incompressible*) biasanya diambil asumsi kerapatan, viskositas dan temperatur tidak mengalami perubahan sehingga berat spesifiknya konstan. Untuk diameter dan panjang pipa tertentu, kerugian tekanan di dalam pipa disebabkan adanya efek gesekan sebagai fungsi angka Reynolds. Angka Reynolds mempunyai bentuk seperti:

$$Re = \rho v D / \mu$$

Untuk angka Reynolds di bawah 2000, aliran pada kondisi tersebut adalah laminer. Aliran akan turbulen apabila angka Reynolds lebih besar 4000. Apabila angka Reynolds berada di antara kedua nilai tersebut adalah transisi. Angka Reynolds pada kedua nilai di atas ( $Re=2000$  dan  $Re=4000$ ) disebut dengan batas kritik bawah dan atas.

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

Kerugian energi terbesar pada fluida yang mengalir disebabkan oleh gesekan fluida dengan saluran aliran fluida tersebut. Prinsip kehilangan energi akibat gesekan (friksi) dalam saluran pipa dapat dijelaskan pada persamaan *Darcy-Weisbach* berikut:

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

Untuk aliran laminer dimana bilangan Reynold kurang dari 2000, faktor gesekan dihubungkan dengan bilangan Reynold, dinyatakan dengan rumus:

$$f = \frac{64}{Re}$$

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

Kerugian energi (*pressure drop*) paling besar disebabkan oleh friksi, sedangkan rugi-rugi lainnya lebih kecil dibandingkan akibat friksi atau gesekan. Rugi-rugi lainnya disebabkan oleh diskontinuitas seperti katup, belokan, dan perubahan penampang.

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

Kehilangan energi disebabkan perbesaran penampang disebabkan oleh pusaran dan tumbukan. Kehilangan energi akibat dari perbesaran penampang secara mendadak dijelaskan dengan rumus *Belanger*.

$$h = \frac{(v_1 - v_2)^2}{2 g}$$

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

Kerugian energi oleh penyempitan mendadak dinyatakan dengan persamaan dibawah, dimana  $C_c$  = perbandingan penampang kecil terhadap penampang besar

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

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

Rumus kehilangan energi pada belokan dinyatakan dengan persamaan di bawah, dimana  $K_b$  = koefisien kehilangan tenaga belokan pipa

$$h_b = K_b \frac{V^2}{2g}$$

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

Rumus kehilangan energi pada katup adalah dinyatakan dengan persamaan dibawah, dimana  $K$  = koefisien kehilangan tenaga pada katup

$$\Delta h = K \frac{V^2}{2g}$$

Pada kenyataannya kebanyakan sistem perpipaan adalah sistem pipa majemuk, yaitu rangkaian pipa seri, paralel maupun berupa jaringan perpipaan. Unik rangkaian pipa seri atau paralel, penyelesaiannya adalah serupa dengan perhitungan tegangan dan tahanan pada Hukum Ohm.

Pada sistem pipa seri maka semua pipa akan dialiri kapasitas aliran yang sama, dan *head loss* total adalah jumlah aljabar dari masing-masing *head loss* pipa.

$$\Sigma h_l = h_{l1} + h_{l2} + h_{l3} + h_{l4} + \dots + h_{ln}$$

Pada sistem pipa 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

$$h_{l1} = h_{l2} = h_{l3} = h_{l4} = h_{ln}$$

### **Perancangan Sistem PLTS**

Pemilihan pompa dan design pemipaan telah dilaksanakan, selanjutnya dilakukan perancangan pembangkit listrik tenaga surya, sebagai sistem yang akan menghasilkan listrik untuk menggerakkan pompa. Dalam perancangan pembangkit listrik tenaga surya ini perlu diperhatikan tingkat intensitas matahari,

pemasangan *solar cell* disesuaikan dengan sudut tangkap matahari, pemilihan panel *solar cell* dan rangkaian listrik instalasinya. Disamping listrik yang dihasilkan untuk menggerakkan pompa, sebagian listrik yang dihasilkan PLTS akan disimpan dalam baterai, energi listrik yang disimpan dalam baterai digunakan ketika intensitas matahari berkurang sehingga pompa dapat dioperasikan bersumber dari baterai, listrik yang dihasilkan juga dapat digunakan untuk mengoperasikan mesin-mesin pertanian seperti mesin pengaduk pupuk, pompa pembasmi hama dan mesin lainnya.

Penentuan susunan modul surya perlu diperhatikan, batasan jumlah modul yang disusun secara seri dan jumlah modul yang disusun secara parallel disesuaikan dengan spesifikasi inverter.

### **Perancangan Susunan Seri dan Paralel Modul Surya**

Perhitungan susunan seri dan parallel modul surya dapat digunakan persamaan berikut.

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

Minimum seri = susunan minimum modul secara seri

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

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

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

Maximum Seri = maksimum susunan seri modul

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

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

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

Maximum Paralel = maksimum susunan paralel

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

$I_{\text{max PV}}$  = arus maximum modul solar cell

### Losses pada Sistem PLTS

Rugi-rugi (losses) merupakan suatu kondisi dimana jumlah energi yang dibangkitkan atau disalurkan tidak sama dengan jumlah energi yang diterima pada sisi penerima [4]. 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 %

Dari tabel diatas dapat dihitung losses total Actual daya PLTS yang akan dihasilkan

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

### Perhitungan Modul Pembangkit Tenaga Surya

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) menggunakan panel surya (Solar Panel) sebagai penghasil energi listrik *direct current* dengan memanfaatkan radiasi foton dari matahari. Perancangan kebutuhan kapasitas (Wp) panel surya ditentukan oleh besar daya listrik beban yang dibutuhkan dan tingkat radiasi matahari di lokasi pemasangan PLTS. Sehingga jumlah modul *solar cell* yang dibutuhkan dihitung menggunakan rumus

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

$$N_{\text{modul}} = \text{Jumlah modul}$$

$$P = \text{Daya yang dibutuhkan beban}$$

$$P_{\text{mod}} = \text{Daya nominal modul surya}$$

### Sudut Tangkap Pemasangan Modul Solar Cell

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

Kemiringan pemasangan modul surya dapat ditentukan dengan persamaan berikut:

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

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

dimana

$\alpha$  = ketinggian sudiut maksimum matahari

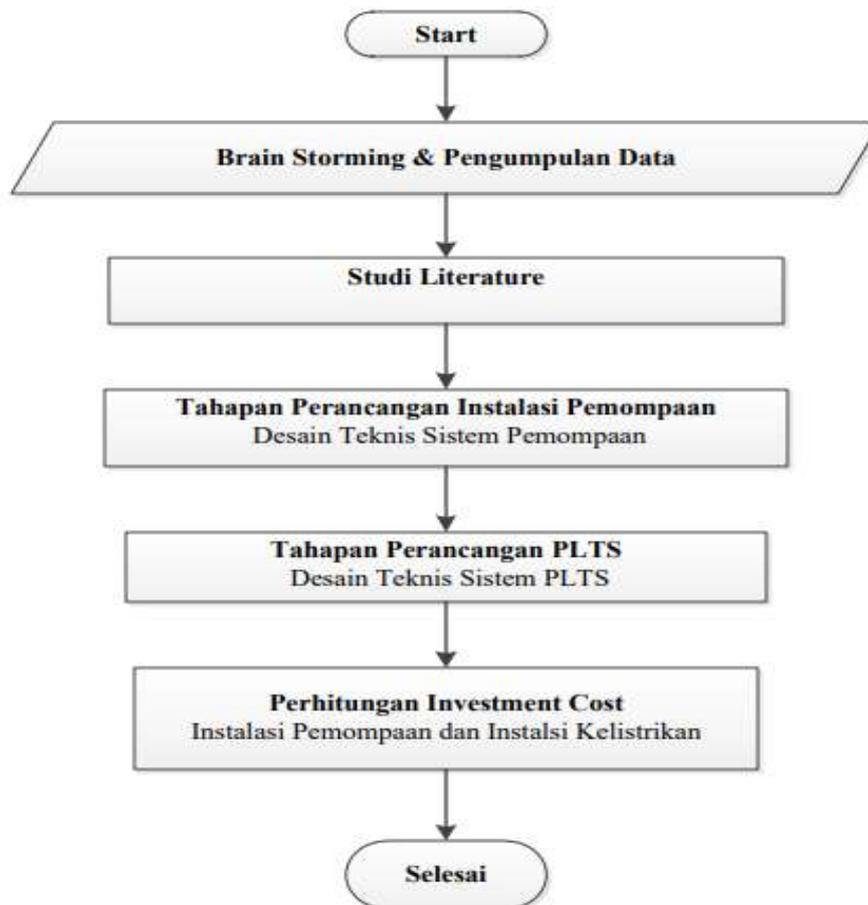
lat = garis lintang lokasi ( $^{\circ}$ )

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

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

### METODOLOGI PERANCANGAN

Perancangan pemasangan pompa air bersumber listrik tenaga matahari di area persawahan masyarakat Desa Siraisan Kecamatan Ulu Barumun Kabupaten Padang Lawas Provinsi Sumatera Utara dilaksanakan sesuai alur berikut:



Gambar 3. Alur Metodologi Perancangan

Langka-langkah Perancangan sistem ini dapat dijelaskan sebagai berikut:

#### 1. Brain Storming Idea dan Pengumpulan Data

Pada tahap ini peneliti/perancang melakukan diskusi dengan pihak-pihak pemangku kepentingan seperti petani, perangkat desa dan melakukan pengamatan terhadap kehidupan dan perilaku petani dalam melakukan proses pengairan di areal persawahan yang terdapat kekurangan suplai air. Ide akhirnya mengerucut dan berkesimpulan yaitu dibutuhkan suatu sistem artificial pengairan (pengairan buatan) untuk mengairi persawahan masyarakat. Pada tahap ini peneliti juga melakukan pengamatan terhadap radiasi matahari pada areal lokasi persawahan selama 7 hari. Konsumsi air yang dibutuhkan pada areal persawahan tersebut. Sistem irigasi yang sudah tersedia. Debit air yang dibutuhkan untuk pengairan dan waktu pengairan yang optimal. Spesifikasi dan komponen sistem pompa air yang tersedia di pasaran. Kebutuhan energi listrik pompa tersebut dan data spesifikasi komponen PLTS

#### 2. Studi Literatur

Tahap selanjutnya mengumpulkan dan membaca referensi-referensi tentang pemilihan pompa dan pembangkit listrik tenaga surya, proses pengairan, kebutuhan air untuk luasan sawah tertentu dan kebutuhan air untuk proses tumbuh padi mulai pembibitan hingga proses pemanenan

#### 3. Tahap Perancangan Pompa

Tahap perancangan sistem pemipaan dan pompa yang digunakan yaitu *head* dan debit air yang dihasilkan untuk mengairi areal persawahan

#### 4. Tahap Perancangan PLTS

Dilakukan tahap perancangan PLTS yang akan dibangun di areal persawahan

#### 5. Perhitungan Biaya yang Dibutuhkan

Pada tahap ini dilakukan perhitungan perkiraan biaya yang dibutuhkan untuk pembangunan sistem pengairan artificial tersebut. Perhitungan *cash flow* dan benefit tidak dilakukan, karena program ini adalah merupakan kegiatan untuk memberikan penghasilan pendapatan bagi masyarakat tersebut, untuk memenuhi kehidupan dasar masyarakat Desa Siraisan.

## 6. Kesimpulan

Berdasarkan langkah-langkah kegiatan yang dilaksanakan diatas dapat ditarik kesimpulan dari sistem pompa air PLTS yang dirancang.

## PEMBAHASAN

### Kebutuhan Air

Berdasarkan Pengamatan dan diskusi dengan para petani di lapangan. Bahwa kebutuhan air yang dibutuhkan sekitar 600 liter permenit, distribusi air ke persawahan menggunakan sistem pengairan yang sudah tersedia. Sistem pemipaan dibutuhkan dari sumber air hingga ketempat pompa yang dipasang. Panjang pipa inlet sepanjang 315 meter berdiameter 4 inchi dan pipa untuk outlet pompa berdiameter 4 inchi.

### Pemilihan Pompa

Pompa yang digunakan pada sistem pompa air untuk persawahan ini yaitu pompa AC satu phase, pemilihan pompa AC disebabkan ketika pompa tidak operasi maka listrik dapat digunakan untuk penerangan atau kebutuhan lainnya seperti untuk pengoperasian mesin gergaji atau mesin potong atau untuk pengoperasian mesin-mesin pertanian lainnya. Losses yang terjadi dihitung dengan menggunakan aplikasi *Pipe Pressure Loss* maka *head loss* sebesar 4,8 m, sepanjang 315 meter dan terdapat ketinggian sebesar 3 m, maka ompa yang dibutuhkan yaitu pompa sentrifugal dengan debit 600 liter permenit dengan head 9 meter, dengan motor spesifikasi Tegangan 220 Volt dan daya 3000 watt.

### Perancangan PLTS

Sel surya dapat dirangkai secara seri maupun paralel pada umumnya, setiap sel surya menghasilkan tegangan sebesar 0,45- 0,5 Volt dan arus listrik sebesar 0,1 A pada saat menerima sinar matahari terang. Sama halnya dengan battery, sel surya yang dirangkai secara seri akan meningkatkan tegangan sedangkan sel surya yang dirangkai secara paralel akan meningkatkan arus. Matahari mulai bersinar pukul sekitar pukul 08 hingga pukul 17, dan paling efektif pukul 10 pagi hingga pukul 15 sore.

Solar Panel yang dipiilih dengan spesifikasi:

Berikut type *photo cell* yang dipilih.

Tabel 2. *Type Photo Cell* [5]

No	Uraian	Nilai	Satuan
1	Maximun 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 Cristalline	
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.

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	%

### Perancangan Susunan Seri dan Paralel Modul PLTS

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

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



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

$$\text{Maximum Seri} = 600 / 30, 7 = 20 \text{ unit}$$

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

$$\text{Maximum Paralel} = 22 / 8,47 = 3 \text{ unit}$$

### Losses pada sistem PLTS

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

$$= 0,771$$

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

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

### 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.

### Sudut Tangkap Pemasangan Modul Solar Cell

Kemiringan pemasangan modul surya dapat ditentukan dengan persamaan berikut:

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

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

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

$$= 90 + 1^\circ 24' - 23.45^\circ$$

$$= 67.95$$

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

$$= 90 - 67.95$$

$$= 22.05$$

$\alpha$  = ketinggian maksimum matahari

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

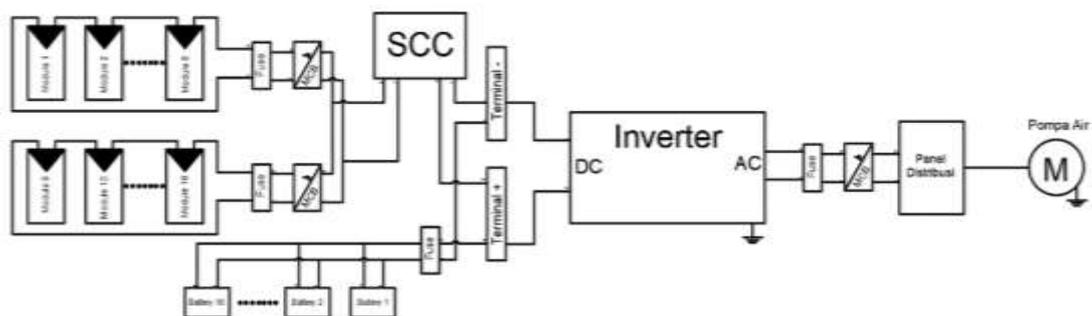
$\delta$  = sudut deklinasi matahari ( $23,45^{\circ}$ )

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

Kemiringan optimal panel surya yang dipasang Di Desa Siraisan Kecamatan Ulu Barumun Kabupaten Padang Lawas Provinsi Sumatera Utara adalah sebesar  $22,05^{\circ}$ .

### Rangkain Listrik PLTS

Design rangkaian komponen PLTS sebagai power supplai pompa di areal persawahan Desa Siraisan, dapat dijelaskan sebagai berikut, modul surya disusun menjadi dua string, setiap string terdiri atas 8 modul, modul surya pada setiap string disusun secara seri. Kedua string tersebut kemudian diaparalel untuk mendapatkan tegangan dan arus yang dipersyaratkan untuk mendapatkan daya yang dibutuhkan memutar pompa, sehingga total modul surya yang digunakan sebanyak 16 modul. Selanjutnya rangkaian yang keluar dari modul surya masuk ke solar change controller. Selanjutnya daya DC yang dihasilkan akan masuk ke inverter untuk diubah menjadi daya AC. Listrik dengan daya yang cukup dan tegangan AC sudah dapat digunakan oleh motor untuk dapat menggerakkan pompa. Jika pompa sudah tidak digunakan (beroperasi) maka listrik yang dihasilkan oleh modul solar cell dapat disimpan pada batterai atau listrik AC nya dapat digunakan untuk menggerakkan peralatan listrik lainnya. Detail rangkaian peralatan PLTS dapat dilihat seperti pada gambar dibawah ini.



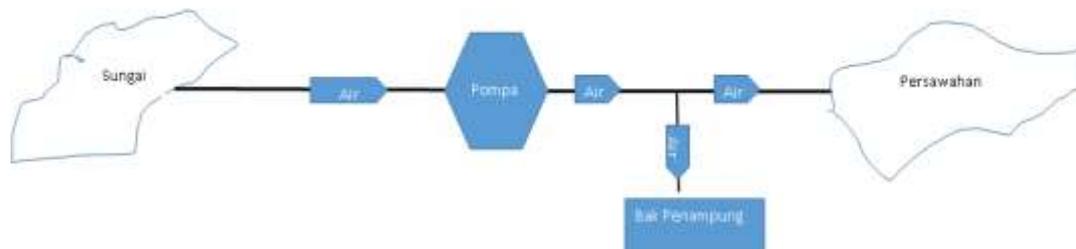
Gambar 4. Rangkaian Peralatan PLTS

### Aliran Air

Air dari sungai dipompakan menggunakan pompa yang terpasang disekitar areal persawahan. Air yang dipompakan akan disalurkan langsung ke areal persawahan

hingga seluruh sawah teraliri, selanjutnya jika telah teraliri areal persawahan dan masih terdapat energi listrik dari PLTS maka air dipompakan ke bak penampungan hingga energi listrik habis atau bak penampungan penuh.

Adapun gambar saluran air dari sungai hingga persawahan digambarkan sebagai berikut.



Gambar 5. Aliran Air yang Dipompakan

### 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	Jumlah	Satuan	Harga (Rp)	Total (Rp)
<b>A</b>	<b>Material</b>				
1	Pompa	1	unit	2.000.000	2.000.000
2	Sistem Pemipaan				
	Pipa PVC 4 inchi 315 meter	315	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 IP4K-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 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	Management Fee dan Lainnya	1	lot	15.189.000	15.189.000
<b>C Jumlah</b>					
					118.915.750
<b>PPN</b>					
					13.080.733
<b>D Total</b>					
					131.996.483

## KESIMPULAN

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

1. Pompa yang dibutuhkan dengan debit air sebanyak 600 liter/menit, dengan head 9 meter, berdaya listrik 3000 watt satu phase tegangan AC
2. PLTS yang diperlukan untuka dapat menggerakkan pompa dengan spesifikasi, jumlah modul solar cell yang dibutuhkan sebanyak 16 unit, dan terdapat dua string yang diparalel, setiap string berisi 8 modul solar cell yang diseri.
3. Kebutuhan biaya untuk pembangunan pompa beserta PLTS sebesar Rp 131.996.483,00

## REFERENSI

- Biro Pusat Statistik Indonesia, Statistik Indonesia. 2019. Katalog 1101001, p. 49.
- Putu Perdana Kusuma Wiguna. 2019. Metode Perhitungan Kebutuhan Air Irigasi”, Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Udayana.
- Badan Pusat Pusat Statistik Kabupaten Padang Lawas, Kabupaten Padang Lawas Dalam Angka 2018. Katalog 1102001.1221, pp. 212-213.



- 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
- Data Kelurahan Desa Siraisan, Kecamatan Ulu Barumun, Kabupaten Padang Lawas, Provinsi Sumatera Utara, 2019.
- 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
- Sastradiangga, I.M.A, Giriantari, I.A.D, Sukerayasa, I.W. 2018. “Solar PV Plant as a Replacement for Power Supply of Irrigation Water Pump”. International Journal of Engineering and Emerging Technology Vol. 5, No.2
- Tukiman, Puji Santoso, Ari Satmoko. 2013. Perhitungan Dan Pemilihan Pompa Pada Instalasi Pengolahan Air Bebas Mineral Irradiator Gamma 200 kCl”, Prima, Volume 10, Nomor 2, November 2013
- Larasakti, A. A., Himran, S., & Syamsul, A,” Pembuatan dan Pengujian Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Turbin Banki Daya 200 Watt”, Jurnal Mekanikal, Vol. 3 No. 1, pp 245-253, 2012
- 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
- 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