

**PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA DENGAN  
SUDUT PANEL OPTIMAL SEBAGAI SUMBER ENERGI LISTRIK PADA  
AREA KERAMBA JARING APUNG**

**(Skripsi)**

**Oleh :**

**BAGUS AGUNG NUGROHO  
NPM. 1915031065**



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2023**

## **ABSTRAK**

### **PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA DENGAN SUDUT PANEL OPTIMAL SEBAGAI SUMBER ENERGI LISTRIK PADA AREA KERAMBA JARING APUNG**

**Oleh**

**BAGUS AGUNG NUGROHO**

Laut Indonesia menyimpan sumber daya alam yang melimpah dan menjadi tempat yang sangat diminati untuk budidaya ikan laut, terutama di kalangan nelayan. Salah satu metode yang paling umum digunakan dalam kegiatan ini adalah menggunakan keramba jaring apung. Namun, kendala yang dihadapi nelayan adalah akses terbatas ke energi listrik di lokasi keramba yang umumnya jauh dari pemukiman. Penelitian ini bertujuan untuk merancang Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) agar dapat memenuhi kebutuhan energi listrik nelayan di area keramba jaring apung. Fokus penelitian adalah pada perancangan dan perakitan sistem PLTS dengan penekanan pada pengaturan sudut panel yang optimal. Sudut panel tersebut dihitung berdasarkan jumlah radiasi yang diterima oleh permukaan bidang miring, dengan memanfaatkan data geografis lokasi yang diperoleh dari NASA SSE. Hasil penelitian menunjukkan bahwa desain PLTS yang diusulkan dapat memenuhi kebutuhan energi listrik di area keramba jaring apung. Dalam aplikasinya, kebutuhan energi sebesar 481 Wh perhari untuk penerangan dan alat pemberi pakan otomatis dapat terpenuhi dengan menggunakan sistem PLTS 100 Wp, dengan kapasitas penyimpanan baterai sebesar 46 Ah. Selain itu, perhitungan sudut kemiringan optimal, berdasarkan radiasi dan faktor geografis di lokasi keramba jaring apung, adalah sekitar 6 derajat, dengan nilai radiasi sebesar 57,38848 kWh per tahun di lokasi Padang Cermin, Kecamatan Durian.

**Kata kunci:** Keramba Jaring Apung, Panel Surya, Radiasi Matahari, Geografis Lokasi.

## **ABSTRACT**

### **DESIGN OF SOLAR POWER PLANT WITH OPTIMAL PANEL ANGLE AS A SOURCE OF ELECTRICAL ENERGY IN FLOATING NET CAGE AREA**

**BY**

**BAGUS AGUNG NUGROHO**

*Indonesia's seas hold abundant natural resources and are a highly desirable location for marine fish farming, especially among fishermen. One of the most common methods used in this activity is the use of floating net cages. However, an obstacle faced by fishermen is limited access to electrical energy at the cage sites which are generally far from settlements. This research aims to design a Solar Power Plant (PLTS) in order to meet the electrical energy needs of fishermen in the floating net cage area. The focus of the research is on the design and assembly of the PLTS system with an emphasis on setting the optimal panel angle. The panel angle is calculated based on the amount of radiation received by the inclined plane surface, utilizing geographic location data obtained from NASA SSE. The results show that the proposed solar power plant design can meet the electrical energy demand in the floating net cage area. In practical implementation, the daily energy requirement of 481 Wh for lighting and automatic feeding devices can be met by using a 100 Wp solar PV system, with a battery storage capacity of 46 Ah. Furthermore, the determination of the optimal tilt angle, based on radiation and geographical factors at the location of floating net cages, is about 6 degrees, with a radiation value of 57.38848 kWh per year at the location of Padang Cermin, Durian District.*

**Keyword :** *Floating Net Cages, Solar Panels, Solar Radiation, Geographical Location.*

**PERANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA DENGAN  
SUDUT PANEL OPTIMAL SEBAGAI SUMBER ENERGI LISTRIK PADA  
AREA KERAMBA JARING APUNG**

**Oleh**

**BAGUS AGUNG NUGROHO**

**(Skripsi)**

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar  
SARJANA TEKNIK

**Pada**

**Jurusan Teknik Elektro  
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2023**

Judul Skripsi : **Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya  
Dengan Sudut Panel Optimal Sebagai Sumber  
Energi Listrik Pada Area Keramba Jaring  
Apung**

Nama Mahasiswa : **Bagus Agung Nugroho**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1915031065

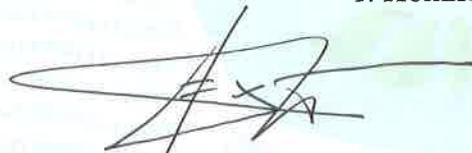
Program Studi : **Teknik Elektro**

Fakultas

: **Teknik**

**MENYETUJUI**

1. Komisi Pembimbing



**Dr. Eng. F.X. Arinto Setyawan, S.T., M.T.**  
NIP. 196912191999031002



**Afri Yudiantono S.T., M.Eng.**  
NIP. 198904302019031011

2. Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Ketua Program Studi Teknik Elektro



**Herlinawati, S.T., M.T.**  
NIP. 197103141999032001



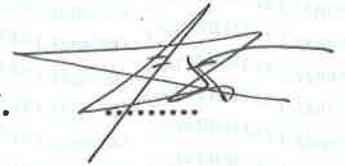
**Dr. Eng. Nining Purwasih, S.T., M.T.**  
NIP. 197404222000122001

**MENGESAHKAN**

1. Tim Penguji

Ketua

: **Dr.Eng. F.X Arinto Setyawan, S.T., M.T.**



Sekretaris

: **Afri Yudamson S.T., M.Eng.**



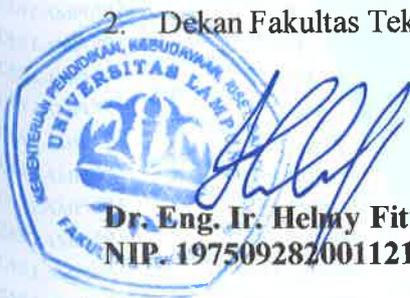
Penguji Utama

Bukan Pembimbing

: **Dr. Sri Purwiyanti S.T., M.T.**



2. Dekan Fakultas Teknik :



**Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc. }**  
NIP. 197509282001121002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **06 Desember 2023**

## SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah dilakukan orang lain dan sepanjang sepengetahuan saya tidak terdapat atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini sebagaimana yang disebutkan dalam daftar Pustaka. Selain itu, saya menyatakan pula bahwa skripsi ini dibuat oleh saya sendiri.

Apabila pernyataan saya tidak benar, maka saya bersedia dikenai sanksi akademik sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 12 Desember 2023



Bagus Agung Nugroho

NPM. 1915031065

## RIWAYAT HIDUP



Penulis Lahir di Tanjung Tirta, pada tanggal 11 Agustus 2001 sebagai anak pertama dari 3 bersaudara, anak dari bapak Triyono dan ibu Darwanti. Pendidikan Sekolah Dasar diselesaikan di SDN Unyur Kota Serang pada tahun 2013, Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 5 Kota Serang diselesaikan pada tahun 2016, dan Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 4 Kota Serang diselesaikan pada tahun 2019. Pada tahun 2019, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung melalui jalur SBMPTN (Tes Nasional). Selama menjadi mahasiswa penulis aktif mengikuti organisasi Himpunan Mahasiswa Teknik Elektro sebagai Anggota Divisi Minat dan Bakat yang diamanahkan sebagai penanggung jawab pada program kerja Himatro Sport dan kegiatan pengarakan wisudawan. Selain itu, penulis juga aktif mengikuti organisasi Badan Eksekutif Mahasiswa Fakultas Teknik (BEM FT) Universitas Lampung pada dinas Pemuda Olahraga dan Kreativitas Mahasiswa (PORAKRESMA). Pada semester 5, penulis mengambil konsentrasi Elektronika dan Kendali (Elkaken), dan menjadi asisten laboratorium teknik elektronika. Pada tanggal 20 Juni — 23 Juli 2022 penulis melaksanakan Kerja Praktik di PT. PLN Batam unit PLTG MPP 4x25 MW Tarahan dan ditempatkan di divisi pemeliharaan. Penulis juga pernah mengikuti kegiatan Magang Bersertifikat (MSIB) pada Batch ke-3, di salah satu anak perusahaan JAPFA *Comfeed*, yaitu PT. Suri Tani Pemuka (STP), yang bergerak di bidang produksi pakan perikanan dan ditempatkan pada divisi Teknik sebagai *Progammeble Logic Control (PLC) Engineer*. Prestasi yang pernah diraih oleh penulis yaitu, penulis pernah lolos dan mendapat pendanaan dalam Program Kreativitas Mahasiswa (PKM) tahun 2021. Penulis juga pernah mendapatkan penghargaan juara 3 sebagai anggota tim *Racing Plane* dalam ajang Kontes Robot Terbang Indonesia (KRTI) tahun 2020.



## PERSEMBAHAN



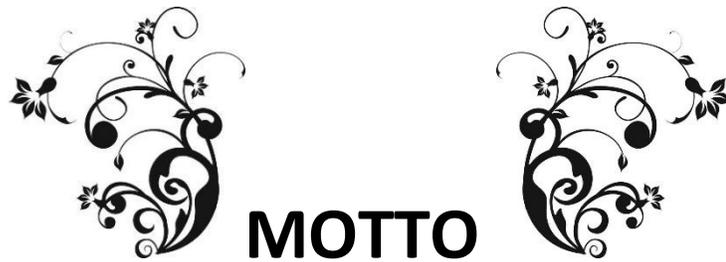
Dengan Ridho Allah SWT  
Teriring shalawat kepada Nabi Muhammad SAW  
Karya Tulis ini ku persembahkan untuk:

Ayah dan Ibuku Tercinta  
*Triyono dan Darwanti*

Serta Adik-adikku Tersayang  
*Bima Dwi Prasetya*  
*Alysha Atthaya Kirani*

Terimakasih untuk semua dukungan dan doa selama ini  
Sehingga aku dapat menyelesaikan hasil karyaku ini





*“Perubahan akan terjadi jika ada keinginan dari dalam diri.”*

*“Sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan, maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain), dan hanya kepada Tuhan-mu lah kamu berharap”*

*(Q.S Al-Insyirah: 6-8)*

*“...dan aku belum pernah kecewa dalam berdoa kepada Engkau ya Rabbku”*

*(Q.S Maryam : 4)*

## SANWACANA

Alhamdulillah puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala karunia, hidayah, serta inayah-Nya kepada penulis, sehingga laporan skripsi ini yang berjudul “**Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dengan Sudut Panel Optimal Sebagai Sumber Energi Listrik Pada Area Keramba Jaring Apung**” dapat selesai tepat pada waktunya. Yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung.

Shalawat serta salam selalu tercurah kepada junjungan seluruh alam, Nabi Muhammad SAW. sahabatnya, serta para pengikutnya yang selalu istiqomah diatas jalan agama islam hingga hari akhir zaman. Selama menjalani pengerjaan Skripsi ini, penulis mendapatkan bantuan pemikiran maupun dorongan moril dari berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan kali ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr.Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., I.P.M., selaku Rektor Universitas Lampung.
2. Bapak Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung, sekaligus Dosen Pembimbing Pendamping.
3. Ibu Herlinawati, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung.
4. Ibu Dr. Eng. Nining Purwasih, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung
5. Bapak Dr. Eng. F.X. Arinto Setyawan S.T., M.T. selaku Kepala Laboratorium Teknik Elektronika, sekaligus pembimbing utama tugas akhir, yang telah banyak membantu, membimbing dan memberi dukungan kepada penulis.
6. Bapak Afri Yudamson S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing pendamping, yang telah banyak memberikan masukan, bimbingan, motivasi serta banyak pengalaman yang bermanfaat bagi penulis.

7. Dr. Sri Purwiyanti S.T., M.T. selaku dosen penguji utama, yang telah banyak memberikan kritik, saran, suasana yang ceria dan motivasi yang bermanfaat bagi penulis.
8. Bapak Syaiful Alam, S.T., M.T. sebagai Dosen Pembimbing Akademik, yang telah banyak membimbing dan membantu penulis selama menjalani kuliah.
9. Seluruh Dosen dan karyawan Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung, berkat ilmu yang telah diajarkan kepada penulis selama penulis menjalani masa studi di perkuliahan.
10. Kak Yudi Eka Putra, S.T., M.T. selaku PLP Laboratorium Elektronika yang telah banyak membantu memberi arahan dalam mengerjakan skripsi ini.
11. Ayahanda Triyono, Ibunda Darwanti, Adikku Bima, dan Taya sebagai orang yang selalu mendukung dan mendo'akan penulis.
12. Sahabat penulis saat ini dan seterusnya, yaitu Zaki dan Ahlul yang selalu memberi penulis dukungan, semangat, dan menghibur penulis di saat senang maupun sedih.
13. Keluarga penulis di Laboratorium Teknik elektronika, Raisya, Nanda, Lukita, Mutia, Fadil, dan Bang kholid, yang selalu memberikan dukungan, hiburan, pertolongan, dalam setiap proses apapun selama menjadi asisten laboratorium teknik elektronika.
14. Tim pengabdian keramba yaitu Didik dan Mufid sebagai orang yang selalu memberikan dukungan dan bantuan dalam setiap proses pengerjaan skripsi.
15. Keluarga penulis di angansaka yaitu Fakari, Rafi, Rafly, Aqil, dan Pidi sebagai orang yang selalu memberikan dukungan, hiburan, pertolongan, dalam setiap proses apapun dan bermanfaat bagi penulis.
16. Keluarga besar ETERNITY Angkatan 2019, yang telah memberikan banyak motivasi, nilai-nilai sosial, dan bantuan dalam berbagai hal.
17. Keluarga besar HIMATRO UNILA, yang telah menjadi wadah dalam mengembangkan nilai-nilai organisasi bagi penulis.
18. Andini Vatiady, terimakasih atas dukungan, semangat, motivasi, dan doa yang diberikan selama proses penyusunan skripsi.

19. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu dan terlibat langsung maupun tidak langsung yang telah membantu penulis dalam pembuatan skripsi.

Semoga Allah SWT membalas semua perbuatan dan kebaikan yang telah diberikan kepada Penulis sampai dengan terselesaikannya Skripsi ini. Penulis menyadari bahwa laporan skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan, baik dari segi penyusunan maupun pemilihan kata. Maka dari itu penulis terbuka untuk menerima masukan kritik dan saran yang dapat membangun Penulis kedepannya. Semoga penulisan skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Bandar Lampung, 12 Desember 2023

Penulis,

**Bagus Agung Nugroho**

## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK</b> .....	<b>ii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>vi</b>
<b>SURAT PERNYATAN</b> .....	<b>vii</b>
<b>RIWAYAT HIDUP</b> .....	<b>viii</b>
<b>PERSEMBAHAN</b> .....	<b>ix</b>
<b>MOTTO</b> .....	<b>x</b>
<b>SANWACANA</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xvii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Tujuan Penelitian .....	3
1.3. Rumusan Masalah .....	3
1.4. Batasan Masalah .....	4
1.5. Manfaat Penelitian.....	4
1.6. Hipotesis .....	4
1.7. Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>6</b>
2.1. Penelitian Terdahulu.....	6
2.2. Energi Matahari .....	8
2.3. Panel Surya .....	9
2.4. Solar Charge Controller.....	11
2.6. Inverter .....	13
2.7. Sudut Optimal Kemiringan Panel.....	14
2.8. Perhitungan Kebutuhan Sistem PLTS .....	17
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	<b>19</b>
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian .....	19
3.2. Alat dan Bahan .....	19
3.3. Tahapan Penelitian .....	20
3.4. Tahapan Perhitungan Sudut Optimal.....	23
3.5. Diagram Blok PLTS .....	24
3.6. Penempatan PLTS .....	25

3.7. Desain PLTS .....	26
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>27</b>
4.1. Rancangan Kebutuhan PLTS .....	27
4.2. Data Perhitungan Sudut Kemiringan Panel .....	28
4.3. Hasil Perhitungan Sudut Kemiringan Panel Dengan Variasi Sudut 0-45° .... .....	29
4.4. Hasil Perhitungan Sudut Kemiringan Panel Dengan Variasi Sudut 0-10° .... .....	30
4.5. Perbandingan Pengukuran Tegangan dan Arus Panel 50Wp dengan Variasi Sudut.....	32
4.6. Hasil Pengukuran Tegangan dan Arus Panel 100Wp.....	51
4.7. Hasil Pengukuran Daya Lampu .....	56
4.8. Hasil Pengukuran Daya Alat FishFeeder .....	57
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>60</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>62</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>64</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Jenis-Jenis Panel Surya .....	10
Gambar 2.2. Solar Charge Controller .....	12
Gambar 2.3. Baterai .....	13
Gambar 2.4. Inverter DC to AC .....	14
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian .....	20
Gambar 3.2. Tahapan Perhitungan Sudut Optimal .....	23
Gambar 3.3. Diagram Blok Perancangan PLTS .....	24
Gambar 3.4. Penempatan PLTS pada area keramba .....	26
Gambar 3.5. Rencana desain Penopang Panel .....	26
Gambar 4.1. Pengaturan arah panel .....	32
Gambar 4.2. Grafik Pengukuran Tegangan Panel 2° .....	35
Gambar 4.3. Grafik Pengukuran Arus Panel 2° .....	36
Gambar 4.4. Grafik Pengukuran Tegangan Panel 6° .....	39
Gambar 4.5. Grafik Pengukuran Arus Panel 6° .....	40
Gambar 4.6. Grafik Pengukuran Tegangan Panel 8° .....	43
Gambar 4.7. Grafik Pengukuran Arus Panel 8° .....	43
Gambar 4.8. Grafik Perbandingan Tegangan Hari ke 1 .....	45
Gambar 4.9. Grafik Perbandingan Tegangan Hari ke 2 .....	45
Gambar 4.10. Grafik Perbandingan Tegangan Hari ke 3 .....	46
Gambar 4.11. Grafik Perbandingan Arus Hari ke 1 .....	47
Gambar 4.12. Grafik Perbandingan Arus Hari ke 2 .....	47
Gambar 4.13. Grafik Perbandingan Arus Hari ke 3 .....	48
Gambar 4.14. Grafik Perbandingan Daya Hari ke 1 .....	49
Gambar 4.15. Grafik Perbandingan Daya Hari ke 2 .....	49
Gambar 4.16. Grafik Perbandingan Daya Hari ke 3 .....	50
Gambar 4.17. Grafik Pengukuran Tegangan Pada Panel 100Wp .....	54
Gambar 4.18. Grafik Pengukuran Arus Pada Panel 100Wp .....	55
Gambar 4.19. Grafik Daya yang dihasilkan Panel 100Wp .....	56

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Data Hd dan Hg Lokasi berdasarkan NASA-SSE .....	28
Tabel 4.2. Data Deklinasi dan Solar Noon Lokasi .....	29
Tabel 4.3. Hasil Perhitungan Radiasi Total Dengan Variasi Sudut 0-45° .....	30
Tabel 4.4. Hasil Perhitungan Radiasi Total Dengan Variasi Sudut 0-10° .....	31
Tabel 4.5. Data hasil pengujian dengan sudut panel 2° hari pertama. ....	33
Tabel 4.6. Data hasil pengujian dengan sudut panel 2° hari kedua.....	34
Tabel 4.7. Data hasil pengujian dengan sudut panel 2° hari ketiga. ....	34
Tabel 4.8. Data hasil pengujian dengan sudut panel 6° pertama. ....	37
Tabel 4.9. Data hasil pengujian dengan sudut panel 6° kedua.....	37
Tabel 4.10. Data hasil pengujian dengan sudut panel 6° ketiga.....	38
Tabel 4.11. Data hasil pengujian dengan sudut panel 8° pertama. ....	41
Tabel 4.12. Data hasil pengujian dengan sudut panel 8° kedua.....	41
Tabel 4.13. Data hasil pengujian dengan sudut panel 8° ketiga.....	42
Tabel 4.14. Data hasil pengujian panel 100Wp hari pertama. ....	51
Tabel 4.15. Data hasil pengujian panel 100Wp hari kedua.....	52
Tabel 4.16. Data hasil pengujian panel 100Wp hari ketiga. ....	53
Tabel 4.17. Hasil Pengukuran Daya Lampu 40 W.....	57
Tabel 4.18. Pengukuran Daya Alat Fish Feeder.....	58

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Indonesia merupakan negara kepulauan yang sangat luas dengan pulau melintang dari Sabang sampai Merauke. Hal tersebut mempengaruhi kondisi geografis Indonesia, daerah pesisir yang sangat luas membentuk masyarakat di sekitar wilayah tersebut menggantungkan hidupnya pada daerah laut dan sekitarnya. Laut Indonesia menyimpan sumber daya alam yang sangat beragam dan dimanfaatkan oleh masyarakat yang berprofesi sebagai nelayan. Seiring berkembangnya ilmu pengetahuan, banyak nelayan yang memanfaatkan laut sebagai sarana untuk melakukan budidaya ikan laut untuk meningkatkan produktifitas hasil mereka. Saat ini terdapat banyak metode untuk budi daya ikan, salah satu metode yang banyak digunakan adalah menggunakan keramba jaring apung.

Keramba jaring apung adalah salah satu teknik budidaya perikanan yang telah lama digunakan di berbagai belahan dunia. Keramba jaring apung adalah suatu sarana pemeliharaan ikan yang kerangkanya terbuat dari bambu, kayu, pipa paralon atau besi berbentuk persegi yang diberi jaring dan pelampung agar wadah tersebut tetap terapung di air. Keramba jaring apung merupakan teknologi tepat guna yang menjadi primadona bagi pembudi daya karena telah terbukti lebih efisien, baik secara teknis maupun ekonomis [1]. Teknik ini dilakukan dengan menggunakan jaring-jaring yang dipasang pada permukaan air, kemudian ditempatkan di lokasi yang sekiranya dapat menghasilkan ikan dalam jumlah banyak. Jaring-jaring ini biasanya dipasang di laut lepas, tepi pantai, muara sungai, danau, atau di laut dangkal. Lokasi keramba jaring apung umumnya berada jauh dari daerah pemukiman, sehingga penggunaan keramba jaring apung ini terdapat kendala. Salah satunya adalah nelayan kesulitan mengelola kerambanya karena jarak antar

rumah dan keramba yang jauh dan memakan waktu. Hal tersebut juga memengaruhi budidaya ikan terutama dalam proses pemberian pakan ikan.

Pemberian pakan ikan termasuk salah satu hal penting dalam pembudi dayaan ikan, termasuk pada sistem budi daya ikan yang menggunakan metode keramba jaring apung. Sangat disayangkan hingga saat ini sistem pemberian pakan ikan umumnya masih sangat bergantung pada sumber daya manusia dan pemberiannya dilakukan secara manual. Pemberian pakan manual dilakukan dengan sederhana yaitu menyebar pakan ikan dengan tangan langsung ke arah kolam ikan. Oleh karena itu, hal tersebut menyebabkan pemberian pakan pada ikan akan memakan waktu yang banyak terutama jika seorang nelayan memiliki lahan kolam yang banyak. Untuk mengatasi ketidakteraturan pemberian pakan ikan, para nelayan dapat memanfaatkan kemajuan teknologi. Teknologi yang berkembang saat ini adalah teknologi alat pelontar pakan ikan otomatis, alat ini mampu memberikan pakan secara otomatis sesuai dengan takaran dan juga jadwal yang sudah ditentukan, sehingga mempermudah dan mengefisiensikan nelayan dalam hal pemberian pakan. Adanya alat ini akan sangat membantu dan sangat penting agar budidaya ikan akan lebih mudah dan dapat dipantau dari jarak jauh, secara otomatis.

Pengoperasian alat pelontar pakan otomatis ini membutuhkan sumber listrik yang terus menyuplai daya ke alat tersebut supaya alat dapat beroperasi sesuai dengan fungsinya. Alat pelontar otomatis ini membutuhkan sumber daya DC seperti baterai. Namun jika menggunakan alat pemberi pakan otomatis pada keramba jaring apung yang terletak di pinggir laut atau bahkan di tengah laut, baterainya tidak bisa terus-menerus diganti, dan sumber listrik dari PLN juga tidak ada. Saat ini jika membutuhkan energi listrik untuk kebutuhan keramba jaring apung, nelayan akan menarik kabel listrik yang panjang dari rumah atau area pemukiman yang jaraknya jauh dari lokasi keramba jaring apung. Kegiatan tersebut memiliki resiko yang sangat besar di antaranya adalah kondisi cuaca yang tidak menentu yang membuat permukaan kabel bisa saja terkelupas dan menyebabkan konsleting, Kondisi lingkungan laut juga bisa membahayakan, karena dapat menyebabkan korosi pada komponen stop kontak yang mengakibatkan konsleting.

Berdasarkan permasalahan tersebut maka solusi yang dapat dilakukan adalah perancangan instalasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) pada area keramba

jaring apung, dengan tujuan memberikan pasokan listrik yang cukup sebagai sumber daya untuk alat pelontar pakan otomatis dan juga kebutuhan energi listrik di area keramba jaring apung. Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) merupakan pembangkit listrik yang mengkonversikan energi matahari menjadi energi listrik dengan bantuan bahan semikonduktor. Pemilihan PLTS sebagai sumber energi pada area keramba jaring apung adalah kondisi matahari di wilayah lahan tambak tersebut sumber energi matahari sangat potensial yang dapat dimanfaatkan untuk penerapan PLTS untuk memenuhi kebutuhan energi listrik di area keramba jaring apung sehingga kegiatan budidaya dapat berjalan optimal yang akan berdampak pada hasil produksi yang meningkat.

Dalam perancangan instalasi PLTS ini, digunakan sistem off-grid dikarenakan lokasi keramba jaring apung yang tidak terjangkau oleh jaringan PLN sehingga sistem PLTS yang digunakan tidak terkoneksi dengan jaringan PLN. Sistem PLTS off-grid ini sangat prospektif sebagai sistem pasokan listrik untuk lokasi yang terpencil atau jauh dari pemukiman, karena penggunaannya yang fleksibel untuk di bangun.

## **1.2. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Merancang PLTS sebagai sumber energi listrik untuk kebutuhan energi listrik pada keramba jaring apung.
2. Melakukan penentuan sudut kemiringan panel surya sehingga dapat menerima radiasi matahari secara maksimal di area keramba jaring apung.

## **1.3. Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana cara merancang PLTS untuk memenuhi kebutuhan pasokan listrik di area keramba jaring apung?
2. Bagaimana cara mendapatkan sudut optimal panel surya?

#### **1.4. Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah dari penelitian ini adalah penelitian ini hanya membahas mengenai perancangan sistem PLTS dengan sudut optimal yang mampu untuk menampung kebutuhan energi listrik pada area keramba jaring apung, yang terdiri dari penerangan dan pemberi pakan otomatis.

#### **1.5. Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat penelitian ini adalah memberikan pasokan listrik untuk kebutuhan listrik di area keramba secara efisien dengan menggunakan sistem PLTS sehingga memudahkan nelayan dalam mengakses sumber listrik.

#### **1.6. Hipotesis**

Sistem PLTS yang dirancang mampu memenuhi pasokan listrik pada area keramba jaring apung dengan sudut panel yang optimal, sehingga sistem PLTS akan mendapatkan radiasi secara maksimal.

#### **1.7. Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan yang digunakan dalam penulisan tugas akhir ini dibagi menjadi lima bab, yaitu :

##### **BAB I PENDAHULUAN**

Pendahuluan terdapat latar belakang, tujuan penelitian, manfaat penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, hipotesis, dan sistematika penulisan.

##### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Tinjauan pustaka berisi teori-teori yang mendukung perencanaan instalasi PLTS sebagai sumber pasokan listrik pada area keramba jaring apung.

##### **BAB III METODE PENELITIAN**

Metode penelitian berisi waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan yang digunakan, garis besar metode yang diusulkan, serta diagram alir penelitian dan metode yang diusulkan.

#### BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan menjelaskan hasil penelitian, analisis dan pembahasan hasil penelitian, dan perhitungan kinerja metode yang diusulkan.

#### BAB V PENUTUP

Penutup berisi tentang kesimpulan yang didapatkan dari hasil penelitian serta saran untuk pengembangan penelitian ini lebih lanjut.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Penelitian Terdahulu**

Berkaitan dengan penelitian yang dilakukan, referensi terhadap penelitian yang telah dilakukan sebelumnya sangat penting untuk menghindari plagiarisme atau duplikasi penelitian sebelumnya, hal ini juga dimaksudkan sebagai bahan penunjang penelitian agar tema penelitian ini terus berkembang. Berikut merupakan beberapa penelitian terdahulu yang telah dilakukan sebelumnya berdasarkan penggunaan serta hasil yang diperoleh.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Andi Wawan Indrawan, Bakhtiar, Kazman Riyadi, dan Andarini Asri pada tahun 2021 dengan judul “PEMANFAATAN ENERGI SURYA SEBAGAI SUMBER LISTRIK UNTUK PENERANGAN DI LAHAN TAMBAK DESA NISOMBALIA” para peneliti melakukan penerapan PLTS sebagai sumber energi listrik yang akan digunakan sebagai sumber energi penerangan pada lahan tambak Desa Nisombalia. Pada penelitian ini spesifikasi PLTS yang digunakan adalah panel surya photovoltaic 120 Wp, *solar charge controller* tipe PWM 40 A dan baterai tipe VRLA dengan kapasitas 12 V 100Ah untuk menampung beban lampu DC sebesar 40 W/h. Dalam penelitian ini PLTS dapat digunakan pada daerah tambak ikan dengan aman dan memanfaatkan potensi cahaya matahari yang tinggi yang mampu digunakan sebagai sumber penerangan di malam hari. Penerangan di malam hari dapat mempermudah kegiatan petani tambak (meningkatkan rasa aman dan nyaman) dalam melakukan kegiatan bertani tersebut [2].

Pada penelitian yang dilakukan oleh Musrady Mulyadi, Sukma Abadi, Dkk, dengan judul “APLIKASI PLTS PADA MESIN PELONTAR PAKAN IKAN” melakukan penerapan PLTS sebagai sumber energi listrik untuk mesin pelontar pakan ikan otomatis pada budidaya udang vaname di areal budidaya tambak desa Pancana. Spesifikasi PLTS yang digunakan adalah panel surya 50 Wp dan *solar charge*

*controller* dan baterai dengan kapasitas 12V 20 Ah. Sistem pelontar pakan otomatis ini menggunakan energi matahari sistem PLTS untuk menggerakkan motor baling-baling pelontar pakan udang [3].

Pada penelitian yang dilakukan oleh Fri Murdiya, Amir Hamzah, Azriyenni, Nurhalim, Firdaus, dan Suwitno dengan judul “PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA UNTUK POMPA AIR DAN PENERANGAN DALAM PROGRAM PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT”. Penelitian tersebut melakukan penerapan PLTS untuk sumber energi pompa air dan penerangan jalan pada suatu desa dalam kegiatan pengabdian kepada masyarakat. Peneleti membuat pompa air dan lampu penerangan jalan bertenaga surya dihibahkan kepada Desa Binaan Fakultas Teknik Universitas Riau. Spesifikasi PLTS yang digunakan sebagai sumber pompa 120 Watt adalah *solar* panel 2x100wp, *solar charge controller* 20A, inverter 300watt, baterai VRLA 7,2 Ah, sedangkan spesifikasi PLTS yang digunakan sebagai sumber lampu penerangan jalan 12 VDC dengan daya 10 Watt menggunakan *solar* panel 50wp, *solar charge controller* 10A, dan baterai 12V 7,2Ah [4].

Pada penelitian yang dilakukan oleh Azis Pandria, Muzakir, Edi Mawardi, Samsuddin, Munawir, dan Mukhlizar, dengan judul “PENENTUAN SUDUT KEMIRINGAN OPTIMUM BERDASARKAN ENERGI KELUARAN PANEL SURYA” peneliti melakukan perhitungan untuk menentukan sudut kemiringan panel dengan tujuan untuk memaksimalkan penerimaan radiasi matahari pada permukaan panel surya. Pada penelitian ini, peneliti bertujuan untuk menentukan sudut kemiringan optimum panel surya di kota Meulaboh (4,152 LU, 96,131 BT, Johan Pahlawan). Metode yang digunakan adalah metode perhitungan nilai total radiasi matahari pada permukaan bidang miring, yang data radiasi nya diambil berdasarkan data NASA SSE dari tahun 1983-2005. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sudut miring yang dapat menghasilkan energi keluaran maksimal di kota Meulaboh (4.152 LU, 96.131 BT, Johan Pahlawan) berada pada sudut  $5^{\circ}$  dengan orientasi tepat menghadap selatan [5].

Pada penelitian yang dilakukan oleh Rudi Darussalam, Ahmad Rajani, Kusnadi, dan Tinton Dwi Atmaja, dengan judul “PENGATURAN ARAH AZIMUTH DAN

SUDUT TILT PANEL PHOTOVOLTAIC UNTUK OPTIMALISASI RADIASI MATAHARI, STUDI KASUS: BANDUNG – JAWA BARAT” peneliti melakukan pengaturan arah azimuth dan sudut *tilt* panel untuk mengoptimalkan radiasi matahari yang diterima panel. Pengaturan arah azimuth dan sudut *tilt* dilakukan berdasarkan radiasi pada permukaan bidang miring sesuai dengan karakteristik lokasi yaitu di Ciparay kabupaten Bandung dengan koordinat  $7^{\circ} 07' LS$   $107^{\circ} 07' BT$ . Pengaturan sudut *tilt* panel photovoltaic divariasikan pada sudut kemiringan 5, 10, 15, 20, 25, dan  $30^{\circ}$  sedangkan pengaturan arah azimuth divariasikan menghadap ke utara dan ke selatan dengan menggunakan data radiasi matahari yang diperoleh dari NASA *Surface Meteorology and Solar Energy*. Dari hasil penelitian ini diperoleh nilai optimal arah azimuth dan sudut *tilt* panel photovoltaic di Kecamatan Ciparay dari Oktober s.d Februari adalah menghadap selatan dengan sudut berkisar antara  $5 - 10^{\circ}$  dan dari bulan Maret s.d September menghadap utara dengan sudut berkisar  $5 - 25^{\circ}$ , sedangkan untuk tipe panel fixed panel photovoltaic adalah menghadap ke utara dengan sudut *tilt*  $10^{\circ}$  [6].

Pada penelitian ini, sistem PLTS digunakan sebagai sumber energi listrik pada keramba jaring apung di daerah pantai Padang Cermin. Sistem PLTS dirancang untuk menyerap radiasi matahari secara maksimal dengan cara mengoptimalkan sudut *tilt* pada panel. Sudut dihitung dengan rumus-rumus dan disimulasikan untuk menentukan sudut optimalnya. Perhitungan dilakukan berdasarkan faktor geografi lokasi keramba jaring apung yaitu desa Durian Padang Cermin dengan koordinat lokasi  $5^{\circ}37'01.2''LS$   $105^{\circ}10'43.6''BT$ .

## **2.2. Energi Matahari**

Matahari adalah sumber energi utama yang memancarkan energi yang besar ke permukaan bumi. Matahari merupakan salah satu bintang yang istimewa yang mempunyai radius sejauh  $6,96 \times 10^5$  km dan terletak sejauh  $1,496 \times 10^8$  km dari bumi. Energi matahari bisa sampai ke permukaan bumi adalah dengan cara radiasi (pancaran), radiasi matahari adalah proses perambatan energi (panas) dalam bentuk

gelombang elektromagnetik yang tanpa memerlukan zat perantara karena di antara bumi dan matahari terdapat ruang hampa [7].

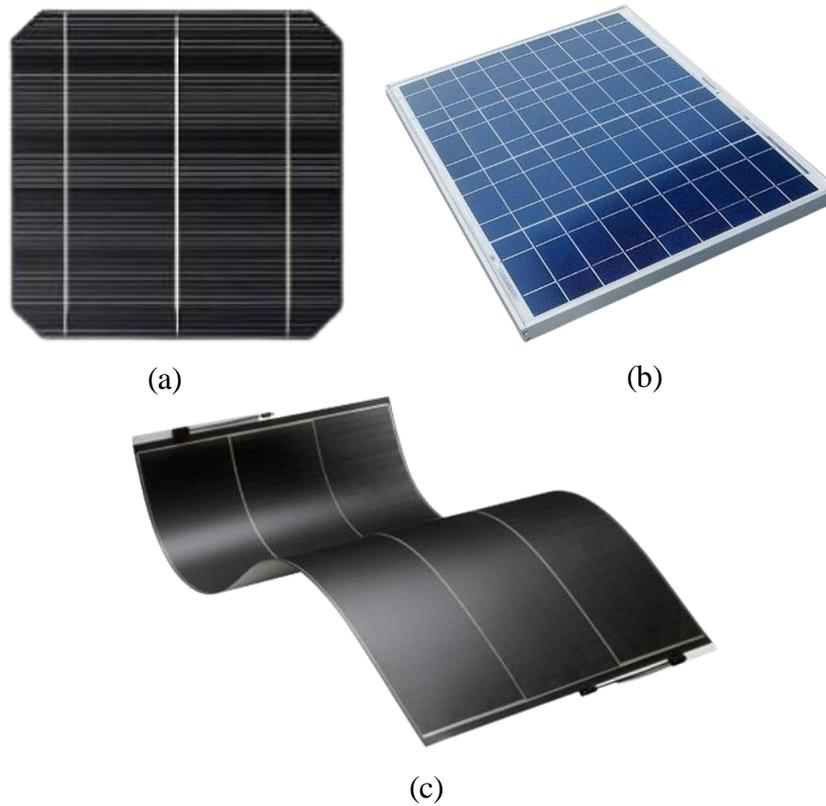
Energi matahari merupakan energi yang potensial untuk dikembangkan di Indonesia, mengingat Indonesia merupakan negara tropis yang terletak di daerah khatulistiwa. Energi surya yang dapat dibangkitkan untuk seluruh daratan Indonesia yang mempunyai luas 2 juta km<sup>2</sup> adalah sebesar 510 MW atau kWh/m<sup>2</sup> /hari atau dengan 112.000 gWp yang didistribusikan. Potensi energi matahari yang berlimpah, energi radiasi matahari dapat dirubah menjadi energi listrik dengan menggunakan teknologi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) atau disebut juga teknologi photovoltaic yang terbuat dari bahan semi konduktor yang disebut *solar cell* [8].

### **2.3. Panel Surya**

Panel sel surya merupakan suatu sistem perangkat yang mengubah energi sinar cahaya dari matahari menjadi energi listrik melalui proses efek fotovoltaiic, atau disebut juga sel fotovoltaiic (*Photovoltaic cell* – disingkat PV). Tegangan listrik yang dihasilkan dari sebuah sistem sel surya sangat kecil, sekitar 0,6V tanpa beban atau 0,45V dengan beban [9]. Sel surya diartikan sebagai teknologi yang membangkitkan suatu daya listrik DC, diukur dalam satuan Watts (W) atau kiloWatts (kW), yang berasal dari suatu bahan semikonduktor ketika dipaparkan oleh cahaya. Selama cahaya menyinari bahan semikonduktor tersebut maka sel surya akan menghasilkan energi listrik [10].

Sel Surya diproduksi dari bahan semikonduktor yaitu silikon berperan sebagai isolator pada temperatur rendah dan sebagai konduktor bila ada energi dan panas. Secara sederhana prinsip kerja dari sistem panel surya yaitu ketika cahaya matahari mengenai panel surya, maka elektron bebas pada material sel surya akan mengalami pergerakan dari semikonduktor tipe N ke P, sehingga pada kutub terminal output dari panel surya akan menghasilkan aliran energi listrik. Besarnya energi listrik ini tergantung pada jumlah sel surya yang dikombinasikan di dalam panel surya dan banyaknya cahaya intensitas radiasi matahari yang mengenai panel surya tersebut [11].

Sel surya di bedakan berdasarkan pada teknologi pembuatannya, secara garis besar sel surya terbagi menjadi 3 jenis yaitu *monocrystalline*, *polycrystallin*, dan *thin film solar cell*.



Gambar 2.1. Jenis-Jenis Panel Surya

(a) *Monocrystalline* (b) *Polycrystalline* (c) *Thin film*

*Monocrystalline* merupakan jenis panel surya yang terbuat dari batangan kristal yang diiris dengan ukuran yang tipis. Pada *monocrystalline*, setiap potongan memiliki karakteristik yang identik dengan potongan lainnya, karena sel surya jenis ini berasal dari satu induk batangan kristal yang sama, panel surya jenis *monocrystalline* ditunjukkan pada Gambar 2.1.(a). Sel surya jenis *monocrystalline* memiliki efisiensi mencapai 15-20 %, oleh karena itu jenis ini merupakan jenis sel surya yang memiliki efisiensi paling tinggi pada saat ini. Kelemahan dari panel jenis ini adalah tidak akan berfungsi baik ditempat yang cahaya matahari kurang (teduh), efisiennya akan turun drastis dalam cuaca berawan [8].

Jenis panel surya yang selanjutnya adalah jenis *Polycrystalline*, merupakan jenis sel surya yang terbuat dari beberapa batang kristal silikon yang dilebur kemudian dituang dalam cetakan yang umumnya berbentuk persegi, panel surya jenis *polycrystalline* di tunjukkan pada Gambar 2.1.(b). Kemurnian setiap cetakan dari kristal silikon *polycrystalline* ini tidak setinggi *monocrystalline*, tetapi *polycrystalline* dapat disusun lebih rapat dibandingkan dengan *monocrystalline* karena cetakan nya yang berbentuk persegi. Sel surya jenis *polycrystalline* ini memiliki efisiensi sebesar 13-16 % nilainya lebih kecil dibandingkan jenis *monocrystalline*. Kelebihan pada jenis *polycrystalline* ini merupakan jawaban dari kelemahan *monocrystalline* yaitu mampu menghasilkan listrik secara optimal dalam keadaan.

Sedangkan untuk jenis panel surya *Thin film solar cell* (TFSC) merupakan jenis sel surya yang mempunyai kerapatan atom yang rendah, sehingga mudah dibentuk dan dikembangkan ke berbagai macam ukuran dan potongan dengan biaya produksi yang lebih murah dibandingkan jenis lainnya seperti yang di tunjukkan Gambar 2.1.(c). Sel surya ini dibuat dengan menambahkan satu atau beberapa lapisan tipis ke dalam lapisan dasar.

#### **2.4. Solar Charge Controller**

*Solar charge controller* adalah suatu komponen yang digunakan untuk mengatur arus searah keluaran dari panel surya menuju baterai dan juga mengatur arus menuju beban. *Solar charger controller* ini berfungsi untuk menghindari adanya *overcharging* pada baterai, *solar charge controller* akan menghentikan arus berlebih yang masuk ke dalam baterai ketika baterai telah mencapai keadaan penuh saat pengisian. *Solar charge controller* juga menjaga baterai dari kerusakan pada saat baterai dalam kondisi hampir kosong, alat ini akan memutuskan arus menuju beban dan akan disambungkan kembali ketika tegangan pada baterai sudah mulai terisi tergantung pada batas minimalnya. *Solar charge controller* juga mempunyai kemampuan untuk mengkonversi nilai tegangan yang dikeluarkan oleh panel surya agar sesuai dengan nilai tegangan yang ada pada baterai.

Terdapat dua jenis SCC yang umum digunakan yaitu *controller Pulse Width Modulation (PWM)* dan *controller Maximum Power Point Tracking (MPPT)*. SCC PWM mengatur aliran energi ke baterai dengan mengurangi arus secara bertahap, yang disebut "modulasi lebar pulsa". PWM adalah singkatan dari Pulse Width Modulation yang menunjukkan bahwa pengontrol pengisian daya bekerja dengan memancarkan pulsa listrik ke baterai (accu) dengan panjang gelombang yang bervariasi [12]. Saat baterai penuh, pengontrol pengisian PWM terus memasok sedikit daya untuk menjaga baterai tetap penuh. *Controller PWM* cocok untuk aplikasi PLTS skala kecil karena sistem panel surya dan baterai harus memiliki voltase yang sesuai. Gambar 2.2.(a). menunjukkan contoh *solar charge controller* tipe PWM.



Gambar 2.2. *Solar Charge Controller*

(a) SCC Tipe PWM (b) SCC Tipe MPPT

*Solar charge controller MPPT* atau *Maximum Power Point Tracking* adalah algoritma yang termasuk dalam pengontrol daya yang digunakan untuk mengekstraksi daya maksimum yang tersedia dari modul PV dalam kondisi tertentu. SCC tipe MPPT efisiensinya lebih baik dibanding tipe PWM, MPPT mampu memanfaatkan penuh daya panel surya untuk mengisi daya baterai. MPPT membatasi outputnya untuk memastikan baterai tidak diisi secara berlebihan. *Controller MPPT* akan memantau dan menyesuaikan energi yang masuk untuk mengatur arus sistem PLTS. *Controller MPPT* mampu untuk menurunkan tegangan dan meningkatkan arus, karena MPPT merupakan konverter DC ke DC yang beroperasi dengan mengambil input DC dari modul PV, mengubahnya ke AC dan

mengubahnya kembali ke tegangan dan arus DC yang berbeda untuk secara tepat mencocokkan modul PV ke baterai [13]. Gambar 2.5 menunjukkan contoh *solar charge controller* tipe MPPT.

## 2.5. Baterai

Baterai adalah komponen yang digunakan sebagai penyimpanan energi yang memiliki kemampuan untuk mengubah energi kimia langsung menjadi energi listrik atau sebaliknya. Baterai ini terdiri dari beberapa sel elektrokimia dan sel tersebut bekerja dengan mempergunakan elektroda positif dan elektroda negatif. Output listrik dari baterai ini adalah listrik DC. Pada sistem PLTS berfungsi untuk menyimpan arus listrik yang dihasilkan oleh panel surya sebelum dimanfaatkan untuk mengoperasikan beban [8]. Beban yang dapat digunakan secara langsung dari arus baterai adalah beban yang menggunakan listrik DC seperti lampu DC dan peralatan elektronik lainnya. Jenis baterai yang cocok digunakan untuk sistem PLTS adalah baterai VRLA (*Valve Regulated Lead Acid*) yang umumnya disebut baterai kering karena mempunyai kerapatan pada plat-plat elektrodanya sehingga dapat menghasilkan pelepasan arus yang tinggi dan berkinerja lebih baik dibandingkan baterai pada umumnya [2].



Gambar 2.3. Baterai

## 2.6. Inverter

Peralatan elektronik yang umumnya digunakan tidak hanya listrik berjenis searah (DC), banyak peralatan elektronik yang membutuhkan listrik bolak balik (AC).

Pada sistem PLTS alat yang digunakan untuk merubah arus DC dari baterai menjadi arus AC adalah inverter. Inverter adalah perangkat elektrik yang digunakan untuk mengubah arus listrik searah (DC) menjadi arus listrik bolak balik (AC). Fungsi dari sebuah inverter adalah untuk mengubah tegangan masukan DC menjadi tegangan keluaran AC yang simetris dengan besar magnitudo dan frekuensi yang diinginkan. Tegangan keluaran dapat bernilai tetap atau berubah-ubah pada frekuensi tetap atau berubah-ubah [14].



Gambar 2.4. Inverter DC to AC

Bentuk-bentuk gelombang yang dapat dihasilkan oleh Power Inverter di antaranya adalah gelombang persegi (*square wave*), gelombang sinus (*sine wave*), gelombang sinus yang dimodifikasi (*modified sine wave*) dan gelombang modulasi pulsa lebar (*pulse width modulated wave*) tergantung pada desain rangkaian inverter yang bersangkutan. Namun pada saat ini, bentuk-bentuk gelombang umumnya digunakan pada sistem PLTS adalah bentuk gelombang sinus (*sine wave*) dan gelombang sinus yang dimodifikasi (*modified sine wave*).

## 2.7. Sudut Optimal Kemiringan Panel

Untuk mendapatkan output photovoltaic yang maksimal, salah satu caranya dapat dilakukan dengan cara mengoptimalkan penyerapan radiasi matahari. Pemasangan posisi panel photovoltaic sangat berpengaruh terhadap penyerapan radiasi matahari. Untuk mendapatkan sudut kemiringan yang optimal, ditentukan berdasarkan radiasi yang mengenai permukaan bidang miring [15]. Total rata-rata radiasi matahari pada permukaan bidang miring (HT) dapat diperkirakan dengan mempertimbangkan

secara individual radiasi langsung ( $H_B$ ), radiasi difuse ( $H_D$ ) dan radiasi pantul ( $H_R$ ). Total radiasi pada permukaan miring ( $H_T$ ) adalah

$$H_T = H_B + H_D + H_R \quad (2.1)$$

Berdasarkan persamaan 2.1,  $H_T$  adalah total radiasi bulanan pada sudut permukaan miring,  $H_B$  adalah komponen radiasi langsung pada permukaan miring,  $H_D$  adalah komponen radiasi tersebar pada permukaan miring, dan  $H_R$  adalah komponen radiasi pantulan pada permukaan miring.

Setiap komponen radiasi dapat dihitung secara terpisah, salah satu komponennya yaitu radiasi langsung. Radiasi langsung pada permukaan bidang miring dapat ditunjukkan dengan persamaan 2.2 berikut.

$$H_B = (H_g - H_d) R_b \quad (2.2)$$

$H_g$  adalah radiasi global pada permukaan horizontal,  $H_d$  adalah radiasi tersebar pada permukaan horizontal, dan  $R_b$  adalah rasio radiasi langsung pada permukaan miring terhadap permukaan horizontal yang nilainya dapat ditentukan dengan persamaan 2.3 berikut.

$$R_b = \frac{\cos(\phi - \beta) \cos \delta \cos \omega + \sin(\phi - \beta) \sin \delta}{\cos \phi \cos \delta \cos \omega + \sin \phi \sin \delta} \quad (2.3)$$

di mana  $\omega$  adalah sudut jam matahari saat *solar noon* pada lokasi,  $\phi$  latitude lokasi,  $\delta$  sudut deklinasi. Untuk mendapatkan nilai sudut deklinasi, dapat dihitung dengan persamaan 2.4, yang mana  $n$  merupakan nomor hari dalam setahun seperti Tabel 2.1.

$$\delta = 23.45^\circ \sin \left( \frac{360}{365} 284 + n \right) \quad (2.4)$$

Komponen radiasi selanjutnya adalah radiasi tersebar pada permukaan bidang miring ( $H_D$ ). Radiasi tersebar didefinisikan sebagai radiasi matahari yang datang dari seluruh kubah langit, kecuali yang datang langsung dari matahari dan wilayah circumsolar [5]. Radiasi tersebar dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.5 berikut.

$$H_D = H_d R_d \quad (2.5)$$

Tabel 2.1 Nilai n hari pertama setiap bulan

Bulan	n	Bulan	n
Jan	1	Jul	182
Feb	32	Agt	213
Mar	60	Sep	244
Apr	91	Okt	274
Mei	121	Nov	305
Jun	152	Des	335

di mana  $H_d$  merupakan radiasi tersebar pada permukaan horizontal, dan  $R_d$  rasio radiasi tersebar pada permukaan miring. Prediksi terhadap nilai rasio radiasi tersebar secara umum terbagi atas dua model, pertama model isotropic dan kedua model anisotropic. Model isotropic mengasumsikan intensitas radiasi bernilai sama di seluruh penjuru kubah langit, sehingga radiasi tersebar pada permukaan miring tergantung kilasan cahaya yang terlihat di kubah langit. Model anisotropic mengasumsikan radiasi tersebar yang mengelilingi matahari (dekat piringan matahari) dijumlahkan dengan komponen radiasi tersebar dari sisi kubah langit [15]. Perhitungan terhadap rasio radiasi tersebar dipermukaan miring seperti pada persamaan 2.6 di mana  $\beta$  adalah sudut kemiringan panel surya terhadap permukaan horizontal.

$$R_d = \frac{1 + \cos\beta}{2} \quad (2.6)$$

Perhitungan terhadap komponen radiasi pantulan permukaan ( $H_R$ ) diasumsikan sebagai pantulan isotropic, di mana nilai tersebut dianggap bernilai seragam dari segala penjuru dan dapat dihitung dengan persamaan 2.7 berikut.

$$H_R = H_g \rho \frac{(1 - \cos\beta)}{2} \quad (2.7)$$

di mana  $H_g$  merupakan nilai rata – rata radiasi harian global pada permukaan horizontal,  $\beta$  adalah sudut kemiringan panel surya,  $\rho$  adalah nilai albedo. Ground albedo atau nilai pantulan permukaan merupakan nilai spesifik di mana panel surya

dipasang. Bila jenis permukaan tidak diketahui, maka nilai ground albedo dapat diasumsikan sebesar 0,2 [5].

## 2.8. Perhitungan Kebutuhan Sistem PLTS

Kebutuhan untuk merancang sistem PLTS dipengaruhi oleh beberapa faktor, di antaranya adalah total konsumsi energi yang digunakan, kapasitas panel, kapasitas *controller*, kapasitas baterai, dan kapasitas inverter apabila sistem digunakan untuk sumber arus bolak-balik. Total konsumsi energi merupakan jumlah dari keseluruhan penggunaan daya yang akan terhubung dengan sistem PLTS, untuk menentukan konsumsi energi pada setiap beban yang digunakan dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$\text{Konsumsi energi (Wh)} = \text{Daya (W)} \times \text{Lama pemakaian (h)} \quad (2.8)$$

Persamaan 2.8 digunakan untuk menghitung penggunaan daya dari masing-masing beban, yang kemudian akan dijumlahkan dengan beban yang lain untuk mendapatkan total penggunaan daya yang akan terhubung dengan sistem PLTS.

Panel surya memiliki satuan daya yang disebut watt peak (Wp), Watt Peak adalah daya pengenal tertinggi yang dapat dihasilkan dari photovoltaic. Untuk menentukan jumlah panel surya yang dibutuhkan, dapat dilakukan dengan membagi total daya dengan waktu optimal pengisian panel dalam satu hari. Penentuan kapasitas panel surya yang digunakan menggunakan persamaan 2.9 berikut.

$$\text{Panel Surya (Wp)} = \frac{\text{Total Daya}}{\text{Waktu Optimal}} \quad (2.9)$$

di Indonesia proses *photovoltaic* optimalnya hanya berlangsung 5 jam saja dari pukul 09.00 wib s.d 14.00 wib.

Kapasitas baterai pada panel surya merupakan ukuran berapa lama panel surya dapat menghasilkan listrik tanpa harus mengisi ulang baterai. Kapasitas baterai diukur dalam satuan ampere hour (Ah). Untuk menghitung kapasitas baterai yang digunakan dapat menggunakan persamaan 2.10 berikut.

$$\text{Kapasitas Baterai (Ah)} = \frac{\text{Total Daya}}{\text{Tegangan Baterai}} \quad (2.10)$$

Panel surya memerlukan *controller* supaya daya yang dihasilkan panel dapat tersimpan di baterai, *controller* ini biasa disebut SCC (*Solar charge controller*). Untuk menentukan spesifikasi SCC yang akan digunakan bergantung pada spesifikasi panel surya yang digunakan. Spesifikasi ini umumnya tertulis pada name plate panel. Spesifikasi yang harus diperhatikan adalah pada bagian short circuit current (Isc) atau arus hubung singkat. Selanjutnya kebutuhan SCC yang digunakan dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$\text{SCC} = \text{Isc} \times \text{Jumlah Panel Surya} \quad (2.11)$$

Dengan persamaan 2.11, maka dapat ditentukan arus hubung singkat minimal yang dapat ditampung oleh unit SCC.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1. Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari 2023 sampai dengan September 2023 yang bertempat di Laboratorium sebagai tempat analisa dan pengerjaan alat. Untuk survei dan implementasi alat dilakukan di tempat budidaya ikan menggunakan keramba jaring apung di Padang Cermin dengan koordinat lokasi  $5^{\circ}37'01.2''\text{LS}$   $105^{\circ}10'43.6''\text{BT}$ . Adapun penelitian meliputi survei kebutuhan energi listrik yang digunakan di area keramba aring apung, melakukan perhitungan kebutuhan listrik, melakukan perhitungan sudut optimal untuk panel yang akan di implementasikan di lokasi, dan pengambilan data berupa perbandingan sudut dan data panel yang digunakan pada keramba jaring apung. Pengambilan data dilakukan selama 3 hari pada tanggal 6 September sampai 8 September. Data yang diambil diantaranya adalah tegangan dan arus panel, suhu lingkungan, intensitas cahaya, dan tegangan dan arus beban. Data panel diantaranya data panel 100Wp untuk kebutuhan keramba jaring apung dan 3 panel 50 Wp sebagai pengujian dan perbandingan sudut berdasarkan perhitungan yang dilakukan sebelumnya. Analisis yang dilakukan berupa membandingkan 3 sudut berbeda berdasarkan hasil perhitungan sudut dan analisis pengaruh kondisi cuaca pada lokasi.

#### **3.2. Alat dan Bahan**

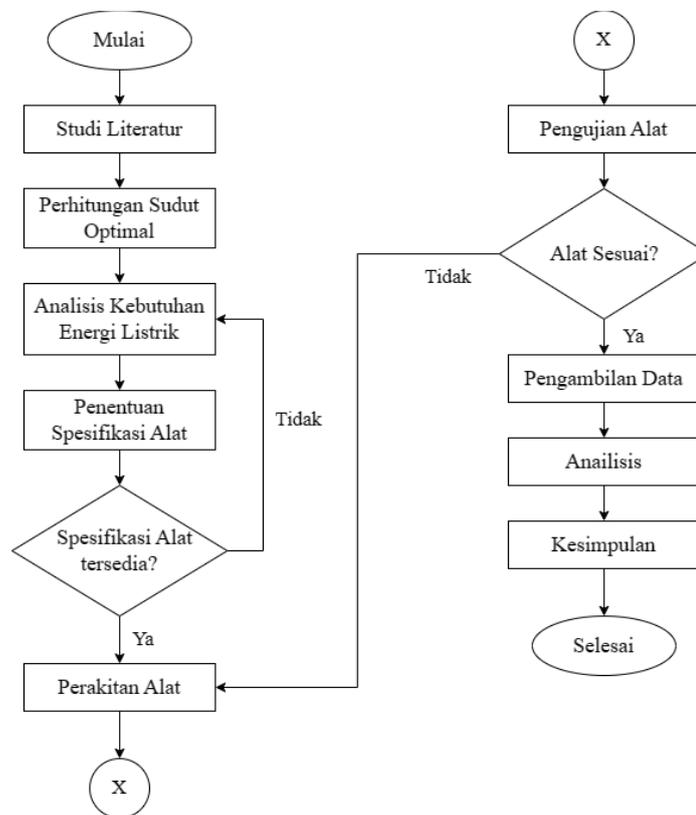
Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam perancangan PLTS ini adalah sebagai berikut :

1. Panel Surya
2. *Solar Charge Controller*
3. Baterai

4. Inverter
5. Kabel penghubung
6. Multimeter
7. Lux meter
8. Baja ringan

### 3.3. Tahapan Penelitian

Adapun tahapan penelitian yang dilakukan dijelaskan melalui diagram alir pada Gambar 3.1



Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian

Berdasarkan Gambar 3.1. diagram alir penelitian yang menjelaskan tahapan penelitian yang dilakukan dideskripsikan lebih lanjut setiap tahapnya sebagai berikut.

## 1. Studi Literatur

Penelitian ini dimulai dengan melakukan *study literatur* yaitu dengan mempelajari dan mengumpulkan literatur mengenai perancangan PLTS pada suatu area sebagai sumber energi listrik utama dan referensi mengenai penentuan sudut optimal di suatu lokasi, yang menjadi referensi di antaranya buku, jurnal ilmiah dan penelitian terdahulu.

## 2. Perhitungan Sudut Optimal

Pada tahap ini peneliti melakukan perhitungan untuk menentukan sudut optimal berdasarkan keadaan geografis lokasi. Tahapan perhitungan dimulai dengan pengambilan data radiasi matahari pada lokasi, kemudian melakukan perhitungan radiasi total pada lokasi sehingga didapatkan sudut optimal untuk lokasi yang ditentukan.

## 3. Analisis kebutuhan listrik

Tahap selanjutnya yaitu melakukan analisis kebutuhan beban yang akan terhubung dengan sistem PLTS, kebutuhan listrik pada area keramba jaring apung di antaranya adalah untuk penerangan di sekitar keramba dan untuk alat pemberi pakan otomatis. Kebutuhan listrik berupa penggunaan panel, SCC, inverter, dan kapasitas aki yang dapat dihitung dengan persamaan 2.8 sampai persamaan 2.11.

## 4. Penentuan spesifikasi alat

Setelah melakukan analisis kebutuhan energi listrik di area keramba, tahap selanjutnya adalah menentukan alat-alat untuk membangun sistem PLTS yang kapasitasnya memenuhi kebutuhan yang sudah ditentukan sebelumnya,

## 5. Perakitan alat

Perakitan alat merupakan kegiatan merangkai setiap komponen untuk membuat sistem PLTS sesuai dengan yang sudah direncanakan.

## 6. Pengujian alat

Tahap selanjutnya adalah pengujian alat, yang selanjutnya akan menghasilkan keputusan yaitu jika alat tidak sesuai dengan perencanaan alat, maka tahapan akan kembali ke tahap perakitan.

## 7. Pengambilan data

Tahapan ini dilakukan dengan tujuan hasil kerja alat yang sudah jadi diambil data dari setiap alat untuk dilakukan analisis kemudian. Data yang diambil diantaranya adalah tegangan dan arus panel, suhu lingkungan, intensitas cahaya, dan tegangan dan arus beban.

## 8. Analisis

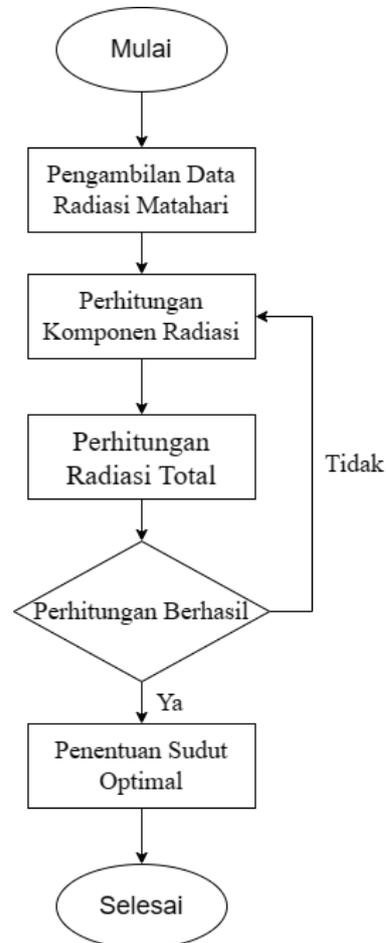
Tahap analisis bertujuan untuk menganalisis data yang sudah diambil untuk kemudian dipastikan bagaimana kinerja alat dan kemudian akan di ambil kesimpulan dan hasil analisis ini.

## 9. Kesimpulan

Tahap ini merupakan tahap akhir yaitu menarik kesimpulan berdasarkan data hasil penelitian dan pengujian yang telah dilakukan.

### 3.4. Tahapan Perhitungan Sudut Optimal

Adapun diagram alir tahapan perhitungan sudut optimal dijelaskan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2. Tahapan Perhitungan Sudut Optimal

Berdasarkan Gambar 3.2 tahapan perhitungan sudut optimal dijelaskan sebagai berikut:

#### 1. Pengambilan data radiasi matahari

Tahapan untuk melakukan perhitungan sudut optimal panel dimulai dari melakukan pengambilan data radiasi matahari di lokasi, yaitu Padang Cermin. Lokasi pemasangan PLTS terletak di Padang Cermin tepatnya  $5^{\circ}37'01.2''\text{LS}$   $105^{\circ}10'43.6''\text{BT}$ . Data yang dibutuhkan di antaranya adalah radiasi global pada permukaan horizontal dan radiasi tersebar pada permukaan horizontal, yang

keduanya dapat diambil melalui data NASA-SSE *satellite data*. Data lain yang dibutuhkan adalah sudut jam pada saat *solar noon* di lokasi yang dapat diakses melalui situs web *Sunclac*.

## 2. Perhitungan komponen radiasi

Tahap selanjutnya yaitu melakukan perhitungan masing-masing komponen radiasi, di mana komponen tersebut di antaranya adalah Radiasi langsung (HB), Radiasi Tersebar (HD), dan Radiasi Terpantul (HR).

## 3. Perhitungan radiasi total

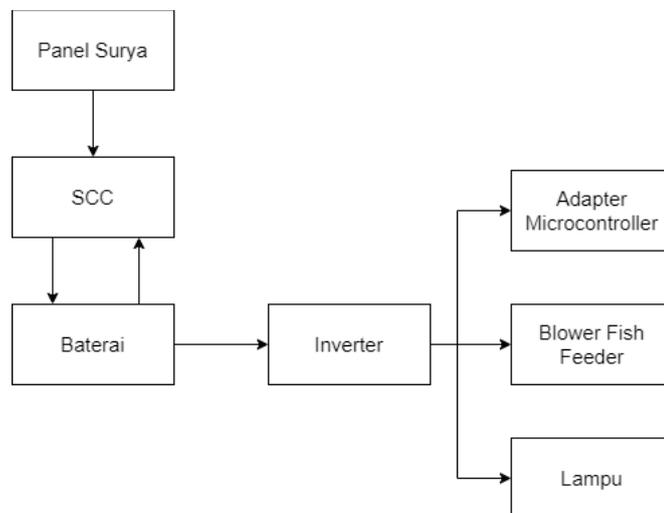
Radiasi total dapat dihitung dengan menjumlahkan semua komponen radiasi pada permukaan bidang miring, yaitu menjumlahkan HB, HD, dan HR. Perhitungan ini dilakukan dengan variasi sudut  $0^\circ - 45^\circ$ , dengan asumsi sudut azimut panel  $180^\circ$  menghadap selatan dan  $0^\circ$  menghadap utara.

## 4. Penentuan sudut optimal

Perhitungan sudut optimal dapat dilakukan ketika perhitungan radiasi total sudah dilakukan di setiap variasi sudut yang ditentukan yaitu  $0^\circ - 45^\circ$  jumlah radiasi total pertahun yang paling besar akan dijadikan sudut optimal panel.

### 3.5. Diagram Blok PLTS

Adapun diagram blok perancangan PLTS dijelaskan pada Gambar 3.3

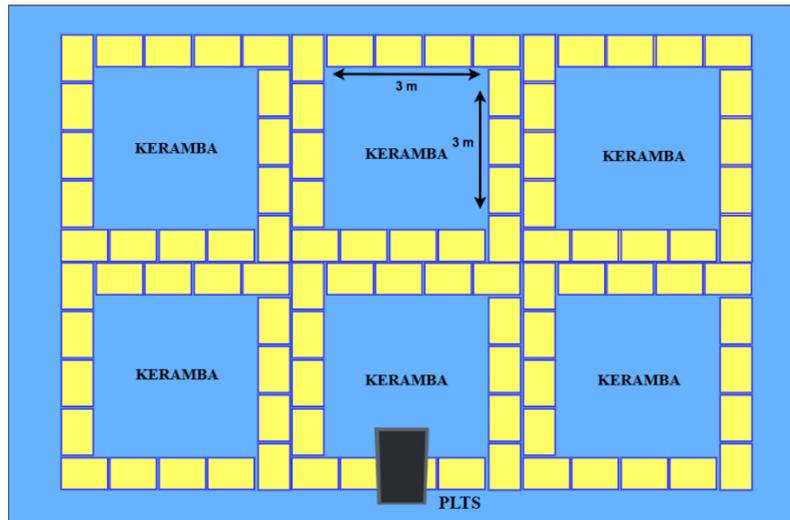


Gambar 3.3. Diagram Blok PLTS

Berdasarkan diagram pada Gambar 3.3 diagram blok perancangan penyusunan sistem PLTS. Sistem PLTS mulai beroperasi saat panel surya menerima cahaya matahari disiang hari, panel surya mengubah energi matahari menjadi energi listrik. Energi listrik yang dihasilkan panel surya disalurkan ke *solar charge controller* untuk disesuaikan tegangannya dengan baterai sebagai penyimpanan energi listrik. Energi yang disimpan baterai kemudian akan digunakan untuk keperluan keramba jaring apung melalui inverter yang terhubung dengan adapter untuk *microcontroller*, blower pada alat pemberi pakan otomatis, dan lampu untuk penerangan. Panel surya yang digunakan adalah panel surya dengan jenis *polycrystalline* dengan kapasitas 100 Wp. *Solar charge controller* yang digunakan adalah tipe PWM dengan kapasitas 30 A. Baterai yang digunakan pada sistem PLTS adalah baterai tipe *maintenance free* atau baterai kering dengan kapasitas 46Ah, sehingga mampu menampung energi sebesar 552 Wh. Inverter yang dipakai inverter *modified sine wave* dengan kapasitas maksimal 300 W. Adapter digunakan sebagai pencatu daya *microcontroller* alat pemberi pakan otomatis yang mengoperasikan blower untuk menghempaskan pakan.

### **3.6. Penempatan PLTS**

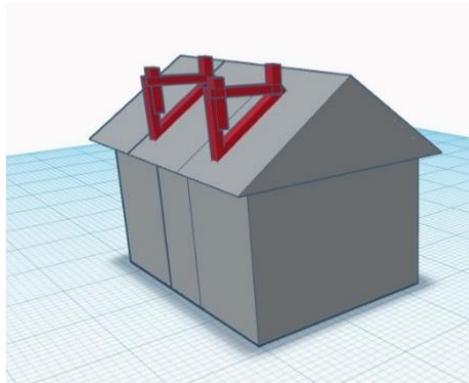
Perancangan instalasi sistem PLTS pada area keramba jaring apung, dengan tujuan memberikan pasokan listrik yang cukup sebagai sumber untuk alat pelontar pakan otomatis dan juga kebutuhan energi listrik di area keramba jaring apung. Luas keramba jaring apung setiap kolamnya adalah 3x3 m. PLTS diletakkan di tengah keramba supaya memudahkan akses untuk penyaluran listrik ke setiap sudut keramba. Gambaran kondisi keramba dan posisi PLTS pada keramba ditunjukkan pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4. Penempatan PLTS pada area keramba

### 3.7. Desain PLTS

Adapun desain PLTS yang akan dibuat ditunjukkan pada Gambar 3.5 berikut.



Gambar 3.5. Desain Penopang Panel

Berdasarkan Gambar 3.5 yang menunjukkan desain PLTS yang dibuat. Pada gambar tersebut merupakan desain dudukan panel yang akan diletakkan di atas saung yang terletak di tengah keramba jaring apung dengan dimensi saung keramba adalah 2,5 m x 2,5 m . Komponen lainnya akan disimpan di dalam rumah supaya terhindar dari paparan matahari langsung dan langsung terpapar air asin menghindari resiko korosif. Kerangka menggunakan baja ringan dengan dimensi panjang 1,2 m dan lebar 0,6 m.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1. Kesimpulan**

Adapun kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Sistem Pembangkit Tenaga Surya yang telah berhasil dibangun dapat memenuhi kebutuhan penggunaan energi listrik Keramba Jaring Apung di lokasi Desa Durian Kecamatan Padang Cermin Kabupaten Pesawaran. Kebutuhan energi sebesar 481 Wh perharinya untuk penerangan dan alat pemberi pakan otomatis dapat terpenuhi dengan sistem PLTS 100 Wp dengan kapasitas penyimpanan baterai sebesar 46 Ah.
2. Hasil perhitungan sudut kemiringan optimal berdasarkan radiasi yang mengenai permukaan bidang miring berdasarkan faktor geografis pada lokasi keramba jaring apung adalah  $6^\circ$  dengan nilai radiasi 57,38848 kWh per tahun.
3. Berdasarkan hasil pengujian panel dengan sudut  $2^\circ$  memiliki tegangan, arus, dan daya yang dihasilkan lebih besar dibandingkan dengan sudut yang lain, hal ini sesuai dengan perhitungan di mana pada bulan september sudut terbaik yang memiliki nilai radiasi paling besar ada pada sudut  $2^\circ$ .

#### **5.2. Saran**

Adapun saran yang diajukan dari penelitian ini adalah

1. Sistem PLTS yang digunakan harus memperhatikan ketahanan penggunaan komponennya, pada penelitian ini kapasitas penyimpanan yang digunakan sudah mencukupi kebutuhan keramba jaring apung, tetapi penggunaan aki tidak memperhatikan DOD aki yang memungkinkan umur penggunaan aki lebih pendek.

2. setelah mendapatkan hasil dari perhitungan sudut optimal setiap bulannya, perlu adanya penggerak yang dapat menggerakkan sudut kemiringan panel yang sudut nya disesuaikan berdasarkan sudut terbaik setiap bulannya untuk mendapatkan hasil yang lebih optimal setiap bulannya.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. N. Hidayati, Darsono dan U. Barokah, "Analisis Usaha Budi Daya Ikan Nila Menggunakan Keramba Jaring Apung (KJA) dan Pemasarannya di Kabupaten Sragen," *Buletin Ilmiah Marina*, pp. 145-157, 21 Desember 2020.
- [2] A. W. Indrawan, Bakhtiar, K. Riyadi dan A. Asri, "Pemanfaatan Energi Surya Sebagai Sumber Listrik Untuk Penerangan Di Lahan Tambak Desa Nosambalia," *Seminar Nasional Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat*, pp. 552-556, 2021.
- [3] M. Mulyadi, S. Abadi, A. Yunus, C. Bhuana, M. Rizwal dan W. Ramadani, "Aplikasi PLTS Pada Mesin Pelontar Pakan Ikan Otomatis," *Seminar Nasional Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat*, pp. 278-282, 2022.
- [4] F. Murdiya, A. Hamzah, Azriyenni, Nurhalim, Firdaus dan Suwitno, "Pembangkit Listrik Tenaga Surya Untuk Pompa Air Dan Penerangan Dalam Program Pengabdian Kepada Masyarakat," *Jurnal Pengabdian Untuk Mu NegRI*, vol. IV , no. 2, pp. 192-198, 2 November 2020.
- [5] T. A. Pandria, Muzakir, E. Mawardi, Samsuddin, Munawir dan Mukhlizar, "Penentuan Sudut Kemiringan Optimum Berdasarkan Energi Keluaran Panel Surya," *Serambi Engineering*, vol. VI, no. 1, pp. 1655-1661, Januari 2021.
- [6] R. Darussalam, A. Rajani, Kusnadi dan T. D. Atmaja, "Pengaturan Arah Azimuth Dan Sudut Tilt Panel Photovoltaic Untuk Optimalisasi Radiasi Matahari Studi Kasus: Bandung - Jawa Barat," *Seminar Nasional Fisika*, vol. V, pp. 31-36, Oktober 2016.
- [7] I. M. A. Nugraha, F. Luthfiani, J. S. Maurisdo Siregar, Rasdam dan R. A. Rajab, "Analisis Pemanfaatan PLTS 80 Wp sebagai Sumber Energi Listrik pada Kapal 3 GT di Desa Tablolong Nusa Tenggara Timur," *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, vol. VII, no. 1, pp. 51-60, 2023.

- [8] A. Hafid, Z. Abidin, S. Husain dan Umar Rahmat, “Analisa Pembangkit Listrik Tenaga Surya Pulau Balang Lompo,” *Jurnal Listrik Telekomunikasi Elektronika*, vol. XIV, no. 1, pp. 6-12, Maret 2017.
- [9] C. Saputra, “Perancangan PLTS Dengan Sistem Real Time Berbasis Mikrokontroler ATmega32,” Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Medan, 2019.
- [10] T. Nurhidayat, R. Subodro dan Sutrisno, “Analisis Output Daya Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dengan Kapasitas 10Wp, 20Wp, Dan 30Wp,” *Jurnal Crankshaft*, vol. IV, no. 2, pp. 9-18, September 2021.
- [11] A. Faizal dan B. Setyaji, “Desain Maximum Power Point Tracking (MPPT) pada Panel Surya Menggunakan Metode Sliding Mode Control,” *Jurnal Sains Teknologi dan Industri*, vol. XIV, no. 1, pp. 22-31, Desember 2016.
- [12] Jatmiko, H. Asy'ari dan M. Purnama, “Pemanfaatan Sel Surya Dan Lampu LED Untuk Perumahan,” *Seminar Nasional Teknologi Informasi & Komunikasi terapan*, 2011.
- [13] I. Mustiadi dan E. L. Utari, “Efektifitas Pengisian Baterai Menggunakan Solar Panel 50 WP (Watt Peak) Dengan Metode PWM (Pulse Width Modulation),” *Jurnal Teknologi*, vol. XVI, no. 1, pp. 55-61, 2023.
- [14] S. Saodah dan S. Utami, “Perancangan Sistem Grid Tie Inverter pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya,” *Elkomika*, vol. VII, no. 2, pp. 339-350, 2019.
- [15] T. A. Pandria dan Mukhlizar, “Penentuan Kemiringan Sudut Optimal Panel Surya,” *Jurnal Optimalisasi*, vol. III, no. 5, pp. 123-131, Oktober 2017.
- [16] Sinarep, Mirmanto, Nurpatricia dan E. D. Sulistyowati, “Instalasi Solar Panel Sederhana Untuk Petani Di Lokasi Terpencil Desa Darek,” *Seminar Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat*, vol. III, pp. 616-621, 2021.