

**KAJIAN DAN ANALISA SISTEM AERATOR  
TIPE *FURROWER* BERPENGERAK PLTS UNTUK  
TAMBAK UDANG UKURAN 50 m × 40 m**

**(Tesis)**

**Oleh**

**Wisnu Wardana  
1825021004**



**PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2022**

## ABSTRACT

### **STUDY OF PLTS-AERATOR TYPE FURROWER SYSTEM FOR 50 m × 40 m SHRIMP PONDS**

By

**WISNU WARDANA**

Some districts of Lampung has great potency in shrimp farming, for example, in Tulang Bawang, Mesuji, East Lampung, Pesawaran, and South Lampung. Vaname is one type of shrimp that is often cultivated. This is because the shrimp have promising prospects and profits. Vaname cultivation activities include seeding and enlargement activities. To produce superior vaname commodities, the maintenance process must pay attention to internal aspects which include the origin and quality of seeds; and external factors include the quality of aquaculture water, feeding, the technology used, as well as pest and disease control. The main problem that is often found in the failure of vaname shrimp production is poor water quality during the maintenance period, especially in intensive ponds. High stocking densities and abundant feeding can reduce water quality conditions. This is due to the accumulation of organic matter, because the shrimp retains feed protein around 16.3-40.87 % and the rest is disposed of in the form of excretion of feed residues and feces. Therefore, water quality management during the maintenance process is absolutely necessary. One of the water quality parameters that affect the growth of shrimp is dissolved oxygen (DO). Judging from the problems above and the support from existing theories, as well as the results of initial observations, the researchers will conduct a study with the title of making and testing a PLTS-aerator type furrower system for 50m×40m shrimp ponds. The average solar energy emitted by the sun in the Dipasena shrimp farming area is 677.9 W/m<sup>2</sup>, while the average electric current generated by the solar panels is 19 A. The solar energy that can be converted by the solar panels used is only 18.7 %. The amount of energy that can be stored in a 2-unit 100 AH battery and to supply an electric motor driving the aerator is 2400 Watt. Hours. The charging current for the battery that can be supplied by the solar panel is 171 Ampere/hour, while the battery needs to be fully charged is 180 Ampere/hour. The solar panel is only able to charge 9 hours in one day so the battery is only 95% charged. For 9 hours of battery charging, the aerator system can only work 4.5 hours when operated continuously. The maximum amount of oxygen content that can be produced produced by a furrower type aerator system with a PLTS-powered 150wp 2-unit capacity is 5.7 Mg/L

*Keywords : Vaname, oksigen, PLTS, furrower*

**ABSTRAK**  
**KAJIAN DAN ANALISA SISTEM AERATOR**  
**TIPE *FURROWER* BERPENGGERAK PLTS**  
**UNTUK TAMBAK UDANG UKURAN 50 m × 40 m**

Oleh

**WISNU WARDANA**

Lampung memiliki kemampuan yang besar dalam usaha budidaya udang contohnya Kabupaten Tulang Bawang, Mesuji, Lampung Timur, Pesawaran, serta Lampung Selatan. Vaname merupakan salah satu jenis udang yang sering dibudidayakan. Hal ini disebabkan udang tersebut memiliki prospek dan profit yang menjanjikan. Kegiatan kultivasi vaname meliputi kegiatan pembenihan dan pembesaran. Untuk menghasilkan komoditas vaname yang unggul, maka proses pemeliharaan harus memperhatikan aspek internal yang meliputi asal dan kualitas benih; serta faktor eksternal mencakup kualitas air budidaya, pemberian pakan, teknologi yang digunakan, serta pengendalian hama dan penyakit. Permasalahan utama yang sering ditemukan dalam kegagalan produksi udang vaname adalah buruknya kualitas air selama masa pemeliharaan, terutama pada tambak intensif. Padat tebar yang tinggi dan pemberian pakan yang banyak dapat menurunkan kondisi kualitas air. Hal ini diakibatkan adanya akumulasi bahan organik, karena udang meretensi protein pakan sekitar 16.3-40.87 % dan sisanya dibuang dalam bentuk ekskresi residu pakan, serta feses. Oleh karena itu, manajemen kualitas air selama proses pemeliharaan mutlak diperlukan. Salah satu parameter kualitas air yang berpengaruh pada pertumbuhan udang yaitu oksigen terlarut (DO). Dilihat dari permasalahan di atas dan dukungan dari teori-teori yang ada, serta hasil observasi awal maka peneliti akan mengadakan penelitian dengan judul pembuatan dan pengujian sistem aerator tipe furrower berpengerak PLTS untuk tambak udang ukuran 50m×40m. Energi surya rata-rata yang dipancarkan oleh matahari di daerah pertambakan udang Dipasena adalah 677,9 W/m<sup>2</sup>, sedangkan arus listrik rata-rata yang dihasilkan panel surya adalah 19 A. Energi surya yang mampu dikonversikan oleh panel surya yang digunakan hanya 18,7 %. Besar energi yang mampu di simpan baterai 100 AH 2-unit dan untuk mensuplai motor listrik penggerak aerator adalah 2400 Watt.Jam. Arus pengisian baterai yang mampu disuplai panel surya adalah 171 Ampere/Jam, sedangkan kebutuhan baterai sampai penuh adalah 180 Ampere/Jam. Panel surya hanya mampu melakukan pengisian 9 jam dalam satu hari sehingga baterai hanya terisi 95%. Untuk pengisian baterai 9 jam, system aerator hanya dapat bekerja 4,5 jam ketika diopersikan terus menerus. Jumlah kandungan oksigen maksimal yang mampu dihasilkan oleh system aerator tipe furrower dengan berpengerak

*Kata Kunci : Vaname, oksigen, PLTS, furrower*

**KAJIAN DAN ANALISA SISTEM AERATOR  
TIPE *FURROWER* BERPENGERAK PLTS  
UNTUK TAMBAK UDANG UKURAN 50 m × 40 m**

**Oleh :**

**WISNU WARDANA**

**Tesis**

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk mencapai Gelar  
MAGISTER TEKNIK**

**Pada**

**Program Pascasarjana Magister Teknik Mesin  
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2022**

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis bernama Wisnu Wardana, Lahir pada Tanggal 22 September 1994, di Kabupaten Lampung Utara Provinsi Lampung. Anak pertama dari 3 bersaudara pasangan Bapak Misnan Almarhum dan ibu Apliana.

Penulis menempuh pendidikan dasar di SDN 01 Bumi Dipasena Mulya pada Tahun 2001 dan lulus tahun 2007, kemudian melanjutkan pendidikan ke sekolah menengah pertama di SMPN 01 Rawajitu Timur pada tahun 2007 dan lulus pada tahun 2010. Kemudian penulis melanjutkan ke Sekolah menengah kejuruan di SMKN 1 Rawajitu Timur pada tahun 2010 sampai dengan tahun 2013. Setelah itu penulis melanjutkan pendidikan di Universitas Bandar Lampung dengan program studi S-1 Teknik Mesin pada tahun 2013 dan lulus pada tahun 2017. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan di Universitas Lampung (UNILA) dengan jurusan Magister Teknik Mesin pada tahun 2018.

## **PERSEMBAHAN**

*Tesis ini Penulis persembahkan untuk*

*Yang tercinta Almarhum Ayahanda Misnan dan Ibunda Apliana*

*Yang tersayang Adinda Shintia Dewi, Adinda Ridho Ramadhan*

*Yang saya sayangi istri tercinta Oktavia Rini*

*Yang saya sayangi Ananda Alifiandra Wardana dan Ananda Bilal  
Shidqi Wardana*

## **MOTTO**

**Jangan pernah takut gagal Dan tanamkan mental yang kuat  
serta jiwa keberanian dalam diri anda untuk mencapai suatu  
kesuksesan**

**(Wisnu Wardana)**

## SANWACANA

*Assalamu'alaikum Wr, Wb.*

Dengan segala puja dan puji syukur kepada Tuhan yang Maha Esa dan atas dukungan dan do'a dari orang-orang tercinta, akhirnya Tesis ini sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Magister Teknik di Unilversitas Lampung (UNILA) dengan judul **KAJIAN DAN ANALISA AERATOR TIPE *FURROWER* BERPENGGERAK PLTS UNTUK TAMBAK UDANG UKURAN 40 m X 50 m** dapat dapat diselesaikan dengan baik.. Oleh karena itu, dengan rasa bangga dan bahagia saya khaturkan rasa syukur dan terimakasih saya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Ahmad Saudi Samosir, S.T., M.T. selaku Direktur Pascasarjana Universitas Lampung.
2. Bapak Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.
3. Bapak Dr. Gusti Akhyar Ibrahim, S.T., M.T. selaku Ketua Program Magister Teknik Mesin Universitas Lampung serta pembimbing utama atas kesediaanya memberikan bimbingan, arahan dan masukan dalam proses penyelesaian Tesis ini.
4. Bapak Amrizal, S.T., M.T., Ph.D. sebagai Dosen pembimbing dua atas kesediaanya memberikan bimbingan, arahan dan masukan dalam proses penyelesaian Tesis ini.
5. Para Dosen Pasca Sarjana Teknik Mesin Universitas Lampung yang sudah memberikan ilmu kepada saya sepenuh hati.

6. Kepada Ayahanda Misnan Almarhum dan Ibunda Apliana tercinta, yang selalu mendoakan dan memberi motivasi sehingga saya dapat menyelesaikan Tesis ini.
7. Kepada adinda Shintia Dewi dan adinda Ridho Ramadhan yang saya sayangi dan saya banggakan, terima kasih sudah menjadi adik yang luar biasa untuk saya
8. Kepada ananda Alifiandra Wardana dan ananda Bilal Shidqi Wardana yang selalu jadi penyemangat bagi saya
9. Kepada Istri tercinta Oktavia Rini, S.Pd. yang selalu mendampingi dan memberi semangat dalam menyelesaikan Tesis ini.
10. Kepada teman-teman Pascasarjana angkatan 2018 dan semua pihak yang telah memberi dukungan dalam penulisan Tesis ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan Tesis ini masih banyak kekurangan dan kelemahan. Dengan senang hati saya menerima kritikan dan saran dari semua pihak untuk Tesis ini menjadi lebih baik.

*Wassalamu'alaikum Wr, Wb.*

Bandar Lampung, 14 Juni 2022

Penulis,

**Wisnu Wardana**  
NPM. 1825021004

## DAFTAR ISI

<b>DAFTAR ISI</b> .....	i
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	ii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	iii
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	
<b>BAB 2 LANDASAN TEORI</b>	
2.1 Budidaya Udang Vannamie .....	7
2.1.1 Habitat udang Vannamie .....	8
2.1.2 Kualitas air .....	8
2.1.3 Oksigen terlarut .....	8
2.2 Sistem Aerasi Tambak .....	9
2.2.1 Tipe sistem aerasi tambak .....	11
2.2.2 Sudu model furrower .....	14
2.3 Energi Matahari.....	16
2.4 Radiasi Matahari .....	16
2.4.1 Geometri radiasi matahari .....	17
2.4.2 Intensitas radiasi surya.....	17
2.5 Pembangkit Listrik Tenaga Surya .....	18
2.5.1 Panel surya .....	19
2.5.2 Baterai .....	24
2.5.3 Inverter.....	28
2.5.4 Motor listri.....	32
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	34
3.2 Bahan dan Alat.....	35
3.2.1 Bahan .....	36

3.2.2 Alat .....	45
3.3 Alur Penelitian.....	49
3.3.1 Perancangan alat.....	49
3.3.2 Proses perancangan sistem aerator perpenggerak PLTS .....	49
3.3.3 Analisa data .....	53

#### **BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1 Data dan Analisa .....	55
4.1.1 Pengukuran nergi surya dan arus listrik panel surya .....	55
4.1.2 Perhitungan efisiensi panel surya.....	58
4.1.3 Perhitungan kapasitas baterai.....	59
4.1.4 Arus listrik yamh dibutuhkan untuk pengisian baterai.....	60
4.1.5 Lamanya waktu pengisian.....	61
4.1.6 Lama waktu nyala motor listrik.....	62
4.1.7 Jumlah oksigen yang dihasilkan dan ketahanan baterai .....	65

#### **BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan .....	72
5.2 Saran.....	73

#### **DAFTAR PUSTAKA**

#### **LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Aerator tambak tipe kincir.....	12
2.2 Aerator tambak tipe turbo pro jet aerator .....	13
2.3 aerator tambak tipe pompa celup.....	14
2.4 Sudu kincir.....	15
2.5 Struktur sel surya .....	21
2.6 Karakteristik sel surya dan dioda.....	21
2.7 Maximum power tracker.....	23
2.8 Kurva I-V solar cell arus short circuit.....	23
2.9 Prinsip dasar inverter.....	29
2.10 Output square wave.....	30
2.11 Output modified sine wave .....	31
2.12 Output pure sine wave .....	32
2.13 Elektrik motor .....	32
2.14 Motor DC.....	33
3.1 Solar panel 150 Wp.....	37
3.2 Solar charge controll .....	38
3.3 Baterai Dalker 12 volt 200 Ah.....	38
3.4 Inverter 12 Volt to 220 Volt 1200 Watt.....	39
3.5 Speed controll.....	41
3.6 Motor listrik 1 phase 0,5 Hp.....	42
3.7 Gear box.....	43
3.8 Poros Penghubung .....	43
3.9 Aerator kincir tipe furrower .....	44
3.10 Alur rangkaian sistem aerator berpengerak PLTS .....	45
3.11 Tachometer DT-2234C.....	46

3.12 DO meter .....	47
3.13 Multi Meter .....	47
3.14 Digital clam meter .....	48
3.15 Solar power meter .....	48
3.16 Skema installasi kelistrikan sistem aerator berpengerak PLTS .....	51
3.17 Rangka dudukan panel surya .....	52
3.18 Susunan komponen PLTS .....	52
4.1 Grafik energi surya .....	56
4.2 Grafik arus listrik panel surya .....	57
4.3 Pengukuran energi surya.....	58
4.4 Grafik besar arus motor listrik .....	63
4.5 Pengukuran oksigen terlarut menggunakan DO meter .....	66
4.6 Grafik ketahanan baterai pada 75 RPM.....	67
4.7 Grafik ketahanan baterai pada 78 RPM.....	68
4.8 Grafik ketahanan baterai pada 80 RPM.....	68
4.9 Sketsa peletakan 4 sistem kincir berpengerak PLTS .....	70

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 2.1 Teori konverter.....	30
Tabel 3.1 Rencana kegiatan penelitian.....	35
Tabel 3.2 Besar energi surya dan arus panel surya .....	53
Tabel 3.3 Uji kadar oksigen dan ketahanan baterai.....	54
Tabel 4.1 Besar energi surya .....	56
Tabel 4.2 Besar arus listrik yang mengalir pada motor listrik berdasarkan RPM.	63
Tabel 4.3 Jumlah oksigen yang dihasilkan.....	66

# **I. PENDAHULUAN**

## **1.1 Latar Belakang Masalah**

Sebagai negara agraris, Indonesia memiliki potensi besar di sektor pembudidayaan udang, salah satunya adalah di Provinsi Lampung. Provinsi Lampung memiliki kemampuan yang besar dalam usaha budidaya udang contohnya Kabupaten Tulang Bawang, Mesuji, Lampung Timur, Pesawaran, serta Lampung Selatan. Budidaya udang adalah kegiatan alternatif dalam upaya peningkatan produksi perikanan (Hikmayani et al., 2012; Karuppasamy et al., 2013). Budidaya membutuhkan beberapa komponen, di antaranya adalah organisme yang akan dibudidayakan dan media untuk berbudidaya dan tempat pembudidayaan. Udang Vannamei adalah jenis udang yang sering dibudidayakan karena mempunyai nilai ekonomi tinggi dan banyaknya permintaan (Babu et al., 2014). Budidaya udang Vannamie adalah meliputi pembesaran dan pembenihan. Untuk menghasilkan produktivitas yang tinggi dan unggul maka wajib memperhatikan aspek penting yaitu aspek internal seperti kualitas benih serta faktor eksternal yaitu kualitas air yang digunakan untuk budidaya, pemberian pakan serta pengendalian (Haliman dan Adijaya, 2005). Permasalahan utama yang sering ditemukan dalam kegagalan produksi udang vaname adalah buruknya kualitas air selama masa pemeliharaan, terutama pada tambak intensif. Padat tebar yang tinggi dan pemberian pakan yang banyak dapat menurunkan

kondisi kualitas air. Hal ini diakibatkan adanya akumulasi bahan organik (Yuniasari, 2009), karena udang meretensi protein pakan sekitar 16.3-40.87 % dan sisanya dibuang dalam bentuk ekskresi residu pakan, serta feses (Hari et al., 2004). Oleh karena itu, manajemen kualitas air selama proses pemeliharaan mutlak diperlukan. Salah satu parameter kualitas air yang berpengaruh pada pertumbuhan udang yaitu oksigen terlarut (DO).

Tingkat pertumbuhan udang akan lambat bahkan mengakibatkan kematian jika kebutuhan oksigen dalam air tidak terpenuhi. Salah satu cara untuk memenuhi kebutuhan oksigen tersebut adalah dengan memasang sistem aerasi pada tambak. Sistem aerasi ini digunakan untuk menjaga agar terdapat sirkulasi air pada tambak. Ketika air tidak mengalir atau tersirkulasi maka terdapat perbedaan suhu antara air di permukaan dengan air dibagian bawah dasar kolam akibat perbedaan serapan panas dari cahaya matahari. Air dibagian dasar tambak dan permukaan tidak akan bisa tercampur karena perbedaan suhu di antara keduanya sehingga air dibagian dasar tambak tidak akan bergerak keatas dan mengakibatkan kandungan oksigennya berkurang.

Sistem aerasi pada tambak dapat dilakukan dengan menggunakan peralatan mekanis, salah satunya adalah aerator tipe kincir yang merupakan aerator paling umum digunakan untuk tambak budidaya udang, hal ini dikarenakan aerator kincir merupakan alat aerasi yang paling baik dari segi mekanisme aerasi dan tenaga penggerak yang dapat digunakan (Romaine, 2017). Laju aerasi dipengaruhi oleh luas permukaan kontak air dan udara, perbedaan konsentrasi oksigen, koefisien lapisan film dan turbulensi yang terjadi (Boyd, 2018). Geometri, ukuran, dan kecepatan putaran kincir mempengaruhi proses

tercampurnya oksigen ke dalam air. Kincir dengan ukuran yang lebih besar mempunyai kecenderungan aerasi yang lebih besar, namun peningkatan laju aerasi tersebut selalu diikuti oleh besarnya tahanan gerak dari sudu sehingga membutuhkan tenaga penggerak kincir yang besar pula.

Kincir yang ada di pasaran ada berbagai tipe yang mempunyai kemampuan aerasi berbeda-beda, salah satunya adalah kincir tipe *furrower* yang mempunyai geometri sudu tiga dimensi sehingga proses aerasi optimal. Kincir tipe *furrower* dioperasikan dengan menggunakan motor listrik ataupun mesin yang berbahan bakar minyak sehingga memerlukan biaya operasional rutin yang cukup besar. Hal ini tentunya akan menjadi permasalahan tersendiri bagi pembudidaya udang. Selain biaya operasional yang besar, ketersediaan bahan bakar minyak ataupun listrik PLN sangat rendah di daerah pertambakan dikarenakan akses yang sangat susah. Dengan demikian diperlukan suatu energi alternatif terbarukan yang tersedia di alam untuk mensuplai kebutuhan energi penggerak aerator. Dengan menggunakan energi terbarukan tentunya akan mengurangi biaya operasional dalam pembudidayaan udang. Salah satu energi alternatif dan terbarukan yang bisa digunakan adalah matahari yaitu PLTS.

Pembangkit listrik tenaga surya atau PLTS adalah salah satu alternatif yang bisa digunakan sebagai sumber energi penggerak aerator. Selain untuk mengurangi biaya operasional pembudidayaan udang PLTS juga salah satu upaya untuk mengurangi ketergantungan kepada bahan bakar minyak fosil yang ketersediaannya mulai langka.

Dilihat dari permasalahan di atas dan dukungan dari teori-teori yang ada, serta hasil observasi awal maka peneliti akan mengadakan penelitian dengan judul kajian dan analisa sistem aerator tipe *furrower* berpengerak PLTS untuk tambak udang ukuran 50 m×40 m.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah, maka yang menjadi rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

- 1.2.1 Bagaimana rancangan sistem aerator berpengerak PLTS untuk tambak udang ukuran 50m×40m
- 1.2.2 Berapakah besar energy surya dari matahari dan besar arus listrik yang bisa dihasilkan panel surya
- 1.2.3 Berapa besar efisiensi panel surya dalam mengkonversikan energi surya menjadi energi listrik untuk penggerak system aerator
- 1.2.4 Berapakah kapasitas baterai untuk menyimpan energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya sehingga mampu untuk mensuplai motor listrik pada aerator
- 1.2.5 Berapa lama waktu pengisian yang dibutuhkan untuk memenuhi baterai dengan sumber pengisian panel surya
- 1.2.6 Berapa besar kandungan oksigen yang mampu dihasilkan system aerator berpengerak PLTS pada tambak ukuran 50x40m.

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis dan mendeskripsikan :

- 1.3.1 Menghasilkan sistem aerator tipe furrower berpengerak PLTS yang mampu mensuplai kebutuhan oksigen tambak udang ukuran 50m×40m
- 1.3.2 Mengetahui besar energi surya yang berpotensi untuk PLTS dan besar arus listrik rata-rata yang mampu dihasilkan panel surya.
- 1.3.3 Mengetahui efisiensi panel surya yang digunakan dalam mengkonversikan energi surya untuk penggerak system aerator
- 1.3.4 Dapat menentukan kapasitas baterai yang mampu untuk menyimpan energi listrik yang dihasilkan panel surya untuk mensuplai motor listrik penggerak aerator
- 1.3.5 Mengetahui lamanya waktu pengisian baterai dengan sumber energi listrik dari panel surya
- 1.3.6 Mengetahui jumlah kandungan oksigen yang mampu dihasilkan system aerator berpengerak PLTS pada tambak ukuran 50x40m.

### **1.4 Manfaat penelitian**

Bagi Petambak manfaat penelitian ini adalah Untuk mengoptimalkan proses dalam budidaya perairan dengan menggunakan alat atau metode yang lebih efisien dengan biaya yang lebih hemat agar hasil yang didapatkan lebih maksimal.

## **1.5 Batasan Masalah**

Berdasarkan identifikasi masalah yang telah diuraikan, peneliti perlu membatasi masalah guna menghindari salah penafsiran dan menyesuaikan dengan kemampuan, pengetahuan, waktu dan materi dari penelitian ini. Adapun batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- 1.5.1 Mengkaji dan analisa sistem aerator tipe furrower berpengerak PLTS untuk tambak udang ukuran 50m×40m
- 1.5.2 Besar energi surya yang berpotensi untuk PLTS dan besar arus listrik rata-rata yang mampu dihasilkan panel surya dengan kapasitas 150 Wp
- 1.5.3 Kapasitas baterai 100 AH untuk menyimpan energi listrik yang dihasilkan panel surya 150 Wp untuk mensuplai motor listrik penggerak aerator tipe furrower

## II. LANDASAN TEORI

### 2.1 Budidaya Udang Vannamei

Udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*) pertama kali di temukan di daerah subtropis di Amerika yaitu di daerah pantai Clifornia sampai dengan Mexico utara dan Kostarika. Mentri kelautan dan perikanan resmi mengizinkan masuknya udang Vannamei ke Indonesia pada tahun 2021 dengan dikeluarkanya SK Mentri kelautan dan perikanan RI. No.41/2001. Udang Vannamei masuk di Indonesia karena pada saat itu produksi udang Windu mulai menurun sejak tahun 1996 sehingga pemeritah perlu mencari alternatif udang jenis lain untuk mencukupi kebutuhan udang di Indonesia. Dengan kondisi iklim Indonesia yang tetap yaitu hanya ada dua musim hujan dan kemarau, Indonesia dapat memproduksi udang Vannamei sepanjang tahun. Namun untuk tingkat produksinya juga dipengaruhi oleh kondisi dan karakteristik lahan yang digunakan untuk budidaya. Pada saat pertama kali udang Vannamie dibudidayakan di Indonesia, udang Vannamie adalah termasuk udang yang sangat tahan dengan penyakit, namun seiring berjalanya waktu pada proses budidaya udang Vannamie juga terkena beberapa penyakit, diantaranya adalah WSSV (White Spot Syndrome Virus), TSV (Taura Syndrome Virus), IMNV (Infectious Myo Necrosis Virus), vibrio, dan penyakit terbaru yaitu EMS (Early Mortality Syndrome). Untuk mengatasi penyakit-penyakit tersebut perlu digunakan penanganan yang alami atau tidak menggunakan bahan kimia supaya ramah lingkungan. Karena udang Vannamie bernilai ekonomis tinggi (*high economic value*), udang Vannamie menjadi

komoditas paling tinggi dalam industry perikanan. Selain nilai ekonomisnya tinggi, udang Vannamie juga menjadi komoditas dengan permintaan pasar sangat tinggi. Pada tahun 2013 Indonesia mampu memproduksi sekitar 600.000 ton udang Vannami dan diperkirakan oleh Kementerian Kelautan dan perikanan produksi akan mengalami peningkatan menjadi sekitar 608.000 ton (KKP, 2013).

#### 2.1.1 Habitat Udang Vannamie

Udang mempunyai mempunyai habitat yang berbeda-beda, namun pada umumnya udang biasa hidup di dasar laut yang kondisinya berpasir dan berlumpur dengan kedalaman antara 70-72 meter. Namun pada saat baru menetas dan dewasa udang mempunyai habitat yang berbeda. Setelah menetas, larva akan migrasi ke daerah pesisir pantai, pada saat umur udang sudah dewasa, udang akan kembali ke laut untuk melakukan perkawinan atau reproduksi (Wyban dan Sweeney, 1991).

#### 2.1.2 Kualitas Air

Untuk proses budidaya yang dapat menghasilkan produktifitas tinggi, biota budidaya perlu disediakan lingkungan hidup yang sesuai dengan kebutuhannya. Pada organisme akuatik, air adalah menjadi parameter utama untuk pertumbuhannya, dimana nilai kualitas air dinyatakan dengan nilai tertentu (Boyd, 1990). Kualitas memegang peranan sangat penting. Kualitas air dapat diketahui dari beberapa parameter untuk budidaya udang seperti karakteristik fisik dan kimia air yang meliputi suhu, oksigen, pH, dan amonia.

#### 2.1.3 Oksigen Terlarut

Oksigen adalah faktor paling penting yang dapat menentukan kualitas udang, jika jumlahnya tidak sesuai dengan kebutuhan mempengaruhi dari hasil produksi.

Untuk proses bernafas, metabolisme tubuh dan aktifitas gerak, biota aquatic sangat membutuhkan oksigen. Konsentrasi oksigen yang dibutuhkan untuk budidaya perairan adalah sekitar 5-7 ppm. Kandungan oksigen dalam air sangat dipengaruhi oleh beberapa factor, diantaranya adalah pergerakan air pada permukaan serta suhu dan tekanan atmosfer. Selain itu jumlah oksigen pada sekitar air juga sangat mempengaruhi jumlah oksigen yang terlarut ke dalam air. Pada budidaya udang terdapat batas minimum oksigen terlarut. Kebutuhan oksigen untuk udang adalah sekitar 3-7 mg/liter dan akan mengalami stres jika oksigen menurun hingga 2 mg/liter Menurut New (2000).

## **2.2 Sistem Aerasi Tambak**

Sistem aerasi sangat dibutuhkan untuk proses budidaya perairan yang kepadatan tebarannya tinggi dengan tujuan untuk memperbaiki dan mempertahankan kandungan oksigen di dalam air (Boyd, 1998; Hopkins et al., 1991; Wyban et al., 1998). Ada beberapa jenis system aerator yang sering digunakan oleh pembudidaya di antaranya adalah paddle-wheels, dan diffused-air systems, vertical pumps, pump sprayers, propeller-aspirator-pumps (Boyd, 1998; Drengstig et al., 2004; Tucker, 2005; Fernandes et al., 2010).

Beberapa penelitian yang sudah dilakukan tentang peningkatan efektifitas system aerasi di antaranya adalah yang dilakukan oleh Boyd and Martison (1984), penelitian yang dilakukan adalah pengembangan dari system mekanis dan tenaganya. sedangkan penelitian yang dilakukan Ahmad and Boyd (1988) mencari kedalaman kincir optimum pada tambak.

Oksigen yang terdapat pada air dihasilkan oleh tanaman air pada saat proses fotosintesis, selain itu juga berasal dari difusi dari udara disekitarnya. Dari penelitian yang dilakukan oleh Boyd (1998) konsentrasi oksigen di udara hanya mencapai 20,95% saja dan untuk proses difusi pada air sangat dipengaruhi oleh tekanan atmosfer. Sehingga untuk mencapai kandungan oksigen pada air yang sesuai kebutuhan sangat dibutuhkan sistem aerasi. Untuk sistem aerasi yang mempunyai mesin penggerak 1 HP dapat digunakan untuk mensuplai oksigen pada proses pemberian pakan hingga 16 Kg dalam satu hari dan dapat mempertahankan kandungan oksigen pada 3 mg/L, untuk aerator dengan penggerak 1 HP nilai produksi dari tambak yang mampu dihasilkan adalah 550-600 Kg (Hopkins et al, 1991). Sistem aerasi pada tambak juga bertujuan untuk bakteri-bakteri yang mampu mengurai bahan organik sisa pakan sehingga mengurangi kandungan amoniak dalam air (Fernandes et al., 2010). Dengan adanya sistem aerasi pada tambak udang intensif sangat mempengaruhi konsentrasi nutrisi karena banyaknya jumlah pakan yang tidak semuanya dapat dimanfaatkan sehingga mengendap pada dasar air tambak (Páez-Osuna et al., 1997; Funge-Smith and Briggs, 1998; Martin et al., 1998; Jackson et al., 2003; Thakur and Lin, 2003; Islam et al., 2004). Penguraian bahan organik sisa pakan membutuhkan oksigen yang cukup besar sehingga konsentrasi oksigen akan menurun dan CO<sub>2</sub> akan meningkat (Moriarty, 1997; Rao et al., 2000). Dengan kandungan oksigen yang rendah, bahan-bahan organik pada bagian dasar tambak tidak akan mampu diuraikan sehingga mengakibatkan endapan dan menghasilkan gas beracun yang dapat memperlambat proses pertumbuhan udang (Moriarty, 1997; Burford and Longmore, 2001).

### 2.2.1 Tipe sistem aerasi tambak

Kualitas air pada budidaya perairan menjadi parameter yang sangat penting terutama adalah kandungan oksigen yang terlarut di dalamnya. Jumlah oksigen yang tidak sesuai dengan kebutuhan udang akan mempengaruhi proses pertumbuhannya, bahkan akan menimbulkan masalah yang sangat penting pada udang. Sehingga aerator berperan penting untuk mempertahankan kandungan oksigen terlarut sesuai dengan kebutuhan udang. Sistem aerasi tambak terdapat beberapa tipe yang biasa kita temukan di pasaran, di antaranya adalah sebagai berikut.

#### 1. Kincir air

Kincir air adalah sistem aerasi yang paling banyak digunakan pembudidaya tambak udang yang mempunyai dimensi dan kepadatan tebar yang besar. Kincir air digunakan untuk menjaga kandungan oksigen terlarut pada air stabil dan cukup untuk kebutuhan pertumbuhan udang. Permasalahan yang sering terjadi adalah kondisi dan dimensi tambak yang menyebabkan proses aerasi tidak dapat menjangkau keseluruhan permukaan tambak terutama bagian sudut tambak. Untuk mengatasi permasalahan tersebut sistem aerasi yang paling sesuai adalah dengan menggunakan aerator tipe kincir air.



Gambar 2.1 Aerator tambak tipe kincir

## 2. Turbo pro jet aerator

Aeratot model *Turbo Pro Jet* adalah sistem aerasi yang digunakan untuk kebutuhan aerasi yang sangat cepat. Partikel udara yang berbentuk gelombang mikro dapat diinjeksikan kedalam air dengan kecepatan tinggi yaitu 22.500-87.00 liter perjam. Penggunaan satu sistem aerator *Turbo Pro Jet* adalah sebanding dengan menggunakan 7-8 aerator tipe kincir air. Aerator *Turbo Pro Jet* dapat menimbulkan arus air sampai dengan dasar tambak dan jarak yang mampu ditempuh adalah mencapai 35 meter sehingga sistem aerasi mampu menjangkau seluruh area tambak. salah satu penyebab jarang digunakannya aerator ini adalah harganya yang sangat mahal.



Gambar 2.2 Aerator tambak tipe *turbo pro jet aerator*

### 3. Pompa celup

*Submersible pump Apollo* adalah salah satu sistem aerasi yang mampu mensirkulasikan air dengan volume yang besar, selain itu juga membutuhkan energi yang kecil untuk proses penggunaannya. Sistem ini dilengkapi dengan pending yang berbentuk *cooling water jacket* dan bagian casing luarnya adalah *stainless steel* sehingga tahan terhadap korosi dan suhu tinggi. Dengan menggunakan sistem seal dobel sistem aerator ini mampu meningkatkan daya tahanya dan dapat digunakan untuk mensuplai oksigen pada air dengan kadar garam tinggi dan berlumpur.



Gambar 2.3 Aerator tambak tipe pompa celup

#### 2.2.2 Sudu Model Furrower

Besarnya tenaga penggerak merupakan permasalahan tersendiri dalam penggunaan aerator tipe kincir karena berkenaan dengan biaya operasional yaitu konsumsi daya listrik ataupun penggunaan bahan bakar. Model aerator tipe kincir yang ada dipasaran seperti aerator Taiwan sering digunakan pembudidaya tambak udang karena harganya yang terjangkau dan mempunyai bobot yang ringan serta tahan korosi. Namun aerator Taiwan memiliki efisiensi aerasi rendah (Munson, 2016).

Selama ini pengembangan sudu secara dua dimensi tidak memberikan hasil yang optimal karena kebutuhan daya untuk aerasi berbanding lurus dengan kenaikan laju aerasi. Untuk itu perlu pengembangan sudu secara tiga dimensi seperti model furrower yang berfokus pada geometri sudu. Roda

kincir yang digunakan mempunyai 8 sudu dengan total diameter 56 cm, Pelek berbentuk segi delapan dengan diameter 15 cm yang diberi tempat pemasangan sudu pada setiap sisi seginya. Sudut sudu adalah  $45^0$  pada dudukannya sedangkan jari-jari lengkung adalah 40 cm. bentuk sudu adalah trapezium dengan dimensi lebar 20 cm dan tinggi 15 cm. Rancangan struktural kincir terdiri dari rangka, sistem transmisi reduksi putaran, sudu kincir. Rangka pengujian menggunakan besi siku dengan dimensi, bentuk dan kekuatan disesuaikan dengan peletakan dan beban komponen lainnya. Motor yang digunakan adalah motor listrik AC 1 phase dengan daya 1 HP dan kecepatan putar 1440 rpm. Sistem transmisi menggunakan gabungan sproket dan rantai untuk mereduksi putaran motor yang tersedia menjadi putaran yang diinginkan. Sistem transmisi digunakan dengan tujuan untuk menjaga slip dan menghasilkan putaran yang konstan. Sudut posisi sudu arah horizontal merupakan parameter desain geometrinya bertujuan mendapatkan sudut posisi sudu arah horizontal untuk pengembangan sudu model furrower seperti gambar di bawah ini :



Gambar 2.4 Sudu kincir

### **2.3 Energi Matahari**

Konsumsi energi yang dibutuhkan dunia seiring dengan berjalanya waktu semakin meningkat, terutama pada Negara-negara produsen yang mempunyai industry besar. Laju meningkatnya kebutuhan energi berbanding lurus dengan pertumbuhan ekonomi dan bertambahnya jumlah penduduk dunia. Jika kita bergantung hanya pada energi yang dihasilkan fosil yang keberadaanya semakin lama semakin menurun, maka kita tidak akan mampu memenuhi energi yang dibutuhkan untuk kehidupan manusia di dunia. Untuk menghindari kelangkaan energi, maka dibutuhkan energi baru yang terbaharukan non fosil. Salah satu dari energi terbarukan yang bias dimanfaatkan untuk kebutuhan manusia adalah energi yang sudah tersedia di alam dan keberadaanya sangat melimpah dan tidak akan habis, di antaranya adalah seperti biomassa, panas bumi dan tenaga air. Energi surya yang dapat kita manfaatkan dari alam dengan seluruh luas daratan Indonesia adalah  $4,8 \text{ kWh/m}^2$  dalam 1 hari. dari  $4,8 \text{ kWh/m}^2$  yang sudah kita manfaatkan hanya 10 MWp, sehingga masih banyak energi surya yang belum bias kita manfaatkan. Untuk lebih memaksimalkan lagi energi surya yang sudah tersedia di alam, maka dibutuhkan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) lebih banyak lagi untuk memenuhi kebutuhan energi.

### **2.4 Radiasi Matahari**

Sinar yang dipancarkan matahari menuju bumi adalah radiasi matahari, radiasi matahari terjadi karena adanya gas pijar yang terjadi pada matahari dan juga disebabkan karena adanya emisi bumi. Radiasi matahari sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor sehingga nilai intensitasnya pada permukaan bumi sangat bervariasi.

#### 2.4.1 Geometri radiasi matahari

Besar energi radiasi matahari dipengaruhi oleh posisi matahari terhadap bumi. Oleh karena itu diperlukan konversi nilai fluks cahaya yang menuju bumi menjadi nilai ekuivalen pada arah permukaan.

Sudut radiasi sinar matahari yang menuju permukaan bumi di antaranya adalah :

1. Sudut datang  $\theta$  adalah sudut sinar terhadap sebuah permukaan bidang.
2. Sudut latitude  $\phi$  pada adalah sudut yang dihasilkan garis radial menuju pusat bumi pada bidang equator. Sudut deklinasi berubah harga maksimum  $+23,450$  pada tanggal 21 Juni ke harga minimum  $-23,450$  pada tanggal 21 Desember. Deklinasi  $0^0$  terjadi pada tanggal 21 Maret dan 22 Desember.
3. Sudut Zenit  $\theta_Z$  adalah sudut yang dihasilkan oleh garis vertical menuju zenit dan ke titik pusat matahari.
4. Sudut Azimuth  $\delta_Z$  adalah sudut yang dihasilkan garis horizontal antara garis atan dengan proyeksi normal disebuah bidang horizontal.
5. Sudut latitude  $\alpha$  adalah sudut yang dihasilkan oleh garis ke tpusat matahari dengan proyeksinya pada bidang horizontal.
6. Sudut kemiringan (slope)  $\beta$  adalah sudut kemiringan pada permukaan bidang horizontal.

#### 2.4.2 Intensitas Radiasi Surya

Proses rotasi dan revolusi bumi menyebabkan letak matahari terhadap bumi selalu berubah sehingga intensitas cahaya pada permukaan bumi tidak konstan. Radiasi matahari yang menuju permukaan bumi dibedakan menjadi 3 jenis, diantaranya adalah sebagai berikut;

1. Radiasi langsung (*direct radiation*)

Intensitas radiasi yang diterima permukaan bumi tiap waktu dengan sudut datang normal.

2. Radiasi sebaran (*diffuse radiation*)

Radiasi matahari yang dipancarkan ke permukaan atmosfer langit baru kemudian didistribusikan menuju permukaan bumi.

3. Radiasi pantulan

Radiasi pantulan adalah radiasi matahari yang diterima oleh sebuah bidang kemudian dipantulkan pada bidang yang berada di sekitarnya.

## **2.5 Pembangkit Listrik Tenaga Surya**

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) adalah sebuah sistem susunan alat yang dapat mengkonversikan energi surya menjadi energi listrik. Sebutan lain dari PLTS adalah Solar Cell. PLTS memanfaatkan radiasi sinar matahari kemudian dikonversikan menjadi energi listrik berupa tegangan DC dan kemudian dikonversikan lagi menjadi tegangan AC jika diperlukan. PLTS akan terus memproduksi tegangan listrik selama komponen solar cell nya mendapatkan sinar matahari. PLTS dapat dirancang untuk mencatu kebutuhan listrik yang kecil sampai dengan besar, baik secara mandiri, maupun dengan Hybrid (dikombinasikan dengan sumber energi lain, seperti PLTS-Genset, PLTS-Angin). Pembangkit listrik tenaga surya mempunyai beberapa komponen penting, di antaranya adalah panel surya, control Carger, baterai dan inverter.

### 2.5.1 Panel Surya

Panel surya adalah sebuah komponen semikonduktor yang berfungsi mengkonversikan energi matahari secara langsung menjadi energi listrik searah. Si yang berbentuk silindris dengan tekanan yang bisa diatur sehingga Si berubah menjadi konduktor. Lempengan-lempengan Kristal silindris dibuat dengan ketebalan 0,3 mm yang disebut dengan (*fotovoltaik*). Lempengan kristal silindris disusun secara seri pada baja anti karat dan permukaannya dilindungi oleh bahan transparan. Kemudian pada tiap-tiap sambungan itu diberi sambungan yang berbeda potensial yang menyatu disebut dengan daerah deplesi ( *depletion region* ). Bila - itu terkena sinar matahari maka pada sambungan itu akan mengalir arus listrik. Besar energi listrik yang dihasilkan tergantung dari intensitas cahaya matahari yang diterima oleh silicon.

Ketika cahaya mengenai logam mengakibatkan electron berpindah dari permukaan logam yang biasa disebut proses fotolistrik. Untuk mengetahui Efek fotolistrik diperlukan beberapa proses. Dua buah pelat logam (lempengan logam tipis) yang terpisah ditempatkan di dalam tabung hampa udara. Pada bagian luar tabung sebuah bahan konduktor digunakan untuk menyambungkan ke 2 pelat. Pada saat sinar mengenai permukaan salah satu pelat maka akan terjadi perpindahan electron melalui kawat konduktor yang menghubungkan kedua pelat.

Energi yang sudah terkuantisasi ini digunakan Einstein untuk menjabarkan efek fotolistrik. Satu electron menyerap satu kuantum energi digunakan untuk electron melepaskan diri dari satu logam menuju logam yang lain. Sedangkan

untuk persamaanya adalah sebagai berikut;

$$E = W_0 + E_{km}$$

$$hf = hf_0 + E_{km}$$

$$E_{km} = hf - hf_0$$

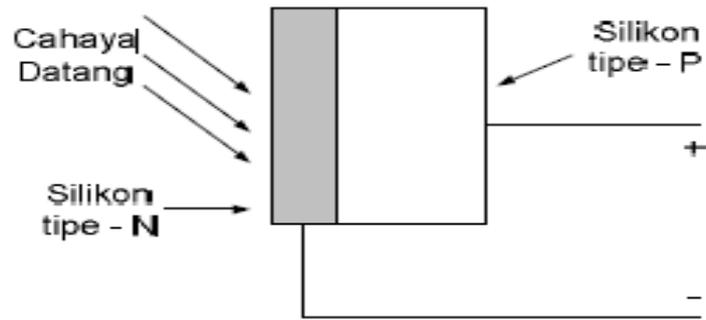
Perlu diperhatikan bahwa  $W_0$  adalah energi ambang logam atau fungsi kerja logam,  $f_0$  adalah frekuensi ambang logam,  $f$  adalah frekuensi cahaya yang digunakan, dan  $E_{km}$  adalah energi kinetik maksimum elektron yang lepas dari logam dan bergerak ke pelat logam yang lain. Satuan energi dalam SI adalah joule ( J ) dan frekuensi adalah hertz ( Hz ). Tetapi, fungsi kerja logam biasanya dinyatakan dalam satuan elektron volt ( eV ) sehingga perlu diingat bahwa

$$1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ (Joule)}.$$

Untuk menghentikan laju perpindahan elektron adalah dengan menggunakan tegangan listrik pada rangkaian dengan polaritas terbalik. Dengan adanya tegangan yang dipasang pada rangkaian dengan polaritas terbalik maka arus listrik bernilai nol. Tegangan listrik yang digunakan untuk menghentikan laju aliran electron biasa disebut dengan potensial penghenti. Jika  $V_0$  adalah potensial penghenti, maka;

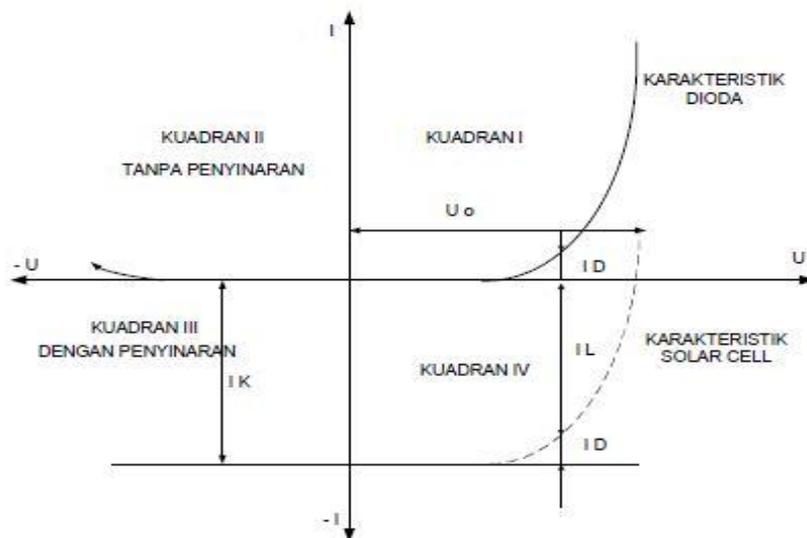
$$E_{km} = eV_0$$

Persamaan di atas adalah persamaan energi. Nilai  $e$  adalah muatan electron dengan besar  $1,6 \times 10^{-19}$  C dengan satuan volt.



Gambar 2.5 Stuktur Sel Surya

Bedasarkan penelitian Sigalingging (1994:10) pada saat sel surya tidak mendapatkan sinar matahari prosesnya sama dengan permukaan penyearah setengah gelombang pada diode. namun pada saat mendapatkan sinar matahari akan menghasilkan arus listrik bernilai konstan dengan arah berlawanan arus dioda seperti pada Gambar 2.6



Gambar 2.6 Karakteristik Sel Surya dan Dioda.

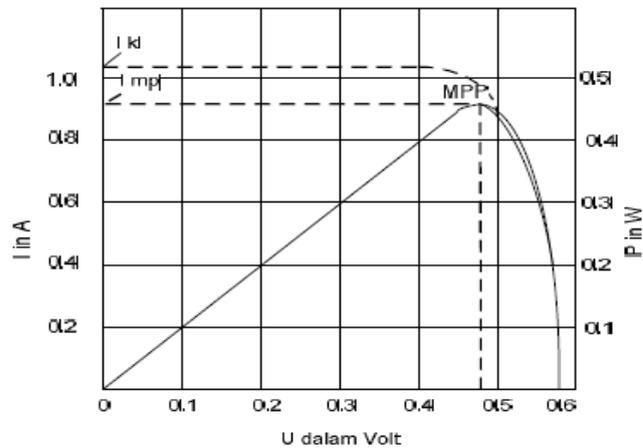
Dari Gambar 2.6 dapat diambil kesimpulan bahwa grafik sel surya tidak dipengaruhi oleh karakteristik dioda. Jika diselidiki pada kuadran IV akan ditemukan tiga titik penting, yaitu :

- Tegangan beban nol  $U_0$  diukur tanpa beban tanpa dipengaruhi penyinaran.
- Arus hubungsingkat  $I_K$  diukur saat sel hubung singkat dan disini arus hubung singkat berbanding lurus dengan kuat penyinaran.
- Titik daya maksimum (*Maximum Power Point*= MPP) dari sel surya didapatkan dari hasil arus dan tegangan yang dibuat pada setiap titik.

Pada nilai  $I_K$  dan  $U_0$  maksimu, sel surya tidak menghasilkan daya sama sekali atau sama dengan nol. Sel surya dapat menghasilkan daya maksimumnya yaitu daya titik MPP (*Maximum Power Point*), titik ini digunakan sebaagai acuan pada saat pemakaian. Pada Gambar 2.7 menunjukkan bahwa energi listrik yang dihasilkan sel surya akan mencapai titik maksimal jika tahanan pakai ( $R_L$ ) dan tahanan selsurya sebagai berikut;

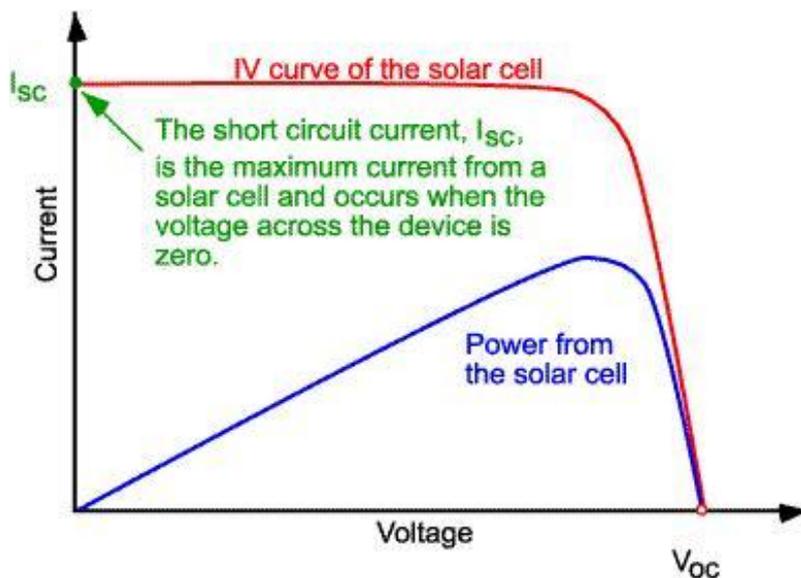
$$R_L = R_i$$

Pada teknik kelistrikan kondisi ini dinamakan beban pas. Dengan memanfaatkan pengubah tegangan searah atau MPT (*maksimum power tracker*) akan menghasilkan daya maksimal atau beban pas.



Gambar 2.7 Maximum Power Tracker

Arus *short circuit* besar arus listrik yang didapatkan pada saat tidak ada tegangan atau bernilai nol dan sel surya sedang dishort. Ini terjadi ketika jumlah carrier yang dikumpulkan pada PN-junction bergerak kerangkaian luar, sehingga bisa dikatakan bahwa arus short circuit adalah arus maksimum yang dapat dihasilkan oleh solar cell.



Gambar 2.8 Kurva I-V solar cell arus short circuit

Tegangan *open circuit* adalah tegangan yang diukur ketika rangkaian solar cell dalam keadaan terbuka, sehingga tidak ada arus yang mengalir kerangkaian

luar, dan arus bernilai nol. Tegangan open circuit ini merupakan tegangan terbesar yang dapat dibangkitkan oleh suatu solar cell.

### 2.5.2 Baterai

Baterai adalah suatu alat yang terdiri dari susunan sel listrik yang digunakan untuk menyimpan energi dan dikonversikan menjadi daya yang dapat digunakan. Energi listrik yang dihasilkan baterai dihasilkan dari proses kimia pada sel listrik. Proses kimia di dalam baterai dapat dilakukan secara *reversible* (dapat dibalik) dengan efisien tinggi. Di dalam baterai dapat berlangsung proses elektrokimia dimana reaksi kimia dapat diubah menjadi energi listrik atau biasa disebut proses pengosongan baterai dan proses perubahan energi listrik menjadi elektrokimia atau biasa disebut pengisian baterai dengan cara melakukan regenerasi pada elektroda yang digunakan dengan mengalirkan arus listrik pada polaritas yang berlawanan.

Ada dua jenis baterai yang ada yaitu baterai primer dan baterai sekunder. Baterai jenis primer adalah baterai yang tidak dapat dilakukan regenerasi pada elektrodanya atau tidak dapat di *charger* dan baterai ini hanya satu kali pemakaian. Sedangkan baterai sekunder dapat dilakukan regenerasi pada sel sel nya atau biasa dilakukan *charger* sehingga baterai sekunder bisa digunakan dalam waktu yang panjang.

#### 2.5.2.1 Jenis – jenis baterai

##### 1. Baterai Asam (*Lead Acid Storage Acid*)

Baterai asam adalah baterai dengan kandungan elektrolit yang digunakan adalah asam belerang (*sulfuric acid* =  $H_2SO_4$ ). Elektroda pada baterai asam terbuat dari plat-plat timah peroksida  $PbO_2$  (*Lead Peroxide*) sebagai anoda (kutub positif) dan timah murni  $Pb$  (*lead sponge*) sebagai katoda (kutub negatif). Ciri-ciri dari baterai

asam adalah sebagai berikut:

- a. Tegangan pada tiap sel adalah 2 volt.
- b. Dibandingkan dengan yang lain, baterai asam mempunyai ukuran sel yang lebih besar.
- c. Kapasitas baterai berbanding lurus dengan berat jenis elektrolit yang digunakan.
- d. Berat jenis elektrolit sangat dipengaruhi oleh suhu elektrolit tersebut.
- e. Nilai jenis berat standart elektrolit ditentukan produsennya.
- f. Umur baterai sangat dipengaruhi oleh perawatannya.
- g. Tegangan pengisian per sel harus sesuai dengan petunjuk operasi dan pemeliharaan dari pabrik pembuat. Sebagai contoh adalah:

- Pengisian awal (*Initial Charge*) : 2,7 Volt
- Pengisian *Floating* : 2,18 Volt
- Pengisian *Equalizing* : 2,25 Volt
- Pengisian *Boozting* : 2,37 Volt
- Tegangan pengosongan per sel (*Discharge*) : 2,0 – 1,8 Volt

## 2. Baterai Basa / Alkali (*Alkaline Storage Battery*)

Bahan utama dari baterai Alkali adalah larutan alkali ( *Potassium Hydroxide* ) dengan komposisi;

- a. *Nickel iron alkaline battery Ni-Fe Battery*
- b. *Nickel cadmium alkaline battery Ni Cd Battery*

baterai alkali yang paling banyak digunakan dan mudah ditemukan di pasaran adalah jenis *admium* ( Ni- Cd ). Baterai alkali mempunyai ciri-ciri yang secara umum dimiliki semua jenis baterai alkali yaitu sebagai berikut;

- a. Tegangan tiap sel dari baterai alkali adalah 1,2 V
- b. Nilai berat jenis tidak mempengaruhi kapasitas baterai
- c. Perawatan yang rutin dapat mempengaruhi umur baterai
- d. Tegangan pada saat pengisian harus sesuai dengan manual book atau peraturan yang dikeluarkan produsen.
- e. Tegangan pengosongan (*discharge*) = 1 Volt

#### 2.5.2.2 Kapasitas Baterai

Kapasitas baterai adalah kemampuan baterai untuk menyimpan energi dan kemudian bias digunakan. Jumlah dan ukuran sel listrik yang digunakan sangat mempengaruhi kapasitas baterai. Satuan dari nilai kapasitas baterai adalah ampere jam (Ah). Jika pada baterai mempunyai kapasitas 100 Ah dengan tegangan 12 volt maka baterai dapat menghasilkan aruslistrik sebesar 5 ampere dalam waktu 20 jam pemakaian.

Walaupun nilai kapasitas baterai dipengaruhi oleh jumlah dan ukuran sel listrik yang digunakan, tapi arus listrik dapat mengalir apabila ada pembebanan. Kapasitas baterai bias digunakan untuk menentukan kemampuannya dalam menyuplai arus listrik. Jika baterai mensuplai arus listrik yang kecil, baterai akan lebih tahan lama dan sebaliknya jika mensuplai arus dengan jumlah besar maka akan cepat habis tegangan yang ada di dalamnya. Proses penimbunan muatan listrik akan terjadi pada saat proses *charging*. Jumlah maksimum muatan listrik yang dapat di simpan pada baterai tergantung dari ukuran dan jumlah selnya. Muatan listrik yang tersimpan inilah yang akan digunakan untuk mensuplai beban. Persamaan yang menentukan

kapasitas baterai adalah sebagai berikut:

$$AH = \frac{E_b}{V_s}$$

Contoh;

$$\begin{aligned} AH &= \frac{E_b}{V_s} = \frac{212,5 \text{ Wattjam}}{12V} \\ &= 17,7 \text{ amper/jam} \end{aligned}$$

Satuan hari untuk menyimpan dan menyalurkan energi ke beban ditentukan satu hari, jadi baterai hanya menyimpan energy dan menyalurkannya pada hari itu juga. Besarnya *deep of discharge* ( DOD ) pada baterai adalah 80% ( Bien, Kasim, & Wibowo, 2008:43 dalam bukunya Mark Hankins, 1991: 68 ).

Kapasitas AKKI yang dibutuhkan adalah:

$$C_b = \frac{AH \times d}{DOD}$$

Contoh;

$$\begin{aligned} C_b &= \frac{AH \times d}{DOD} = \frac{17,7AH \times 1}{0,8} \\ &= 22,1 \text{ amper/jam} \end{aligned}$$

Kapasitas baterai yang ada dipasaran biasanya tidak sesuai dengan apa yang dibutuhkan, oleh karena itu kita dapat memilih kapasitas baterai yang nilainya mendekati dan lebih besar dari perhitungan. Jika dalam perhitungan kita dapatkan 22,1 Ah maka kapasitas baterai yang di atasnya dan paling mendekati adalah 35 Ah 12 volt. Maka daya yang mampu disimpan baterai tersebut adalah;

Daya baterai = Ampere x Voltase

Contoh :

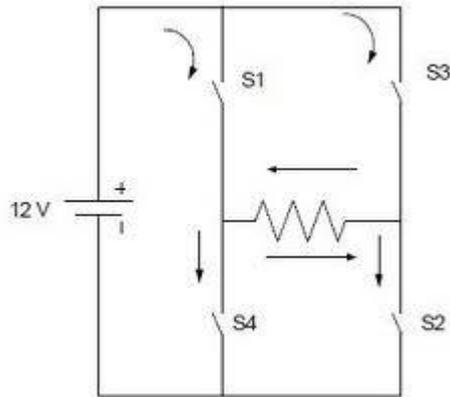
$$\begin{aligned}\text{Daya baterai} &= \text{Ampere} \times \text{Voltase} \\ &= 35\text{Ah} \times 12\text{V} = 420 \text{ Watt/jam.}\end{aligned}$$

Keseluruhan daya yang tersimpan pada bateraai tidak bias digunakan 100% untuk beban, karena pada sistem PLTS membutuhkan sekitar 20 % dari baterai untuk beban inverter sehingga besar daya yang bias kita gunakan dari baterai adalah sekitar  $780 - ( 20\% \times 420 ) = 696 \text{ Watt/jam}$ .

### 2.5.3 Inverter

Inverter adalah rangkaian elektronik yang berfungsi merubah tegangan DC menjadi tegangan AC. Atau bias juga disebut memindahkan tegangan DC ke tegangan AC. Sumber tegangan untuk mensuplai inverter adalah dari tegangan baterai atau sumber tegangan DC lainnya. Tegangan output dari inverter adalah berupa tngangan DC 220 volt atau 120 Volt.

Inverter bekerja dengan cara membentuk gelombang tegangan searah menjadi tegangan bolak-balik. Namun gelombang yang dihasilkan inverter cenderung gelombang persegi bukan gelombang sinus. Gelombang listrik bolak-balik dari inverter terbentuk karena adanya dua saklar. Berikut ini adalah gambar yang menerangkan prinsip kerja inverter dalam pembentukan gelombang tegangan persegi.



Gambar 2.9 Prinsip dasar inverter

Cara kerja inverter dapat di lihat pada gambar di atas yaitu dengan adanya 4 saklar . Arus dari tegangan DC akan mengalir ke beban dari arah kiri menuju kanan jika sakelar S1 dan sakelar S2 pada posisi on, sedangkan untuk mengalirkan arus dari tegangan DC ke kanan kondisi sakelar S3 dan S4 harus kondisi on. Rangkaian yang digunakan untuk merubah tegangan DC menjadi AC adalah rangkaian modulasi lebar pulsa (pulse width modulation – PWM).

#### 2.5.3.1 Full-Bridge Converter Theory

*Full bridge converter* adalah rangkaian yang berfungsi mengubah tegangan DC ke AC. *Full bridge converter* terdapat beberapa sakelar yaitu (S1,S2) dan (S3,S4). Output tegangan yang berupa tegangan AC dihasilkan apabila input berupa tegangan DC dengan proses penyakelaran dengan urutan yang tepat. tegangan output dari inverter  $V_o$  adalah tegangan negative DC atau positif DC bahkan nol tergantung dari posisi mana sakelar yang dalam keadaan tertutup dan terbuka.

Pada Gambar 2.9. sakelar S1 dan S4 tidak bisa ditutup pada waktu yang sama begitu juga dengan S2 dan S3, yang akan menyebabkan terjadinya *short circuit* pada sumber DC Berikut tegangan keluaran pada table berikut:

Tabel 2.1 Teori Konverter

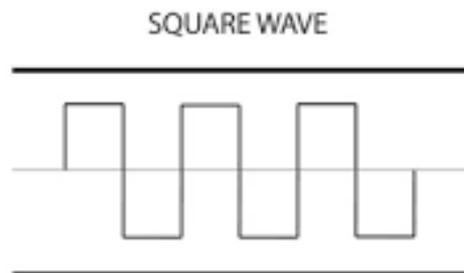
Saklar tertutup	Tegangan keluaran ( $V_0$ )
S1 dan S2	+Vdc
S3 dan S4	-Vdc
S1 dan S3	0
S2 dan S4	0

### 2.5.3.2 Jenis Inverter Berdasarkan Gelombang yang Dihasilkan

Tiga jenis inverter berdasarkan gelombang adalah sebagai berikut;

#### 1. *Square Wave*

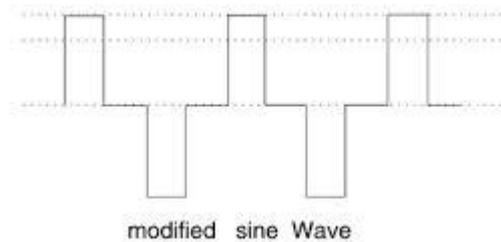
Inverter ini adalah yang paling sederhana. Tegangan yang dihasilkan dari inverter ini adalah 220 Volt dan frekuensi 50 Hz. inverter jenis ini tidak dapat digunakan pada semua jenis alat-alat listrik dikarenakan kualitas gelombangnya yang buruk. Output dari inverter ini memiliki level "*total harmonic distortion*" tinggi sehingga inverter ini disebut "*dirty power supply*".



Gambar 2.10 *Output square wane*

## 2. *Modified Sine Wave*

*Modified Sine Wave* disebut juga ‘*Modified Square Wave*’ atau ‘*Quasy Sine Wave*’ gelombang yang dihasilkan sama dengan gelombang *square wave*. Yang membedakan dari inverter ini adalah outputnya akan bernilai 0 beberapa saat sebelum pindah dari positif ke negatif. Dengan *harmonic distortion* yang lebih kecil dari *square wave*, inverter ini bias digunakan untuk beberapa alat elektronik seperti lampu, TV, computer namun tidak bias digunakan pada alat elektronik yang mempunyai sensitivitas tinggi terhadap perubahan gelombang listrik.



Gambar 2.11 *Output modified sine wave*

## 3. *Pure Sine Wave*

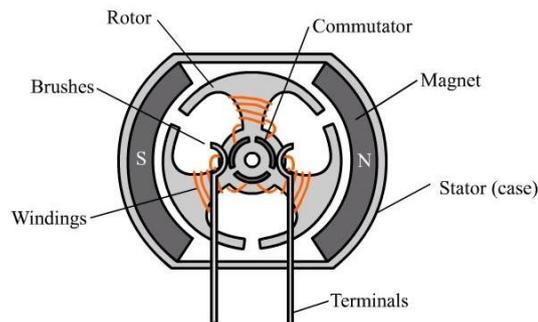
*Pure sine wave* atau *true sine wave* adalah inverter dengan gelombang yang dihasilkan adalah sinus sempurna bahkan lebih baik dari gelombang yang dihasilkan pada jaringan listrik PLN. Karena *harmonic distortion* yang sangat rendah yaitu di bawah 3 persen sehingga inverter ini dapat digunakan untuk semua alat elektronik. Inverter jenis ini juga disebut dengan ‘*clean power supply*’. Inverter ini menggunakan teknologi *pulse width modulation* (PWM).



#### 2.5.4.1 Jenis-Jenis Motor Listrik

Motor listrik mempunyai beberapa jenis yang ada di pasaran. Namun ada bagian utama yang dimiliki semua jenis motor listrik yaitu rotor, rotor adalah bagian motor listrik yang berputar. Selain rotor adalah stator yaitu bagian motor listrik yang berputar. Berdasarkan sumber tegangannya motor listrik dibedakan menjadi 2 yaitu;

1. Motor Listrik Arus AC adalah jenis motor listrik yang membutuhkan tegangan AC sebagai sumber penggerakannya.
2. Motor Listrik Arus Searah DC adalah jenis motor listrik yang membutuhkan tegangan DC untuk sumber penggerakannya.



Gambar 2.14 motor DC

#### 2.5.4.2 Cara Kerja Motor Listrik

Semu jenis motor listrik adalah mempunyai cara kerja yang sama. Medan magnet akan menimbulkan gaya apabila arus dialirkan pada kawat yang berbentuk lilitan, sehingga bagian kedua sisi akan mendapatkan gaya berlawanan. Gaya yang berpasangan akan menghasilkan gerak putar pada kumparan. Motor listrik

biasanya membunyai beberapa kumparan untuk mendapatkan gerak putar yang setabil dan menghasilkan medan magnet. Motor listrik biasanya digunakan untuk memutar beban sehingga dapat dipengaruhi oleh tenaga putar. Ada tiga kelompok beban yang biasa digunakan .

- a. Beban torque konstan adalah beban yang membutuhkan energi yang bervariasi dengan torque yang konstan. Beberapa contoh dari beban ini adalah rotary kilns, conveyors, dan pompa displacement konstan.
- b. Beban dengan variabel torque adalah beban yang torquanya bervariasi dan kecepatan bervariasi. Contoh beban dengan variabel torque adalah fan dan pompa sentrifugal.
- c. Beban Dengan Energi Konstan adalah beban yang membutuhkan energi konstan dengan torque yang bervariasi.

### III. METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan pada bulan Agustus 2021 sampai dengan bulan Maret 2022. Penelitian ini dilaksanakan di tambak udang Dipasena Citra Darmaja tepatnya di Bumi Dipasena Mulya Kecamatan Rawajitu Timur Kabupaten Tulang Bawang dan di Sentra Inovasi Teknologi Universitas Lampung.

Tabel 3.1 Rencana kegiatan penelitian

Kegiatan	Bulan 8	Bulan 9	Bulan 10	Bulan 11	Bulan 12	Bulan 1	Bulan 2	Bulan 3
1 Studi Literatur								
2 Persiapan Alat dan Bahan Pengujian								
3 Pengujian dan Pengambilan Data								
4 Pengolahan Data								
5 Penyelesaian Tesis								

## 3.2 Bahan dan Alat

### 3.2.1 Bahan

Bahan yang digunakan dalam pembuatan aerator tipe kincir adalah :

#### 1) Solar panel 150 Wp

Solar panel adalah suatu alat yang dapat mengkonversi cahaya sinar matahari menjadi listrik, baik secara langsung dengan menggunakan photovoltaic, atau tidak langsung dengan menggunakan tenaga surya terkonsentrasi sehingga menghasilkan tenaga listrik untuk. Adapun keunggulan dari penggunaan solar panel sebagai berikut:

- a) Ramah lingkungan
- b) Pemasangan yang mudah
- c) Tidak memerlukan bahan bakar minyak
- d) Tahan lama
- e) Kapasitas dayanya dapat disesuaikan dengan kebutuhan
- f) Harga solar panel murah atau terjangkau

Pada penelitian ini panel surya yang digunakan adalah 2 buah panel surya yang berkapasitas 150 Wp disusun secara paralel dan tegak lurus  $90^{\circ}$  dengan tujuan mendapatkan tegangan output sekitar 14 - 14,7 Volt. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Abdul Natsir (2018) posisi terbaik panel surya adalah tegak lurus atau menghadap ke atas dengan sudut  $90^{\circ}$ . Dengan posisi panel surya tegak lurus akan mendapatkan sinar matahari terus menerus dari pagi sampai sore.



Gambar 3.1 Solar Panel 150 Wp

2) *Solar charge controller 30 A*

*Solar charge controller* yang digunakan pada penelitian ini adalah merk Sunpro dengan kapasitas 30 A, selain sangat mudah didapatkan di pasaran juga harganya termasuk murah. *Solar charge controller* digunakan untuk mengatur arus searah pengisian baterai. *Solar charge controller* mngontrol *overcharging* dan kelebihan voltase dari panel surya. *voltase* berlebih dari pengisian akan berpengaruh pada umur baterai. Teknologi yang digunakan pada tipe ini adalah *Pulse width modulation (PWM)*' untuk menendalikan atau mengontrol proses pengisian dan penggunaan beban.



Gambar 3.2 Solar charge controller 30 A

3) ACCU (Baterai) delker 12V 100 Ah

Pada penelitian ini baterai digunakan untuk menyimpan daya yang dihasilkan dari panel surya sebelum disalurkan ke beban yaitu motor listrik. Baterai yang digunakan adalah 2 unit baterai merk Delker dengan spesifikasi 12 v dan 100 AH.



Gambar 3.3 Baterai Delker 12 v 200 Ah

4) Inverter 12V to 220V, 1200 Watt

Inverter adalah bagian terpenting dari sistem listrik tenaga surya. Sering disebut sebagai ‘otak dari sistem listrik tenaga surya, inverter memiliki salah satu peranan penting dalam mengubah output arus searah variable (DC) dari panel surya fotovoltaik (PV) menjadi arus bolak-balik 220V (AC). Inverter yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis *pure sine wave* dengan kapasitas 1200 Watt. Tujuan digunakannya inverter jenis *pure sine wave* adalah karena inverter jenis ini mampu menghasilkan frekuensi listrik dengan gelombang sinus sempurna yang melebihi frekuensi yang dihasilkan oleh PLN sehingga sangat bagus untuk peralatan elektronik yang terdapat lilitan.



Gambar 3.4 Inverter 12 V to 220. 1200 Watt

5) *Speed control unit/ variable speed drive* 2000 Watt

*Variable frequency drive / variable speed drive* ini digunakan untuk mengatur kecepatan motor listrik agar putaran kincir dapat disesuaikan dengan kebutuhan. Cara kerja dari *speed control unit* ini adalah dengan mengubah nilai frekuensi dan

tegangan yang masuk ke motor. Pengontrolan frekuensi bertujuan agar kecepatan putaran dapat disesuaikan dengan kebutuhan. Secara sederhana prinsip dasarnya adalah sama dengan inverter, untuk dapat mengubah frekuensi menjadi lebih kecil atau lebih besar dengan mengubah tegangan AC menjadi tegangan DC kemudian dijadikan tegangan AC lagi dengan frekuensi yang bervariasi.

Penyearah dibutuhkan untuk dapat merubah tegangan AC menjadi tegangan DC penyearah yang digunakan biasanya menggunakan penyearah tidak terkendali (*rectifier dioda*) dan penyearah terkendali (*thyristor rectifier*). perbaikan kualitas tegangan sangat dibutuhkan setelah tegangan sudah dikonversikan dari AC ke DC dan biasanya digunakan kapasitor penyimpanan untuk memperbaiki tegangan. Teknik PWM (*Pulse width modulation*) pada inverter juga digunakan untuk merubah kembali tegangan DC menjadi AC.

Teknik PWM bias menjadikan output amplitude dan frekuensi menjadi lebih bervariasi. Teknik PWM juga digunakan untuk menyempurnakan gelombang sinus menjadi lebih sempurna supaya mengurangi rugi-rugi yang menyebabkan komponen beban menjadi panas. Teknik PWM adalah teknik yang paling baik daripada yang lainnya.

Sebenarnya terdapat berbagai cara untuk mengontrol kecepatan putaran motor yaitu salah satunya dengan menggunakan *gera box*. Namun mengatur kecepatan motor dengan *Variable Speed Drive* ini akan memperoleh banyak keuntungan yang lebih bila dibandingkan dengan cara-cara yang lain.





Gambar 3.6 Motor listrik 1 phase 0,5 HP

#### 7) *Gear Box*

Pada penelitian ini *gear box* yang digunakan adalah gear box jenis *Worm gearbox* yang menyatu langsung dengan motor listrik. Namun karena adanya kerusakan pada motor listrik maka kita modifikasi sehingga bisa kita gunakan *gear box* nya saja. Bagian kipas dari motor listrik yang sudah rusak kita ganti dengan puley berdiameter 3 Inchi yang kita hubungkan dengan motor listrik baru yang juga menggunakan pulley berdiameter 3 Inc. *gear box* yang kita gunakan mempunyai perbandingan putaran 1:60.



Gambar 3.7 Gear box

8) Poros penghubung

Poros penghubung ini digunakan untuk menghubungkan mesin kincir yang berada di pinggir tambak dengan kincir yang ada di dalam tambak, disambungkan dengan poros batang sudu yang memutar menggerakkan kincir air. Panjang poros penghubung adalah 4 meter. Poros penghubung ini digunakan karena adanya jarak antara kincir dan motor listrik serta komponen lainnya. Motor listrik dan komponen lainnya dipasang terpisah jauh dari kincir karena menghindari percikan air dari kincir yang bisa menyebabkan korosi.



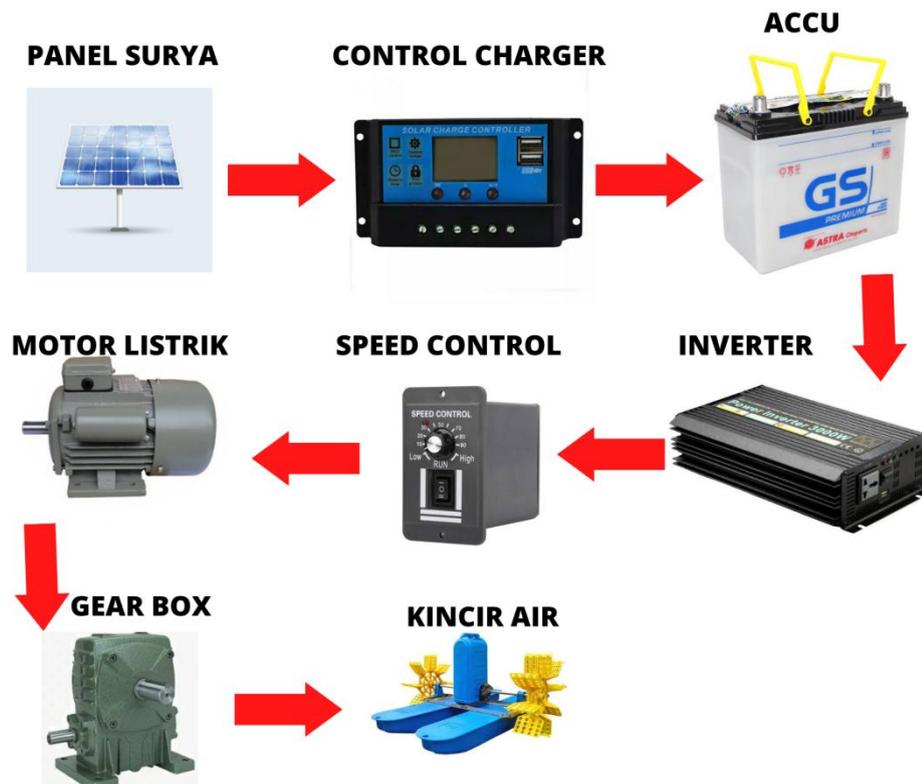
Gambar 3.8 Poros penghubung

9) Aerator kincir dengan sudu tipe *furrower*

Pada penelitian ini sudu yang digunakan adalah sudu tipe *furrower* dengan jumlah 8 sudu. dimensi sudu adalah 180 x 15 x 5 mm dengan terdapat lubang berdiameter 20 mm berjumlah 12 lubang tiap sudunya. lubang sudu biasanya terdapat bermacam-macam bentuk ada yang lingkaran dan ada yang kotak. Menurut penelitian Indra Mawardi (2016) sudu kincir dengan lobang bergeometri lingkaran akan atau biasa disebut dengan sudu *furrower* menghasilkan gelembung air lebih banyak dibandingkan yang lain.



Gambar 3.9 Aerator kincir tipe *furrower*



Gambar 3.10 Alur rangkaian sistem aerator berpengerak panel surya

### 3.2.2 Alat

Penelitian ini dalam pembuatan desain aerator tipe furrower dan PLTS menggunakan *software google skech up*, sedangkan dalam pembuatan alat menggunakan :

#### 1) Tachometer

Tachometer pada penelitian ini digunakan untuk mengambil data RPM poros penghubung. Tachometer yang digunakan adalah merk DT-2234c dengan pengukuran menggunakan infrared atau tanpa kontak ke poros, alasan menggunakan tipe ini karena sangat mudah didapatkan di pasaran.



Gambar 3.11 Tachometer DT-2234C

## 2) *Dissolve Oxygen Meter*

*Dissolve Oxygen* meter atau biasa disebut DO meter ini digunakan untuk mengukur kandungan oksigen yang terlarut dalam air sebelum dan sesudah dilakukanya proses aerasi.



Gambar 3.12 DO meter

### 3) Multy Meter

Digunakan untuk mengukur tegangan pada arus searah atay DC, dan untuk mengambil data tegangan pada baterai atau baterai.



Gambar 3.13 Multi meter

#### 4) Digital Clamp Meter

Digital clamp meter digunakan untuk mengukur tegangan dan arus bolak-balik atau AC.



Gambar 3.14 Digital clam meter

#### 5) Solar power meter

Solar power meter digunakan untuk mengukur energy surya.



Gambar 3.15 Solar power meter

### 3.3 Alur Penelitian

Prosedur dari penelitian ini memiliki beberapa tahapan diantaranya:

#### 3.3.1 Perancangan alat

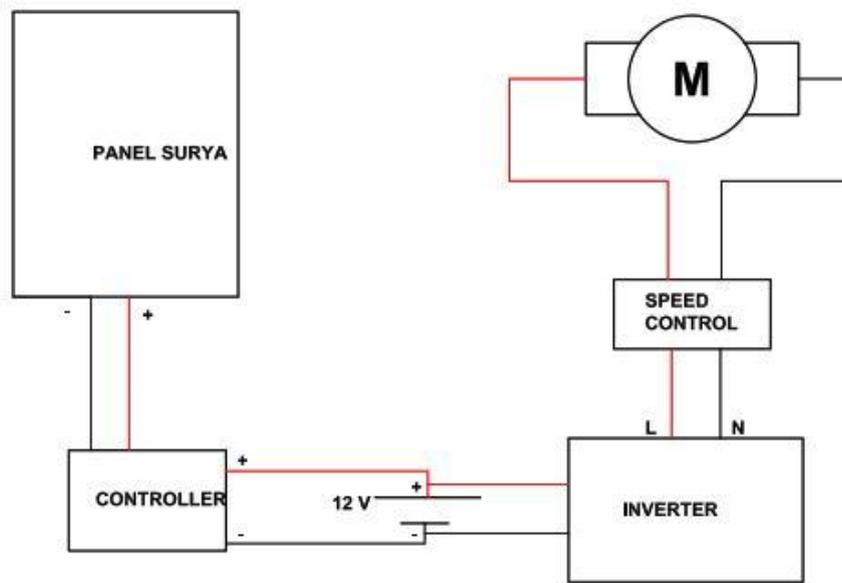
Pada proses perancangan alat dengan menentukan sekema letak semua komponen untuk mendapatkan posisi yang sesuai dengan kebutuhan dan tidak memerlukan banyak tempat. Pada tahap perancangan alat harus direncanakan terlebih dahulu sebelum proses perancangan dan pengujian. Proses perencanaan meliputi tiga unsur pokok, yang pertama bentuk alat harus kokoh dan ringan agar dapat mengambang dan tidak terjadi getaran pada mesin. Kedua daya yang dihasilkan dari energy matahari harus dapat meningkatkan kandungan oksigen terlarut pada kolam dan yang terakhir adalah memiliki nilai ekonomis sehingga petambak dapat membeli atau membuat alat ini dengan harga yang terjangkau.

#### 3.3.2 Proses perancangan sistem aerator berpengerak PLTS

Membuat rancang bangun sistem aerator dri solar panel melalui tahapan-tahapan antara lain :

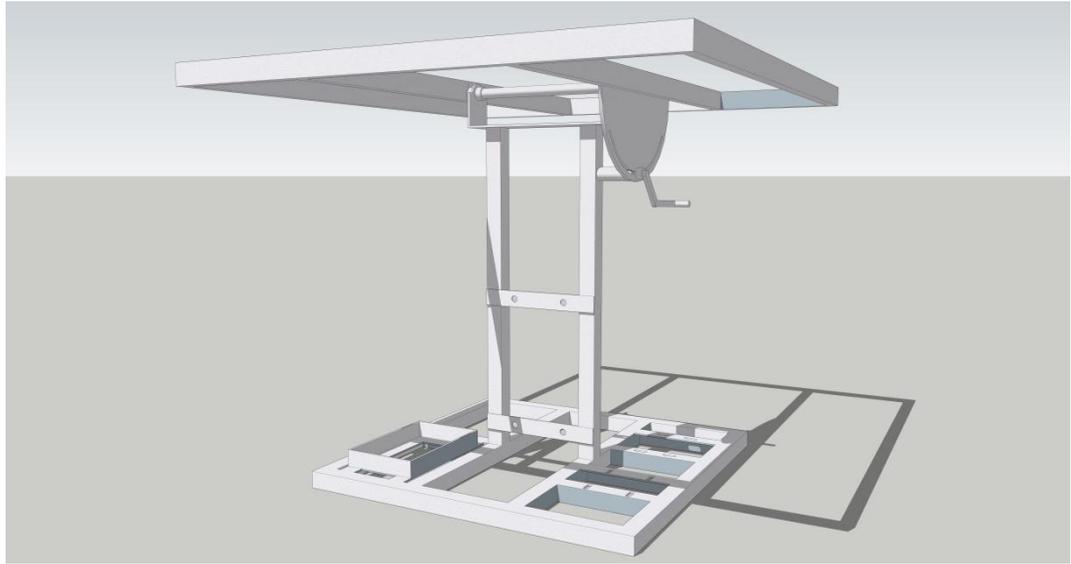
- 1) Pemasangan panel surya (*array*) kearah matahari adalah hal yang penting untuk diperhatikan. Letak geografis suatu wilayah menentukan pemasangan panel surya (*array*) untuk plts di area tambak, plts yang akan dikembangkan pada area tambak direncanakan untuk menyuplai motor kincir aerator tanpa terkoneksi dengan sistem kelistrikan PLN. Posisi panel surya dibuat tegak lurus atau dengan sudut  $90^0$  dengan tujuan seluruh permukaan panel surya bisa terkena matahari mulai dari pagi sampai dengan sore.

- 2) Membuat Perancangan sistem kelistrikan panel surya dimulai dengan instalasi kabel output dari panel surya menuju controller untuk mengatur tegangan output agar stabil mensuplai baterai. Kabel output dari panel surya terdiri dari dua kabel positif dan negatif yang sudah disusun secara paralel dari dua panel surya. Kabel negatif dari panel surya disambungkan ke konektor negative controller dan kabel positif disambungkan ke konektor positif pada controller. Setelah menyambungkan output panel surya kemudian menyambungkan output dari controller menuju baterai. Output dari controller masih berupa tegangan DC yang terdiri dari kabel positif dan negatif. Kabel output positif dari controller disambungkan ke konektor positif baterai dan kabel negatif disambungkan ke konektor negatif baterai selain itu juga diparalel pada konektor inverter.
- 3) Setelah instalasi melawati inverter tegangan sudah dikonversi menjadi tegangan AC. Output dari inverter juga terdiri dari dua kabel listrik dan netral. Untuk instalasi kedua kabel output dari inverter bisa dibolak-balik. Output dari inverter kemudian disambungkan ke input speed control dan output dari speed kontrol disambungkan ke motor listrik. Adapun skema kelistrikan dapat dilihat pada gambar 3.16.

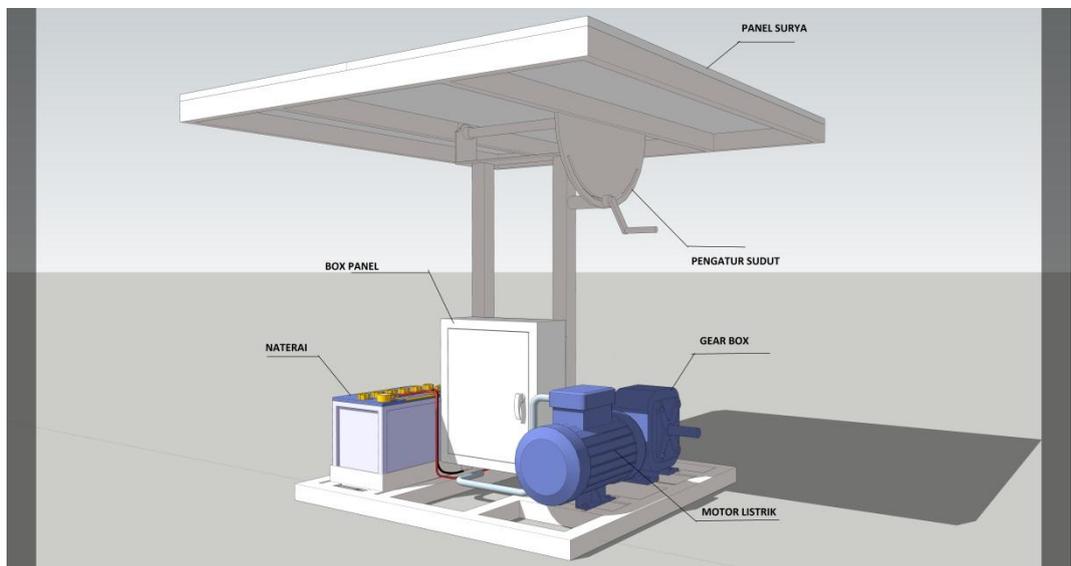


Gambar 3.16 Skema instalasi kelistrikan sistem aerator berpengerak PLTS

- 4) Merancang desain mekanik dengan mempertimbangkan struktur rangka dudukan panel surya berdasarkan ukuran dan berat panel surya, dudukan motor listrik dibuat kokoh dan ringan serta kemampuan untuk menahan getaran yang tinggi. Bahan rangka yang digunakan adalah sebagian besar menggunakan besi hollow ukuran 5 x 5 cm dengan ketebalan 2 mm, selain itu juga menggunakan besi siku ukuran 5 x 5 dengan ketebalan 3 mm. pada struktur rangka bagian atas atau tepatnya pada dudukan panel surya dibuat fleksibel atau dapat diatur sudut kemiringannya. Tinggi rangka diukur dari paling bawah sampai paling atas adalah 100 cm. Adapun desain rangka dapat dilihat pada gambit 3.17, sedangkan untuk desain susunan dari semua komponen bisa dilihat pada gambar 3.18.



Gambar 3.17 Rangka dudukan panel surya



Gambar 3.18 Susunan komponen PLTS

### 3.3.3 Analisis data

Data yang dianalisa pada penelitian ini adalah sebagai berikut;

#### 1) Analisa data radiasi matahari atau energy surya

Data energy surya didapatkan dari pengukuran langsung dengan menggunakan Solar power meter yang diletakan di atas panel surya yang sedang beroperasi. Sedangkan arus panel surya diukur menggunakan ampere meter digital yang di clam kan pada kabel positif panel surya. Pengukuran dilakukan setiap satu jam dimulai dari jam 8.00. tujuan dari pengukuran ini adalah untuk mengetahui seberapa besar energi surya yang dapat dikonversikan oleh panel surya yang digunakan.

Tabel 3.2 besar energi surya dan arus panel surya

No.	Jam	Energi Surya (W/M <sup>2</sup> )	Arus Listrik Panel Surya (Ampere)
1	08.00	472,5	12
2	09.00	501,1	17
3	10.00	511,6	20
4	11.00	852,6	21
5	12.00	977,0	25
6	13.00	972,3	24
7	14.00	841,6	20
8	15.00	572,7	18
9	16.00	401,3	14

2) Data oksigen terlarut dan ketahanan baterai

Pengukuran oksigen dilakukan pada tambak ukuran 50 x 40m dengan kapasitas produksi 500 Kg. Proses pengukuran dilakukan beberapa tahap dengan menggunakan DO meter yang di celupkan ke dalam air tambak dengan jarak 2 dan 4 meter dari kincir berdasarkan RPM tertentu. Selain berdasarkan jarak dan RPM, oksigen terlarut juga diukur berdasarkan kedalaman sudu 9, 12 dan 15 cm dari permukaan air. Sedangkan pengukuran ketahanan baterai adalah dengan melihat waktu mulai dinyalakan motor listrik sampai dengan mati dengan sendirinya.

Tabel 3.3 Uji kadar oksigen dan ketahanan baterai

<b>NO</b>	<b>RPM</b>	<b>Kedalaman Sudu (cm)</b>	<b>Ketahanan Baterai(Jam)</b>	<b>Jarak dari Kincir (m)</b>	<b>DO (Mg/L)</b>
1	75	9	6,8	2	4.2
				4	4
		12	6,5	2	4,5
				4	4,1
		15	6,4	2	5,3
				4	4,5
2	78	9	6,2	2	4,6
				4	4,3
		12	6	2	5,2
				4	4.9
		15	5,7	2	5,4
				4	5
3	80	9	5,4	2	5,4
				4	5,1
		12	5,3	2	5,5
				4	5,4
		15	4,9	2	5,7
				4	5,3

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

dari penelitian yang sudah dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut;

1. Energi surya rata-rata yang dipancarkan oleh matahari di daerah pertambakan udang Dipasena adalah  $677,9 \text{ W/m}^2$ , sedangkan arus listrik rata-rata yang dihasilkan panel surya adalah 19 A. Besar energi surya dan arus listrik panel berbanding lurus dengan intensitas cahaya matahari.
2. Besar kandungan DO yang dihasilkan dipengaruhi oleh Rpm kincir dan kedalaman sudu kincir, yaitu berbanding lurus dengan nilai Rpm. Dari 3 nilai Rpm yang diuji 75, 78 dan 80 Rpm, kandungan DO terbesarnya adalah pada 80 Rpm. Untuk 3 nilai kedalaman sudu yang diuji 9, 13 dan 15cm, dengan kandungan DO terbesarnya adalah pada kedalaman sudu 15 cm.
3. Jumlah kandungan oksigen maksimal yang mampu dihasilkan oleh system aerator tipe furrower dengan berpenggerak PLTS kapasitas 150wp 2 unit adalah 5,7 Mg/L.

## 5.2 Saran

dari kesimpulan di atas peneliti ingin memberi saran untuk peneliti berikutnya.

1. Tambahlah Rpm pada pengujian dengan besar yang lebih banyak atau yang lebih bervariasi untuk mendapatkan seberapa besar pengaruh Rpm terhadap konsumsi daya dan kandungan DO yang dihasilkan.
2. Gunakan nilai kedalaman sudu dalam air yang lebih bervariasi agar didapatkan nilai kedalaman sudu yang paling maksimal untuk menghasilkan kandungan DO.
3. Titik atau Jarak pengukuran nilai DO dari kincir sebaiknya lebih bervariasi supaya data yang didapat lebih akurat.
4. Gunakan daya motor listrik dan panel surya yang lebih besar supaya komponen tidak bekerja pada kemampuan maksimalnya karena dapat mengurangi umur komponen itu sendiri.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akhmad, Kholid, (2011), Pembangkit Listrik Tenaga Surya dan Penerapannya Untuk Daerah Terpencil, *Jurnal Dinamika Rekayasa*, 1(1): 28- 33
- Anggara, I.W.G.A, Kumara, I.N.S., Giriantari, I.A.D, (2014), Studi Terhadap Unjuk Kerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya 1,9 Kw Di Universitas Udayana Bukit Jimbaran, *Spektrum*, 1(1): 118- 122
- Karmiathi, N.M., (2011), Rancang Bangun Modul Solar Cell Dengan Memanfaatkan Komponen Fotovoltaic Kompatibel, *Jurnal Logic*, 11.
- Subandi, Slamet Hani, (2015), Pembangkit Listrik Energi Matahari Sebagai Penggerak Pompa Air Dengan Menggunakan Solar Cell, *Jurnal Teknologi Technoscientia*, 7(2): 157-163
- Meagaung, W.D.M. 2000. Karakterisasi dan pengelolaan residu bahan organik pada dasar tambak udang intensif [Disertasi]. Makassar. Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin. 128hlm.
- Mustafa, A. 2009. Hubungan antara faktor lingkungan dengan produksi udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) di tambak Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung. Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur (FITA). Pusat Riset Perikanan Jakarta. Badan Riset Kelautan dan Perikanan. Jakarta. Surabaya 23-25 Juni 2009. Hlm.: 375-385.

Arifin, Z., K. Andrat, dan Subiyanto. 2007. Teknik produksi udang vaname (Litopenaeus vannamei) secara sederhana. Departemen Kelautan dan Perikanan. Balai Besar Pengembangan Budidaya Ai Payau, Jepara. 9 hlm.

Akhadi, M., 2000, Listrik Murah atau Udara Bersih, Elektro Indonesia, Nomor 34, Tahun VI, November, [ Online, diakses : 23-03-2002 ] URL :[http:// www. elektro indonesia.com/ elektro/ ener34.html](http://www.elektroindonesia.com/elektro/ener34.html)

Martina.G., 1982, Solar cells, University of New Shouth Wales Australi