



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Perancangan Mesin

Dibawah ini merupakan pengertian dari perancangan menurut para ahli dan prosedur umum dalam perancangan.

##### 2.1.1 Perancangan

Perancangan adalah suatu proses yang bertujuan untuk menganalisis, menilai memperbaiki dan menyusun suatu sistem yang baik sistem fisik. maupun non fisik yang optimum untuk waktu yang akan datang dengan memanfaatkan informasi yang ada”<sup>1</sup> Sedangkan menurut Rasma (2020:2) “Perancangan yaitu proses, cara, perbuatan merancang. Merancang yaitu mengatur segala sesuatu sebelum bertindak, mengerjakan, atau merencanakan. Bisa di jabarkan arti kata desain adalah ilmu yang berhubungan dengan suatu perencanaan atau perancangan. Biasanya berbentuk gambar yang nantinya di wujudkan dalam bentuk sebenarnya Masalah utama dalam proses\perancangan struktur adalah beban yang dapat ditahan oleh struktur tersebut. Oleh karena itu, suatu struktur atau komponen harus dirancang sedemikian rupa sehingga mampu menahan tegangan maksimum yang ditimbulkan oleh beban baik dalam bentuk tegangan aksial, lentur maupun geser“. Berdasarkan pengertian di atas penulis dapat menyimpulkan bahwa perancangan adalah satu proses untuk membuat dan memperbaiki sistem yang baru.<sup>2</sup>

##### 2.1.2 Prosedur Umum dalam Perancangan Mesin

Prosedur umum dalam menyelesaikan masalah perancangan adalah sebagai berikut :

1. *Mengenal kebutuhan/tujuan.* Pertama adalah membuat pernyataan yang lengkap dari masalah perancangan, menunjukkan kebutuhan tujuan, maksud/usulan dari mesin yang dirancang.
2. *Mekanisme.* Pilih mekanisme atau kelompok mekanisme yang mungkin

---

<sup>1</sup> Nur, Rusdi., & Suyuti, M. A. *Perancangan mesin-mesin industri*. Deepublish. (2018) Hal.5

<sup>2</sup> Rasma, R., & Setiawan, B. Perancangan Mesin Packing Tusuk Gigi Kapasitas 1, 4 Kg Per Jam Berbasis PLC. In *Prosiding Seminar Nasional Penelitian LPPM UMJ* (Jakarta 2020, December) Hal.2



yang ditransmisikan pada setiap bagian mesin *pemilihan material*. Pilih material yang paling sesuai untuk setiap bagian dari mesin

3. *Rancang elemen-elemen (ukuran dan tegangan)*. Tentukan bentuk dan ukuran bagian mesin dengan mempertimbangkan gaya aksi pada elemen mesin dan tegangan yang diijinkan untuk material yang digunakan.
4. *Modifikasi*. Mengubah/memodifikasi ukuran berdasarkan pengalaman produksi yang lalu. Pertimbangan ini biasanya untuk menghemat biaya produksi.
5. *Gambar detail*. Menggambar secara detail setiap komponen dan perakitan mesin dengan spesifikasi lengkap untuk proses produksi.<sup>3</sup>

### 2.1.3 Keterampilan yang Dibutuhkan dalam Perancangan

Keterampilan yang Dibutuhkan dalam Perancangan meliputi hal-hal berikut:

1. Pembuatan sketsa, gambar teknis, dan perancangan dengan komputer.
2. Sifat-sifat bahan, pemrosesan bahan, dan proses pembuatan.
3. Aplikasi ilmu kimia seperti perlindungan karat, pemberian lapisan (coating) dan pengecatan
- 4) Statika, dinamika, kekuatan bahan, kinematika dan mekanismenya.
4. Keterampilan komunikasi lisan, mendengarkan, menulis teknis dan jumlah kerja tim.
5. Mekanika fluida, termodinamika, dan perpindahan panas.
6. Daya fluida, fenomena dasar-dasar listrik, dan kendalihan industri.
7. Perancangan eksperimen dan pengajian unjuk kerja bahan dan sistem mekanis.
8. Kreativitas, pemecahan masalah, dan pengelolaan proyek.
9. Analisis tegangan.
10. Pengetahuan khusus mengenai perilaku dari elemen-elemen mesin seperti roda gigi, transmisi sabak, transmisi rantai, poros, bantalan, pasak, kopling tetap, pegas, sambungan dengan baut, paku keling, pengelasan, motor

<sup>3</sup> Nur, Rusdi., & Suyuti, M. A. *Perancangan mesin-mesin industri*. Deepublish. (2018) Hal. 1-2



listrik, alat-alat gerak lurus, kopling tidak tetup, dan rem.<sup>4</sup>

#### 2.1.4 Fungsi Perancangan

Fungsi Perancangan menyatakan apa yang harus dilakukan oleh sebuah peralatan dengan menggunakan pernyataan umum yang menggunakan kata aksi seperti: untuk menyangga suatu beban, untuk mengangkat peti kayu. atau untuk mentransmisikan daya. Contoh-contoh dari daftar fungsi dari penurunan kecepatan

1. Untuk menerima daya dari mesin traktor melalui poros yang berputar.
2. Untuk mengirimkan daya melalui elemen-elemen mesin dengan mengurangi kecepatan putaran pada nilai yang diinginkan.
3. Untuk mengirimkan daya pada kecepatan yang lebih rendah ke poros keluaran yang menggerakkan roda-roda traktor.<sup>5</sup>

## 2.2 Beras

Beras adalah bagian bulir padi (gabah) yang telah dipisah dari sekam. Sekam (Jawa merang) secara anatomi disebut 'palea' (bagian yang ditutupi) dan 'lemma' (bagian yang menutupi). Pada salah satu tahap pemrosesan hasil panen padi, gabah ditumbuk dengan lesung atau digiling sehingga bagian luarnya (kulit gabah) terlepas dari isinya. Bagian isi inilah, yang berwarna putih, kemerahan, ungu, atau bahkan hitam, yang disebut beras. Beras umumnya tumbuh sebagai tanaman tahunan. Tanaman padi dapat tumbuh hingga setinggi 1 - 1,8 m. Daunnya panjang dan ramping dengan panjang 50 – 100 cm dan lebar 2 - 2,5 cm. Beras yang dapat dimakan berukuran panjang 5 – 12 mm dan tebal 2 – 3 mm.<sup>6</sup>

Beras adalah salah satu komoditi penting bagi Indonesia, mengingat hampir seluruh masyarakatnya mengonsumsi beras sebagai makanan pokok mereka. Karakteristik mutu beras ditentukan oleh varietas padi yang ditanam, praktek budi daya, serta kegiatan panen dan pasca panen. Kegiatan pascapanen padi menjadi

<sup>4</sup> Nur, Rusdi., & Suyuti, M. A. *Perancangan mesin-mesin industri*. Deepublish. (2018) Hal 11

<sup>5</sup> Nur, Rusdi., & Suyuti, M. A. *Perancangan mesin-mesin industri*. Deepublish. (2018) Hal 5

<sup>6</sup> Cholil, M. *PURWARUPA ALAT PENAKAR DAN PEMBERSIH BERAS AUTOMATIS BERBASIS ARDUINO UNO (DEVICE PROTOTYPE OF AUTOMATIC RICE MEASURING AND CLEANING BASED ARDUINO UNO)* (ITN MALANG, 2022) Hal 1



beras meliputi kegiatan pemanenan, perontokan, pengangkutan, pengeringan, penggilingan, penyimpanan, standarisasi mutu, pemasaran, pengolahan dan penanganan limbah Beras adalah butir padi yang telah dibuang kulit luarnya dengan cara digiling dan disosoh.<sup>7</sup>

### **2.3 Mesin Pengayakan**

Dibawah ini merupakan pengertian dan jenis-jenis mesin pengayak.

#### **2.3.1 Pengayakan**

Pengayakan merupakan pemisahan berbagai campuran partikel padatan yang mempunyai berbagai ukuran bahan dengan menggunakan ayakan. Proses pengayakan juga digunakan sebagai alat pembersih, pemisah kotoran yang ukurannya berbeda dengan bahan baku. Pengayakan memudahkan kita untuk mendapatkan tepung dengan ukuran yang seragam”. Ciri-ciri ayakan antara lain meliputi :

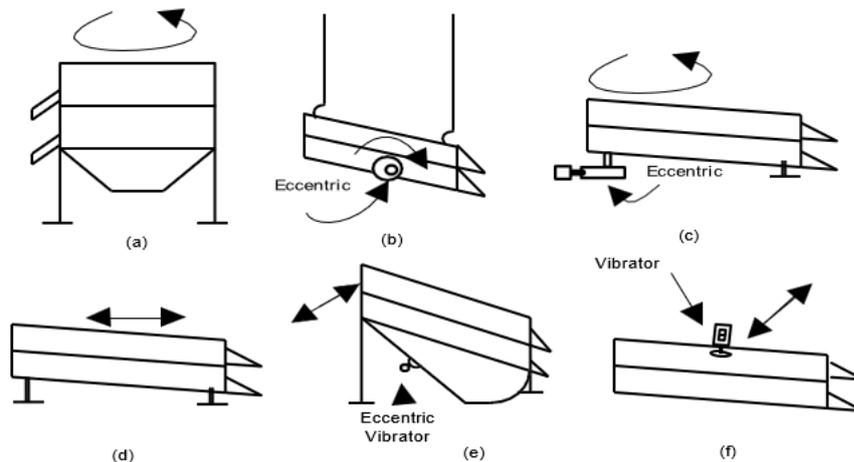
1. Ukuran dalam mata jala.
2. Jumlah mata jala (*mesh*) per satuan panjang, misalnya per cm atau per inchi (sering sama dengan nomor ayakan).
3. Jumlah mata jala per satuan luas, umumnya per  $\text{cm}^2$ .

#### **2.3.2 Jenis – Jenis Mesin Ayakan**

Ada berbagai jenis alat pengayak yang di gunakan dalam industri. Hampir semua industri memerlukan mesin penggerak untuk menggetarkan, mengguncang ataupun memutar (*gyration*) ayakan, dibawah ini merupakan jenis-jenis dari mesin pengayak/ayakan yang biasa digunakan hampir di semua industri.

---

<sup>7</sup> Wardiningrum, A. D., Dharmawan, A., Harsono, S. S., & Soekarno, S. Rancang Bangun dan Uji Kinerja Mesin Pembersihan dan Pengayakan tipe-Grizzly untuk Beras. (Jawa Timur, 2021) Hal 66-67



**Gambar 2.1 Jenis Ayakan dengan Berbagai Mode Gerakan**

### 2.3.2.1 Ayakan Grizzlies dan Stasioner

Ayakan *grizzlies* merupakan jenis ayakan statis, dimana material yang akan diayak mengikuti aliran pada posisi kemiringan tertentu. *Grizzlies* tersusun dari batangan-batangan logam yang tersusun miring dengan sudut tertentu ( $20^\circ$  sampai  $50^\circ$  terhadap sumbu horizontal). Permukaan yang dimiliki sangat keras dan terbuat dari batangan baja yang dirangkai sejajar dipasang miring disesuaikan dengan sudut barang agar material yang kecil lolos dan yang besar menggelinding. Ayakan stasioner hampir sama dengan *grizzlies*, tapi media pengayaknya berupa anyaman kawat (mesh) atau plat logam yang berlubang-lubang”.

### 2.3.2.2 Ayakan Girasi (Gyrating Screen) atau Reciprocating Screen

Mesin pengayak ini biasanya tersusun atas beberapa dek ayakan dengan berbagai ukuran. Ayakan digetarkan memutar untuk meloloskan partikel dari satu dek ke dek yang lain, dan memindahkannya dari tempat masuk sampai tempat keluarnya partikel. Sudut kemiringan ayakan antara  $16^\circ$  sampai  $30^\circ$  terhadap sumbu horizontal. Reciprocating screen merupakan jenis ayakan girasi dengan sudut kemiringan lebih kecil (sekitar  $5^\circ$ ). Mesin diputar dan digetarkan pada sumbu mendatar, dua dek yang berada di antara ayakan diisi bola-bola karet untuk meningkatkan efisiensi pengayakan, sekaligus membersihkan aperture ayakan dan padatan-padatan yang menyumbat”.

### 2.3.2.3 Ayakan Getar (Vibrating Screen)

Ayakan getar biasanya digunakan untuk pengayakan dengan kapasitas



besar. Getaran dapat dibangkitkan secara elektrik maupun mekanis. Getaran mekanis pada casing biasanya ditimbulkan oleh sumbu tengah yang berputar dengan kecepatan sangat tinggi. Biasanya tidak lebih dari 3 dek ayakan yang terpasang dalam casing sebuah ayakan getar. Kecepatan getar antara 1800 sampai 3600 getaran per menit. Sudut kemiringan terhadap sumbu horizontal dapat diatur sesuai dengan keperluan, bervariasi antara  $0^\circ$  sampai  $45^\circ$ .<sup>8</sup>

#### 2.4 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Pembangkit listrik tenaga Matahari adalah moda baru pembangkit listrik dengan sumber energi terbarukan. Panas yang ditangkap kemudian digunakan untuk menghasilkan uap panas bertekanan, yang akan dipakai untuk menjalankan turbin sehingga energi listrik dapat dihasilkan. Prinsip panel surya adalah penggunaan sel surya atau sel photovoltaic yang terbuat dari silikon untuk menangkap sinar Matahari. Panel surya sudah banyak dipasang di atap bangunan dan rumah di daerah perkotaan untuk mendapatkan listrik dengan gratis. Energi surya memiliki keunggulan – keunggulan dibandingkan dengan energy fosil, diantaranya :

- A. Sumber energy yang mudah didapatkan
- B. Ramah lingkungan
- C. Sesuai untuk berbagai macam kondisi geografis
- D. Instalasi, pengoperasian dan perawatan mudah
- E. Listrik dari energy surya dapat disimpan dalam baterai.

Energi surya berupa radiasi elektromagnetik yang dipancarkan ke bumi berupa cahaya matahari yang terdiri atas foton atau partikel energi surya yang dikonversikan menjadi energi listrik. Energi surya yang sampai pada permukaan bumi disebut sebagai radiasi surya global yang diukur dengan kepadatan daya pada permukaan daerah penerima. Rata – rata nilai dari radiasi surya atmosfer bumi adalah  $1353 \text{ W/m}^2$  yang dinyatakan sebagai konstanta surya. Intensitas radiasi surya dipengaruhi oleh waktu siklus perputaran bumi, kondisi cuaca meliputi kualitas dan

---

<sup>8</sup> APRILLA, D. W. Rancang Bangun Mesin Pembersih Dan Pengayak Tipe Grizzlies Pada Beras ( Jawa timur, 2018 ) hal. 4-6



kuantitas awan, pergantian musim dan posisi garis lintang. Intensitas radiasi sinar matahari di Indonesia berlangsung 4 – 5 jam per hari

Efisiensi pemanfaatan PLTS dibutuhkan perencanaan yang baik dan akurat yaitu, sebagai berikut:

- a. Jumlah daya yang akan dibutuhkan dalam pemakaian sehari hari (watt/hour)
- b. Jumlah panel yang harus dipasang
- c. Berapa unit baterai yang diperlukan untuk kapasitas yang diinginkan dan penggunaan tanpa sinar matahari

Besarnya biaya dalam penentuan harga sebuah solar panel didasarkan atas perhitungan harga per Watt Peak (WP), ini berlaku di pasar internasional untuk penentuan harga sebuah solar panel.<sup>9</sup>

#### 2.4.1 Komponen Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Komponen-komponen yang diperlukan untuk instalasi listrik tenaga surya, terdiri dari:

- A. Panel Surya/Solar Panel Panel Surya adalah alat yang terdiri dari sel surya yang mengubah cahaya menjadi listrik. Mereka disebut surya atas matahari atau "sol" karena matahari merupakan sumber cahaya terkuat yang dapat dimanfaatkan. Panel surya sering kali disebut sel photovoltaic, photovoltaic dapat diartikan sebagai "cahaya listrik". Sel surya atau sel PV bergantung pada efek photovoltaic untuk menyerap energi Matahari dan menyebabkan arus mengalir antara dua lapisan bermuatan yang berlawanan.



**Gambar 2.2 Modul Solar Cell**

<sup>9</sup> HIDAYAT, A. N. *RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA OFF-GRID 450 VA* (Palembang, (2021). Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Sriwijaya). Hal 9-13



Panel Surya biasanya memiliki umur 20-25 tahun yang biasanya dalam jangka waktu tersebut pemilik panel surya tidak akan mengalami penurunan efisiensi yang signifikan. Namun, meskipun dengan kemajuan teknologi yang semakin canggih, sebagian besar panel surya komersial saat ini hanya mencapai efisiensi 15% dan hal ini tentunya merupakan salah satu alasan utama mengapa industri energi surya masih tidak dapat bersaing dengan bahan bakar fosil. Karena peralatan rumah saat ini berjalan di *alternating current (AC)*, panel surya harus memiliki *power inverter* yang mengubah arus *direct current (DC)* dari sel surya menjadi *alternating current (AC)*.

Posisi ideal panel surya adalah menghadap langsung ke sinar matahari (untuk memastikan efisiensi maksimum). Panel surya modern memiliki perlindungan *overheating* yang baik dalam bentuk *semikonduktor termal*. Pada prinsipnya, pembangkit listrik tenaga surya terdiri dari sekelompok *foto sel* yang mengubah sinar matahari menjadi *gaya gerak listrik (ggl)* untuk mengisi baterai aki. Dari baterai aki, energi listrik dialirkan ke pemakai. Pada waktu banyak sinar matahari (siang hari), baterai aki diisi oleh *foto sel*. Tetapi pada saat malam hari, *foto sel* tidak menghasilkan energi listrik, maka energi listrik diambil dari baterai aki tersebut<sup>10</sup>

#### 1. Teori Muatan Listrik

Muatan listrik pertama kali ditemukan oleh Thales, seorang ilmuwan Yunani sekitar lebih dari 2500 tahun yang lalu. Dia memperhatikan bulu ayam yang ditarik oleh batu *amber* yang telah digosok kain wol. Ia menciptakan kata *electricity* yang artinya listrik. Muatan listrik ada dua macam yaitu muatan listrik positif (+) atau proton, dan muatan listrik negatif (-) atau elektron. Satuan ukurannya adalah *coulomb (C)*. Muatan listrik sejenis akan tolak-menolak dan muatan listrik tidak sejenis akan tarik-menarik. Teori atom juga terkait dengan bahasan muatan listrik.

Sifat-sifat muatan listrik antara lain :

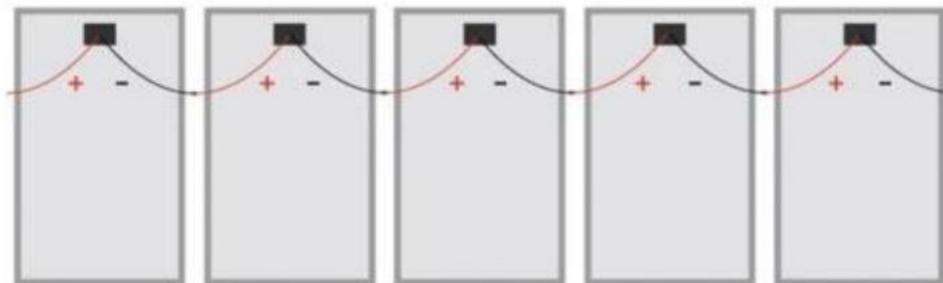
---

<sup>10</sup> HIDAYAT, A. N. RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA OFF-GRID 450 VA (Palembang, (2021). Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Sriwijaya). Hal 28-29



- Listrik terdiri dari dua jenis muatan yaitu muatan positif dan negatif, muatan listrik akan saling berinteraksi, muatan sejenis tolak menolak dan muatan tidak sejenis tarik-menarik.
- Untuk menerangkan pengertian adanya sifat kelistrikan pada suatu benda, perlu dipahami adanya konsep atom yang dimunculkan oleh para ahli di antaranya, teori atom Dalton, Thompson, Rutherford dan Bohr. Secara umum dapat dijelaskan bahwa:
  - o Benda terdiri atas atom-atom sejenis.
  - o Setiap atom terdiri atas sebuah inti yang dikelilingi oleh satu atau lebih elektron.
  - o Inti atom bermuatan positif, elektron bermuatan negatif.
  - o Inti atom terdiri atas proton yang bermuatan positif dan neutron yang tidak bermuatan listrik.

## 2. Hubungan Sel Surya Secara Seri dan Pararel



**Gambar 2.3 Hubungan Sel Surya Secara Seri dan Pararel**

Dalam rangkaian seri, Kita menjumlahkan tegangan setiap panel untuk mendapatkan tegangan keseluruhan dari array. Namun, arus listrik dari keseluruhan rangkaian tetap sama. Dengan panel-panel yang terhubung secara paralel, tegangan rangkaian keseluruhan tetap sama dengan tegangan untuk setiap panel tetapi arus listrik dari rangkaian keseluruhan adalah jumlah ampere setiap panel surya.

Namun demikian, output modul akan mengalami penurunan dengan berjalannya waktu. Degradasi ini diakibatkan oleh dua faktor utama, rusaknya lapisan atas sel (ethylene vnyil acetate-EVA) dan lapisan bawah (polyvinyl fluoride film) secara perlahan-lahan, serta kerusakan secara alami EVA yang terjadi secara bertahap di antara lapisan gelas dan sel-sel itu sendiri



### 3. Jenis-jenis Sel Surya

Beragam-macam teknologi telah diteliti oleh para ahli di dunia untuk merancang dan membuat sel fotovoltaic yang lebih baik, murah, dan efisien diantaranya adalah :

#### a) Generasi Pertama Kristal (Single Crystal)

Konfigurasi normal untuk sel fotovoltaic terdiri p-n Junction Mono Kristalsilikon material mempunyai kemurnian yang tinggi yaitu 99,999%. Efisiensi sel surya jenis single kristal silikon mempunyai efisiensi konversi yang cukup tinggi yaitu sekitar 16% sampai dengan 17%.

#### b) Generasi Kedua Kristal (Polikristal)

Material monokristal harga per kilogram masih mahal, untuk menurunkan harga material, dikembangkan material lain yang disebut Polikristal. Efisiensi modul fotovoltaic polikristal yang komersial mencapai 12% sampai dengan 14%

#### c) Generasi Ketiga, EFG the Edge Defined Film Growth Ribbon

Proses ini menumbuhkan wafer monokristal seperti pita langsung dari cair silikon dengan menggunakan pita kapiler, dapat menghasilkan dengan lebar 5-10cm. Pada proses ini penumbuhan terjadi 5 m/menit dengan ketebalan 250-350 mikrometer, dengan efisiensi 13%

#### d) Generasi Keempat (Thin Film)

Generasi ke-empat lapisan tipis atau thin film, mempunyai ketebalan sekitar 10 mm di atas substrat kaca/steel (baja)<sup>11</sup>

Untuk menghitung kapasitas panel surya

$$E_r = E_a \times \text{Rugi dan safety factor} \dots \dots \dots 2.1$$

Keterangan

$E_a$  = Energi beban (watt jam perhari)

$E_r$  = Energi total beban (watt jam perhari)

Untuk menghitung kapasitas daya modul surya yang dihasilkan

$$C_{\text{panel surya}} = \frac{E_r}{IM} \text{FP} \dots \dots \dots 2.2$$

<sup>11</sup> HIDAYAT, A. N. RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA OFF-GRID Sriwijaya). Hal 30



### Keterangan

$E_r$  = Energi total beban(watt jam perhari)

$I_M$  = Radiasi matahari ( kwh/m<sup>2</sup>)

$F_P$  = Faktor penyesuaian

Untuk menentukan energi yang mampu disuplai PLTS

$$E_b = E_p - (15\% \times E_p) \dots \dots \dots 2.3$$

Keterangan :

$E_b$  = Energi beban (wh)

$E_p$  = Energi panel surya (wp)<sup>12</sup>

### B. Solar Charger Controller



**Gambar 2.4 Solar Charge Controller**

Charger Controller adalah sebuah modul yang terdapat di dalam sistem pembangkit tenaga Surya berfungsi sebagai pengatur arus listrik (Current Regulator) baik terhadap arus yang masuk dari panel PV maupun arus beban keluar/ digunakan. Bekerja untuk menjaga baterai dari pengisian yang berlebihan (Over Charge), Ini mengatur tegangan dan arus dari panel surya ke baterai. Sebagian besar Solar PV 12 Volt menghasilkan tegangan keluar (V-Out) sekitar 16 sampai 20 volt DC (Direct Current), jadi jika tidak ada peraturan, baterai akan rusak dari pengisian tegangan yang berlebihan yang umumnya baterai 12 Volt membutuhkan tegangan pengisian sekitar 13-14,8 volt untuk dapat terisi penuh dan juga sebagai menampilkan informasi tegangan, arus, besaran energi dari solar panel, dan energi yang dikirim ke baterai.<sup>13</sup>

<sup>12</sup> Adjat Sudrajat. 2007. Sistem-Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya. BPPT-Press: Jakarta.

<sup>13</sup> HIDAYAT, A. N. RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA OFF-GRID



### C. Inverter



**Gambar 2.5 inverter**

Power Inverter atau biasanya disebut dengan Inverter adalah suatu rangkaian atau perangkat elektronika yang dapat mengubah arus listrik DC (direct Current) menjadi arus AC (alternative Current) pada tegangan dan frekuensi yang dibutuhkan sesuai dengan perancangan rangkaiannya. Sumber-sumber arus listrik searah atau arus DC yang merupakan Input dari Power Inverter tersebut dapat berupa Baterai, Aki maupun Sel Surya (Solar Cell). Inverter ini akan sangat bermanfaat apabila digunakan di daerah-daerah yang memiliki keterbatasan pasokan arus listrik AC. Karena dengan adanya Power Inverter, kita dapat menggunakan Aki ataupun Sel Surya untuk menggerakkan peralatan-peralatan rumah tangga seperti Televisi, Kipas Angin, atau bahkan Mesin Cuci yang memerlukan sumber listrik AC yang bertegangan 220V ataupun 110V.<sup>14</sup>

### D. Baterai

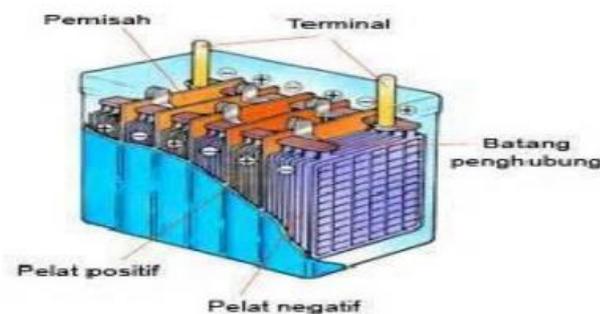
Baterai Aki atau sering disebut accumulator, adalah salah satu komponen utama dalam kendaraan bermotor, baik mobil atau sepeda motor. Aki dapat digunakan untuk menyimpan dan memberikan tenaga listrik. Pada proses pengisian, tenaga listrik diubah menjadi tenaga kimia, pada pembuangannya tenaga kimia yang tersimpan diubah menjadi tenaga listrik. Aki memiliki kapasitas sebuah sel aki diukur dalam jam-Ampere (Ah), yang dimaksud dengan kapasitas adalah jumlah Ah yang dapat diberikan oleh sebuah sel yang berisi muatan sampai tegangannya turun menjadi kira-kira 1,83 V (99,1 %). Sebuah aki dengan kapasitas 100 Ah dapat memberikan arus 25 A selama 4 jam.

450 VA (Palembang,(2021). Doctoral dissertation,Politeknik Negeri Sriwijaya). Hal 41

<sup>14</sup> HIDAYAT, A. N.*RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA OFF-GRID* 450 VA (Palembang,(2021). Doctoral dissertation,Politeknik Negeri Sriwijaya). Hal 41



Terdapat 2 jenis aki yaitu aki basah dan aki kering. Aki basah merupakan jenis aki yang perlu diberi air aki yang dikenal dengan sebutan accu zuur. Sedangkan aki kering merupakan jenis aki yang tidak memakai cairan. Dalam aki terdapat elemen dan sel untuk penyimpan arus yang mengandung asam sulfat ( $H_2SO_4$ ). Tiap sel berisikan pelat positif dan pelat negatif. Pada pelat positif terkandung oksid timbal coklat ( $PbO_2$ ), sedangkan pelat negatif mengandung timbal.<sup>15</sup>



**Gambar 2.6 Baterai**

Aki memiliki 2 kutub/terminal, kutub positif dan kutub negatif. Biasanya kutub positif (+) lebih besar atau lebih tebal dari kutub negatif (-), untuk menghindarkan kelalaian bila aki hendak dihubungkan dengan kabel-kabelnya. Berikut adalah rumus yang digunakan untuk menentukan kapasitas baterai

$$\text{Kapasitas Baterai} = \frac{\text{Beban harian}}{\text{tegangan operasi DC}} \dots\dots\dots 2.4$$

Untuk menentukan waktu pemakaian

$$\text{Kapasitas Baterai} = \frac{\text{Kapasitas baterai (Ah)}}{\text{Kuat arus beban (A)}} \dots\dots\dots 2.5$$

#### 2.4.2 Sel Surya Photovoltaik

Energy radiasi matahari diubah menjadi energy listrik dengan mempergunakan pembangkit listrik tenaga surya atau disebut juga

<sup>15</sup> HIDAYAT, A. N. RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA OFF-GRID 450 VA (Palembang, (2021). Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Sriwijaya). Hal 46

<sup>16</sup> Muhammad Beny. Perancangan dan Realisasi Kebutuhan Kapasitas Baterai Untuk Beban Pompa Air 125 Watt Menggunakan Pembangkit Listrik Tenaga Surya. Jurnal Reka Elkomika, Vol. 3, No. 2.



teknologi photovoltaic yang terbuat dari bahan semi konduktor lainnya, yang disebut solar cell. Teknologi selain teknologi dari sumber energy yang tidak terbatas (cahaya matahari) juga terkenal ramah lingkungan sehingga memiliki daya guna yang tinggi. Teknologi ini membutuhkan area instalasi yang luas untuk dapat menyerap sinar matahari. Daya listrik sebesar 100 mW akan membutuhkan luas tanah hingga 60 – 70 hektar. Cahaya matahari dapat diubah menjadi energy listrik melalui modul surya yang terbuat dari bahan semikonduktor. Bahan semikonduktor merupakan bahan semi logam yang memiliki partikel yang disebut electron – proton yang apabila digerakkan oleh energy dari luar akan membuat pelepasan electron sehingga menimbulkan arus listrik dan pasangan electron hole.

Modul surya mampu menyerap cahaya sinar matahari yang mengandung gelombang elektromagnetik atau energy foton ini. Energi foton pada cahaya matahari ini menghasilkan energy kinetic yang mampu melepaskan electron – electron ke pita konduksi sehingga menimbulkan arus listrik. Energi kinetic akan makin besar seiring dengan meningkatnya intensitas cahaya dari matahari. Intensitas cahaya matahari tertinggi diserap bumi di siang hari sering menghasilkan tenaga surya yang diserap bumi ada sekitar 120.000 terra Watt. Jenis logam yang digunakan juga akan menentukan kinerja dari pada sel.

#### **2.4.3 Keuntungan dan Kerugian PLTS**

Keuntungan menggunakan PLTS di Indonesia adalah, sebagai berikut:

- A. Sumber energy tersedia sepanjang tahun dan gratis
- B. Bebas polusi udara
- C. Tidak bising
- D. Tidak memerlukan transmisi yang rumit
- E. Tidak menyebabkan efek pemanasan global
- F. Dapat ditempatkan didaerah terpencil
- G. Umur pakainya anjang kurang lebih 20 tahun
- H. Perawatannya sangat mudah

Kerugian menggunakan PLTS di Indonesia adalah, sebagai berikut:

- A. Biaya/harga pengadaan (investasi) PLTS tinggi
- B. Biaya distribusi dan pelayanan tinggi



- C. Harapan konsumen melebihi kemampuan teknologi PLTS, karena cara pandang konsumen sangat dipengaruhi oleh sifat listrik konvensional (PLN)
- D. Pengetahuan dan kesadaran masyarakat tentang peranan PLTS dalam memberikan energy listrik Alternative ramah lingkungan terbatas.<sup>17</sup>

## 2.5 Motor Listrik

Berikut Merupakan definisi, bagian-bagian serta macam-macam dari motor listrik

### 2.5.1 Definisi Motor Listrik

Motor listrik merupakan sebuah perangkat elektromagnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini digunakan untuk, misalnya, memutar impeller pompa, , mengangkat bahan, maupun kerja lainnya. Motor listrik digunakan juga di rumah (mixer, bor listrik, kipas angin) dan di industri”<sup>18</sup>. Sedangkan Menurut Umam.F, *dkk* (2017:1) “Motor listrik adalah mesin listrik yang berfungsi untuk merubah energi listrik menjadi energi gerak mekanik, energi tersebut berupa putaran dari motor”. Berdasarkan pengertian diatas penulis dapat menyimpulkan bahwa motor listrik merupakan suatu perangkat mesin listrik yang digunakan sebagai alat penggerak pada mesin<sup>19</sup>.

### 2.5.2 Bagian-Bagian Motor Listrik

#### 1. Stator

Stator adalah bagian dari motor listrik yang tidak dapat bergerak. Stator terdiri dari rumah dengan alur alur yang di buat dari pelat pelat yang dipejalkan berikut tutupnya.

#### 2. Rotor

Rotor adalah bagian dari motor listrik yang dapat bergerak. Bentuk rotor motor induksi, yaitu terdiri dari pelat - pelat yang di pejalkan berbentuk silinder. Disekeliling terdapat alur - alur kemudian di tempatkan batang batang kawat.

<sup>17</sup> HIDAYAT, A. N. *RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA OFF-GRID 450 VA* (Palembang,(2021). Doctoral dissertation,Politeknik Negeri Sriwijaya). Hal 36

<sup>18</sup> Ichniarsyah, A. N. *Buku Ajar Motor Penggerak* ( Jakarta , 2019 ) Hal.74

<sup>19</sup> Umam.F, *dkk*. (2017). *Motor Listrik..* Media Nusa Creative. (Malang ,2017). Hal 1



Batang kawat tersebut biasanya di buat dari tembaga, bagian-bagian ini adalah bagian yang bergerak.

### 3. Bearing

Bearing adalah sebuah elemen mesin yang berfungsi untuk membatasi gerak relatif antara dua atau lebih komponen mesin agar selalu bergerak pada arah yang diinginkan.

### 4. Belitan Stator

Belitan stator atau kumparan stator merupakan tempat terjadinya medan magnet yang ditempatkan pada alur stator motor. Kumparan stator dirancang agar membentuk jumlah kutub tertentu, untuk menghasilkan jumlah putaran yang diinginkan.

### 5. Terminal Box

Terminal box merupakan sebuah kotak kecil yang menempel pada badan motor listrik, biasanya akan berada di atas atau dibawah bagian dari motor listrik, terminal box ini fungsinya adalah sebagai tempat disambungkannya kabel- kabel yang berasal dari power suplai ke kabel-kabel milik motor listrik.

### 6. Kipas Rotor

Kipas rotor fungsinya adalah untuk mendinginkan motor listrik, posisinya berada diujung dari motor listrik itu sendiri, kipas rotor terbuat dari bahan plastik keras, cara kerjanya mirip dengan kipas angin dirumah kita, yakni mengisap udara dan menghembuskannya ke badan motor listrik sehingga menjadi dingin.

### 7. Poros Utama

Poros utama adalah komponen logam yang memanjang sebagai tempat menempelnya beberapa komponen. Selain rotor coil, komponen yang menempel pada poros ini adalah drive pulley. Umumnya poros utama terbuat dari bahan aluminium yang anti karat.

### 8. Motor Housing

Dibagian terluar motor listrik kita akan menemui sebuah plat besi yang digunakan untuk melindungi semua komponen electric motor. Selain itu, motor housing juga berfungsi untuk melindungi kita selaku pemakai dari putaran rotor



yang sangat tinggi.<sup>20</sup>

### 2.5.3 Beban pada Motor

Beban pada motor mengacu kepada keluaran tenaga putar/torsi sesuai dengan kecepatan yang diperlukan dan biasanya dikategorikan ke dalam tiga kelompok, yaitu:

1. Beban torsi konstan yaitu beban dengan permintaan luaran energinya bervariasi dengan kecepatan operasi namun torsinya tidak bervariasi. Contohnya adalah konveyor, pompa displacement kontan, dan rotary kilns.
2. Beban dengan torsi variabel yaitu beban dengan torsi yang bervariasi dengan kecepatan operasi. Contohnya adalah pompa sentrifugal dan kipas (torsi bervariasi dengan kuadrat kecepatan).
3. Beban dengan energi konstan yaitu beban dengan permintaan torsi yang berubah dan berbanding terbalik dengan kecepatan. Contohnya adalah peralatan-peralatan mesin.<sup>21</sup>

## 2.6 Motor AC

Motor arus bolak-balik menggunakan arus listrik yang membalikkan arahnya secara teratur pada rentang waktu tertentu. Motor listrik memiliki dua buah. Bagian dasar listrik yaitu stator dan rotor. Stator merupakan komponen listrik statis. Rotor merupakan komponen listrik berputar untuk memutar as motor. Keuntungan utama motor DC dibandingkan dengan motor AC adalah kecepatan motor AC lebih sulit dikendalikan. Untuk mengatasi kekurangan ini, motor AC dapat dilengkapi dengan penggerak frekuensi variabel untuk meningkatkan kendali kecepatan sekaligus menurunkan daya. Motor induksi merupakan motor yang paling populer di industri karena keandalannya dan lebih mudah perawatannya. Motor induksi AC cukup murah dibanding motor DC dan juga memberikan rasio daya terhadap berat yang cukup tinggi (sekitar dua kali motor DC).<sup>22</sup>

---

<sup>20</sup> DARMAWAN, D. RANCANG BANGUN ALAT PEMECAH BIJI JAGUNG PENGGERAK MOTOR LISTRIK (BAGIAN DINAMIS). ( Jawa Timur, 2017 ) Hal 30-31

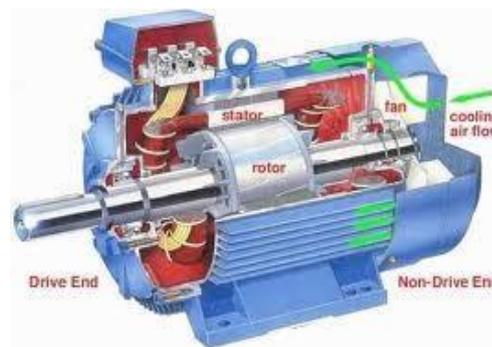
<sup>21</sup> Ichniarsyah, A. N. *Buku Ajar Motor Penggerak* ( Jakarta , 2019 ) Hal.62

<sup>22</sup> Ichniarsyah, A. N. *Buku Ajar Motor Penggerak* ( Jakarta , 2019 ) Hal.68-69



### 2.6.1 Motor Sinkron

Motor sinkron adalah motor AC, bekerja pada kecepatan tetap pada sistem frekuensi tertentu. Motor ini memerlukan arus searah (DC) untuk pembangkitan daya dan memiliki torsi awal yang rendah. Oleh karena itu, motor sinkron cocok untuk penggunaan awal dengan beban rendah, seperti kompresor udara, perubahan frekuensi dan generator motor. Gambar 39 berikut menunjukkan gambar motor sinkron.



Sumber : Ichniarsyah (2019:69)

Gambar 2.7 Motor Sinkron

Motor sinkron mampu untuk memperbaiki faktor daya sistem, sehingga sering digunakan pada sistem yang menggunakan banyak listrik.

Komponen utama motor sinkron antara lain:

- a) Rotor. Perbedaan utama antara motor sinkron dengan motor induksi adalah bahwa rotor mesin sinkron berjalan pada kecepatan yang sama dengan perputaran medan magnet. Hal ini memungkinkan sebab medan magnet rotor tidak lagi terinduksi. Rotor memiliki magnet permanen atau arus DC-excited, yang dipaksa untuk mengunci pada posisi tertentu bila dihadapkan dengan medan magnet lainnya.
- b) Stator. Stator menghasilkan medan magnet berputar yang sebanding dengan frekuensi yang dipasok.
- c) Kumparan medan. Dikenal juga dengan kumparan penguat untuk menghasilkan medan magnet pada kutub utama.
- d) Bearing atau bantalan. Komponen ini berfungsi untuk memperlancar gerak poros, mengurangi gesekan putaran, serta penstabil poros terhadap gaya horizontal dan vertikal.



- e) Tutup rangka mesin. Fungsinya adalah sebagai dudukan bantalan poros, titik tengah antara rotor dan rumah stator, dan pelindung bagian dalam motor.

### 2.6.2 Motor Induksi

Motor induksi adalah jenis motor yang paling umum digunakan pada berbagai peralatan industri. Kelebihan motor jenis ini adalah rancangan yang sederhana, murah dan mudah didapat, dan bisa langsung disambungkan ke sumber daya AC.



Sumber : Ichniarsyah (2019:69)

Gambar 2.8 Motor Induksi

Motor induksi memiliki dua komponen listrik utama yaitu:

- Rotor. Terdapat dua jenis rotor yang digunakan dalam motor induksi yaitu rotor kandang tupai yang terdiri dari batang penghantar tebal yang dilekatkan dalam petak-petak slots paralel. Batang-batang tersebut diberi hubungan pendek pada kedua ujungnya dengan alat cincin hubungan pendek. Selain itu adalah lingkaran rotor yang memiliki gulungan tiga fase. Tiga fase digulungi kawat pada bagian dalamnya dan ujung yang lainnya dihubungkan ke cincin kecil yang dipasang pada batang as dengan sikat yang menempel padanya.
- Stator. Stator dibuat dari sejumlah stampings dengan slots untuk membawa gulungan tiga fase. Gulungan ini dilingkarkan untuk sejumlah kutub yang tertentu. Gulungan diberi spasi geometri sebesar  $120^\circ$ .

Klasifikasi motor induksi. Motor induksi terdiri dari motor induksi satu fase dan tiga fase. Motor induksi satu fase hanya memiliki satu gulungan stator, beroperasi dengan pasokan daya satu fase, memiliki sebuah rotor kandang tupai,



dan memerlukan sebuah alat untuk menghidupkan motornya. Sejauh ini, motor ini merupakan jenis motor yang paling umum digunakan dalam peralatan rumah tangga, seperti kipas angin, mesin cuci dan pengering pakaian, dan untuk penggunaan hingga 3 sampai 4 HP. Sedangkan pada motor induksi tiga fase, medan magnet yang berputar dihasilkan oleh pasokan tiga fase yang seimbang. Motor tersebut memiliki kemampuan daya yang tinggi, dapat memiliki kandang tupai atau gulungan rotor (walaupun 90% memiliki rotor kandang tupai), dan penyalaan sendiri. Diperkirakan bahwa sekitar 70% motor di industri menggunakan jenis ini, sebagai contoh, pompa, kompresor, belt conveyor, jaringan listrik, dan grinder. Ukuran motor mulai dari 1/3 hingga ratusan HP.

Motor induksi bekerja dengan prinsip berikut:

- a) Listrik dipasok ke stator yang akan menghasilkan medan magnet.
- b) Medan magnet ini bergerak dengan kecepatan sinkron disekitar rotor.
- c) Arus rotor menghasilkan medan magnet kedua, yang berusaha untuk melawan medan magnet stator, yang menyebabkan rotor berputar.

Meskipun demikian, pada praktiknya motor tidak pernah bekerja pada kecepatan sinkron melainkan pada “kecepatan dasar” yang lebih rendah. Terjadinya perbedaan antara dua kecepatan tersebut disebabkan adanya slip/geseran yang meningkat dengan meningkatnya beban. Slip hanya terjadi pada motor induksi. Untuk menghindari slip dapat dipasang sebuah cincin geser/ slip ring, dan motor tersebut dinamakan “motor cincin geser/slip ring motor”.<sup>23</sup>

### 2.6.3 Torsi

Momen gaya atau torsi dapat didefinisikan dengan beberapa pengertian :

1. Torsi adalah gaya pada sumbu putar yang dapat menyebabkan benda bergerak melingkar dan berputar
2. Torsi disebut juga momen gaya
3. Momen torsi bernilai positif untuk gaya yang menyebabkan benda bergerak melingkar atau berputar searah dengan putaran jam, dan sebaliknya
4. Setiap gaya yang arahnya tidak berpusat pada sumbu putar benda atau titik

<sup>23</sup> Ichniarsyah, A. N. *Buku Ajar Motor Penggerak* ( Jakarta , 2019 ) Hal.68-72



massa benda dapat dikatakan memberikan torsi pada benda tersebut

Rumus torsi dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$T = F \times r \dots\dots\dots 2.6$$

Keterangan :

T : Torsi (Nm)

F : Gaya (N)

r : Jari-jari (m)

Untuk mencari daya masukan digunakan rumus dibawah ini :

$$P_{in} = V \times I \times \cos \Phi \dots\dots\dots 2.7$$

Keterangan :

$P_{in}$  : daya masukan (watt)

V : tegangan (volt)

I : Arus (ampere)

Untuk mencari daya mekanik pada motor digunakan rumus :

$$\omega = \frac{2\pi n}{60} \dots\dots\dots 2.8$$

$$P_m = T \times \omega \dots\dots\dots 2.9$$

Keterangan :

n : Rotasi permenit (RPM)

$P_m$  : daya mekanik (watt)

$\omega$  : Kecepatan angular (rad/s)