

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Dalam penelitian tugas akhir yang berjudul “Rancang Bangun Pompa Air Tenaga Surya Portabel” menjelaskan tentang rancang bangun pembangkit listrik tenaga surya untuk menghidupkan pompa air dan perhitungan debit air yang dihasilkan dari pompa dengan ketinggian bervariasi. Berikut ini adalah beberapa referensi yang berkaitan dengan judul penelitian ini sebagai berikut :

1. Menurut Jurnal Mohammad Taufik Departemen Teknik Elektro Universitas Padjadjaran Jatinangor Yang Berjudul “Prototype Pompa Air Portable Tenaga Surya” Yang Ditulis Tahun 2016. Pompa air portabel tenaga surya terdiri atas komponen-komponen seperti pompa air DC, panel surya, *solar charge controller*, baterai, solar frame, tiang, dan box. Pompa air ini memanfaatkan energi matahari sebagai sumber energi yang akan dikonversikan menjadi energi listrik. Pompa air ini cocok untuk daerah pedesaan dan daerah terpencil, untuk pemakaian dipertanian, pompa ini biasa digunakan untuk kolam ikan dan kolam taman kota
2. Menurut Jurnal Muhammad Beny Djaufani, Nasrun Hariyanto, dan Siti Saodah Teknik Elektro Institut Teknologi Nasional dan Teknik Konversi Energi Politeknik Negeri Bandung Yang Berjudul “ Perancangan dan Realisasi Kebutuhan Kapasitas Baterai Untuk Beban Pompa Air 125 Watt Menggunakan Pembangkit Listrik Tenaga Surya” Yang Ditulis Tahun 2015. Dalam

penelitiannya tentang perancangan dan realisasi kebutuhan kapasitas baterai pompa air 125 watt menggunakan pembangkit listrik tenaga surya, memanfaatkan energi surya sebagai sumber energi listrik pada pompa air metode yang digunakan adalah panel surya yang dibebani dengan pompa air 125 watt pada keadaan cuaca cerah dan mendung. Pada penelitian ini diperoleh kesimpulan persentase jatuh tegangan dengan beban yang sama pada sistem fotovoltaik terbesar terjadi pada saat keadaan cuaca mendung sebesar 5,06% dan jatuh tegangan terkecil pada keadaan cuaca cerah sebesar 4,32%. Dari hasil pengukuran kapasitas baterai, arus terukur pada 10 menit pertama adalah 16,1 ampere, dan 10 menit ke enam sebesar 13,25 ampere, dibandingkan dengan hasil perhitungan sebesar 37,5 Ah. Sisa kapasitas baterai setelah itu adalah 13,25 Ah.

3. Menurut Jurnal Subandi dan Slamet Hani Jurusan Teknik Elektro Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta Yang Berjudul “Pembangkit Listrik Energi Matahari Sebagai Penggerak Pompa Air Menggunakan Solar Cell” Yang Ditulis Tahun 2015. Dalam penelitiannya tentang pembangkit listrik energi matahari sebagai penggerak pompa air dengan menggunakan solar cell, pada penelitian ini menggunakan parameter pengujian berupa tegangan dan arus listrik, solar cell yang di gunakan berupa panel jenis polikristal dengan daya 50 Wp. Penelitian ini di peroleh kesimpulan tegangan dan arus akan mulai meningkat pada pagi hari pukul 07.00 WIB kemudian akan mencapai level yang maksimum pada siang hari pada pukul 10.00-13.00WIB, dan mulai turun di sore hari.

4. Menurut Jurnal Suraj Nurholi dan Djauhar Manfaat Jurusan Teknik Perkapalan Fakultas Teknologi Kelautan Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya Yang Berjudul “ Pemodelan 3D Kontruksi Kapal Menggunakan Perangkat Lunak Studi Kasus- Grand Block 09 M.T. Kamojang” Yang Ditulis Tahun 2013. *Solidworks* adalah salah satu software untuk mempermudah dalam merancang sebuah objek 3D. *solidworks* memiliki aplikasi-aplikasi yang memudahkan pengguna untuk merancang sebuah objek 3D. Jika dibandingkan dengan *software* yang telah banyak digunakan dalam perancangan 3D, merancang 3D dengan *Solidworks* relatif lebih mudah dan lebih cepat. *Solidworks* memiliki keunggulan sendiri dibandingkan dengan *software* yang telah biasa digunakan. Beberapa aplikasi yang terdapat di *Solidworks* yaitu “*Part*” adalah sebuah objek 3D yang terbentuk dari *feature-feature*. Sebuah *part* bisa menjadi sebuah komponen pada suatu *assembly*, dan juga bisa digambarkan dalam bentukan 2D pada sebuah *drawing*. *Feature* adalah bentukan dan operasi-operasi yang membentuk *part*. *Base feature* merupakan *feature* yang pertama kali dibuat. “*Assembly*” adalah sebuah *document* dimana *parts*, *feature* dan *assembly* lain (*Sub Assembly*) dipasangkan atau disatukan bersama. *Drawing* adalah *templates* yang digunakan untuk membuat gambar kerja 2D/3D *engineering Drawing* dari *single component (part)* maupun *Assembly* yang sudah dibuat. Dengan keunggulan-keunggulan yang memang khusus dibuat untuk merancang 3D, diharapkan penggunaan *software solidworks* dapat mempermudah dalam merancang sebuah gambar 3D.

2.2 Pengertian PLTS

Matahari adalah salah satu sumber energi tidak terbatas yang dapat memancarkan energi yang sangat luar biasa terhadap kelangsungan makhluk hidup yang ada di permukaan bumi. Dalam keadaan terik, matahari dapat menghasilkan sekitar 1000 watt energi matahari per meter persegi. Sehingga matahari dapat dikatakan sumber segala energi yang ada di muka bumi. Hal tersebut adalah salah satu hal yang menguntungkan Indonesia, karena Indonesia adalah negara beriklim tropis yang menerima banyak cahaya dari matahari. Dari keuntungan tersebut Indonesia dapat memanfaatkan sumber energi matahari menjadi sumber energi listrik yang menggunakan teknologi terbaru yaitu panel surya atau yang disebut pembangkit listrik tenaga surya.

Pembangkit listrik tenaga surya merupakan salah satu teknologi terbaru yang dapat mengkonversi dari energi matahari atau surya menjadi energi listrik. Pembangkit listrik dapat dilakukan dengan dua cara, cara pertama yaitu secara langsung menggunakan sel fotovoltaik yang mengubah secara langsung energi surya menjadi energi listrik, sedangkan cara kedua yaitu secara tidak langsung dengan pemusatan energi surya dengan menggunakan sistem lensa yang kemudian difokuskan pada satu titik untuk menghidupkan mesin kalor.

Panel surya adalah perangkat elektronik yang berfungsi sebagai converter energi matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan prinsip kerja apabila sinar matahari mengenai permukaan panel surya maka elektron-elektron pada sel surya bergerak dari N ke P, sehingga output yang dihasilkan dari panel surya adalah

energi listrik. Energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya berupa listrik arus searah (DC) yang dimana besar tegangan keluarannya ditentukan dengan berapa jumlah sel surya yang terdapat pada panel surya.

Hasil keluaran energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya dapat langsung digunakan pada elektronik listrik arus searah (DC) dengan konsumsi arus yang kecil. Dalam kondisi seperti malam hari (panel surya tidak mendapat cahaya matahari), energi listrik dapat digunakan dengan menambah beberapa perangkat elektronik yaitu baterai dan solar charger controller. Tujuan menggunakan baterai adalah sebagai media penyimpanan arus listrik yang dihasilkan dari panel surya, tetapi tidak dianjurkan untuk menghubungkan langsung dari panel surya ke baterai, caranya dengan menambahkan satu perangkat elektronik yaitu solar charger controller yang dimana berfungsi sebagai pengisi baterai otomatis.

Solar charger controller berfungsi untuk meregulasi tegangan dan mengontrol arus keluaran dari panel surya yang akan masuk ke baterai secara otomatis. Fungsi lain dari solar charger controller adalah sebagai pemutus atau penghubung arus secara otomatis dari panel surya ke baterai dan secara otomatis dapat memutuskan aliran arus dari baterai ke beban apabila terjadi hubungan singkat ataupun beban yang berlebihan.

Sebenarnya panel surya dapat digunakan tanpa solar charger controller ataupun baterai, tetapi hal ini tidak dapat dilakukan karena akan membebani kinerja dari panel (karena adanya beban yang berlebih) agar tidak akan terjadi kerusakan yang fatal pada panel surya yaitu kerusakan pada panel surya. Oleh sebab itu dalam rangkaian

PLTS dianjurkan untuk menggunakan solar charger controller yang fungsinya selain penghubung atau pemutus otomatis yaitu berfungsi sebagai proteksi atau melindungi baterai akibat adanya beban berlebih ataupun hubungan singkat.

Hasil keluaran listrik dari panel surya yaitu arus searah (DC). Jika kita ingin keluaran listrik dari panel surya arus bolak-balik (AC) maka pada PLTS yang sudah dapat mengeluarkan arus listrik searah (DC) ini, maka pada rangkaian PLTS sebelumnya ditambahkan perangkat elektronik yang bernama inverter DC – AC. Inverter DC – AC berfungsi sebagai pengubah arus listrik yang dimana awalnya adalah listrik searah (DC) kemudian dengan menggunakan inverter DC – AC akan berubah menjadi arus listrik bolak-balik (AC). Kemudian setelah arus listrik searah (DC) diubah menjadi arus listrik bolak-balik (AC) yang merupakan keluaran dari inverter ini dapat digunakan langsung pada peralatan listrik dan elektronika yang membutuhkan arus bolak balik (AC).

2.3 Komponen PLTS

2.3.1 Panel Surya

Panel Surya atau sel fotovoltaik adalah alat yang berfungsi untuk mengkonversi dari sinar matahari menjadi energi listrik menggunakan fotoelektrik. Sel surya memiliki peran penting untuk memaksimalkan cahaya yang sampai ke bumi untuk menghasilkan energi listrik. Pada umumnya satu keping panel surya mempunyai ketebalan 3cm, tersusun atas katup positif dan negatif yang terbuat dari irisan bahan semikonduktor. Prinsip kerja suatu sel surya adalah dengan menggunakan efek

fotovoltaik, yaitu suatu efek yang dapat mengubah secara langsung sinar matahari menjadi energi listrik.

Mereka disebut surya atas Matahari atau “sol” karena matahari merupakan sumber cahaya terkuat yang dapat dimanfaatkan. Panel surya seringkali disebut sel fotovoltaik, fotovoltaik dapat diartikan sebagai “cahaya listrik”. Untuk menyerap energi matahari yang kemudian menyebabkan arus listrik mengalir antara dua muatan yang berlawanan yaitu efek fotovoltaik pada sel fotovoltaik.

Pada umumnya usia panel surya kurang lebih 20 tahun dan pada waktu tersebut pemilik panel surya pun tidak merasakan penurunan efisiensi yang signifikan. Meskipun di era teknologi Mutahir, sebagian besar dari panel surya komersial jaman sekarang hanya dapat menyentuh nilai efisiensi yg masih rendah yaitu 15% dan masih jarang untuk panel surya komersial yang efisiensinya dapat melampaui angka 20%, hal ini merupakan salah satu alasan kenapa jadi energi surya masih belum bisa bersaing dengan bahan bakar fosil.

Saat ini peralatan rumah tangga rata-rata menggunakan arus bolak-balik (AC), oleh sebab itu pada penggunaan panel surya untuk kebutuhan listrik rumah tangga harus menggunakan perangkat inverter yang dapat mengubah arus listrik searah (DC) menjadi arus listrik bolak-balik (AC).

Posisi ideal panel surya adalah langsung menghadap ke sinar matahari agar mendapatkan efisiensi yang maksimum. Pada panel surya saat ini sudah memiliki perlindungan kelebihan panas (overheating) yang baik dalam bentuk semen konduktif termal. Dalam perlindungan panas ini sangat dibutuhkan karena efisiensi dari panel

surya kurang dari 20% yang menjadi listrik akan tetapi sisanya akan terbuang sebagai panas, dan apabila tanpa perlindungan panas yang memadai akan terjadinya kelebihan panas (overheating) sehingga akan menurunkan efisiensi panel surya secara signifikan.

Pada pemeliharaan panel surya dapat dikatakan mudah, karena tidak ada bagian yang bergerak. Satu-satunya hal yang perlu diperhatikan adalah untuk menyingkirkan segala sesuatu yang dapat menghalangi sinar matahari ke permukaan panel surya.

Jenis-jenis sel surya digolongkan berdasarkan pembuatannya, secara umum panel surya terbagi 3 jenis, yaitu :

1. Monocrystalline

Panel surya jenis ini terbuat dari batangan kristal yang diris tipis-tipis, ibarat keripik singkong. Karena sel surya berasal dari satu induk batangan kristal, maka setiap potongan memiliki karakteristik yang identik dengan yang lainnya.



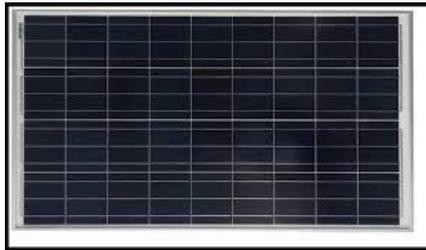
Gambar 2. 1 Panel Surya Monocrystalline

Efisiensi dari panel surya monocrystalline yaitu mencapai angka 15-20 persen. Angka tersebut dapat dikatakan cukup tinggi pada teknologi saat ini. Secara fisik,

panel surya monocrystalline dapat diketahui dari warna sel yang hitam gelap dengan model terpotong pada tiap sudutnya.

2. Polycrystalline

Panel surya jenis ini terbuat dari beberapa batang kristal silikon yang yang dipanaskan sehingga mencair kemudian dituangkan ke cetakan persegi yang digunakan pada umumnya. Tingkat kemurnian kristal silicon nya pun tidak setinggi panel surya monocrystalline.



Gambar 2. 2 Panel Surya Policrystalline

Efisiensinya sekitar 13-15 persen. Pada proses pembuatannya pun panel surya ini dikatakan lebih mudah jika dibandingkan dengan monocrystalline serta harganya pun lebih terjangkau. Secara fisik, panel surya polycrystalline dapat diketahui dari warna sel yang cenderung biru dengan bentuk persegi.

3. Thin-film solar cell (TFSC)



Gambar 2. 3 Panel Surya Thin Film

Panel surya jenis TFSC berikut yaitu panel surya yang memiliki struktur kerapatan atom yang rendah, sehingga panel surya jenis ini mudah dibentuk serta pengaplikasiannya pun lebih beragam. Pada proses produksi panel surya jenis ini juga relatif murah. Panel surya TFSC ini sangat tipis sehingga ringan dan fleksibel. Berdasarkan materialnya, panel surya TFSC ini memiliki 3 jenis, yaitu:

a. Amorphous silicon solar cells

Sel surya dengan bahan amorphous silicon ini, awalnya banyak diterapkan pada kalkulator dan jam tangan. Namun seiring dengan perkembangan teknologi pembuatannya serta penerapannya semakin luas. Dengan Teknik produksi yang disebut “stacking” (susun lapis), dimana beberapa lapis amorphous silicon ditumpuk membentuk sel surya dan memiliki efisiensi yang lebih baik antara 6-8 persen.

b. Cadmium telluride solar cells

Sel surya jenis ini mengandung bahan cadmium telluride yang memiliki efisiensi lebih tinggi dari sel surya amorphous silicon, yaitu efisiensi yang dihasilkan sekitar 9-11 persen.

c. Copper indium gallium selenide (CIGS) solar cells

Pada sel surya jenis ini dan dibandingkan dengan kedua jenis sel surya thin film diatas, jenis ini memiliki efisiensi yang paling tinggi yaitu 10-12 persen, selain itu jenis ini tidak mengandung bahan berbahaya cadmium.

2.3.2 Solar Charger Controller

Solar Charge Controller merupakan salah satu perangkat elektronik yang digunakan pada rangkaian PLTS. Fungsi dari solar charger controller yaitu sebagai pengontrol tegangan keluaran panel surya yang hendak masuk ke baterai agar tidak overcharge.



Gambar 2. 4 Solar Charger Controller PWM

Pada rangkaian PLTS membutuhkan perangkat elektronik solar charger controller, dimana solar charger controller tersebut berfungsi sebagai proteksi dan pengontrol tegangan listrik yang masuk ke baterai yang dihasilkan dari panel surya, sebab keluaran listrik dari panel surya berkisar 15-17 VDC, sedangkan baterai membutuhkan sekitar 13,9 VDC untuk melakukan pengisian. Apabila pengisian baterai lebih dari itu maka akan menyebabkan kerusakan pada baterai sehingga pada rangkaian PLTS ini membutuhkan perangkat elektronik solar charger controller.

Solar charge controller juga memiliki input tergantung dari yang dibutuhkan dari system panel surya tersebut. Misal system listrik panel surya 12 VDC maka membutuhkan solar charge controller dengan input 12 VDC. Dan memiliki output DC dengan arus ampere yang berbeda beda tergantung dari kebutuhan sistem panel surya yang akan digunakan.

2.3.3 Baterai

Baterai adalah salah satu alat yang berfungsi menyimpan energi listrik melalui proses elektrokimia. Proses elektrokimia adalah perubahan kimia menjadi listrik (proses pengosongan) dan listrik menjadi kimia dengan cara regenerasi dari elektroda-elektroda pada baterai yaitu dengan melewati arus listrik dalam arah polaritas yang berlawanan pada sel didalam baterai .



Gambar 2. 5 Baterai Delkor

Baterai yang digunakan pada pompa air tenaga surya adalah jenis baterai (*accu maintenance free*) atau aki kering 12 volt. Pada umumnya beteraai jenis ini lebih cocok digunakan pada pembangkit listrik tenaga surya karena tidak memerlukan perawatan yang rumit.

2.3.4 Inverter

Inverter adalah perangkat elektronik yang dapat mengubah arus searah (DC) menjadi arus bolak-balik (AC) pada tegangan dan frekuensi yang sesuai dengan kebutuhannya pada perancangan rangkaiannya. Sumber-sumber arus listrik searah (DC) akan menjadi input inverter yang berupa baterai, aki ataupun panel surya.



Gambar 2. 6 Inverter Sunpro 1000w

Manfaat dari inverter ini adalah dapat digunakan pada daerah-daerah yang memiliki keterbatasan energi listrik AC. Dengan adanya inverter pada daerah-daerah tersebut dapat menggunakan baterai ataupun panel surya dapat menjadi alternatif untuk menggerakkan peralatan rumah tangga yang pada umumnya memerlukan sumber listrik bolak-balik (AC) yang bertegangan 220 V atau 110V.

2.4 Pompa Air Bertenaga Surya

Pompa air adalah sebuah mesin yang digunakan untuk menaikkan cairan dari daerah yang rendah ke daerah yang lebih tinggi atau sebagai mesin yang berfungsi untuk menaikkan tekanan cairan dari cairan bertekanan rendah menjadi cairan yang bertekanan tinggi dan juga sebagai penguat laju aliran pada suatu jaringan perpindahan, (Yana dkk, 2017).

Pada umumnya air di gunakan untuk keperluan sehari-hari, seperti untuk konsumsi dan untuk keperluan rumah tangga. Biasanya air di dapat dari sumber air yang di gali, sungai, ataupun pasokan dari PDAM. Untuk mengalirkan air di perlukan tekanan yang cukup, maka itulah kita membutuhkan pompa air.



Gambar 2. 7 Pompa Air Shimizu 128-bit

Cara kerja dari pompa air tenaga surya ini adalah apabila menggunakan pompa air tipe arus searah (DC) maka dapat digunakan langsung dari baterai yang sudah terisi, tetapi jika pompa air yang digunakan tipe arus bolak-balik maka membutuhkan perangkat elektronik pada rangkaian panel surya yaitu inverter DC-AC agar keluaran dari rangkaian PLTS tersebut arus listrik bolak-balik (AC).

2.5 Software Solidworks 2017

Dalam era sekarang, CAD (Computer Aided Design) pangsa pasarnya masih dipegang oleh Auto Desk dengan beberapa varian dimulai dari yang paling mendasar yaitu, Auto Cad, Sampai varian khusus nya untuk Teknik sipil, arsitektur hingga desain 3D animasi. Salah satu aplikasi yang lain sebagai alternatif adalah Solidworks, Solidworks ini keluaran dari perusahaan Dassault Sistem.

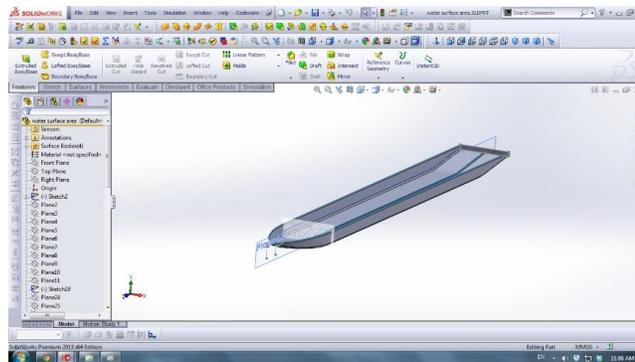
Sebagai pesaing auto desk, solidworks memberikan sebuah konsep berbeda dalam mendesain dan menggambar. Solidworks mengedepankan sketch dalam memulai gambar. Tanpa harus tegak lurus sesuai ukuran diawal *sketch*, dan selanjutnya diberikan parameter-parameter tertentu. Pembuatan *user friendly* dan

tampilan 3D yang mengesankan membuat beberapa perusahaan yang mengedepankan produk untuk konsumen, seringkali beralih ke aplikasi ini (Ramadhan, 2015).



Gambar 2. 8 Logo Solidworks 2017

Solidworks adalah apa yang kita sebut “parametrik” modeling yang solid yang diperuntukan untuk pemodelan desain 3D. parametrik sendiri itu berarti bahwa dimensi dapat memiliki hubungan antara satu dengan yang lainnya dan dapat diubah pada saat proses desain dan secara otomatis mengubah part solid dan dokumentasi terkait (blueprint).



Gambar 2. 9 Ship Modelling in Solidworks

Berbagai macam tools dapat digunakan untuk mengekstrak sub-file dalam banyak kasus menggunakan file biner. Solidworks adalah parasoid yang berbasis

solid modelling, dan menggunakan pendekatan berbasis fitur-parametrik untuk membuat model dan assembly atau perakitan. Parameter mengacu pada pembatasan yang bernilai menentukan bentuk atau geometri dari model (Arisma, 2016).

2.6 Debit air

Debit merupakan ukuran banyaknya volume air yang mampu lewat pada suatu tempat atau yang mampu ditampung dalam suatu tempat setiap satu satuan waktu. Debit air adalah suatu kecepatan aliran zat cair per satuan waktu dan diberi notasi (Q). Satuan debit ini biasanya digunakan untuk pengawasan kapasitas atau daya tampung air yang ada pada sungai atau bendungan agar air dapat di kendalikan, sehingga satuannya adalah meter kubik per detik (m^3/d) atau satuan yang lain (l/s, l/m, dsb). Agar dapat menentukan debit airnya maka kita harus mengetahui terlebih dahulu satuan ukuran volume dan satuan ukuran waktunya, hal ini dikarenakan debit air sangat berkaitan dengan satuan volume dan satuan waktu.



Gambar 2. 10 Ilustrasi Aliran Air

Berikut ini adalah konversi satuan waktu yang digunakan

- 1 jam = 60 menit = 3600 detik
- 1 menit = 60 detik
- 1 detik = 1 detik

Berikut ini adalah konversi satuan volume yang digunakan

- 1 liter = 1 dm³
- 1dm³ = 1000 cm³
- 1 cm³ = 1.000.0000 mm³
- 1 mm³ = 0.001 m³
- 1 cc = 1 ml = 1cm

Perhitungan debit air dari pompa dapat diketahui hasilnya menggunakan rumus sebagai berikut :

1. Rumus menghitung debit air

$$Q = \frac{V}{T}$$

2. Rumus menghitung volume

$$V = Q \cdot T$$

3. Rumus menghitung waktu

$$T = \frac{V}{Q}$$

Keterangan :

- Q ; Debit air (m³/s)
V : Volume (m³)
T ; Waktu (s)