

**SKRIPSI**

**ANALISIS KONSUMSI PANEL SURYA PADA ALAT  
DISTILASI PORTABEL BERBASIS TENAGA SURYA**

**DISUSUN OLEH:**

**MUH. AL-ASHRY AZHARI**

**D211 15 037**



**DEPARTEMEN MESIN FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**2022**

**SKRIPSI**

**ANALISIS KONSUMSI PANEL SURYA PADA ALAT  
DISTILASI PORTABEL BERBASIS TENAGA SURYA**

**Disusun dan diajukan oleh:  
MUH. AL ASHRY AZHARI  
D211 15 037**

**Merupakan Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin**

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR**

**2022**

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS KONSUMSI PANEL SURYA PADA ALAT DISTILASI  
PORTABEL BERBASIS TENAGA SURYA**

Disusun dan diajukan oleh

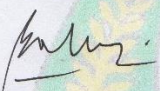
**MUH. AL-ASHRY AZHARI**  
**D211 15 037**


Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian  
Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin  
Pada tanggal 26 Juli 2022

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I


Dosen Pembimbing II

  
**Ir. H. Baharuddin Mire, MT**  
NIP. 195509141987021001

  
**Azwar Hayat, ST., M.Sc., Ph.D**  
NIP. 198401262012121002

Mengetahui,  
Ketua Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Hasanuddin



  
**Dr. Eng. Jalaluddin, S.T., M.T.**  
NIP. 19720825 200003 1 001

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : MUH. AL ASHRY AZHARI  
NIM : D211 15 037  
Program Studi : Teknik Mesin  
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

### **ANALISIS KONSUMSI PANEL SURYA PADA ALAT DISTILASI PORTABEL BERBASIS TENAGA SURYA**

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan tulisan orang lain bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa Sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 7 Juni 2022

Yang Menyatakan



MUH. AL ASHRY AZHARI

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama : MUH. AL ASHRY AZHARI

Tempat Tanggal Lahir : Ujung Pandang, 22 April 1996

Alamat : JL. Sabutung timur lr.2 no.9a

Jenis Kelamin : Laki-laki

Agama : Islam

Telepon : 0895 6005 02600

E-mail : ashryazhari22@gmail.com

Riwayat Pendidikan : SMKN 5 MAKASSAR  
SMP HANG TUAH MAKASSAR  
SD HANG TUAH MAKASSAR

Riwayat Organisasi : HMM FT UH

Pengalaman Magang (*Internship*) : PT. INDUSTRI KAPAL INDONESIA

## ABSTRAK

Muh. Al Ashry Azhari (D2111537). *Analisis Konsumsi Panel Surya Pada Alat Destilasi Portabel Berbasis Tenaga Surya*. Dibimbing oleh Ir. H. Baharuddin Mire, MT selaku pembimbing pertama dan Azwar Hayat, ST., M.Sc., Ph.D. selaku pembimbing kedua.

Solar sel merupakan salah satu produk teknologi fotovoltaik yang dikembangkan pada bahan semikonduktor (silikon multikristal, monokristal, dan amorf) yang mampu menyerap gelombang elektromagnetik dan konversi energi cahaya (*photon*) menjadi energi listrik secara langsung. Prinsip sel surya merupakan kebalikan dari LED (*Light Emitting Diode*) yang mengubah energi listrik menjadi cahaya atau boleh dikatakan identik dengan sebuah dioda cahaya. Salah satu pemanfaatan energi solar sell yang diaplikasikan menjadi sebuah alat yaitu distilasi portable berbasis *zero energy*. Alat ini berbentuk kotak yang dibagian-bagiannya terdiri dari kolektor, sel surya, selang air, pipa tembaga, seng plat, akrilik, dan pompa air.. Sel surya digunakan menjadi sumber energy untuk menggerakkan pompa .

Pada penelitian ini bertujuan untuk menghitung daya yang dihasilkan dari panel surya sebagai sumber energi utama untuk mengaplikasikan alat destilasi portabel serta mengetahui tingkat efisiensi dan daya yang dihasilkan pada panel surya yang dapat dijadikan referensi untuk penelitian berikutnya.

Metode penelitian yang dilakukan berupa analisa dari hasil pengambilan data yang didapatkan dari hasil pengujian kinerja alat melalui kegiatan pengukuran daya dari panel surya, intensitas matahari, serta daya pompa

**Kata kunci :** *Daya, solar sel, ,panel surya*

## **ABSTRACT**

Muh. Al Ashry Azhari (D211537). Analysis of Solar Panel Consumption in Solar-Based Portable Distillation Equipment. Supervised by Ir. H. Baharuddin Mire, MT as the first supervisor and Azwar Hayat, ST., M.Sc., Ph.D. as a second advisor.

Solar cells are a product of photovoltaic technology developed on semiconductor materials (multicrystalline, monocrystalline, and amorphous silicon) that are able to absorb electromagnetic waves and convert light energy (photons) into electrical energy directly. The principle of solar cells is the opposite of LED (Light Emitting Diode) which converts electrical energy into light or can be said to be identical to a light diode. One of the uses of solar cell energy that is applied as a tool is portable distillation based on zero energy. This tool is in the form of a box whose parts consist of a collector, solar cells, water hose, copper pipe, zinc plate, acrylic, and a water pump. Solar cells are used as a source of energy to drive the pump.

This study aims to calculate the power generated from solar panels as the main energy source for applying portable distillation equipment and to determine the level of efficiency and power generated by solar panels that can be used as a reference for future research.

The research method is carried out in the form of analysis of the results of data collection obtained from the results of testing the performance of the tool through the measurement of power from solar panels, solar intensity, and pump power.

**Keywords:** power, solar cells, solar panels

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan ke hadirat Allah SWT karena atas izin-Nya penulisan tugas akhir ini dapat kami selesaikan. Dan tak lupa shalawat dan salam kita sampaikan kepada Nabi Muhammad SAW yang menjadi panutan bagi kita dalam menjalani hidup di dunia.

Akhirnya penyusunan skripsi “*Analisis Konsumsi Panel Surya Pada Alat Destilasi Portable Berbasis Tenaga Surya*” sudah ada di hadapan pembaca dan dapat dijadikan referensi pada penelitian yang bersangkutan.

Penulis menyadari dalam penulisan skripsi masih jauh dari sempurna, dan banyak baik dalam metode penulisan maupun dalam pembahasan materi. hal tersebut dikarenakan keterbatasan kemampuan penulis. Sehingga penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun mudah-mudahan di kemudian hari dapat memperbaiki segala kekurangannya.

Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Penghargaan dan ucapan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada orang tua bapak dan Ibu saya tercinta dan saudara-saudara saya yang selalu memberikan motivasi, support dan kasih sayang serta doa restunya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.

Seluruh proses penulisan tugas akhir ini, mulai dari awal hingga akhir, tidak terlepas dari bantuan beberapa pihak. Pada kesempatan ini, kami ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Orang tua, saudara, dan seluruh keluarga atas bantuan materi, doa restu, cinta, nasehat, dan motivasi yang tiada henti. Semoga Allah SWT membalasnya dengan sebaik-baiknya balasan.
2. Bapak Ir. H. Baharuddin Mire, MT selaku pembimbing pertama atas segala bimbingan, arahan masukan dan, bantuannya selama penyusunan tugas akhir.
3. Bapak Azwar Hayat, ST., M.Sc., Ph.D selaku pembimbing kedua atas segala bimbingan, arahan serta masukan selama penyusunan tugas akhir ini.



4. Bapak Dr. Eng. Jalaluddin, ST, MT, selaku Ketua Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
5. Bapak Dr. Muhammad Syahid, ST, MT, selaku sekretaris Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
6. Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. Andi Erwin Eka Putra, S.T, M.T selaku pembimbing laboratorium energy conversion atas segala bimbingan, arahan serta masukan selama penyusunan tugas akhir ini.
7. Bapak dan ibu dosen serta Staf Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
8. Kepada A. Devita Aulia, SH atas perhatian, dukungan, dan semangat serta kesetiiaanya mendampingi sebelum dan selama penulisan ini terlaksana serta dirampungkan.
9. Kepada teman-teman seperjuangan, HYDRAULIC'15 yang selalu ada dalam suka maupun duka. Khususnya kepada Saudara Hamdani, Bayu, Wahyudi, Akbar, Hisham, Sidiq, Imam, Bolang serta teman - teman lain yang tidak sempat penulis sebutkan satu persatu.
10. Kepada seluruh kanda-kanda senior di OKFT-UH terkhusus HMM FT-UH.

Karena terbatasnya pengetahuan dan kemampuan kami, kami menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Maka demi kesempurnaan tugas akhir ini, kritik dan saran akan menjadi sesuatu yang sangat berharga. Akhir kata, kami berharap semoga tugas akhir ini bisa memberikan manfaat yang sebesar-sebesarnya bagi masyarakat dan bagi kita semua.

Makassar, 22 Agustus 2022

Penulis

## DAFTAR ISI

SKRIPSI.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN .....	iv
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	v
ABSTRAK .....	vi
ABSTRACT .....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
DAFTAR ISI .....	x
NOMENKLATUR .....	1
BAB I.....	2
1.1. Latar Belakang Masalah .....	2
1.2. Rumusan Masalah.....	4
1.3. Tujuan Penelitian .....	5
1.4. Manfaat Penelitian .....	5
1.4.1 Manfaat Bagi Peneliti .....	5
1.4.2 Manfaat Bagi Universitas.....	6
1.5. Batasan Masalah .....	6
BAB II .....	7
2.1 Distilasi .....	7
2.1.2 Teori Dasar Destilasi.....	7
2.2 Arus, Tegangan, dan Daya.....	8
2.3 Pompa.....	10
2.4 Sel Surya.....	10
2.4.1 Jenis-jenis Sel Surya .....	11
2.5 Solar Charge Controller .....	12

2.5.1 Fungsi dan fitur Solar Charge Controller .....	13
2.6 Kolektor .....	14
2.7 Baterai .....	16
2.8 Perhitungan Efisiensi Panel Surya .....	16
BAB III .....	18
3.1 Waktu dan tempat .....	18
3.2 Alat dan Bahan .....	18
3.3 Skema Instalasi .....	24
3.4 Titik Pengukuran .....	24
3.5 Tahapan Pengambilan Data .....	25
3.6 Flowchart Penelitian .....	26
BAB IV .....	27
4.1 Daya Panel Surya .....	27
4.2 Perbandingan waktu vs Daya Panel Surya .....	28
4.3 Perbandingan Waktu VS Daya Pompa .....	32
4.4 Hubungan Waktu vs Intensitas Matahari .....	36
4.5 Perhitungan Efisiensi Panel Surya .....	37
4.6 Perhitungan Efisiensi Aktual Kolektor .....	41
BAB V .....	45
5.1. Kesimpulan .....	45
5.2. Saran .....	46
DAFTAR PUSTAKA .....	47
LAMPIRAN .....	48
Lampiran 1 .....	48
Lampiran 2 .....	49
Lampiran 3 .....	50

Lampiran 4 .....	51
Lampiran 5 .....	52

## NOMENKLATUR

<b>Simbol</b>	<b>Keterangan</b>	<b>Satuan</b>
<b><math>I_T</math></b>	Intensitas Matahari	$W/m^2$
<b><math>\dot{m}</math></b>	Laju Akiran Massa	$Kg/s$
<b><math>V_w</math></b>	Kecepatan Angin	$m/s$
<b><math>\rho</math></b>	Densitas Air	$Kg/m^3$
<b><math>C_p</math></b>	Kalor Spesifik Udara	$kJ/kg.K$
<b><math>Q</math></b>	Debit	$l/min$
<b><math>A_c</math></b>	Luas Kolektor	$m^2$
<b><math>T_p</math></b>	Temperatur Pelat Absorber	$^{\circ}C, K$
<b><math>T_s</math></b>	Temperatur Sel Surya	$^{\circ}C, K$
<b><math>T_{in}</math></b>	Temperatur Air Masuk	$^{\circ}C, K$
<b><math>T_{out}</math></b>	Temperatur Air Keluar	$^{\circ}C, K$
<b><math>T_L</math></b>	Temperatur Lingkungan	$^{\circ}C, K$
<b><math>S</math></b>	Radiasi Matahari yang Diserap	$W/m^2$
<b><math>Q_u</math></b>	Energi yang Berguna	$W$
<b><math>\eta</math></b>	Efisiensi	$\%$

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang Masalah

Solar sel merupakan salah satu produk teknologi fotovoltaik yang dikembangkan pada bahan semikonduktor (silikon multikristal, monokristal, dan amorf) yang mampu menyerap gelombang elektromagnetik dan konversi energi cahaya (*photon*) menjadi energi listrik secara langsung. Prinsip sel surya merupakan kebalikan dari LED (*Light Emitting Diode*) yang mengubah energi listrik menjadi cahaya atau boleh dikatakan identik dengan sebuah dioda cahaya (*photodiode*) sambung p-n (*p-n junction*) dengan cahaya energi (*band gap*)  $E_g$ . Ev. Purnama Sari, Ajeng. (2014)

Energi solar sel merupakan salah satu energi paling penting yang dapat diperbarui karena mudah didapatkan, dan sumber energi yang murah. Sekarang ini, jumlah energi solar mendekati kemajuan, dan sel solar telah diberikan perhatian lebih karena dengan cepat mengembangkan teknologi serta aplikasi yang mungkin untuk memenuhi permintaan energi terhadap dunia yang sedang berkembang dan masyarakat. *Mono-crystalline silicon* (mc-Si) sel solar adalah suatu bagian dari anggota silikon sel solar dan satu dari pertama yang dikembangkan paling banyak digunakan dalam sel solar karena mempunyai keuntungan seperti biaya yang murah, reliabilitas tinggi, tidak bersuara, dan *ecofriendly*. Kemampuan keseluruhan dari kekuatan

mc-Si solar sel bergantung pada parameter lingkungan seperti intensitas cahaya atau pancaran cahaya, besarnya sudut sinar, dan temperatur sel. Meskipun parameter dari fotovoltaik seperti *open-circuit voltage*, *short circuit current*, *maximum output power*, *fill factor*, dan efisiensi secara mendasar menjadi pengaruh terhadap intensitas cahaya. (Chander, Subhash, et al. 2015)

Salah satu pemanfaatan energi solar sell yang diaplikasikan menjadi sebuah alat yaitu distilasi portable berbasis *zero energy*. Alat ini berbentuk kotak yang dibagian-bagiannya terdiri dari kolektor, sel surya, selang air, pipa tembaga, seng plat, akrilik, dan pompa air.. Sel surya digunakan menjadi sumber energy untuk menggerakkan pompa .

Alat distilasi ini dibuat portable agar mudah dipindahkan sesuai kebutuhan dan kondisi matahari pada saat melakukan proses distilasi. Destilasi memiliki peranan yang cukup penting dalam kehidupan manusia. Salah satu contohnya pada industry perminyakan, Distilasi adalah kunci utama dalam pemisahan minyak bumi.

Pada penelitian sebelumnya, yang berjudul “Distilasi Air Asin Menjadi Air Layak Konsumsi Berbasis Sel Surya” dapat diketahui bahwa salah satu cara pemanfaatan solar sel dapat dibuat menjadi alat distilasi yang memiliki banyak kegunaan salah satunya merubah air asin menjadi air layak konsumsi. (Irwan Dedi,2019)

Dalam pengujian alat distilasi air menjadi air layak konsumsi terdapat beberapa komponen yang dapat membantu proses distilasi air asin menjadi air layak konsumsi seperti halnya kolektor yang berfungsi menangkap panas dari radiasi matahari, suhu yang diserap oleh kolektor sangat bergantung pada intensitas matahari. (Irwan Dedi,2019)

Dalam penelitian sebelumnya juga dilakukan uji salinitas dari hasil distilasi yang dapat diketahui bahwa semakin tinggi kandungan garam pada air maka semakin tinggi pula densitas, maka sangat berpengaruh pada proses penguapan alat distilasi dan juga membutuhkan temperature yang lebih tinggi.(Irwan Dedi,2019)

Dalam penelitian sebelumnya, yang berjudul "Distilasi Air Asin Menjadi Air Layak Konsumsi Berbasis Sel Surya" tidak membahas daya kelistrikan pada alat tersebut. Untuk mengetahui daya kelistrikan yang terdapat pada alat tersebut, maka penulis mengangkat judul penelitian yaitu **"ANALISIS KONSUMSI DAYA PANEL SURYA PADA ALAT DISTILASI PORTABEL BERBASIS TENAGA SURYA"**.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana cara menghitung daya panel surya pada alat distilasi?
2. Bagaimana efisiensi daya yang dihasilkan panel surya pada alat distilasi?



3. Bagaimana daya maksimal yang dapat dihasilkan panel surya pada alat distilasi?

### **1.3. Tujuan Penelitian**

Tujuan yang ingin didapatkan pada penelitian analisis konsumsi daya alat distilasi portabel berbasis tenaga surya adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui cara menghitung daya panel surya pada alat distilasi
2. Untuk mengetahui efisiensi daya yang dihasilkan panel surya pada alat distilasi
3. Untuk mengetahui daya maksimal yang dihasilkan panel surya pada alat distilasi

### **1.4. Manfaat Penelitian**

Manfaat pada penelitian ini terbagi atas 2, yaitu:

#### **I.4.1 Manfaat Bagi Peneliti**

Dapat menganalisa dan mengetahui daya kelistrikan yang dihasilkan panel surya dari alat distilasi portable berbasis tenaga surya.

#### **I.4.2 Manfaat Bagi Universitas**

Memberikan informasi tentang daya yang dihasilkan panel surya dari alat distilasi portabel berbasis tenaga surya yang nantinya dapat menjadi referensi mahasiswa dalam penelitian selanjutnya.

#### **1.5. Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Tidak membahas hasil distilasi.
2. Ukuran *panel surya* 35 cm×28 cm.
3. Menggunakan *pipa PVC* ukuran 5 mm.
4. Kondisi cuaca yang tidak menentu saat proses pengambilan data
5. Penelitian ini merupakan lanjutan dari penelitian yang berjudul “Distilasi Air Laut Menjadi Air Layak Konsumsi Berbasis Sel Surya” pada tahun 2019.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Distilasi**

Istilah distilasi sederhana umumnya berkaitan dengan pemisahan suatu campuran yang terdiri dari dua atau lebih cairan melalui pemanasan. Pemanasan dimaksudkan untuk menguapkan komponen-komponen yang lebih mudah menguap (titik didih lebih rendah) dan kemudian uap yang diperoleh dikondensasi kembali menjadi cair dan kemudian ditampung dalam suatu bejana penerima (Susilo, 2009).

##### **2.1.2 Teori Dasar Destilasi**

Titik didih dapat didefinisikan sebagai nilai suhu pada tekanan atmosfer atau ada tekanan tertentu lainnya, dimana cairan akan berubah menjadi uap atau suhu pada tekanan uap dari cairan tersebut sama dengan tekanan gas atau uap yang berada di sekitarnya. Jika dilakukan proses penyulingan pada tekanan atmosfer maka tekanan uap tersebut akan sama dengan tekanan air raksa dalam kolom setinggi 760 cmHg. Berkurangnya tekanan pada ruangan di atas cairan akan menurunkan titik didih. Sebaliknya peningkatan tekanan di atas permukaan cairan akan menaikkan titik didih cairan tersebut.

Perbedaan sifat campuran suatu fase dengan campuran dua fase dapat dibedakan secara jelas jika suatu cairan menguap, terutama dalam keadaan mendidih. Pada suhu tertentu molekul-molekul cairan tersebut

memiliki energi tertentu dan bergerak bebas secara tetap dan dengan kecepatan tertentu. Tetapi setiap molekul dalam cairan hanya bergerak pada jarak pendek sebelum dipengaruhi oleh molekul-molekul lain, sehingga arah geraknya diubah. Setiap molekul pada lapisan permukaan yang bergerak ke arah atas akan meninggalkan permukaan cairan dan akan menjadi molekul uap. Molekul-molekul uap tersebut akan tetap berada dalam gerakan yang konstan, dan kecepatan molekul-molekul dipengaruhi oleh suhu pada saat itu.

Kondensasi atau proses pengembunan uap menjadi cairan, dan penguapan suatu cairan menjadi uap melibatkan perubahan fase cairan dengan koefisien pindah panas yang besar. Kondensasi terjadi apabila uap jenuh seperti *steam* bersentuhan dengan padatan yang temperaturnya di bawah temperatur jenuh sehingga membentuk cairan seperti air.

## **2.2 Arus, Tegangan, dan Daya**

Atom adalah partikel terkecil penyusun materi, atom terdiri dari partikel-partikel sub-atom yang tersusun atas elektron, proton, dan neutron dalam berbagai gabungan. Elektron adalah muatan listrik negatif (-) yang paling mendasar. Elektron dalam cangkang terluar suatu atom disebut elektron valensi. Apabila energi eksternal seperti energi kalor, cahaya, atau listrik diberikan pada materi, elektron valensinya akan memperoleh energi dan dapat berpindah ke tingkat energi yang lebih tinggi. Jika energi yang diberikan telah cukup, sebagian dari elektron-elektron valensi terluar tadi akan meninggalkan atomnya dan

statusnya pun berubah menjadi elektron bebas. Gerakan elektron-elektron bebas inilah yang akan menjadi arus listrik dalam konduktor logam. Gerak atau aliran elektron disebut arus ( $I$ ), dengan satuan ampere.

Sebagian atom kehilangan elektron dan sebagian atom lainnya memperoleh elektron. Keadaan ini akan memungkinkan terjadinya perpindahan elektron dari satu objek ke objek lain. Apabila perpindahan ini terjadi, distribusi muatan positif dan negatif dalam setiap objek tidak sama lagi. Objek dengan jumlah elektron yang berlebih akan memiliki polaritas listrik negatif (-). Objek yang kekurangan elektron akan memiliki polaritas listrik positif (+). Besaran muatan listrik ditentukan oleh jumlah elektron dibandingkan dengan jumlah proton dalam suatu objek. Simbol untuk besaran muatan elektron ialah  $Q$  dan satuannya adalah coulomb. Besarnya muatan  $1\text{ C} = 6,25 \times 10^{18}$  elektron.

Kemampuan muatan listrik untuk mengerahkan suatu gaya dimungkinkan oleh keberadaan medan elektrostatik yang mengelilingi objek yang bermuatan tersebut. Suatu muatan listrik memiliki kemampuan untuk melakukan kerja akibat tarikan atau tolakan yang disebabkan oleh gaya medan elektrostatiknya. Kemampuan melakukan kerja ini disebut potensial. Apabila satu muatan berbeda dari muatan lainnya, di antara kedua muatan ini pasti terdapat beda potensial. Satuan dasar beda potensial adalah volt ( $V$ ). Karena satuan inilah beda potensial  $V$  sering disebut sebagai voltage atau tegangan.

Daya ialah banyaknya perubahan energi terhadap waktu dalam besaran tegangan dan arus. Rumus **daya** listrik bisa dihitung dengan menggunakan rumus  $P=V \times I$ . Dimana P merupakan **daya** listrik, V adalah Tegangan listrik dengan satuan volt dan I adalah adalah arus listrik dalam satuan ampere.

### 2.3 Pompa

Pompa adalah alat untuk memindahkan fluida dari tempat satu ketempat lainnya yang bekerja atas dasar mengkonversikan energi mekanik menjadi energi kinetik. Energi mekanik yang diberikan alat tersebut digunakan untuk meningkatkan kecepatan, tekanan atau elevasi (ketinggian). Pada umumnya pompa digerakkan oleh motor, mesin atau sejenisnya. Banyak faktor yang menyebabkan jenis dan ukuran pompa serta bahan pembuatnya berbeda, antara lain jenis dan jumlah bahan cairan tinggi dan jarak pengangkutan serta tekanan yang diperlukan dan sebagainya. (Bacharoudis, 2008)

### 2.4 Sel Surya

Sel surya merupakan sebuah perangkat yang mengubah energi sinar matahari menjadi energi listrik dengan proses efek fotovoltaic, oleh karenanya dinamakan juga sel fotovoltaic (Photovoltaic cell – disingkat PV)). Tegangan listrik yang dihasilkan oleh sebuah sel surya sangat kecil, sekitar 0,6V tanpa beban atau 0,45V dengan beban. Untuk mendapatkan tegangan listrik yang besar sesuai keinginan diperlukan beberapa sel surya yang tersusun secara seri. Jika 36 keping sel surya tersusun seri, akan

menghasilkan tegangan sekitar 16V. Tegangan ini cukup untuk digunakan mensuplai aki 12V. Untuk mendapatkan tegangan keluaran yang lebih besar lagi maka diperlukan lebih banyak lagi sel surya. Gabungan dari beberapa sel surya ini disebut Panel Surya atau modul surya. Susunan sekitar 10 - 20 atau lebih Panel Surya akan dapat menghasilkan arus dan tegangan tinggi yang cukup untuk kebutuhan sehari hari. (Purwoto,2018)

#### **2.4.1 Jenis-jenis Sel Surya**

- a. Monokristal (Mono-crystalline) Merupakan panel yang paling efisien yang dihasilkan dengan teknologi terkini & menghasilkan daya listrik persatuan luas yang paling tinggi. Monokristal dirancang untuk penggunaan yang memerlukan konsumsi listrik besar pada tempat-tempat yang beriklim ekstrim dan dengan kondisi alam yang sangat ganas. Memiliki efisiensi sampai dengan 15%. Kelemahan dari panel jenis ini adalah tidak akan berfungsi baik ditempat yang cahaya matahari kurang (teduh), efisiensinya akan turun drastis dalam cuaca berawan.
  
- b. Polikristal (Poly-Crystalline) Merupakan Panel Surya yang memiliki susunan kristal acak karena dipabrikasi dengan proses pengecoran. Tipe ini memerlukan luas permukaan yang lebih besar dibandingkan dengan jenis monokristal untuk menghasilkan daya listrik yang sama. Panel suraya jenis ini

memiliki efisiensi lebih rendah dibandingkan tipe monokristal, sehingga memiliki harga yang cenderung lebih rendah.

- c. Thin Film Photovoltaic Merupakan Panel Surya ( dua lapisan) dengan struktur lapisan tipis mikrokristalsilicon dan amorphous dengan efisiensi modul hingga 8.5% sehingga untuk luas permukaan yang diperlukan per watt daya yang dihasilkan lebih besar daripada monokristal & polykristal. Inovasi terbaru adalah Thin Film Triple Junction Photovoltaic (dengan tiga lapisan) dapat berfungsi sangat efisien dalam udara yang sangat berawan dan dapat menghasilkan daya listrik sampai 45% lebih tinggi dari panel jenis lain dengan daya yang ditera setara. (Purwoto,2018)

## **2.5 Solar Charge Controller**

Solar Charge Controller adalah salah satu komponen di dalam sistem pembangkit listrik tenaga surya, berfungsi sebagai pengatur arus listrik baik terhadap arus yang masuk dari Panel Surya maupun arus beban keluar / digunakan. Bekerja untuk menjaga baterai dari pengisian yang berlebihan. Solar Charge Controller mengatur tegangan dan arus dari Panel Surya ke baterai. Sebagian besar Panel Surya 12 Volt menghasilkan tegangan keluaran sekitar 16 sampai 20 volt DC, jadi jika tidak ada pengaturan, baterai akan rusak dari pengisian tegangan yang berlebihan. Pada umumnya baterai 12Volt membutuhkan tegangan



pengisian sekitar 13-14,8 volt (tergantung tipe baterai) untuk dapat terisi penuh. (Purwoto,2018)

### **2.5.1 Fungsi dan fitur Solar Charge Controller**

- a. Saat tegangan pengisian di baterai telah mencapai keadaan penuh, maka controller akan menghentikan arus listrik yang masuk ke dalam baterai untuk mencegah pengisian yang berlebihan. Dengan demikian ketahanan baterai akan jauh lebih tahan lama. Di dalam kondisi ini, listrik yang tersuplai dari Panel Surya akan langsung terdistribusi ke beban / peralatan listrik dalam jumlah tertentu sesuai dengan konsumsi daya peralatan listrik.
- b. Saat tegangan di baterai dalam keadaan hampir kosong, maka controller berfungsi menghentikan pengambilan arus listrik dari baterai oleh beban / peralatan listrik. Dalam kondisi tegangan tertentu ( umumnya sekitar 10% sisa tegangan di baterai ) , maka pemutusan arus beban dilakukan oleh controller. Hal ini menjaga baterai dan mencegah kerusakan pada sel – sel baterai. Pada kebanyakan model controller, indikator lampu akan menyala dengan warna tertentu ( umumnya berwarna merah atau kuning ) yang menunjukkan bahwa baterai dalam proses pengisian. Dalam kondisi ini, bila sisa arus di baterai kosong (dibawah 10%), maka pengambilan arus listrik dari baterai akan diputus oleh controller, maka

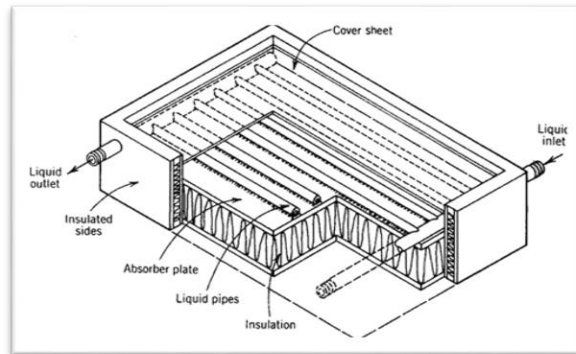
peralatan listrik / beban tidak dapat beroperasi. Pada controller tipe – tipe tertentu dilengkapi dengan digital meter dengan indikator yang lebih lengkap, untuk memonitor berbagai macam kondisi yang terjadi pada sistem pembangkit listrik tenaga surya tersebut.

## 2.6 Kolektor

Kolektor surya pemanas air adalah sebuah alat yang digunakan untuk mengubah energi dan radiasi matahari menjadi energi panas air. Radiasi matahari ditransmisikan melalui penutup yang transparan dan diubah menjadi panas pada pelat penyerap. Selanjutnya, energi panas pada pelat absorber ditransfer ke air yang mengalir dalam pipa.

Kolektor surya pemanas air memiliki komponen utama yang terbuat dari selembar bahan konduktif termal yang disebut pelat penyerap (*absorber*) yang kepadanya menempel atau menjadi satu pipa-pipa pembawa cairan (air) atau lazim disebut pipa pemanas (*riser pipe*). *Absorber* dibuat dari lembaran metal tipis dan permukaannya berwarna hitam karena benda hitam adalah penyerap radiasi yang sempurna. Penghitaman bisa dilakukan dengan pengecatan warna hitam sebagai cara yang paling mudah, atau dengan metoda yang lebih canggih dengan proses pelapisan seperti *elektroplating*, *anodizing*, dan lain-lain. Cara pelapisan canggih tersebut, misal dengan *black chrome* atau *black nickel*, dimasukkan selain untuk mempertinggi absortivitasnya terhadap radiasi

surya juga untuk memperendah emitansinya terhadap gelombang sinar inframerah. (Jansen,1995)



Gambar 2.1. Kolektor plat datar (Jansen,1995)

Agar terjadi pindah panas yang baik dari absorber ke pipa-pipa pemanas, bahan dasar absorber harus mempunyai konduktivitas termal yang baik. Beberapa bahan dasar yang dapat dipakai sebagai absorber antara lain seperti tabel 2.2 berikut :

Tabel 2.1 .Konduktivitas Termal Beberapa Bahan Kolektor Surya (Jansen,1995)

Bahan	Konduktivitas termal (k), W/(m.K)
Tembaga	385.0
Alumunium	211.0
Timah putih	66.0
Baja, 1% karbon	45.0
Baja tahan karat	16.0

## 2.7 Batrei

Battery adalah alat elektro kimia yang di buat untuk mensuplai listrik ke sistem starter mesin, sistem pengapian, lampu – lampu dan komponen kelistrikan lainnya. Alat ini menyimpan listrik dalam bentuk energi kimia, yang di keluarkannya bila diperlukan dan mensuplainya ke masing – masing sistem kelistrikan atau alat yang memerlukannya. Karena di dalam proses accu kehilangan energi kimia, maka alternator mensuplainya kembali kedalam accu ( yang disebut pengisian ). Accu menyimpan listrik dalam bentuk energi kimia. Siklus pengisian dan pengeluaran ini terjadi berulang kali dan terus menerus. (Rahmat Hidayat, 2013. Battery)

## 2.8 Perhitungan Efisiensi Panel Surya

Untuk mendapatkan nilai efisiesi dari panel surya, terdapat beberapa parameter yang harus diketahui terlebih dahulu, yaitu (Zian,2018):

1. Tegangan keluaran panel surya (V)
2. Arus keluaran panel surya (I)
3. Intensitas cahaya matahari (G)
4. Luasan permukaan panel surya ( $A_{pv}$ )
5. Nilai Fill Factor (FF) Nilai Fill factor berkisar 0.7 – 0.85. Panel surya akan bekerja semakin baik apabila semakin besar nilai FF suatu panel surya dan akan memiliki efisiensi yang semakin tinggi. Besarnya *fill factor* dapat dihitung dengan menggunakan rumus;

$$FF = \frac{V_{oc} - \ln(V_{oc} + 0,72)}{V_{oc} + 1}$$

6. Daya output panel surya ( $P_{out}$ ) Perhitungan daya output dapat dilihat pada persamaan 2.6 (Zian,2018):

$$P_{out} = V \times I \times FF$$

7. Daya input panel surya ( $P_{in}$ )

Daya input akibat iradiasi sumber cahaya dapat dihitung dengan persamaan berikut (Zian,2018):

$$P_{in} = G \times A_{pv}$$

8. Efisiensi Panel Surya ( $\eta$ )

Perhitungan efisiensi panel surya dapat lihat pada persamaan 2.8 (Zian,2018):

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$

Keterangan:

$I_{mp}$  = Arus maksimum (Ampere)

$V_{mp}$  = Tegangan maksimum (Volt)

$I_{sc}$  = Arus rangkaian terbuka (Ampere)

$V_{oc}$  = Tegangan rangkaian terbuka (Volt)