

## **TUGAS AKHIR**

### **ANALISA PERHITUNGAN TEGANGAN DAN ARUS PADA PENGUNAAN MOTOR POMPA AIR DC YANG DISUPLAI OLEH SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA**

*Diajukan Untuk Memenuhi Tugas-Tugas Dan Syarat-Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (ST) Pada Fakultas Teknik Program Studi  
Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

**Oleh :**

**TUBAGUSJAKA SURIYA**

**NPM : 1507220141-P**



**UMSU**  
Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2018**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**ANALISA PERHITUNGAN TEGANGAN DAN ARUS PADA  
PENGUNAAN MOTOR POMPA AIR DC YANG DISUPLAI OLEH  
SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA**

**DISUSUN OLEH :**

**TUBAGUS JAKA SURIYA**

**NPM : 1507220141-P**

Dosen Pembimbing I,

  
**Dr.M.Fitra Zambak,M.Sc**

Dosen Pembimbing II,

  
**Partaonan Harahap, S.T.,M.T**

Dosen Pembimbing I,

  
**Ir. Zul Arsil Siregar**

Dosen Pembimbing II,

  
**M.Adam, S.T.,M.T**

Diketahui Oleh  
Ketua Jurusan Program Studi Teknik Elektro



**Faisal Irsan Pasaribu, S.T, M.T**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2018**

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah Ini:

Nama : Tubagus Jaka Suriya  
NPM : 1507220141-P  
Program Studi : Teknik Elektro  
Bidang Keahlian : Arus Kuat  
Fakultas : Teknik

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir yang berjudul :

### **“ANALISA PERHITUNGAN TEGANGAN DAN ARUS PADA PENGUNAAN MOTOR POMPA AIR DC YANG DISUPLAI OLEH SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA”**

Dengan sebenar - benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di salah satu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Medan, 28 September 2018

Saya yang menyatakan,



Tubagus Jaka Suriya



PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
Jl. kaptan mukhtar basri no.3 medan telp.061-66244567

LEMBAR ASISTENSI

Nama : Tubagus Jaka Suriya  
NPM : 1507220141-P  
Pembimbing 2 : Partaonan Harahap, ST, MT.

NO	HARI/TANGGAL	URAIAN	PARAF
1.	26/3/2018.	Perbaiki BAOI Tuluwu. Renzwa narekeh	J.
2.	26/6/2018.	layut pada BII Tinjaputeh	J.
3.	11/juli/2018.	perbaiki Tinjaputeh dan lay. BAB III	J.
4.	19/juli/2018.	buat abstrak untuk jicoba dan layut BAB IV.	J.
5.	1/8/2018.	perbaiki kerit BAB IV kembali Tinjaputeh	J.
6.	28/8/2018.	layutkan pengukuan dan pembuat.	J.
7.	31/8/2018.	layut BAB 5 dan buku Florent.	J.
8.	5/9/2018	Dec seminar. layut bingkis kepulauan, I pak fitra reubal	J.

Pembimbing 2

  
Partaonan Harahap, ST, MT.



PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
Jl. kapten mukhtar basri no.3 medan telp.061-66244567

LEMBAR ASISTENSI

Nama : Tubagus Jaka Suriya  
NPM : 1507220141-P  
Pembimbing 1 : Dr.fitra zambak,M.Sc

NO	HARI/TANGGAL	URAIAN	PARAF
		1. Abstract (Masalah, tujuan, metode, Hasil, kes. manfaat) 2. Referensi citasi di Bab2 (mendukung) 3. Bab 3 terlalu singkat 4. Kesimpulan tdk menguraikan Tujuan 5. Daftar pustaka.  <u>Acc Seminar</u>	<u>3/1/2017</u>

Pembimbing 1

Dr.fitra zambak,M.Sc

## ABSTRAK

*Pada zaman sekarang kebutuhan akan air bersih sangat meningkat mengingat jumlah populasi manusia didunia yang sudah makin bertambah, maka dari itu timbul berbagai macam permasalahan. Salah satunya ialah timbulnya permasalahan susahya mendapatkan air bersih di perkotaan dan makin tingginya tarif listrik. Agar masyarakat tidak kesulitan lagi dalam mendapatkan air bersih dan hemat energi listrik maka perlu digunakan pompa air DC yang suplai PLTS peneliti menggukan panel surya 50 WP sebagai sumber energi utama untuk menyuplai energi ke pompa DC agar dapat menghasilkan air bersih yang diinginkan. Dari penelitian kali ini dihasilkan nilai tegangan dan arus pada panel surya , arus dan tegangan yang tertinggi di hasilkan pada siang hari berkisar pukul 10.00-12.00 WIB. Pengujian yang dilakukan dalam keadaan cuaca setengah hari mendung setengah hari terik. manfaat yang didapatkan dari pengujian ini ialah untuk dapat menghasilkan air bersih tanpa harus menunggu malam hari dan dapat mengurangi pemakaian pada sumber utama seperti PLN.*

**Kata kunci:** Panel Surya, Pompa Air DC

## ABSTRACT

*In the present time the need for clean water has greatly increased given the increasing number of human populations in the world, therefore various kinds of problems arise. One of them is the emergence of the problem of difficulty in obtaining clean water in urban areas and increasing electricity tariffs. So that people no longer have difficulty in obtaining clean water and saving electricity, it is necessary to use DC water pumps that supply PLTS researchers using solar panels 50 WP as the main energy source to supply energy to DC pumps in order to produce the desired clean water. generated the highest voltage and current values in the solar panel, current and voltage generated during the day ranged from 10.00 to 12.00 PM. Tests carried out in a half-day cloudy half-day weather were hot. The benefits obtained from this test were to be able to produce water clean without having to wait at night and can reduce the use of major sources such as PLN.*

**Keywords:** Solar Panel, DC Water Pump

## KATA PENGANTAR



*Assalamu'alaikum wr.wb*

Puji syukur kehadiran ALLAH SWT dengan segala karunianya yang telah memberikan kita segala nikmat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Shalawat beriring salam tak lupa pula kita kirimkan kepada baginda alam, rasul ALLAH ,Nabi besar Muhammad.SAW yang mana beliau telah merubah pola fikir jahiliyah dan kebodohan hingga menjadi pola fikir yang islamiyah dan berilmu pengetahuan.

Tulisan ini dibuat sebagai tugas akhir untuk memenuhi syarat dalam meraih gelar kesarjanaan pada Fakultas Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Adapun judul tugas akhir ini adalah “**Analisa Perhitungan Tegangan Dan Arus Pada Penggunaan Pompa Air DC Yang Disuplai Oleh Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya**”.

Dalam penulisan tugas akhir ini, penulis membutuhkan banyak bimbingan, arahan dan bantuan dari banyak pihak. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Yang tersayang Ayahanda Turimin dan Ibunda Marni serta kakak tercinta Lismadona, Lismayana, Lismayani, Ema Wati S.Pd. Anna Ristiwi S.kep dan adik tersayang Andi Prasetya, yang dengan tulus memberikan semangat, dorongan dan bimbingan dengan ketulusan hati tanpa mengenal kata lelah sehingga penulis bisa seperti saat ini menyelesaikan tugas akhir ini.



2. Bapak Agussani M.AP selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Munawar Alfansuri Srg, ST, M.T. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Faisal Irsan Pasaribu, ST, MT. Selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro.
5. Bapak Partaonan Harahap, ST, MT. Selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro sekaligus dosen pembimbing II.
6. Bapak Dr.fitra zambak,M.Sc. Selaku Dosen Pembimbing I dalam penyusunan tugas akhir ini.
7. Bapak Ir. Zul Arsil selaku dosen penguji I dalam penyusunan tugas akhir ini.
8. Bapak Muhammad Adam S.T.,M.T selaku dosen penguji II dalam penyusunan tugas akhir ini.
9. Bapak dan Ibu Dosen di Fakultas Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
10. Karyawan Biro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
11. Orang yang sepsial buat saya Sri Hastuti S.M yang yang telah memberikan semangat serta motivasi kepada penulis agar dapat menyelesaikan tulisan ini.
12. Abangda Yoga Tri Nugraha S.T, Andika Cahya Utama, Ari Pratama, Dodi Prasetya,Farhamsyah, Hendri Harunsyah, Indah Mawar, Muhammad Mirza S.T, Nino Wananda, Nurmah Fudzah S.M, Tubagus Cahyono S.T, Zulfikar Jauhari dan Teman-teman seangkatan dan seperjuangan Fakultas Teknik, khususnya Program Studi Teknik Elektro angkatan 2014 yang selalu memberi dukungan dan motivasi kepada penulis.

13. Seluruh teman-teman saya yang ada di Medan dan di Aceh

Penulis menyadari bahwa tulisan ini masih jauh dari kata sempurna, hal ini disebabkan keterbatasan kemampuan penulis, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik & saran yang membangun dari segenap pihak.

Akhir kata penulis mengharapkan semoga tulisan ini dapat menambah dan memperkaya lembar khazanah pengetahuan bagi para pembaca sekalian dan khususnya bagi penulis sendiri. Sebelum dan sesudahnya penulis mengucapkan terima kasih.

*Wassalamu'alakum wr.wb*

Medan, 7 Juli 2018

Penulis

Tubagus Jaka Suriya  
1507220141-P

## DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	i
KATA PENGANTAR .....	iii
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL .....	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Batasan Masalah .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Tinjauan Pustaka Relevan .....	5
2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) .....	8
2.2.1 Bahan Solar Sell.....	11
2.2.2 Prinsip Kerja PLTS .....	13
2.2.3 Kelebihan dan Kekurangan PLTS.....	14
2.2.4 Perkembangan Teknologi Panel Surya.....	16
2.2.5 Spesifikasi Solar Sell 50 WP .....	18
2.3 Energi Listrik dan Manfaatnya .....	19
2.4 Cahaya .....	20
2.4.1 Sifat-Sifat Cahaya .....	20
2.4.2 Intensitas Cahaya.....	25
2.5 Suhu.....	25
2.6 <i>Solar Charge Controller</i> .....	26
2.7 Baterai .....	27
2.7.1 Jenis-Jenis Baterai (Aki).....	29
2.8 Kabel .....	30
2.8.1 Jenis-Jenis Kabel.....	30

2.6.2 Kemampuan Hantar Listrik Kabel .....	32
2.9 Beban Listrik .....	34
2.9.1 Beban Listrik Searah (DC) .....	35
2.10 Arus Listrik.....	36
2.11 Tegangan .....	37
2.12 Tegangan Jatuh ( <i>Line Drop</i> ) .....	37
2.13 Daya .....	37
2.14 Pompa.....	39
BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....	41
3.1 Lokasi Penelitian.....	41
3.2 Metode Menentukan Pemakaian Energi Listrik .....	41
3.2.1 Pengukuran Arus dan Tegangan .....	41
3.2.2 pengukuran debit air .....	41
3.2.2 Observasi (Pengamatan) .....	41
3.3 Peralatan Penelitian.....	42
3.4 Beban Listrik .....	43
3.5 Metode Penelitian .....	43
3.6 Diagram Alir.....	44
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	45
4.1 Data Penelitian Tegangan Dan Arus Pada Panel Surya .....	45
4.2 Data Penelitian Arus Dan Tegangan Pada Baterai .....	47
4.3 Data Penelitian Debit Air Yang Dihasilkan .....	49
PENUTUP .....	50
5.1 Kesimpulan.....	50
5.2 Saran.....	51
DAFTAR PUSTAKA.....	52

**DAFTAR GAMBAR**

Gambar 2. 1	fotovoltaik .....	9
Gambar 2. 2	Konstruksi Solar Sell .....	10
Gambar 2. 3	Struktur Sell Surya .....	11
Gambar 2. 4	Junction Antara Semikonduktor Tipe-P Kelebihan Hole Dan Tipe-N Kelebihan Elektron.....	13
Gambar 2. 5	Cara Kerja Sel Surya .....	13
Gambar 2. 6	Solar Charge Controller .....	27
Gambar 2. 7	Baterai.....	28
Gambar 2. 8	Pompa Air AC.....	39
Gambar 2. 9	Pompa Air DC.....	39
Gambar 3. 1	Flowchart Penyusunan Tugas Akhir .....	44
Gambar 4. 1	Tegangan (V) Pada Panel Surya.....	46
Gambar 4. 2	Arus (I) Pada Panel Surya.....	46
Gambar 4. 3	Grafik Tegangan (V) Pada Baterai.....	48
Gambar 4. 4	Arus (I) Pada Baterai .....	48

**DAFTAR TABEL**

Tabel 2. 1	spesifikasi solar sell 50 WP .....	18
Tabel 2. 2	Kemampuan Hantar Arus .....	33
Tabel 4. 1	Data Hasil Pengujian Panel Surya.....	45
Tabel 4. 2	Data Hasil Penelitian Pada Baterai.....	47
Tabel 4. 3	Pengujian Debit Air Yang Dihasilkan Pompa Air DC.....	49

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Diera melenium saat ini perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan berkembang dengan sangat pesat, sehingga menghasilkan berbagai macam produk dan alat elektronika serta peralatan listrik yang modern. dengan munculnya berbagai macam peralatan listrik moderen, ini menjadi hal yang sangat bermanfaat bagi manusia dikarenakan dapat mempermudah segala kegiatan manusia, seperti mencuci, memasak dan lain sebagainya. dengan adanya peralatan listrik yang modern ini tidak dapat dipungkiri lagi bahwa penggunaan energi listrikpun akan terus meningkat.

Namun seiring perkembangan teknologi yang berkembang saat ini, yang dapat mempermudah segala pekerjaan manusia semuanya berbanding terbalik ketika melihat keadaan yang dialami oleh masyarakat yang tinggal di perkotaan umumnya kota medan dan khususnya di kecamatan medan kota dan medan denai. dimana saat ini sangat sulitnya mendapatkn air bersih dipemukiman yang dekat dengan perkotaan ini. Air yang di butuhkan oleh masyarakat perkotaan ini dikelola oleh perusahaan daerah (PDAM) sulit untuk mengalir jika tidak menggunakan alat bantu berupa mesin pompa air. Jika rumah tidak menggunakan alat bantu berupa pompa, maka air yang dibutuhkan hanya bisa keluar di malam hari. Hal tersebut juga mengundang permasalahan baru karena jika setiap rumah menggunakan pompa air maka penggunaan energi listrik akan bertambah dan biaya yang harus dikeluarkan oleh masyarakat akan semakin tinggi mengingat pompa air tersebut akan hidup stiap harinya minimal 3 jam per harinya. Cara lain

jika ingin terhindar dari biaya listrik yang meningkat maka masyarakat ini harus menunggu air keluar di malam hari dan menampungnya di suatu wadah atau bak mandi sebanyak mungkin agar keesokan harinya masyarakat ini dapat menggunakan air sesuai kebutuhannya. Namun bak mandi saja tidak cukup untuk mencukupi kebutuhan rumah tangga makadari itu di perlukan tempat lain untuk menampungnya. Untuk memindahkan air dari satu tempat ke tempat lain maka dibutuhkan sebuah alat berupa pompa air agar air bisa berpindah secara cepat. untuk mencegah hal tersebut maka diperlukan jalan keluarnya erupa solusi untuk menggunakan PLTS sebagai alat utama untuk menyuplai energi listrik ke pompa air tersebut.

Di wilayah tropis cahaya matahari dapat diperoleh secara cuma-cuma sepanjang tahun. Pemanfaatan energi matahari untuk menyuplai energi listrik ke pompa air ini merupakan suatu energi baru dan terbarukan. Selain itu energi baru terbarukan ini juga ramah akan lingkungan dan dapat mengurangi penggunaan bahan bakar fosil yang semakin hari semakin menipis stoknya.[1]

Berdasarkan latar belakang permasalahan yang telah di uraikan maka peneliti tertarik untuk meneliti mengenai **“Analisa Perhitungan Tegangan Dan Arus Pada Penggunaan Pompa Air Dc Yang Di Suplai Oleh Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya”**.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Berapakah besar arus, tegangan, dan daya pada PLTS, baterai.
2. Berapakah jumlah debit air yang di hasilkan.



### **1.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan penulisan ini adalah :

1. Mengetahui nilai tegangan, arus, dan daya pada PLTS, baterai.
2. Mengetahui debit air yang dihasilkan.

### **1.4 Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Alat ini digunakan hanya untuk mengukur arus, tegangan dan daya pada PLTS dan baterai.
2. Menganalisa arus, tegangan pada PLTS, baterai dan pada motor pompa DC
3. Menganalisa jumlah debit air yang dihasilkan
4. Sumber tegangan yang dapat digunakan untuk suplai tegangan alat hanya DC 12 volt
5. Tidak membahas struktur kimia dalam baterai
6. Tidak membahas suhu yang didapatkan pada saat penelitian
7. Tidak membahas pengaruh suhu permukaan fotovoltaik terhadap daya yang dihasilkan oleh modul fotovoltaik.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari penulisan ini adalah :

1. Diperoleh data nilai arus, tegangan, dan daya pada, baterai dan PLTS
2. Diperoleh data nilai debit air yang dihasilkan oleh pompa air DC yang disuplai oleh PLTS

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Penulisan skripsi ini terdiri dari 5 bab diantaranya :

### **1. Bab I Pendahuluan**

Bab ini membahas tentang latar belakang dari penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, dan sistematika penelitian.

### **2. Bab II Tinjauan Pustaka**

Bab ini membahas landasan teori sebagai hasil dari studi literatur yang berhubungan dengan studi analisis dan yang akan dilakukan dalam penelitian

### **3. Bab III Metodologi Penelitian**

Bab ini membahas tentang langkah-langkah dari penelitian serta prosedur dari penelitian

### **4. Bab IV Hasil Dan Pembahasan**

Bab ini berisi penjelasan mengenai data dari hasil penelitian dan analisa terhadap seluruh proses yang berlangsung selama penelitian.

### **5. Bab V Penutup**

Bab ini berisi kesimpulan terhadap proses yang berlangsung selama penelitian dan saran yang mendukung penelitian selanjutnya agar dapat memberikan hasil yang lebih baik.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Tinjauan Pustaka Relevan**

pembangkit listrik tenaga surya adalah pembangkit listrik yang mengubah energi surya menjadi energi listrik. Pembangkitan energi listrik ini bisa dilakukan dengan dua cara, yaitu secara langsung menggunakan fotovoltaik dan secara tidak langsung dengan pemusatan energi surya. penggunaan PLTS ini juga dapat mengurangi ketergantungan penggunaan bahan bakar fosil yang semakin hari semakin menipis ketersediaanya, maka dari itu untuk mengurangi penggunaan bahan bakar fosil maka dibutuhkan terobosan energi baru terbarukan seperti PLTS ini. Penggunaan PLTS ini sebagai suplai listrik ke rumah tangga juga sangat di butuhkan agar biaya yang di gunakan untuk pemakaian listrik juga dapat di minimalisirkan.

Beberapa penelitian tentang Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) yang dilakukan yaitu :

jurnal yang berjudul: “PLTS sebagai salah satu enrgi alternatif “, menganalisa PLTS sebagai sumber energi alternatif karena ramah lingkungan dan tidak menggunakan bahan bakar fosil, Hasil Penelitian menunjukkan bahwa tegangan pada PLTS distribusi selalu dinaikkan sampai dengan 5% [2]. Hal ini dimaksudkan agar dapat mengantisipasi terjadinya drop tegangan pada saluran dengan rincian sebagai berikut : Maksimum 3% hilang pada saluran antara pembangkit (dalam hal ini PLTS distribusi) sampai dengan sambungan rumah, maksimum 1% hilang pada saluran antara sambungan rumah sampai dengan Kwh

meter, Danmaksimum 1% hilang pada saluran Kwh meter - panel pembagi - alat listrik terjauh . Semakin besar rugi daya dalam persen, berarti semakin besar kerugian energi yang terjadi.

Dalam jurnal yang berjudul: “pengujian sistem pembangkit listrik tenaga surya solar sell kapasitas 50WP”, pemanfaatan energi matahari sebagai energi alternatif pembangkit listrik merupakan suatu terobosan yang sangat luar biasa karena selain matahari sumber yang tidak akan habis, penggunaan energi ini juga tidak berdampak buruk bagi lingkungan, selain itu juga dapat mensejahterakan masyarakat disekitarnya mengingat letak Indonesia sebagai negara yang terletak di garis khatulistiwa yang sangat memungkinkan matahari terbit sepanjang tahunnya dan dapat menghasilkan energi sepanjang tahun pula[3].

Dalam jurnal yang berjudul: “pengaturan tegangan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) 1000 watt”, energi listrik yang dihasilkan merupakan energi cahaya yang di konversikan oleh sell surya[4]. Energi yang dihasilkan tersebut kemudian di simpan kedalam baterai kemudian ini juga perlu untuk di perhatikan agar tidak kelebihan pengisian/overcharger atau kelebihan pemakaian/overdischarge maka diperlukan alat berupa charge controller yang berperan mengatur pemakaian dan pengisian energi. Serta berfungsi sebagai alat proteksi.

Dalam jurnal yang berjudul: “perancangan dan realisasi kebutuhan kapasitas baterai untuk beban pompa air 125 watt menggunakan pembangkit listrik tenaga surya”: Sistem photovoltaic dengan memanfaatkan energi surya pada sistem pompa air sebagai penyuplai daya adalah salah satu contoh proyek aplikatif pengembangan potensi daya elektrik menggunakan energi surya secara luas di

Indonesia[5]. Metoda penelitian ini menggunakan panel surya yang dibebani dengan pompa air pada keadaan cuaca cerah dan mendung. Dari hasil pengukuran dan analisis, didapatkan 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 yang 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 pemakaian adalah 13,25 Ah. Efisiensi rata-rata inverter adalah 46,7835 %. Kebutuhan kapasitas baterai untuk beban pompa air 125 watt menggunakan pembangkit listrik tenaga surya sudah tepat.

Dalam jurnal yang berjudul:“pengaruh perubahan intensitas matahari terhadap daya keluaran panel surya” menganalisa tentang Sebuah Sel surya dalam menghasilkan energi listrik tidak tergantung pada besaran luas bidang Silikon akan tetapi intensitas matahari mempengaruhi besar daya, dimana bila intensitas rendah daya yang dihasilkan rendah sedang intensitas tinggi daya yang dihasilkan akan naik pula. Sell surya secara konstan akan menghasilkan energi berkisar  $\pm 0.5$  volt maksimum 600 mV pada 2A, dengan kekuatan radiasi solar matahari 1000 W/m<sup>2</sup> = "1 Sun" akan menghasilkan arus listrik (I) sekitar 30 mA/cm<sup>2</sup> per sel surya.[6] Faktor lain yang mempengaruhi maksimal atau tidaknya sell surya bergantung pada temperatur sel, radiasi matahari, kecepatan angin, keadaan atmosfer bumi, orientasi panel atau larik sell surya, dan posisi letak sell surya terhadap matahari.

## 2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Pembangkit listrik tenaga surya adalah sebuah pembangkit listrik yang merubah energi cahaya (surya) menjadi listrik. Cahaya matahari merupakan salah satu bentuk energi dari sumberdaya alam [7]. Cara membangkitkan energi ini bisa dilakukan dengan 2 cara yaitu :

- a. fotovoltaiik atau sell surya
- b. pemusatan energi surya

Di Indonesia sendiri penggunaan PLTS sudah dimulai pada tahun 80an dimana penerapannya pertama kali digunakan untuk lampu penerangan rumah di Daerah Sukabumi, Jawa Barat. Unit yang di pasang pada saat itu berupa 80 unit PLTS SHS (pembangkit listrik tenaga surya solar home system). Setelah program ini Indonesia terus mengembangkannya hingga sampai saat ini yang mana pembangkit listrik tenaga surya terbesar pertama di bangun di daerah Bali lebih tepatnya di daerah Karangasem dan Bangli dengan kapasitas 2X1 MW. Pemerintah sendiri memberikan izin atau mempersilahkan daerah-daerah lain untuk mengikuti dan meniru pembangkit ini, karena PLTS ini bersifat *opensource* atau tidak di daftarkan didalam hak cipta.

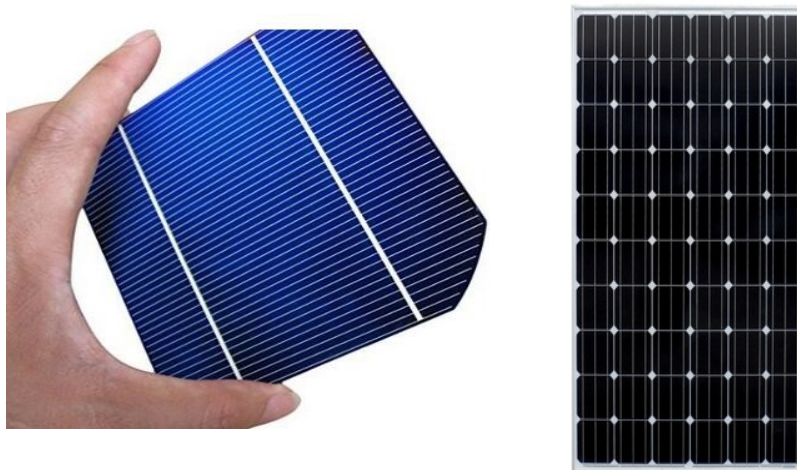
### **a. Fotovoltaiik**

Modul surya (*fotovoltaiik*) merupakan sejumlah sell surya yang disusun secara paralel dan seri agar dapat membentuk sebuah modul surya. Disusunnya sel surya secara seri dan paralel dimaksudkan untuk meningkatkan tegangan dan arus yang dihasilkan nantinya untuk pemakain sistem catu daya beban. Satu modul surya biasanya terdiri dari 28-36 sel surya, dan total menghasilkan tegangan dc

sebesar 12 V dalam kondisi penyinaran standar. Untuk mendapatkan hasil keluaran energi listrik yang baik maka modul surya harus terus atau tetap menghadap matahari.

*Fotovoltaik* merupakan sebuah tipe atau cara untuk mendapatkan energi listrik yang di rubah dari energi cahaya menggunakan alat berupa sel surya atau sel *fotovoltaik* yang mana mampu merubah energi cahaya menjadi energi listrik menggunakan efek *fotoelektrik*.

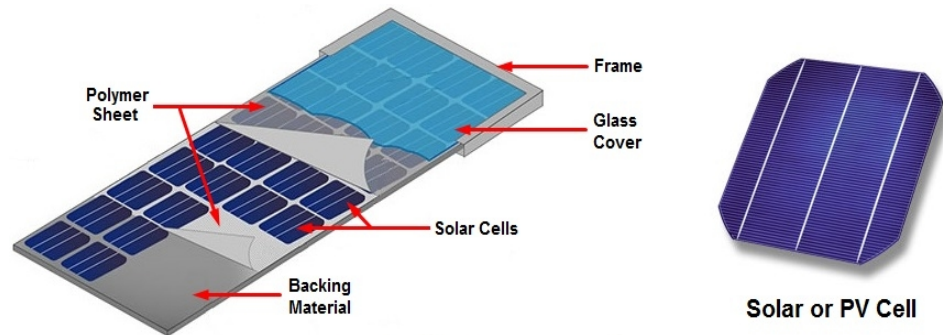
Efek *fotoelektrik* adalah di mana sinar matahari menyebabkan elektron dilapisan panel P terlepas, sehingga hal ini menyebabkan proton mengalir ke lapisan panel N di bagian bawah dan perpindahan arus proton ini adalah arus listrik.



**Gambar 2. 1** fotovoltaik

Pembangkit tipe ini merupakan pembangkit yang menggunakan perbedaan tegangan akibat fotoelektrik untuk menghasilkan listrik. Solar panel ini sendiri terdiri atas 3 lapisan , yang mana lapisan pertama yaitu lapisan P dan terletak dibagian atas, lalu lapisan kedua yaitu lapisan pembatas dan terletak di tengah dan

yang terakhir yaitu lapisan N yang terletak di bagian paling bawah. yang terakhir yaitu lapisan N yang terletak di bagian paling bawah.



**Gambar 2. 2** Konstruksi Solar Sell

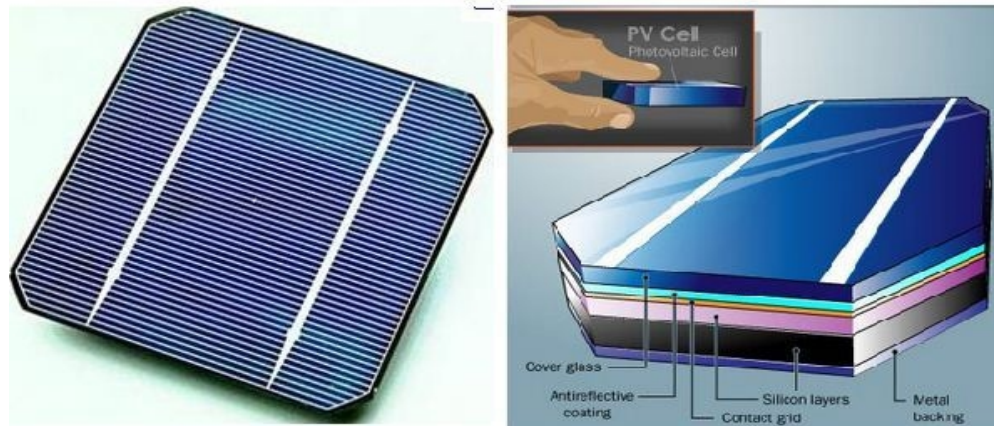
### **b. Pemusatan Energi Surya**

Sistem pembangkitan energi ini menggunakan media cermin atau lensa dan pelacak untuk pemusatan energi matahari dari luasan daerah tertentu kepada suatu titik. Panas yang terkonsentrasi ini biasanya digunakan untuk menggerakkan sebuah generator. Fluida kerja yang dipanaskan bisa digunakan untuk menggerakkan generator atau menjadi media penyimpan panas.

Teknologi yang digunakan dalam sebuah pemusatan energi surya ini menggunakan berbagai macam cara dan sistem, salah satu dari sistem yang digunakan dalam teknologi pemusatan energi surya ini seperti sistem cermin parabola, lensa reflektor fransel dan menara surya. Dengan cara di pusatkan maka energi yang di dihasilkan bisa lebih banyak karena energi surya yang di dapat bisa di fokuskan ke sel surya ini.



### 2.2.1 Bahan Solar Sell



**Gambar 2.3** Struktur Sell Surya

#### 1) Substrat/Metal backing

Substrat adalah material yang menopang seluruh komponen sel surya. Material substrat mempunyai konduktifitas listrik yang baik karena juga berfungsi sebagai kontak terminal positif sel surya, sehingga umumnya digunakan material metal atau logam seperti aluminium atau molybdenum. Untuk sel surya dye-sensitized (DSSC) dan sel surya organik, substrat juga berfungsi sebagai tempat masuknya cahaya sehingga material yang digunakan yaitu material yang konduktif tapi juga transparan seperti indium tin oxide (ITO) dan fluorine doped tin oxide (FTO).

#### 2) Material semikonduktor

Material semikonduktor merupakan bagian inti dari sel surya yang biasanya mempunyai tebal sampai beberapa ratus mikrometer untuk sel surya generasi pertama (silikon), dan 1-3 mikrometer untuk sel surya lapisan tipis. Material semikonduktor inilah yang berfungsi menyerap cahaya dari sinar matahari. Untuk kasus gambar diatas, semikonduktor yang digunakan adalah

material silikon, yang umum diaplikasikan di industri elektronik. Sedangkan untuk sel surya lapisan tipis, material semikonduktor yang umum digunakan dan telah masuk pasaran yaitu contohnya material  $\text{Cu(In,Ga)(S,Se)}_2$  (CIGS), CdTe (kadmium telluride), dan amorphous silikon, disamping material-material semikonduktor potensial lain yang sedang dalam penelitian intensif seperti  $\text{Cu}_2\text{ZnSn(S,Se)}_4$  (CZTS) dan  $\text{Cu}_2\text{O}$  (copper oxide).

Bagian semikonduktor tersebut terdiri dari junction atau gabungan dari dua material semikonduktor yaitu semikonduktor tipe-p dan tipe-n yang membentuk p-n junction. P-n junction ini menjadi kunci dari prinsip kerja sel surya.

### **3) Kontak metal / *contact grid***

Selain substrat sebagai kontak positif, diatas sebagian material semikonduktor biasanya dilapiskan material metal atau material konduktif transparan sebagai kontak negatif.

### **4) Lapisan antireflektif**

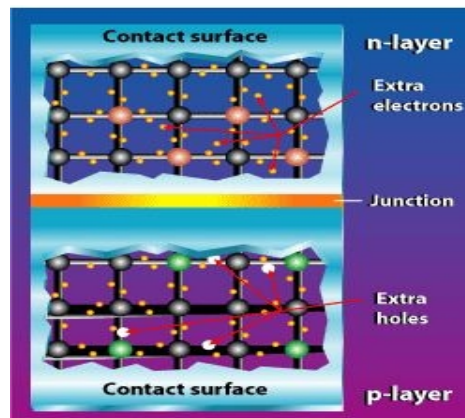
Refleksi cahaya harus diminimalisir agar mengoptimalkan cahaya yang terserap oleh semikonduktor. Oleh karena itu biasanya sel surya dilapisi oleh lapisan anti-refleksi. Material anti-refleksi ini adalah lapisan tipis material dengan besar indeks refraktif optik antara semikonduktor dan udara yang menyebabkan cahaya dibelokkan ke arah semikonduktor sehingga meminimumkan cahaya yang dipantulkan kembali.

### 5) **Enkapsulasi / cover glass**

Bagian ini berfungsi sebagai enkapsulasi untuk melindungi modul surya dari hujan atau kotoran.

### 2.2.2 Prinsip Kerja PLTS

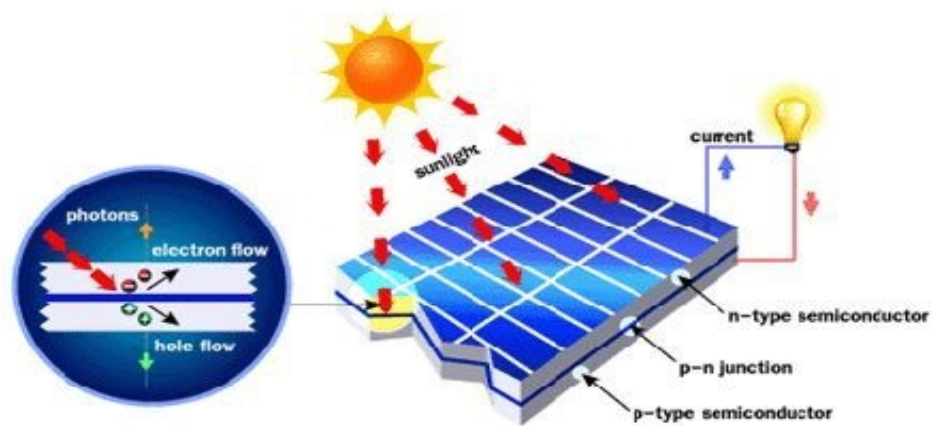
Sel surya konvensional bekerja menggunakan prinsip p-n junction, yaitu junction antara semikonduktor tipe-p dan tipe-n. Semikonduktor ini terdiri dari ikatan-ikatan atom yang dimana terdapat elektron sebagai penyusun dasar. Semikonduktor tipe-n mempunyai kelebihan elektron (muatan negatif) sedangkan semikonduktor tipe-p mempunyai kelebihan hole (muatan positif) dalam struktur atomnya. Kondisi kelebihan elektron dan hole tersebut bisa terjadi dengan mendoping material dengan atom dopant. Sebagai contoh untuk mendapatkan material silikon tipe-p, silikon didoping oleh atom boron, sedangkan untuk mendapatkan material silikon tipe-n, silikon didoping oleh atom fosfor.



**Gambar 2. 4** Junction Antara Semikonduktor Tipe-P Kelebihan Hole Dan Tipe-N Kelebihan Elektron

Peran dari p-n junction ini adalah untuk membentuk medan listrik sehingga elektron (dan hole) bisa diekstrak oleh material kontak untuk menghasilkan listrik

Ketika semikonduktor tipe-p dan tipe-n terkontak, maka kelebihan elektron akan bergerak dari semikonduktor tipe-n ke tipe-p sehingga membentuk kutub positif pada semikonduktor tipe-n, dan sebaliknya kutub negatif pada semikonduktor tipe-p. Akibat dari aliran elektron dan hole ini maka terbentuk medan listrik yang mana ketika cahaya matahari mengenai susuna p-n junction ini maka akan mendorong elektron bergerak dari semikonduktor menuju kontak negatif, yang selanjutnya dimanfaatkan sebagai listrik, dan sebaliknya hole bergerak menuju kontak positif menunggu elektron datang, seperti diilustrasikan pada gambar dibawah :



**Gambar 2.5** Cara Kerja Sel Surya

### 2.2.3 Kelebihan dan Kekurangan PLTS

#### a. Kelebihan

Penggunaan PLTS sebagai pembangkit energi listrik memiliki beberapa kelebihan diantaranya adalah sebagai berikut :

### 1) Tidak Pernah Habis

Penggunaan PLTS ini tidak akan pernah habis di karenakan bahan bakar utama untuk membangkitkan energi listrik ini ialah energi matahari yang mana energi ini tidak akan pernah habis dan jumlahnya sangat berlimpah di bumi.

### 2) Biaya Perawatan Rendah

Ini dikarenakan PLTS sendiri hanya membutuhkan perawatan instalasi, dan tidak membutuhkan perawatan yang maksimal sebab, PLTS memproduksi energi dalam keadaan diam dan tidak menimbulkan kerusakan apapun serta bunyi yang berisik.

### 3) Ramah Lingkungan

Ramah lingkungan dikarenakan pembangkit ini tidak menyumbangkan polusi udara akibat proses pembangkitan energinya yang tidak menggunakan bahan bakar fosil.

### 4) Umur Panel Surya Yang Panjang

## **b. Kekurangan**

### 1) Biaya Awal Pembangunan Besar

PLTS membutuhkan biaya awal untuk pembangkitan ini sangat besar karena harga dari tiap komponen yang relatif mahal

### 2) Daya Yang Dihasilkan Tidak Pasti

Daya yang di hasilkan oleh pembangkit ini tidaklah pasti karena bergantung pada cahaya yang di terimanya , jika cuaca mendung maka daya yang dihasilkan tidaklah banyak dan ketika malam hari maka energi yang dihasilkan tidak ada sama sekali.

#### 2.2.4 Perkembangan Teknologi Panel Surya

Teknologi pertama yang berhasil dikembangkan oleh para peneliti adalah teknologi yang menggunakan bahan silikon kristal tunggal. Teknologi ini mampu menghasilkan sel surya dengan efisiensi yang sangat tinggi. Masalah terbesar yang dihadapi dalam pengembangan silikon kristal tunggal ini adalah bahwa untuk dapat diproduksi secara komersial sel surya ini harganya sangat mahal sehingga membuat solar sel panel yang dihasilkan menjadi tidak efisien sebagai sumber energi alternatif. Teknologi yang kedua adalah dengan menggunakan wafer silikon poli kristal. Saat ini, hampir sebagian besar panel solar sel yang beredar di pasar komersial berasal dari screen printing jenis silikon poli kristal ini. Wafer silikon poli kristal dibuat dengan teknologi casting berupa balok silikon dan dipotong-potong dengan metode wire-sawing menjadi kepingan (wafer), dengan ketebalan sekitar 250–350 micrometer. Dengan teknologi ini bisa diperoleh sel surya lebih murah meskipun tingkat efisiensinya lebih rendah jika dibandingkan dengan silikon kristal tunggal.

Generasi kedua adalah sel surya yang dibuat dengan teknologi lapisan tipis (thin film). Teknologi pembuatan sel surya dengan lapisan tipis ini dimaksudkan untuk mengurangi biaya pembuatan solar sel mengingat teknologi ini hanya menggunakan kurang dari 1% dari bahan baku silikon jika dibandingkan dengan bahan baku untuk tipe silikon wafer. Metode yang paling sering dipakai dalam pembuatan silikon jenis lapisan tipis ini adalah dengan *Plasma-enhanced chemical vapor deposition (PECVD)* dari gas silane dan hidrogen. Lapisan yang dibuat dengan metode ini menghasilkan silikon yang tidak memiliki arah orientasi kristal atau yang dikenal sebagai amorphous silikon (non kristal).

Selain menggunakan material dari silikon, sel surya lapisan tipis juga dibuat dari bahan semikonduktor lainnya yang memiliki efisiensi solar sel tinggi seperti *Cadmium Telluride (CdTe)* dan *Copper Indium Gallium Selenide (CIGS)*. Efisiensi tertinggi saat ini yang bisa dihasilkan oleh jenis solar sel lapisan tipis ini adalah sebesar 19,5% yang berasal dari solar sel CIGS. Keunggulan lainnya dengan menggunakan tipe lapisan tipis adalah semikonduktor sebagai lapisan solar sel bisa dideposisi pada substrat yang lentur sehingga menghasilkan divais solar sel yang fleksibel. Persoalannya adalah material ini belum dapat diterima dengan baik karena mengandung unsur cadmium. Bila rumah yang atapnya dipasang sel surya CdTe terbakar, unsur cadmium ini akan menimbulkan polusi yang membahayakan. Penelitian agar harga solar sel menjadi lebih murah selanjutnya memunculkan teknologi generasi ketiga yaitu teknologi pembuatan sel surya dari bahan polimer atau disebut juga dengan sel surya organik dan sel surya foto elektrokimia. Sel Surya organik dibuat dari bahan semikonduktor organik seperti *polyphenylene vinylene* dan *fullerene*. Pada solar sel generasi ketiga ini photon yang datang tidak harus menghasilkan pasangan muatan seperti halnya pada teknologi sebelumnya melainkan membangkitkan exciton. Exciton inilah yang kemudian berdifusi pada dua permukaan bahan konduktor (yang biasanya di rekatkan dengan organik semikonduktor berada di antara dua keping konduktor) untuk menghasilkan pasangan muatan dan akhirnya menghasilkan efek arus foto (*photocurrent*). Sedangkan sel surya photokimia merupakan jenis sel surya exciton yang terdiri dari sebuah lapisan partikel nano (biasanya titanium dioksida) yang di endapkan dalam sebuah perendam (dye). Teknologi ini pertama kali diperkenalkan

oleh Profesor Graetzel pada tahun 1991 sehingga jenis solar sel ini sering juga disebut dengan *Graetzel sel* atau *dye-sensitized solar cells* (DSSC).

Graetzel sel ini dilengkapi dengan pasangan redok yang diletakkan dalam sebuah elektrolit (bisa berupa padat atau cairan). Komposisi penyusun solar sel seperti ini memungkinkan bahan baku pembuat Graetzel sel lebih fleksibel dan bisa dibuat dengan metode yang sangat sederhana seperti screen printing. Meskipun solar sel generasi ketiga ini masih memiliki masalah besar dalam hal efisiensi dan usia aktif sel yang masih terlalu singkat, solar sel jenis ini akan mampu memberi pengaruh besar dalam sepuluh tahun ke depan mengingat harga dan proses pembuatannya yang akan sangat murah.

### 2.2.5 Spesifikasi Solar Sell 50 WP

**Tabel 2. 1** spesifikasi solar sell 50 WP

Spesifikasi	Keterangan
Max. Power (Pmax)	50W
Max. Power Voltage (Vmp)	16.5V
Max. Power Current (Imp)	3.34A
Open Circuit Voltage (Voc)	21.1V
Short Circuit Current (Isc)	4.23A
Nominal Operating Cell Temp (NOCT)	45±2°C
Max. System Voltage	1000V
Max. Series Fuse	16A
Weight	6.5Kg
Dimension	775 x 680 x 28 mm



### **2.3 Energi Listrik dan Manfaatnya**

Energi merupakan kebutuhan utama sepanjang peradaban umat manusia. Peningkatan kebutuhan energi dapat menjadi indikator peningkatan kemakmuran, namun pada saat yang sama menimbulkan masalah dalam usahapenyediaannya.[8]Energi yang banyak dimanfaatkan dalam kebutuhan hidup masyarakat masa kini adalah energi listrik. Pengertian energi listrik sendiri adalah energi akhir yang dibutuhkan bagi peralatan listrik untuk menggerakkan motor, lampu penerangan, memanaskan, mendinginkan, ataupun untuk menggerakkan kembali suatu peralatan mekanik untuk menghasilkan bentuk energi yang lain. Energi yang dihasilkan dapat berasal dari berbagai sumber, seperti air, minyak, batu bara, angin, panas bumi, nuklir, matahari, gelombang laut, pasang surut gelombang, biomas, dan lain sebagainya. Energi ini besarnya dari beberapa volt sampai ribuan hingga jutaan volt.

Energi listrik tidak dapat diciptakan dan tidak dapat dimusnahkan. Energi listrik merupakan energi yang sangat fleksibel, karena energi listrik dapat dengan mudah diubah menjadi energi lainya, misalkan energi listrik dapat diubah menjadi energi panas, energi gerak, energi cahaya, dan energi lainya. Energi listrik sangat dibutuhkan oleh masyarakat umumnya untuk rumah tangga, perkantoran, perusahaan atau industri, lembaga-lembaga pemerintahan seperti lembaga pendidikan, lembaga sosial, pemerintahan skala kecil ataupun skala besar, dan lembaga lainya. Pemakaian energi listrik sekarang ini sudah sangat luas sekali, bahkan manusia saat ini sangat sulit melepaskan diri dari ketergantungan dari kebutuhan menggunakan energi listrik ini. Bahkan kini alat transportasi seperti mobil, kerta api dan sepeda sudah ada yang memanfaatkan teknologi listrik dan

masih banyak contoh teknologi canggih lainnya yang memerlukan listrik, semakin lama semakin sulit mendapatkan peralatan yang tidak menggunakan energi listrik di era milenium ini.

## **2.4 Cahaya**

Cahaya merupakan energi yang berbentuk gelombang elektromagnetik yang secara kasat mata dengan memiliki panjang gelombang sekitar 380 hingga 750 nm. Dalam bidang fisika, cahaya merupakan radiasi elektromagnetik, baik itu dengan panjang gelombang kasat mata maupun yang tidak kasat mata. Tidak hanya itu saja, cahaya merupakan paket partikel yang biasa disebut dengan nama foton. Kedua definisi tersebut menjadi sifat milik cahaya yang secara bersama, sehingga disebut sebagai "dualisme gelombang-partikel".

Studi mengenai cahaya ini sendiri dimulai saat muncul era optika klasik yang mempelajari mengenai besaran optik, seperti :

- a) Intensitas
- b) Frekuensi atau panjang gelombang
- c) Polarisasi
- d) Fase cahaya

### **2.4.1 Sifat-Sifat Cahaya**

Cahaya mempunyai beberapa sifat yakni menembus benda yang bening, bisa dipantulkan, merambat lurus, bisa dibiaskan dan bisa diuraikan. Untuk mengetahui secara lebih jelas, berikut sifat cahaya:

## 1. Cahaya Bisa Menembus Benda Bening

Benda bening merupakan benda yang bisa ditembus dengan mudah oleh adanya cahaya. Contoh benda bening yang ada di sekitar kita antara lain, kaca, mika, plastik bening, botol bening dan air jernih.

Berdasar dari kemampuan cahaya dalam menembus benda, bisa dibedakan sebanyak 3 contoh, yakni :

- a) Benda bening atau transparan, yakni benda-benda yang bisa ditembus dan dilewati oleh cahaya. Benda bening akan meneruskan semua cahaya yang datang dan mengenainya. Contoh benda bening seperti kaca yang bening dan air jernih.
- b) Benda translusens, yakni benda-benda yang hanya bisa meneruskan sebagian cahaya saja yang telah diterima. Contoh benda ini seperti air yang keruh, bohlam susu dan kaca dop.
- c) *Opaque* atau benda yang tak bisa ditembus oleh cahaya, yakni benda gelap yang sama sekali tak bisa ditembus oleh adanya cahaya yang datang. *Opaque* ini sendiri hanya akan memantulkan semua cahaya yang akan mengenai benda tersebut. Contoh bendanya seperti buku yang tebal, tembok, kayu, hingga besi.

Sifat cahaya yang bisa menembus pada benda bening, memungkinkan cahaya matahari yang bisa menembus permukaan air yang jernih, sehingga tanaman yang hidup di dasar air bisa tetap tumbuh dengan baik dan tanpa adanya gangguan. Sifat cahaya yang bisa menembus benda bening ini juga bisa dimanfaatkan oleh manusia untuk membuat berbagai macam peralatan penting

dalam kehidupan sehari-hari, seperti kacamata, kaca mobil, akuarium, hingga termometer.

## **2. Cahaya Bisa Dipantulkan**

Pemantulan atau refleksi atau pencerminan merupakan proses kembali terpancarnya cahaya dari permukaan benda yang memang terkena oleh cahaya. Pemantulan cahaya bisa dibedakan menjadi 2, yakni pemantulan teratur dan pemantulan baur (*difus*) atau tak teratur.

- a) Pemantulan teratur, merupakan pemantulan yang berkas cahaya pantulnya itu sejajar. Pemantulan teratur bisa terjadi jika cahaya mengenai benda yang permukaannya itu rata dan mengkilap alias licin. Salah satu contoh benda yang bisa memantulkan cahaya yakni cermin. Cermin itu merupakan benda yang bisa memantulkan cahaya dengan paling sempurna. Hal ini dikarenakan, pada cermin mempunyai permukaan yang sangat halus dan mengkilap. Dalam benda seperti ini, cahaya bisa dipantulkan dengan arah yang sejajar, sehingga bisa membentuk bayangan benda dengan sangat baik. Contoh peristiwa pemantulan cahaya ini sendiri terjadi saat kita sedang bercermin. Bayangan tubuh kita akan terlihat di cermin, karena cahaya yang dipantulkan oleh tubuh kita, saat mengenai permukaan cermin, dipantulkan alias dipancarkan kembali sehingga bisa masuk ke mata kita.
- b) Pemantulan difus/baur/tidak teratur, pemantulan ini terjadi pada tanah yang rata atau pada air yang bergelombang. Adanya pemantulan baur ini sendiri, tempat-tempat yang sebelumnya tak terkena oleh cahaya secara langsung, akan menjadi ikut terang. Inilah keuntungan jika adanya pemantulan baur.

### **3. Cahaya Bisa Diuraikan**

Istilah lain dari penguraian cahaya itu dinamakan dengan dispersi cahaya. Contoh terjadinya peristiwa dispersi cahaya yang secara alami benar-benar terjadi merupakan peristiwa dari terbentuknya pelangi. Biasanya, pelangi ini akan muncul setelah hujan turun. Pelangi itu terdiri atas beberapa warna, mulai dari merah, jingga, kuning, hijau, biru, nila dan ungu. sebenarnya, warna-warna tersebut berasal dari 1 warna saja, yakni warna putih yang dihasilkan dari cahaya matahari. Akan tetapi, karena cahaya matahari yang datang tersebut dibiarkan oleh adanya titik air hujan, maka hal tersebut berakibat jika cahaya putih akan diuraikan menjadi beberapa macam warna yang menarik, sehingga terjadilah warna-warna yang indah di dalam pelangi tersebut.

Peristiwa penguraian cahaya putih menjadi berbagai warna biasa disebut dengan nama dispersi cahaya. Cahaya putih bisa diuraikan menjadi berbagai macam warna yang bagus, sehingga warna putih tersebut bisa disebut dengan nama sinar polikromatik. Cahaya putih seperti pada cahaya matahari itu termasuk ke dalam cahaya polikromatik. Cahaya polikromatik merupakan cahaya yang tersusun dari beberapa macam komponen warna yang ada. Cahaya putih juga tersusun atas spektrum cahaya yang memiliki warna merah, jingga, kuning, hijau, biru, nila dan ungu. Sementara itu, peristiwa perpaduan berbagai macam warna cahaya menjadi warna putih, bisa disebut dengan nama spektrum cahaya. Spektrum warna yang tak bisa diuraikan kembali biasa disebut dengan nama cahaya monokromatik.

#### 4. Cahaya Bisa Dibiaskan

Pembiasan cahaya merupakan pembelokan arah rambat cahaya pada saat melewati sebanyak 2 medium yang memiliki kerapatan berbeda. Pembiasan cahaya ini sendiri biasanya digunakan oleh manusia dalam berbagai pembuatan alat optik.

Pembiasan cahaya bisa menyebabkan terjadinya berbagai macam peristiwa yang ada pada kehidupan sehari-hari, yang bisa diuraikan sebagai berikut :

- a) Dasar air yang jernih akan terlihat lebih dangkal dari yang sebenarnya
- b) Pensil atau benda lurus yang lain apabila diletakkan di dalam gelas yang berisikan air, maka akan terlihat patah atau bengkok benda tersebut
- c) Peristiwa fatamorgana yang akan terjadi karena adanya berkas cahaya yang berjalan dari udara dingin ke udara yang panas terbiaskan ke arah atau sisi horizontal, sehingga pada suatu benda tersebut tampak muncul di atas posisi yang sesungguhnya
- d) Uang logam jika diletakkan di dalam air yang jernih akan terlihat lebih dekat dengan permukaan
- e) Ikan yang berada di dalam akuarium juga akan terlihat jauh lebih besar

Seperti yang ada pada pemantulan cahaya, di dalam pembiasan cahaya juga berlaku dalam hukum pembiasan cahaya yang bisa diuraikan sebagai berikut:

- a) Apabila cahaya merambat dari zat yang kurang rapat ke zat yang memiliki kerapatan lebih, cahaya akan dibiaskan mendekati garis yang normal. Semisal, cahaya akan merambat dari udara ke air.

- b) Apabila cahaya merambat dari zat yang jauh lebih rapat ke zat yang memiliki kerapatan kurang, maka cahaya akan dibiaskan menjauhi garis normal. Semisal, cahaya merambat dari air ke udara.

## 5. Cahaya Merambat Lurus

Cahaya akan merambat dengan lurus jika memang dia akan melewati 1 medium perantara saja. Peristiwa ini juga bisa dibuktikan dengan baik, nyalanya lampu senter yang berjalan atau merambat dengan lurus. Cahaya yang merambat dengan lurus juga bisa kita lihat dari berkas cahaya matahari yang menerobos masuk melalui celah-celah genting ataupun ventilasi yang akan tampak berupa seperti garis yang lurus. Kedua hal inilah yang bisa membuktikan jika cahaya memang merambat lurus. Sifat cahaya yang selalu merambat dengan lurus ini biasa dimanfaatkan oleh manusia dalam membuat lampu senter hingga lampu pada kendaraan bermotor.

### 2.4.2 Intensitas Cahaya

Intensitas cahaya adalah kuat cahaya yang dikeluarkan oleh sebuah sumber cahaya ke arah tertentu dan diukur menggunakan *luxmeter* dengan satuan *Candela*. Pada umumnya cahaya memiliki empat faktor yang dapat mempengaruhi kualitas pencahayaan yaitu kontras, silau, refleksi cahaya dan kualitas warna cahaya. Kemampuan mata manusia hanya dapat melihat cahaya dengan panjang gelombang tertentu yang diukur dalam besaran pokok ini.

## 2.5 Suhu

Suhu adalah besaran yang menyatakan dingin atau panasnya sebuah benda. Sedangkan alat yang digunakan untuk mengukur suhu ini adalah termometer. Suhu sebuah panel surya sangat mempengaruhi hasil dari keluaran

panel tersebut, semakin tinggi suhu permukaan maka hasil yang di dapat kurang optimal dikarenakan batasan normal suhu permukaan panel berkisar di antara

## **2.6 Solar Charge Controller**

*Solar charger controller* adalah sebuah perangkat atau komponen pada pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) terminal diantaranya: terminal untuk panel surya, terminal untuk baterai, terminal untuk beban. Ketiga terminal tersebut dilengkapi dengan polaritas yaitu tanda negatif (-) dan tanda positif (+) yang jelas agar tidak terjadi kesalahan. *Solar Charger Controller* berfungsi mengatur tegangan dan arus dari panel surya ke baterai, apabila baterai sudah penuh maka listrik dari panel surya tidak akan dialirkan ke baterai dan sebaliknya. Dan dari baterai ke beban, apabila listrik dalam baterai tinggal 20- 30%, maka listrik ke beban otomatis dimatikan.[9]Jika solar charge ini tidak digunakan maka kerusakan pada batrai akan sangat rentan karena tegangan keluaran yang di hasilkan oleh panel surya biasanya berkisaran di antara 16-20 Volt DC sedangkan batrai hanya membutuhkan tegangan pada saat pengisian berkisaran di antara 13-14,8 Volt DC. Maka dari itu keberadaan solar charge control ini sangat di butuhkan agar kerukan yang terjadi nantinya dapat diminimalisirkan.

Sistem kerja dari solar charge control ini adalah sebagai berikut :

- a. Pada saat tegangan pengisian batrai telah penuh maka control akan menghentikan suplai tegangan ke batrai, selanjutnya tegangan yang di hasilkan bisa langsung didistribusikan ke beban.
- b. Pada saat voltase pada batrai akan kosong maka controll akan menghentikan pengambilan arus listrik pada batrai yang akan digunakan oleh beban. Pada



saat voltase tertentu (umumnya 10% voltase yang tersisa pada batrai), maka pemutusan arus akan langsung dilakukan oleh controller.



**Gambar 2. 6** Solar Charge Controller

## 2.7 Baterai

Baterai adalah alat yang memiliki dua bahkan lebih sel elektrokimia yang mana dapat mengubah energi kimia menjadi energi listrik. Setiap baterai memiliki dua buah terminal yang saling berlawanan, dimana yang satu terminal positif (*katoda*) dan yang satu terminal negatif (*anoda*) serta terdapat elektrolit sebagai penghantar. Output dari batrai ini sendiri merupakan arus searah atau arus DC (*Direct Current*).

Pada umumnya baterai memiliki dua jenis atau dua *type* utamanya, yang pertama ialah baterai primer dan yang kedua itu baterai isi ulang (*rechargeable battrey*). Baterai ABC adalah salah contoh alat penyimpan energi primer. Baterai primer ini biasanya tidak bisa dicas ulang dan hanya bersifat sekali pemakaian dan ketika energi listrik yang tersimpan habis maka batrai akan di buang. Baterai

sekunder adalah baterai yang bisa diisi kembali, contohnya aki merek Yuasa yang terpasang pada kendaraan bermotor. Untuk sistem PLTS, hanya aki sekunderlah yang bisa kita gunakan dalam pengoprasiannya.

Baterai memiliki peranan terpenting dalam sistem pembangkitan energi tenaga surya ini karena tanpa adanya baterai yang berfungsi sebagai penyimpan energi listrik ini maka konsumsi energi akan terputus jika panel surya tertutup awan atau ketika malam hari tiba. Ini di sebabkan oleh panel surya yang tidak dapat menghasilkan energi listrik karena tidak mendapatkan cahaya untuk merubahnya menjadi energi listrik.



**Gambar 2. 7 Baterai**

### 2.7.1 Jenis-Jenis Baterai (Aki)

1. Aki *deep-cycle jenis Marine* pada dasarnya digunakan untuk aplikasi yang kecil dan sederhana di kapal layar dan perkemahan. Selain aki Marine ini, aki Kendaraan Golf juga sering dipakai untuk aplikasi sederhana.
2. Aki *deep-cycle jenis Lead Acid* adalah aki yang berkepingan internal yang tebal dan banyak digunakan oleh industri-industri berat. Yang paling diminati termasuk Aki Trojan, Surrette dan Deka. Aki-aki ini bisa tahan lama sampai bertahun-tahun. Aki Lead Acid mengeluarkan gas sewaktu pengisian arus DC berlaku. Demi keselamatan, aki-aki ini harus ditempatkan diluar bangunan dan dipasang oleh ahli yang berkeahlian.
3. Aki *Sealed Gel* adalah aki *deep-cycle* yang tidak menguapkan gas ketika proses pengisian berlangsung. Aki ini cocok dipakai di dalam bangunan. Aki *Absorbed Glass Mat (AGM)* adalah aki anti bocor dan mempunyai kinerja yang sangat tinggi. Jenis aki ini boleh dikatakan adalah yang terbaik untuk diterapkan pada sistem surya industri-industri berat. Misalnya, aki AGM terdapat di dalam pesawat terbang, rumah sakit dsb. Kualitas aki AGM juga sangat bagus dan bisa tahan lama. Aki *Sun Xtender* adalah contoh jenis AGM.

Kapasitas baterai ini ditentukan dengan satuan Ampere-jam. (dengan satuan Ah). Tegangan standart sebuah aki ialah berkisaran di antara 6V, 9V, 12V, 24V dan 48V.

Untuk mengetahui berapa banyak energi yang dapat disimpan di dalam sebuah aki maka perlu merubah Amper-jam (Ah) menjadi daya-jam (Wh)

sehingga dengan sangat mudah mengetahui total kapasitas baterai yang ada.

Berikut contohnya :

$$P = I \times V \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan : P= Daya (Watt/hour)

V= Tegangan (volt)

I= Arus (Ampere)

## 2.8 Kabel

Kabel adalah sebuah alat atau media yang digunakan sebagai penghubung dari satu komponen ke komponen lain, serta dapat menghantarkan suatu aliran listrik dari satu tempat ketempat lain dan juga dapat menghantarkan sinyal dari satu tempat ke tempat lain. Kabel sendiri terdiri dari satu kawat atau lebih yang mana berfungsi sebagai konduktor atau penghantar aliran listrik serta terdiri dari isolator yang berfungsi sebagai penyekat aliran listrik agar tidak melewati isolator tersebut. Selain isolator, kabel sendiri memiliki selubung pelindung yang mana dapat melindungi lapisan isolasi.

### 2.8.1Jenis-Jenis Kabel

Berdasarkan bentuk ukuran,bahan serta fungsinya kabel terdiri dari berbagai jenis yaitu :

#### a. Kabel Berpasangan (*Paired Cable*),

yaitu kabel yang terbuat dari dua konduktor yang diisolasi secara individual. Kabel Berpasangan atau Paired Cable ini sering digunakan untuk arus listrik DC dan arus listrik AC yang berfrekuensi rendah.

**b. Kabel *Twin Lead***

yaitu kabel yang terdiri dari dua konduktor dengan bentuk yang mirip dengan pita. Kabel *Twin Lead* ini biasanya digunakan sebagai media transmisi yang menghubungkan Antena dengan *Receiver* (perangkat penerima sinyal) seperti Radio ataupun Televisi. Kabel *Twin Lead* ini sering disebut juga dengan kabel  $300\Omega$  karena impedansinya adalah  $300\Omega$ .

**c. Kabel *Shielded Twin Lead***

kabel jenis ini mirip dengan kabel berpasangan atau *paired cable*, namun pada bagian dalam kabel dikelilingi oleh lapisan logam tipis yang terhubung ke *wire konduktor ground*. Lapisan logam tipis ini berfungsi untuk melindungi kabel dari medan magnet atau untuk menghindari gangguan lainnya yang berpotensi menyebabkan sinyal Noise pada kabel yang bersangkutan.

**d. Kabel Multi Konduktor (*Multiple Conductor Cable*)**

yaitu kabel yang terdiri dari sejumlah konduktor dengan bungkusan Isolator secara individual yang warna-warni. Kabel jenis ini biasanya digunakan di perangkat listrik rumah tangga ataupun instalasi listrik rumah.

**e. Kabel Koaksial (*Coaxial Cable*)**

yaitu kabel yang digunakan untuk menghantarkan sinyal frekuensi tinggi. Kabel Koaksial memiliki dua konduktor yang mana satu konduktor berada di rongga luar mengelilingi satu konduktor tunggal yang dipisahkan oleh bahan Isolator. Kabel jenis ini memiliki impedansi transmisi yang konstan serta tidak menghasilkan medan magnet sehingga cocok untuk mentransmisikan sinyal frekuensi tinggi.

**f. Kabel Pita (*Ribbon*)**

kabel jenis ini sering disebut juga dengan Kabel Pelangi dan biasanya digunakan pada aplikasi atau rangkaian elektronik yang memerlukan banyak kawat konduktor sebagai penghubung. Kabel Pita atau Ribbon yang memiliki fleksibilitas tinggi ini umumnya digunakan pada rangkaian yang memerlukan tegangan rendah terutama pada rangkaian sistem digital.

**g. Kabel Serat optik (*Fiber optic Cable*)**

yaitu kabel yang terbuat dari serat kaca atau plastik halus yang dapat mentransmisikan sinyal cahaya dari satu tempat ke tempat lainnya. Sumber cahayanya dapat berupa sinar Laser ataupun sinar LED. Diameter kabel serat optik sekitar 120 mikrometer.

**h. Kabel pasangan berpilin (*Twisted pair cable*)**

*Twisted pair Cable* pada dasarnya merupakan sepasang kabel tembaga yang diputar bersama-sama berbentuk spiral dan dibungkus dengan lapisan plastik. *Twisted Pair Cable* ini pada dasarnya dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu Kabel UTP (*unshielded Twisted Pair*) dan STP (*Shielded Twisted Pair*). Diameter *Twisted Pair* sekitar 0,4mm hingga 0,8mm.

### **2.6.2 Kemampuan Hantar Listrik Kabel**

Kemampuan hantar listrik dalam sebuah kabel listrik memiliki standarnya tersendiri dikarenakan jika kabel yang di pasang terlalu besar atau terlalu kecil maka akan berdampak buruk bagi kinerja kabel tersebut. Misalkan saja jika luas penampang kabel kecil sedangkan beban arus yang ada memiliki beban arus yang besar maka suhu kabel akan naik bahkan bisa menyebabkan kebakaran. Maka dari itu dalam menentukan ukuran kabel sangat mempengaruhi kinerja dari kabel

tersebut dan juga penentuan ukuran kabel ini sangat penting, mengingat akibat yang ditimbulkannya. Berikut tabel kemampuan hantar arus sesuai standart.

**Tabel 2. 2** Kemampuan Hantar Arus

<b>TABEL KEMAMPUAN HANTAR ARUS</b>		
<b>NO</b>	<b>PENAMPANG KABEL (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>KEMAMPUAN HANTAR ARUS (AMPERE)</b>
<b>1</b>	<b>0.75</b>	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>1</b>	<b>15</b>
<b>3</b>	<b>1.5</b>	<b>18</b>
<b>4</b>	<b>2.5</b>	<b>26</b>
<b>5</b>	<b>4</b>	<b>34</b>
<b>6</b>	<b>6</b>	<b>44</b>
<b>7</b>	<b>10</b>	<b>61</b>
<b>8</b>	<b>16</b>	<b>82</b>
<b>9</b>	<b>25</b>	<b>108</b>
<b>10</b>	<b>35</b>	<b>135</b>
<b>11</b>	<b>50</b>	<b>168</b>
<b>12</b>	<b>70</b>	<b>207</b>
<b>13</b>	<b>95</b>	<b>250</b>
<b>14</b>	<b>120</b>	<b>292</b>

Cara menentukan ukuran kabel yang akan di pakai maka kita dapat mengetahuinya dengan cara sebagai berikut :

$$125 \% \times \text{Arus maksimal}$$

Sebagai contoh : Suatu instalasi listrik 1 phase, memiliki beban arus listrik maksimal sebesar 100 Ampere, maka kita dapat menggunakan kabel dengan kemampuan hantar arus yang lebih besar sekitar 125 % dari 100 Ampere.

$$125 \% \times I_{\max} \dots\dots\dots 2.2$$

$$125 \times 100 \text{ Ampere} = 125 \text{ Ampere.}$$

Kemudian kita bisa lihat di tabel KHA diatas, ukuran kabel yang mampu menghantarkan arus sebesar 125Amp. Maka didapati ukuran kabel yang harus dipakai adalah sebesar 33 mm.

## 2.9 Beban Listrik

Beban Listrik adalah segala sesuatu yang ditanggung oleh pembangkit listrik atau bisa disebut segala sesuatu yang membutuhkan tenaga/daya listrik. Dalam kehidupan sehari-hari contoh beban listrik adalah lampu setrika listrik, motor listrik, pompa air Television, mesin cuci, dispenser, Kompor listrik, dan lain sebagainya. Beban listrik dikatakan juga sebagai hambatan/resistan (*Resistance*) dalam ilmu listrik dimana dapat dirumuskan pada hukum ohm :

Hukum Ohm adalah suatu pernyataan bahwa besar arus listrik yang mengalir melalui sebuah penghantar selalu berbanding lurus dengan beda potensial yang diterapkan kepadanya. Sebuah benda penghantar dikatakan mematuhi hukum Ohm apabila nilai resistansinya tidak bergantung terhadap besar dan polaritas beda potensial yang dikenakan kepadanya.

$$I = \frac{V}{R} \dots\dots\dots 2.3$$



$$V = I.R \dots\dots\dots 2.4$$

*Keterangan : V= tegangan listrik (Volt)*

*I= arus listrik (Ampere)*

*R= Nilai Hambatan Resistansi (Ohm)*

Ada 2 jenis beban listrik berdasarkan sumbernya :

- 1) Beban Listrik Tegangan Searah
- 2) Beban Listrik Tegangan bolak-balik.

### **2.9.1 Beban Listrik Searah (DC)**

Tegangan DC Adalah tegangan dengan aliran arus searah. Tegangan DC memiliki notasi/tanda positif pada satu titiknya dan negatif pada titik yang lain. Sumber-sumber tagangan DC diantaranya adalah elemen volta, battery, aki, solar cell dan adaptor/power supply DC. Pemasangan tegangan DC pada rangkaian harus benar sesuai kutubnya karena jika terbalik bisa berakibat kerusakan pada kedua bagian.

Aplikasi tegangan DC banyak kita jumpai pada peralatan elektronik portabel seperti handphone, remote, sepeda motor, mainan dan pemutar musik portabel. Sekarang ini sudah banyak dipakai sumber tegangan DC berupa battery yang bisa diisi ulang (*recharge*) jadi jika tegangan listrik pada battery habis bisa dibangkitkan lagi dengan mengisinya.

Pada tegangan searah, semua beban adalah resistif (tidak ada pergeseran fase atau sudut) maka rumus yang digunakan adalah rumus pada hukum Ohm.

Arus DC adalah arus yang mempunyai nilai tetap atau konstan terhadap satuan waktu, artinya diaman pun kita meninjau arus tersebut pada waktu berbeda akan mendapatkan nilai yang sama.

Bila sumber listrik DC, maka sifat beban hanya bersifat resistif murni, karena frekuensi sumber DC adalah nol. Reaktansi induktif (XL) akan menjadi nol yang berarti bahwa induktor tersebut akan short circuit. Reaktansi kapasitif (XC) akan menjadi tak berhingga yang berarti bahwa kapasitif tersebut akan open circuit. Jadi sumber DC akan mengakibatkan beban-beban induktif dan beban kapasitif tidak akan berpengaruh pada rangkaian.

## **2.10 Arus Listrik**

Arus listrik adalah banyaknya muatan listrik yang disebabkan dari elektron-elektron, mengalir melalui suatu titik dalam sirkuit listrik tiap satuan waktu. Arus listrik dapat diukur dalam satuan Coulomb detik atau ampere. Contoh arus listrik dalam kehidupan sehari-hari berkisar dari yang sangat lemah dalam satuan mikroAmpere (mA) seperti didalam jaringan hingga arus yang sangat kuat 1-200 kiloAmpere (kA) seperti yang terjadi pada petir. Dalam kebanyakan sirkuit arus searah dapat diasumsikan resistansi terhadap arus listrik adalah konstan sehingga besar arus yang mengalir dalam sirkuit bergantung pada voltase dan resistansi sesuai dengan hukum ohm.

Arus listrik merupakan satu dari tujuh satuan pokok dalam satuan internasional. Satuan internasional untuk arus listrik adalah Ampere (A). Secara formal satuan Ampere didefinisikan sebagai arus konstan yang bila dipertahankan akan menghasilkan gaya sebesar  $2 \times 10^{-7}$  Newton/meter di antara dua penghantar

lurus sejajar, dengan luas penampang yang dapat diabaikan, berjarak 1 meter satu sama lain dalam ruang hampa udara

### **2.11 Tegangan**

Tegangan listrik adalah perbedaan potensial listrik antara dua titik dalam rangkaian listrik, dan dinyatakan dalam satuan volt. Besaran ini mengukur energi potensial dari sebuah medan listrik yang mengakibatkan adanya aliran listrik dalam sebuah konduktor listrik. Tergantung pada perbedaan potensial listriknya, suatu tegangan listrik dapat dikatakan sebagai ekstra rendah, rendah, tinggi atau ekstra tinggi. Secara definisi tegangan listrik menyebabkan objek bermuatan listrik negatif tertarik dari tempat bertegangan rendah menuju tempat bertegangan lebih tinggi. Sehingga arah arus listrik konvensional di dalam suatu konduktor mengalir dari tegangan tinggi menuju tegangan rendah.

### **2.12 Tegangan Jatuh ( *Line Drop* )**

Tegangan jatuh ialah besarnya tegangan yang hilang pada saat pengiriman. Apabila arus listrik mengalir di dalam suatu sirkuit kelistrikan, dan pada sirkuit tersebut terdapat tahanan listrik di dalamnya maka hal tersebut akan dapat menyebabkan terjadinya penurunan tegangan (*voltage drop*). *Voltage drop* atau tegangan jatuh merupakan selisih antara tegangan yang dikirim (tegangan awal) dengan tegangan yang terkirim (tegangan akhir).

### **2.13 Daya**

Daya listrik dalam bahasa Inggris disebut dengan *Electrical Power* adalah laju hantar daya energi listrik dalam rangkaian listrik. SI daya listrik adalah watt yang menyatakan banyaknya tenaga listrik yang mengalir persatuan waktu.

Sumber Energi seperti Tegangan listrik akan menghasilkan daya listrik sedangkan beban yang terhubung dengannya akan menyerap daya listrik tersebut. Dengan kata lain, Daya listrik adalah tingkat konsumsi energi dalam sebuah sirkuit atau rangkaian listrik. perumusan daya listrik adalah seperti dibawah ini :

$$P = \frac{E}{t} \dots\dots\dots 2.5$$

Dimana :P = Daya Listrik

E = Energi dengan satuan Joule

t = waktu dengan satuan detik

Rumus umum yang digunakan untuk menghitung Daya Listrik dalam sebuah Rangkaian Listrik adalah sebagai berikut :

$$P = V \times I \dots\dots\dots 2.6$$

*Atau*

$$P = I^2 \dots\dots\dots 2.7$$

$$P = V^2/R \dots\dots\dots 2.8$$

Dimana :P = Daya Listrik dengan satuan Watt (W)

V = Tegangan Listrik dengan Satuan Volt (V)

I = Arus Listrik dengan satuan Ampere (A)

R = Hambatan dengan satuan Ohm ( $\Omega$ )

## 2.14 Pompa

Pompa adalah mesin atau peralatan mekanis yang digunakan untuk menaikkan cairan dari dataran rendah ke dataran tinggi atau untuk menaikkan tekanan cairan dari cairan bertekanan rendah ke cairan yang bertekanan tinggi atau untuk memindahkan sebuah cairan dari satu tempat ke tempat lainya.[10]

Perpindahan 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.



**Gambar 2. 8** Pompa Air AC



**Gambar 2. 9** Pompa Air DC

Pompa air saat ini memiliki 2 tipe suplai daya , yang pertama suplai daya arus bolak-balik, dan yang ke dua adalah suplai daya arus searah atau lebih dikenal DC. Kedua pompa air ini memiliki keunggulan masing-masing yang mana pada pompa AC memiliki keunggulan salah satunya sangat mudah di jumpai dipasaran dan menggunakannya sudah sangat mudah karena hanya di hubungkan pada daya yang bersumber pada PLN maka pompa sudah bisa digunakan, sedangkan pada pompa DC ia memiliki keunggulan di bidang harga yang terjangkau dan pompa ini hanya memerlukan sebuah baterai/aki kendaraan sepeda motor atau aki mobil maka pompa ini bisa langsung digunakan.

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Lokasi Penelitian**

Adapun penelitian ini dilaksanakan laboratorium Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Jln. Kapten Muchtar Basri no.3 Medan. dan dalam melakukan penelitian tentang PLTS sebagai suplai motor pompa DC dilakukan selama empat bulan. Berikut adalah tabel waktu penelitian.

#### **3.2 Metode Menentukan Pemakaian Energi Listrik**

Penggunaan energi listrik ditingkat konsumen semakin meningkat disesuaikan dengan kebutuhan yang terjadi. Untuk mengurangi pemakaian listrik yang bergantung pada PLN maka penulis merancang sebuah alat dengan memanfaatkan sumber energi matahari yang menggunakan beberapa metode mendekati pola penggunaan energi listrik, antara lain :

##### **3.2.1 Pengukuran Arus dan Tegangan**

Penulis melakukan pengukuran Arus dan Tegangan yang dihasilkan oleh pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) dan baterai.

##### **3.2.2 pengukuran debit air**

penulis melakukan pengambilan data dari pada pompa air DC dan melakukan pengukuran debit air yang dihasilkan.

##### **3.2.2 Observasi (Pengamatan)**

Melakukan pengamatan secara langsung dilapangan serta melakukan pengujian terhadap tegangan, arus dan daya yang dihasilkan oleh PLTS dan baterai

### 3.3 Peralatan Penelitian

Adapun peralatan penelitian yang digunakan oleh penulis di dalam penelitian analisa perhitungan tegangan dan arus pada penggunaan motor pompa air dc yang disuplai oleh sistem pembangkit listrik tenaga surya yaitu :

1. Satu Unit Panel surya
  - Merk : HQ energy
  - Pmax : 50 WP
  - Voltage :17,5 V
  - Current : 2,85 A
  - Max System Voltage : 1000 Voc
2. Satu Unit Sollar Carger Sell
  - Merk/Type : Elnicpro/PV2410U
  - Rated voltage : 12 V
  - Rated Current : 10A
  - Max Charge Current : 10 A
3. Satu Unit Batrai
  - Merk : GS Astra
  - Current : 65 Ah
  - Voltage : 12 V
4. satu unit pompa air DC
  - Merk : Raindew
  - Voltage : 12 Vdc
  - Current range :1,6-3.0 A



5. satu unit multimeter

Merk : sanwa

### **3.4 Beban Listrik**

Beban yang dipakai dalam penelitian kali ini adalah berupa pompa air DC 12 Volt.

### **3.5 Metode Penelitian**

Metode penelitian merupakan cara-cara teknik/penjabaran suatu analisa/perhitungan yang dilakukan dalam rangka mencapai suatu tujuan dalam penelitian. Adapun langkah-langkah metode penelitian ini, yaitu :

#### **1. Studi Literatur**

Meliputi studi definisi pembangkit listrik tenaga surya untuk menyuplai daya ke pompa air DC

#### **2. Pengumpulan Data**

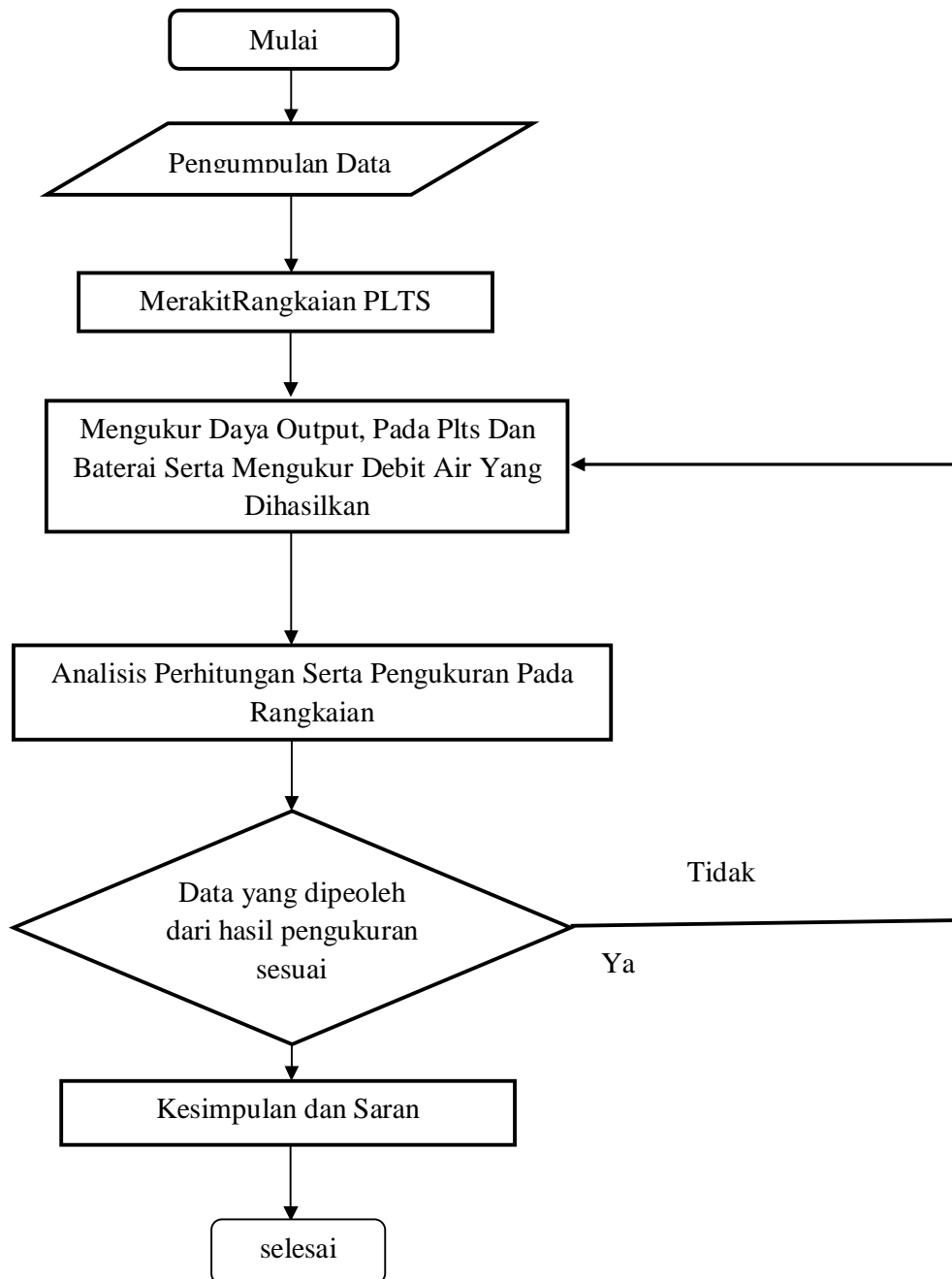
Penulis melakukan pengambilan serta pengumpulan data dengan cara melakukan pengukuran arus dan tegangan yang dihasilkan oleh pembangkit listrik tenaga surya terlebih dahulu setiap 2 jam sekali dan kemudian penulis juga melakukan pengukuran arus dan tegangan terhadap baterai selama 2 jam sekali. Hasil yang di dapat dari pengukuran arus dan tegangan ini kemudian penulis catat dalam sebuah lembar pengumpulan data. Selanjutnya setelah melakukan pengukuran penulis melakukan pengujian beban berupa pompa air DC dan mengambil data berapa debit air yang di hasilkan per satu menitnya.

#### **3. Pengolahan Data dan Analisa**

Menganalisi besar daya yang dihasilkan pada PLTS dan pada baterai serta menganalisa debit air yang akan di hasilkan oleh pompa air dc ini. Data-data yangyang di peroleh tersebut dapat juga dalam berbentuk grafik.

### 3.6 Diagram Alir

Prosedur penyusunan tugas akhir adalah sebagai berikut :



**Gambar 3. 1** Flowchart Penyusunan Tugas Akhir

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Data Penelitian Tegangan Dan Arus Pada Panel Surya

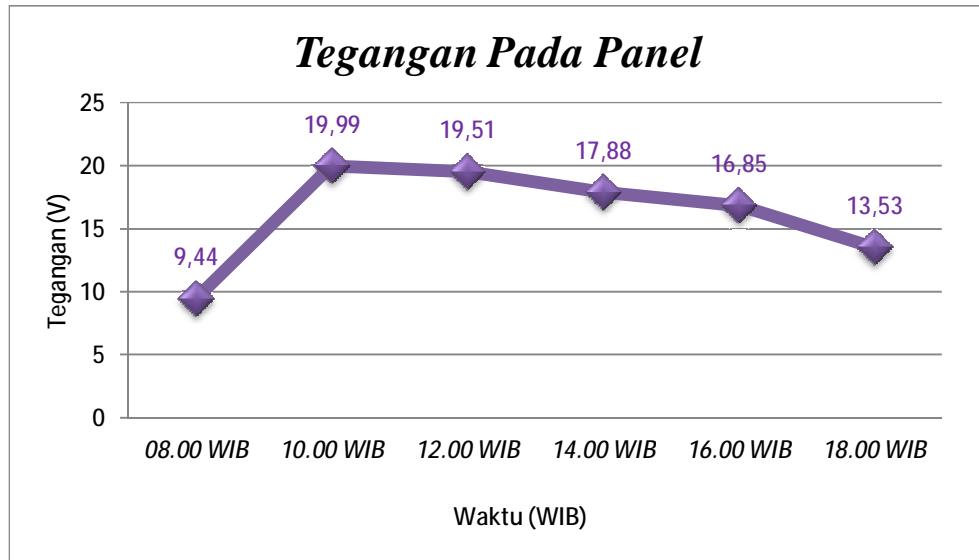
Adapun hasil pengujian arus dan tegangan pada panel surya adalah sebagai berikut:

**Tabel 4. 1** Data Hasil Pengujian Panel Surya

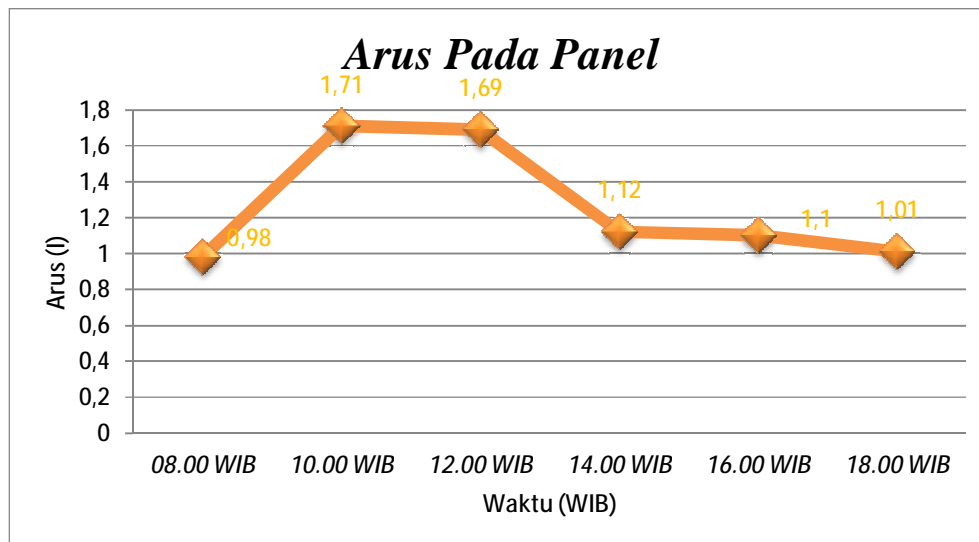
No	Waktu Pengujian	V panel Surya	I panel Surya	P panel Surya	keterangan
1	08.00 WIB	9.44 Volt	0.98 Ampere	9.25 Watt	Cerah
2	10.00 WIB	19.99 Volt	1.71 Ampere	34.18 Watt	Cerah
3	12.00 WIB	19.51 Volt	1.69 Ampere	32.97 Watt	Mendung
4	14.00 WIB	17.88 Volt	1.12 Ampere	20.03 Watt	Mendung
5	16.00 WIB	16.85 Volt	1.10 Ampere	18.54 Watt	Mendung
6	18.00 WIB	13.53 Volt	1.01 Ampere	13.67 Watt	Mendung

1. Daya

$$\begin{aligned} P &= V \times I \\ &= 13.53 \times 1.01 \\ &= 13.67 \text{ Watt} \end{aligned}$$



**Gambar 4. 1** Tegangan (V) Pada Panel Surya



**Gambar 4. 2** Arus (I) Pada Panel Surya

Panel surya yang disinari oleh sinar matahari akan menghasilkan listrik DC yang kemudian akan disuplai ke pompa air, akan tetapi pompa air bekerja tidak konstan karena pengaruh radiasi sinar matahari yang menyinari panel surya tidak stabil. Maka penggunaan baterai berguna untuk membuat kinerja motor lebih stabil agar debit air yang dihasilkan sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan.

#### 4.2 Data Penelitian Arus Dan Tegangan Pada Baterai

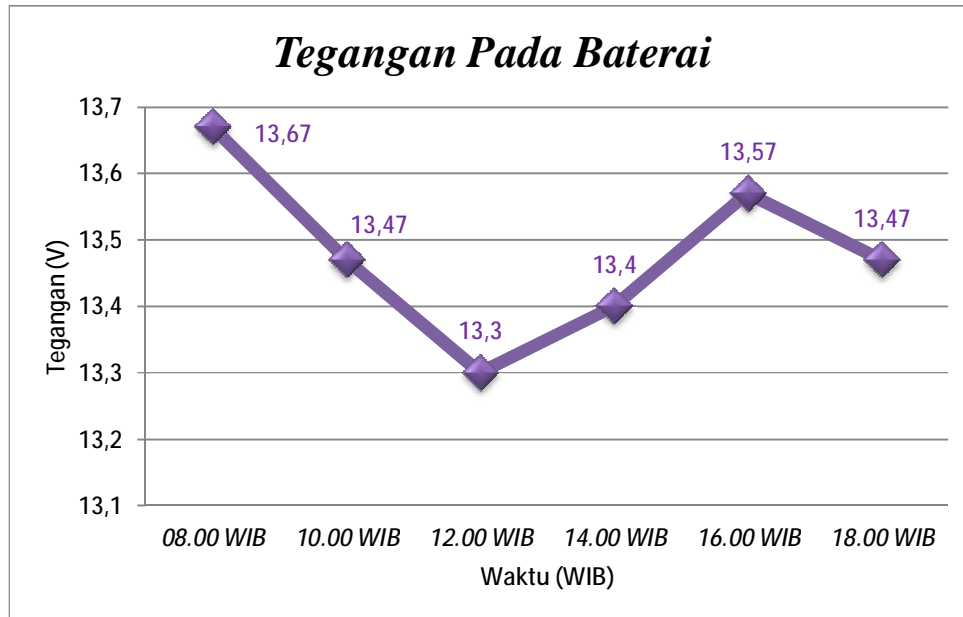
Adapun hasil pengujian arus dan tegangan pada panel surya adalah sebagai berikut :

**Tabel 4. 2**Data Hasil Penelitian Pada Baterai

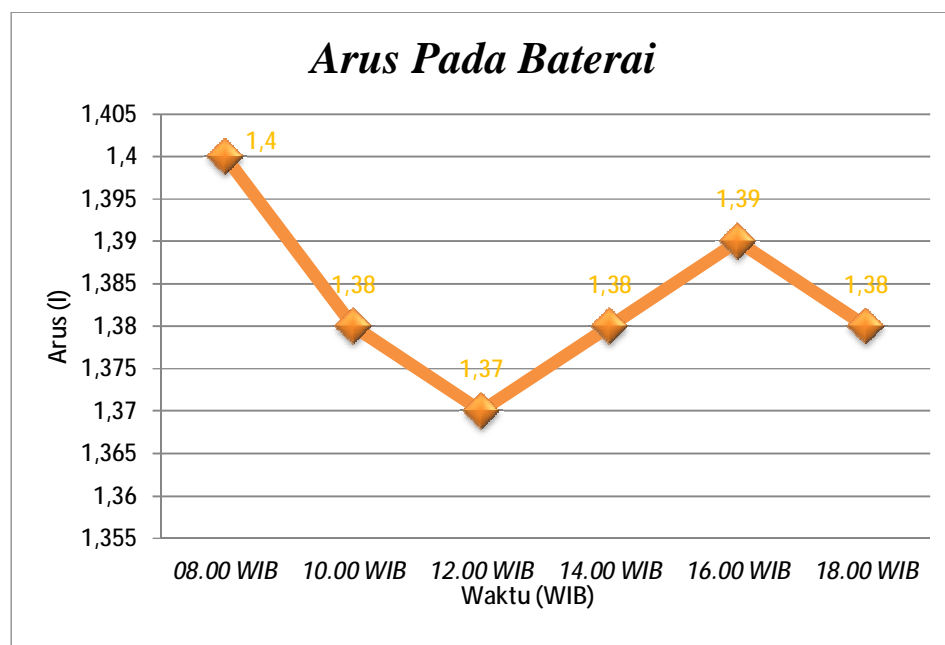
No	Waktu Pengujian	V baterai	I baterai	P baterai	Keterangan
1	08.00 WIB	13.67 Volt	1.40 Ampere	19.67 Watt	Cerah
2	10.00 WIB	13.47 Volt	1.38 Ampere	18.59 Watt	Cerah
3	12.00 WIB	13.30 Volt	1.37 Ampere	18.22Watt	Mendung
4	14.00 WIB	13.40 Volt	1.38 Ampere	18.49 Watt	Mendung
5	16.00 WIB	13.57 Volt	1.39 Ampere	18.86Watt	Mendung
6	18.00 WIB	13.47 Volt	1.38 Ampere	18.59 Watt	Mendung

Daya

$$\begin{aligned}
 P &= V \times I \\
 &= 13.47 \times 1.38 \\
 &= 18.59 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$



**Gambar 4. 3** Grafik Tegangan (V) Pada Baterai



**Gambar 4. 4** Arus (I) Pada Baterai

### 4.3 Data Penelitian Debit Air Yang Dihasilkan

Adapun hasil pengujian arus dan tegangan pada panel surya adalah sebagai berikut :

**Tabel 4.3** pengujian debit air yang dihasilkan pompa air DC

No	Lama Nyala Beban	Sumber Energi	Debit Yang Dihasilkan
1	1 Menit	Baterai	5 Liter

Dengan melakukan pengujian ini, Maka dapat diketahui lama pengisian air ketandon penampungan untuk memenuhi kebutuhan air harian. Berikut data hasil pengujian yang telah dilakukan.

- a) Kapasitas tandon air yang dipakai = 20 L
- b) Panjang pipa yang dipakai = 7 M
- c) Waktu pengisian tangki penampungan air hingga penuh = 4 Menit tergantung sumber energi yang digunakan

Pada penelitian kali ini peneliti bertujuan untuk memenuhi konsumsi kebutuhan air rumah tangga yang mana kebutuhan konsumsi dari air rumah tangga ini mencapai 1750 liter perharinya maka dari itu waktu yang dibutuhkan untuk memenuhi konsumsi air rumah tangga adalah sebagai berikut :

$$= 1750/5L \text{ permenit}$$

$$= 350 \text{ Menit}$$

Jadi pompa air DC dengan suplai baterai ini harus menyala selama 350 menit untuk memenuhi kebutuhan konsumsi air rumah tangga atau 5.83 jam perharinya.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan pembahasan pada halaman sebelumnya maka dapat di simpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Tegangan, arus dan daya yang dihasilkan oleh Panel surya yang berkapasitas 50 WP ini sangatlah baik terutama ketika cuaca cerah, tegangan yang dihasilkan pada cuaca cerah mampu mengeluarkan tegangan hingga 19.99 Volt dan arus mencapai 1.71 A dan daya yang dihasilkan juga bisa mencapai 34.18 Watt. sedangkan pada baterai arus, tegangan dan baterai yang dihasil tergantung dari pengecasan yang dilakukan oleh Panel surya. Untuk mesin pompa DC memerlukan tegangan sebesar 12 Volt untuk dapat hidup secara normal, namun jika tegangan yang didapat berkisar 9 Volt pompa air DC ini juga masih mampu hidup namun tidak menghasilkan debit air yang stabil.
2. Pompa air DC yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan air rumah tangga ini merupakan pompa air mini yang kurang efisien karena pompa ini menghasilkan debit air 5 liter permenitnya, dan membutuhkan waktu yang sangat lama untuk memenuhi kebutuhan air rumah tangga. Pompa air DC ini memerlukan 350 menit untuk memenuhi kebutuhan air rumah tangga pada umumnya.



## **5.2 Saran**

Untuk pengembangan tugas akhir ini dapat di kaji lebih rinci lagi tentang ketahanan pompa air DC merek raindeew ini, serta dapat menggunakan pompa dengan kapasitas lebih besar lagi agar debit air yang dihasilkan untuk memenuhi konsumsi air rumah tangga ini dapat lebih besar dan waktu yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan ini dapat lebih singkat.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Hartono *et al.*, “Perancangan Pompa Air Tenaga Surya Guna Memindahkan Air Bersih Ke Tangki Penampung,” vol. 9, no. 1, pp. 28–33, 2009.
- [2] “PLTS SEBAGAI SALAH SATU ENERGI ALTERNATIF Soehardi,” no. 71.
- [3] J. Heri, “Pengujian Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Solar Cell Kapasitas 50 WP,” *Engineering*, vol. 4, No 1, pp. 47–55, 2012.
- [4] H. Nakayama *et al.*, “+ 1) 2),” vol. 437, no. 1991, pp. 1–19, 1994.
- [5] M. B. Djaufani, N. Hariyanto, and S. Saodah, “Perancangan dan Realisasi Kebutuhan Kapasitas Baterai untuk Beban Pompa Air 125 Watt Menggunakan Pembangkit Listrik Tenaga Surya,” *Elka Elkonika*, vol. 3, no. 2, pp. 75–86, 2015.
- [6] S. Yuliananda, G. Sarya, and R. R. Hastijanti, “Pengaruh perubahan intensitas matahari terhadap daya keluaran panel surya,” *J. Pengabd. LPPM Untag Surabaya*, vol. 1, no. 2, pp. 193–202, 2015.
- [7] K. Ali, “Rancang bangun pembangkit listrik tenaga surya sebagai sumber listrik pada shelter di masjid muhajirin pasir putih tabing padang,” 2016.
- [8] M. Bachtiar, “Prosedur Perancangan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Untuk Perumahan (Solar Home System),” *SMARTek*, vol. 4, no. 3, pp. 176–182, 2006.
- [9] S. H. Subandi, “Solar Cell,” *Wikipedia.org*, vol. 7, no. 2, pp. 157–163, 2010.
- [10] L. Y. Km, R. D. Kadek, and A. W. Nyoman, “Rancang Bangun Mesin Pompa Air Dengan Sistem Recharging,” *J. Jur. Pendidik. Tek. Mesin*, vol. 8, p. 10, 2017.
- Eugene C.lister. 1993. “*mesin dan rangkaian listrik*” Erlangga. Jakarta