

TUGAS AKHIR

PERBANDINGAN KINERJA POMPA AIR DC YANG DI SUPPLY DARI PANEL SURYA DENGAN REFLEKTOR DAN TANPA REFLEKTOR

*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 :

DODI PRASETYA

NPM : 1407220059



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2019**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

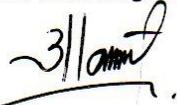
Nama : Dodi Prasetya
NPM : 1407220059
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Skripsi : Perbandingan Kinerja Pompa Air Dc Yang Di Supply Dari Panel Surya Dengan Reflektor Dan Tanpa Reflektor

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 20 Maret 2019

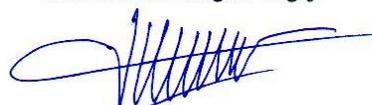
Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing I / Penguji



Dr. Muhammad fitra zambak M.Sc.

Dosen Pembimbing II / Penguji



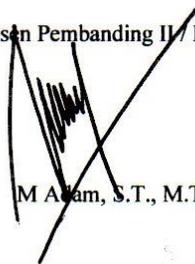
Zulfikar, S.T., M.T

Dosen Pembanding I / Penguji



Partaonan Harahap, S.T., M.T

Dosen Pembanding II / Penguji



M Adam, S.T., M.T

Program Studi Teknik Elektro



Faisal Irsan, S.T., M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Dodi Prasetya
Tempat /Tanggal Lahir : Medan / 24 Agustus 1995
NPM : 1407220059
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Elektro

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

“PERBANDINGAN KINERJA POMPA AIR DC YANG DI SUPPLAY DARI PANEL SURYA DENGAN REFLEKTOR DAN TANPA REFLEKTOR”

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Sipil/Mesin/Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 02 Maret 2019



ya yang menyatakan,

Dodi Prasetya

ABSTRAK

Pembangkit listrik tenaga surya adalah pembangkit listrik yang merubah energi matahari menjadi energi listrik. Pembangkitan listrik bisa digunakan dengan 2 cara yaitu secara langsung menggunakan fotovoltaic dan dengan cara pemusatan energi surya. Disini penulis mencari perbandingan output tegangan dan arus pada panel surya dengan menggunakan sebuah alat yang disebut reflektor berbentuk sebuah kaca cermin berukuran 75×25 cm. Peneliti menggunakan 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 dapat diperoleh dari panel surya yang menggunakan reflektor dengan tegangan sebesar 20,08 V pada jam 11.00 dengan cuaca terik dan tegangan teritinggi pada panel surya secara langsung hanya dapat maenghasilkan tegangan sebesar 18,69 V pada jam 11.00 di hari yang sama dengan cuaca terik. manfaat yang didapatkan dari pengujian ini ialah untuk dapat mengetahui perbandingan output teganan dan arus pada panel surya yang menggunakan reflektor dan tanpa reflektor.

Kata kunci: Panel Surya, Reflektor, pompa air DC

ABSTRACT

Solar power plants are power plants that convert solar energy into electricity. Electricity generation can be used in two ways, namely directly using photovoltaic and by concentrating solar energy. Here the author looks for a comparison of voltage and current output on solar cells using a device called a reflector in the form of a 75 x 25 cm mirror. The researcher used 50 WP solar panels as the main energy source to supply energy to the DC pump to produce the desired clean water. From this study the voltage and current values of solar panels, the highest current and voltage can be obtained from solar panels using a reflector with a voltage of 20.08 V at 11.00 with hot weather and the highest stress on solar panels directly can only produce the voltage is 18.69 V at 11.00 on the same day as the hot weather. the benefit obtained from this test is to be able to find out the comparison of output pressure and current in solar panels using reflectors and without reflectors.

Keywords: *Solar Panel, Reflector, 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 **“Perbandingan Kinerja Pompa Air DC Yang Di Supply Dari Panel Surya Dengan menggunakan Reflektor Dan Tanpa Reflektor”**.

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 Awi sucipto dan Ibunda Sri wati serta Abang tercinta M. Suferi Ramadanu S,E, Dana Gunawan dan adik tersayang Doni Wiranda, Nur Winda Sari 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 DR.Agussani M.AP selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Munawar Alfansuri Srg, ST, MT. 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.
6. Bapak Dr.Muhammad Fitra Zambak, M.Sc. Selaku Dosen Pembimbing I dalam penyusunan tugas akhir ini.
7. Bapak Zulfikar, ST, MT. Selaku Dosen Pembimbing II dalam penyusunan tugas akhir ini.
8. Bapak dan Ibu Dosen di Fakultas Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Karyawan Biro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
10. Andika Cahya Utama, Tubagus Jaka Surya, ST, Nino Wananda, Zulfikar jauhari, ST, Joko Sugianto, Suhardi Istiawan dan Teman-teman seangkatan dan seperjuangan Fakultas Teknik, khususnya Program Studi Teknik Elektro angkatan 2014 yang selalu memberi dukungan dan motivasi kepada penulis.

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'alaikum wr.wb

Medan, 23 februari 2019

Penulis

Dodi Prasetya
1407220059

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Tinjauan Pustaka Relevan	6
2.2 Landasan Teori	8
2.3 Pembangkit Listrik Tenaga Surya	10
2.3.1 Bagian bagian Solar Sell	13
2.3.2 Prinsip Kerja Panel surya.....	15
2.3.3 Keunggulan dan Kelemahan panel surya.....	16
2.3.4 Perkembangan Teknologi Panel Surya	17

2.4 Cahaya	20
2.4.1 Sifat-Sifat Cahaya	20
2.4.2 Intensitas cahaya	23
2.5 Reflektor	24
2.6 Suhu	26
2.7 Baterai.....	26
2.7.1 Jenis-Jenis Baterai (Aki)	28
2.8 <i>solar charge controller</i>	29
2.9 Kabel Penghantar.....	30
2.9.1 Kemampuan Hantar Arus Kabel	31
2.9.2 Jenis-Jenis Kabel.....	32
2.10 Beban Listrik.....	33
2.10.1 Beban Listrik Searah (DC).....	34
2.11 Pompa Air DC.....	35
2.12 Debit Air	36
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	39
3.1 Lokasi Penelitian.....	39
3.2 Alat Dan Bahan Penelitian.....	39
3.2.1 Pengukuran Arus dan Tegangan	42
3.2.2 pengukuran debit air.....	42
3.2.3 Observasi (Pengamatan)	42
3.3 Metode Penelitian	42
3.4 Gambar Rangkaian.....	44
3.5 Diagram alir	45

BAB 4	ANALISA DAN HASIL PENELITIAN	46
4.1	Data Hasil Pengujian Arus dan Tegangan Pada Panel	
	Surya yang menggunakan reflektor.....	46
4.1.1	Nilai Rata-Rata Arus, Tegangan dan Daya Pada	
	PLTS Dengan Reflektor.	47
4.2	Data Hasil Pengujian Arus dan Tegangan Pada Panel Surya....	48
4.2.1	Nilai Rata-Rata Arus, Tegangan dan Daya Pada PLTS	
	Tanpa Reflektor	49
4.3	Data Penelitian Arus Dan Tegangan Pada Baterai	52
4.4	Data Penelitian Debit Air Yang Dihasilkan	54
BAB 5	PENUTUP	56
5.1	Kesimpulan	56
5.2	Saran	57

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Kemampuan Hantar Arus	31
Tabel 4.1	Data Hasil Pengujian Pada Panel Surya Menggunakan Reflektor	46
Tabel 4.2	Data Hasil Pengujian Arus Dan Tegangan Pada Panel Surya Tanpa Reflektor	48
Tabel 4.3	Data Hasil Penelitian Pada Baterai	52
Tabel 4.4	Pengujian debit air yang dihasilkan pompa air DC	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Pembangkitan kelistrikan dari sel surya.....	10
Gambar 2.2	<i>photovoltaic</i>	11
Gambar 2.3	Konstruksi solar sell.....	12
Gambar 2.4	Bagian-Bagian Sell Surya	13
Gambar 2.5	Proses cara kerja panel surya	16
Gambar 2.6	Struktur Sel Surya Berbasis Silikon.....	18
Gambar 2.7	Konfigurasi sel surya lapisan tipis	19
Gambar 2.8	Baterai aki	27
Gambar 2.9	<i>Starting batteray</i>	28
Gambar 2.10	<i>deep cyrcle battery</i>	29
Gambar 2.11	<i>solar charge controller</i>	30
Gambar 2.12	Pompa Air DC.....	36
Gambar 3.1	Skema Rangkaian.....	44
Gambar 3.2	Diagram Alir	45
Gambar 4.1	Grafik Arus Keluaran Pada PLTS Dengan Menggunakan Reflektor.....	47
Gambar 4.2	Grafik Tegangan Keluaran Pada PLTS Dengan Menggunakan Reflektor.....	48
Gambar 4.3	Grafik Arus Keluaran Pada PLTS Tanpa Reflektor	50
Gambar 4.4	Grafik Tegangan Keluaran Pada PLTS Tanpa Reflektor.....	50
Gambar 4.5	Grafik perbandingan Arus Keluaran Pada PLTS Yang menggunakan Reflektor dan tanpa Reflektor.....	51
Gambar 4.6	Grafik perbandingan Tegangan Keluaran Pada PLTS Yang menggunakan Reflektor dan tanpa Reflektor.....	51
Gambar 4.7	Grafik Arus Keluaran Pada Baterai	53
Gambar 4.8	Grafik Tegangan Keluaran Pada Baterai	53

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Semakin meningkat kebutuhan energi listrik maka usaha manusia untuk mengeksploitasi sumber energi habis pakai turut meningkat. Mengingat terbatasnya persediaan sumber energi tersebut, maka mulai dicari sumber energi lain seperti energi matahari, energi gelombang, energi angin, energi pasang surut, dan energi lainnya.

Energi matahari yang disediakan tuhan untuk umat manusia khususnya di Indonesia sebagai negara yang memiliki iklim tropis sangatlah berlimpah. Selain berlimpah dan tidak habis dipakai, energi matahari juga tidak menimbulkan polusi sehingga energi matahari sangat berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai pengganti minyak, batu bara, dan lain-lain. Energi matahari tidak dapat langsung dimanfaatkan secara langsung, untuk memanfaatkan energi matahari menjadi energi listrik, masih diperlukan peralatan seperti sel surya (*solar cell*) untuk mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik. Hal itu sesuai dengan hukum termodinamika pertama yang menyatakan bahwa “energi tidak dapat diciptakan (dibuat) ataupun dimusnahkan akan tetapi dapat berubah bentuk dari bentuk satu ke bentuk lainnya (dikonversikan)”[1].

Sehingga salah satu pilihannya adalah sel surya, walaupun secara efisiensi masih perlu pertimbangan lebih jauh. Dampak dari efisiensi sel surya yang rendah ini, berpengaruh pada hasil *output* daya listrik pada panel surya untuk itu perlu upaya untuk mengoptimalkan *output* daya listrik modul surya agar efisiensinya

meningkat juga. Salah satu solusi yang memungkinkan yaitu dengan menambah jumlah cahaya yang mengenai permukaan modul surya dengan bantuan *reflector*. Dengan menggunakan *reflector*, maka jumlah sinar matahari yang jatuh pada area permukaan modul surya akan lebih banyak, dimana hal ini menyebabkan output daya listrik yang dihasilkan akan lebih besar. Jadi dengan adanya peningkatan output daya listrik yang dihasilkan, maka nilai efesien si nya juga akan meningkat[2].

Atas dasar tersebut tersebut, maka peneliti menarik untuk meneliti mengenai **“Perbandingan kinerja pompa air DC yang di supplay dari panel surya dengan munggunakan *reflector* dan tanpa *reflector*”**.

1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian diatas dapat diketahui permasalahan yang perlu dikaji lebih lanjut, yaitu:

1. Berapakah efesien si nilai tegangan dan arus yang diperoleh dari panel surya yang menggunakan reflektor dan tanpa reflektor.
2. Berapakah perbandingan debit air yang di hasilkan oleh pompa air DC yang di supplay dari panel surya dengan menggunakan reflektor dan tanpa reflektor.
3. Berapakah perbandingan suhu pada permukaan panel surya yang menggunakan reflektor dan tanpa reflektor.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang dapat diambil dari penulisan Tugas Akhir ini yaitu :

1. Mengetahui efisiensi nilai tegangan, arus, pada panel surya yang menggunakan *reflector* dan tanpa *reflector*.
2. Mengetahui perbandingan debit air yang di hasilkan oleh pompa air DC yang di supplay dari panel surya dengan menggunakan reflektor dan tanpa reflektor.
3. Mengetahui perbandingan suhu pada permukaan panel surya yang menggunakan reflektor dan tanpa reflektor.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Menganalisa kinerja pompa air DC dari supllay panel surya dengan menggunakan reflector dan tanpa reflector.
2. Sudut reflector terhadap panel surya yang digunakan untuk penelitian hanyalah 90 derajat.
3. Sumber tegangan yang dapat digunakan untuk supplay tegangan kepada pompa air hanya DC 12 Volt.
4. Tidak membahas tekanan air yang dihasilkan oleh pompa air DC.
5. Tidak membahas berapa intensitas cahaya terhadap panel surya.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang dapat diambil dari penulisan Tugas Akhir ini adalah :

1. Mengetahui bagaimana proses cara kerja dari panel surya.

2. Diperoleh perbandingan tingkat efisiensi dari panel surya yang menggunakan reflector dan tanpa menggunakan reflector, serta kinerja dari pompa air DC tersebut.

1.6 Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini akan mengawali penulisan dengan menguraikan latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini memuat tentang kutipan dari penelitian terdahulu serta menguraikan tentang teori dasar - dasar umum yang berhubungan dengan studi analisis dan yang akan dilakukan dalam penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisikan tempat dan tentang langkah-langkah dari penelitian serta prosedur dari penelitian.

BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

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

BAB V PENUTUP

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran yang dapat diambil setelah pembahasan seluruh masalah.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka Relevan

Panel surya adalah alat yang terdiri dari sel surya yang mengubah cahaya menjadi listrik. Mereka disebut surya atas matahari karena matahari merupakan sumber cahaya terkuat yang dapat dimanfaatkan. Panel surya sering kali disebut sel photovoltaic, photovoltaic dapat diartikan sebagai “cahaya-listrik”. Sel surya atau sel PV bergantung pada efek photovoltaic untuk menyerap energi matahari dan menyebabkan arus mengalir antara dua lapisan bermuatan yang berlawanan[3].

Reflector adalah sebuah alat yang memantulkan cahaya, suara atau radiasi elektro magnetis. Reflector yang memantulkan cahaya sering disebut pula mata kucing. Sebuah reflector yang memantulkan cahaya terdiri dari beberapa benda mirip cermin yang di tata menurut beberapa sudut tertentu[4].

Beberapa penelitian tentang pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) dan reflektor yang dilakukan yaitu :

- Didalam penelitian sebelumnya yang berjudul: “PLTS sebagai salah satu energi 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 dinaikan sampai dengan 5%. 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, Dan maksimum 1% hilang pada saluran KWH meter – panel pembagi – alat listrik terjauh. Semakin besar rugi daya dalam persen, berarti semakin besar kerugian energi yang terjadi[5].

-Didalam penelitian dengan jurnal yang berjudul: “pengaruh perubahan intensitas matahari terhadap daya keluaran panel surya” menganalisa tentang sebuah sel surya dalam menghasilkan energi listrik (Foton) tidak tergantung pada besaran luar bidang silicon akan tetapi intensitas matahari mempengaruhi besar daya, dimana bila intensitas rendah daya yang dihasilkan sedang intensitas tinggi daya yang dihasilkan akan naik pula. Sel surya secara konstan akan menghasilkan energy berkisar $\pm 0,5$ Volt maksimum 600 mV pada 2A, dengan kekuatan radiasi solar matahari $1000 \text{ W/m}^2 = \text{“1 Sun”}$ akan menghasilkan arus listrik (I) sekitar 30 mA/cm^2 per sel surya. Faktor lain yang mempengaruhi maksimal atau tidaknya sel surya bergantung pada temperatur sel, radiasi matahari, kecepatan angin, keadaan atmosfer bumi, orientasi panel atau larik sel surya, dan posisi letak sel surya terhadap matahari[6].

- Dapat dilihat dari jurnal yang berjudul: “ Memaksimalkan daya keluaran sel surya dengan menggunakan cermin pemantul sinar matahari (REFLECTOR)” menganalisa tentang pengoptimalan sel surya dengan menggunakan cermin pemantul sinar matahari (reflector). Membahas mengenai pengaruh penggunaan reflector serta sudut kemiringan reflector yang tepat untuk mendapatkan daya keluaran yang optimal. Berdasarkan hasil pengujian yang didapatkan bahwa konfigurasi reflector yang optimal yaitu ditempatkan pada kedua sisi sel surya dengan sudut kemiringan masing-masing 70° terhadap

modul sel surya. Dengan sumber halogen, didapati kenaikan daya mencapai 202,75% pada tingkat iradiasi 185,21 Watt/m², 102,43% pada tingkat iradiasi 90,29 Watt/m², dan 17,01% pada tingkat iradiasi 1188 Watt/m². Kenaikan juga terjadi pada aplikasi beban DC-DC converter dengan peningkatan 79,75% pada tingkat iradiasi 257 Watt/m², 43,54% pada tingkat iradiasi 128 Watt/m², dan 9,6% pada tingkat iradiasi 1574 Watt/m²[7].

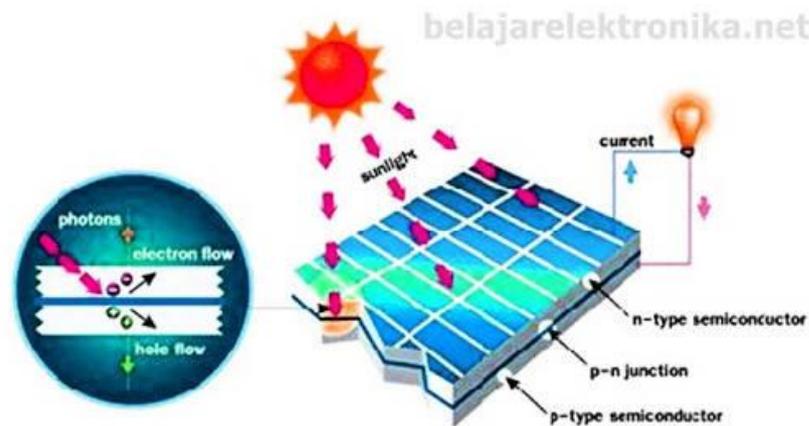
- Didalam jurnal yang berjudul : “kinerja pompa air DC berdasarkan intensitas tenaga surya”, menganalisa tentang kinerja pompa air dengan menggunakan tenaga surya, dan pengamatan yang dilakukan adalah terkait dengan kedalaman sumber air, intensitas yang dihasilkan solar sel, dan debit air yang dihasilkan pompa air. Penelitian dan analisa yang dilakukan menunjukkan bahwa pompa air memperoleh debit air tertinggi ketika sumber air pada kedalaman 1 meter, dengan keluaran air sebanyak 21 liter per menit. Debit air terendah adalah ketika sumber air terletak pada kedalaman 3 meter, dengan keluaran air sebanyak 19 liter. Pompa air bekerja paling lama yaitu ketika intensitas cahaya 82.200 LUX pada kedalaman 1 meter, hal ini di sebabkan karena intensitas cahaya akan turut membantu menyuplay baterai atau accu[1].

2.2 Landasan Teori

Sel surya sebenarnya adalah sebuah sel fotovoltaic yang berfungsi sebagai pengkonversi energi cahaya matahari menjadi energi listrik dalam bentuk arus searah (DC) secara langsung. Pada saat terkena cahaya yang mempunyai $E_g > 1$ eV, maka terjadilah hubungan elektron dan hole melalui bahan semikonduktor ini. Maka timbullah aliran elektron pada satu arah dan juga timbul aliran hole pada satu arah yang berlawanan dan timbul aliran arus yang bila dihubungkan pada

suatu beban akan menimbulkan tenaga listrik. Pada saat sumber cahaya tiba-tiba dimatikan, maka konsentrasi masing-masing elektron dan hole akan kembali seperti saat awal dimana belum diberi cahaya.

Proses kembalinya konsentrasi elektron dan hole pada keadaan semula ini dikenal sebagai proses recombination. Jadi pada sel surya tidak akan ada penyimpanan energi, energi akan hilang begitu terjadi proses recombination. elektron dan hole bebas diusahakan keluar melewati suatu beban luar dan memberikan energi kepada beban tersebut, hal ini jelas membutuhkan life time yang tinggi atau recombination rate yang rendah. Pemisahan elektron dan hole bebas pada photovoltaic cell dilakukan “internal field” atau yang disebut p-n junction yang terbentuk pada perbatasan bahan semikonduktor tipe p dan tipe n. Pada saat sel surya terkena cahaya, maka sel surya akan menerima energi dari foton ke electron yang bergerak bebas pada lapisan tipe-n, sehingga dengan adanya pemberian energi dari foton tersebut, maka electron bebas pada lapisan tipe-n memiliki energi tambahan untuk pindah ke lapisan tipe-p. sehingga pada lapisan tipe-n bersifat lebih positif dari lapisan tipe-p, karena ada beberapa jumlah proton yang lebih besar dari pada jumlah electron. Lalu electron bebas tersebut masuk ke dalam lapisan tipe-p, electron akan memasuki hole yang ada pada lapisan tipe-p. sehingga lapisan tipe-p ini akan bersifat lebih negative, karena ada beberapa atom yang memiliki jumlah proton lebih sedikit dari jumlah elektronnya. Jika lapisan tipe-p dan tipe-n dihubungkan dengan beban, maka akan mengalir arus dari lapisan tipe-n menuju tipe-p[2].



Gambar 2.1 Pembangkitan kelistrikan dari sel surya

2.3 Pembangkit Listrik Tenaga Surya

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

- a. Fotovoltaic atau sel surya
- b. Pemusatan energi surya

a. fotovoltaic

Modul surya (fotovoltaic) merupakan sejumlah sel surya yang disusun secara paralel dan seri agar dapat membentuk sebuah modul sel surya. Disusunnya sel surya secara seri dan paralel dimaksudkan untuk meningkatkan tegangan dan

arus yang dihasilkan nantinya untuk pemakaian sistem catu daya beban. Satu modul surya yang biasanya terdiri dari 28-36 sel surya, dan total menghasilkan tegangan dc sebesar 12 V dalam kondisi penyinaran standar. Untuk mendapatkan hasil energi listrik yang baik maka modul surya harus terus atau tetap menghadap matahari.

Fotovoltaic merupakan sebuah tipe atau cara untuk mendapatkan energi listrik yang diubah dari energi cahaya menggunakan alat berupa sel surya atau sel fotovoltaic yang mana mampu merubah energy cahaya menjadi energi listrik menggunakan efek fotoelektrik.

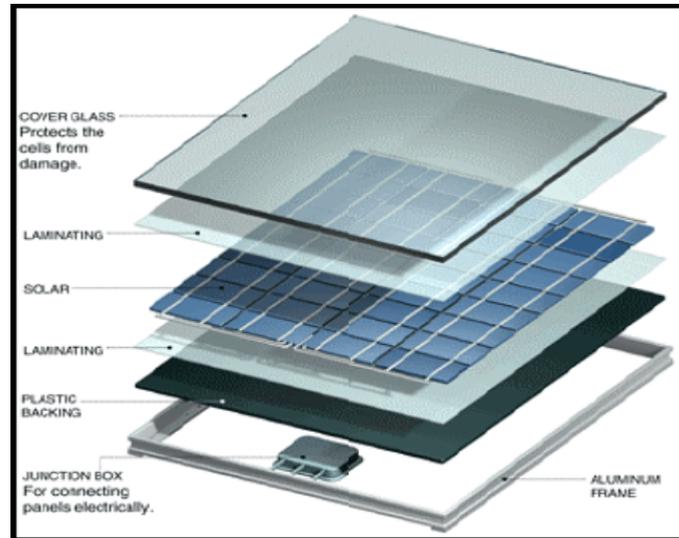
Efek fotoelektrik adalah dimana sinar matahari menyebabkan electron dilapisi panel P terlepas, sehingga hal ini menyebabkan proton mengalir ke lapisan panel N dibagian bawah dan perpindahan arus proton ini adalah arus listrik.



Gambar 2.2 *fotovoltaic*

Pembangkit tipe ini merupakan pembangkit yang menggunakan perbedaan tegangan akibat fotoelektrik untuk menghasilkan energi listrik. solar panel ini

sendiri terdiri atas 3 lapisan, yang mana lapisan pertama yaitu lapisan P dan terletak di bagian atas, lalu lapisan kedua yaitu lapisan pembatas dan terletak di tengah dan yang terakhir yaitu lapisan N yang terletak di bagian paling bawah[8].



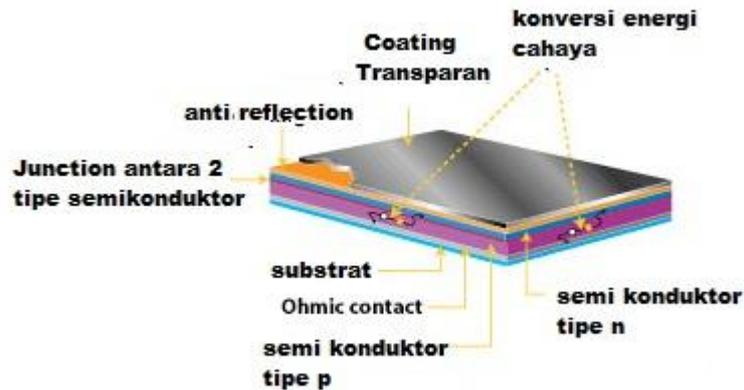
Gambar 2.3 Konstruksi solar sell

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. 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 adalah menggunakan cermin. Dengan cara di pusatkan maka energi yang di hasilkan bisa lebih banyak karena energi surya yang dapat bisa di focus kan ke panel surya[9].

2.3.1 Bagian bagian Solar Sell



Gambar 2.4 Bagian-Bagian Sell Surya

1. Substrat

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 alumunium atau molybdenum. Untuk sel surya dye-sensitizedn (DSSC) dan sel surya organic, substrat juga berfungsi sebagai tempat masuknya cahaya sehingga material yang digunakan yaitu material yang konduktif tapi juga transparan indium tin oxide (ITO) dan fluorine doped tin oxide (FTO).

2) **Kontak metal/*contact grid***

Selain substrat sebagai kontak positif, diatas sebagian material semi konduktor biasanya dilapiskan material metal atau material kondiktif transparan sebagai kontak negatif.

3) **Material semikonduktor**

Material semikonduktor merupakan bagian inti dari sel surya yang biasanya mempunyai tebal sampai bebrapa ratus mikro meter untuk sel surya generasi pertama (silikon), dan 1-3 mikro meter untuk sel surya lapisan tipis. Material semi konduktor inilah yang berfungsi menyerap cahaya dari sinar matahari.

Bagian semi konduktor terdiri dari dua material semi konduktor yaitu semi konduktor tipe-p dan tipe-n yang membentuk p-n junction. p-n junction ini menjadi kunci dari prinsip kerja sel surya.

4) **Lapisan anti reflektif**

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 reflektif optic antara semikonduktor dan udara yang menyebabkan cahaya dibelokkan kearah semi konduktor sehingga meminimumkan cahaya yang dipantukan kembali.

5) *cover glass*

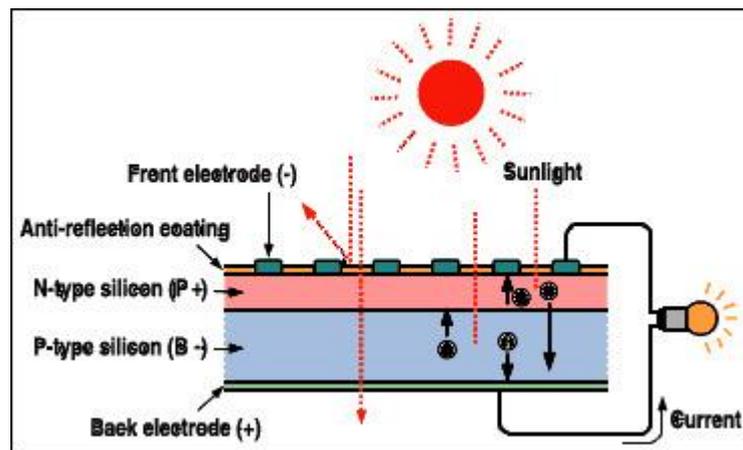
Bagian ini berfungsi untuk melindungi modul surya dari hujan dan kotoran[10].

2.3.2 Prinsip Kerja Panel surya

Prinsip kerja dari panel surya adalah jika cahaya matahari mengenai panel surya, maka elektron – elektron yang ada pada sel surya akan bergerak dari N ke P, sehingga pada terminal keluaran dari panel surya akan menghasilkan energi listrik. Besarnya energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya berbeda – beda tergantung dari jumlah sel surya yang dikombinasikan didalam panel surya tersebut. Keluaran dari panel surya ini adalah berupa listrik arus searah (DC) yang besar tegangan keluarannya tergantung dengan jumlah sel surya yang dipasang didalam panel surya dan banyaknya sinar matahari yang menyinari panel surya tersebut.

Keluaran dari panel surya ini sudah dapat digunakan langsung ke beban yang memerlukan sumber tegangan DC dengan konsumsi arus yang kecil. Agar energi listrik yang dihasilkan juga dapat digunakan pada kondisi – kondisi seperti pada malam hari (kondisi saat panel surya tidak disinari cahaya matahari), maka keluaran dari panel surya ini harus di hubungkan ke sebuah media penyimpanan (*storage*). Dalam hal ini adalah batere, Tetapi ini tidak langsung dihubungkan begitu saja dari panel surya ke baterai, tetapi harus dihubungkan ke rangkaian Regulator, dimana didalam rangkaian tersebut terdapat rangkaian pengisi Baterai otomatis (*Automatic charger*). Fungsi dari Regulator ini adalah untuk meregulasi tegangan keluaran dari panel surya dan mengatur arus yang masuk ke Baterai secara otomatis. Selain itu Regulator berfungsi untuk

menghubungkan dan memutuskan arus dari Panel Surya ke Baterai secara otomatis dan juga berfungsi untuk memutuskan aliran arus dari batere kebeban bila terjadi hubung singkat ataupun beban yang berlebihan. Tipe regulator yang dirancang disini adalah tipe modifikasi atau gabungan antara seri dan paralel[11].



Gambar 2.5 proses cara kerja panel surya

2.3.3 Keunggulan dan Kelemahan panel surya

a. Keunggulan Panel Surya:

1. Panel surya ramah lingkungan dan tidak memberikan kontribusi terhadap perubahan iklim seperti pada kasus penggunaan bahan bahan bakar fosil karena panel surya tidak memancarkan gas rumah kaca yang berbahaya seperti karbon dioksida.
2. Panel surya memanfaatkan energy matahari dan matahari adalah bentuk energy paling berlimpah yang tersedia di planet ini.

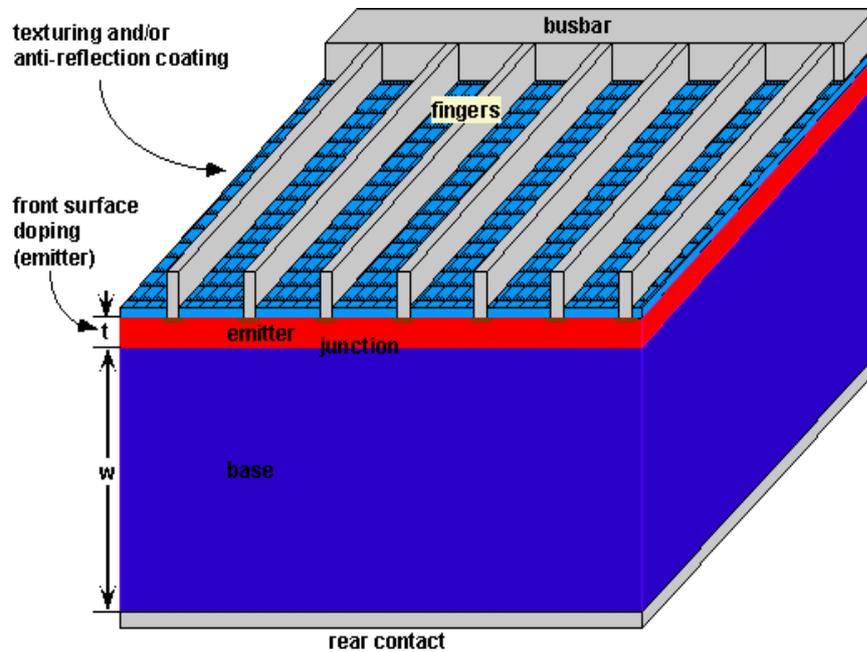
3. Panel surya mudah dipasang dan memiliki biaya pemeliharaan yang sangat rendah karena tidak ada bagian yang bergerak.
4. Panel surya tidak memberikan kontribusi terhadap polusi suara dan bekerja dengan sangat diam.
5. Harga panel surya yang terus turun meskipun mereka masih harus bersaing dengan bahan bakar fosil.

b. Kelemahan Panel Surya

1. Panel surya masih perlu meningkatkan efisiensi secara signifikan karena banyak sinar matahari terbuang sia-sia dan berubah menjadi panas. Rata-rata panel surya saat ini mencapai efisiensi kurang dari 20%.
2. Jika terpasang dengan baik dapat terjadi *over-heating* pada panel surya.
3. Panel surya masih relatif mahal, bahkan meskipun banyak mengalami penurunan harga.
4. Daya yang dihasilkan 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 energy yang dihasilkan tidak ada sama sekali[12].

2.3.4 Perkembangan Teknologi Panel Surya

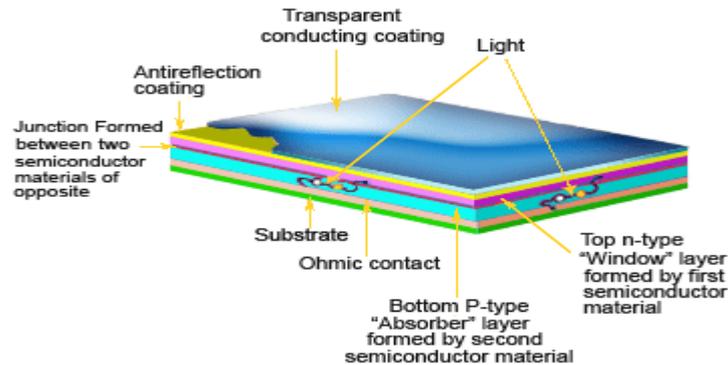
Generasi pertama dari sel surya merupakan modul surya yang menggunakan wafer, baik itu berupa Kristal silikon berjenis *monocrystalline* atau *polycrystalline* yang dibedakan dari Kristal silikon yang digunakan, Gambar dibawah ini menunjukkan susunan dari modul surya berbasis silikon.



Gambar 2.6 Struktur Sel Surya Berbasis Silikon

Generasi kedua yaitu sel surya *thin film* atau sel surya lapisan tipis yang sudah komersial. *Cadmium telluride (CdTe)* dan *copper indium gallium (CIGS)* adalah dua teknologi terpopuler dari generasi ini. Dibandingkan dengan sel surya generasi pertama, khususnya sel surya berbasis Kristal silikon, sel surya lapisan tipis sempat unggul dalam ke ekonomisan produksi. Struktur dari sel surya lapisan tipis hampir serupa dengan sel surya berbasis silikon, hanya saja lapisan semi konduktor yang digunakan lebih jauh lebih tipis dan fleksibel. Secara volume, teknologi ini lebih efisien dibandingkan dengan teknologi sel surya generasi pertama, namun efisiensi konversi energi listrik pada sel surya lapisan tipis masih belum mampu menyamai sel surya generasi pertama. Lapisan tambahan pada

panel surya merupakan lapisan *transparent conductin oxides* (TCO) berupa elektroda transparan dengan konduktifitas listrik yang tinggi seperti timah oksidasi (SnO₂), yang berfungsi sebagai pengganti logam finger dan busbar pada sel surya silicon.



Gambar 2.7 konfigurasi sel surya lapisan tipis

Generasi ketiga dari sel surya merupakan sel surya lapisan tipis yang sedang dikembangkan akibat dari keterbatasan unsur alam yang menjadi bahan dasar dari sel surya lapisan tipis komersial generasi kedua. Tellurium di dunia hanya seperempat dari jumlah emas secara keseluruhan. Indium, gallium, dan selenium juga merupakan logam langka yang diperoleh dari produk sampingan pengolahan logam, dan kecepatan produksi logam-logam ini diprediksi tidak akan cukup cepat untuk memenuhi kebutuhan energi dunia dalam misi mengurangi pemanasan global. Sehingga, meskipun sel surya generasi kedua tetap memiliki potensi untuk menghasilkan daya hingga ratusan Giga watt, teknologi ini diprediksi tidak akan menjadi teknologi sel surya yang dominan. Salah satu contoh dari sel surya generasi ketiga adalah sel surya perovskite, Kristal buatan yang tersusun dari bahan-bahan organik seperti karbon dan hydrogen yang berkaitan dengan logam

seperti timbal dan halogen. Sebuah sumber menyatakan bahwa jika sel surya silicon memiliki ketebalan 100 mikrometer, sel surya berbahan perovskite mampu memiliki ketebalan 1 mikrometer[13].

2.4 Cahaya

Cahaya adalah pancaran elektromagnetik yang dapat terlihat oleh mata manusia. Atau definisi cahaya yang lainnya yaitu merupakan radiasi elektromagnetik, baik itu dengan panjang gelombang kasat mata maupun yang tidak. Sedangkan benda yang memancarkan cahaya disebut dengan sumber cahaya.

Studi yang mempelajari tentang cahaya dimulai sejak munculnya era optika klasik yang mempelajari tentang besaran optik seperti: intensitas, frekuensi, polarisasi, serta fase cahaya. Sifat-sifat cahaya dan juga interaksinya terhadap sekitar dilakukan secara pendekatan paraksial geometris seperti refleksi serta refraksi. Sedangkan pendekatan sifat optik fisisnya yaitu : dispersi, polarisasi, interferensi, difraksi. Masing-masing studi optika klasik itu disebut dengan optika geometris dan optika fisis.

2.4.1 Sifat-Sifat Cahaya

Cahaya merupakan gelombang yang mempunyai sifat elektromagnetik, sehingga cahaya mempunyai beberapa sifat-sifat tertentu yang dapat memberikan manfaat bagi kehidupan manusia serta makhluk hidup lainnya. Berikut sifat-sifat cahaya, antara lain:

1. Cahaya merambat lurus

Cahaya mempunyai sifat yang merambat lurus dan dapat dibuktikan dengan meninjau yang berdasarkan dapat atau tidaknya benda untuk meneruskan cahaya. Benda yang memiliki sifat tidak tembus cahaya tidak bisa meneruskan cahaya yang mengenai benda tersebut. Apabila dikenai cahaya dan benda tersebut membentuk bayangan. Benda yang seperti itu digolongkan sebagai benda gelap, yang memiliki arti bahwa benda-benda tersebut tidak bisa menghasilkan cahaya sendiri. Contohnya antara lain: kayu, tembok, batu, dan sebagainya. Sedangkan itu, benda yang dapat tembus cahaya dapat meneruskan cahaya yang mengenai benda tersebut. Benda yang seperti itu dikenal sebagai jenis golongan benda sumber cahaya. Contohnya seperti kaca.

2. Cahaya dapat dipantulkan

Cahaya juga dapat dipantulkan, pemantulan cahaya terdiri atas pemantulan baur (pemantulan difus) serta pemantulan teratur. Pemantulan baur atau pemantulan difus dapat terjadi apabila cahaya yang mengenai permukaan tidak rata dan arah sinar pantulnya menjadi tidak beraturan. Sedangkan pemantulan teratur dapat terjadi jika cahaya yang dapat mengenai permukaan yang rata seperti cermin datar maka sinar hasil pantulannya mempunyai arah yang teratur.

3. Cahaya dapat dibiaskan

Pembiasan adalah pembelokan arah rambat cahaya saat melewati dua medium yang berbeda kerapatannya. Pembiasan cahaya dimanfaatkan manusia dalam pembuatan berbagai alat optik. Pembiasan cahaya menyebabkan terjadinya beberapa peristiwa dalam kehidupan sehari-hari yang diuraikan sebagai berikut:

- a. Dasar air yang jernih kelihatan lebih dangkal dari yang sebenarnya.
- b. Pensil atau benda lurus lainnya yang diletakkan pada gelas yang berisi air akan terlihat patah atau bengkok.
- c. Peristiwa fatamorgana yang terjadi karena berkas cahaya yang berjalan dari udara dingin ke udara panas terbiaskan ke arah horizontal, sehingga suatu benda tampak muncul di atas posisi yang sebenarnya.
- d. Uang logam di dalam air jernih kelihatan lebih dekat ke permukaan.
- e. Ikan di akuarium kelihatan lebih besar.

Seperti pada pemantulan cahaya, pada pembiasan cahaya juga berlaku **hukum pembiasan cahaya** yang diuraikan sebagai berikut.

- a. Apabila cahaya merambat dari zat yang kurang rapat ke zat yang lebih rapat, cahaya akan dibiaskan mendekati garis normal. Misalnya cahaya merambat dari udara ke air.
- b. Apabila cahaya merambat dari zat yang lebih rapat ke zat yang kurang rapat, cahaya akan dibiaskan menjauhi garis normal. Misalnya cahaya merambat dari air ke udara.

4. Cahaya dapat diuraikan

penguraian cahaya ialah dispersi cahaya. Contoh peristiwa dispersi cahaya yang terjadi secara alami adalah peristiwa terbentuknya pelangi. Pelangi biasanya muncul setelah hujan turun. Pelangi terdiri dari beberapa warna yaitu merah, jingga, kuning, hijau, biru, nila, dan ungu.

Sebenarnya warna-warna tersebut berasal dari satu warna saja yaitu warna putih dari cahaya matahari. Namun karena cahaya matahari tersebut dibiaskan

oleh titik air hujan, akibatnya cahaya putih diuraikan menjadi beberapa macam warna, sehingga terjadilah warna-warna indah pelangi. Peristiwa penguraian cahaya putih menjadi berbagai warna disebut **dispersi cahaya**.

Cahaya putih dapat diuraikan menjadi berbagai macam warna sehingga cahaya putih disebut sinar polikromatik. Cahaya putih seperti cahaya matahari termasuk jenis cahaya polikromatik. Cahaya polikromatik adalah cahaya yang tersusun atas beberapa komponen warna. Cahaya putih tersusun atas spektrum-spektrum cahaya yang berwarna merah, jingga, kuning, hijau, biru, nila, dan ungu.

Sedangkan peristiwa perpaduan berbagai warna cahaya menjadi warna putih disebut spektrum cahaya. Spektrum warna yang tidak dapat diuraikan lagi disebut cahaya monokromatik. Contoh lain dari peristiwa penguraian cahaya yaitu terjadinya halo yang mengelilingi bulan atau matahari dan gelembung air sabun yang terkena cahaya matahari tampak memiliki beragam warna.

2.4.2 Intensitas cahaya

Intensitas Cahaya adalah besaran pokok dalam fisika yang menyatakan daya yang dipancarkan oleh suatu sumber cahaya pada arah tertentu per satuan sudut. Satuan Internasional (SI) untuk intensitas cahaya adalah Candela (Cd). Simbol yang digunakan untuk melambangkan intensitas cahaya adalah I (huruf kapital). Definisi baku untuk 1 Candela adalah intensitas cahaya pada arah tertentu dari sumber cahaya dengan frekuensi 540×10^{12} Hz dengan intensitas radian pada arah $1/682$ watt per steradian. Alat ukur yang sering digunakan untuk mengukur intensitas cahaya antara lain adalah light meters, illuminance, lux meter,

2.5 Reflektor

Reflektor adalah sebuah alat yang memantulkan cahaya, suara atau radiasi elektro magnetis. Reflektor yang memantulkan cahaya sering disebut pula mata kucing. Sebuah reflektor yang memantulkan cahaya terdiri dari beberapa benda mirip cermin yang ditata menurut beberapa sudut tertentu. Ada reflektor yang bulat, segiempat dan segitiga. Adapun benda-benda yang mempunyai sifat cahaya tersebut adalah cermin. Berdasarkan dari bentuk permukaannya, cermin dibedakan menjadi cermin lengkung serta cermin datar. Cermin lengkung dibedakan menjadi 2 macam, yaitu cermin cembung serta cermin cekung. Berikut sedikit penjelasan tentang cermin tersebut.

a. Cermin datar

Cermin datar adalah jenis cermin yang mempunyai permukaan tidak melengkung. Cermin datar adalah cermin yang sering digunakan untuk berhias. Sifat cermin datar antara lain :

1. Memiliki ukuran bayangan yang sama dengan dengan ukuran bendanya.
2. Jarak antara bayangan yang dihasilkan sama dengan jarak benda ke cermin tersebut.
3. Bayangan yang terbentuk dari cermin datar bersifat semu atau maya (bayangan dapat di lihat, namun tidak dapat ditangkap layar).
4. Bayangan pada cermin datar adalah tegak.

b. Cermin cembung

Cermin Cembung ialah jenis cermin yang memiliki permukaan dengan bentuk melengkung ke luar. Pada bagian tengah cermin akan memiliki jarak lebih dekat ke benda dari pada bagian tepiannya. Pada cermin cembung juga terdapat titik imajiner yang menjadi pusat kelengkungan cermin itu sendiri yang memiliki jarak yang sama dengan setiap titik pada permukaan cermin.

Contoh Cermin Cembung disetiap harinya, biasanya digunakan pada kaca spion kendaraan. Adapun didalam Sifat – Sifat Cermin Cembung antara lain :

1. Sifat bayangan akan tampak maya.

dimana bayangan akan tampak berada didalam cermin.

2. Sifat bayangan tampak tegak.

bayangan dari objek akan tetap tampak sama seperti objek aslinya.

3. Sifat bayangan diperkecil.

dimana ukuran objek pada cermin akan tampak lebih kecil dari objek aslinya.

c. Cermin cekung

Cermin Cekung adalah jenis cermin yang mempunyai permukaan berbentuk cekung atau lengkungan teratur ke bagian dalam mirip dengan bentuk permukaan bola. Pada bagian tengah cermin akan memiliki jarak yang lebih jauh ke benda dari pada bagian sisi atau tepi cermin. Terdapat sebuah titik imajiner yang menjadi pusat dari kelengkungan cermin tersebut yang mempunyai jarak sama dengan setiap titik pada permukaan cermin.

Contoh Penggunaan Cermin Cekung pada Kehidupan Sehari – Hari biasanya digunakan untuk pemantulan lampu kendaraan, agar cahaya yang dihasilkan tampak menyebar atau tidak bertumpu pada satu titik saja. Cermin Cekung sendiri biasa digunakan pula pada senter, dan beberapa tipe lampu sorot yang lainnya. Untuk Sifat – Sifat Cermin Cekung antara lain :

1. Sifat bayangan akan tampak nyata, terbalik, tegak, serta diperkecil apabila objek diletakan lebih besar dari pada titik fokus cermin.
2. Sifat bayangan akan tampak nyata, terbalik, tegak, serta diperkecil apabila objek diletakan diantara titik fokus cermin.

2.6 Suhu

Suhu menunjukkan derajat panas benda. Mudahnya, semakin tinggi suhu suatu benda, semakin panas benda tersebut. Secara mikroskopis, suhu menunjukkan energi yang dimiliki oleh suatu benda. Suhu dari panel surya sangat mempengaruhi hasil dari *output* panel surya tersebut, sehingga semakin tinggi suhu pada permukaan panel maka hasil yang di dapat juga kurang optimal di karenakan batasan normal suhu pada permukaan panel surya.

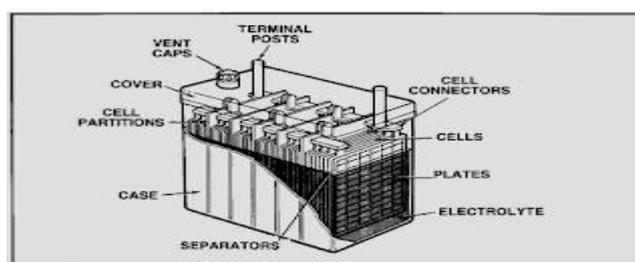
2.7 Baterai

Baterai atau aki, atau bisa juga accu adalah sebuah sel listrik dimana di dalamnya berlangsung proses elektrokimia yang reversibel (dapat berbalikan) dengan efisiensinya yang tinggi. Yang dimaksud dengan proses elektrokimia reversibel, adalah di dalam baterai dapat berlangsung proses perubahan kimia menjadi tenaga listrik (proses pengosongan), dan sebaliknya dari tenaga listrik

menjadi tenaga kimia, pengisian kembali dengan cara regenerasi dari elektroda-elektroda yang dipakai, yaitu dengan melewati arus listrik dalam arah (polaritas) yang berlawanan di dalam sel.

Setiap Baterai terdiri dari Terminal Positif(Katoda) dan Terminal Negatif (Anoda) serta Elektrolit yang berfungsi sebagai penghantar. Output Arus Listrik dari Baterai adalah Arus Searah atau disebut juga dengan Arus DC (*Direct Current*). Pada umumnya, Baterai terdiri dari 2 Jenis utama yakni Baterai Primer yang hanya dapat sekali pakai (*single use battery*) dan Baterai Sekunder yang dapat diisi ulang (*rechargeable battery*). Pada sistem PLTS, hanya baterai sekunderlah yang bisa kita gunakan dalam pengoperasiannya, contohnya aki merek GS ASTRA yang terpasang pada kendaraan bermotor.

Baterai memiliki peranan penting dalam system pembangkitan energi tenaga surya ini karena tanpa adanya baterai berfungsi sebagai penyimpan energi listrik ini maka konsumsi energi akan terputus jika panel surya tertutup awan atau pada malam hari.

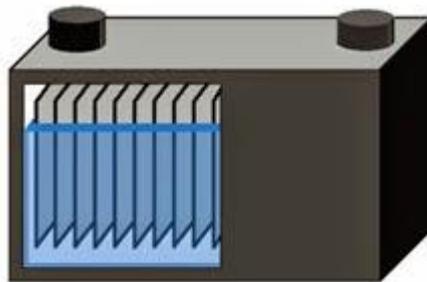


Gambar 2.8 Baterai aki

2.7.1 Jenis-Jenis Baterai (Aki)

1. *Starting Battery*

Merupakan jenis aki yang dirancang mampu menghasilkan energi (arus listrik) yang tinggi dalam waktu singkat sehingga dapat menyalakan mesin seperti mesin kendaraan. Dengan kata lain untuk menghidupkan mesin dibutuhkan arus listrik yang tinggi. Setelah mesin hidup aki istirahat sambil dicas kembali oleh dinamo (alternator). Jadi aki akan selalu penuh terisi arus listrik tidak pernah sampai habis. Jika aki sering terpakai sampai habis aki jenis ini akan cepat rusak.

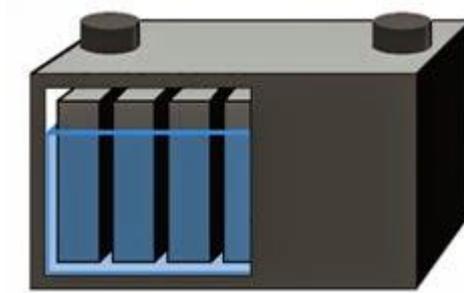


Gambar 2.9 *starting batteray*

2. *Deep Cycle Battery*

Deep Cycle Battery dirancang untuk menghasilkan energi (arus listrik) yang stabil (tidak sebesar Starting Battery) namun dalam waktu yang lama. Aki jenis ini tahan terhadap siklus pengisian - pengosongan aki yang berulang-ulang (*Deep Cycle*) karenanya konstruksinya menggunakan pelat yang lebih tebal seperti terlihat pada gambar. Aki Deep Cycle banyak digunakan pada peralatan yang menggunakan motor listrik seperti kursi roda, forklift, mobil golf. Jenis ini juga

banyak digunakan pada proyek energi alternatif untuk menyimpan arus listrik seperti pada pembangkit listrik tenaga surya.



Gambar 2.10 *deep cycle battery*

2.8 *solar charge controller*

Solar Charge Controller adalah peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah yang diisi ke baterai dan diambil dari baterai ke beban. *Solar charge controller* mengatur *over charging* (kelebihan pengisian - karena batere sudah 'penuh') dan kelebihan voltase dari panel surya. Kelebihan voltase dan pengisian akan mengurangi umur baterai. Solar charge controller menerapkan teknologi *pulse width modulation* (PWM) untuk mengatur fungsi pengisian baterai dan pembebasan arus dari baterai ke beban. *Solar Charge Controller* biasanya terdiri dari : 1 input (2 terminal) yang terhubung dengan output panel surya / solar cell, 1 output (2 terminal) yang terhubung dengan baterai / aki dan 1 output (2 terminal) yang terhubung dengan beban (*load*). Arus listrik DC yang berasal dari baterai tidak mungkin masuk ke panel sel surya karena biasanya ada 'diode protection' yang hanya melewatkan arus listrik DC dari panel surya/solar cell ke baterai, bukan sebaliknya.

fungsi detail dari solar charge controller adalah sebagai berikut:

- a. Mengatur arus untuk pengisian ke baterai, menghindari *over charging*, dan *over voltage*.
- b. Mengatur arus yang dibebaskan/ diambil dari baterai agar baterai tidak '*full discharge*', dan *over loading*.
- c. Memonitoring temperatur baterai.



Gambar 2.11 solar charge controller

2.9 Kabel Penghantar

Kabel Listrik adalah media untuk menghantarkan arus listrik yang terdiri dari Konduktor dan Isolator. Konduktor atau bahan penghantar listrik yang biasanya digunakan oleh Kabel Listrik adalah bahan Tembaga dan juga yang berbahan Aluminium meskipun ada juga yang menggunakan Silver (perak) dan emas sebagai bahan konduktornya namun bahan-bahan tersebut jarang digunakan karena harganya yang sangat mahal. Sedangkan Isolator atau bahan yang tidak/sulit menghantarkan arus listrik yang digunakan oleh Kabel Listrik adalah

bahan *Thermoplastik* dan *Thermosetting* yaitu *polymer* (plastik dan *rubber/karet*) yang dibentuk dengan satu kali atau beberapa kali pemanasan dan pendinginan.

2.9.1 Kemampuan Hantar Arus Kabel

Kemampuan Hantar Arus (KHA) suatu penghantar ialah Seberapa besar batasan Arus listrik yang bisa dialirkan melalui suatu penghantar listrik.

Kemampuan Hantar arus suatu penghantar listrik, tentunya berbeda-beda ditinjau dari aneka macam aspek seperti:

- a) Jenis bahan penghantar (konduktor)
- b) Luas penampang
- c) Suhu
- d) Lokasi pemasangan

Oleh sebab itu dalam menentukan ukuran kabel sangat mempengaruhi kinerja dari kabel tersebut dan juga penentuan ukuran kabel ini sangat penting, mengingat adanya akibat yang ditimbulkannya. Berikut tabel kemampuan hantar arus sesuai standart.

Tabel 2.1 Kemampuan Hantar Arus

Luas penampang nominal kabel	Kemampuan hantar arus maksimal	Kemampuan hantar arus nominal maksimum pemakaian
Mm²	A	A
15	19	20
25	25	25
4	34	35
6	44	50
10	61	63
16	82	80
25	108	100

35	134	125
50	167	160
70	207	224
95	249	250
120	291	300
150	334	355
185	380	355
240	450	425
300	520	500

2.9.2 Jenis-Jenis Kabel

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

a. Kabel NYM

Kabel ini memiliki konduktor atau inti kabel tunggal lebih dari satu dan masing-masing dilapisi dengan isolator dengan warna berbeda. Inti-inti kabel ini kemudian bersama-sama dibungkus dengan serat PVC dan bagian luarnya dilapisi dengan selubung PVC. Karena perlindungan berlapis ini, kabel NYM cukup kuat untuk digunakan pada lingkungan yang lembab dan basah. Tegangan nominalnya 230 - 400 (300) V.

b. Kabel NYA

Kabel listrik ini hanya memiliki satu inti kabel yang terdiri dari kabel tembaga tunggal ini berdiameter 1.5 – 2.5 mm dan memiliki isolator berbahan PVC. Biasa digunakan di dalam instalasi listrik rumah tinggal. Isolator pembungkus kabel NYA diberi warna merah, kuning, biru dan hitam untuk memudahkan pemasangan jalur jaringan instalasi listrik. Karena pembungkus ini hanya satu lapisan tipis, maka kabel ini mudah rusak karena faktor cuaca maupun

karena digerogoti oleh tikus. Untuk menghindari kerusakan tersebut sebaiknya jalur jaringan listrik dilindungi dengan pipa PVC. Tegangan nominalnya sekitar 400 - 690 (600) V.

c. Kabel NYY

Kabel ini memiliki inti kabel serabut lebih dari satu dan masing-masing dilapisi dengan isolator dengan warna berbeda. Lapisan selubungnya tebal dan kuat serta diberi lapisan anti gigitan tikus. Karena itu kabel ini dapat dipendam di dalam tanah. Jika terdapat risiko terkena gangguan mekanis, sebaiknya jaringan jalur kabel dilindungi dengan pipa.

d. Kabel NYAF

Kabel ini secara terlihat mirip dengan kabel NYA, hanya memiliki satu inti kabel, tetapi berupa serabut bukan tunggal. Isolasinya tipis dan juga diberi warna berbeda. Kabel NYAF ini lebih fleksibel dibandingkan kabel NYA, sehingga cocok digunakan pada belokan-belokan jaringan listrik. Seperti kabel NYA, kabel NYAF ini perlu diberi pelindung pipa. Tegangan nominal 300 – 500 V.

2.10 Beban Listrik

Beban listrik adalah sesuatu yang harus ditanggung oleh pembangkit listrik. Dalam aplikasi sehari-hari dapat digambarkan bahwa beban listrik adalah peralatan yang menggunakan daya listrik agar bisa berfungsi. Contoh beban listrik dalam rumah tangga diantaranya televisi, lampu penerangan, setrika, mesin cuci, lemari es dan lain-lain.

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.

$$V=I.R \dots\dots\dots 2.1$$

$$I=V/R \dots\dots\dots 2.2$$

Dimana :

I = Arus listrik (Ampere)

V = Tegangan listrik (Volt)

R = Hambatan listrik (Ohm)

Ada 2 jenis beban listrik berdasarkan sumbernya :

- 1) Beban listrik tegangan bolak balik.
- 2) Beban listrik tegangan searah.

2.10.1 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.

Simbol tegangan listrik dinyatakan dalam V ditulis dengan huruf besar. Pada beberapa kasus juga ditemui penggunaan simbol E , tujuannya agar tidak bingung antara V sebagai simbol dan V sebagai satuan (Volt). Khusus untuk tegangan DC juga bisa ditulis dengan simbol B , yaitu singkatan dari Battery.

Bila sumber listrik DC, maka sifat beban hanya bersifat resistif murni, karena frekuensi sumber DC adalah nol. Real induktansi induktif (X_L) akan menjadi nol yang berarti bahwa inductor tersebut akan short circuit. Reaktansi kapasitif (X_C) 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.

2.11 Pompa Air DC

Pompa adalah suatu alat yang digunakan untuk memindahkan suatu cairan dari suatu tempat ke tempat lain dengan cara menaikkan tekanan cairan tersebut. Kenaikan tekanan cairan tersebut digunakan untuk mengatasi hambatan-hambatan pengaliran. Hambatan-hambatan pengaliran itu dapat berupa perbedaan tekanan, perbedaan ketinggian atau hambatan gesek.

Pompa memiliki 2 fungsi utama yaitu :

1. Memindahkan cairan dari satu tempat ke tempat lainnya (misalnya air dari akuifer bawah tanah ke tangki penyimpan air).

2. Mensirkulasikan cairan sekitar sistem (misalnya air pendingin atau pelumas yang melewati mesin-mesin dan peralatan).



Gambar 2.12 Pompa Air DC

Keuntungan menggunakan pompa air DC ialah Dapat memanfaatkan pompa air tanpa harus bergantung dengan listrik PLN. Jika pompa air terletak jauh dari jaringan PLN, maka pompa air dapat difungsikan mandiri. Jika pompa air digunakan untuk rumah, maka pompa air dapat membantu efisiensi penggunaan listrik PLN. Pada pompa air DC pun memiliki keunggulan dari segi harga yang terjangkau dan pompa ini hanya memerlukan sebuah baterai (AKI) kendaraan sepeda motor ataupun baterai (AKI) mobil maka pompa ini bisa langsung dipakai.

2.12 Debit Air

Debit air adalah kecepatan aliran zat cair per satuan waktu. Misalnya Debit air sungai pesanggrahan adalah 3.000 l/ detik. Artinya setiap 1 detik air yang mengalir di sungai Pesanggrahan adalah 3.000 l. Satuan debit digunakan dalam pengawasan kapasitas atau daya tampung air di sungai atau bendungan agar dapat dikendalikan.

Untuk dapat menentukan debit air maka kita harus mengetahui satuan ukuran volume dan satuan ukuran waktu terlebih dahulu, karena debit air berkaitan erat dengan satuan volume dan satuan waktu.

1. Cara menghitung debit air

$$\mathbf{Debit = Volume : Waktu}$$

Diketahui :

$$\text{volume (v)} = 3.600.000 \text{ liter}$$

$$\text{waktu (t)} = 1 \text{ jam}$$

$$= 3.600 \text{ detik}$$

$$\text{Maka debitnya} = 3.600.000 : 3.600$$

$$= 1.000 \text{ liter/detik}$$

2. Cara menghitung volume

$$\mathbf{Volume = Debit \times Waktu}$$

Diketahui :

$$\text{Debit} = 10 \text{ liter}$$

$$\text{Waktu} = 30 \text{ menit}$$

$$\text{Maka volumenya} = \text{Debit} \times \text{Waktu}$$

$$= 10 \text{ liter} \times 30 \text{ menit}$$

$$= 300 \text{ liter}$$

3. Cara menghitung waktu

$$\mathbf{Waktu = Volume : Debit}$$

Diketahui :

Volume = 200 liter

Debit = 5 liter/ menit

Maka waktu yang dibutuhkan = Volume : Debit

$$= 200 : 5$$

$$= 40 \text{ menit}$$

BAB 3

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 kinerja pompa air DC yang di supplay PLTS dengan menggunakan reflektor dan tanpa reflektor dilakukan selama satu bulan.

3.2 Alat Dan Bahan Penelitian

a. *Solar Cell*

Fungsi solar cell ialah dapat menangkap energi cahaya matahari lalu dijadikan sebagai energi listrik. Dengan adanya solar cell ini maka bisa lebih efektif dalam menghemat pengeluaran untuk membayar tarif listrik. Hal ini dikarenakan Solar Cell menangkap energi dari matahari langsung yang tidak perlu membayarnya terlebih dahulu untuk bisa memperoleh sumber energi dari cahaya matahari tersebut. Sel surya yang digunakan untuk penelitian ini adalah :

Kekuatan puncak (P_{max}) : 50 WP

Toleransi daya : 0-3%

Tegangan (V_{mp}) : 17.5 V

Arus (I_{mp}) : 2.85 A

Tegangan rangkaian terbuka : 19.5 V

Arus hubung singkat : 3.05 A

Tegangan sistem maksimal : 1000 VOC

b. Solar Charge Controller

Solar Charge Controller adalah peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah yang diisi ke baterai dan diambil dari baterai ke beban. *Solar charge controller* mengatur *over charging* (kelebihan pengisian – karena baterai sudah penuh) dan kelebihan *voltase* dari panel surya/solar cell. Kelebihan *voltase* dan pengisian akan mengurangi umur baterai. *Solar charge controller* menerapkan teknologi *Pulse Width Modulation (PWM)* untuk mengatur fungsi pengisian baterai dan pembebebasan arus dari baterai ke beban. Panel surya/solar cell 12 Volt umumnya memiliki tegangan *output* 16 – 21 Volt. *Solar Charge Controller* yang digunakan pada penelitian ini adalah :

Merk : ELNICPRO

Model : PV2410U

Rated Voltage : 12 V/24 V

Usb Output : 5 V 1.0 A

Rated Current : 10 A

c. Baterai

Baterai atau aki pada mobil berfungsi untuk menyimpan energi listrik dalam bentuk energi kimia, yang akan digunakan untuk mensuplai (menyediakan) listrik ke pompa air DC.

d. Reflektor

Reflektor berfungsi sebagai alat yang memantulkan cahaya, suara atau radiasi elektromagnetis. Sebuah reflektor yang memantulkan cahaya terdiri dari beberapa benda mirip cermin yang ditata menurut beberapa sudut tertentu. Reflektor yang digunakan pada penelitian ini adalah Cermin datar : 50 cm×20 cm.

e. Pompa Air DC

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. Pompa yang digunakan pada penelitian ini adalah :

Merk : Raindeew

Voltage : 12 Vdc

Current range :1,6-3.0 A

f. Ampere meter

Ampere meter ialah alat yang digunakan untuk mengukur kuat arus listrik baik untuk arus DC maupun AC yang terdapat dalam rangkaian tertutup. Ampere meter bisa dipasang berderet dengan elemen listrik. Jika akan mengukur arus yang mengalir pada sebuah penghantar dengan memakai Ampere meter maka wajib dipasang secara seri dengan cara memotong penghantar agar arus mengalir melalui Ampere meter.

g. Multi meter (multi tester)

Multi meter adalah alat ukur yang dipakai untuk mengukur tegangan listrik, arus listrik, dan tahanan (resistansi). Itu adalah pengertian multi meter secara umum, sedangkan pada perkembangannya multi meter masih bisa digunakan untuk beberapa fungsi seperti mengukur temperatur, induktansi, frekuensi, dan sebagainya. Ada juga orang yang menyebut multimeter dengan sebutan AVO meter, mungkin maksudnya A (ampere), V (volt), dan O (Ohm).

3.2.1 Pengukuran Arus dan Tegangan

Penulis melakukan pengukuran Arus dan Tegangan yang dihasilkan oleh pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) yang menggunakan reflector dan tanpa menggunakan reflektor.

3.2.2 pengukuran debit air

penulis melakukan pengambilan data dari pada pompa air DC yang di supply oleh panel surya yang menggunakan reflector dan tanpa reflektor dan melakukan pengukuran debit air yang dihasilkan.

3.2.3 Observasi (Pengamatan)

Melakukan pengamatan secara langsung dilapangan serta melakukan pengujian terhadap tegangan dan arus yang dihasilkan oleh PLTS yang menggunakan reflektor dan tanpa reflektor, maupun baterai beserta kinerja pompa air DC.

3.3 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.

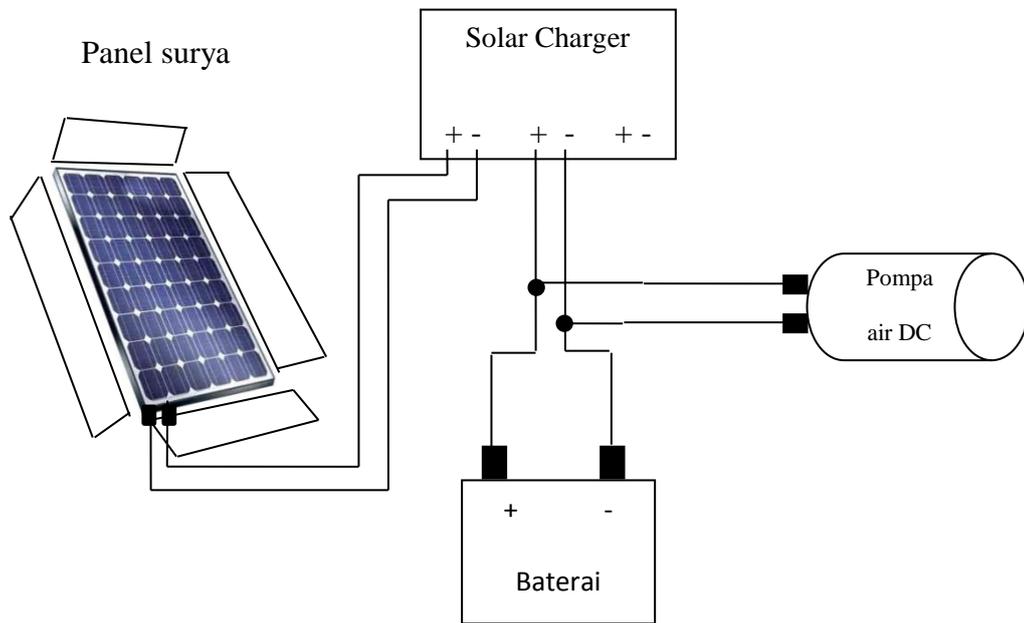
2. Pengumpulan Data

Penulis melakukan pengambilan serta pengumpulan data dengan cara melakukan pengukuran arus, tegangan, dan suhu pada permukaan panel surya yang dihasilkan oleh pembangkit listrik tenaga surya terlebih dahulu, setelah itu peneliti menggunakan alat berupa reflector yang diletakkan pada ke 4 sisi dari panel surya 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 dengan sumber energi dari panel surya langsung, reflektor dan juga baterai.

3. Pengolahan Data dan Analisa

Menganalisa besar tegangan, arus dan daya yang dihasilkan oleh PLTS yang menggunakan reflektor dan tanpa reflector, maupun baterai. Serta menganalisa debit air yang akan di hasilkan oleh pompa air DC ini. Data-data yang akan di peroleh tersebut dapat juga dalam berbentuk grafik.

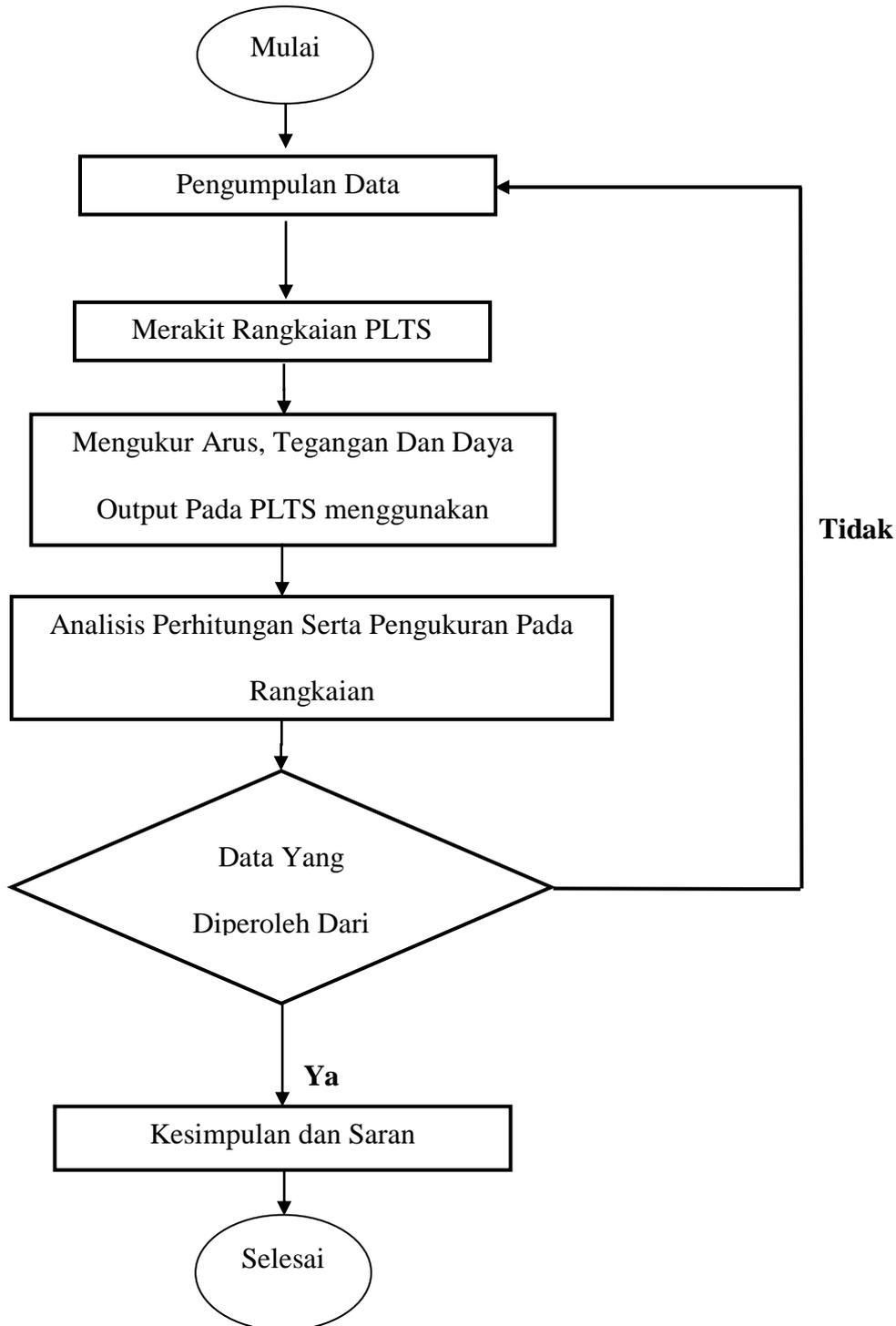
3.4 Gambar Rangkaian



Gambar 3.1 Skema Rangkaian

3.5 Diagram alir

Prosedur penyusunan tugas akhir adalah sebagai berikut :



Gambar 3.2 Diagram Alir

BAB 4

ANALISA DAN HASIL PENELITIAN

4.1 Data Hasil Pengujian Arus dan Tegangan Pada Panel Surya yang menggunakan reflektor

Pengujian dilakukan dalam waktu tiga hari dan dilakukan pengambilan data setiap dua jam sekali. Pengujian ini menggunakan sumber energi yang dihasilkan panel surya dengan menggunakan reflektor.

Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian Pada Panel Surya Menggunakan Reflektor

Hari / Kondisi Cuaca	Waktu Pengujian	Sudut	Suhu panel	V Sel Surya (Volt)	I Sel Surya (Ampere)	P Sel Surya (watt)
Hari Pertama/ Terik	09.00	$\angle 90^0$	40 ⁰ C	20,05	1,62	32,48
	11.00		43 ⁰ C	19,02	1,54	29,29
	13.00		38 ⁰ C	16,42	1,58	25,94
	15.00		41 ⁰ C	18,76	1,74	32,64
Hari Kedua/ Berawan	09.00	$\angle 90^0$	40 ⁰ C	17,37	1,65	27,09
	11.00		41 ⁰ C	18,61	1,69	31,45
	13.00		41 ⁰ C	18,47	1,74	32,13
	15.00		37 ⁰ C	15,76	1,46	23
Hari Ketiga/ Terik	09.00	$\angle 90^0$	41 ⁰ C	18,40	1,27	23,36
	11.00		56 ⁰ C	20,08	1,90	38,15
	13.00		56 ⁰ C	20,00	1,72	34,4
	15.00		48 ⁰ C	19,83	1,77	35,09

4.1.1 Nilai Rata-Rata Arus, Tegangan, Daya dan Efisiensi Pada PLTS Dengan Reflektor.

$$\begin{aligned} \text{Nilai rata-rata } V_{\text{panel}} &= \frac{V_{\text{total}}}{12} \\ &= \frac{222,77}{12} \end{aligned}$$

$$V_{\text{rata-rata}} = \mathbf{18,56 \text{ V}}$$

$$\begin{aligned} \text{Efisiensi} &= \frac{P_{\text{out}}}{P_{\text{in}}} \times 100\% \\ &= \frac{18,6}{38,15} \times 100\% \end{aligned}$$

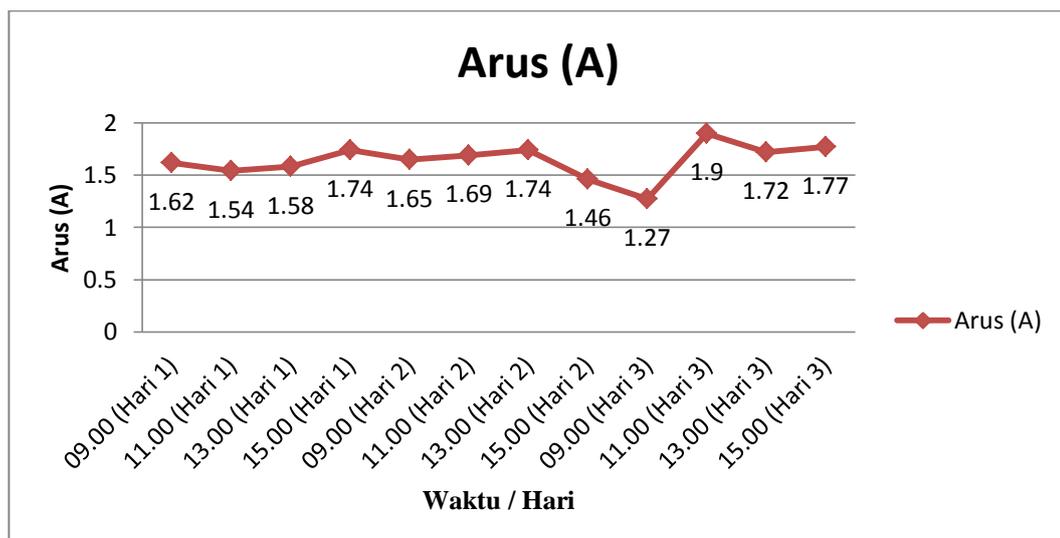
$$= \mathbf{48 \%$$

$$\begin{aligned} \text{Nilai rata-rata } I_{\text{panel}} &= \frac{I_{\text{total}}}{12} \\ &= \frac{19,68}{12} \end{aligned}$$

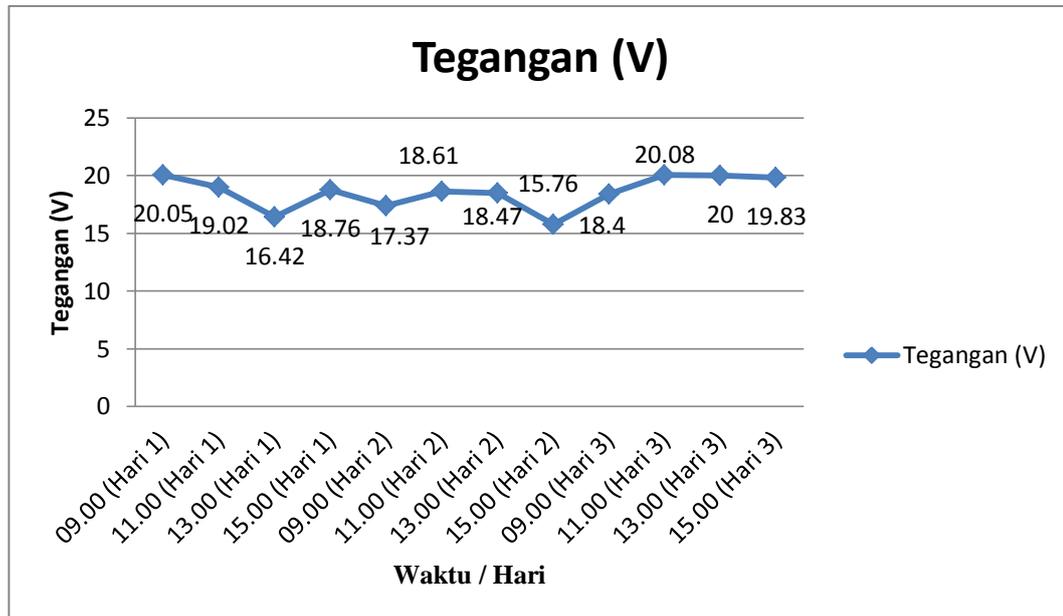
$$I_{\text{rata-rata}} = \mathbf{1,64 \text{ A}}$$

$$\begin{aligned} \text{Nilai rata-rata } P_{\text{panel}} &= \frac{P_{\text{total}}}{12} \\ &= \frac{365,02}{12} \end{aligned}$$

$$P_{\text{rata-rata}} = \mathbf{30,41 \text{ Watt}}$$



Gambar 4.1 Grafik Arus Keluaran Pada PLTS Dengan Menggunakan Reflektor



Gambar 4.2 Grafik Tegangan Keluaran Pada PLTS Dengan Menggunakan Reflektor

4.2 Data Hasil Pengujian Arus dan Tegangan Pada Panel Surya

Pengujian dilakukan dalam waktu tiga hari dan dilakukan pengambilan data setiap dua jam sekali. Pengujian ini menggunakan sumber energi yang dihasilkan panel surya.

Tabel 4.2 Data Hasil Pengujian Arus Dan Tegangan Pada Panel Surya Tanpa Reflektor

Hari / Kondisi Cuaca	Waktu Pengujian	Sudut	Suhu panel	V Sel Surya (Volt)	I Sel Surya (Ampere)	P Sel Surya (Watt)
Hari Pertama / Terik	09.00	$\angle 90^0$	38 ⁰ C	16,62	1,25	20,77
	11.00		41 ⁰ C	18,79	1,70	31,94
	13.00		45 ⁰ C	18,69	1,71	31,95

	15.00		38 ⁰ C	16,49	1,67	27,53
Hari Kedua/ Berawan	09.00	∠90 ⁰	37 ⁰ C	16,27	1,47	23,91
	11.00		41 ⁰ C	18,59	1,66	30,85
	13.00		41 ⁰ C	18,45	1,58	29,15
	15.00		34 ⁰ C	15,36	1,27	19,50
Hari Ketiga/ Terik	09.00	∠90 ⁰	41 ⁰ C	18,40	1,39	25,57
	11.00		43 ⁰ C	18,08	1,40	25,31
	13.00		44 ⁰ C	17,91	1,31	23,46
	15.00		41 ⁰ C	18,30	1,35	24,70

4.2.1 Nilai Rata-Rata Arus, Tegangan, Daya dan Efisiensi Pada PLTS Tanpa Reflektor.

$$\begin{aligned} \text{Nilai rata-rata } V_{\text{panel}} &= \frac{V_{\text{total}}}{12} \\ &= \frac{211,95}{12} \end{aligned}$$

$$V_{\text{rata-rata}} = \mathbf{17,66 \text{ V}}$$

$$\begin{aligned} \text{Efisiensi} &= \frac{P_{\text{out}}}{P_{\text{in}}} \times 100\% \\ &= \frac{17,3}{31,95} \times 100\% \end{aligned}$$

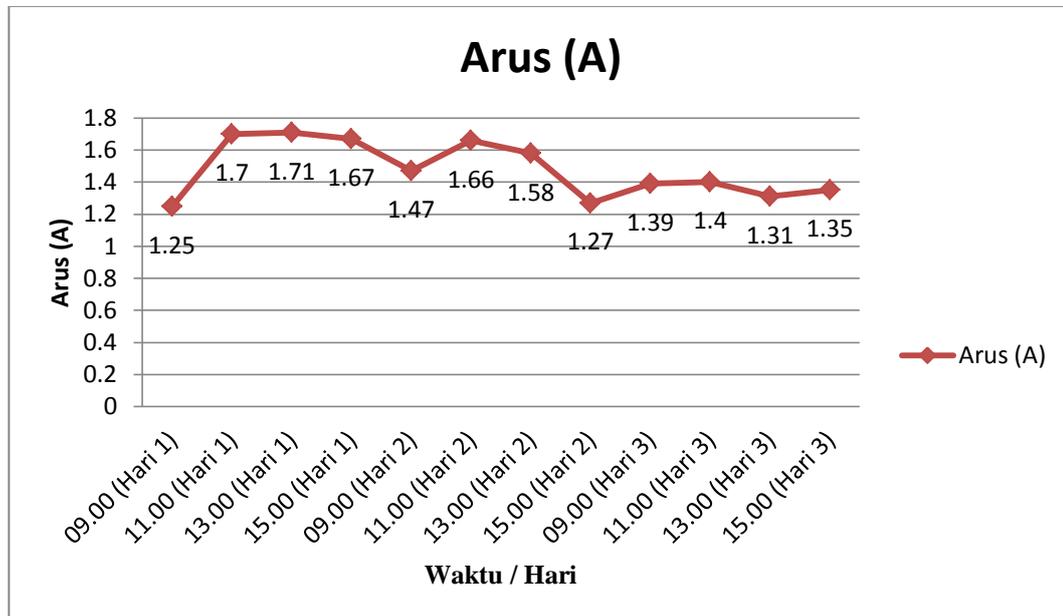
$$= \mathbf{54 \%}$$

$$\begin{aligned} \text{Nilai rata-rata } I_{\text{panel}} &= \frac{I_{\text{total}}}{12} \\ &= \frac{17,76}{12} \end{aligned}$$

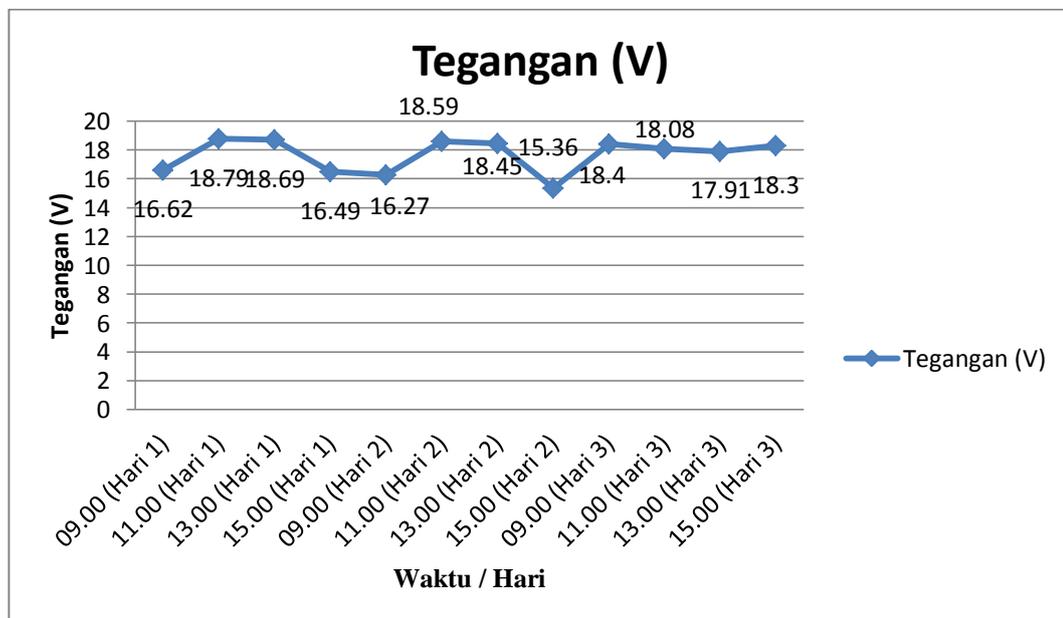
$$I_{\text{rata-rata}} = \mathbf{1,48 \text{ A}}$$

$$\begin{aligned} \text{Nilai rata-rata } P_{\text{panel}} &= \frac{P_{\text{total}}}{12} \\ &= \frac{314,64}{12} \end{aligned}$$

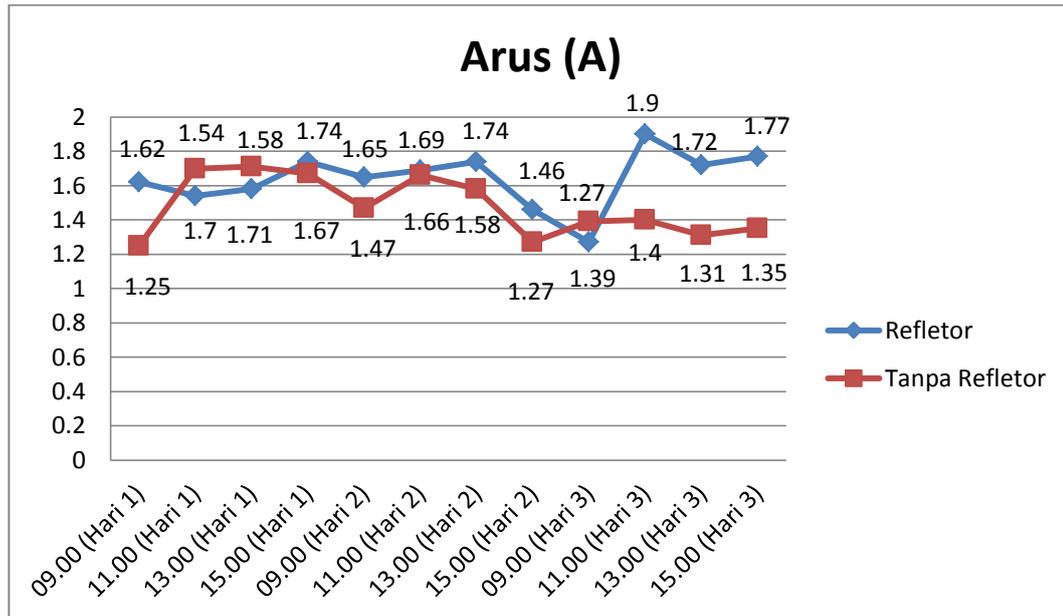
$$P_{\text{rata-rata}} = \mathbf{26,22 \text{ Watt}}$$



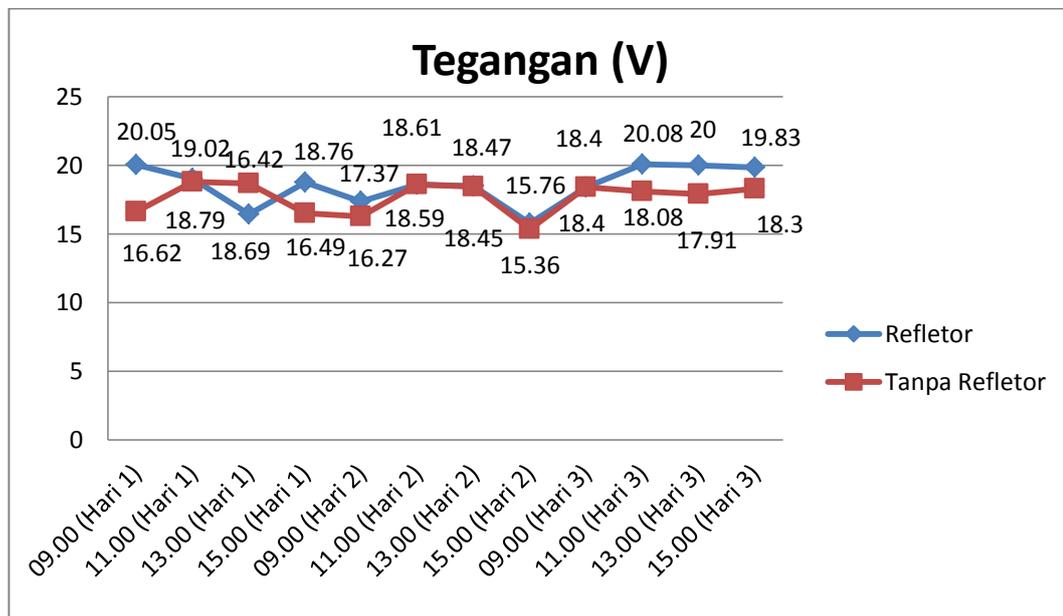
Gambar 4.3 Grafik Arus Keluaran Pada PLTS Tanpa Reflektor



Gambar 4.4 Grafik Tegangan Keluaran Pada PLTS Tanpa Reflektor



Gambar 4.5 Grafik perbandingan Arus Keluaran Pada PLTS Yang menggunakan Reflektor dan tanpa Reflektor.



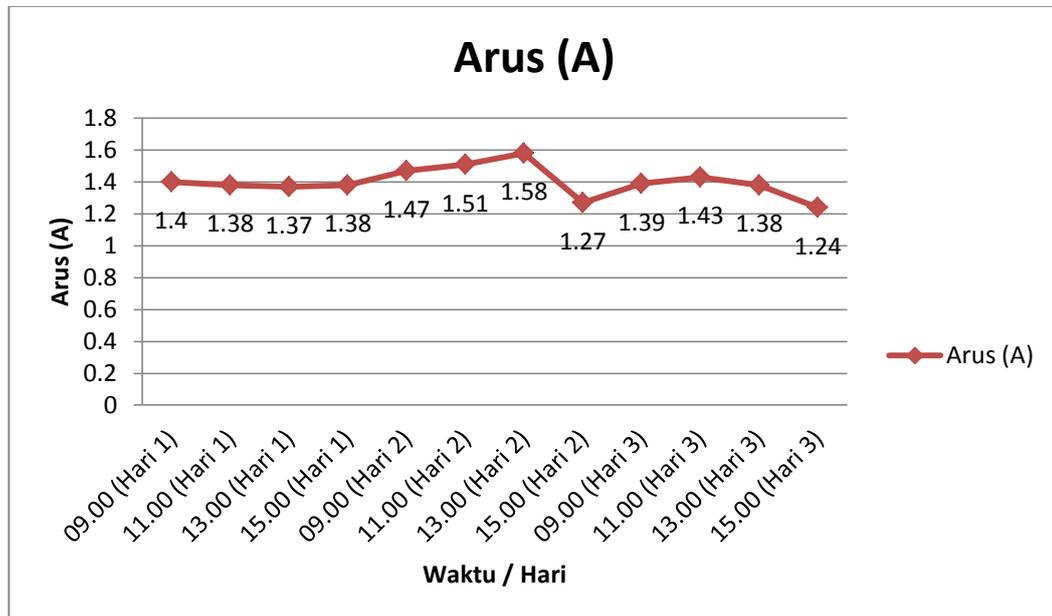
Gambar 4.6 Grafik perbandingan Tegangan Keluaran Pada PLTS Yang menggunakan Reflektor dan tanpa Reflektor.

4.3 Data Penelitian Arus Dan Tegangan Pada Baterai

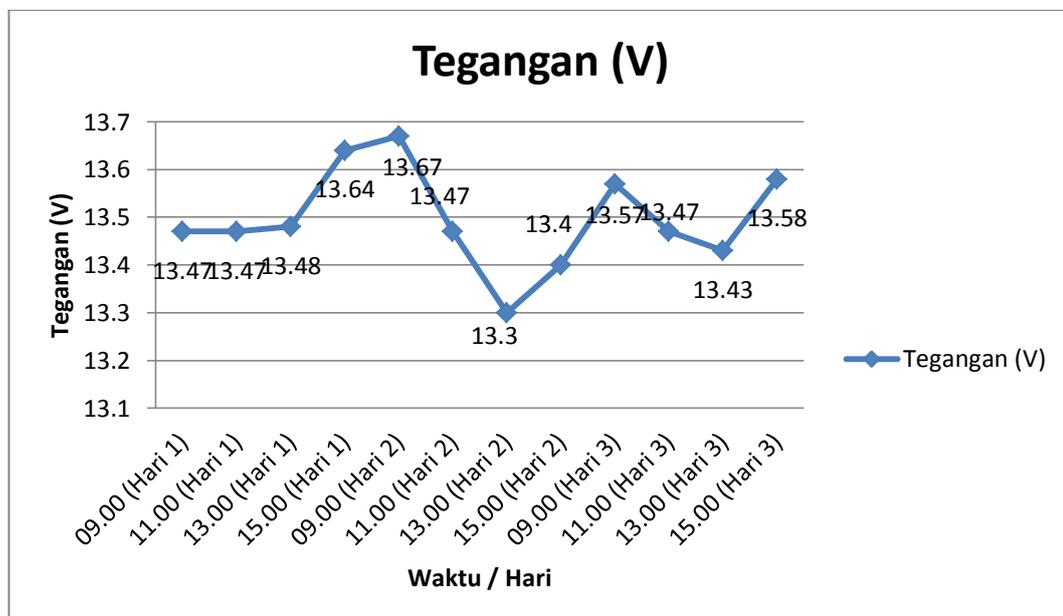
Adapun hasil pengujian arus dan tegangan pada baterai adalah sebagai berikut :

Tabel 4.3 Data Hasil Penelitian Pada Baterai yang menggunakan reflektor dan tanpa reflektor

Waktu		Menggunakan Reflektor		Tanpa Menggunakan Reflektor	
Hari / Kondisi Cuaca	Waktu Pengujian	V Baterai (Volt)	I Baterai (Ampere)	V Baterai (Volt)	I Baterai (Ampere)
Hari Pertama / Terik	09.00	13,47	1.40	13.37	1.33
	11.00	13,47	1,38	13.25	1.31
	13.00	13,48	1,37	13.30	1.29
	15.00	13,6 4	1,38	13.40	1.33
Hari Kedua/ Berawan	09.00	13,67	1,47	13.57	1.39
	11.00	13,47	1,51	13.25	1.38
	13.00	13,30	1,58	13.16	1.40
	15.00	13,40	1,27	13.23	1.15
Hari Ketiga/ Terik	09.00	13,57	1,39	13.30	1.37
	11.00	13,47	1,43	13.25	1.38
	13.00	13,43	1,38	13.22	1.23
	15.00	13,58	1,24	13.31	1.11



Gambar 4.7 Grafik Arus Keluaran Pada Baterai



Gambar 4.8 Grafik Tegangan Keluaran Pada Baterai

4.4 Data Penelitian Debit Air Yang Dihasilkan

Adapun hasil pengujian arus dan tegangan ini jika di beri beban pompa air DC adalah sebagai berikut :

Tabel 4.4 pengujian debit air yang dihasilkan pompa air DC

No	Lama nyala beban	Sumber energi	Debit yang dihasilkan
1	1 menit	Reflektor	3,8 liter
2	1 menit	Tanpa Reflektor	2,7 liter
3	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) Pada sumber PLTS yang menggunakan reflektor debit air yang diperoleh adalah 3,8 liter per menitnya.
- d) Pada sumber PLTS yang tanpa menggunakan reflektor debit air yang dihasilkan adalah 2,7 liter per menitnya.
- e) Pada sumber baterai debit ait yang di hasilkan adalah 5 liter per menitnya.

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 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan perhitungan dan analisis data yang dilakukan pada Tugas Akhir ini, maka penulis mengambil beberapa kesimpulan bahwa:

1. Pada hasil yang telah diperoleh dari penelitian ini dapat diketahui bahwa pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) yang menggunakan reflektor sedikit lebih efektif dari segi *output* Tegangan dan Arus yang dihasilkan yang mana tegangan yang dapat dihasilkan yaitu sebesar 20,08 V pada jam 11.00 dengan cuaca yang terik dan memiliki efisiensi sebesar 48 %. Jika dibandingkan dengan tanpa menggunakan reflektor yang hanya memperoleh nilai sebesar 18,69 V pada jam 11.00 dengan cuaca terik dan memiliki nilai efisiensi sebesar 54 %.
2. Pada hasil yang diperoleh dari penelitian ini dapat diketahui bahwa panel surya yang menggunakan reflektor dapat menghasilkan debit air yang lebih banyak yaitu dengan keadaan mesin pompa air menyala selama 1 menit dapat menghasilkan 3,8 liter sedangkan disaat panel surya tidak menggunakan reflektor debit air yang dihasilkan hanya 2,7 liter.
3. Pada hasil yang diperoleh dari penelitian ini, penulis memperoleh data suhu pada permukaan panel yang menggunakan reflektor dengan suhu tertinggi dapat memperoleh suhu sebesar 56°C dengan keadaan cuaca terik pada jam 11.00 wib sedangkan suhu yang diperoleh dari panel surya yang tanpa

menggunakan reflektor hanya memperoleh suhu sebesar 45°C dengan cuaca terik pada jam 13.00 wib.

5.2 Saran

1. Untuk pengembangan tugas akhir ini dapat dikaji lebih rinci lagi tentang reflektor jenis lain seperti menggunakan bahan alumunium foil atau pun juga menggunakan reflektor yang biasa digunakan pada seni fotografi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Saputra, “Kinerja Pompa Air DC Berdasarkan Intensitas Tenaga Surya,” 2015.
- [2] A. E. Febtiwiyanti and S. Sidopekso, “Studi Peningkatan Output Modul Surya dengan menggunakan Reflektor,” *J. Fis. dan Apl.*, vol. 6, no. 2, p. 100202, 2016.
- [3] A. Julisman, I. D. Sara, and R. H. Siregar, “Prototipe Pemanfaatan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Pada Sistem Otomasi Atap Stadion Bola,” *Jur. Tek. Elektro dan Komputer, Fak. Tek. Univ. Syiah Kuala*, vol. 2, no. 1, pp. 35–42, 2017.
- [4] J. Teknik and E. Fakultas, “Analisis pengaruh penambahan reflector terhadap tegangan keluaran modul solar cell publikasi ilmiah,” 2016.
- [5] Soehardi, “PLTS SEBAGAI SALAH SATU ENERGI ALTERNATIF Soehardi,” *plts sebagai salah satu energi Altern.*, vol. 12, no. 71, pp. 1–4, 2013.
- [6] S. Yuliananda and G. Sarya, “Pengaruh perubahan intensitas matahari terhadap daya keluaran panel surya,” *J. Pengabd. LPPM Untag Surabaya*, vol. 01, no. 02, pp. 193–202, 2015.
- [7] R. A. Nugroho and M. Facta, “Memaksimalkan Daya Keluaran Sel Surya Dengan Menggunakan Cermin Pemantul Sinar Matahari (Reflector),” *Transient*, vol. 3, no. 3, pp. 409–411, 2014.
- [8] D. F. Alifyanti and J. M. Tambunan, “Pengaturan Tegangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya,” vol. 1, no. 1, pp. 759–768, 2011.
- [9] R. A. Ruli Siregar, N. Wardana, L. Jurusan Teknik Informatika, S. Tinggi Teknik PLN Jakarta Menara PLN, J. Lingkar Luar Barat, and D. Kosambi, “Sistem Monitoring Kinerja Panel Listrik Tenaga Surya Menggunakan Arduino Uno,” vol. 14, no. 2, pp. 81–100, 2017.
- [10] Nora Aditayan, “Karakterisasi Panel Surya Model SR-156P-100 Berdasarkan Intensitas Cahaya Matahari,” pp. 1–72, 2015.
- [11] F. Wikipedia, “Solar cell,” vol. 7, no. September, pp. 1–21, 2016.
- [12] Adi Tri Soelistio, “PEMBANGKIT Listrik Tenaga Surya (PLTS),” pp. 1–3, 2015.
- [13] Hari Sutrisno, “Sel Fotovoltaik Generasi Ke-iii :,” pp. 115–122, 2010.



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

LEMBAR ASISTENSI

Nama : Dodi Prasetya
NPM : 1407220059
Pembimbing 1 : Dr. MUHAMMAD FITRA ZAMBAK, M.Sc

NO	HARI/TANGGAL	URAIAN	PARAF
1.	16/11/18	Tujuan NO 2 hapus Buat minimal 3 Tujuan terba rukann.	3/1/18
2.	23/11/18	Abstrak di Pendahuluan ubah Tujuan No 1 buat efisien.	3/1/18
3	12/12/18	Gambar reflektor & Tanpa Rg	3/1/18
4	20/12/18	Daftar pustaka Mendady.	3/1/18
5	5/1/19	Tujuan Sistem dgn bab 3, 4, 5.	3/1/19
7	25/1/19	Kesimpulan Sesuaikan dengan Tujuan.	3/1/19
8	15/2/19	Ace Semihcar	3/1/19

Pembimbing 1

Dr. MUHAMMAD FITRA ZAMBAK, M.Sc



PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
Jl. Kapten Mukhtar Basri no.3 Medan telp.061-66244567

LEMBAR ASISTENSI

Nama : Dodi Prasetya
NPM : 1407220059
Pembimbing 2 : ZULFIKAR, S.T, MT

NO	HARI/TANGGAL	URAIAN	PARAF
1)	21/4/18	Perbaiki modul karena konek terputus ds pembalukan perulisan halaman sesuaikan	
2)	14/12/18	perbaiki BAB I dan BAB IV pokus kan pembalukan di bidang ny/meterial nya campur ud. pem balukan tentu sel surya a bukt/perparten tentu bagian bagannya	
3)	22/12/18	klhusus pem balukan tentu Reflektor di petak bagian bagannya 96 reaktif dan prinsip reaktif	
4.	12/1/19	Bat gen ber reaktif dan prin sip reaktif x) sekunder bsd	

Pembimbing 2

ZULFIKAR, S.T, MT