

TUGAS AKHIR

ANALISA PENGUJIAN BATERAI PADA PANEL SURYA MENGUNAKAN INVERTER DENGAN BEBAN POMPA AIR AQUARIUM 20 W

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Elektro Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

MHD. MALKA FITRA RISHANDA
1507220125



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

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

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

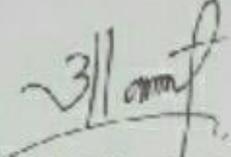
Nama : Mhd. Malka Fitra Rishanda
NPM : 1507220125
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Skripsi : Analisa Pengujian Baterai Pada Panel Surya Menggunakan Inverter dengan Beban Pompa Air Aquarium 20 Watt.

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.

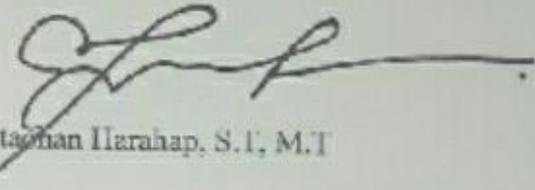
Medan, 26 September 2019

Mengetahui dan menyetujui:

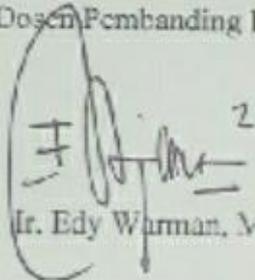
Dosen Pembimbing I


DR. M. Fitra Zambak, S.T, M.Sc

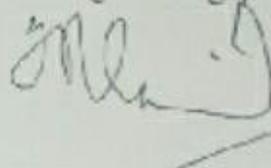
Dosen Pembimbing II


Partawan Harahap, S.T, M.T

Dosen Pembimbing I / Penguji


Ir. Edy Warman, M.T

Dosen Pembimbing II / Penguji


Ir. Zul Arsil Siregar





LEMBARAN ASISTENSI

Nama : MHD MALKA FITRA RISHANDA
NPM : 1507220125
Asistensi : Dosen Pembimbing I
Judul : ANALISA PENGUJIAN BATERAI PADA PANEL SURYA MENGGUNAKAN INVERTER DENGAN BEBAN POMPA AIR AQUARIUM 20 WATT

No	Tanggal	Uraian	Paraf
1.	23/6 - 2019	Abstrak Konsentrasi penelitian	3/1/2019
2.	16/7 - 2019	tujuan penelitian solusi (IP)	3/1/2019
3.	23/7 - 2019	Grafis Kesimpulan	3/1/2019
4.	15/8 - 2019	Abstrak Kering Instruksi LYO Solusi.	3/1/2019
5.	30/8 - 2019	Hasil data perlu ditambahkan.	3/1/2019
6.	9/9 - 2019	Metode tambahan pengujian pengisian & pengisian baterai	3/1/2019
7.	12/9 - 2019	Ket. Grafik	3/1/2019
8.	19/9 - 2019	Atas Seminar 23/9 - 2019	3/1/2019

Dosen Pembimbing I

(DR.M.FITRA ZAMBAKS,I,M.Sc)



LEMBARAN ASISTENSI

Nama : MHD MAJKA FITRA RISHANDA
NPM : 1507220125
Asistensi : Dosen Pembimbing II
Judul : ANALISA PENGUJIAN BATTERAI PADA PANEL SURYA MENGGUNAKAN INVERTER DENGAN BEBAN POMPA AIR AQUARIUM 20 WATT

No	Tanggal	Uraian	Paraf
1.	6/6/2019	perbaiki foto-beslelag	
2.	30/6/2019	konsul kepribing I	
3.	7/7/2019	laport penghabisan	
4.	15/7/2019	pele Bab 3	
5.	28/7/2019	prohibiti pada GAO 20	
6.	5/8/2019	laport penghabisan	
7.	15/8/2019	perbaikan grafik	
8.	2/9/2019	buah dari instalasi dan kawat	
9.	22/9/2019	pele seminar	

Konsul kepribing I.

Dosen Pembimbing II

(Partaonnan Harahap, S.T, M.T)

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Mhd. Malka Fitra Rishanda
Tempat/Tanggal Lahir : Tebing Tinggi / 13 Februari 1997
NPM : 1507220125
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Elektro

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

"Analisa pengujian baterai pada panel surya menggunakan inverter dengan beban pompa air aquarium 20 watt"

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, 09 Oktober 2019

Saya yang menvatakan.



Mhd. Malka Fitra Rishanda

ABSTRAK

Energi listrik sekarang ini semakin sedikit sedangkan kebutuhan energi listrik semakin meningkat dikarenakan semakin banyaknya populasi manusia yang menggunakan energi listrik. Energi alternatif sebagai sumber pembangkit energi listrik yang juga masih sedikit di Indonesia. Salah satu sumber pembangkit energi listrik yang penggunaannya semakin dikembangkan adalah pembangkit listrik energi matahari atau *Solar Cell*. Penggunaan energi alternatif ini dapat diharapkan membantu dalam pemakainan energi listrik menjadi dapat lebih terjangkau dan kemudian penggunaan dalam menggunakan pompa air aquarium adalah salah satu bilamana terjadi pemadaman listrik maka dapat di *back-up* menggunakan panel surya tersebut dan inverter digunakan sebagai pengubah arus DC menjadi AC untuk menghidupkan pompa air aquarium. Penggunaan baterai juga diperlukan sebagai penyimpan energi listrik sehingga penggunaan energi listrik lebih efisien, siklus air aquarium yang tidak boleh berhenti atau padam dikarenakan oksigen dalam air akan berkurang. Pompa air aquarium di rancang dengan cara menggunakan beberapa alat yaitu : Panel surya, *Solar charger controller*, baterai aki dan inverter, merupakan alat utama untuk menghidupkan pompa air aquarium sebagai salah satu beban utama dari alat tersebut.

Kata kunci : *Panel Surya, Baterai, Inverter.*

ABSTRAK

Electrical energy is currently less while electricity demand is increasing due to the increasing number of human population using electricity. Alternative energy as a source of electricity generation which is also still small in Indonesian. One source of electricity generation that is increasingly being developed is solar energy. The use of this alternative energy can be expected to help in making electrical energy more affordable and then the use in using aquarium water pumps is one of the cases where there is a power outage so it can be back up using solar panel and inverters are used as DC current converters to AC turn on the aquarium water pump. The use of batteries is also needed as a storage of electrical energy so that the use of electrical energy is more efficient, the aquarium water cycle that cannot be stopped or extinguished due to oxygen in the water will be reduced. The aquarium water pumps is designed by using several tools, namely : Solar panels, Solar charger controllers, Battery and inverters, is the main tools to turn on the aquarium air pump as one of the main loads of the tool.

Keywords : *Solar Panel, Battery, Inverter.*

KATA PENGANTAR



Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul **“ANALISA PENGUJIAN BATERAI PADA PANEL SURYA YANG MENGGUNAKAN INVERTER DENGAN BEBAN POMPA AIR AQUARIUM 20W ”** sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Orang tua penulis: Syahrul Haris dan Alm. Addara Qutni, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
2. Bapak Dr. M. Fitra Zambak S.T,M.Sc selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Partaonan Harahap, S.T, M.T selaku Dosen Pimbimbing II yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Ir. Edy Warman, M.T selaku Dosen Pembanding I yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

5. Bapak Ir. Zul Arsil Siregar, selaku Dosen Pembanding II yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Bapak/ Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Rekan-rekan Stambuk 2015: Erik Pranata Saragih S.T, Guntur Amanda, Riski Ananda Sutikno, Ulil, Jupri dan lainnya yang tidak dapat disebutkan satu persatu.
9. Rahmad Ramadhan & Wahyudi Caniago selaku tim Kostart.
10. Saraswati S.Pd selaku Teman yang selalu mensupport dan mendoakan.

Laporan tugas akhir ini tentunya masih jauh dari kata sempurna untuk itu penulis berharap saran dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran bagi penulis dan pembaca dimasa depan. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia Elektro.

Medan, September 2019

Penulis,

M. Malka Fitra Rishanda

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Tinjauan Pustaka Relevan	6
2.2 Landasan Teori.....	10
2.2.1 Solar Cell.....	10
2.2.2 Prinsip Kerja.....	11
2.2.3 Faktor – faktor yang Mempengaruhi Panel Solar Cell.....	11
2.2.4 Solar Charger Controller	12
2.2.5 Inverter	13
2.2.6 Prinsip Kerja.....	13
2.2.7 Baterai.....	15
2.2.8 Pompa Air Aquatrium	16
2.2.9 MCB AC dan DC	18
2.2.10 Mikrokontroler	20
2.2.11 Multimeter	21
2.2.12 Tang Ampere	22
2.2.13 Kabel Penghubung.....	23
2.2.14 Stop Kontak.....	24
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	25
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	25
3.2 Peralatan Penelitian	25
3.3 Jenis Data Penelitian	26
3.4 Prosedur Penelitian.....	26
3.5 Sumber Data.....	27
3.6 Flowchart Penelitian.....	28
3.7 Diagram Blok	29

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	30
4.1 Menentukan Sudut Kemiringan	30
4.2 Kapasitas Baterai.....	30
4.3 Penelitian Hari Pertama.....	33
4.3.1 Hasil Pengujian Pengisian Baterai DC.....	33
4.3.2 Hasil Pengujian Pengosongan Baterai DC dengan beban.....	34
4.4 Penelitian Hari Kedua	36
4.4.1 Perhitungan Tegangan, Arus Dan Daya Rata-Rata Pada Inverter	36
4.5 Penelitian Hari Ketiga	39
4.5.1 Perhitungan Tegangan, Arus Dan Daya Rata-Rata Pada Inverter	40
4.6 Penelitian Hari Keempat	43
4.6.1 Perhitungan Tegangan, Arus Dan Daya Rata-Rata Pada Inverter	45
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	48
5.1 Kesimpulan	48
5.2 Saran.....	48
Daftar Pustaka.....	50
Lampiran	51

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1 Hasil pengujian hari pertama pengisian baterai DC.....	33
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Pengosongan Baterai DC dengan Menggunakan Beban.....	35
Tabel 4.3 Hasil pengujian hari pertama keluaran dari inverter dengan beban pompa air aquarium AC	37
Tabel 4.4 Hasil pengujian hari kedua keluaran dari inverter dengan beban pompa air aquarium AC	41
Tabel 4.5 Hasil pengujian hari ketiga keluaran dari inverter dengan beban pompa air aquarium AC	45

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Solar Cell.....	10
Gambar 2.2 Solar Charge Controller	12
Gambar 2.3 Prinsip Kerja Inverter dan Gelombang Output	13
Gambar 2.4 Inverter Solar Cell	14
Gambar 2.5 Baterai	15
Gambar 2.6 Pompa Air Aquarium	17
Gambar 2.7 MCB AC dan DC	19
Gambar 2.8 Mikrokontroler	21
Gambar 2.9 Multimeter Digital.....	22
Gambar 2.10 Tang Ampere.....	23
Gambar 2.11 Kabel Penghubung	24
Gambar 2.12 Stop Kontak.....	24
Gambar 3.1 Flawchart Penelitian.....	28
Gambar 4.1 Grafik Hasil PengukuranTegangan Baterai Pada Saat Pengisian dengan Menggunakan Beban	34
Gambar 4.2 Grafik Hasil PengukuranTegangan Baterai Pada Saat Pengosongan dengan Menggunakan Beban	35
Gambar 4.3 Grafik Hasil pengujian hari pertama keluaran dari inverter dengan beban pompa air aquarium AC	37
Gambar 4.4 Grafik Hasil pengujian hari pertama keluaran dari inverter dengan beban pompa air aquarium AC	41
Gambar 4.5 Grafik Hasil pengujian hari ketiga keluaran dari inverter dengan beban pompa air aquarium AC	45

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik semakin sedikit dan kebutuhan energi listrik semakin meningkat dikarenakan populasi manusia yang juga meningkat. Salah satu energi alternatif yang penggunaannya semakin dikembangkan adalah energi listrik dengan memanfaatkan energi matahari. Tenaga surya yang memiliki beberapa keuntungan antara lain energinya tersedia secara cuma-cuma seperti powerbank solar sel, perawatannya mudah dan tidak ada komponen yang bergerak sehingga tidak menimbulkan suara kebisingan, serta mampu bekerja secara otomatis. Akan tetapi tenaga surya juga memiliki kelemahan yaitu energi dihasilkan tergantung pada intensitas cahaya matahari yang tidak tersedia 24 jam sehari sehingga diperlukan suatu media penyimpanan energi berupa baterai sebagai sumber pada saat intensitas cahaya menurun atau bahkan tidak ada sama sekali. Proses pengisian baterai diatur dengan baterai charger.

Perancangan dimulai dari mencari data radiasi matahari setempat selama 1 hari untuk menentukan jumlah panel surya yang diperlukan serta kapasitas peralatan lainnya. Listrik yang dihasilkan disimpan kedalam baterai dan dapat langsung digunakan.

Solar cell yang digunakan berupa panel jenis *Poly-crystalline* dengan daya 50wp. Pada distribusi arus dan tegangan dari sumber *solar cell*, walaupun tegangan yang dihasilkan *solar cell* $\pm 17V$ tetapi ketika mengisi baterai sangat stabil dengan tegangan rata-rata 13,5V karena diatur oleh *solar charger controller*. Sebuah sel silikon menghasilkan kurang lebih tegangan 0,5V. Jadi sebuah panel surya 12V terdiri dari kurang lebih 36 sel surya. Solar cell panel

module memiliki kapasitas keluaran : Watt hour. Solar cell 50 WP 12 V, memberikan keluaran daya sebesar 50W per hour dan tegangan adalah 12V.

Tegangan dan arus akan mulai meningkat pada pagi hari pukul 08.00WIB, kemudian akan mencapai level yang maksimum pada siang hari pukul 10.00-13.00 WIB ,dan mulai turun sore hari.

Pompa air aquarium menggunakan solar panel dirancang dengan cara beberapa alat yaitu : solar panel, control charger , baterai atau aki, dan inverter, merupakan alat utama untuk menghidupkan pompa air aquarium tersebut. Apabila digunakan untuk menyuplai pompa air aquarium maka diperlukan peralatan tambahan untuk mengkonversikan tegangan DC menjadi AC. Untuk menyesuaikan tegangan AC tersebut maka diperlukan trafo.

Pada tugas akhir ini merancang inverter jenis push-pull untuk diaplikasikan pada sistem pompa air aquarium fotovoltaik dengan spesifikasi tegangan input DC 12V dari baterai, tegangan output 220 Volt AC frekuensi 50 Hz dengan keluaran berbentuk *gelombang kotak (square wave)*.

Alat ini dibuat sebagai salah satu pengematan penggunaan supply daya listrik dengan menggunakan solar panel sumber utama, dengan alat ini dapat diharapkan mampu dalam pemakaian listrik lebih dapat terjangkau dan kemudian penggunaan dalam menggunakan pompa air aquarium adalah salah satu bila mana terjadi pemadaman listrik maka *back up* menggunakan solar panel dan inverter salah satu mengubah dc ke ac untuk menghidupkan pompa air aquarium tersebut, karena siklus air dalam aquarium tidak boleh padam dikarenakan oksigen dalam air akan berkurang.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pengujian baterai pada panel surya, maka rumusan masalah tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana proses pengisian dan pengosongan baterai pada sistem pompa air?
2. Berapa banyak kapasitas energi yang dapat disimpan pada baterai yang digunakan?
3. Bagaimana memperoleh nilai rata-rata tegangan, arus dan daya yang dihasilkan dari keluaran inverter?

1.3 Batasan Masalah

Untuk lebih mengarahkan pokok pembahasan dalam penelitian ini, maka peneliti membuat batasan masalah, sebagai berikut :

1. Hanya mengukur tegangan yang dihasilkan inverter.
2. Mengetahui tegangan pengisian dan pengosongan baterai.
3. Menggunakan beban pompa air 20 watt.
4. Baterai yang digunakan dengan tegangan 12 V.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun yang menjadi tujuan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini bertujuan untuk melihat besar tegangan dan arus yang dihasilkan dari inverter.
2. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa daya baterai yang digunakan bila dibebani dengan pompa air AC 20 W.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan pada penelitian ini yaitu :

1. Menambah wawasan mengenai penggunaan kapasitas baterai.
2. Memberikan informasi tentang nilai tegangan, arus dan daya yang digunakan pada penelitian ini.
3. Sebagai bahan acuan untuk mahasiswa teknik dalam perancangan panel surya untuk penelitian selanjutnya.

1.6 Sistematika Penulisan

BAB I Pendahuluan

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

BAB II Tinjauan Pustaka

Bab ini memuat tentang kutipan dari penelitian terdahulu serta menguraikan tentang teori dari panel surya dan penggunaannya terhadap pompa air.

BAB III Metodologi Penelitian

Bab ini berisikan tempat dan data riset serta langkah-langkah pemecahan masalah yang akan di bahas, meliputi langkah-langkah pengumpulan data dan cara-cara pengolahan data

BAB IV Hasil dan pembahasan

Bab ini akan menguraikan hasil analisa dari data yang telah diambil di lapangan, lalu menganalisanya. Dalam bab ini setidaknya memberikan jawaban atas pertanyaan pada rumusan masalah.

BAB V Kesimpulan dan Saran

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

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka Relevan

Dalam penelitian ini penulis memaparkan peneliti terdahulu yang relevan dengan permasalahan yang akan diteliti yaitu tentang panel surya menggunakan inverter dengan beban pompa air aquarium 20W.

Muhammad irwansyah, Didi istardi, M.Sc. (2013) melakukan penelitian “Pompa Air Aquarium Menggunakan Solar Panel”. Aplikasi ini dibuat untuk salah satu pengamatan supply daya listrik dengan menggunakan solar panel sumber utama, dengan aplikasi ini dapat diharapkan mampu dalam pemakaian listrik lebih dapat terjangkau dan kemudian penggunaan dalam menggunakan pompa air aquarium adalah salah satu bilamana terjadi pemadaman listrik maka back up menggunakan solar panel dan inverter salah satu mengubah arus dc ke ac untuk menghidupkan pompa air aquarium tersebut, karena siklus air dalam aquarium tidak boleh padam dikarenakan oksigen dalam air akan berkurang.

Pompa air aquarium menggunakan solar panel dirancang dengan cara menggunakan beberapa alat yaitu : solar panel, control charger, baterai atau aki, dan inverter, berupa alat utama untuk menghidupkan pompa air aquarium tersebut.

Alat yang dibuat dari empat bagian utama, bagian pertama yaitu solar panel untuk sumber utama dari energi matahari menjadi tegangan awal dc, bagian kedua yaitu control charger untuk salah satu pengisian pada baterai atau penyimpanan daya 220vac dengan bantuan trafo step up untuk menjadi tegangan 220vac dan frekuensi 50 Hz, serta bagian ke lima yaitu pompa air aquarium sebagai salah satu beban utama dalam aplikasi tersebut.

Bambang Setiawan dkk (2013) melakukan penelitian ‘Rancang Bangun DC Submersible Pump Sistem Photovoltaic Battery Coupled Dengan Panel Surya Tipe Polycrystalline Skala Laboratorium’. Sistem pompa air energi surya dengan battery coupled adalah suatu panel surya berfungsi mengubah energi surya menjadi energi listrik. Energi ini disimpan ke baterai sebagai sumber energi listrik untuk pompa air melalui charge controller. Penelitian diarahkan pada uji kinerja DC submersible pump sistem photovoltaic battery coupled dengan panel surya tipe polycrystalline skala laboratorium. Metoda penelitian pada tahap awal berupa perancangan model dan kemudian pengujian prototype model photovoltaic water pump tersebut. Hasil perhitungan teoritik, daya yang mampu dibangkitkan oleh panel surya polycrystalline 50 Watt (power) adalah 45.5-watt dengan efisiensi 13%. Dari 3 kali pengujian panel surya polycrystalline 50WP yang dilakukan dihari yang berbeda diketahui bahwa tegangan dan arus pada panel surya yang di uji berbeda-beda hasilnya tergantung dari kondisi cuaca, tepatnya sinar matahari yang mengenai panel surya. Nilai tertinggi didapatkan pada pengujian pertama didapatkan tegangan dihasilkan 20.70 volt, arus dihasilkan 2.39 ampere, dan daya dihasilkan 49.47 watt. Namun untuk nilai rata-rata hasil pengujian kedua, adalah yang terbaik diantara waktu pengujian yang lain dalam hal daya yang dihasilkan oleh panel surya polycrystalline 50 WP, yaitu 40.69 watt. Hasil uji pompa submersible, performa ESP dengan koneksi baterai lebih stabil hasilnya, sedangkan koneksi tanpa baterai (langsung) akan menyebabkan performa yang bervariasi.

Zian Iqtimal dkk(2018) melakukan penelitian ‘Aplikasi Sistem Tenaga Surya Sebagai Sumber Tenaga Listrik Pompa Air’. Air merupakan kebutuhan pokok setiap manusia, baik untuk minum, memasak, mandi dan lain-lain. Maka setiap

kehidupan tidak dapat dipisahkan dari kebutuhan air. Umumnya masyarakat masih mengandalkan pompa air listrik yang disuplai dari listrik PLN. Kondisi listrik PLN tidak memungkinkan menyuplai energi listrik setiap waktu ke pompa air. Untuk mengatasi permasalahan tersebut maka diperlukan suatu alternatif dengan memanfaatkan energi surya. Penelitian ini bertujuan untuk mengaplikasikan suatu sistem tenaga surya sebagai sumber energi listrik untuk pompa air. Rancang sistem tenaga surya ini menggunakan panel surya ST.50-PG, baterai GS Astra 10 Ah dan pompa air DC YRK-BP2512 12Volt. Perancangan dimulai dari mencari data radiasi matahari setempat selama satu tahun sehingga dapat ditentukan jumlah panel surya yang diperlukan serta kapasitas peralatan lainnya. Listrik yang dihasilkan disimpan kedalam baterai dan dapat langsung digunakan untuk sumber listrik pompa air 60W yang bekerja selama 32 menit untuk mengisi tandon air sebesar 1.750 liter sesuai kebutuhan rata-rata perhari dalam satu rumah hunian.

Subandi dan Slamet Hani (2015) melakukan penelitian ‘Pembangkit Listrik Energi Matahari Sebagai Penggerak Pompa Air Dengan Menggunakan Solar Panel’. Makalah ini membahas tentang aplikasi solar cell (sel surya) sebagai pembangkit listrik dengan sumber energi matahari. Listrik yang dihasilkan digunakan sebagai penggerak pompa air. Prinsip kerja pembangkit listrik tenaga surya adalah dari cahaya matahari yang mengandung energi dalam bentuk foton. Ketika foton ini mengenai permukaan sel surya, elektron-elektronnya akan tereksitasi dan menimbulkan tegangan listrik. Arus listrik yang dihasilkan dari sel surya adalah arus searah (DC) sebagai pengisi baterai, yang selanjutnya arus searah (DC) tersebut diubah menjadi arus bolak-balik (AC) menggunakan inverter. Tahap pengujian dilaksanakan dilapangan pemasangan dengan parameter

pengujian berupa tegangan dan arus listrik. Baterai diisi oleh solar cell sebagai hasil konversi energi matahari menjadi energi listrik. Tegangan yang dihasilkan solar cell berkisar 14,8-17,5 volt DC. Solar cell yang digunakan berupa panel jenis polikristal (poly-crystalline) dengan daya 50 wp. Pada distribusi arus dan tegangan dari sumber solar cell, walaupun tegangan yang dihasilkan solar cell 17 volt, tetapi ketika mengisi baterai sangat stabil dengan tegangan rata-rata 13,5V karena diatur oleh solar charger controller. Tegangan dan arus akan mulai meningkat pada pagi hari pukul 07.00WIB, kemudian akan mencapai level maksimum pada siang hari pukul 10.00-13.00WIB, dan mulai turun pada sore hari.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Solar Cell

Solar cell terdiri dari System, System mengubah intensitas sinar matahari menjadi system listrik, saat intensitas cahaya berkurang (berawan, hujan, mendung) system listrik yang dihasilkan juga akan berkurang. Dengan menambah solar cell (memperluas) berarti menambah konversi tenaga surya. Sel System di dalam solar cell panel yang disinari matahari/ surya, membuat photon bergerak menuju electron dan menghasilkan arus dan tegangan listrik. Sebuah sel System menghasilkan kurang lebih tegangan 0.5 Volt. Jadi sebuah panel surya 12 Volt terdiri dari kurang lebih 36 sel surya (untuk menghasilkan 17 Volt tegangan maksimum). Solar cell panel module memiliki kapasitas keluaran: Watt hour. Solar cell 50 WP 12 V, memberikan keluaran daya sebesar 50 Watt per hour dan tegangan adalah 12 Volt. Untuk perhitungan daya yang dihasilkan per hari adalah 50 Watt x 5 jam.



Gambar 2.1 Solar Cell

2.2.2 Prinsip Kerja

Prinsip kerja sel surya silikon adalah berdasarkan konsep semikonduktor p-n junction. Sel terdiri dari lapisan semikonduktor doping-n dan doping-p yang membentuk p-n junction, lapisan antirefleksi, dan substrat logam sebagai tempat mengalirnya arus dari lapisan tipe-n (elektron dan tipe-p (hole)). Semikonduktor tipe-n didapat dengan mendoping silikon dengan unsur dari golongan V sehingga terdapat kelebihan elektron valensi dibanding atom sekitar. Pada sisi lain semikonduktor tipe-p didapat dengan doping oleh golongan III sehingga elektron valensinya defisit satu dibanding atom sekitar. Ketika dua tipe material tersebut mengalami kontak maka kelebihan elektron dari tipe-n berdifusi pada tipe-p. Sehingga area doping-n akan bermuatan positif sedangkan area doping-p akan bermuatan negatif. Medan elektrik yang terjadi pada keduanya mendorong elektron kembali ke daerah-n dan hole ke daerah-p. Pada proses ini telah terbentuk p-n junction. Dengan menambahkan kontak logam pada area p dan n maka telah terbentuk dioda.

2.2.3 Faktor – faktor yang Mempengaruhi Panel Solar Cell

Hal utama yang mempengaruhi untuk kerja dari modul solar cell panel :

1. Resistansi Beban

Effisiensi paling tinggi adalah saat solar cell beroperasi dekat pada maximum power point. Tegangan baterai harus mendekati tegangan V_{mp} . Apabila tegangan baterai menurun di bawah V_{mp} , ataupun meningkat diatas V_{mp} , maka effisiensinya berkurang.

2. Intensitas Cahaya Matahari

Semakin besar intensitas cahaya matahari secara proposiona akan menghasilkan arus yang besar.

3. Suhu solar cell panel

Sebagaimana suhu solar cell panel meningkat diatas standar suhu normal 25 derajat celcius, efisiensi solar cell panel efisiensi dan tegangan akan berkurang.

4. Shading / Bayangan

Shading adalah dimana salah satu atau lebih silicon dari solar cell panel tertutup dari sinar matahari. Shading akan mengurangi pengeluaran daya dari solar cell panel. Beberapa jenis solar cell panel sangat terpengaruh oleh shading dibandingkan yang lain.

2.2.4 Solar Charger Controller

Solar Charge controller biasanya terdiri dari satu input (dua terminal) yang terhubung dengan output panel sel surya, satu output (dua terminal) yang terhubung dengan baterai/aki dan satu output (dua terminal) yang terhubung dengan beban. Arus listrik DC yang berasal dari baterai tidak mungkin masuk ke panel surya karena biasanya ada dioda proteksi yang hanya melewatkan arus listrik DC dari panel surya ke baterai, bukan sebaliknya. Adapun dua jenis teknologi *charge controller* yang digunakan, yaitu : PWM (*Pulse Wide Modulation*), seperti namanya menggunakan lebar *pulse* dari *on* dan *off electrical*, sehingga menciptakan seakan- akan *sine wave electrical form*.



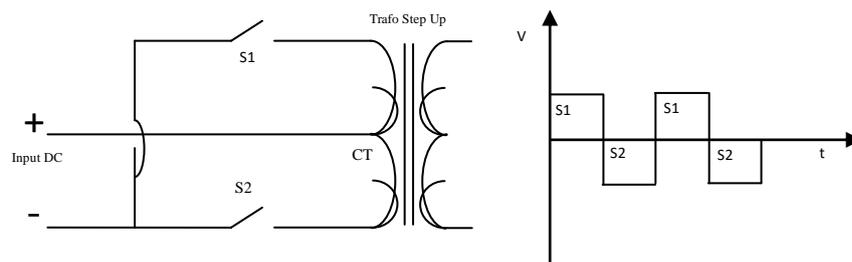
Gambar 2.2 Solar Charge Controller

MPPT (*Maximun Power Point Trac-ker*), yang lebih efisien konversi DC to DC (*Direct Current*). MPPT dapat mengambil daya maksimum dari panel surya. MPPT *charge controller* dapat menyimpan kelebihan daya yang tidak digunakan oleh beban ke dalam baterai, dan apabila daya yang dibutuhkan beban lebih besar dari daya yang dihasilkan oleh panel surya, maka daya dapat diambil dari baterai.

2.2.5 Inverter

Inverter merupakan suatu alat yang dipergunakan untuk mengubah tegangan searah menjadi tegangan bolak-balik dan frekuensinya dapat diatur. Inverter memiliki berbagai jenis sesuai dengan fungsi dan keinginan penggunanya sesuai kebutuhan.

Inverter yang akan saya bahas pada penelitian ini adalah inverter jenis *push-pull secara* secara sederhana prinsip kerja inverter dan bentuk gelombang yang dihasilkan dari inverter dapat di jelaskan pada gambar berikut ini :



Gambar 2.3 Prinsip Kerja Inverter dan Gelombang Output

2.2.6 Prinsip Kerja

Prinsip kerja inverter dengan menggunakan 4 sakelar. Bila sakelar S1 dan S2 dalam kondisi on maka akan mengalir aliran arus DC ke beban R dari arah kiri ke kanan, jika yang hidup adalah sakelar S3 dan S4 maka akan mengalir aliran arus DC ke beban R dari arah kanan ke kiri. Inverter biasanya menggunakan

rangkaian modulasi lebar pulsa *pulse width modulation* (PWM) dalam proses konversi tegangan DC menjadi tegangan AC.

Dengan menutup S1 maka arus yang mengalir ke trafo adalah I1, sedangkan pada saat menutupnya S2 (S1 buka) maka yang mengalir adalah I2. Selanjutnya dengan mengulang-ulang proses diatas maka akan dihasilkan tegangan bolak-balik (AC) yang kemudian tegangannya dinaikkan dengan transformator. Inverter ini sendiri terdiri dari beberapa sirkuit penting yaitu sirkuit converter (yang berfungsi untuk mengubah daya komersial menjadi dc serta menghilangkan ripple yang terjadi pada arus ini) serta sirkuit inverter (yang berfungsi untuk mengubah arus searah menjadi bolak-balik dengan frekuensi yang dapat diatur-atu). Inverter juga memiliki sebuah sirkuit pengontrol. Dan juga inverter adalah perangkat elektronika yang dipergunakan untuk mengubah tegangan DC (Direct Current) menjadi tegangan AC (Alternating Current). Keluaran suatu inverter dapat berupa tegangan AC dengan bentuk gelombang sinus (sine wave), gelombang kotak (square wave) dan sinus modifikasi (sine wave modified). Sumber tegangan masukan inverter dapat menggunakan baterai, tenaga surya, atau sumber tegangan DC yang lain. Inverter dalam proses mengubah tegangan DC menjadi tegangan AC membutuhkan multivibrator.



Gambar : 2.4. Inverter solar cell

2.2.7 Baterai

Baterai adalah obyek kimia penyimpan arus listrik. Dalam System solar cell, System listrik dalam baterai digunakan pada malam hari dan hari mendung. Karena intensitas sinar matahari bervariasi sepanjang hari, baterai memberikan System yang konstan. Baterai tidak seratus persen efisien, beberapa System hilang seperti panas dari reaksi kimia, selama charging dan discharging.



Gambar : 2.5. Baterai

Baterai primer (sekali pakai) digunakan satu kali kemudian dibuang; bahan elektroda berubah secara ireversibel selama pelepasan. Contoh umum adalah baterai alkaline yang digunakan untuk senter dan banyak perangkat elektronik portabel. Baterai sekunder (dapat diisi ulang) dapat habis dan diisi ulang beberapa kali menggunakan arus listrik yang diterapkan; komposisi asli dari elektroda dapat dikembalikan dengan arus balik. Contohnya termasuk baterai timbal-asam yang digunakan dalam kendaraan dan baterai ion-litium yang digunakan untuk elektronik portabel seperti laptop dan ponsel.

Kutub yang bertanda positif menandakan bahwa memiliki energi potensial yang lebih tinggi daripada kutub bertanda negatif. Kutub bertanda negatif adalah sumber elektron yang ketika disambungkan dengan rangkaian eksternal akan

mengalir dan memberikan energi ke peralatan eksternal. Ketika baterai dihubungkan dengan rangkaian eksternal, elektrolit dapat berpindah sebagai ion didalamnya, sehingga terjadi reaksi kimia pada kedua kutubnya. Perpindahan ion dalam baterai akan mengalirkan arus listrik keluar dari baterai sehingga menghasilkan kerja.^[5] Meski sebutan *baterai* secara teknis adalah alat dengan beberapa sel, sel tunggal juga umumnya disebut baterai.

Baterai hadir dalam berbagai bentuk dan ukuran, dari sel miniatur yang digunakan untuk alat bantu dengar dan arloji hingga kecil, sel tipis yang digunakan dalam ponsel cerdas, hingga baterai asam timbal besar atau baterai litium-ion dalam kendaraan, dan pada ukuran paling besar, bank baterai besar seukuran ruangan yang menyediakan daya siaga atau darurat untuk pertukaran telepon dan pusat data komputer.

Charging adalah saat System listrik diberikan kepada baterai, Discharging adalah pada saat System listrik diambil dari baterai. Satu cycle adalah charging dan discharging. Dalam System solar cell, satu hari dapat merupakan contoh satu cycle baterai (sepanjang hari charging, malam digunakan/discharging).

2.2.8 Pompa Air Aquarium

Pompa adalah mesin atau peralatan mekanis yang digunakan untuk menaikkan cairan dari dataran rendah ke dataran tinggi atau untuk mengalirkan cairan dari daerah bertekanan rendah ke daerah yang bertekanan tinggi dan juga sebagai penguat laju aliran pada suatu sistem jaringan perpipaan. Hal ini dicapai dengan membuat suatu tekanan yang rendah pada sisi masuk atau suction dan tekanan yang tinggi pada sisi keluar atau discharge dari pompa.



Gambar 2.6 Pompa air aquarium

Pompa Air terbagi atas tiga kategori utama, yaitu:

1. Pompa Celup (*Submersible*) : Sun-Sub dan Sun-Buddy

Sun-Sub adalah submersible pump dengan total head dan debit yang lebih besar daripada *Sun-Buddy*. Pompa submersible cocok digunakan apabila kedalaman muka air tanah (water table) lebih dari 6 meter.

2. Pompa Permukaan (*Surface/Floating Pump*) : Sun-Ray dan CP

Sun-Ray adalah surface pump jenis *CP* yang dilengkapi dengan alat tambahan sehingga dapat mengapung sendiri di atas permukaan air. Jenis ini cocok digunakan untuk kedalaman muka air tanah kurang dari 6 meter.

3. Pompa Semi Celup : *Sun-Downer*

Sun-Downer adalah pompa yang motor dan drive headnya terletak di permukaan tanah, tetapi rotornya/pompanya terendam dalam sumber air, hal ini mengakibatkan diperlukannya shaft tambahan, sehingga sering juga disebut *lineshaft pump*.

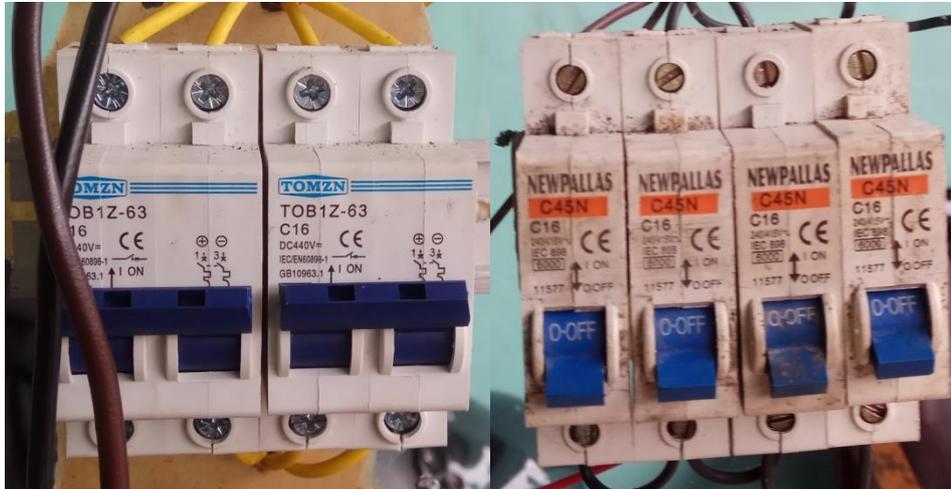
Pompa juga dapat digunakan pada proses-proses yang membutuhkan tekanan hidraulik yang besar. Hal ini 17yst dijumpai antara lain pada peralatan-peralatan berat. Dalam operasi, mesin-mesin peralatan berat membutuhkan tekanan discharge yang besar dan tekanan isap yang rendah. Akibat tekanan yang

rendah pada sisi isap pompa maka fluida akan naik dari kedalaman tertentu, Sedangkan akibat tekanan yang tinggi pada sisi discharge akan memaksa fluida untuk naik sampai pada ketinggian yang diinginkan dan pada penggunaan pompa pada saat ini adalah pompa Air Aquarium yang digunakan untuk daerah indoor saja.

2.2.9 MCB AC DAN DC

MCB (Miniature Circuit Breaker) adalah saklar atau perangkat elektromekanis yang berfungsi sebagai pelindung rangkaian instalasi listrik dari arus lebih (*over current*). Terjadinya arus lebih ini, mungkin disebabkan oleh beberapa gejala, seperti: hubung singkat (*short circuit*) dan beban lebih (*overload*). MCB sebenarnya memiliki fungsi yang sama dengan sekering (*fuse*), yaitu akan memutus aliran arus listrik circuit ketika terjadi gangguan arus lebih. Yang membedakan keduanya adalah saat terjadi gangguan, MCB akan trip dan ketika rangkaian sudah normal, MCB bisa di ON-kan lagi (*reset*) secara manual, sedangkan fuse akan terputus dan tidak bisa digunakan lagi. MCB biasa diaplikasikan atau digunakan pada instalasi rumah tinggal, pada instalasi penerangan, pada instalasi motor listrik di industri dan lain sebagainya. Prinsip kerja MCB sangat sederhana, ketika ada arus lebih maka arus lebih tersebut akan menghasilkan panas pada bimetal, saat terkena panas bimetal akan melengkung sehingga memutuskan kontak MCB (*Trip*). Selain bimetal, pada MCB biasanya juga terdapat solenoid yang akan mengtripkan MCB ketika terjadi grounding (*ground fault*) atau hubung singkat (*short circuit*). Namun penting juga untuk diingat, bahwa MCB juga bisa trip dengan panas (*over heating*) yang diakibatkan karena kesalahan desain/perencanaan instalasi, seperti ukuran kabel yang terlalu kecil untuk digunakan dalam arus yang tinggi, sehingga menghasilkan panas,

yang lama-kelamaan akan melekungkan bimetal dan mengtripkan MCB. Oleh karena itu penggunaan kabel instalasi juga harus memperhatikan standar maksimum arus (A) kabel yang akan digunakan, dan arus kabel tersebut tidak boleh lebih kecil dari arus maksimum rangkaian/circuit.



Gambar 2.7 MCB AC Dan DC

Menurut karakteristik Tripnya, ada tiga tipe utama dari MCB, yaitu: tipe B, tipe C, dan tipe D yang didefinisikan dalam IEC 60898.

1. MCB Tipe B, adalah tipe MCB yang akan trip ketika arus beban lebih besar 3 sampai 5 kali dari arus maksimum atau arus nominal MCB. MCB tipe B merupakan karakteristik trip tipe standar yang biasa digunakan pada bangunan domestik.
2. MCB Tipe C, adalah tipe MCB yang akan trip ketika arus beban lebih besar 5 sampai 10 kali arus nominal MCB. Karakteristik trip MCB tipe ini akan menguntungkan bila digunakan pada peralatan listrik dengan arus yang lebih tinggi, seperti lampu, motor dan lain sebagainya.
3. MCB tipe D, adalah tipe MCB yang akan trip ketika arus beban lebih besar 8 sampai 12 kali arus nominal MCB. Karakteristik trip MCB tipe D merupakan karakteristik trip yang biasa digunakan pada peralatan listrik

yang dapat menghasilkan lonjakan arus kuat seperti, transformator, dan kapasitor.

2.2.10 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah chip yang berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik dan umumnya dapat menyimpan program, dan terdiri dari CPU (Central Processing Unit), memori, I/O tertentu dan unit pendukung seperti Analog-to-Digital Converter (ADC) yang sudah terintegrasi di dalamnya.

Fungsi mikrokontroler ada berbagai macam seperti :

- a. Sebagai Counter
- b. Sebagai Decoder dan Encoder
- c. Sebagai Flip - Flop
- d. Sebagai Pembangkit Osilasi
- e. Sebagai Timer / Pewaktu
- f. Sebagai ADC (Analog Digital Converter)

Dalam Mikrokontroler terdapat beberapa Jenis , diantaranya

1) Keluarga AVR

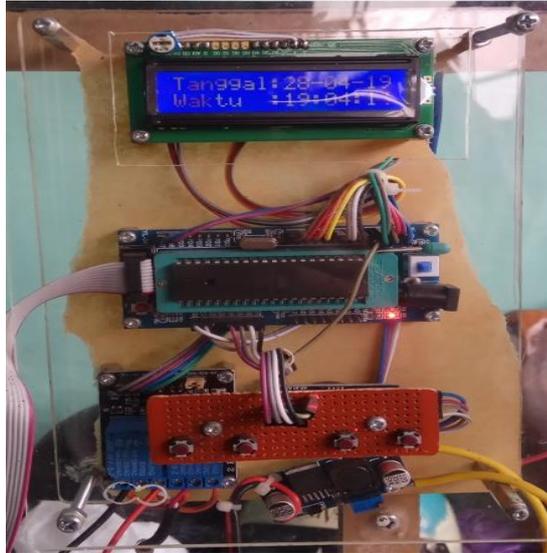
Chip mikrokontroler inilah yang paling sering digunakan dalam pembuatan modul, project, dan pembelajaran.

2) Keluarga MCS51

Kalau Keluarga MCS 51 ini cenderung lebih murah dari keluarga AVR, namun dalam segi kualitas dan fitur Keluarga AVR lebih unggul.

3) Keluarga PI

4) Keluarga ARM



Gambar 2.8 Mikrokontroler

2.2.11 MultiMeter

Pengertian multimeter secara umum adalah alat ukur yang dipakai untuk mengukur tegangan listrik, arus listrik, dan tahanan (resistansi). Sedangkan pada perkembangannya multimeter 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).

Multimeter ada dua jenis yaitu :

1. Multimeter Analog atau yang biasa disebut multimeter “arum adalah alat pengukur besaran listrik yang menggunakan tampilan dengan “arum yang bergerak ke range-range yang kita ukur dengan probe . Multimeter ini tersedia dengan kemampuan untuk mengukur hambatan ohm, tegangan (Volt) dan arus (Ampere). Analog tidak digunakan untuk mengukur secara detail suatu besaran nilai komponen, tetapi kebanyakan hanya.
2. Multimeter digital memiliki akurasi yang tinggi, dan kegunaan yang lebih banyak jika dibandingkan dengan multimeter analog. Yaitu memiliki

tambahan-tambahan satuan yang lebih teliti, dan juga opsi pengukuran yang lebih banyak, tidak terbatas pada ampere, volt, dan ohm saja. Kekurangannya adalah susah untuk memonitor tegangan yang tidak stabil. Jadi bila melakukan pengukuran tegangan yang bergerak naik-turun, sebaiknya menggunakan multimeter analog.



Gambar 2.9 Multimeter Digital

2.2.12 Tang Ampere

Tang Ampere atau dalam bahasa Inggrisnya disebut dengan Clamp Meter adalah alat ukur yang digunakan untuk mengukur arus listrik pada sebuah kabel konduktor yang dialiri arus listrik dengan menggunakan dua rahang penjepitnya (*Clamp*) tanpa harus memiliki kontak langsung dengan terminal listriknya. Dengan demikian, kita tidak perlu mengganggu rangkaian listrik yang akan diukur, cukup dengan ditempatkan pada sekeliling kabel listrik yang akan diukur. Pada umumnya, Tang Ampere yang terdapat di pasaran memiliki fungsi sebagai Multimeter juga. Jadi selain terdapat dua rahang penjepit, Clamp Meter juga memiliki dua probe yang dapat digunakan untuk mengukur Resistansi, Tegangan AC, Tegangan DC dan bahkan ada

model tertentu yang dapat mengukur Frekuensi, Arus Listrik DC, Kapasitansi dan Suhu.

Prinsip kerja Tang Ampere, Pada dasarnya Tang Ampere menggunakan prinsip induksi Magnetik untuk menghasilkan pengukuran non-kontak terhadap arus listrik AC. Arus Listrik yang mengalir di kabel konduktor akan menghasilkan Medan Magnet. Seperti yang diketahui bahwa, arus AC adalah arus dengan polaritas yang bolak-balik, hal ini akan menyebabkan fluktuasi dinamis dalam medan magnet yang sebanding dengan aliran arus listriknya. Sebuah Transformator yang terdapat di dalam Clamp Meter/Tang Ampere akan merasakan fluktuasi magnet tersebut dan kemudian mengkonversikannya menjadi nilai Ampere (arus listrik) sehingga kita dapat membacanya di layar Clamp Meter.

Cara Pengukuran dengan teknologi ini sangat mempermudah kita dalam mengukur arus listrik AC terutama pada arus listrik AC yang tinggi.



Gambar 2.10 Tang Ampere

2.2.13 Kabel Penghubung

Pada rangkaian kelistrikan membutuhkan sebuah komponen untuk menghubungkan antara komponen-komponen satu dengan yang lainnya yang ada di dalam sistem kelistrikan kelistrikan tersebut. Untuk itulah maka pada

rangkaian kelistrikan dibutuhkan kabel. Kabel merupakan komponen penghantar arus listrik yang terisolasi dan berfungsi untuk menghubungkan antara komponen satu dengan yang lainnya pada sebuah rangkaian kelistrikan. Alat ini digunakan oleh praktikan dengan cara mencolokkan atau menghubungkan ujung kabel pada kedua benda yang akan mengalirkan dan dialiri listrik.



Gambar 2.11 Kabel Penghubung

2.2.14 Stop Sontak

Stop kontak merupakan komponen listrik yang berfungsi sebagai muara hubungan antara alat listrik dengan aliran listrik. Agar alat listrik terhubung dengan stop kontak, maka diperlukan kabel dan steker atau colokan yang nantinya akan ditancapkan pada stop kontak. Berdasarkan bentuk serta fungsinya, stop kontak di bedakan menjadi dua macam yaitu :



Gambar 2.12 Stop Kontak

BAB III

METODELOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari 2019 sampai dengan Juli 2019 yaitu di Rumah jalan Masjid Taufik no.154A, Medan Perjuangan, Kota Medan, Sumatera Utara. Mulai dari pengambilan data pada pengujian pertama hingga pengambilan data dari seluruh selama pengujian.

3.2 Peralatan Penelitian

Adapun alat yang digunakan penulis dalam melaksanakan penelitian adalah sebagai berikut :

1. *Multi Meter*

Alat ini digunakan untuk mengukur tegangan listrik, arus listrik dan tahanan (resistansi). Multi meter yang digunakan yaitu jenis digital karena tingkat akurasi sangat tinggi dan kegunaan yang lebih banyak dibandingkan dengan yang analog.

2. *Testpen*

Alat untuk mengecek adakah tegangan pada suatu stop kontak dan juga dapat digunakan sebagai pengunci skrup pada alat listrik.

3. *Stop Kontak*

Sebagai penghubung antara arus listrik ke beban.

4. *Microsoft Word 2010*

Sebagai pengetikan dan salinan data dalam penelitian.

5. *Laptop*

Sebagai pendukung dalam menyimpan data penelitian.

3.3 Jenis Data Penelitian

Data Primer

Data Primer adalah data yang diperoleh langsung dari peninjauan dan pengukuran di lapangan atau survey langsung dilapangan.

Data Sekunder

Merupakan penunjang dari hasil penelitian yang diperoleh dari lapangan. Pengumpulan data sekunder diambil dari buku-buku makalah atau laporan studi yang telah ada sebelumnya.

3.4 Prosedur Penelitian

Adapun langkah-langkah yang harus diketahui dalam melaksanakan suatu penelitian antara lain sebagai berikut :

1. Menyiapkan alat penelitian.
2. Menghubungkan semua komponen pada system perancangan panel surya.
3. Mencatat nilai hasil pengukuran daya baterai sebelum dipasangkan beban.
4. Memasang beban tersebut.
5. Kemudian mencatat nilai hasil pengukuran daya baterai setelah dipasangkan beban.
6. Lalu menghitung untuk hasil bila digunakan selama 12 jam.
7. Kemudian melepas kembali semua alat dan merapkannya.
8. Selesai

3.5 Sumber Data

Data-data yang diperlukan dalam proses pembuatan laporan ini diperoleh dari:

1. Observasi

Pengambilan data yang sesuai dengan lokasi penelitian untuk selanjutnya di analisis.

2. Studi Pustaka

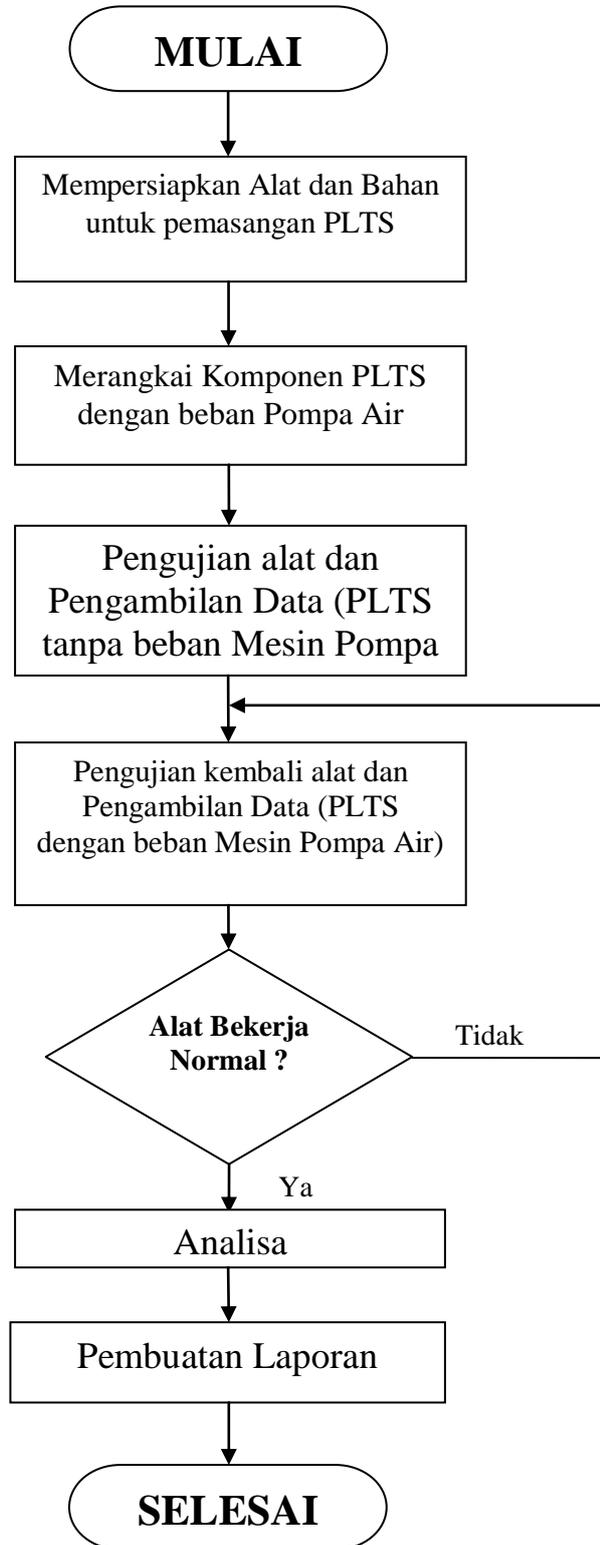
Metode ini dilakukan dengan membaca buku-buku dan jurnal sesuai dengan penelitian yang dilakukan serta materi yan dianalisa

3. Bimbingan

Metode ini dilakukan dengan cara meminta bimbingan untuk hal yang berkaitan dengan analisa dari penelitian baik dari pembimbing ataupun dosen lain.

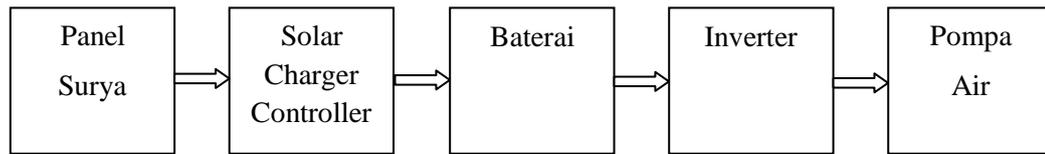
3.6 Flowchart Penelitian

Flowchart merupakan uraian tahapan yang dilakukan dalam melaksanakan perancangan dan pengujian. Secara umum tahapan tertuang dalam Gambar 1 seperti berikut



Gambar 3.1 Flowchart Penelitian

3.7 Diagram Blok



1. Panel surya adalah alat yang terdiri dari sel surya untuk menyerap dan menyimpan energi cahaya matahari yang kemudian menjadi pembangkit listrik sebagai sumber untuk kebutuhan kapasitas baterai untuk beban pompa air 20 watt.
2. *Solar charger controller* digunakan sebagai kontrol pengisian baterai dari energi yang dihasilkan panel surya.
3. Baterai sebagai penyimpan energi yang dihasilkan dari panel surya untuk menyuplai daya ke beban setelah melalui konversi dari DC menjadi AC lewat inverter.
4. Inverter sebagai pengubah tegangan DC menjadi tegangan AC.
5. Beban pompa air 20 watt.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Menentukan Sudut Kemiringan

Cara menentukan sudut kemiringan panel berdasarkan tiap jam, sebagai berikut :

Pembahasan awal adalah mengetahui besar sudut pada jam analog. Maksud besar sudut pada jam analog di sini didasarkan pada sudut satu putaran penuh dan angka yang terdapat pada jam analog. Sudah diketahui bahwa pada jam analog terdapat 12 angka, mulai dari angka 1 (satu) sampai angka 12 (duabelas). Sehingga, dapat diketahui besar sudut yang mewakili besar sudut dari satu bilangan ke bilangan lain. Besar sudut yang mewakili setiap perpindahan angka tersebut adalah 30° . Besar sudut tersebut diperoleh dari sudut penuh satu putaran, yaitu 360° , dibagi banyaknya angka yang terdapat pada jam analog, yaitu 12.

4.2 Kapasitas Baterai

Baterai (dalam hal ini adalah aki) terdiri dari sel-sel dimana tiap sel memiliki tegangan sebesar 2 V, artinya aki mobil dan aki motor yang memiliki tegangan 12 V terdiri dari 6 sel yang dipasang secara seri ($12\text{ V} = 6 \times 2\text{ V}$). Spesifikasi baterai yang digunakan baterai lead acid 12 volt dengan arus 70 Ah. Kapasitas baterai diukur dalam Ampere-Jam / Ah (Ampere-Hour). Baterai yang digunakan adalah baterai adalah baterai industrial lead acid, merupakan tipe yang paling sering digunakan. Dalam penggunaannya, tipe baterai ini memiliki batas ideal 80%. Hal ini berarti dari 100%, hanya maksimal 80% daya yang dapat digunakan. Jadi untuk baterai dengan tegangan 12 V, arus 70 Ah.

Maka untuk mengetahui energi harus dikonversikan Ah menjadi Wh. Dengan rumus :

$$P = I \times V$$

$$\begin{aligned} \text{Maka di dapat : } P &= I \times V \\ &= 70 \times 12 \\ &= 840 \text{ Wh} \end{aligned}$$

Perhitungan lama baterai dapat mem-backup

$$20 \text{ watt} \times 12 \text{ jam} = 240 \text{ watt}$$

Jumlah kebutuhan baterai yang digunakan, penelitian ini menggunakan baterai

12V dengan arus 70Ah

$$I = 20 \text{ watt} / 12 \text{ V} = 1,67 \text{ A}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu pemakaian} &= 70 \text{ Ah} / 1,67 \text{ A} = 41,9 \text{ jam} - \text{effisiensi sebesar } 20\% = 41,91 - \\ &8,38 = 33,53 \text{ jam (33 jam 53 menit)} \end{aligned}$$

Kesimpulan : lama tahan aki ditentukan oleh tingginya kapasitas ampere dan jumlah watt

Perhitungan waktu pengisian baterai

$$\begin{aligned} I &= 70\text{Ah} / 5 \text{ JAM} = 14 \text{ Ampere} \\ &= 14 + 2,8 = 16,8 \end{aligned}$$

$$13,8 \times 16,8$$

$$= \pm 2$$

Jadi dapat kesimpulan pengisian baterai penuh dengan penyinaran konstan dapat terisi selama $2 \times 5 \text{ jam} = 10 \text{ jam}$.

Menghitung keluaran panel surya

Solar panel yang digunakan adalah Solar Cell 100 watt peak (pada saat matahari terik) dalam 1 hari diasumsikan 5 jam adalah waktu efektif puncak panas matahari.

Sesuai dengan spek panel surya :

$$P_{\max} = 100\text{wp}$$

$$V_{\text{mp}} = 17,5\text{V}$$

$$I_{\text{mp}} = 5,71\text{A}$$

Kalau dihitung akan menghasilkan daya puncak $17,5 \times 5,71 = 99,925$ watt (peak)

Pada saat sinar matahari tinggi menyinari panel pada tegangan maksimum (V_{mp}) sebesar 17,5 volt dan arus maksimum 5,71 (I_{mp}). Jika dihubungkan dengan baterai 12 volt akan mengalir arus 5,7 ampere per-jam (5,7Ah). Dengan asumsi penyerapan 5 jam maksimum dalam 1 hari maka akan menghasilkan daya sebesar 5 jam x 5,71 ampere = 28,55 Ah. Semakin kecil ukuran / daya solar cell makin lama mengisi baterai atau sebaliknya.

4.3 Penelitian hari pertama

Penelitian dilakukan dengan pengujian pengisian dan pengosongan baterai dengan menggunakan beban pompa air.

4.3.1 Hasil pengujian hari pertama pengisian baterai DC.

Waktu	Sudut kemiringan	Cuaca	Ampere
08.00-09.00	60°	Cerah	12,3
09.00-10.00	90°	Berawan	13
10.00-11.00	120°	Berawan	13,5
11.00-12.00	150°	Berawan	14
12.00-13.00	180°	Berawan	14,6
13.00-14.00	210°	Berawan	15,9
14.00-15.00	240°	Berawan	16,5
15.00-16.00	270°	Cerah	17,6
16.00-17.00	300°	Berawan	18,3
17.00-18.00	330°	Berawan	18,8

Tabel 4.1 Hasil pengujian hari pertama pengisian baterai DC.

4.3.2 Hasil pengujian hari pertama pengosongan baterai DC dengan menggunakan beban

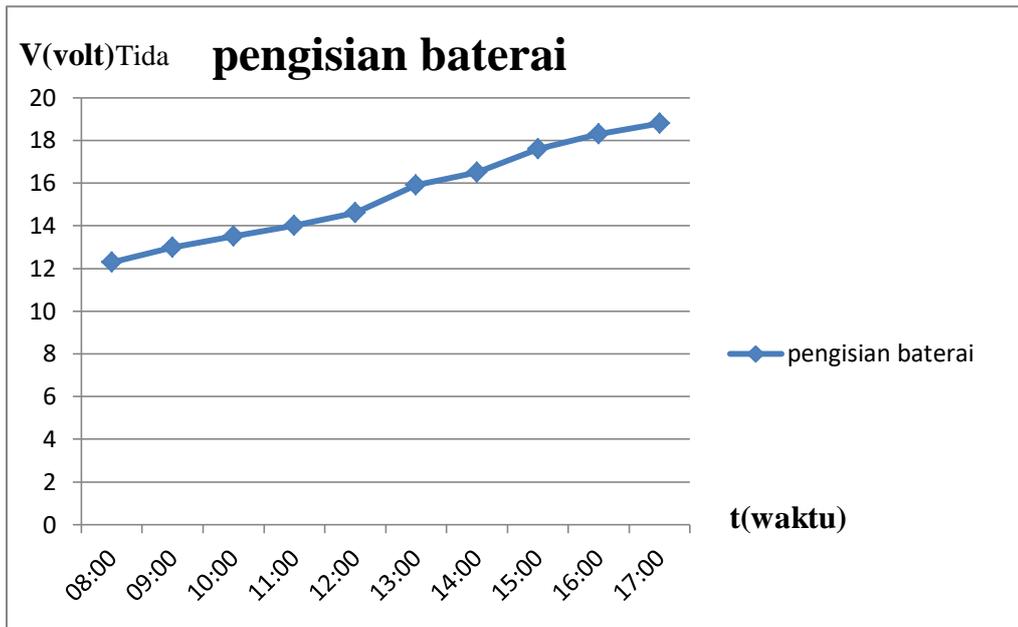
Waktu	Sudut kemiringan	Cuaca	Ampere
08.00-09.00	60°	Cerah	19
09.00-10.00	90°	Berawan	18,5
10.00-11.00	120°	Cerah	17,8
11.00-12.00	150°	Cerah	16,7
12.00-13.00	180°	Cerah	16,1
13.00-14.00	210°	Berawan	14,8
14.00-15.00	240°	Cerah	14,2
15.00-16.00	270°	Berawan	13,7
16.00-17.00	300°	Berawan	13,2
17.00-18.00	330°	Berawan	12,5

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Pengosongan Baterai DC dengan Menggunakan Beban

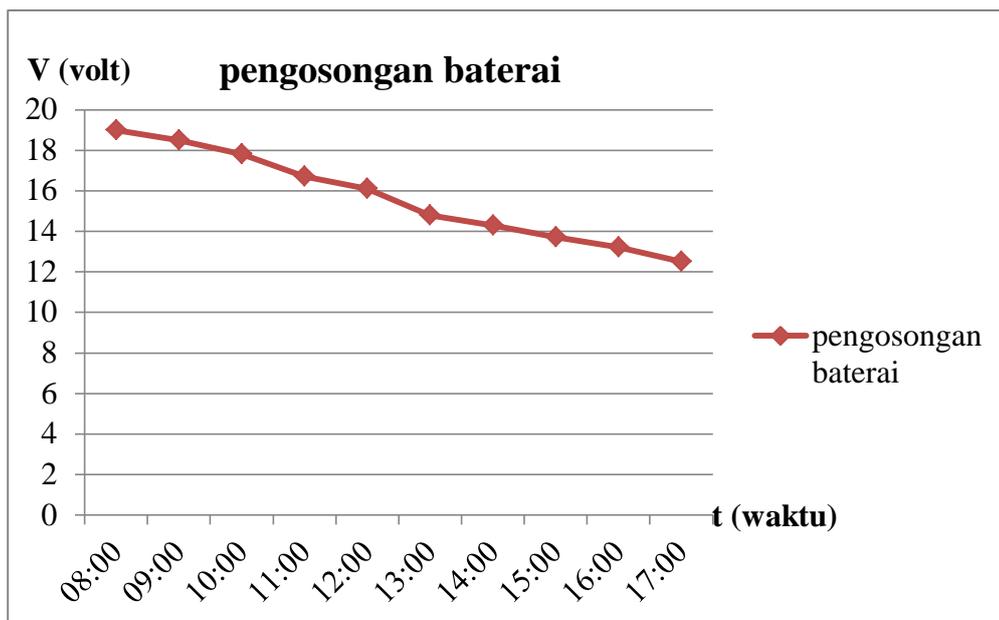
Hasil pengukuran tegangan pada baterai saat pengisian dihari pertama nilai yang dihasilkan berbeda-beda. Tegangan baterai pada jam 08.00 dengan sudut 60° adalah 12,3 V. Tegangan baterai pada jam 09.00 dengan sudut 90° adalah 13 V. Tegangan baterai pada jam 10.00 dengan suhu 120° adalah 13,5 V. Tegangan baterai pada jam 11.00 dengan sudut 150° adalah 14 V. Tegangan baterai pada jam 12.00 dengan sudut 180° adalah 14,6 V. Tegangan baterai pada jam 13.00 dengan sudut 210° adalah 15,9 V. Tegangan baterai pada jam 14.00 dengan sudut 240° adalah 16,5 V. Tegangan baterai pada jam 15.00 dengan sudut 270° adalah

17,6 V. Tegangan baterai pada jam 16.00 dengan sudut 300° adalah 18,3 V.

Tegangan baterai pada jam 17.00 dengan sudut 330° adalah 18,8 .



Gambar 4.1 Grafik Hasil Pengukuran Tegangan Baterai Pada Saat Pengisian dengan Menggunakan Beban.



Gambar 4.2 Grafik Hasil Pengukuran Tegangan Baterai Pada Saat Pengosongan dengan Menggunakan Beban.

4.3 Penelitian Hari Kedua

Hasil pengujian hari pertama keluaran dari inverter dengan beban pompa air aquarium AC.

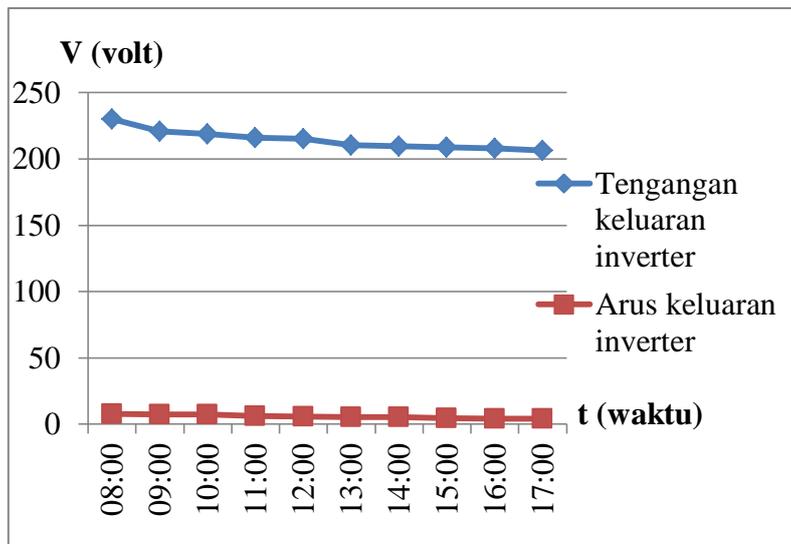
Tabel 4.4.1 Hasil pengujian hari pertama keluaran dari inverter dengan beban pompa air aquarium AC.

Waktu	Sudut kemiringan	Cuaca	Tegangan (V)	Arus (I)	Daya
08.00-09.00	60°	Mendung	230	7,61	1750,3
09.00-10.00	90°	Mendung	221	7,5	1657,5
10.00-11.00	120°	Berawan	218,8	7,30	1597,2
11.00-12.00	150°	Berawan	215,9	6,22	1342,8
12.00-13.00	180°	Mendung	215,2	5,8	1327,7
13.00-14.00	210°	Mendung	210,5	5,52	1161,9
14.00-15.00	240°	Mendung	209,6	5,21	1092,01
15.00-16.00	270°	Berawan	208,8	4,75	991,8
16.00-17.00	300°	Berawan	208	4,28	890,2
17.00-18.00	330°	Mendung	206,5	4,16	859,04

Tabel 4.3 Hasil pengujian hari pertama keluaran dari inverter dengan beban pompa air aquarium AC

Hasil pengukuran arus dan tegangan keluaran dari inverter menggunakan beban pompa air aquarium AC hari pertama nilai yang dihasilkan berbeda-beda. Tegangan pada keluaran inverter pada jam 08.00 dengan sudut 60° adalah 230 V dan arus 7,61 A. Tegangan pada keluaran inverter pada jam 09.00 dengan sudut 90° adalah 221 V dan arus 7,5 A. Tegangan pada keluaran inverter pada jam 10.00 dengan sudut 120° adalah 218,8 V dan arus 7,3 A. Tegangan pada keluaran inverter pada jam 11.00 dengan sudut 150° adalah 215,9 V dan arus 6,22 A.

Tegangan pada keluaran inverter pada jam 12.00 dengan sudut 180° adalah 215,2 V dan arus 5,8 A. Tegangan pada keluaran inverter pada jam 13.00 dengan sudut 210° adalah 210,5 V dan arus 5,52 A. Tegangan pada keluaran inverter pada jam 14.00 dengan sudut 240° adalah 209,6 V dan arus 5,21 A. Tegangan pada keluaran inverter pada jam 15.00 dengan sudut 270° adalah 208,8 V dan arus 4,75 A. Tegangan pada keluaran inverter pada jam 16.00 dengan sudut 300° adalah 208 V dan arus 4,28 A. Tegangan pada keluaran inverter pada jam 17.00 dengan sudut 330° adalah 206,5V dan arus 4,16 A.



Gambar 4.3 Grafik Hasil pengujian hari pertama keluaran dari inverter dengan beban pompa air aquarium AC.

4.3.1 Perhitungan Tegangan, Arus Dan Daya Rata-Rata Pada Inverter

Dari tabel 4.2 dapat melakukan perhitungan tegangan, arus dan daya rata-rata pada inverter sebagai berikut :

A. Rata-rata Tegangan

$$\begin{aligned}
 V_{\text{rata-rata}} &= \frac{V1 + V2 + V3 + V4 + V5 + V6 + V7 + V8 + V9 + V10}{10} \\
 &= \frac{230 + 221 + 218,8 + 215,9 + 215,2 + 210,5 + 209,6 + 208,8 + 208 + 206,5}{10} \\
 &= 214,4 \text{ Volt}
 \end{aligned}$$

B. Rata-rata Arus

$$\begin{aligned}
 I_{\text{total panel}} &= \frac{I1 + I2 + I3 + I4 + I5 + I6 + I7 + I8 + I9 + I10}{10} \\
 &= \frac{7,61 + 7,5 + 7,30 + 6,22 + 5,8 + 5,52 + 5,21 + 4,75 + 4,28 + 4,16}{10} \\
 &= 5,83 \text{ A}
 \end{aligned}$$

C. Daya pada inverter

$$\begin{aligned}
 P1 &= V \cdot I \\
 &= (230) \cdot (7,61) \\
 &= 1750,3 \text{ W} \\
 P2 &= V \cdot I \\
 &= (221) \cdot (7,5) \\
 &= 1657,5 \text{ W} \\
 P3 &= V \cdot I \\
 &= (218,8) \cdot (7,3) \\
 &= 1597,2 \text{ W} \\
 P4 &= V \cdot I \\
 &= (215,9) \cdot (6,22) \\
 &= 1342,8 \text{ W} \\
 P5 &= V \cdot I \\
 &= (215,2) \cdot (5,8) \\
 &= 1248,16 \text{ W}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P6 &= V \cdot I \\
 &= (210,5) \cdot (5,52) \\
 &= 1161,9 \text{ W}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P7 &= V \cdot I \\
 &= (209,6) \cdot (5,21) \\
 &= 1092,01 \text{ W}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P8 &= V \cdot I \\
 &= (208,8) \cdot (4,75) \\
 &= 991,8 \text{ W}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P9 &= V \cdot I \\
 &= (208) \cdot (4,28) \\
 &= 890,2 \text{ W}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P10 &= V \cdot I \\
 &= (206,5) \cdot (4,16) \\
 &= 859,04 \text{ W}
 \end{aligned}$$

D. Daya rata-rata pada inverter

$$\begin{aligned}
 P_{\text{rata-rata}} &= \frac{P1 + P2 + P3 + P4 + P5 + P6 + P7 + P8 + P9 + P10}{10} \\
 &= \frac{1750,3 + 1657,5 + 1597,2 + 1342,8 + 1248,16 + 1161,9 + 1092,01 + 991,8 + 890,2 + 859,04}{10} \\
 &= 1259,09 \text{ W}
 \end{aligned}$$

4.4 Penelitian Hari Ketiga

Hasil pengujian hari kedua keluaran dari inverter dengan beban pompa air aquarium AC.

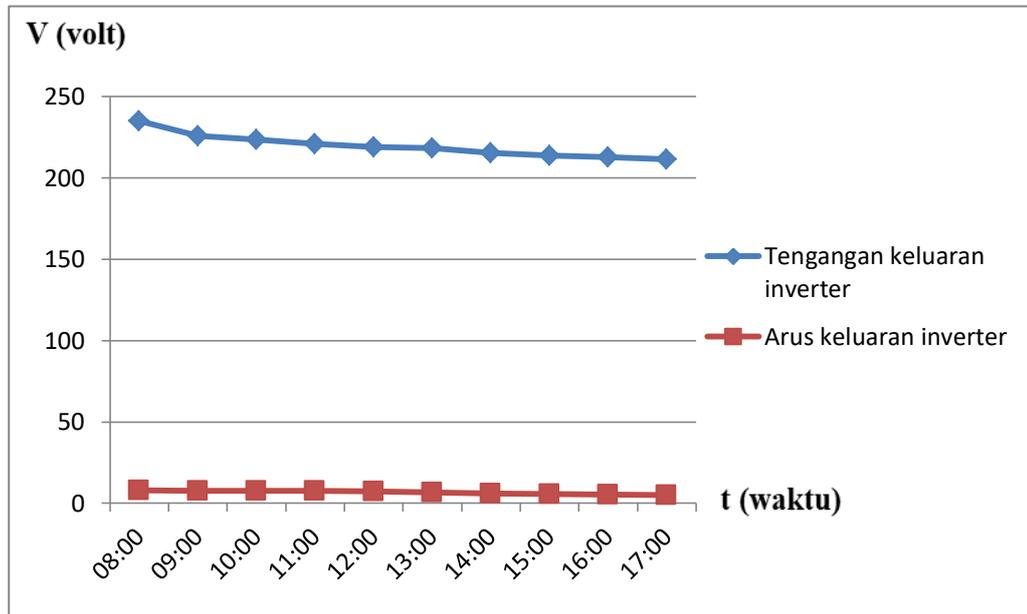
Tabel 4.5.1 Pengujian hari kedua keluaran dari inverter dengan beban pompa air aquarium AC.

Waktu	Sudut kemiringan	Cuaca	Tegangan	Arus	Daya
08.00-09.00	60°	Mendung	235	7,9	1856,5
09.00-10.00	90°	Mendung	226	7,71	1742,4
10.00-11.00	120°	Mendung	223,8	7,62	1705,3
11.00-12.00	150°	Berawan	220,9	7,46	1342,8
12.00-13.00	180°	Berawan	219,2	7,2	1327,7
13.00-14.00	210°	Mendung	218,5	6,62	1161,9
14.00-15.00	240°	Mendung	215,6	5,9	1092,01
15.00-16.00	270°	Berawan	213,8	5,62	991,8
16.00-17.00	300°	Berawan	213	5,38	890,2
17.00-18.00	330°	Mendung	211,5	4,93	859,04

Tabel 4.4 Hasil pengujian hari kedua keluaran dari inverter dengan beban pompa air aquarium AC.

Hasil pengukuran arus dan tegangan keluaran dari inverter menggunakan beban pompa air aquarium AC hari pertama nilai yang dihasilkan berbeda-beda. Tegangan pada keluaran inverter pada jam 08.00 dengan sudut 60° adalah 235 V dan arus 7,9 A. Tegangan pada keluaran inverter pada jam 09.00 dengan sudut 90° adalah 226 V dan arus 7,71 A. Tegangan pada keluaran inverter pada jam 10.00 dengan sudut 120° adalah 223,8 V dan arus 7,62 A. Tegangan pada keluaran inverter pada jam 11.00 dengan sudut 150° adalah 220,9 V dan arus 7,46 A. Tegangan pada keluaran inverter pada jam 12.00 dengan sudut 180° adalah 219,2 V dan arus 7,2 A. Tegangan pada keluaran inverter pada jam 13.00 dengan sudut 210° adalah 218,5 V dan arus 6,62 A. Tegangan pada keluaran inverter pada jam

14.00 dengan sudut 240° adalah 215,6 V dan arus 5,9 A. Tegangan pada keluaran inverter pada jam 15.00 dengan sudut 270° adalah 213,8 V dan arus 5,62 A. Tegangan pada keluaran inverter pada jam 16.00 dengan sudut 300° adalah 213 V dan arus 5,28 A. Tegangan pada keluaran inverter pada jam 17.00 dengan sudut 330° adalah 211,5 V dan arus 4,93 A.



Gambar 4.4 Grafik Hasil pengujian hari pertama keluaran dari inverter dengan beban pompa air aquarium AC.

4.3.1 Perhitungan Tegangan, Arus Dan Daya Rata-Rata Pada Inverter

Dari tabel 4.3 dapat melakukan perhitungan tegangan, arus dan daya rata-rata pada inverter sebagai berikut :

E. Rata-rata Tegangan

$$\begin{aligned}
 V_{\text{rata-rata}} &= \frac{V1 + V2 + V3 + V4 + V5 + V6 + V7 + V8 + V9 + V10}{10} \\
 &= \frac{235 + 226 + 223,8 + 220,9 + 219,2 + 218,5 + 215,6 + 213,8 + 213 + 211,5}{10} \\
 &= 216,8 \text{ Volt}
 \end{aligned}$$

F. Rata-rata Arus

$$I_{\text{total panel}} = \frac{I_1 + I_2 + I_3 + I_4 + I_5 + I_6 + I_7 + I_8 + I_9 + I_{10}}{10}$$

$$= \frac{7,9 + 7,71 + 7,62 + 7,46 + 7,2 + 6,62 + 5,9 + 5,62 + 5,38 + 4,93}{10}$$

$$= 6,63 \text{ A}$$

G. Daya pada inverter

$$P_1 = V \cdot I$$

$$= (235) \cdot (7,9)$$

$$= 1856,5 \text{ W}$$

$$P_2 = V \cdot I$$

$$= (226) \cdot (7,71)$$

$$= 1742,4 \text{ W}$$

$$P_3 = V \cdot I$$

$$= (223,8) \cdot (7,62)$$

$$= 1705,3 \text{ W}$$

$$P_4 = V \cdot I$$

$$= (220,9) \cdot (7,46)$$

$$= 1647,9 \text{ W}$$

$$P_5 = V \cdot I$$

$$= (219,2) \cdot (7,2)$$

$$= 1578,2 \text{ W}$$

$$P_6 = V \cdot I$$

$$= (218,5) \cdot (6,62)$$

$$= 1446,4 \text{ W}$$

$$\begin{aligned}
 P7 &= V \cdot I \\
 &= (215,6) \cdot (5,9) \\
 &= 1272,04 \text{ W}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P8 &= V \cdot I \\
 &= (213,8) \cdot (5,62) \\
 &= 1201,5 \text{ W}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P9 &= V \cdot I \\
 &= (213) \cdot (5,38) \\
 &= 1145,9 \text{ W}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P10 &= V \cdot I \\
 &= (211,5) \cdot (4,93) \\
 &= 1042,6 \text{ W}
 \end{aligned}$$

H. Daya rata-rata pada inverter

$$\begin{aligned}
 \text{Prata-rata} &= \frac{P1+ P2+ P3+ P4+P5+P6+P7+P8+P9+P10}{10} \\
 &= \\
 &= \frac{1856,5+ 1742,4+ 1705,3+ 1647,9+1578,2+1446,4+1272,04+1201,5+1145,9+1042,6}{10} \\
 &= 1463,8 \text{ W}
 \end{aligned}$$

4.5 Penelitian Hari Keempat

Hasil pengujian hari pertama keluaran dari inverter dengan beban pompa air aquarium AC.

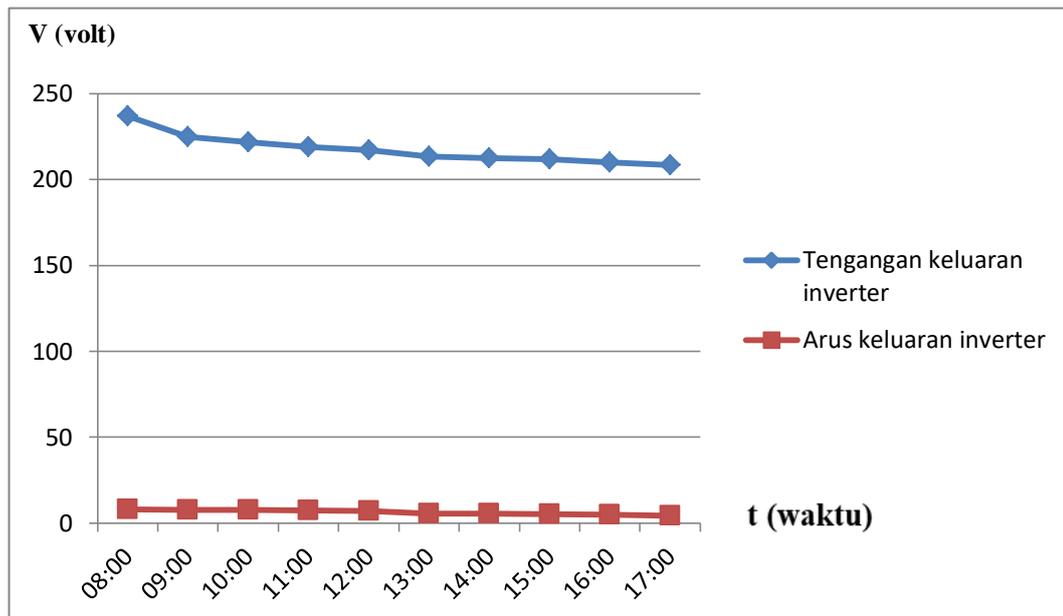
Tabel 4.6.1 Hasil pengujian hari ketiga keluaran dari inverter dengan beban pompa air aquarium AC.

Waktu	Sudut kemiringan	Cuaca	Tegangan	Arus	Daya
08.00-09.00	60°	Mendung	237	8,1	1750,3
09.00-10.00	90°	Mendung	225	7,8	1657,5
10.00-11.00	120°	Mendung	221,8	7,64	1597,2
11.00-12.00	150°	Berawan	218,9	7,30	1342,8
12.00-13.00	180°	Berawan	217,2	7,1	1327,7
13.00-14.00	210°	Mendung	213,5	5,55	1161,9
14.00-15.00	240°	Mendung	212,6	5,47	1092,01
15.00-16.00	270°	Berawan	211,8	5,13	991,8
16.00-17.00	300°	Berawan	210	4,96	890,2
17.00-18.00	330°	Mendung	208,5	4,31	859,04

Tabel 4.5 Hasil pengujian hari ketiga keluaran dari inverter dengan beban pompa air aquarium AC.

Hasil pengukuran arus dan tegangan keluaran dari inverter menggunakan beban pompa air aquarium AC hari pertama nilai yang dihasilkan berbeda-beda. Tegangan pada keluaran inverter pada jam 08.00 dengan sudut 60° adalah 237 V dan arus 8,1 A. Tegangan pada keluaran inverter pada jam 09.00 dengan sudut 90° adalah 225 V dan arus 7,8 A. Tegangan pada keluaran inverter pada jam 10.00 dengan sudut 120° adalah 221,8 V dan arus 7,64 A. Tegangan pada keluaran inverter pada jam 11.00 dengan sudut 150° adalah 218,9 V dan arus 7,30 A. Tegangan pada keluaran inverter pada jam 12.00 dengan sudut 180° adalah 217,2 V dan arus 7,1 A. Tegangan pada keluaran inverter pada jam 13.00 dengan sudut 210° adalah 213,5 V dan arus 5,55 A. Tegangan pada keluaran inverter pada jam

14.00 dengan sudut 240° adalah 212,6 V dan arus 5,47 A. Tegangan pada keluaran inverter pada jam 15.00 dengan sudut 270° adalah 211,8 V dan arus 4,13 A. Tegangan pada keluaran inverter pada jam 16.00 dengan sudut 300° adalah 210 V dan arus 4,96 A. Tegangan pada keluaran inverter pada jam 17.00 dengan sudut 330° adalah 208,5V dan arus 4,31 A.



Gambar 4.5 Grafik Hasil pengujian hari ketiga keluaran dari inverter dengan beban pompa air aquarium AC.

4.4.1 Perhitungan Tegangan, Arus Dan Daya Rata-Rata Pada Inverter

Dari tabel 4.2 dapat melakukan perhitungan tegangan, arus dan daya rata-rata pada inverter sebagai berikut :

I. Rata-rata Tegangan

$$\begin{aligned}
 V_{\text{rata-rata}} &= \frac{V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5 + V_6 + V_7 + V_8 + V_9 + V_{10}}{10} \\
 &= \frac{237 + 225 + 221,8 + 218,9 + 217,2 + 213,5 + 212,6 + 211,8 + 210 + 208,5}{10} \\
 &= 217,6 \text{ Volt}
 \end{aligned}$$

J. Rata-rata Arus

$$\begin{aligned} I_{\text{total panel}} &= \frac{I_1 + I_2 + I_3 + I_4 + I_5 + I_6 + I_7 + I_8 + I_9 + I_{10}}{10} \\ &= \frac{8,1 + 7,8 + 7,64 + 7,30 + 7,1 + 5,55 + 5,47 + 5,13 + 4,96 + 4,31}{10} \\ &= 6,33 \text{ A} \end{aligned}$$

K. Daya pada inverter

$$\begin{aligned} P_1 &= V \cdot I \\ &= (237) \cdot (8,1) \\ &= 1919,7 \text{ W} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_2 &= V \cdot I \\ &= (225) \cdot (7,8) \\ &= 1755 \text{ W} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_3 &= V \cdot I \\ &= (221,8) \cdot (7,64) \\ &= 1694,5 \text{ W} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_4 &= V \cdot I \\ &= (218,9) \cdot (7,3) \\ &= 1597,9 \text{ W} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_5 &= V \cdot I \\ &= (217,2) \cdot (5,55) \\ &= 1205,4 \text{ W} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_6 &= V \cdot I \\ &= (213,5) \cdot (5,47) \\ &= 1167,8 \text{ W} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P7 &= V \cdot I \\
 &= (212,6) \cdot (5,47) \\
 &= 1162,9 \text{ W}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P8 &= V \cdot I \\
 &= (211,8) \cdot (5,13) \\
 &= 1086,5 \text{ W}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P9 &= V \cdot I \\
 &= (210) \cdot (4,96) \\
 &= 1041,6 \text{ W}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P10 &= V \cdot I \\
 &= (208,5) \cdot (4,31) \\
 &= 898,6 \text{ W}
 \end{aligned}$$

L. Daya rata-rata pada inverter

$$\begin{aligned}
 P_{\text{rata-rata}} &= \frac{P1 + P2 + P3 + P4 + P5 + P6 + P7 + P8 + P9 + P10}{10} \\
 &= \frac{1919,7 + 1755 + 1694,5 + 1597,9 + 1205,4 + 1167,8 + 1162,9 + 1086,5 + 1041,6 + 898,6}{10} \\
 &= 1352,9 \text{ W}
 \end{aligned}$$

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Dari penelitian yang dilakukan dapat diketahui pengisian baterai sebagai penyimpan energi panel surya dapat bekerja dengan cepat atau lambat tergantung dari cuaca dan suhu yang diterima oleh panel.
2. Standart Panel Surya Sesuai dengan spek :

$$P_{max} = 100wp$$

$$V_{mp} = 17,5V$$

$$I_{mp} = 5,71A$$

3. Dari hasil penelitian di dapat, bahwa sebuah baterai 12V dan arus 70 Ah dapat menyimpan energi listrik matahari penuh sebesar 480 W. Bila beban yang digunakan sebesar 20 W , maka baterai tersebut dapat menyuplai energi selama 24 jam.
4. Dari hasil pengukuran di dapat daya rata-rata pengujian pertama 1259,09 W, pengujian kedua 1463,8 W dan pengujian ketiga 1352,9 W.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka peneliti memiliki beberapa saran yang disampaikan yaitu sebagai berikut:

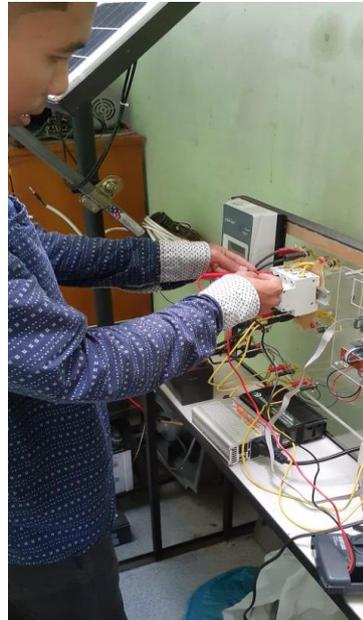
1. Untuk penelitian selanjutnya dapat melakukan memperpanjang waktu penelitian hingga seminggu atau lebih agar lebih akurat hasil yang diperoleh.

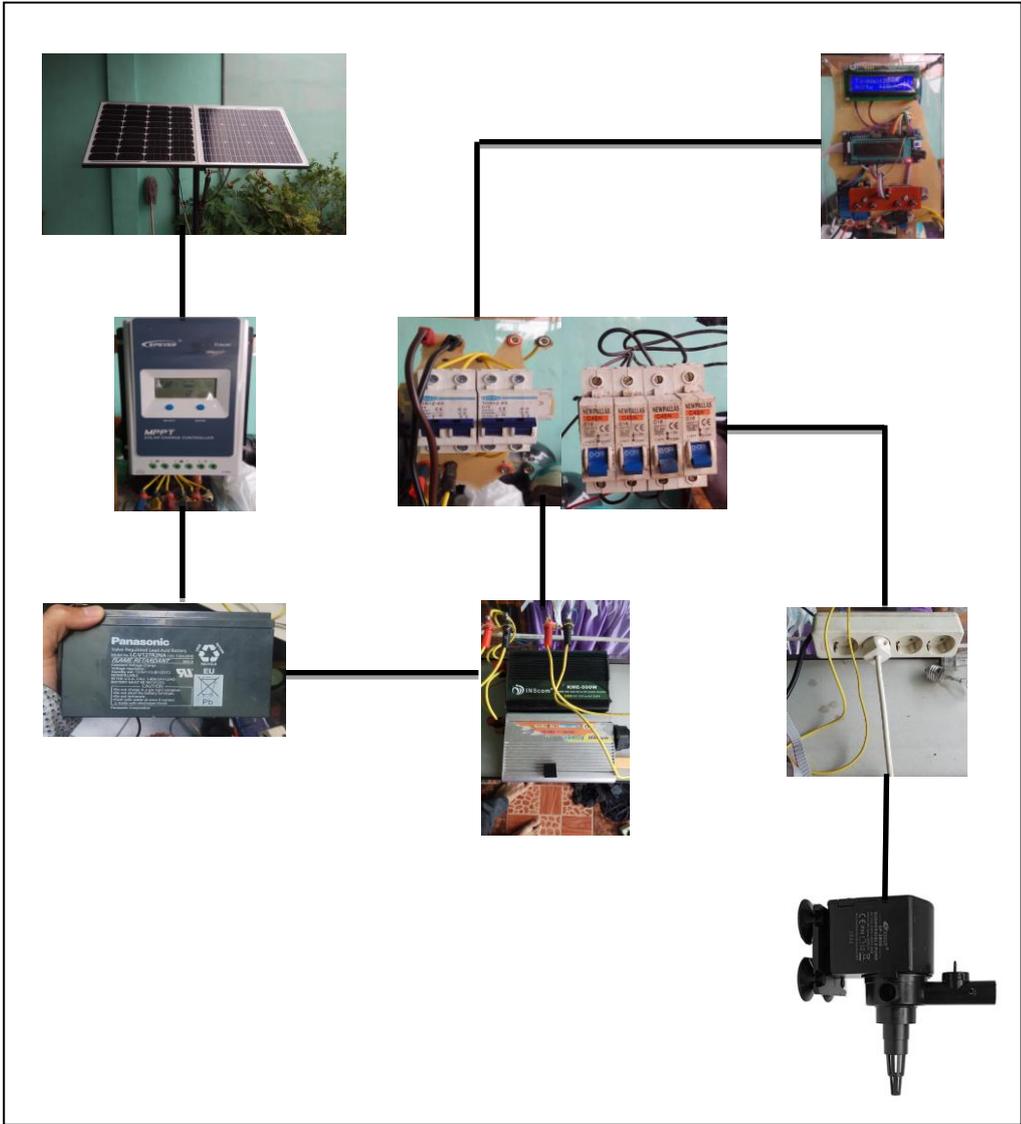
2. Penelitian selanjutnya dapat menambah atau mengganti beban yang digunakan.
3. Selanjutnya dapat memvariasikan baterai yang digunakan sebagai penyimpan energi panel surya.
4. Penelitian selanjutnya dapat menambah sumber tegangan panel surya.
5. Penelitian tentang panel surya lebih dikembangkan lagi sehingga mampu mengurangi penggunaan pembangkit listrik fosil dan bisa menjadi energi alternatif.
6. Memanfaatkan secara maksimal energi melimpah dari panas matahari untuk berbagai kebutuhan manusia yang tidak terjangkau suplay PLN.

DAFTAR PUSTAKA

1. Muhammad Irwansyah, Didi Istardi, M.Sc. “Pompa Air Aquarium Menggunakan Solar Panel” Jurnal Integrasi, vol. 5, No. 1, 2013, 85-90.
2. Zian Iqtimal, Ira Devi Sara dan Syahrizal “Aplikasi Sistem Tenaga Surya Sebagai Sumber Tenaga Listrik Pompa Air” J.KITEKTRO, vol. 3, No.1, 2018 : 1-8.
3. Subandi, Slamet Hani “Pembangkit Listrik Energi Matahari Sebagai Penggerak Pompa Air Dengan Menggunakan Solar Cell” Jurnal Teknologi Technocientia, vol.7, No.2, 2015.
4. Budi Hartono, Purwanto “Perancangan Pompa Air Tenaga Surya Guna Memindahkan Air Bersih ke Tangki Penampung” SINTEK, vol.9, No.1.
5. Bambang Setiawan, Gunawan Hidayat, Ardi Yulian Candra “Rancang Bangun DC Submersible pump Sistem Photovoltaic Batteray Coupled Dengan Panel Surya Tipe Polycrystalline Skala Laboraturium” Jurnal Semnastek, vol.5, No.2, 2017.
6. Gusti Ngurah Agung Mahardika, Wayan Arta Wijaya, Wayan Rinas “Rancang Bangun Baterai Charger Control Untuk Sistem Pengangkat Air Berbasis Arduino Uno Memanfaatkan Sumber PLTS” E-Journal SPEKTRUM, vol.3, No.1, 2016.
7. Shahidul Khan, Md. Mizanur R. Sarkar, Md. Quamrul Islam “Design and Analysis of a low Cost Solar Water Pump for Irrigation in Bangladesh” Jurnal Mechanical Engineering, vol.43, No.2, 2013.
8. Kedar Mehta, Robin Ranjan “Design and Development of Solar Water Pump” Jurnal Mechanical and production engineering, vol.5, No.4, 2017.

LAMPIRAN





BIODATA PENULIS



I. Data Pribadi

Nama : Mhd. Malka Fitra Rishanda
Tempat/Tgl. Lahir: Tebing Tinggi / 13 Februari 1997
Jenis kelamin : Laki-laki
Agama : Islam
Nama Ayah : Syahrul Haris
Nama Ibu : Alm. Addara Qutni
Email : malka.sa97@gmail.com

II. Riwayat Pendidikan

Jenjang Pendidikan	Tahun
SDN 010224 Tanjung Kasau	2003-2009
SMP N 2 Tebing Tinggi	2009-2012
SMK N 2 Tebing Tinggi	2012-2015
S1 Teknik Elektro UMSU	2015-2019

III. Riwayat Organisasi

Jenjang Organisasi	Tahun
Ketua Bidang Media dan Komunikasi PK IMM FATEK UMSU	2017-2018