

TUGAS AKHIR
RANCANG BANGUN POMPA AIR TENAGA SURYA
DENGAN *SWITCH REMOTE CONTROL*
WIRELESS



TRI JUNAEDI
18212011014

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS NAHDLATUL ULAMA AL GHAZALI
CILACAP
2022

PERNYATAAN ORISINILITAS TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : TRI JUNAEDI

NIM : 18212011014

Fakultas/Prodi : Fakultas Teknologi Industri / Teknik Mesin

Tahun : 2022

Judul Skripsi : Rancang Bangun Pompa Air Tenaga Surya Dengan
Switch Remote Control wireless

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini benar-benar orisinal/asli dibuat oleh saya sendiri, tidak ada pihak lain yang membuat laporan ini, tidak ada unsur plagiat kecuali pada bagian-bagian yang disebutkan rujukannya. Jika suatu hari ditemukan adanya indikasi dibuat oleh pihak lain atau plagiat, maka saya bersedia menerima konsekuensi dari institusi.

Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan penuh kesadaran tanpa ada paksaan.

Cilacap, 12 April 2022

Yang Menyatakan



NIM. 18212011014

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR**

Sebagai Civitas Akademik Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali (UNUGHA) Cilacap, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

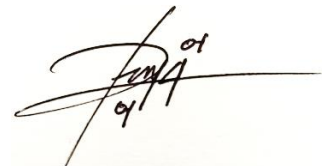
Nama : TRI JUNAEDI
NIM : 18212011014
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Fakultas Teknologi Industri
Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali (UNUGHA) Hak Bebas Royalti Noneklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas tugas akhir saya yang berjudul: “Rancang Bangun Pompa Air Tenaga Surya Dengan *Switch Remote Control Wireless*” beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Adanya Hak Bebas Royalti Noneklusif ini Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali Cilacap (UNUGHA) berhak menyimpan, mengelola dalam bentuk database, merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis / pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya tanpa ada unsur paksa dari pihak lain.

Cilacap, 12 April 2021

Yang Menyatakan



TRI JUNAEDI

NIM. 18212011014

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan kepada Allah Swt. atas ridhonya saya dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir ini. Adapun judul tugas akhir yang saya ajukan adalah “RANCANG BANGUN POMPA AIR TENAGA SURYA DENGAN *SWITCH REMOTE CONTROL WIRELESS*”

Laporan Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat kelulusan mata kuliah Tugas Akhir di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali Cilacap. Tidak dapat dipungkiri bahwa butuh usaha yang keras dan doa dalam penyelesaian pengerjaan Tugas Akhir ini. Namun, karya penulis ini tidak akan selesai tanpa orang-orang tercinta di sekeliling saya yang mendukung dan membantu. Terima kasih saya sampaikan kepada:

1. Bapak Drs.KH.Nasrulloh,M.H. selaku Rektor Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali Cilacap
2. Bapak Christian Soolany,S.TP.,M.Si. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali Cilacap.
3. Bapak Dhimas Oki ,M.Pd. selaku Dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan berbagai pengalaman kepada penulis.
4. Segenap Dosen Fakultas Industri yang telah mendidik dan memberikan ilmu selama kuliah dan seluruh staf yang selalu sabar melayani segala administrasi selama proses penelitian ini dan semua pihak yang telah membantu akhirnya saya menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna, karena keterbatasan ilmu yang saya miliki. Untuk itu saya dengan kerendahan hati mengharapkan saran dan kritik yang sifatnya membangun dari semua pihak demi membangun laporan penelitian ini.

Cilacap, 12 April 2022

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir Saudara,

Nama : Tri Junaedi
NIM : 18212011014
Judul : Rancang Bangun Pompa Air Tenaga Surya dengan Switch Control Wireless

Telah disidang Tugas Akhir oleh Dewan Penguji Fakultas Teknologi Industri Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali (UNUGHA) Cilacap pada hari / tanggal :

Sabtu, 21 Mei 2022

Dan dapat diterima sebagai pemenuhan tugas akhir mahasiswa Program Strata 1 (S.1) Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri pada Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali (UNUGHA) Cilacap.

Mengetahui,

Penguji 1



Fathurohman, ST., MT.
NIDN. 0609018102

Pembimbing 1/Ketua Sidang



Christian Soolany, S.TP., M.Si.
NIDN. 0627128801

Penguji 2




Frida Amriyati Azzizzah, M.Pd.
NIDN. 0607049101

Pembimbing 2/Sekretaris Sidang



Dhimas Oki Permata Aji, M.Pd.
NIDN. 0612109001

21 Juni 2022
Mengesahkan,
Dekan Fakultas Teknologi Industri


Christian Soolany, S.TP., M.Si.
NIDN. 0627128801

ABSTRAK

Pengoperasian mesin pompa air sekarang masih menggunakan sumber listrik PLN, ketika terjadi mati listrik maka pompa air tidak dapat beroperasi. Untuk mengantisipasinya, yaitu dengan memanfaatkan cahaya matahari sebagai sumber energi alternatif untuk menggerakkan pompa air dan sebagai sumber daya backup. Perancangan pompa ini bertujuan untuk mengetahui Real debit air yang dihasilkan dan efektivitas waktu penggunaan pompa air tenaga surya dengan metode memasang *remote switch control wireless* pada pompa air yang sebagai pemutus/penghubung arus pompa sehingga dapat menghidupkan dan mematikan hingga jarak 100 meter. Pompa ini dilengkapi Controller 30 Ampere output 12 Volt dengan nilai toleransi $\pm 10\%$ yang berfungsi mencari titik daya maksimum akibat perubahan cuaca sehingga titik daya maksimum panel sesuai kondisi dan Baterai panel 12 Volt 60 Ampere untuk membackup pompa air 12 Volt 180 Watt. Panel yang digunakan 200 WP dengan max power voltage 21,2V dan maxpower current 12,2 Ampere, low voltage 10.9 Volt dan low current 11,1 Ampere. Berdasarkan penelitian pompa panel menghasilkan rata-rata debit air pada malam 1.346,4 Liter/Jam dengan tegangan 10,9 Volt dan siang sebesar 1.478,4 Liter/Jam dengan tegangan 12,9 Volt sedangkan Efektifitas waktu penggunaan pompa air pada pukul 12.00 WIB dengan tegangan tertinggi 21,2 Volt.

Kata Kunci: Panel Surya, SCC, *switch control wireless*, Pompa Air 12 V.

ABSTRACT

The operation of the water pump machine is now still using the PLN electricity source, when there is a power failure the water pump cannot operate. To anticipate this, namely by utilizing sunlight as an alternative energy source to drive the water pump and as a backup power source. The design of this pump aims to determine Real water discharge generated and the effectiveness of the use of a solar water pump by installing a wireless remote control switch on the water pump which acts as a breaker/connector for the pump current so that it can turn on and off up to a distance of 100 meters. This pump is equipped with a 30 Ampere controller with 12 Volt output with a tolerance value of $\pm 10\%$ which functions to find the maximum power point due to weather changes so that the maximum power point of the panel is according to the conditions and the panel battery is 12 Volt 60 Ampere to back up the 12 Volt 180 Watt water pump. The panel used is 200 WP with a max power voltage of 21.2V and a maxpower current of 12.2 Ampere, a low voltage of 10.9 Volts and a low current of 11.1 Ampere. with a voltage of 10.9 Volts and 1478.4 Liters/hour during the day with a voltage of 12.9 Volts while the effectiveness of the time of using the water pump is at 12.00 WIB with the highest voltage of 21.2 Volts

Keywords: Solar Panel, SCC, *wireless switch control*, 12 V Water Pump.

DAFTAR ISI

PERNYATAAN ORISINILITAS TUGAS AKHIR	ii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	iii
TUGAS AKHIR	iii
KATA PENGANTAR	iv
LEMBAR PENGESAHAN	v
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR DIAGRAM	xiii
BAB I PENDAHULUAN	2
1.1 Latar belakang	2
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pompa Air DC12 V	6
2.1 Energi Surya	9
2.3 Sistem Kontrol.....	12
2.3.1 Sistem Kendali Open loop dan Closed loop control system.....	13
2.3.2 Pulse Width Modulation (Pulse Width Modulation).....	14
2.3.3 WRC (Wireless Remote Control).....	17
2.4 Baterai Atau Penyimpan Daya.....	18
2.5 Efisiensi Listrik Surya Cell.....	19
2.6 Teori Perancangan Pompa Air Tenaga Surya.....	20

2.7	Analisa Sistem Pompa Air Tenaga Surya.....	21
2.8.1	Perkiraan Lama Beban Beroperasi	21
2.8.2	Perhitungan Waktu Pengisian Aki.....	22
BAB III	METODE PENELITIAN	23
3.1	Waktu Dan Tempat Penelitian.....	23
3.1.1	Waktu.....	23
3.1.2	Tempat Penelitian	23
3.2	Alat Dan Bahan.....	24
3.3	Prosedur Penelitian	25
3.3.1	Studi Literatur	26
3.4	Variabel Pengamatan	26
3.4.1	Pencarian Data	26
3.4.2	Perencanaan dan Perancangan	27
3.4.3	Proses Perakitan.....	28
3.4.4	Pengujian Alat.....	29
3.4.5	Penyempurnaan Alat.....	29
3.4.6	Pembuatan Laporan	29
3.5	Cara Kerja Pompa Rancangan	29
3.6	Uji Mesin	30
3.7	Pengamatan Hasil Uji Mesin	30
3.8	Uji Jarak Remote Control Wireless	31
3.9	Pengamatan Hasil Uji Jarak Remote Control Wireless	31
3.10	Efektivitas Waktu Penggunaan Pompa Air Tenaga Surya	32
3.11	Hasil Pengamatan Efektivitas Waktu penggunaan Pompa Air Surya .	32

BAB IV PEMBAHASAN	33
4.1 Hasil Rancangan	33
4.1.1 Rangka Pompa Air Tenaga Surya Dengan Switch Remote Control ..	34
4.1.2 Box Panel Control	35
4.1.3 Panel surya.....	36
4.1.4 Pompa Air Panel Surya 12 V DC	39
4.1.5 Solar Charge Contoller / Pulse Width Modulation.....	40
4.1.6 Wireless Relay 1CH 40A 433 MHz 12V-48V	43
4.1.7 Baterai Panel Surya / Accu 12V 60A	45
4.1.8 Voltmeter Digital DC 5V-30V	46
4.1.9 Mini Circuit Breaker (MCB)	47
4.1.10 Box MCB 4 Grup dan 8 Grup	48
4.2 Uji Kinerja Pompa Air Tenaga Surya.....	49
4.2.1 Pengujian Debit Pompa Air Surya Pada Saat Malam dan Siang.....	51
4.2.2 Pengujian Jarak Real Remote Control wireless.....	57
4.2.3 Efektivitas Waktu Penggunaan Pompa Air Tenaga Surya	59
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	61
1. Kesimpulan	61
2. Saran	61

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Waktu Penelitian.....	23
Tabel 3.2 Alat Dan Bahan Rancangan pompa.....	24
Tabel 3.3 Pengujian Pompa Air Tenaga surya.....	30
Tabel 3.4 Pengujian Jarak Remote Control Wireless.....	31
Tabel 3.5 Efektifitas Waktu Penggunaan Pompa Air Tenaga Surya.....	32
Tabel 4.1 Pengujian Debit Pompa Air Tenaga Surya Pada Malam Hari.....	51
Tabel 4.2 Pengujian Debit Pompa Air Tenaga Surya Pada Siang Hari.....	54
Tabel 4.3 Pengujian Real Jarak Remote Control.....	57
Tabel 4.4 Efektifitas Waktu Penggunaan Pompa Air Tenaga Surya.....	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pompa Air DC 12V.....	6
Gambar 2.2 Panel Surya Monocrystalline	11
Gambar 2.3 Panel Surya Policrystalline.....	11
Gambar 2.4 Panel Surya Thin Film.....	12
Gambar 2.5 Pulse Widht Modulation.....	15
Gambar 2.6 WRC Wireless Remote Control.....	17
Gambar 2.7 Baterai.....	18
Gambar 2.8 Diagram Blok Pompa Air Tenaga Surya.....	20
Gambar 3.1 Flow Chart.....	25
Gambar 3.2 Rancangan Pompa Air Tenaga Surya.....	27
Gambar 3.3 Bagian-Bagian Pompa Air Tenaga Surya.....	27
Gambar 3.4 Meteran Roll.....	31
Gambar 3.5 Multimeter Digital.....	32
Gambar 4.1 Pompa Air Tenaga Surya Dengan Remote wireless.....	33
Gambar 4.2 Rangka Pompa Air Tenaga Surya.....	34
Gambar 4.3 Box Panel Control.....	35
Gambar 4.4 Panel Surya Monocrystalanie 200 WP.....	36
Gambar 4.5 Pompa Panel Surya 180 Watt.....	39
Gambar 4.6 Solar Charge Controller 30 A.....	42
Gambar 4.7 Wireless Rellay 1 CH 40A 433MHz 12V-48V.....	43
Gambar 4.8 ACCU 12V 60A.....	45
Gambar 4.9 Voltmeter Digital 5V-30V.....	46
Gambar 4.10 Mini Circuit Breaker.....	47
Gambar 4.11 Box MCB 4 Grup & 8 Grup.....	48
Gambar 4.12 Pompa Panel Tenaga Surya Dengan Switch Wireless.....	49

DAFTAR DIAGRAM

Diagram 4.1 Pengujian Debit Air Pompa Panel Pada Malam Hari.....	53
Diagram 4.2 Pengujian Debit Air Pompa Panel Pada Siang Hari.....	56
Diagram 4.3 Pengujian Real Jarak Remote Control Wireless.....	58
Diagram 4.4 Efektifitas Waktu Penggunaan Pompa panel Tenaga Surya.....	60

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Pompa air secara umum adalah alat yang digunakan untuk memindahkan cairan atau (fluida) dari suatu tempat ke tempat lainnya melalui saluran (pipa) dengan menggunakan tenaga listrik untuk mendorong air yang dipindahkan secara terus menerus. Disaat pompa beroperasi dengan prinsip membuat perbedaan di sisi tekanan dan di sisi bagian hisap, perbedaan tekanan tersebut dihasilkan dari sebuah mekanisme yang terjadi pada roda implek yang membuat keadaan sisi hisap menjadi tidak bergerak. Perbedaan inilah yang menghisap cairan sehingga dapat berpindah dari suatu reservoir ke tempat lain.

Sejarah pompa air pertamakali ditemukan oleh seorang ilmuwan bernama Al-Jazari pada abad ke 12 di Mesopotamia pada tahun 1174, Al-Jazari adalah seorang teknisi ahli yang bekerja di Dinasti Bani Artuq yang pada saat itu menjadi penguasa wilayah Mesopotamia (Zaenuddin,2015). Cara kerja pompa air pada umumnya adalah mendorong air dari sumbernya yang kemudian dipindahkan secara terus menerus dengan memanfaatkan impeler. Prinsip kerja dari impeler sendiri berfungsi menciptakan tekanan fluida, untuk ditarik lewat dasar sumber air menuju tempat tujuan.(Bahrul,2021). Pengoperasian pompa air saat ini masih banyak menggunakan sumber aliran listrik PLN (Perusahaan Listrik Negara) karena didorong dengan jumlah pelanggan listrik PLN di Kabupaten Cilacap yang Mencapai 80.840 ribu. Masalah yang sering terjadi dari penggunaan sumber listrik PLN yaitu ketika terjadi pemadaman listrik bergilir yang tiap tahunnya 12,72 jam per pelanggan PLN (Rida M ,Kementrian ESDM,2020), belum termasuk gangguan seperti kerusakan tak terduga dan perawatan trafo gardu PLN yang bisa sehari-hari pemadamannya maka pompa air tidak dapat beroperasi. Oleh karena itu diperlukan energi alternatif untuk menyelesaikan permasalahan ini, salah satunya adalah pemanfaatan cahaya matahari.

Pemanfaatan cahaya matahari sebagai sumber energi listrik merupakan energi terbarukan dan ramah lingkungan. Cara kerja dari pompa air tenaga surya dengan swich remote control wireless dimulai ketika solar panel menerima energi matahari, energi tersebut diteruskan ke solar charge controller. Perbedaan dari pompa air tenaga surya lainnya yaitu jenis pompa DC yang digunakan karena mempunyai daya hisap 10 meter sampai 12 meter dan dilengkapi dengan *swicth remote control* yang dapat dimatikan atau dihidupkan dengan jarak tertentu atau tanpa menyentuh sklar di rangka panel surya karena menggunakan remot control. Tujuan perancangan pompa ini adalah untuk mengetahui efektivitas penggunaan pompa air tenaga surya dengan remote control wireles.

Pompa air panel surya dilengkapi controller yang berfungsi mencari titik daya maksimum akibat perubahan cuaca cerah atau mendung sehingga titik daya maksimum panel sesuai kondisi Solar panel berfungsi mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik yang diterima SCC(Solar Charge Controller). SCC berfungsi memberikan pengamanan terhadap sistem yaitu proteksi terhadap pengisian berlebih (*over charge*) di baterai dan proteksi terhadap pemakaian berlebih (*over discharge*) pada beban. SCC akan mengalirkan listrik menuju baterai, ketika baterai sudah dalam batas maksimal SCC akan langsung mengarahkan listrik menuju beban yaitu pompa air yang bertegangan 12 V. Metode perancangan pompa tenaga surya yaitu dengan SCC dihubungkan dengan beban melalui pin LOAD SCC pada port (+) dan port (-). Dimana remote control wireless juga dihubungkan ke port pompa air agar bisa mematikan dan menghidupkan pompa air dari jarak jauh melalui tombol on off yang ada diremote. Dimana panel surya yang digunakan yaitu 200 WP yang berjenis Monocrystalline yang memiliki efisiensi yaitu mencapai angka 15-20 persen serta menggunakan pompa air DC 12V yang mempunyai daya hisap 10 meter sampai 12 meter dan mempunyai daya dorong sebesar 15 meter. Baterai yang digunakan untuk mensuplai dan memback up pompa air tenaga surya berkapasitas 60 A yang betegangan 12 V dan dilengkapi SCC 60 A.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana merancang pompa air tenaga surya dengan kapasitas 200 WP ?
2. Berapa jumlah real debit air yang dihasilkan pompa air tenaga surya pada saat panel surya tidak tersinari matahari dan pada saat tersinari matahari ?
3. Berapa tegangan pompa air saat terbebani pada saat malam dan siang ?
4. Berapa jarak real jangkauan remote control wireless on off dapat berfungsi ?
5. Efektivitas waktu penggunaan pompa air tenaga surya dengan remote control wireless ?

1.3 Batasan Masalah

Dengan mempertimbangkan keterbatasan waktu, biaya, dan tenaga maka dibuatlah batasan masalah pompa air tenaga surya sebagai berikut :

1. Menggunakan aplikasi SolarIC untuk mengetahui lama waktu perkiraan penyimpanan energi.
2. Metode yang digunakan hanya menggunakan metode kuantitatif dengan data pengujian alat.

1.4 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui cara merancang pompa air tenaga surya dengan kapasitas 200 WP ?
2. Berapa jumlah real debit air yang dihasilkan pompa air tenaga surya pada saat panel surya tidak tersinari matahari dan pada saat panel surya tersinari matahari ?
3. Mengetahui tegangan pompa air pada saat terbebani pada saat malam dan siang ?
4. Berapa jarak real jangkauan remote control wireless on off dapat berfungsi ?
5. Efektivitas waktu penggunaan pompa air tenaga surya dengan remote control wireless ?

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian tentang rancang bangun Pompa Air Tenaga Surya Dengan *Switch Remote Control Wireless* diantaranya adalah :

1. Agar masyarakat memahami tentang Pompa Air Tenaga Surya serta dapat memanfaatkan seluruh energi yang ada di alam ini, khususnya energi dari cahaya matahari menjadi energi listrik.
2. Secara tidak langsung kita dapat membantu PLN dalam menghemat listrik, sehingga terjadinya krisis ketenaga listrik dapat diminimalkan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

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

1. Menurut Jurnal Universitas Sebelas Maret Chico Hermanu Surakarta yang Berjudul “Prototype Sistem Pompa Air Tenaga Surya untuk Meningkatkan Produktivitas Hasil Pertanian “ tahun 2017. Untuk menentukan spesifikasi dari sistem PLTS dibutuhkan data beban ,jam nyala beban ,kapasitas panel surya dan kedalaman sumber air.
2. Menurut Jurnal Mohammad Taufik Departemen Teknik Elektro Univeritas Padjadjaran Jatinangor yang Berjudul “Prototype Pompa Air Portable Tenaga Surya” tahun 2016. Pompa air portabel tenaga surya terdiri atas komponen-komponen seperti pompa air DC, panel surya, solar charge controller, baterai, solar frame, tiang, dan box. Pompa air ini memanfaatkan energi matahari sebagai sumber energi yang akan dikonversikan menjadi energi listrik. Pompa air ini cocok untuk daerah pedesaan dan daerah terpencil, untuk pemakaian dipertanian, pompa ini biasa digunakan untuk kolam ikan dan kolam taman kota.
3. Menurut Jurnal Budi Hartono Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Ibnu Chaldun “Perancangan Pompa Air Tenaga Surya Guna Memindahkan Air Bersih Ke Tangki Penampung” tahun 2015. Dengan penambahan aki untuk menyimpan energi listrik maka pompa dapat beroperasi saat cuaca mendung atau hari-hari kurang cerah. Jadi pemanfaatan energi surya untuk pemompaan air bersih sangat cocok digunakan

4. Menurut Jurnal Dwi Zhafira Hulwani Teknik Mesin Politeknik Negeri Medan “Rancang Bangun Pompa Air Tenaga Surya dengan Menggunakan Sensor Level Sebagai Otomatisasi” tahun 2018. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah pemanfaatan energi surya sebagai sumber penggerak pompa yang digunakan untuk mengalirkan air dari satu tempat ketempat yang lain. Energi surya/matahari dapat diubah menjadi energi listrik dengan memanfaatkan efek fotolistrik yang terjadi pada komponen fotovoltaik atau sel surya. Sel surya atau komponen fotovoltaik dapat mengubah sinar matahari menjadi energi listrik yang bisa dimanfaatkan secara langsung ke beban, disimpan dalam baterai atau diubah menjadi energi listrik bolak-balik satu fasa dengan menggunakan inverter.

2.1 Pompa Air DC12 V

Pompa air merupakan sebuah mesin yang digunakan untuk menaikkan cairan dari daerah yang rendah ke daerah yang lebih tinggi atau sebagai mesin yang berfungsi untuk menaikkan tekanan cairan dari cairan bertekanan rendah menjadi cairan yang bertekanan tinggi dan juga sebagai penguat laju aliran pada suatu jaringan perpindahan sistem instalasi air (Kadek,Bayu.2020). Pompa adalah mesin atau peralatan mekanis yang digunakan untuk menaikkan cairan dari bagian rendah ke bagian tinggi atau untuk mengalirkan cairan dari daerah bertekanan rendah ke daerah yang bertekanan tinggi dan juga sebagai penguat laju.



Gambar 2.1 Pompa Air DC 12 V
(Sumber : Shope.2022)

Pompa Air DC Pompa Solar Panel Pompa DC STEC 180 Watt

Model : LSWQB 12V Max.Flow : 1,5 M3/H
Max.Head : 15m Power Max : 180Watt
Outlet : 1 Inch Voltage : 12V
Daya Hisap : 10-12 meter

Pompa DC 12V menggunakan aki, solar panel, Output DC 12 Volt yang lainnya sebagai sumber listrik dan pompa tidak dapat dihubungkan ke aliran listrik 220 V AC. Pompa air DC ini sangat cocok diaplikasikan untuk daerah-daerah pedesaan, daerah persawahan, perkebunan, peternakan atau daerah lain yang membutuhkan pemompaan air dari sumbernya sementara tidak terdapat sumber listrik atau belum maksimal dari PLN Pompa Air Tenaga Surya (PATS). Menggunakan tenaga matahari sebagai sumber listrik penggerak pompa untuk menarik air dari sumbernya ke permukaan/penampungan. Debit merupakan ukuran banyaknya volume air yang mampu lewat pada suatu tempat atau yang mampu ditampung dalam suatu tempat setiap satu satuan waktu.

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

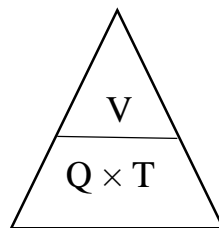
Berikut ini adalah konversi satuan waktu yang digunakan

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

Berikut ini adalah konversi satuan volume yang digunakan

- 1 liter = 1 dm³
- 1 dm³ = 1000 cm³
- 1 cm³ = 1.000.000 mm³
- 1 mm³ = 0.001 m³
- 1 cc = 1 ml = 1 cm³

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



$$V \text{ (volume)} = Q \times T$$

$$Q \text{ (debit air)} = \frac{V}{T}$$

$$T \text{ (waktu)} = \frac{V}{Q}$$

Keterangan :

Q ; Debit air (m³ /s)

V : Volume (m³)

T ; Waktu (s)

Keluaran pompa berupa daya hidrolik (Hp) dan dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Daya hidrolik } H_p = Q \times (h_d - h_s) \cdot \rho \cdot g / 1000$$

Dimana:

Q= Debit aliran (m³/detik) ρ = Massa zat cair persatuan volume (kg/m³)

h_d = Head pembuangan (dalam m) g = Percepatan gravitasi (m/detik²)

h_s = Head penghisapan (dalam m)

2.1 Energi Surya

Energi Surya merupakan sumber energi yang tidak terbatas dan tidak akan pernah habis ketersediaannya dan energi ini juga dapat di manfaatkan sebagai energi alternatif yang akan di ubah menjadi energi listrik, dengan menggunakan sel surya (Bambang,Hari.2021). Terdapat dua paramater dalam energi surya yang paling penting pertama intensitas radiasi, yaitu jumlah daya matahari yang datang kepada permukaan perluas area, dan karakteristik spektrum cahaya matahari Intensitas radiasi matahari diluar atmosfer bumi disebut konstanta surya, yaitu sebesar 1365 W/m setelah disaring oleh atmosfer bumi, beberapa sepktrum cahaya hilang dan intensitas puncak radiasi menjadi sekitar 1000W/m, Nilai ini adalah tipikal intensitas radiasi pada keadaan permukaan tegak lurus sinar matahari dan pada keadaan cerah Radiasi surya dipancarkan dari fotoshpere matahari pada temperatur 6000K, yang memberikan distribusi spektrumnya mirip dengan distribusi spektrum black body dengan melalui atmosfer bumi, radiasi surya diatenuasikan oleh berbagai partikel diantaranya molekul udara, aerosol, partikel debu. Energi surya tidak bersifat polutif, tak dapat habis dan didapatkan secara gratis. Namun kekurangan dari energi surya sendiri adalah sangat halus dan tidak konstan. Arus energi surya yang rendah mengakibatkan dipakainya sistem dan kolektor yang luas permukaannya besar untuk mongkonsentrasikan energi itu. Sistem kolektor ini berharga cukup mahal dan ada masalah lagi bahwa sistem-sistem di bumi tidak dapat diharapkan akan menerima persediaan yang terus menerus dari energi surya ini (Bambang, Hari.2021). Hal ini berarti diperlukan semacam sistem penyimpanan energi atau konversi lain untuk menyimpan energi pada malam hari serta pada saat cuaca mendung

Energi surya dapat dikonversi secara langung menjadi bentuk lain dengan tiga proses, yaitu proses helochemical, proses helioelectrical, dan proses heliothermal Reaksi heliochemical yang utama adalah proses fotosintesa. Proses ini adalah sumber dari semua bahan bakar fosil Proses helioelectrical yang utama adalah produksi listrik oleh sel-sel surya dapat dikatakan energi radiasi matahari dikonversi menjadi energi listrik.

Proses heliothermal adalah suatu penyerapan (absorpsi) radiasi matahari dan pengkonversian energi ini menjadi energi termal. Proses perubahan atau konversi cahaya matahari menjadi listrik ini dimungkinkan karena bahan material yang menyusun sel surya berupa semikonduktor. Lebih tepatnya tersusun atas dua jenis semikonduktor, yakni jenis n dan jenis p. Semikonduktor jenis n merupakan semikonduktor yang memiliki kelebihan elektron, sehingga kelebihan muatan negatif, (n = negatif). Sedangkan semikonduktor jenis p memiliki kelebihan hole, sehingga disebut dengan p (p = positif) karena kelebihan muatan positif.

Prinsip kerja suatu sel surya adalah dengan menggunakan efek fotovoltaik, yaitu suatu efek yang dapat mengubah secara langsung sinar matahari menjadi energi listrik. Panel surya sering kali disebut sel photovoltaic, photovoltaic dapat diartikan sebagai "cahaya listrik". Sel surya adalah suatu perangkat yang memiliki kemampuan mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik dengan mengikuti prinsip photovoltaic, adanya energi dari cahaya (foton) pada panjang gelombang tertentu akan mengeksitasi elektron pada suatu material ke pita energi. Sel surya pada umumnya memiliki ketebalan minimum 0,3 mm yang terbuat dari irisan bahan semikonduktor dengan kutub positif dan negatif. Pada sel surya terdapat sambungan (function) antara dua lapisan tipis yang terbuat dari bahan semikonduktor yang masing-masing yang diketahui sebagai semikonduktor jenis "P" (positif) dan semikonduktor jenis "N" (Negatif). Silikon jenis P merupakan lapisan permukaan yang dibuat sangat tipis supaya cahaya matahari dapat menembus langsung mencapai junction. Bagian P ini diberi lapisan nikel yang berbentuk cincin, sebagai terminal keluaran positif. Dibawah bagian P terdapat bagian jenis N yang dilapisi dengan nikel juga sebagai terminal keluaran negatif.

Jenis-jenis sel surya digolongkan berdasarkan pembuatannya terbagi 3 yaitu :

1. Monocrystalline

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



Gambar 2.2 Panel Surya Monocrystalline

(Sumber : Reza, Muhammad.2019)

Efisiensi dari panel surya monocrystalline yaitu mencapai angka 15-20 persen. Angka tersebut dapat dikatakan cukup tinggi pada teknologi saat ini. Secara fisik panel surya monocrystalline dapat diketahui dari warna sel yang hitam gelap dengan model terpotong pada tiap sudutnya.

2. Polycrystalline

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



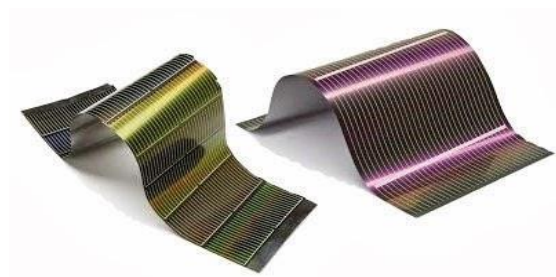
Gambar 2.3 Panel Surya Policrystalline

(Sumber : Reza, Muhammad.2019)

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

3. Thin-film solar cell (TFSC)

Panel surya jenis TFSC berikut yaitu panel surya yang memiliki struktur kerapatan atom yang rendah, sehingga panel surya jenis ini mudah dibentuk serta pengaplikasiannya pun lebih beragam. Pada proses produksi panel surya jenis ini juga relatif murah.



Gambar 2.4 Panel Surya Thin Film

(Sumber : Reza, Muhammad.2019)

Panel surya TFSC ini sangat tipis sehingga ringan dan fleksibel.

2.3 Sistem Kontrol

Sistem kontrol (Control system) atau sistem kendali adalah suatu alat (kumpulan alat) untuk mengendalikan, memerintah dan mengatur keadaan dari suatu sistem. Istilah-istilah dari sistem kendali atau sistem kontrol adalah : Plants.

1. Plant dapat berupa suatu peralatan atau suatu kelengkapan dari perangkat mesin yang bekerja bersama untuk mengerjakan suatu tujuan tertentu.
2. Processes. Process sebagai suatu kelanjutan operasi atau pengembangan yang ditandai dengan serangkaian perubahan bertahap yang menggantikan satu sama lain dengan cara yang relatif tetap dan mengarahkan pada suatu tujuan systems.

3. System merupakan kombinasi dari komponen yang bertindak bersama dan melakukan suatu tujuan.
4. Disturbances. Disturbance adalah suatu sinyal yang cenderung mempengaruhi nilai keluaran dari suatu sistem. Disturbance yang dihasilkan oleh sistem dinamakan internal disturbance sedangkan disturbance yang muncul dari luar sistem disebut external disturbance.
5. Feedback Control. Feedback control mengartikan pada suatu operasi yang memiliki gangguan dan cenderung mengurangi perbedaan diantara keluaran dan referensi sistem

Dalam melakukan sebuah penelitian sistem kendali atau sistem kontrol terdapat tiga jenis variabel kendali atau kontrol yaitu variabel manipulasi, variabel respon, dan variabel kontrol. Dimana antara satu variabel dengan variabel lain akan saling berhubungan, tetapi belum tentu saling mempengaruhi. Variabel manipulasi adalah variabel yang secara sengaja diubah-ubah untuk memperoleh hasil tertentu, dalam penelitian ini yang menjadi variabel manipulasi adalah mekanisme dari pengontrolan pesawat tailsitter. Variabel terkontrol adalah besaran yang dapat berubah karena perubahan yang dilakukan pada variabel manipulasi, pada penelitian ini yang menjadi variabel kontrol yaitu kecepatan putaran motor BLDC, dan pergerakan motor servo. Variabel respon adalah variabel yang mendefinisikan tentang semua hal yang terjadi akibat dari perubahan variabel manipulasi dan variabel kontrol, pada penelitian ini yang menjadi variabel respon adalah attitude (sikap) dari pesawat tailsitter

2.3.1 Sistem Kendali Open loop dan Closed loop control system.

Open loop control system merupakan suatu sistem kontrol yang keluarannya tidak mempunyai pengaruh terhadap aksi kontrol. Pada sistem kontrol loop terbuka tidak terdapat jaringan umpan balik. Dengan kata lain, sistem kontrol loop terbuka keluarannya tidak dapat digunakan sebagai perbandingan umpan balik dengan masukan. Oleh karena itu sistem kontrol loop terbuka hanya dapat digunakan jika hubungan antara masukan dan keluaran sistem diketahui dan tidak terdapat gangguan internal maupun eksternal

Closed control system. Closed control system atau sistem kontrol loop tertutup merupakan sistem kontrol dimana sinyal keluaran mempunyai pengaruh langsung terhadap sinyal kontrol (aksi kontrol). Pada sistem kontrol loop tertutup terdapat jaringan umpanbalik (feedback) karenanya sistem kontrol loop tertutup seringkali disebut sebagai sistem kontrol umpanbalik. Kontrol loop tertutup dan sistem kontrol umpanbalik dapat saling dipertukarkan penggunaannya. Namun untuk rancang bangun pompa air ini menggunakan Open loop control system dan untuk alat yang digunakan untuk mengontrol arus dan serta tegangan dalam pompa air tenaga surya yaitu Pulse Width Modulation.

2.3.2 Pulse Width Modulation (Pulse Width Modulation)

Merupakan salah satu perangkat elektronik yang digunakan pada rangkaian Pompa Air Tenaga Surya yang berfungsi yaitu sebagai pengontrol tegangan keluaran panel surya yang hendak masuk ke baterai agar tidak overcharge dan menstabilkan arus tegangan. PWM (Pulse Width Modulation) / SCC (Solar Charge Controller) bekerja mengatur arus listrik ke baterai dengan mengurangi arus/current secara bertahap yang disebut "Pulse Width Modulation". Saat baterai penuh, PWM tetap mensuplai daya dalam jumlah kecil untuk menjaga baterai tetap penuh. PWM cocok digunakan dalam skala kecil. Cara kerja Solar Charge Controller adalah komponen penting dalam Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Cahya, Andika.2019). Solar charge controller berfungsi untuk :

- a. Charging mode : Mengisi battery (kapan baterai diisi, menjaga pengisian kalau battery penuh).
- b. Operation mode : Penggunaan battery ke beban (pelayanan battery ke beban diputus kalau baterai sudah mulai 'kosong'). Charging Mode Solar Charge Controller Dalam charging mode, umumnya baterai diisi dengan metoda three stage charging: 23
- c. Fase bulk : baterai akan di-charge sesuai dengan tegangan setup (bulk - antara 14.4 - 14.6 Volt) dan arus diambil secara maksimum dari panel surya / solar cell. Pada saat baterai sudah pada tegangan setup (bulk) dimulailah fase absorption.

- d. Fase absorption: pada fase ini, tegangan baterai akan dijaga sesuai dengan tegangan bulk, sampai solar charge controller timer (umumnya satu jam) tercapai, arus yang dialirkan menurun sampai tercapai kapasitas dari baterai. f. Fase float: baterai akan dijaga pada tegangan float setting (umumnya 13.4 - 13.7 Volt). Beban yang terhubung ke baterai dapat menggunakan arus maksimum dari panel surya / solar cell pada stage ini



Gambar 2.5 Solar Charger Controller / PWM

(Sumber : Reza, Muhamad.2019)

Fungsi Utama dari Solar Charge Controller atau PMW

1. Menyesuaikan arus listrik

Menyesuaikan arus listrik yang masuk ke dalam baterai supaya baterai tidak mengalami *overcharge* atau kelebihan pengisian yang berakibat baterai bisa cepat rusak. Dengan begitu, baterai selalu dalam keadaan kondisi penuh, tetapi tanpa harus *overcharge*.

2. Menghindari baterai *Over Discharge* atau baterai dalam keadaan lemah.

Artinya, apabila baterai dalam kondisi lemah atau tegangannya turun terlalu rendah, SCC akan menghentikan aliran ke beban. Ini penting, kerana apabila baterai dalam kondisi tegangan sangat rendah, baterai akan cepat rusak.

3. Menghentikan arus terbalik ketika sumber energi matahari yang memadai.

Ketika mendung yang sangat gelap atau pada malam hari, baterai tidak bisa di *charge*. Itu memungkinkan terjadinya aliran listrik dari baterai ke solar panel. Dengan adanya SCC, hal itu tidak akan terjadi.

Selain fungsi utama dari setiap pengendali muatan adalah untuk mengontrol jumlah muatan yang masuk dan keluar dari baterai, pengontrol muatan surya melakukan beberapa fungsi berguna lainnya:

1. Blokir arus balik

Fungsi ini memfasilitasi aliran arus searah dari panel surya ke baterai, dan memblokir aliran balik pada malam hari.

2. Di bawah perlindungan tegangan

Tegangan bawah terjadi ketika baterai telah kehilangan 80% dari muatannya. Dianjurkan untuk mengeluarkan baterai dari sirkuit dan menghubungkannya kembali hanya selama pengisian baterai

3. Cegah Overcharge Baterai

Pengontrol muatan menghentikan pengisian baterai setelah cukup terisi.

4. Konfigurasi Titik Pengaturan Kontrol

Berbagai titik set dapat diedit dan diprogram ulang menggunakan pengendali biaya. Ini membantu dalam fine tuning baterai Anda pengisian dan siklus pemakaian untuk memastikan kinerja yang paling efisien dan hidup lebih lama.

5. Menampilkan dan Pengukuran

Tingkat tegangan, Persentase ditagih, Waktu Debit saat ini pada beban pengisian.

6. Riwayat Pemecahan Masalah dan Peristiwa

Beberapa pengendali biaya memiliki memori bawaan untuk menyimpan acara dan alarm dengan stempel tanggal dan waktu. Peristiwa ini dan riwayat alarm membantu untuk pemecahan masalah cepat. Pada rangkaian pompa air tenaga surya ini membutuhkan perangkat elektronik solar charger controller, dimana solar charger controller tersebut berfungsi sebagai proteksi dan pengontrol tegangan listrik yang masuk ke baterai yang dihasilkan dari panel surya, sebab keluaran listrik dari panel surya berkisar 15-17 VDC, sedangkan baterai membutuhkan sekitar 13,9 VDC untuk melakukan pengisian. Apabila pengisian baterai lebih dari itu maka akan menyebabkan kerusakan pada baterai sehingga pada rangkaian ini membutuhkan perangkat elektronik solar charger.

2.3.3 WRC (Wireless Remote Control)

Wireless Remote Control (WRC) DC 12 V merupakan module relay yang dapat dikontrol secara wireless menggunakan remote yang tersedia dan dioperasikan dengan supply 12 V DC dan memiliki 3 mode pengoperasian.

Operation Mode:

1. Momentary: Tekan dan tahan tombol pada remote, relay ON, lepas OFF
2. Latched : Tekan tombol A pada remote, relay receiver ON, tekan tombol B pada remote, relay receiver OFF.
3. Toggle : Tekan tombol pada remote, relay receiver ON, tekan sekali lagi pada tombol yang sama, relay receiver OFF.



Gambar 2.6 WRC (Wireless Remote Control)

(Sumber : Shope. 2022)

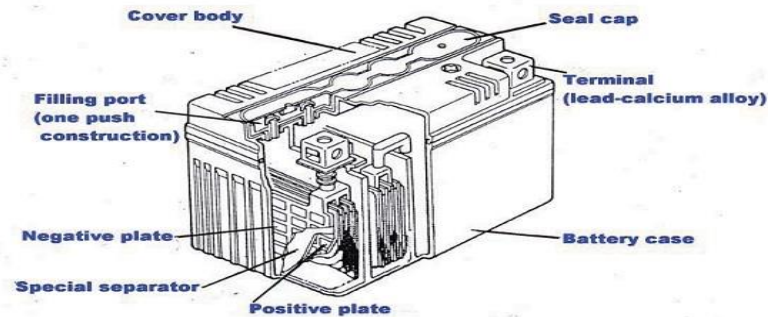
WRC sendiri berfungsi untuk memutuskan atau menghubungkan arus dari PMW (Pulse Widht Modulation) ke pompa air DC 12 V sehingga untuk menghidupkan atau mematikan pompa air tenaga surya pada saat Pompa Air Tenaga Surya digunakan bisa melalui remote wireless ,namum pompa air tenaga surya sendiri juga bisa di hidupkan atau dimatikan secara manual dengan menekan tombol on atau off.

Specification:

- Power Supply: 12VDC
- Idle current: +/- 10mA
- Frequency: 433 MHz
- Ukuran PCB: 35mm X 32mm X 15mm (Box: 40mm x 40mm x 25mm)
- Transmitter/ remote: 433MHz

2.4 Baterai Atau Penyimpan Daya

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



Gambar 2.7 Baterai

(Sumber : Fallqianas, Akbar. 2013)

Komponen yang terdapat pada sel baterai yaitu anoda/elektroda negatif sebagai tempat terjadinya proses oksidasi, katoda / elektroda positif sebagai tempat terjadinya proses reduksi, Elektrolit sebagai larutan yang dapat menghantarkan arus listrik, dan separator yang berfungsi untuk mencegah terjadinya gesekan antara kedua elektroda. Prinsip kerja baterai yaitu jika sel dihubungkan dengan beban maka, elektron mengalir dari anoda melalui beban melalui beban katoda, kemudian ion – ion negatif mengalir ke anoda dan ion – ion positif mengalir ke katoda. Baterai yang digunakan pada pompa air tenaga surya adalah jenis baterai (accu maintenance free) atau aki kering 12V. Umumnya baterai jenis ini lebih cocok digunakan pada pembangkit listrik tenaga surya karena tidak memerlukan perawatan yang rumit.

2.5 Efisiensi Listrik Surya Cell

Efisiensi tegangan surya merupakan suatu usaha untuk mencapai tujuan yang maksimal tegangan surya cell dengan meminimalisir pengeluaran sumber daya Efisiensi panel surya didapatkan dan daya listrik yang keluar dalam satuan watt dibandingkan dengan luas permukaannya. Saat ini dipasaran efisiensi sel surya yang beredar adalah di kisaran 14-17% Ini berarti sebuah panel surya hanya dapat mengkonversi sekitar 14-17 % dan seluruh energi matahari yang diterima oleh sel surya tersebut. Kemana sisanya? Sisanya dipantulkan kembali ke udara. Bila kita mempunyai rencana memasang panel surya di atap rumah, sementara luasan atap terbatas. Maka bila kita mengacu pada fakta tentang efisiensi panel surya tadi, pilihan rasional yang harus kita ambil adalah mencari modul solar sel dengan efisiensi yang tertinggi. Sayangnya semakin tinggi efisiensi solar panel, biasanya semakin mahal. Disinilah kita harus menyesuaikan dengan anggaran.

Untuk anda yang menginginkan kualitas terbaik, pilihannya adalah panel surya dengan efisiensi paling tinggi. Sementara bila anda terbatas dengan anggaran, pilihlah modul surya yang sesuai dengan anggaran anda tapi dengan efisiensi yang terbaik. Untuk menghitung efisiensi panel surya, perlu menggunakan rumus di bawah ini (Sukendar, Dede. 2017) :

$$\text{Rumus Maksimum Efisiensi} = \frac{\text{Maksimum Daya keluaran}}{\text{Incident radiation flux} \times \text{Luas Panel Surya}} \times 100\%$$

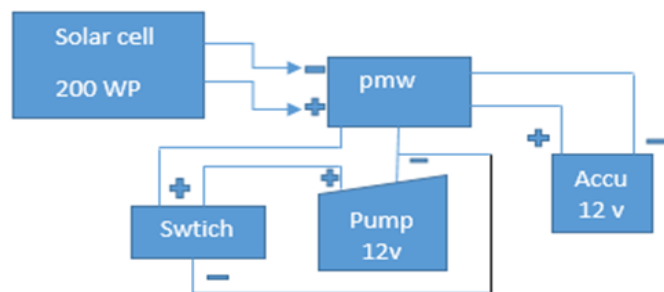
$$\text{Maksimum Daya luaran} = P_{\max}$$

Incident radiation flux = humlah sinar matahari yang diterima permukaan bumi dengan satuan $\text{W/m}^2 = 1000 \text{ W/m}^2$

$$\text{Luas Panel Surya} = \text{Panjang} \times \text{Lebar}$$

2.6 Teori Perancangan Pompa Air Tenaga Surya

Perancangan adalah langkah pertama dalam fase pengembangan rekayasa produk atau sistem. Perancangan itu adalah proses penerapan berbagai teknik dan prinsip yang bertujuan untuk mendefinisikan sebuah peralatan, satu proses atau satu sistem secara detail yang membolehkan dilakukan realisasi fisik (Berto Nadeak,2016). Sedangkan menurut Dedy Ackbar Perancangan dapat diartikan perencanaan dari pembuatan suatu sistem yang menyangkut berbagai komponen sehingga akan menghasilkan sistem sesuai dengan hasil dari tahap analisa sistem (Deddy Ackbar.2015)



Gambar 2.8 Diagram blok pompa air tenaga surya

Pada sistem ini, solar panel tidak dapat mengoperasikan beban secara langsung. Energi yang dihasilkan solar panel disimpan dahulu dalam accu yang untuk selanjutnya digunakan untuk mengoperasikan beban melalui port output PMW. Kelebihan sistem ini adalah solar panel yang dibutuhkan berdaya sedang dan menggunakan pompa 12 v yang mempunyai daya hisap sampai 10 m serta tidak membutuhkan inverter DC to AC dan panel surya yang digunakan yaitu sebesar 200 wp serta menggunakan baterai 60 A 12 V, sehingga biaya investasi awal untuk solar panel dapat diminimalkan. Keberadaan accu membuat sistem dapat mengoperasikan beban lebih fleksibel dengan kinerja beban lebih dipengaruhi oleh kondisi accu dibandingkan besarnya irradiance. Kekurangan sistem ini adalah efisiensinya rendah karena adanya loss pada saat konversi energi listrik menjadi energi elektrokimia dan juga sebaliknya.

2.7 Analisa Sistem Pompa Air Tenaga Surya

Spesifikasi Minimum Komponen Sistem Agar Rancang Bangun Pompa Air Tenaga Surya Dengan switch wireless dapat beroperasi dengan baik, maka :

1. PWM (Pulse Width Modulation) atau charge regulator Untuk dapat meregulasi proses charge accu 12 VDC, maka diperlukan charge regulator 12 VDC. Untuk kapasitas accu 60Ah dengan rate of discharge C/10, maka diperlukan charge regulator yang mampu menangani arus sebesar 0.5A ($60/10 = 6$).
2. Solar panel Agar dapat men-charge accu 12 VDC, maka VMPP solar panel harus lebih besar dari pada tegangan terminal accu. $V_{MPP} > 12$ VDC. Untuk accu dengan kapasitas 60Ah dan rate of discharge C/10, maka sebaiknya charge dengan dengan arus maksim
3. Pompa Solar Panel Pompa DC STEC 180 Watt dengan Model : LSWQB 12V yang bertegangan 12V power maximum 180 W dan mempunyai maximum flow 1,5 m³/h ,Maximum Head : 15m Output 1 dan memiliki daya hisap 10 meter hingga 12 meter

2.8.1 Perkiraan Lama Beban Beroperasi

Rumus dasar : $P = V \times I$ $V = P/I$ $I = P/V$

I = Kuat Arus (Ampere) P = Daya (Watt) V = Tegangan (Volt)

Misalnya : Beban 50 Watt. Aki yang digunakan 12 V/50 Ah.

Maka didapat : $I = 50 \text{ W}/12 \text{ V} = 4,167$ Ampere

Waktu pemakaian = $50 \text{ Ah}/4,167 \text{ A} = 11,99$ jam dieffisiensi Aki sebesar 20 %

= 11,99 jam - 2,398 jam

= 9,592 Jam (9 Jam 35 Menit 31,2 Detik)

Kesimpulan :

Lama ketahanan aki ditentukan oleh besarnya Kapasitas Ampere aki dan berapa watt beban.

2.8.2 Perhitungan Waktu Pengisian Aki

Metode pengisian slow charging membutuhkan arus pengisian minimal sebesar 10% dari kapasitas arus yang dimiliki accu. Accu yang kapasitas arusnya sebesar 60Ah, maka minimal arus yang dibutuhkan untuk melakukan pengisian dengan metode Slow Charging ini adalah 6 A. Pengecasan accu harus mampu mengalirkan arus minimal. Accu memiliki kapasitas 60Ah, maka arus yang dibutuhkan untuk pengisian normal adalah 10% dari 60Ah yaitu 6A. Jadi, batas waktu charge aki mobil yang dibutuhkan untuk mengisi aki dengan metode Slow charging = $(60\text{Ah}/6\text{Ah}) + ((20/100) \times (60\text{Ah}/6\text{Ah}))$

$$= 10 + (0,2 \times 10) = 10 + 2 = 12 \text{ jam}$$

Dengan begitu, kita bisa mengetahui berapa lama cas aki mobil yang dibutuhkan dengan metode slow charge untuk aki dengan kapasitas 60Ah adalah selama 12 jam. Metode Fast Charging, maka sobat membutuhkan arus listrik maksimal sebesar 40% dari kapasitas accu. Jadi, jika aki mobil sebesar 55Ah, maka butuh alat cas aki yang mampu mengeluarkan arus listrik sebesar 22 Ampere yang dihitung dari $(40 \% \times 55\text{Ah} = 22\text{A})$. (Aris, Elga. 2015)

Dengan arus sebesar 22A, maka batas waktu charge aki mobil berkapasitas 55Ah ini adalah

$$= (55\text{Ah}/22\text{Ah}) + ((20/100) \times 2,5)$$

$$= 2,5 + (0,2 \times 2,5)$$

$$= 2,5 + 0,5$$

$$= 3 \text{ jam}$$

Aki yang memiliki kapasitas sebesar 55Ah membutuhkan setidaknya 3 jam untuk pengisian ulang dengan metode Fast Charging.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu Dan Tempat Penelitian

3.1.1 Waktu

Analisis, perancangan, pembuatan dan pengujian mesin “Rancang Bangun Pompa Air Tenaga Surya Dengan *Switch remote control wireless*” dengan menggunakan waktu kurang lebih 3 bulan, dengan rincian sebagai berikut:

Diagram Tabel pengerjaan “Rancang Bangun Pompa Air Tenaga Surya Dengan Swich Remote Control Wireless”

Tabel 3.1 Waktu Penelitian

No.	Nama kegiatan	Febuari				Maret				April			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1.	Pembuatan proposal												
2.	Seminar proposal												
3.	Proses pengerjaan Mesin												
4.	Pengujian mesin												
5.	Alat selesai												
6.	Sidang akhir												

3.1.2 Tempat Penelitian

Tempat penelitian dilakukan di Laboratorium Konversi Energi, Fakultas Teknologi Industri (FTI) UUNUGHA CILACAP.

3.2 Alat Dan Bahan

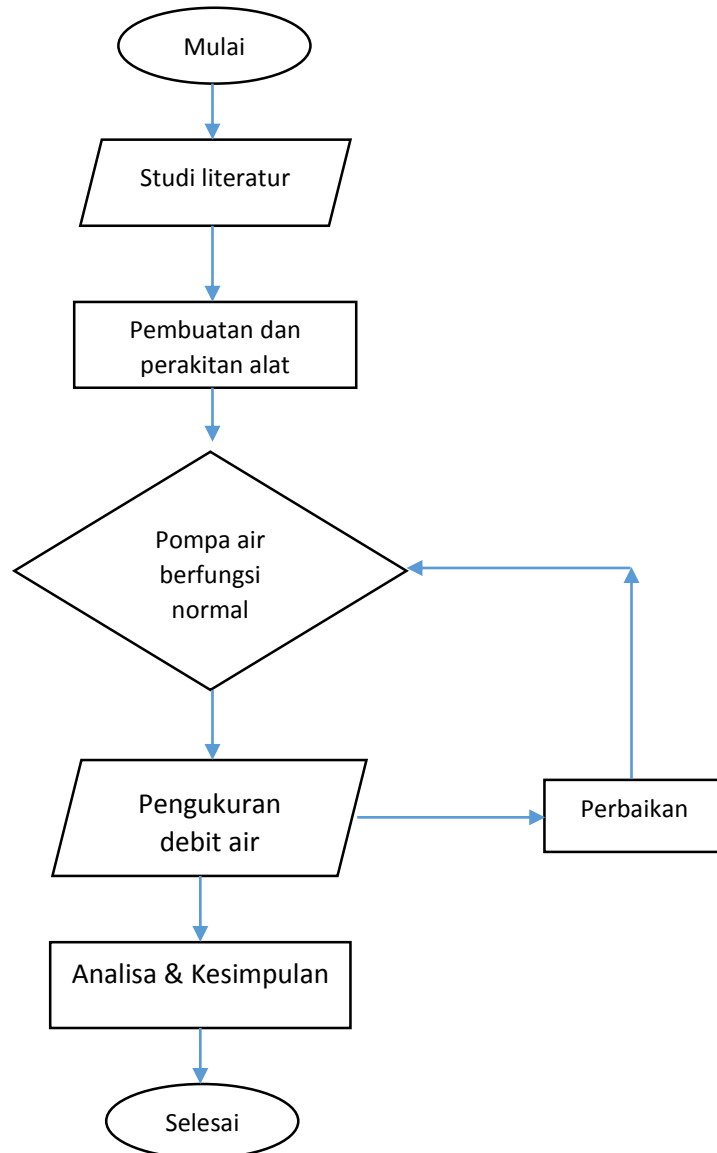
Proses penelitian ini menjadi dua tahap, yaitu tahap rancangan pompa air tenaga surya dengan switch remote control wireless dan uji pompa air tenaga surya dengan swicth remote control wireless.

Tabel 3.2 Alat dan Bahan Rancangan Pompa Air

Alat		
NO.	NAMA ALAT	JUMLAH
1.	Gerinda Tangan	1 Buah
2.	Penggaris Siku	1 Buah
3.	Meteran Roll	1 Buah
4.	Satu Set Kunci	1 Set
5.	Obeng + & -	1 Buah
6.	Bor Tangan	1 Buah
7.	Palu	1 Buah
8.	Multimeter Digital	1 Buah
Bahan		
NO.	NAMA BAHAN	JUMLAH
1.	Panel Surya 200 WP	1 Buah
2.	Pompa Air DC 12 Volt	1 Buah
3.	PWM 50 Amphere	1 Buah
4.	Besi Siku Lubang 3,6 * 3,6	2 Batang
5.	Plat Siku Lubang 3,6 * 3,6	16 Buah
6.	Baud + Mur 10	48 Buah
7.	Kabel 2 * 0,75 mm	15 Meter
8.	Selang Air 3/8 Inch	20 Meter
9.	Mini Roda Rak	4 Buah
10.	Panel Box 20 mm * 20 mm	1 Buah
11.	Stand Fuse & Fuse 10 A	1 Buah
12.	Remote Control Wireless 12 Volt	1 Buah
13.	Foot Klep Valve 3/8 Inch	1 Buah

3.3 Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu studi literature, perancangan konsep desain pompa air tenaga surya serta uji alat dan pengamatan. Berikut diagram alur perancangan mesin:



Gambar 3.1 Diagram Alir /Flowchart Penelitian

3.3.1 Studi Literatur

Metode yang digunakan pada penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan data pengujian alat dan metode studi literatur yaitu serangkaian kegiatan yang berkenaan dengan metode pengumpulan data pustaka, membaca dan mencatat serta mengelola bahan penelitian

3.4 Variabel Pengamatan

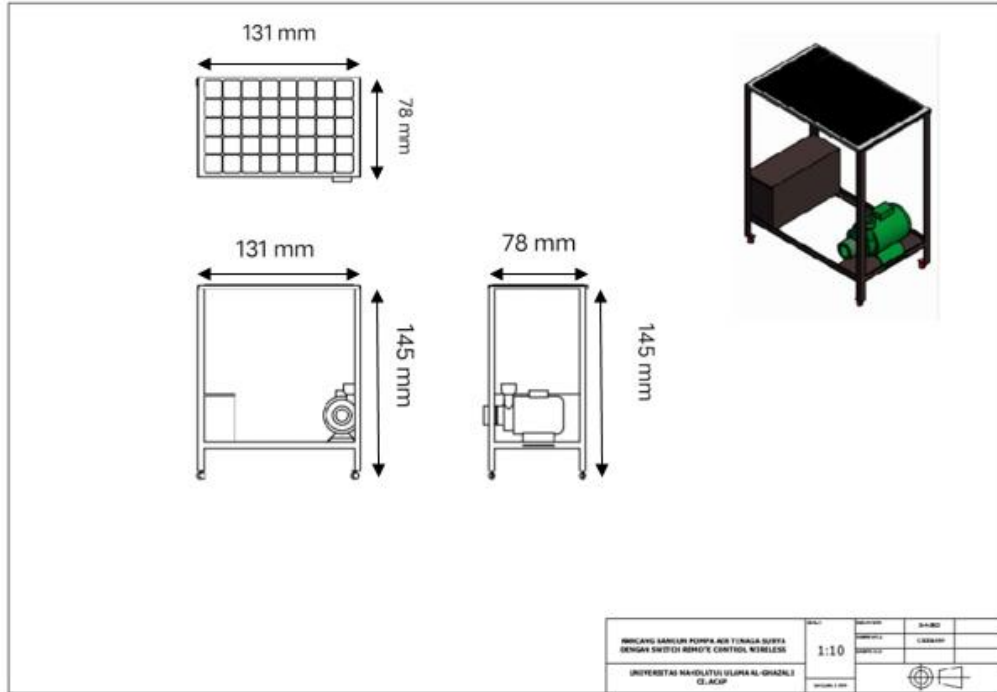
Variabel Pengamatan adalah segala sesuatu yang akan menjadi objek pengamatan atau eksperimen, bisa juga diartikan sebagai faktor-faktor yang berperan dalam peristiwa atau gejala yang akan diteliti

3.4.1 Pencarian Data

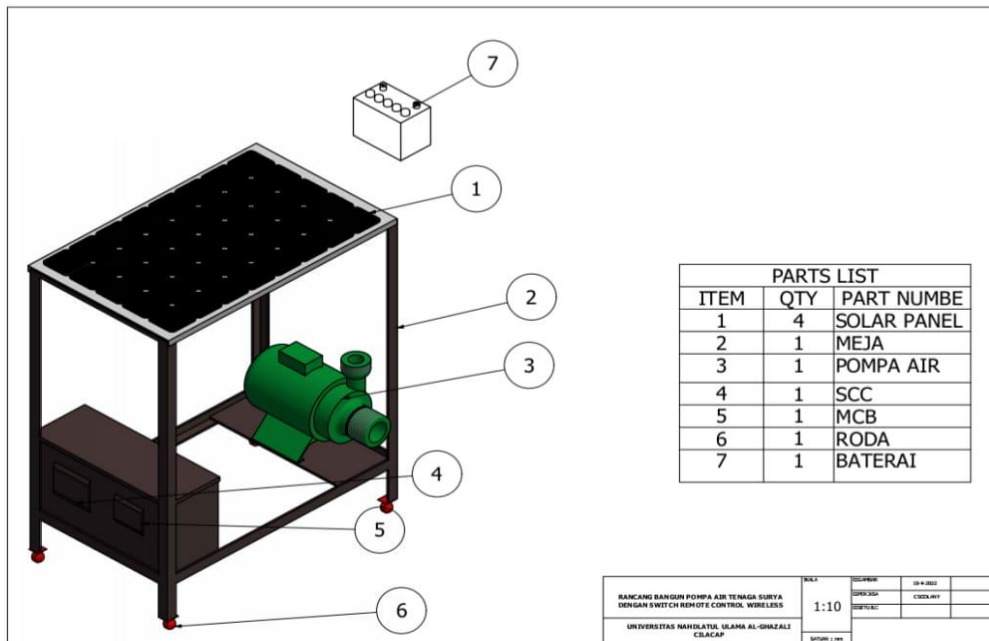
Dalam perancangan Pompa Air Tenaga Surya Dengan Swich Remote Control Wireless, terlebih dahulu penulis melakukan pengamatan, studi literature dan konsultasi yang mendukung dan melengkapi data pembuatan pompa air tenaga surya ini untuk tugas akhir.

3.4.2 Perencanaan dan Perancangan

Perencanaan pertama yaitu desain rancangan untuk menentukan gambaran pompa air surya ini .



Gambar 3.2 Rancangan pompa air tenaga surya



Gambar 3.3 Bagian-bagian pompa air tenaga surya

Dimensi (cm) Panel surya : 129 cm x 76 cm x 3.5 cm

Dimensi (cm) stand Panel surya : 131 cm x 78 cm x 100 cm

Dimensi (cm) pompa : 24 cm x 11 cm x 15 cm

Setelah melewati fase pencarian data dan pembuatan konsep dari studi literature dan konsultasi kepada dosen pembimbing maka dapat dipersiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan dalam perancangan dan pembuatan pompa air tenaga surya dengan switch remote control wireless. Dari studi literature dan konsultasi ke dosen pembimbing dapat dirancang rangka stand panel surya. Dalam proses pembuatan pompa tenaga surya ini yang dirancang adalah

1. Perancangan rangka stand panel surya.
2. Persiapan alat dan bahan yang dibutuhkan.
3. Proses pembuatan dan penyelesaian pompa air tenaga surya dengan switch remote control wireless.

3.4.3 Proses Perakitan

Proses perakitan pompa air tenaga surya ini ,dimana alat dibuat untuk memenuhi kebutuhan perancangan serta sebagai proses uji coba beberapa bagian yang meliputi perakitan rangka stand panel surya sesuai dengan desain yang telah ditemukan. Berikut langkah – langkah perakitan rangka:

- a. Siapkan alat dan bahan untuk merakit pompa air tenaga surya.
- b. Buatlah rangka stand/penopang panel surya sesuai dengan ukuran panel.
- c. Pasang panel ke rangka.
- d. Kemudian sambung kabel dari panel menuju ke PMW ke dalam kotak rangka.
- e. Pasang kabel dari PMW menuju ke batri dan ke pompa air DC.
- f. Lalu pasang switch on off & swich remote control wireless ke ke kabel positif.
- g. Pasang selang air yang sudah ada foot valve ke pompa air DC.
- h. Pastikan dan periksa sambungan-sambungan semua kabel yang sudah terpasang di komponen elektronik dengan benar tanpa kebalik polaritinya.

3.4.4 Pengujian Alat

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah pompa air tenaga surya dengan switch remote control wireless dapat bekerja dengan baik dan sesuai harapan atau tidak. Ada 2 faktor dalam pengujian pompa air tenaga surya ini, yaitu:

- a. Pengujian starting artinya alat dapat nyala atau tidak saat remote control di on.
- b. Pengujian lama kinerja pompa air 12 v untuk pengoprasian artinya pengujian ini dimaksudnya untuk mengetahui alat pompa air tenaga surya ini dapat berfungsi secara normal atau tidak dan untuk mengetahui seberapa lama pompa air dapat berjalan apabila pada posisi malam hari apakah layak atau tidak untuk digunakan dalam jangka panjang, karena kelayakan mesin dapat dilakukan dan diketahui dengan mengevaluasi kesesuaian kinerja pada pompa air tenaga surya dengan rancangan. Pengujian ini sangat perlu dilakukan karena sebagai langkah pengecekan antara rencana yang dibuat dengan hasil yang didapat.

3.4.5 Penyempurnaan Alat

Hal ini dilakukan apabila di dalam pengujian terdapat banyak kekurangan yang kurang layak yang mempengaruhi perform alat, kemudian dilakukanlah sebuah perbaikan penyempurnaan alat agar dapat berfungsi dengan baik sesuai prosedur serta sesuai apa yang diharapkan.

3.4.6 Pembuatan Laporan

Pembuatan laporan akhir pompa air tenaga surya dengan switch remote control wireless dilakukan dengan menggunakan metode studi literatur, desain mesin, perancangan mesin, dan pembuatan pompa air tenaga surya dengan switch remote control wireless sampai dengan selesai.

3.5 Cara Kerja Pompa Rancangan

Cara kerja pompa air tenaga surya di saat sinar matahari mengenai panel sel surya, listrik arus searah DC yang dihasilkan panel surya lalu masuk ke pulse width modulation untuk di kontrol agar arus output ke baterai dan ke pompa air stabil 12 volt karena arus yang di hasilkan panel surya fluktuatif lalu arus disimpan ke dalam

battery (battery charging) dan juga Arus listrik DC ini kemudian disuplai ke pompa air DC ketika pompa di hidupkan melalui switch manual ataupun switch wireless dari pulse width modulation.

Dengan adanya battery ini, pompa tetap bisa bekerja disaat matahari redup atau malam hari ketika tangki penampung air kosong. Tegangan yang disupply oleh battery bisa lebih rendah 1 sampai 4 volt dibanding tegangan yang dihasilkan panel sel surya saat kondisi sinar matahari cerah. Dengan demikian pompa air tidak bisa bekerja secara maksimal sesuai dengan tegangan yang dihasilkan oleh panel sel surya. Hal ini bisa teratasi dengan adanya pump controller yang akan meningkatkan (boosts) suplai tegangan battery ke pompa air

3.6 Uji Mesin

Tahapan ini melakukan pengujian terhadap pompa air tenaga surya dengan switch remote control wireless yang sudah dibuat. Pengujian dilakukan dengan 5 kali percobaan dan dilakukan pada malam dan siang.

Tabel 3.3 Pengujian Pompa Air Tenaga Surya

No.	Waktu(s)	Volume(m ³)	Debit (m ³ /s)
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			

3.7 Pengamatan Hasil Uji Mesin

Hasil pengamatan pengujian pompa air tenaga surya ini yaitu untuk mengetahui debit air yang di hasilkan oleh pompa air tenaga surya dengan waktu tertentu.

$$Debit = \frac{Volume\ aliran}{Waktu\ aliran}$$

Keterangan :

Q ; Debit air (m³ /s)

V : Volume (m³)

T ; Waktu (s)

3.8 Uji Jarak Remote Control Wireless

Tahapan ini melakukan pengujian jarak remote control wireless pada saat terhubung dengan arus dan pompa pada sistem pompa air tenaga surya dengan switch wireless yang sudah dibuat dengan menggunakan pengukur. Pengujian dilakukan dengan 5 kali percobaan.

Tabel 3.4 Pengujian Jarak Remote Control Wireless

No.	Jarak	Hidup
1.	10 meter	
2.	20 meter	
3.	30 meter	
4.	40 meter	
5.	50 meter	

3.9 Pengamatan Hasil Uji Jarak Remote Control Wireless

Hasil pengamatan pengujian jarak remote control wireless pada saat terhubung dengan arus dan pompa pada sistem pompa air tenaga surya dengan switch wireless yaitu untuk mengetahui remote berfungsi atau tidak dalam selang jarak uji tertentu.



Gambar 3.4. Meteran Roll

3.10 Efektivitas Waktu Penggunaan Pompa Air Tenaga Surya

Tahapan ini melakukan pengujian efektivitas penggunaan pompa air tenaga surya dengan switch remote control wireless dalam kondisi cuaca cerah atau siang hari. Pengujian dilakukan 4 kali percobaan

Tabel 3.5 Efektivitas Penggunaan Pompa Air Tenaga Surya

No.	Waktu	Tegangan (V)
1.	Pukul 10.00	
2.	Pukul 11.00	
3.	Pukul 12.00	
4.	Pukul 13.00	
5.	Pukul 14.00	

3.11 Hasil Pengamatan Efektivitas Waktu penggunaan Pompa Air Tenaga Surya

Hasil Pengamatan pengujian efektifitas pompa air tenaga surya adalah untuk mengetahui tingkat efektifitas pompa air tenaga surya dengan switch remote control yang dilakukan percobaan sebanyak 3 kali dan disaat posisi cuaca cerah. Alat yang digunakan dalam pengujian ini adalah multimeter.



Gambar 3.5 Multimeter Digital

BAB IV PEMBAHASAN

4.1 Hasil Rancangan

Pompa Air Tenaga Surya Dengan Switch Remote Control adalah sebuah alat inovasi yang diciptakan penulis selaku mahasiswa dalam menyelesaikan sebuah masalah yang sering muncul apabila mati listrik yang terjadi dimasyarakat didesa yang mengandalkan listrik dari PLN untuk menghidupkan pompa air untuk memenuhi kebutuhan ketersediaan air rumah tangga bahkan atau untuk pertanian. Dengan adanya sebuah inovasi ini diharapkan mampu membantu masyarakat dalam menyelesaikan masalah yang sering muncul apabila terjadi mati listrik karena alat ini dapat sebagai back up dalam untuk memenuhi kebutuhan ketersediaan air rumah tangga atau ketersediaan air untuk pertanian.

Berikut adalah Real gambar pompa air tenaga surya dengan *switch remote control wireless*.



Gambar 4.1 pompa air tenaga surya dengan switch remote control

Pompa air tenaga surya dengan switch remote control wireless terdiri dari beberapa komponen yaitu sebagai berikut :

4.1.1 Rangka Pompa Air Tenaga Surya Dengan Switch Remote Control

Rangka pompa air tenaga surya dengan switch remote control wireless berfungsi sebagai tempat komponen dan sekaligus sebagai penopang panel surya yang dilengkapi dengan 4 buah roda agar mudah dipindahkan. Rangka ini terbuat dari besi siku dengan ketebalan besi rangka yaitu 3 mm yang menghabiskan 5 batang besi siku dengan panjang perbatang 3 m dengan ini untuk membuat rangka alat ini menghabiskan 15 m. Besi siku yang dikaitkan dengan baut dan mur yang dibentuk balok yaitu merupakan rangka pompa air tenaga surya dengan switch remote control wireless dengan ukuran rangka sebagai berikut :



Gambar 4.2 Rangka pompa air tenaga surya

Dimension :

Panjang : 131 cm Tinggi : 145 cm

Lebar : 78 cm

4.1.2 Box Panel Control

Box panel control adalah sebuah komponen dipompa air tenaga surya ini yang berfungsi sebagai tempat atau wadah unit komponen kontrol seperti PWM/SCC, Battery 12V 60 A, Mini Circuit Breaker (MCB), Box MCB, Main Component Wireless, Voltmeter Digital agar terlindung dari sinar matahari atau percikan air. Box panel control ini terbuat dari kayu triplex dengan ketebalan 8 mm yang dilapisi dengan dempul dan dicat agar mampu bertahan lama.

Berikut adalah gambar dari box panel control seperti dibawah ini.



Gambar 4.3 box panel control

Dimension Box Panel Control :

Panjang : 76 cm

Lebar : 30 cm

Tinggi : 40 cm

Box panel control ini juga dilengkapi dengan lubang ventilasi kecil untuk sirkulasi udara agar suhu didalam tetap terjaga dengan baik dan juga terdapat engsel dan pengunci di box panel control agar dapat dibuka atau ditutup untuk mengontrol kondisi komponen didalam box panel control dalam kondisi baik atau tidak.

4.1.3 Panel surya

Panel surya adalah salah satu bagian komponen paling penting dari pompa air tenaga surya dengan switch remote control wireless karena panel surya adalah komponen yang berfungsi menangkap cahaya sinar matahari untuk dikonversikan menjadi energi listrik yang kemudian diteruskan ke solar charge controller untuk mengcharge batrai dengan arus yang stabil atau sekaligus untuk menggerakkan pompa air. Arus yang di hasilkan panel surya sangat fluktuatif dan sangat tergantung pada panas sinar matahari pada posisi panas terik matahari panel dapat bertegangan 20.9 Volt namun pada posisi mendung arus yang dihasilkan panel surya dapat dibawah 12 Volt. Panel surya yaitu alat yang terdiri dari sel surya yang mengubah cahaya menjadi listrik. Panel surya sering kali disebut sel photovoltaic, photovoltaic dapat diartikan sebagai "cahaya listrik". Sel surya bergantung pada efek photovoltaic untuk menyerap energi. Pada pompa air tenaga surya ini menggunakan panel surya berjenis monocrystalline yang berkapasitas 200 Wp yang mempunyai tingkat efisiesi paling tinggi dibandingkan dengan jenis panel surya lainnya yaitu sekitar 15 % - 20%. Berikut adalah gambar panel surya yang dipakai pada alat ini.



Gambar 4.4 Panel surya Monocrystalline 200 WP

Dimension panel surya 200 wp :

Panjang : 129 cm Lebar : 76 cm Tebal : 3,5 cm

Efisiensi Tegangan Panel Surya 200 WP Monocrystalline

Tahapan ini dilakukan untuk mengetahui tingkat efisiensi panel surya yang digunakan pada pompa air tenaga surya ini. Panel surya yang digunakan dalam pompa air tenaga surya ini yaitu panel surya yang berjenis Monocrystalline 200 WP untuk menghitung efisiensi panel surya Monocrystalin dilakukan sebagai berikut

Untuk menghitung efisiensi panel surya, perlu menggunakan rumus di bawah ini:

$$\text{Rumus Maksimum Efisiensi} = \frac{\text{Maksimum Daya keluaran}}{\text{Incident radiation flux} \times \text{Luas Panel Surya}} \times 100\%$$

Maksimum Daya luaran = Pmax

Incident radiation flux = humlah sinar matahari yang diterima permukaan bumi dengan satuan $\text{W/m}^2 = 1000 \text{ W/m}^2$

Luas Panel Surya = Panjang x Lebar

Di setiap panel surya, disisi belakang dari solar cell selalu terdapat label stiker yang menginformasikan spesifikasi dari panel surya tersebut.

Berikut ini adalah perhitungan Efisiensi panel surya Monocrystalline 200WP

Spesifikasi Panel Surya 200 Wp monocrystalline

Maximum Power (Pmax) : 200Wp

Maximum Power Voltage (Vmpp) : 18 V

Maximum Power Current (Voc) : 11,11 A

Open Circuit Voltage (Voc) : 21,2 V

Short Circuit Current (Isc) : 12,22 A

Dimension : 1290 mm x 760 mm x 35 mm

$$\begin{aligned}
\text{Luas Panel Surya} &= \text{Panjang} \times \text{Lebar} \\
&= 1290 \text{ mm} \times 760 \text{ mm} \\
&= 1,29 \text{ m} \times 0,76 \text{ m} \\
&= 0,980 \text{ m}^2
\end{aligned}$$

$$\text{Incident Radiation Flux} = 1000 \text{ W/m}^2$$

(Jumlah sinar matahari yang diterima permukaan bumi)

$$\begin{aligned}
\text{Maksimum Daya Keluaran } P_{\text{max}} &= V_{\text{mpp}} \times I_{\text{mpp}} \\
&= 18 \text{ V} \times 11,1 \text{ A} \\
&= 199,8 \text{ Watt}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Rumus Efisiensi Panel } \eta &= \frac{\text{Maksimum Daya Keluaran}}{\text{Incident Radiation Flux} \times \text{Luas Panel}} \times 100 \% \\
&= \frac{199,8}{1000 \times 0,980} \times 100 \% \\
&= \frac{199,8}{980} \times 100\% \\
&= 20,38 \%
\end{aligned}$$

Jadi untuk sel surya 200 WP Monocrystalline diatas memiliki efisiensi sebesar 20,38 % dengan target efisiensi sebesar 20 %

Diketahui bahwa efisiensi panel surya yang digunakan pada pompa air tenaga surya dengan switch remote control wireless ini memiliki tingkat efisiensi sebesar 20,38 % dari tegangan panel surya. Sehingga panel surya yang di gunakan dalam pompa air tenaga surya dengan switch remote control wirless ini sangat baik dari segi tegangan yang dihasilkan panel surya ini.

4.1.4 Pompa Air Panel Surya 12 V DC

Pompa air panel surya 12 V adalah jenis pompa air yang digunakan pada pompa air tenaga surya dengan switch remote control wireless ini karena lebih mudah digunakan. Pompa air tenaga surya yaitu pompa air independen yang bekerja menggunakan sumber listrik yang dihasilkan oleh solar photovoltaics melalui panel surya dengan pengoperasian yang sederhana yaitu ketika panel surya menyerap panas dan kemudian menkonversi menjadi listrik DC arus akan diteruskan ke dalam SCC yang berfungsi mengontrol arus output ataupun input agar arus tetap stabil sehingga dapat diteruskan untuk mencharger baterai dan sekaligus dapat menggerakkan pompa air panel surya ini. Pompa air ini sangat direkomendasikan untuk digunakan di daerah yang mengalami krisis listrik atau bahkan di daerah yang belum terjangkau jaringan listrik serta yang sering mengalami listrik padam yang masih tergantung pada air sumur. Dengan menggunakan pompa air tenaga surya upaya untuk memenuhi kebutuhan air bersih pun akan menjadi lebih mudah.



Gambar 4.5 Pompa Air Panel Surya

Model : LSWQB 12V	Max.Flow : 1,5 M3/H	Max.Head : 15m
Power : 180Watt	Outlet : 1Inch	Dimension : P x L x T
Voltage : 12V	Daya Hisap : 10-12 meter	24 cm x 11 cm x 15 cm

4.1.5 Solar Charge Controller / Pulse Width Modulation

Solar Charge Controller adalah peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah yang disalurkan ke baterai dan diambil dari baterai ke beban, solar charge controller mengatur overcharging (kelebihan pengisian - karena baterai sudah 'penuh') dan kelebihan voltase dari panel surya atau 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 pembebasan arus dari baterai ke beban. Solar Charge Controller pada sistem panel surya (atau sering kali disebut SCC atau Battery Control Unit (BCU) atau Battery Control Regulator (BCR)) adalah bagian yang cukup penting. Peran utama SCC adalah melindungi dan melakukan otomatisasi pada pengisian baterai. Hal ini bertujuan untuk mengoptimalkan sistem dan menjaga agar masa pakai baterai dapat dimaksimalkan. Panel surya atau solar cell 12 Volt umumnya memiliki tegangan output 16-21 Volt. Jadi tanpa solar charge controller, baterai akan rusak oleh over-charging dan ketidakstabilan tegangan, baterai umumnya di-charge pada tegangan 14-14,7 Volt.

Solar Charge Controller (SCC) adalah komponen penting dalam setiap instalasi tenaga surya. Ada banyak variabel yang berubah yang memengaruhi seberapa banyak daya yang dihasilkan, seperti tingkat sinar matahari, suhu, dan status pengisian baterai. Charge controller memastikan baterai disuplai dengan tingkat daya yang stabil dan optimal. Solar Charge Controller (SCC) juga mencegah pengurasan baterai dengan mematikan sistem jika daya yang tersimpan turun di bawah kapasitas 50 persen dan mengisi baterai pada level voltase yang benar. Ini membantu menjaga baterai lebih awet dan sehat.

Fungsi Utama dari *Solar Charge Controller*

1. Menyesuaikan arus listrik yang masuk ke dalam baterai, supaya baterai tidak mengalami *overcharge* atau kelebihan pengisian yang berakibat baterai bisa cepat rusak. Dengan begitu, baterai selalu dalam keadaan kondisi penuh, tetapi tanpa harus *overcharge*.
2. Menghindari baterai *Over Discharge* atau baterai dalam keadaan lemah. Artinya, apabila baterai dalam kondisi lemah atau tegangannya turun terlalu rendah, SCC akan menghentikan aliran ke beban. Ini penting, karena apabila baterai dalam kondisi tegangan sangat rendah, baterai akan cepat rusak.
3. Menghentikan arus terbalik ketika tidak ada sumber energi matahari yang memadai. Ketika mendung yang sangat gelap atau pada malam hari, baterai tidak bisa di *charge*. Itu memungkinkan terjadinya aliran listrik dari baterai ke solar panel. Dengan adanya SCC, hal itu tidak akan terjadi.

Solar Charge Controller yang dipakai pada pompa air tenaga surya dengan switch remote wireless ini yaitu Solar Charge Controller atau SCC 30 A dengan nilai toleransi tegangan output $\pm 10\%$ karena menggunakan panel surya sebesar 200 wp dan pompa air DC dengan kapasitas daya 180 watt.

Cara memasang Solar Charge Controller

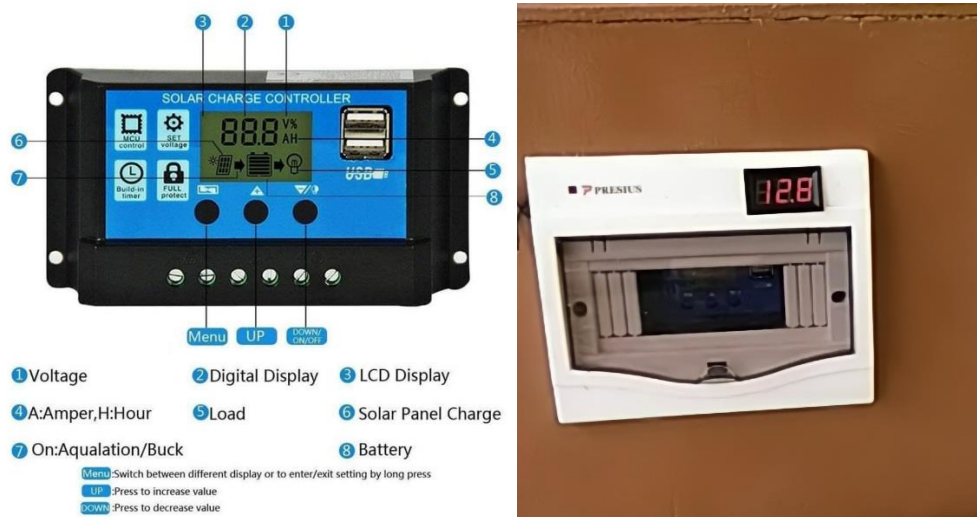
1. Hubungkan aki/battery ke controller
2. Hubungkan solar panel
3. Hubungkan load

Apabila cara memasang solar charge controller ini tidak sesuai prosedur pemasangan maka SCC atau solar charge controller akan rusak dan tidak dapat berfungsi sesuai dengan semestinya. Jadi dalam pemasangan solar charge controller harus benar tidak boleh kebalik.

Cara melepas Solar Charge Controller

1. Lepas Solar panel terlebih dahulu
2. Lepas baterai/aki dari Controller

Untuk cara menggunakan Solar Charge Controller yaitu arus listrik dari panel surya langsung di sambungkan ke Solar Cell Controller. Apabila menggunakan sistem On-Grid maka dari Solar Charge Controller langsung ke inverter dan dari inverter ke jaringan listrik yang ada di rumah. Namun, jika menggunakan sistem Off-Grid maka arus dari SCC perlu disambungkan ke baterai, seperti pada pompa air tenaga surya dengan switch remote control wireless ini yang sama sekali tidak menggunakan listrik dari PLN karena menggunakan sistem off grid. Jadi sumber arus listrik yang dipakai pompa air tenaga surya ini hanya dari panel surya yang disimpan kedalam baterai melalui solar charge controller agar arus yang masuk ke dalam baterai tetap pada porsi yang stabil yaitu 12 V sampai 13,8 V dan dapat untuk menggerakkan pompa air panel surya. Sedangkan untuk letak SS di pompa air tenaga surya ini yaitu berada di depan di dalam box panel control tepatnya di box MCB



Gambar 4.6 Solar Charge Controller 30A

Dimension Solar Charge Controller :

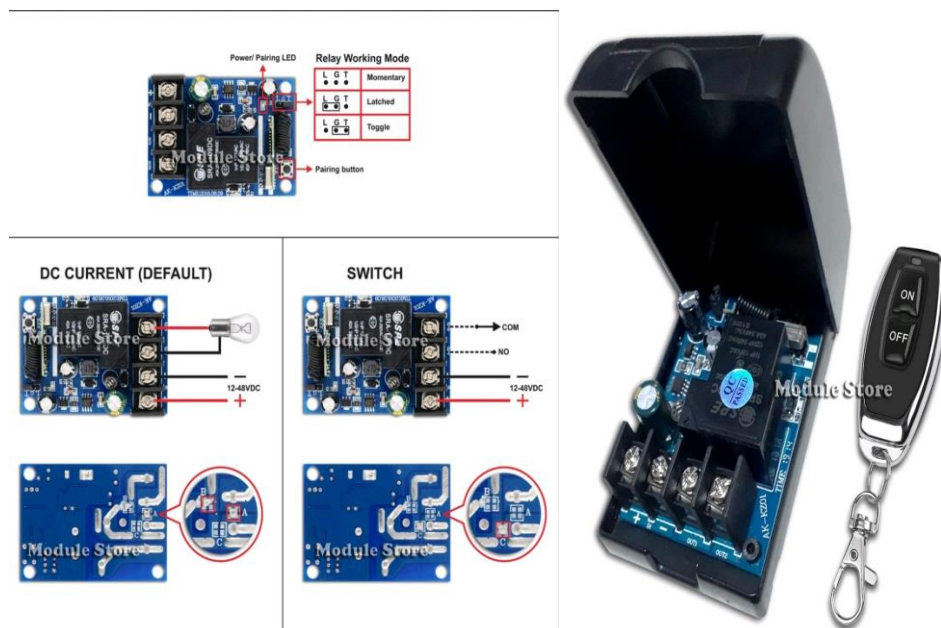
Panjang : 13 cm

Lebar : 7 cm

Tebal : 3 cm

4.1.6 Wireless Relay 1CH 40A 433 MHz 12V-48V

Wireless relay 1 CH 40A 433 MHz 12V-48V adalah salah satu komponen penting yang terdapat pada pompa air tenaga surya dengan switch remote control wireless karena alat ini berfungsi untuk menghidupkan atau mematikan pompa air tenaga surya dari jarak jauh melalui remote control on/off. Alat ini bertegangan 12V-48V dan mempunyai kapasitas 40A, jadi mampu untuk menghidupkan atau mematikan pompa panel surya yang mempunyai daya 180 watt lewat jarak jauh maupun jarak dekat melalui remote wirelessnya. Alat ini juga dilengkapi dengan Wireless Relay 1 Channel yang menjadikannya mampu mengoperasikan pompa panel surya jarak jauh dengan remote. Wireless relay ini terletak dibagian dalam box panel control panel surya pada pompa air tenaga surya dengan switch remote control wireless.



Gambar 4.7 Wireless Relay 1CH 40A 433 MHz 12V-48V

SPESIFIKASI:

Receiver Power Supply : 12-48VDC

Receiver Frequency : 433 MHz

Relay	: 40A 240VAC/ 40A 30VDC
Arus diam	: +/- 10mA
Arus kerja	: +/- 130mA
Transmitter Frequency	: 433 MHz
Transmitter IC Chip	: eV1527
Receiver	: IC Chip 1527, 2262, 2264
Receiver PCB	: 70mm X 50mm X 22mm
Box	: 85mm X 60mm X 30mm

Mode kerja Wireless relay 1 CH 40A 433 MHz 12V-48V :

1. Momentary : Tekan dan tahan tombol pada remote, relay receiver ON, lepas OFF
2. Latched : Tekan tombol pada remote, relay receiver ON, tekan tombol yang lainnya, relay receiver OFF
3. Toggle : Tekan tombol pada remote, relay receiver ON, tekan sekali lagi pada tombol yang sama, relay receiver OFF

Untuk mengganti mode kerja, ubah posisi jumper pin seperti gambar diatas sedangkan yang digunakan pada pompa air tenaga surya ini yaitu mode Latched yaitu ketika remote di tekan tombol on maka pompa akan hidup atau akan bekerja sedang apabila menekan tombol off maka pompa panel surya akan off dan berhenti bekerja. Wireless Relay ini sangat efektif digunakan pada pompa air tenaga surya dengan switch remote control wireless. Wireless relay 1 ch 433 mhz mampu bekerja dalam jarak jangkauan +/- 100 meter.

4.1.7 Baterai Panel Surya / Accu 12V 60A

Baterai panel surya adalah komponen Pompa Air Tenaga Surya Dengan Switch Remote Control untuk menyimpan energi yang dihasilkan panel surya melalui solar charge controller selama mendapat panas sinar matahari. Tidak hanya berfungsi menyimpan energi sementara, baterai panel surya juga akan memasok arus listrik saat panel surya tidak menghasilkan energi. Hal ini biasanya terjadi jika matahari tidak bersinar karena cuaca mendung atau berawan bahkan malam hari. Dengan kata lain baterai panel surya berfungsi sebagai back up arus listrik apabila panel surya tidak menghasilkan arus listrik sehingga pompa tetap dapat bekerja dengan baik atau tetap mampu beroperasi dengan baik. Baterai panel surya yang digunakan pada alat ini yaitu baterai basah yang mempunyai kapasitas 60A dan bertegangan 12V untuk pemasangan jangan sampai kebalikan +/- . Pemilihan baterai jenis ini yaitu karena baterai jenis ini lebih ekonomis dan sekaligus lebih mudah perawatannya serta lebih awet. Baterai panel surya ini juga mampu memback up pompa air panel surya selama sekitar +/- 4 jam dapat memback up pompa pada malam hari atau pada saat panel surya tidak menghasilkan arus listrik.



Gambar 4.8 Accu 12 V 60 A

Spesifikasi baterai panel surya :

YUASA PAFECTA 55D23L

Kapasitas : 60 Ah (Ampere Hour) Tegangan : 12 V (Volt)

DIMENSI : 26 X17,3X20,1 CM Total Height (with Terminal) : 26,7 CM

4.1.8 Voltmeter Digital DC 5V-30V

Voltmeter digital DC adalah alat ukur yang berfungsi untuk mengetahui beda potensial tegangan DC antara 2 titik pada suatu beban listrik atau rangkaian elektronika. Konsep yang digunakan dalam sebuah volt meter DC hampir sama dengan konsep pada ampere meter. Pada volt meter arus searah atau DC volt meter tahanan shunt atau shunt resistor dipasang seri dengan kumparan putar magnet permanen (permanent magnet moving coil) PMMC yang berfungsi sebagai pengali (multiplier). Voltmeter yang digunakan pada alat ini yaitu voltmeter digital berarus DC 4.5V - 30V yang berfungsi untuk mengetahui arus tegangan yang dihasilkan oleh panel surya 200 wp yang berjenis monocrystalline. Pompa air tenaga surya dengan switch remote control wireless ini menggunakan 2 digital voltmeter. Digital voltmeter yang pertama yaitu digunakan pada panel surya agar bisa mengetahui arus tegangan yang dihasilkan panel surya saat terkena sinar matahari langsung. Digital voltmeter yang kedua di gunakan untuk pompa air panel surya karena untuk mengetahui arus tegangan yang masuk ke pompa air tenaga surya.



Gambar 4.9 Voltmeter Digital 5 V – 30 V

Spesifikasi:

Range	: 4.5-30V DC	Protection	: reverse polarity protection
Warna display	: merah	Jumlah digit	: 3 LED tinggi 1,4cm
Jumlah kabel	: 2 (M+ & H-)	Ukuran	: 4,8x2,9x2,2 cm

4.1.9 Mini Circuit Breaker (MCB)

Mini circuit breaker atau lebih dikenal dengan MCB adalah komponen pengaman pada pompa air tenaga surya dengan switch remote control wireless dan sekaligus switch on/off. MCB berfungsi untuk memutuskan dan menghubungkan arus pada panel pompa dan juga baterai serta mempunyai fungsi khusus yaitu memutuskan arus pada rangkaian kelistrikan pompa air tenaga surya pada saat terjadi konsleting atau hubungan arus pendek. Pada pompa air tenaga surya ini menggunakan 3 buah MCB yang mempunyai kapasitas pada rangkaianannya. MCB pertama yaitu dipasang untuk memutuskan dan menghubungkan panel ke dalam solar charge controller atau sebagai pengaman apabila panel surya mengalami hubungan arus listrik. Lalu, MCB kedua dipasang untuk memutuskan dan menghubungkan baterai ke solar charge controller agar bila terjadi konsleting pada rangkaian baterai atau solar charge controller dapat diputus oleh MCB. Selanjutnya untuk MCB ketiga dipasang untuk sebagai back up apabila remote wireless tidak berfungsi dapat menghidupkan atau mematikan pompa lewat MCB ini.



Gambar 4.10 Mini Circuit Breaker

4.1.10 Box MCB 4 Grup dan 8 Grup

Box MCB adalah salah satu komponen di pompa air tenaga surya ini sebagai tempat MCB dan sekaligus juga bisa untuk tempat solar charge controller agar bisa terlindung dari percikan air atau agar terlindungi dari panas sinar matahari. Box MCB terdapat cover yang bisa tertutup dan terbuka, fungsi dari cover tersebut yaitu untuk melindungi komponen di dalamnya dari percikan air ataupun dari sinar matahari yang kemungkinan apabila terkena komponen di dalamnya mengakibatkan berkurangnya kemampuan komponen. Box MCB 4 Grup untuk tempat switch control apabila terjadi hubungan arus pendek sedangkan Box MCB 8 Grup yaitu untuk tempat solar charge controller yang terdapat di box control panel.



Gambar 4.11 Box MCB 4 Grup & 8 Grup

Dimension Box Panel 4 Grup : P (14,2 cm) x L (9,2 cm) x T (16,7 cm)

Dimension Box Panel 8 Grup : P (21,1 cm) x L (9,3 cm) x T (18,3 cm)

4.2 Uji Kinerja Pompa Air Tenaga Surya

Uji kinerja pompa air tenaga surya dengan switch remote control wireless yaitu bertujuan untuk mengetahui kinerja pompa air tenaga surya dengan switch remote control wireless apakah dapat beroperasi dengan baik atau tidak agar nantinya saat digunakan dalam jangka waktu yang lama dapat memberikan hasil yang maksimal dan dapat bertahan lama dalam penggunaannya. Maka dari itu perlunya uji kinerja pompa air tenaga surya ini agar dapat mengevaluasi kinerja dari pompa air tenaga surya ini, supaya alat semakin baik lagi dalam beroperasi. Uji kinerja pompa air tenaga surya dilakukan minimal melakukan 2 kali percobaan pengujian agar dapat hasil yang diharapkan agar dapat dijadikan bahan untuk evaluasi kinerja pompa air tenaga surya dengan switch remote control wireless ini. Ada beberapa tahap pengujian yang dilakukan untuk mengetahui kinerja pompa air tenaga surya ini agar dapat beroperasi dengan baik.



Gambar 4.12 Pompa Air Tenaga Surya Dengan Switch Remote Control

Cara kerja dari pompa air tenaga surya dengan switch remote control wireless dimulai ketika solar panel menerima energi matahari, energi tersebut diteruskan ke solar charge controller.

Perbedaan dari pompa air tenaga surya lainnya yaitu jenis pompa DC yang digunakan karena mempunyai daya hisap 10 meter sampai 12 meter dan dilengkapi dengan swith remote control yang dapat dimatikan atau dihidupkan dengan jarak tertentu atau tanpa menyentuh sklar di rangka panel surya karena menggunakan remot control. Tujuan perancangan pompa ini adalah untuk mengetahui real debit dan efektivitas penggunaan pompa air tenaga surya dengan remote control wireles. Pompa air panel surya dilengkapi controller yang berfungsi mencari titik daya maksimum akibat perubahan cuaca cerah atau mendung sehingga titik daya maksimum panel sesuai kondisi Solar panel berfungsi mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik yang diterima SCC(Solar Charge Controller). SCC berfungsi memberikan pengamanan terhadap sistem yaitu proteksi terhadap pengisian berlebih (over charge) di baterai dan proteksi terhadap pemakaian berlebih (over discharge) pada beban. SCC akan mengalirkan listrik menuju baterai, ketika baterai sudah dalam batas maksimal SCC akan langsung mengarahkan listrik menuju beban yaitu pompa air yang bertegangan 12 V.

Metode perancangan pompa tenaga surya yaitu dengan SCC dihubungkan dengan beban melalui pin LOAD SCC pada port (+) dan port (-). Dimana remote control wireless juga dihubungkan ke port pompa air agar bisa mematikan dan menghidupkan pompa air dari jarak jauh melalui tombol on off yang ada di remote. Dimana panel surya yang digunakan yaitu 200 WP yang berjenis Monocrystalline yang memiliki efisiensi yaitu mencapai angka 15-20 persen serta menggunakan pompa air DC 12V yang mempunyai daya hisap 10 meter sampai 12 meter dan mempunyai daya dorong sebesar 15 meter. Batrai yang digunakan untuk mensuplai dan memback up pompa air tenaga surya berkapasitas 60 A yang betegangan 12 V dan dilengkapi SCC 60 A.

4.2.1 Pengujian Debit Pompa Air Tenaga Surya Pada Saat Malam dan Siang

Pengujian debit pada pompa air tenaga surya dengan switch remote control wireless dilakukan pada malam hari dan siang hari agar mengetahui debit yang dihasilkan pompa air tenaga surya pada saat tidak terkena sinar matahari yaitu pada saat malam dan pada saat terkena sinar matahari yaitu pada saat siang hari. Pengujian ini dilakukan dengan 5 kali percobaan pada saat siang maupun malam hari dengan menggunakan gelas ukur dan sekaligus untuk mengetahui volt tegangan yang masuk kedalam pompa air tenaga surya pada saat terbebani.

Pengujian ini dilakukan dengan 5 kali percobaan yang dilakukan pada **malam hari** pada saat panel tidak terkena sinar matahari. Dilaksanakan pada **31 Maret 2022 pukul 18.30 WIB** Lab Unugha Cilacap dengan menghitung debit pompa air secara langsung dengan menggunakan gelas ukur 1.1 Liter .

Tabel 4.1 Pengujian Debit Air Pompa Tenaga Surya Pada Malam Hari

No.	Waktu (menit)	Gelas ukur (1,1 Liter)	Volume (L)	Tegangan pompa (V)	Dedit (Liter/Jam)
1.	1 menit	22 gelas	24,2 Liter	10,9 V	1452 Liter/Jam
2.	1 menit	20 gelas	22 Liter	10,9 V	1320 Liter/Jam
3.	1 menit	20 gelas	22 Liter	10,9 V	1320 Liter/Jam
4.	1 menit	20 gelas	22 Liter	10,9 V	1320 Liter/ Jam
5.	1 menit	20 gelas	22 Liter	10,9 V	1320 Liter/Jam
Rata-Rata		20,4 gelas	22,44 Liter	10,9 V	1.346,4 Liter/Jam

Diatas merupakan tabel percobaan real debit yang dihasilkan apabila dalam kondisi malam hari tanpa cahaya matahari yang menyinari panel surya. Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui kinerja pompa air tenaga surya pada kondisi malam hari.

Rumus mencari debit air pompa air tenaga surya :

$$\text{Debit} = \frac{\text{Volume aliran}}{\text{Waktu aliran}}$$

Keterangan :

Q ; Debit air (m³ /jam)

V : Volume (m³)

T ; Waktu (jam)

Diketahui :

T (Waktu) : 1 menit V (Volume) : 22 Liter

: 1/60 jam

Ditanya : Debit air ?

Jawab : Debit = Volume / Waktu

$$= 22 / 1/60$$

$$= 22 \times 60/1$$

$$= 22 \times 60$$

$$= 1320 \text{ Liter/Jam}$$

Jadi pompa air tenaga surya dapat mengalirkan debit air Rata-rata sebesar 1346,4 Liter/Jam dengan rata-rata tegangan pada pompa panel surya yaitu sebesar 10,9 Volt dalam kondisi panel surya tidak terkena sinar matahari dengan kata lain pompa panel tenaga surya ini mampu bekerja atau beroperasi walaupun pada kondisi malam hari yang minim penercahayaan karena di backup oleh baterai sebagai saving energi apabila panel surya tidak terkena sinar matahari.

Dari hasil pengujian real debit air diatas sebanyak 5 kali percobaan yang dilakukan pada dimalam hari menghasilkan diagram grafik seperti dibawah ini untuk lebih mudah mengetahui kinerja pompa air tenaga surya dengan switch remote control wireless ini.

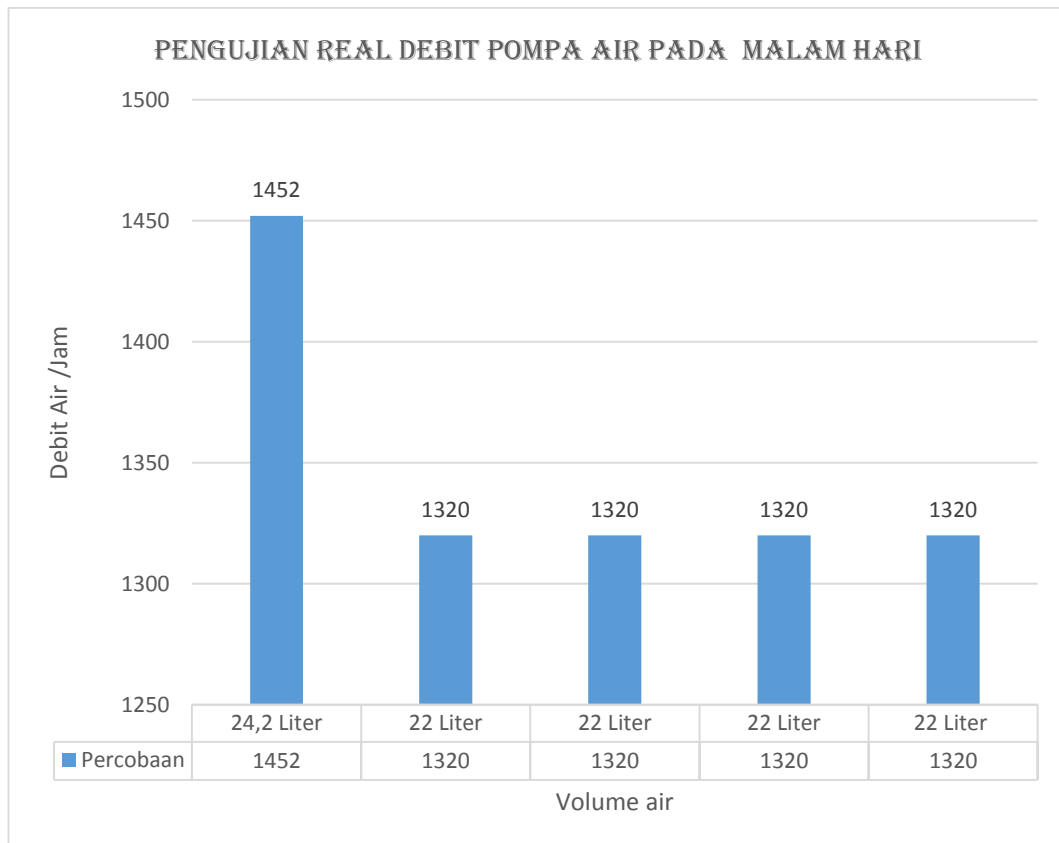


Diagram 4.1 Pengujian Debit Air Pompa Panel Surya Pada Malam Hari

Bedasarkan grafik diatas percobaan pertama pompa dapat menghasilkan debit air sebesar 1452 Liter/Jam dengan rata-rata tegangan pompa air sebesar 10,9 Volt. Percobaan kedua pompa panel surya menghasilkan menghasilkan 1320 Liter/Jam mengalami penurunan dibandingkan dengan percobaan pertama. Percobaan 3 ,percobaan 4 dan percobaan ke 5 pompa air cenderung menghasilkan debit yang sama dengan kata lain stabil menghasilkan debit 1320 Liter/Jam ,sehingga didapat rata-rata debit air sebesar 1.346,4 Liter/Jam dari 5 percobaan.

Tahapan uji kedua ini melakukan pengujian terhadap pompa air tenaga surya dengan switch remote control wireless yang sudah dibuat. Pengujian ini dilakukan dengan 5 kali percobaan yang dilakukan pada **siang hari** saat sinar matahari masih ada atau matahari masih bersinar terik. Pengujian ini dilaksanakan **pada 2 April 2022 pukul 14.00 WIB** Lab Unugha Cilacap dengan menghitung debit pompa air secara langsung dengan menggunakan gelas ukur 1.1 Liter.

Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui debit air yang dihasilkan pompa air tenaga surya ini pada saat beroperasi siang hari atau pada saat sinar matahari masih terik atau masih panas. Berikut ini adalah tabel percobaan pompa air tenaga listrik dengan switch remote control.

Tabel 4.2 Pengujian Debit Air pompa Pada Siang Hari

No.	Waktu (menit)	Gelas ukur (1,1 Liter)	Volume (L)	Tegangan pompa (V)	Dedit (Liter/Jam)
1.	1 menit	24 gelas	26,4 Liter	12,9 V	1584 Liter/Jam
2.	1 menit	22 gelas	24,2 Liter	12,9 V	1452 Liter/Jam
3.	1 menit	22 gelas	24,2 Liter	12,9 V	1452 Liter/Jam
4.	1 menit	22 gelas	24,2 Liter	12,9 V	1452 Liter/ Jam
5.	1 menit	22 gelas	24,2 Liter	12,9 V	1452 Liter/Jam
Rata-rata		22,4 gelas	24,64 Liter	12,9 V	1.478,4 Liter/Jam

Diatas merupakan tabel percobaan real debit yang dihasilkan pada saat cahaya matahari yang menyinari panel surya. Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui kinerja pompa air tenaga surya pada kondisi siang hari dapat beroperasi dengan baik atau tidak. Agar nantinya pompa panel surya dapat digunakan dalam jangka waktu yang panjang dan dapat beroperasi sesuai dengan harapan.

Rumus mencari debit air pompa air tenaga surya :

$$\text{Debit} = \frac{\text{Volume aliran}}{\text{Waktu aliran}}$$

Keterangan :

Q ; Debit air (m³ /jam)

V : Volume (m³)

T : Waktu (jam)

Diketahui :

T (Waktu) : 1 menit

: 1/60 jam

V (Volume) : 24,2 Liter

Ditanya : Debit air ?

Jawab : Debit = Volume / Waktu

$$= 24,2 / 1/60$$

$$= 24,2 \times 60/1$$

$$= 24,2 \times 60$$

$$= 1452 \text{ Liter/Jam}$$

Jadi pompa air tenaga surya dapat menghasilkan debit air sebesar 1452 Liter/Jam dengan arus tegangan pada pompa panel surya yaitu sebesar 12,9 Volt dalam kondisi panel surya terkena sinar matahari karena pengujian ini dilakukan pada siang hari sehingga pompa panel tenaga surya ini mampu bekerja dengan stabil pada kondisi siang.

Dari hasil pengujian real debit air diatas sebanyak 5 kali percobaan yang dilakukan pada siang hari menghasilkan diagram grafik seperti dibawah ini untuk lebih mudah dalam membaca dan mengetahui kinerja pompa air tenaga surya dengan switch remote control wireless ini pada saing hari.

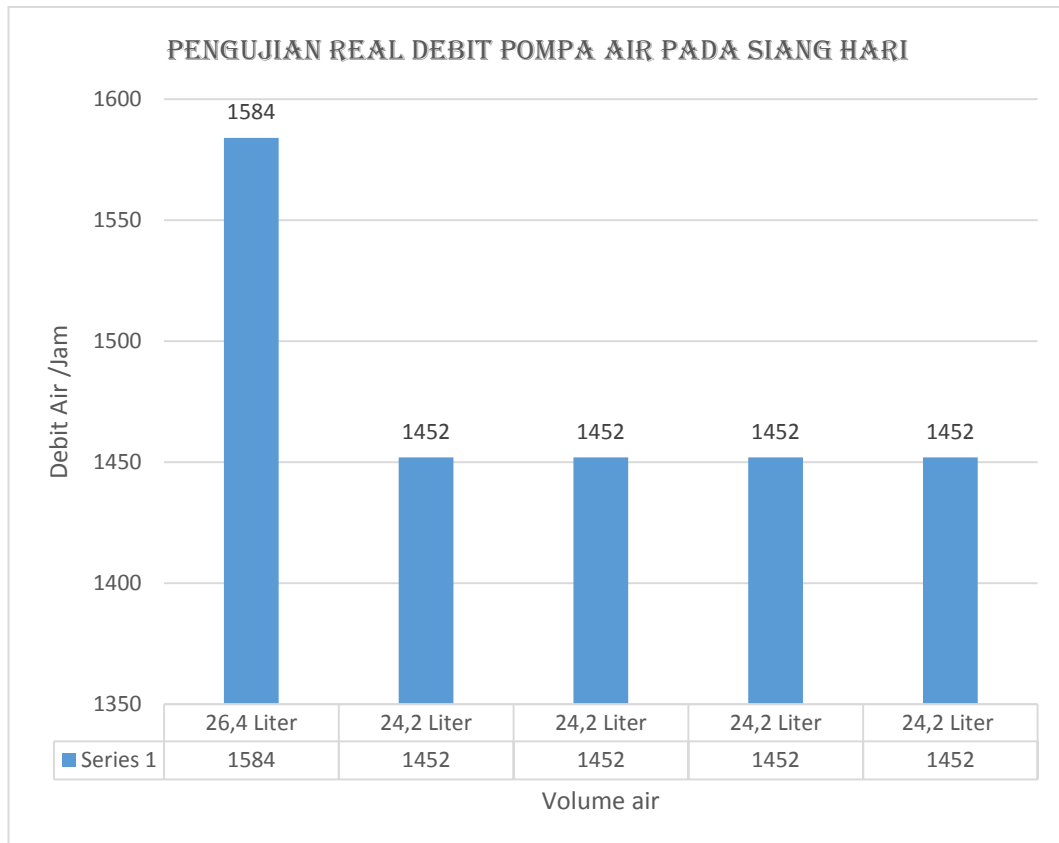


Diagram 4.2 Real Debit Pompa Air Pada Siang Hari

Bedasarkan grafik diatas percobaan pertama pompa dapat menghasilkan debit air sebesar 1584 Liter/Jam dengan rata-rata tegangan pompa air sebesar 12,9 Volt .Percobaan kedua pompa panel surya menghasilkan menghasilkan 1452 Liter/Jam mengalami penurunan dibandingkan dengan percobaan pertama. Percobaan 3 ,percobaan 4 dan percobaan ke 5 pompa air cenderung menghasilkan debit yang sama dengan kata lain stabil menghasilkan debit 1452 Liter/Jam, sehingga didapat rata-rata debit air sebesar 1.478,4 Liter/Jam dari 5 percobaan.

4.2.2 Pengujian Jarak Real Remote Control wireless

Pengujian jarak real remote control wireless dimaksudkan untuk mengetahui seberapa jauh jarak yang bisa dijangkau remote control wireless ini. Pengujian ini dilakukan agar nantinya pompa air tenaga surya dengan switch remote control wireless dapat beroperasi dan bekerja dengan baik. Pengujian ini dilakukan sebanyak 11 kali dengan jarak yang sudah di tentukan.

Tabel 4.3 Pengujian Real Jarak Remote Control

No	Jarak	Hidup
1.	10 meter	Hidup
2.	20 meter	Hidup
3.	30 meter	Hidup
4.	40 meter	Hidup
5.	50 meter	Hidup
6.	60 meter	Hidup
7.	70 meter	Hidup
8.	80 meter	Hidup
9.	90 meter	Hidup
10.	100 meter	Hidup
11.	110 meter	Tidak Hidup

Diatas merupakan tabel uji jarak real remote control wireless yang dapat kita lihat bersama bahwasannya remote control wireless ini masih tetap dapat bekerja atau tetap mampu menghidupkan dan mematikan pompa air tenaga surya dengan jarak 100 meter dan tidak bekerja pada jarak 110 meter dan ini merupakan hasil yang sangat baik untuk pengembangan alat switch remote control ini kedepannya untuk lebih baik lagi. Remote control wireless ini dilengkapi dengan relly 40 A sehingga mampu bekerja dengan baik untuk menghidupkan atau mematikan pompa air panel surya ini dengan jarak maksimal yang lumayan jauh yaitu 100 meter.

Dari percobaan diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa remote control wireless mampu bekerja dengan untuk menghidupkan dan mematikan pompa panel surya dengan jarak 100 meter namun pada jarak 110 meter remote tidak dapat bekerja. Berikut adalah diagram grafik yang didapat dari percobaan diatas agar dalam membaca hasil percobaanya lebih mudah .

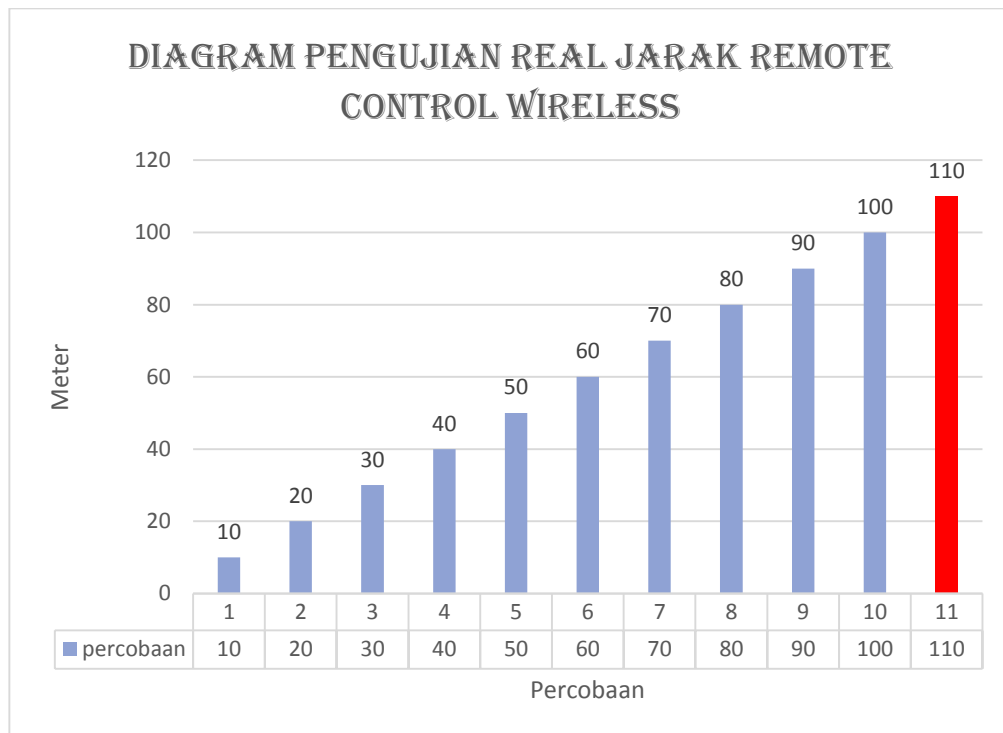


Diagram 4.3 Pengujian Real Jarak Remote Control Wireless

Bisa dilihat dari grafik diatas percobaan dilakukan sebanyak 11 kali percobaan dengan hasil yang bisa dilihat diatas bahwasanya remote control wireless ini mampu beroperasi dalam jarak 100 meter dengan baik namun pada jarak 110 meter remote tidak dapat berfungsi setelah diuji dengan percobaan pertama sampai dengan percobaan dengan jarak 100 meter masih bisa beroperasi, namun pada jarak 110 meter remote tidak dapat bekerja.

4.2.3 Efektivitas Waktu Penggunaan Pompa Air Tenaga Surya

Tahapan pengujian ini yaitu untuk mengetahui waktu yang efektif untuk menggunakan pompa air tenaga surya dengan switch remote control wireless ini yang dilihat dari tegangan terbesar yang dihasilkan panel surya dalam menyerap energi panas matahari. Sehingga kita dapat mengetahui waktu yang efektif untuk menggunakan alat ini. Berikut adalah tabel percobaan yang dilakukan 5 kali dengan waktu yang berbeda, percobaan ini dilakukan dengan melihat voltage panel surya pada voltmeter yang terdapat pada box panel control. Percobaan ini dilakukan pada saat siang hari dan berawan.

Tabel 4.4 Efektivitas Waktu Penggunaan Pompa Air Tenaga Surya

No	Waktu (WIB)	Tegangan (V)
1.	Pukul 10.00 WIB	13,5 Volt
2.	Pukul 11.00 WIB	18,9 Volt
3.	Pukul 12.00 WIB	21,2 Volt
4.	Pukul 13.00 WIB	20,9 Volt
5.	Pukul 14.00 WIB	18,4 Volt
Rata - rata		18.5 Volt

Bisa dilihat dari tabel percobaan diatas bahwasanya pukul 12.00 WIB adalah waktu yang sangat efektif untuk menggunakan alat ini atau untuk melakukan mencharge pompa panel surya. Dari data diatas kita mengetahui bahwa pukul 12.00 WIB panel surya mampu menghasilkan tegangan 21,2 V atau tegangan tertinggi dibanding dengan 4 waktu yang lain dalam percobaan ini sehingga didapat tegangan rata-rata panel surya sebesar 18.5V. Pengujian ini dilakukan agar penulis dan pembaca bisa mengetahui karakteristik alat ini sehingga bisa dilakukan evaluasi apabila terjadi suatu trouble pada alat ini .

Untuk memudahkan membaca data dari pengujian efektifitas penggunaan pompa air tenaga surya di atas maka dari itu sehingga di sajikan diagram pengujian ini yang dilakukan 5 waktu percobaan untuk mengetahui voltage panel surya yang tertinggi dari 5 waktu percobaan sehingga kita dapat mengetahui waktu yang efektif dalam menggunakan pompa panel surya ini .

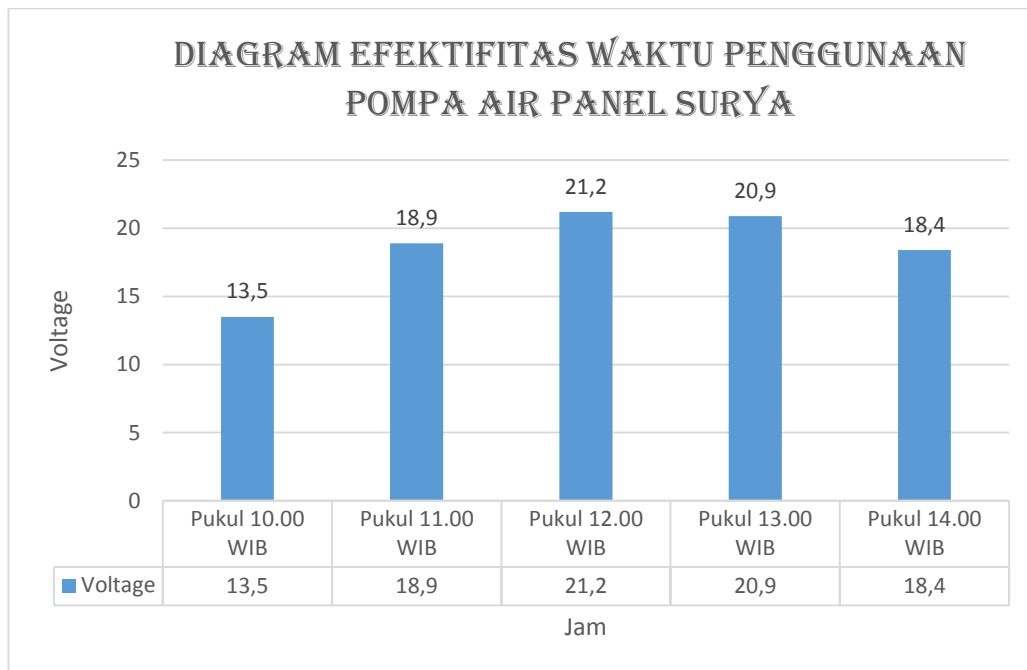


Diagram 4.4 Efektifitas Waktu Penggunaan Pompa Panel Surya

Diliat dari diagram diatas menunjukkan bahwa percobaan pertama pada pukul 10.00 WIB panel surya menghasilkan arus tegangan sebesar 13,5 V,percobaan kedua pada pukul 11.00 WIB panel surya menghasilkan arus tegangan sebesar 18,9 V ,percobaan ketiga pada pukul 12.00 WIB voltage digital menunjukan 21,2 V yang dihasilkan panel surya ,percobaan ke 4 pada pukul 13.00 WIB panel surya menghasilkan arus sebesar 20.9 V sedangkan percobaan terakhir pada pukul 14.00 WIB panel surya menghasilkan 18,4 V.Jadi efektifitas waktu penggunaan pompa air tenaga surya yaitu pada siang hari pada pukul 12.00 WIB karena menghasilkan arus tertinggi dibandinka dengan 4 waktu yang lainnya dan dari 5 percobaan menghasilkan tegangan rata-rata 18.5 V.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

1. Membuat pompa air tenaga surya dengan switch remote control wireless ini pertama merancang selanjutnya menyiapkan komponen alat untuk membuat pompa tenaga surya ini kemudian membuat rangka alat sesuai ukuran berikutnya yaitu merangkai komponen dan terakhir menguji kinerja alat dan kemudian mengevaluasinya.
2. Pengujian debit air dilakukan pada saat malam dan siang dilakukan sebanyak 5 kali percobaan. Pengujian pada saat malam rata-rata debit airnya sebesar 1346,4 Liter/Jam sedangkan pengujian pada saat siang rata-rata debit airnya sebesar 1.478,4 liter/jam. Pengujian menggunakan gelas ukur 1,1 Liter yang dilakukan dalam 1 menit.
3. Tegangan pompa air tenaga surya pada saat malam atau pada saat panel tidak tersinari matahari tegangan rata-rata sebesar 10,9 V dengan keadaan pompa air tenaga surya terbebani sedangkan pada saat siang atau pada saat panel tersinari panas matahari tegangan rata-rata pompa air 12,9 V dengan pompa air terbebani.
4. Real jarak switch remote wireless pompa air tenaga surya dapat berkerja 100 meter sedangkan pada jarak 110 meter switch remote wireless ini tidak dapat bekerja. Pengujian dilakukan 11 percobaan dengan jarak pengujian 10 m-110m
5. Waktu yang efektif dalam menggunakan alat ini yaitu pada pukul 12.00 WIB karena panel surya tercatat pada tegangan 21,2 V sedangkan rata-rata tegangan dari 5 waktu pengujian adalah sebesar 18.5 V.

2. Saran

1. Diharapkan dengan adanya alat ini mampu membangun semangat mahasiswa untuk mengembangkan atau menciptakan energi baru terbarukan yang ramah lingkungan agar nanti bisa lebih berkembang lagi dunia teknik atau dengan sistem yang lebih canggih lagi..

DAFTAR PUSTAKA

- Ackbar,Deddy.(2015).”Perancangan Dapat Diartikan Perencanaan dari Pembuatan Suatu Sistem Yang Menyangkut Berbagai Komponen Sehingga Akan Dapat Menghasilkan Sistem Yang Sesuai Denga Hasil Dari Tahap Analisa Sistem”
- Aris,Elga.(2015.”Cara Menghitung Lama Waktu Pemakaian dan Pengisian Aki untuk Inverter”
- Arrohman Roni Eka, Setiawan Ahmad Agus, dan Sihana. (2012).”Perancangan Sistem Pengangkatan Air Tenaga Surya di Kecamatan Tepus Kabupaten Gunungkidul”. Jurnal TEKNOFISIKA. Vol 1 No.1: 134.
- Bayu,Kadek.(2020).”Perancangan Sistem Pompa Air DC Dengan PLTS 20 kwh Tianyar Tengah Sebagai Suplai Daya Untuk Memenuhi Kebutuhan Air Masyarakat Banjir Bukit Lambuh”.
- Budi, H., Purwanto, (2013). “Perancangan Pompa Air Tenaga Surya Guna Memindahkan Air Bersih ke Tangki Penampung” Jurnal SINTEK , 9(1)
- Chandra sekaran and K. Thyagarajah, “Comparative study of photovoltaic pumping system using a DC motor and PMDC motor,” in *Advances in Engineering, Science and Management (ICAESM)*, 2012 International Conference on, 2012, pp. 129–132.
- Djaufani,Muhammad Beny Djaufani,(2015).Teknik Konversi Energi Politeknik Negeri Bandung ,“ Perancangan dan Realisasi Kebutuhan Kapasitas Baterai Untuk Beban Pompa Air 125 Watt Menggunakan Pembangkit Listrik Tenaga Surya”
- Fallqianas,Akbar(2013). “Sumber Arus Baterai Bedasarkan Kapasitas Amphere pada Baterai”
- Febriananda,Dhimas.(2014).”Kinerja Pompa Air Tenaga Surya Portable Berdasarkan Intensitas Tenaga Surya”.
- G. Li, Y. Jin, M. W. Akram, and X. Chen, “Research and current status of the solar photovoltaic water pumping system – A review,” *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 79, no. Supplement C, pp. 440– 458, 2017.

- Hari,Bambang.(2021).”Efisiensi Penggunaan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Alternatif”.
- Hartono,Budi.(2015).”Perancangan, Pompa, Air, Tenaga, Surya, Guna, Memindahkan, Bersih, Tangki, And Penampung”.
- Hermanu,Chico.(2017).”Prototype Sistem Pompa Air Tenaga Surya Untuk Meningkatkan Produktivitas Hasil Pertanian”.
- Mulyana,Rida.(2020).”Kementrian ESDM Klaim Angka Pemadaman Listrik di 2020 Turun”.
- Napitupulu RAM, Simanjuntak S, Sibarani S. (2017).”Pengaruh Material Monokristal dan Polikristal Terhadap Karakteristik Sel Surya 20 Wp dengan tracking sistem Dua Sumbu.Laporan Penelitian.Universitas HKBP Nomensen. Medan”.
- Nadeak,Berto.(2016).”Perancangan Adalah Langkah Pertama Dalam Fase Pengembangan Rekayasa Produk Atau Sistem”
- Reza,Muhammad.(2019).” Rancang Bangun Pompa Air Tenaga Surya Portabel Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta”.
- Taufik, M. (2016). “Prototype Pompa Air Portable Tenaga Surya. Jurnal UMJ. 19:1-3”
- Teja, A. T., Indra, T. P, I., Arta, W.W.(2013). “Perbandingan Penggunaan Motor DC Dengan AC Sebagai Penggerak Pompa Air Yang Disuplai Oleh Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)”, Prosiding Conference on Smart-Green Technology in Electrical and Information Systems, Bali, 14-15 November 2013.
- Taufik,Mohammad,(2016).“Prototype Pompa Air Portable Tenaga Surya”. Jurnal Mohammad Taufik Departemen Teknik Elektro Univeritas Padjadjaran Jatinangor
- Usman,F.Azis, and A. Afandi,“Pengujian Kinerja Sistem Pompa Air Photovoltaic,” in Seminar Nasional Teknik Elektro dan Informatika (SNTEI) 2017, 2017, pp. 1–6.

- V. C. Sontake and V. R. Kalamkar, “Solar photovoltaic water pumping system - A comprehensive review,” *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 59, no. Supplement C, pp. 1038–1067, 2016
- Zaenuddin.(2015).”Asal-Usul Benda-Benda di Sekitar Kita Tempo Doeloe Pertama Pompa Air di Temukan di Dunia”.
- Zhafira,Dwi.(2018).Teknik Mesin Politeknik Negeri Medan “Rancang Bangun Pompa Air Tenaga Surya Dengan Menggunakan Sensor Level Sebagai Otomatisasi”.