

**SKRIPSI**

**DESAIN SISTEM ENERGI ELEKTRIK BERBASISKAN**

**PLTS-FOTOVOLTAIK UNTUK POMPA AIR, PENGAIRAN SAWAH**

**TADAH-HUJAN DI LUWU UTARA**



**EGA PUTRI**

**10582 11 081 17**

**NURUL HIQMAH AL-AMIN**

**10582 11 038 17**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR**

**2022**

**HALAMAN JUDUL**

**DESAIN SISTEM ENERGI ELEKTRIK BERBASISKAN PLTS-FOTOVOLTAIK  
UNTUK POMPA AIR, PENGAIRAN SAWAH TADAH-HUJAN DI LUWU UTARA**

**Skripsi**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Teknik



EGA PUTRI

10582 11 081 17

NURUL HIQMAH AL-AMIN

10582 11 038 17

08/02/2022

1498  
Smb. Alumnus

R/0020/ELT/2202  
PUT  
d?

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**

**2022**



# FAKULTAS TEKNIK

GEDUNG MENARA IQRA LT. 3

Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221

Website: <https://unismuh.ac.id>, e\_mail: [elektroft@unismuh.ac.id](mailto:elektroft@unismuh.ac.id)

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat ujian guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Judul Skripsi : **DESAIN SISTEM ENERGI ELEKTRIK BERBASIS PLTS-FOTOVOLTAIK UNTUK POMPA AIR, PENGAIRAN SAWAH TADAH-HUJAN DI LUWU UTARA**

Nama : 1. Ega Putri  
2. Nurul Hiqmah Al-Amin

Stambuk : 1. 105 82 11081 17  
2. 105 82 11038 17

Makassar, 26 Januari 2022

Telah Diperiksa dan Disetujui  
Oleh Dosen Pembimbing:

Pembimbing I

Pembimbing II

Ir. Abdul Hafid, M.T  
NIP. 0019086209

Andi Fajaruddin, S.T.,M.T  
NIP.132169986

Mengetahui,

Ketua Prodi Teknik Elektro

  
Adriani, S.T., M.T.  
NBM : 1044 202

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

## PENGESAHAN

Skripsi atas nama **Ega Putri** dengan nomor induk Mahasiswa 105 82 11081 17 dan **Nurul Iqmah Al- Amin** dengan nomor induk Mahasiswa 105 82 11038 17, dinyatakan diterima dan sahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0002/SK-Y/20201/091004/2022, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Sabtu, 22 Januari 2022.

Panitia Ujian :

Pengawas Umum

Makassar, 23 Jumadil Akhir 1443 H  
26 Januari 2022 M

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

Prof. Dr. H. Ambo Asse, M.Ag

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Prof. Dr. Ir. H. Muh. Arsyad Thaha, M.T

Penguji

a. Ketua : Dr. Ir. Zahir Zainuddin, M.Sc

b. Sekretaris : Rahmania, S.T.,M.T

Anggota : 1. Dr. Eng. Ir. H. Zulfajri Basri Hasanuddin, M.Eng :

2. Suryani, S.T.,M.T

3. Dr. Ir. H. Antarissubhi, S.T.,M.T

Mengetahui :

Pembimbing I

Pembimbing II

Ir. Abdul Hafid, M.T  
NIP. 0019086209

Andi Faharuddin, S.T.,M.T  
NIP.132169986

Dekan

Dr. Ir. Hj. Nurnawaty, S.T., M.T.,IPM  
NBM. 795 108

## ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah agar mendapatkan desain sistem pembangkit listrik tenaga surya untuk mengairi sistem sawah tadah-hujan di luwu utara. Sistem di analisis dengan berbasiskan data pompa aktual yang dimana menggunakan pompa berbahan bakar gas LPG 3kg. Perancangan sistem energi elektrik untuk pompa air pada sawah tadah-hujan menggunakan sumber energi fotovoltaik. Panel surya berfungsi sebagai sumber energi berupa tegangan yang dihasilkan dari sinar matahari, lalu tegangan akan melewati *charger controller* untuk mengontrol kebutuhan baterai agar tidak terjadi *over charging*, kemudian tegangan masuk ke inverter untuk mengubah arus DC ke arus AC lalu memberikan tegangan AC kepada pompa air agar dapat mengalirkan air dari sumur bor yang telah tersedia ke area persawahan. Kapasitas daya yang diperlukan untuk membuat desain sistem energi elektrik ini sebesar 36000 Wh dengan menggunakan 40 buah panel dan baterai yang di seri-parallel kan. Pembuatan desain pengairan untuk sawah tadah-hujan ini dapat menjadi acuan pemerintah menggunakan energi terbarukan sebagai sumber energi listrik salah satunya memanfaatkan energi dari matahari, selain itu juga ramah lingkungan.

*Kata kunci : Sawah tadah hujan, panel surya, baterai, pompa, matahari.*



## ABSTRACT

The purpose of this study was to obtain a design for a solar power generation system to irrigate a rainfed rice system in North Luwu. The system is analyzed based on actual pump actual existing uses a 3kg LPG gas pump. Design of an electrical energy system for water pumps in rainfed rice fields using photovoltaic energy sources. The solar panel functions as an energy source in the form of a voltage generated from sunlight, then the voltage will pass through the charger controller to control the battery needs so that overcharging does not occur, then the voltage enters the inverter to convert DC current to AC current and then provides AC voltage to the water pump so that can drain water from drilled wells that are already available to rice fields. The power capacity needed to design this electrical energy system is 36000 Wh using 40 panels and batteries in parallel series. The design of irrigation for rainfed rice fields can be used as a reference for the government to use renewable energy as a source of electrical energy, one of which uses energy from the sun while also being environmentally friendly.

*Keywords : Rainfed rice field, solar panels, battery, pump, sun.*



## KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Segala puji bagi Allah Subhanahu Wa Ta'ala, yang telah melimpahkan karunia, rahmat kepada umat manusia dengan sebaik-baik bentuk dan telah memberikan petunjuk kepada manusia dengan firman-Nya. Betapa besar cinta kasih dan sayang Allah kepada seluruh umat manusia walaupun terkadang kita lalai atau dengan sengaja kufur terhadap nikmat-Nya. Salam dan sholawat tak lupa juga kita kirimkan kepada baginda Nabi besar kita Muhammad Shallallahu Alaihi Wasallam, serta kepada sahabat-sahabat dan keturunan beliau yang telah membawa kita dari zaman kegelapan menuju zaman yang terang-menderang seperti saat ini. Terimakasih banyak karena penulis dapat menyelesaikan penulisan proposal yang berjudul **“Desain Sistem Energi Elektrik Berbasis PLTS-Fotovoltaik Untuk Pompa Air, Pengairan Sawah Tadah-Hujan Di Luwu Utara”**. Dalam penulisan proposal ini penulis tidak bisa lepas bantuan banyak pihak, maka dengan segala hormat penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan nikmatnya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan kerja praktek ini tepat pada waktunya.
2. Ayah, Ibu, kakak dan adik yang kusayangi serta segenap keluarga penulis yang telah memberikan motivasi, dukungan baik moril maupun materil dan juga kasih sayang kepada penulis.
3. Prof. Dr. H. Ambo Asse, M.Ag. sebagai Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar.
4. Ibu Dr. Hj. Nurnawaty, S.T., M.T., IPM. sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

5. Ibu Adriani., S.T., M.T dan Ibu Rahmania., S.T., M.T selaku ketua Program Studi dan sekretaris Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Makassar.
6. Bapak Ir. Abd. Hafid., M.T dan Bapak Andi Faharuddin., S.T., M.T selaku pembimbing 1 dan pembimbing 2 Tugas Akhir yang telah banyak memberikan masukan dan arahan dalam penulisan Tugas Akhir ini.
7. Seluruh karyawan dan staf tata usaha yang telah membantu dan memberikan bimbingan kepada penulis dalam menyelesaikan proses administrasi Tugas Akhir.
8. Seluruh Dosen Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Makassar yang telah memberikan dukungan dan ilmunya kepada penulis.
9. Semua pihak yang tentunya tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Akhirnya tiada yang sempurna kecuali Allah Subhanahu Wa Ta'ala., semoga buah karya dan laporan ini dengan segala kekurangannya bisa mengisi khazanah kepustakaan kita dan sebagai referensi Tugas Akhir yang akan datang. Penulis berharap laporan ini bermanfaat untuk semua pihak. Kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan untuk perbaikan di kemudian hari. Terima kasih. Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Makassar, 17 Januari 2022

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
ABSTRAK.....	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	3
C. Tujuan.....	3
D. Batasan Masalah.....	3
E. Manfaat Penelitian.....	4
F. Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
A. Defenisi dan Tipologi Lahan sawah.....	6
B. Sistem Energi Photovoltaic.....	9
C. Baterai (accu).....	12
D. Charger Controller.....	19
E. Inverter.....	22
F. Pompa.....	24
BAB III METODE PENELITIAN.....	27
A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	27
B. Alat dan Bahan.....	27
C. Skema Penelitian.....	28
D. Langkah Penelitian.....	29

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	31
A. Kondisi Aktual .....	31
B. Desain Sistem .....	33
BAB V PENUTUP .....	45
A. Kesimpulan .....	45
B. Saran .....	46
DAFTAR PUSTAKA .....	47
LAMPIRAN .....	49



## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Spesifikasi Baterai yang Akan Digunakan.....	35
Tabel 4.2. Spesifikasi Panel Surya yang Akan Digunakan.....	38
Tabel 4.3. Spesifikasi Inverter yang Akan Digunakan .....	41
Tabel 4.4. Rencana Anggaran Biaya (RAB) PLTS.....	43



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Bagian-bagian pada baterai .....	13
Gambar 2.2. Kotak dan kutup baterai .....	14
Gambar 2.3. Plat positif dan negatif baterai dalam satu sel .....	14
Gambar 2.4. Penyekat atau <i>sparator</i> di antara plat baterai .....	15
Gambar 2.5. Sel baterai .....	16
Gambar 2.6. Terminal baterai .....	17
Gambar 2.7. Tutup ventilasi .....	17
Gambar 2.8. Campuran asam dan air pada larutan elektrolit .....	18
Gambar 2.9. Rangkaian inverter .....	23
Gambar 2.10. Pompa air AC dan DC .....	25
Gambar 3.1. Skema sistem actual dan model .....	28
Gambar 3.2. Bagan alir proses penelitian .....	30
Gambar 4.1. Sawah yang menjadi objek penelitian di Luwu Utara .....	31
Gambar 4.2. Lokasi pemasangan panel surya dan peletakan titik pompa air pada sawah tadah hujan .....	33
Gambar 4.3. Rangkaian pembangkit listrik tenaga surya untuk penggerak pompa air .....	34
Gambar 4.4. unit baterai 24 volt .....	36
Gambar 4.5. Rangkaian 40 buah baterai seri-paralel .....	37
Gambar 4.6. Rangkaian 44 panel surya seri-paralel .....	40

## DAFTAR LAMPIRAN

Gambar 1 Sawah yang belum di tanami padi.....	49
Gambar 2 Sawah yang telah ditanami padi.....	49
Gambar 4 Pompa alkon.....	50
Gambar 4 Pompa alkon.....	50
Lampiran 1 Surat pernyataan.....	51



# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Indonesia di kenai sebagai negara yang hampir sebagian besar penduduknya mempunyai mata pencaharian di bidang pertanian atau bercocok tanam. Sektor pertanian masih menjadi mata pencaharian paling utama yang di jalankan masyarakat Indonesia. Salah satunya masyarakat dapat bercocok tanam dengan menanam padi di sawah, beberapa lahan sawah masyarakat ada yang memiliki irigasi yang baik namun ada pula lahan sawah yang memanfaatkan hujan untuk mengairi sawah mereka atau dikenal dengan sebutan sawah tadah hujan.

Berbagai permasalahan dihadapi pada usaha budidaya padi di sawah tadah hujan, Perubahan cuaca yang tidak menentu merupakan faktor utama rendahnya produktivitas sawah tadah hujan. Pada sawah tadah hujan permasalahan utamanya ialah air yang tidak menentu, sumber air dapat didapatkan dari mana saja bukan hanya dari satu sumber aliran. Potensi banjir sangat besar terjadi pada musim hujan, sedangkan kekeringan sangat berpotensi terjadi pada musim kemarau.

Di Indonesia masih banyak lahan persawahan yang sulit mendapatkan pasokan air untuk mengairi persawahan seperti di daerah Luwu Utara desa Lara. Di sana masih banyak sawah tadah hujan sehingga para petani menggunakan pompa air untuk mengairi sawah mereka jika hujan tidak turun dalam beberapa hari. Pompa air sawah juga dimodifikasi yang tadinya berbahan bakar pertalite menjadi berbahan bakar gas LPG (*Liquefied Petroleum Gas*) 3 kg. Biasanya masyarakat di

sana menggunakan 4 buah gas LPG (*Liquefied Petroleum Gas*) 3 kg selama 1 hari penggunaan pompa air untuk memenuhi kebutuhan air di sawah dengan luas sawah 80 are. Penggunaan pompa air diesel dengan menggunakan gas LPG (*Liquefied Petroleum Gas*) sebagai bahan bakar dapat menimbulkan emisi gas buang yang mengandung *Carbon Monoxida* (CO) dan *Hydro Carbon* (HC) yang tinggi sehingga dapat membahayakan makhluk hidup. (Akhmad & Budi, 2018)

Selain itu gas LPG (*Liquefied Petroleum Gas*) termasuk bahan yang tidak dapat diperbaharui atau suatu saat akan habis. Maka dari itu lebih baik menggunakan energi terbarukan yang tidak akan ada habisnya, salah satu contohnya energi surya atau energi matahari. Dengan memanfaatkan energi surya para petani dapat membuat Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) sebagai penggerak pompa air untuk mengairi lahan sawah tadah hujan.

Di Indonesia, pengguna listrik konvensional sudah mulai beralih dan menggunakan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) serta jumlahnya pun semakin bertambah dari waktu ke waktu. Pembangkit listrik tenaga surya menggunakan dua metode yaitu: pertama PLTS dengan Fotovoltaik, pada metode ini energi matahari diubah langsung menjadi energi listrik menggunakan efek bernama fotolistrik, dan yang kedua PLTS dengan Pemusatan Energi Surya, pada metode ini menggunakan lensa maupun cermin yang sudah dikombinasikan dengan sistem pelacak dengan tujuan agar energi matahari dapat terfokus di suatu titik.

Berdasarkan latar belakang ini, menjadi salah satu alasan kami membuat tugas akhir yang berjudul “Desain Sistem Energi Elektrik berbasis PLTS – Fotovoltaik untuk Pompa Air, Pengairan Sawah Tadah – Hujan di Luwu Utara”.

## B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana perancangan sistem energi elektrik pompa air pada sawah tadah-hujan menggunakan sumber energi fotovoltaik?
2. Berapa kapasitas daya yang diperlukan untuk membuat desain sistem energi elektrik ini?

## C. Tujuan

1. Mampu mendapatkan rancangan sistem energi elektrik pompa air pada sawah tadah-hujan menggunakan sumber energi fotovoltaik.
2. Mendapatkan spesifikasi daya dari desain sistem energi elektrik ini.

## D. Batasan Masalah

1. Obyek penelitian berupa sebidang sawah tadah – hujan dengan luas sekitar 0,8 ha yang dilengkapi dengan sebuah sumur bor, sebagai sumber air untuk pengairan.
2. Desain kapasitas panel dan/atau baterai didasarkan pada durasi waktu agregasi maksimal untuk satu siklus pengairan, kondisi actual *existing*, di lapangan.

## E. Manfaat Penelitian

1. Pengembangan pengetahuan penulis terkait pemanfaatan energi elektrik berbasis PLTS – fotovoltaik untuk pompa air, pengairan sawah tadah hujan.

2. Dapat menjadi referensi tambahan dalam pembuatan PLTS sebagai penggerak pompa air sawah bagi pemerintah atau masyarakat.

## **F. Sistematika Penulisaan**

Sistematika pembahasan yang akan diuraikan dalam hal ini terdiri dari bab-bab yang akan dibahas sebagai berikut.

### **BAB I. PENDAHULUAN**

Dalam bab ini berisikan mengenai latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, balasan masalah, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

### **BAB II. TINJAUAN PUSTAKA**

Berisikan tentang pokok pembahasan teori atau materi yang mendasari dalam pelaksanaan penelitian ini.

### **BAB III. METODE PENELITIAN**

Berisikan tentang tempat pelaksanaan penelitian serta metode yang diterapkan dalam tugas akhir ini.

### **BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Dalam bab ini akan dibahas tentang perancangan dan hasil perancangan dari alat tersebut, serta hasil pengujian yang telah penulis lakukan.

## **BAB V. PENUTUP**

Dalam bagian ini akan dibahas penjelasan atau kesimpulan dan saran akhir dari hasil perakitan dan pengujian alat yang telah dibuat.

## **DAFTAR PUSTAKA**

Berisi tentang daftar referensi penulisan dalam memilih teori yang relevan dengan judul penelitian.

## **LAMPIRAN**

Berisi tentang dokumentasi hasil penelitian serta alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Defenisi dan Tipologi Lahan sawah

Sawah merupakan lahan usaha pertanian yang dimana permukaannya datar ataupun rata, dimana dibatasi oleh suatu pematang. Lahan sawah biasanya ditanami dengan padi ataupun tanaman budidaya lainnya. Untuk tanaman padi memerlukan penggenangan khusus karena mempunyai masalah pengairan yang disebabkan padi mempunyai priode tertentu dalam pertumbuhannya. Dalam pengairan pada padi dapat digunakan sistem irigasi dari mata air yang terdekat, sungai, ataupun air hujan. Sawah dapat dibedakan berdasarkan sumber air yang digunakan serta keadaan genagannya yaitu, sawah irigasi, sawah tadah hujan, sawah lebak, dan sawah pasang surut.

##### a. Sawah Irigasi

Sawah irigasi juga dapat dikatakan sebagai sawah yang sumber airnya berasal dari tempat lain melalui saluran-saluran yang sengaja dibuat. Sawah irigasi dibedakan menjadi tiga yaitu:

##### 1) Sawah Irigasi Teknis

Sawah irigasi teknis adalah air pengairannya berasal waduk, dan atau danau dan dialirkan melalui saluran induk (primer) yang selanjutnya dibagi-bagi ke dalam saluran-saluran sekunder dan tersier melalui bangunan pintu-pintu pembagi. Sawah irigasi sebagian besar dapat ditanam padi dua kali atau lebih dalam setahun, tetapi sebagian ada yang hanya dapat ditanami padi sekali setahun bila ketersediaan

air tidak mencukupi terutama yang terletak di ujung-ujung saluran primer dan jauh dari sumber airnya.

## 2) Sawah Irigasi Setengah (Semi) Teknis

Sawah irigasi setengah teknis adalah pengairan yang dikelola oleh pihak pemerintah yang hanya menguasai bangunan penyadap untuk dapat mengatur dan mengukur pemasukan air, sedangkan pada jaringan saluran selanjutnya seperti jaringan tersier tidak diatur dan tidak dikuasai.

## 3) Sawah Irigasi Sederhana

Sawah irigasi sederhana adalah pengairan yang sumber airnya dari tempat lain (umumnya berupa mata air) dan salurannya dibuat secara sederhana oleh masyarakat petani setempat dengan bangunan-bangunan irigasi yang permanen.

### b. Sawah Tadah Hujan

Sawah tadah hujan adalah sawah yang sumber airnya tergantung atau berasal dari curah hujan tanpa adanya bangunan-bangunan irigasi permanen. Sawah tadah hujan umumnya terdapat pada wilayah yang posisinya lebih tinggi dari sawah irigasi atau sawah lainnya sehingga tidak memungkinkan terjangkau oleh pengairan. Waktu tanam padi akan sangat tergantung pada datangnya musim hujan. Sawah tadah hujan hanya bisa dipanen dua kali jika tidak terjadi kemarau yang panjang dan jika terjadi kemarau yang panjang hanya bias satu kali panen atau tidak sama sekali dalam satu tahun.

### c. Sawah Pasang Surut

Sawah Pasang Surut dimana irigasinya yang tergantung pada gerakan pasang dan surutnya air, letaknya di wilayah yang datar dan tidak jauh dari laut.

Sumber air pada sawah pasang surut salah satunya air tawar sungai, yang di karenakan adanya pengaruh pasang dan surut air laut untuk mengairi melalui saluran irigasi. Pada lahan pasang surut dibedakan empat tipologi lahan berdasarkan jangkauan luapan air pasang, yaitu tipe luapan A, B, C dan D. Tipe luapan A dan B mempunyai potensi untuk persawahan karena dapat terjangkau air pasang dan biasanya terdapat lebih dekat ke pantai, namun mempunyai kendala potensi kemasaman tanah atau salinitas tinggi. Sedangkan tipe luapan C dan D karena posisinya lebih tinggi dan jangkauan air pasang lebih terbatas, sehingga potensinya lebih sesuai untuk tegalan atau tanaman tahunan.

#### d. Sawah Lebak

Sawah lebak ialah sawah yang diusahakan di daerah rawa dengan memanfaatkan naik turunnya permukaan air rawa secara alami, sehingga di dalam sistem sawah lebak tidak dijumpai sistem saluran air. Sawah ini umumnya terdapat di daerah yang relatif dekat dengan jalur aliran sungai besar (permanen) yaitu di *backswamp* atau rawa belakang dengan bentuk wilayah datar agak cekung, kondisi drainase terhambat sampai sangat terhambat, permukaan air tanah dangkal bahkan hingga tergenang dimusim penghujan, selalu terkena luapan banjir atau kebanjiran dari sungai didekatnya selama jangka waktu tertentu dalam satu tahun. Oleh karena itu sawah ini baru dapat ditanami padi setelah air genangan menjadi dangkal (surut), dan terjadi umumnya pada musim kemarau. Lahan lebak demikian digolongkan sebagai lebak dalam jika terletak di sebelah dalam, topografi cekung, tergenang relatif dalam dan terus-menerus, sedangkan lebak tengahan pada transisi antara lebak dalam dan lebak pematang, di daerah lebak dangkal atau tergenang

sebagai lebak pematang umumnya dapat ditanami padi dua kali, sedangkan di lebak dalam hanya ditanami padi sekali setahun.

Untuk menentukan debit air maksimum yang dibutuhkan oleh sawah maka dapat menghitung dengan rumus sebagai berikut:

$$Q = \frac{\text{Kapasitas pompa}}{t} \dots\dots\dots 2.1$$

Dimana :

Q = debit air

Kapasitas pompa = banyaknya cairan yang dipindahkan pompa satuan waktu

t = waktu

#### B. Sistem Energi Fotovoltaik

Energi matahari telah banyak digunakan di Indonesia dalam berbagai inovasi dan teknologi. Energi matahari digunakan untuk pembangkit listrik melalui konversi langsung dari sinar matahari menjadi energi listrik, yang biasa disebut sebagai sistem fotovoltaik. Sistem fotovoltaik menggunakan material sel surya baru dengan konversi energi berbiaya rendah dan efisiensi tinggi yang biasa disebut panel surya. Beberapa inovasi dalam sistem tenaga matahari dimana proses konversi tidak langsung mengubah panas matahari menjadi energi listrik melainkan adanya proses termodinamika konvensional. Disisi lain, secara tradisional digunakan untuk pemanfaatan termal sejak lama seperti mengeringkan bahan dan mengawetkan makanan olahan. Di zaman ini pemanfaatan terhadap energi matahari sudah diketahui oleh masyarakat, semua upaya dalam teknologi membawa kontribusi yang signifikan dari pemanfaatan energi surya sebagai sumber energi

potensi dan menjanjikan. Fotovoltaik merupakan teknologi yang terbarukan yang berhubungan dengan penggunaan panel surya yang mampu mengubah energi sinar matahari menjadi energi listrik yang dapat digunakan. Zaman ini teknologi yang terus berkembang dan permintaan yang besar membuat energi terbarukan seperti fotovoltaik dapat meluas secara cepat dalam beberapa tahun belakangan ini.

Sel surya adalah peralatan yang mampu mengubah cahaya untuk menjadikan aliran listrik dengan menggunakan efek fotovoltaik. Pada tahun 1883 Charles Fritzing ingin mencoba membuat penelitian dengan melapisi semikonduktor selenium dengan lapisan emas yang sangat amat tipis. Fotovoltaik yang dibuatnya menghasilkan efisiensi kurang dari lebih 1%. Perkembangan berikutnya berhubungan dengan penemuan Albert Einstein yang mengenai efek fotolistrik pada tahun 1904. Pada tahun 1927 fotovoltaik (tenaga surya) dengan tipe yang baru dirancang menggunakan tembaga dan semikonduktor *copper oxide*, namun kombinasi ini juga hanya bisa menghasilkan efisiensi masih kurang dari 1%. Pada tahun 1941 seorang peneliti yang bernama Russel Ohl berhasil mengembangkan teknologi berupa sel surya dan dikenal sebagai orang pertama yang membuat paten peranti panel surya moderen. Bahan yang digunakannya ketika itu adalah semikonduktor berjenis *silicon* dan mampu menghasilkan efisiensi sekitar 4%. Hingga pada tahun 1954 pihak Bell Laboratories berhasil menemukan suatu lempeng yang sangat tepat untuk digunakan sebagai bahan dasar cikal bakal panel surya. Penemuan tersebut ditemukan oleh Gerald Pearson, Drly Chapin, dan Souther Fuller secara tak sengaja menemukan bahwa *silicon* yang digabungkan dengan unsur-unsur di dalam logam utama yang dihasilkan dari proses ekstraksi

ternyata sensitif terhadap cahaya, maka dari itu hasil penemuan dari tiga ilmuwan tersebut menjadi tonggak penggunaan dan pengembangan teknologi panel surya sampai saat ini.

Untuk menghitung kapasitas panel surya dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{kapasitas panel surya} = \frac{\text{Energi harian}}{\text{Waktu insolasi rata-rata minimum}} \dots\dots\dots 2.2$$

Dimana ;

Energi harian = energi yang dibutuhkan dalam satu hari

Waktu insolasi rata – rata minimum = waktu penyinaran matahari minimum

Untuk menghitung jumlah panel surya dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{jumlah panel surya} = \frac{\text{Kapasitas panel surya}}{\text{Daya panel surya}} \dots\dots\dots 2.3$$

Dari besarnya daya yang dihasilkan panel surya bisa diketahui berapa daya maksimal yang akan digunakan beban. PLTS Mensuplai sebesar 100% dari energi keseluruhan, Karena rugi-rugi *losses* dianggap 15% . Untuk menghitung kapasitas real panel surya dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kapasitas real panel surya} = E_p - (\text{losses} \times E_p) \dots\dots\dots 2.4$$

Dimana:

Kapasitas real panel surya = daya real yang dapat digunakan

$E_p$  = energi panel surya

*Losses* = rugi – rugi daya panel

### C. Baterai (*accu*)

Baterai (*Accu/Aki*) ialah suatu komponen elektrokimia yang menghasilkan tegangan dan akan menyalurkan kerangkaian listrik. Saat ini baterai merupakan sumber utama energi listrik yang digunakan pada kendaraan dan alat-alat elektronik. Sebenarnya baterai tidak menyimpan listrik, tetapi menampung zat kimia yang dapat menghasilkan energi listrik. Dua bahan timah yang berbeda berada di dalam asam yang bereaksi untuk menghasilkan tekanan listrik yang biasa disebut tegangan, reaksi elektrokimia yang terjadi ini mengubah energi kimia menjadi energi listrik.

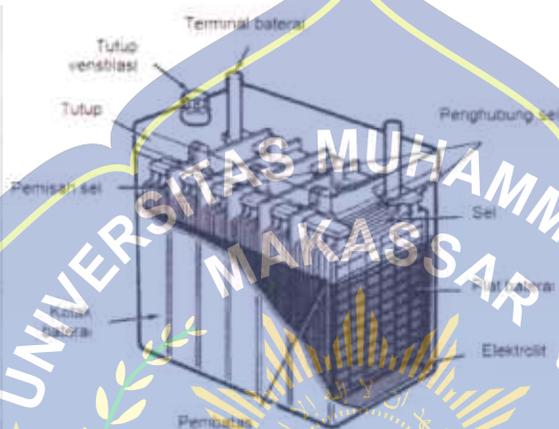
#### I. Tipe Baterai

- 1) Baterai tipe timah-asam (*lead acid*). Pada baterai ini suatu logam (timah) direndam dalam suatu larutan elektrolit. Tegangan atau energi listrik dihasilkan akibat dari reaksi kimia antara logam dan larutan elektrolitnya.
- 2) Baterai berventilasi. Pada baterai ini terdapat tutup ventilasi yang dapat dibuka untuk mengecek elektrolit atau untuk menambah air suling jika diperlukan untuk mengembalikan kondisinya. Tutup ini juga berfungsi untuk mengeluarkan gas hidrogen yang dihasilkan selama proses pengisian.
- 3) Baterai rapat (*sealed baterai*). Baterai ini juga menggunakan timah-asam tetapi tidak mempunyai tutup yang dapat dilepas untuk mengecek elektrolit atau menambah elektrolit. Pada beberapa tipe ini, mempunyai mata kecil untuk menunjukkan tingkat isi dari baterai.

- 4) Baterai bebas perawatan. Pada baterai jenis ini larutan elektrolitnya tidak dapat ditambahkan sehingga tidak diperlukan perawatan baterai secara khusus.

## 2. Kontruksi Baterai

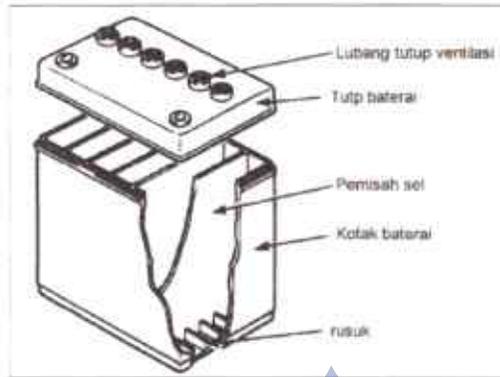
Kontruksi baterai dapat dilihat dengan ilustrasi pada gambar bagian-bagian baterai, berikut adalah penjelasan dari tiap-tiap bagian tersebut.



**Gambar 2.1. Bagian-bagian pada baterai**  
(sumber: panelstnarsurya)

### 1) Kotak baterai

Kotak baterai berfungsi sebagai penampung dan pelindung bagi semua komponen baterai yang berada di dalamnya, serta dapat mempermudah pengecekan ketinggian larutan elektrolit pada baterai karena bahan kotak baterai ini biasanya transparan.



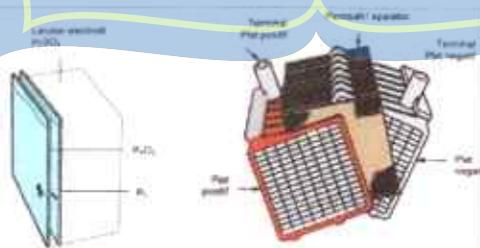
Gambar 2.2. Kotak dan tutup baterai  
(sumber: pancisinarsurya)

## 2) Tutup baterai

Tutup baterai berfungsi untuk menutup keseluruhan pada bagian atas baterai (seperti pada gambar 2.2), selain itu sebagai tempat kedudukan terminal-terminal baterai, lubang ventilasi, dan untuk memudahkan pengecekan larutan elektrolit atau penambahan air.

## 3) Plat baterai

Plat positif dan negatif mempunyai *grid* yang terbuat dari antimony dan paduan timah. Jumlah dan ukuran plat dapat mempengaruhi kemampuan baterai mengalirkan arus. Baterai yang mempunyai plat yang besar atau banyak dapat menghasilkan arus yang lebih besar dibandingkan baterai dengan ukuran plat yang kecil dan jumlahnya lebih sedikit.

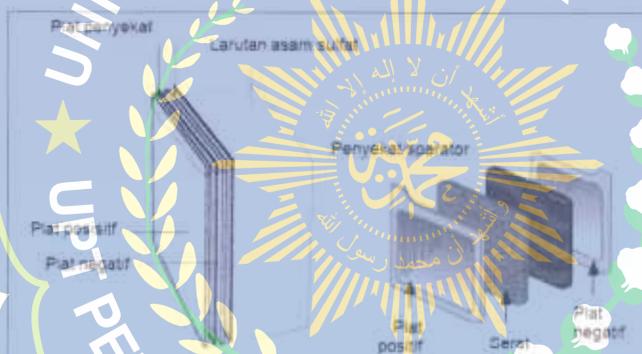


Gambar 2.3. Plat positif dan negatif baterai dalam satu sel  
(sumber: panelsinarsurya)

Beberapa macam bahan yang banyak digunakan untuk plat baterai diantaranya adalah antimoni timah, kalsium timah, dan rekombinasi. Macam-macam bahan plat pada baterai dan elektrolit yang digunakan akan menghasilkan karakteristik baterai yang berbeda. Pada bahan plat antimoni timah banyak digunakan pada baterai asam timah (*lead acid*).

#### 4) *Sparator* atau penyekat

Penyekat yang berpori-pori ditempatkan di antara plat positif dan negatif. Pori-pori yang terdapat pada penyekat tersebut menjadikan larutan elektrolit dapat melewatinya. Pada bagian ini juga penting karena dapat mencegah hubungan singkat antar plat negatif dan positif.



Gambar 2.4. Penyekat atau *sparator* di antara plat baterai (sumber: paneisinarsurya)

*Sparator* disisipkan dicelah antara plat positif dan negatif untuk mencegah agar tidak terjadinya hubungan singkat antara kedua plat. Bahan yang digunakan *sparator* adalah *resin fiber* yang diperkuat karet atau plastik. Bahan yang harus dipenuhi *sparator* adalah bukan konduktor, harus cukup kuat, tidak mudah berkarat oleh elektrolit, dan tidak akan menimbulkan bahaya terhadap elektroda.

## 5) Sel

Sel adalah suatu unit plat positif dan negatif yang dibatasi oleh suatu penyekat diantara kedua plat tersebut. Sel-sel pada baterai dihubungkan secara seri antara satu dengan yang lainnya agar bisa menentukan besarnya tegangan pada baterai yang akan dihasilkan. Untuk satu buah baterai mampu menghasilkan tegangan sekitar 2,1 volt.



Gambar 2.5. Sel baterai  
(sumber: pancisinarsurya)

6) Penghubung sel (*cell connector*)

Untuk setiap sel terdapat dua buah penghubung (seperti pada gambar 2.5), yang diperuntukkan pada plat positif dan negatif. Pada semua penghubung sel yang ada pada plat negatif dan positif disambungkan secara seri.

7) Pemisah sel (*cell partition*)

Seperti namanya pemisah sel bertujuan untuk memisahkan setiap sel (seperti pada gambar 2.2).

### 8) Terminal baterai

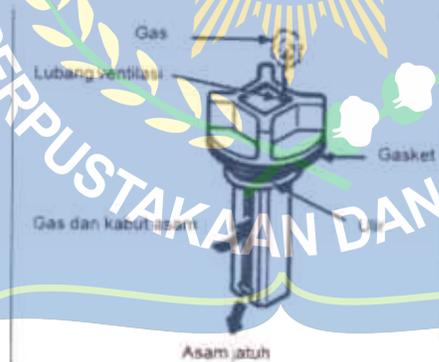
Pada baterai terdapat dua terminal, yaitu terminal negatif dan positif yang ditempatkan pada bagian atas baterai. Saat terpasang, terminal-terminal ini akan dihubungkan dengan kabel besar positif (ke terminal positif baterai) dan kabel massa (ke terminal negatif baterai).



Gambar 2.6. Terminal baterai  
(sumber: paneismarsurya)

### 9) Tutup ventilasi

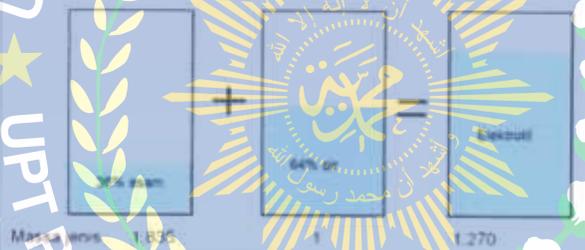
Komponen ini dapat digunakan untuk membuang gas hidrogen yang dihasilkan saat terjadi proses pengisian.



Gambar 2.7. Tutup ventilasi  
(sumber: paneismarsurya)

### 10) Larutan elektroliit

Larutan elektrolit merupakan cairan pada baterai yang mencampurkan antara asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) dan air ( $H_2O$ ). secara kimia, kedua campuran tersebut bereaksi dengan bahan aktif pada plat baterai agar bisa menghasilkan listrik. Baterai yang terisi penuh memiliki kadar kisaran 36% asam sulfat dan 64% air. Larutan elektrolit mempunyai berat jenis (*specific gravity*) 1,270 pada  $20^\circ C$  ( $68^\circ F$ ) pada saat baterai terisi penuh. Makin tinggi berat jenis (*specific gravity*), maka makin kental zat cair tersebut. Berat jenis pada air adalah 1 dan untuk berat jenis pada asam sulfat adalah 1,835. Dengan campuran antara 36% asam sulfat dan 64% air maka berat jenis larutan elektrolit pada baterai mempunyai kisaran 1,270.



Gambar 2.8. Campuran asam dan air pada larutan elektrolit  
(sumber: pancisinarsurya)

Untuk mendapatkan energi listrik harian yang dibutuhkan dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Energi harian} = \text{daya} \times \text{lama pemakaian} \dots\dots 2.5$$

Untuk menghitung kapasitas baterai dapat menghitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kapasitas baterai} = \text{Tegangan} \times \text{Kapasitas}_{Ah} \dots\dots 2.6$$

Untuk menghitung kapasitas real yang dimiliki baterai dapat menghitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kapasitas reel baterai} = \text{kapasitas baterai} \times \text{DOD} \dots\dots 2.7$$

Dimana:

Kapasitas real baterai = daya baterai yang bisa digunakan

Kapasitas baterai = daya baterai secara keseluruhan

DOD = besarnya deep of discharger

Untuk menentukan berapa jumlah panel yang akan digunakan maka dapat menghitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Jumlah unit baterai} = \frac{\text{Energi harian}}{\text{Kapasitas reel baterai}} \dots\dots 2.8$$

Dimana:

Energi harian = energi yang dibutuhkan dalam sehari

Kapasitas reel baterai = daya baterai yang bisa digunakan

#### D. Charger Controller

*Charger controller* merupakan salah satu alat elektronik yang dapat digunakan sebagai pengatur arus searah (DC) yang telah masuk ke baterai yang diambil dari baterai ke beban, *charger controller* berguna untuk mengontrol *overcharging* atau kelebihan pengisian karena baterai telah penuh serta kelebihan *voltase* yang di peroleh dari panel surya. Kelebihan *voltase* serta *overcharging* dapat menimbulkan dampak terjadinya pengurangan umur pada baterai. *Charger controller* menerapkan teknologi *pulse width modulation* (PWM) yang berfungsi untuk mengatur pengisian baterai dan pembebasan arus dari baterai ke beban.

*Charger controller* pada sistem panel surya (atau sering disebut SCC atau *Battery Control Unit* (BCU) atau *Battery Control Regulator* (BCR) adalah bagian yang penting. Peran utama SCC ialah dapat melindungi serta melakukan otomatisasi pada pengisian baterai. Hal ini dapat bertujuan untuk mengoptimalkan sistem dan menjaga agar masa pakai baterai dapat dimaksimalkan.

1. Ada tiga kondisi yang mampu dilakukan oleh *Charger Controller* pada sistem tenaga surya :

1) Mengendalikan tegangan panel surya

Tanpa fungsi ini pengendali antara panel surya dan baterai, panel akan melakukan pengisian baterai melebihi tegangan daya yang mampu ditampung baterai, sehingga dapat mengakibatkan kerusakan sel yang terdapat di dalam baterai. Mengisi daya pada baterai secara berlebihan dapat membuat baterai meledak.

2) Mengawasi tegangan baterai

SCC mampu mendeteksi saat tegangan baterai terlalu rendah. Jika tegangan baterai turun di bawah tingkat tegangan tertentu, SCC akan memutus beban dari baterai agar daya pada baterai tidak habis. Penggunaan baterai dengan kapasitas daya habis akan merusak baterai, bahkan baterai tidak dapat digunakan lagi.

3) Menghentikan arus terbalik pada saat malam hari

Pada malam hari panel surya tidak akan menghasilkan arus, karena tidak terdapat lagi sumber dari cahaya matahari. Alih-alih arus akan berhenti, arus

yang terdapat di dalam baterai dapat mengalir terbalik ke panel surya, hal ini dapat merusak sistem pada panel surya.

## 2. Beberapa fungsi detail mengenai *charger controller*

- 1) Dapat mengatur pengisian arus ke baterai, menghindari terjadinya *overcharging*, dan *overvoltage*.
- 2) Mengatur arus yang dibebaskan untuk atau diambil dari baterai agar baterai tidak *full discharge*, dan *overloading*.
- 3) Dapat memonitoring temperatur baterai.

## 3. Jenis *charger controller*

- 1) *Pulse Wide Modulation* (PWM), berfungsi untuk mengatur aliran energi untuk baterai dengan mengurangi arus secara bertahap, yang biasa disebut dengan modulasi lebar pulsa. Pengontrol PWM sangat bagus untuk aplikasi skala kecil karena pada sistem panel surya dan baterai harus memiliki *voltase* yang sesuai.
- 2) *Maximum Power Point Tracker* (MPPT), dapat mengambil maximum daya dari *photovoltaic* (PV). MPPT *charger controller* dapat menyimpan kelebihan daya yang digunakan oleh beban ke dalam baterai, apabila daya yang dibutuhkan beban lebih besar dari daya yang dihasilkan oleh *photovoltaic* (PV) maka daya dapat diambil dari baterai.

Untuk menghitung kapasitas *charger controller* dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut :

$$I = I_{sc} \times N_p \times 125\% \dots\dots\dots 2.9$$

Keterangan :

$I$  = Arus (*Ampere*)

$I_{sc}$  = *Short circuit current*

$N_p$  = Jumlah panel

### E. Inverter

Inverter merupakan suatu perangkat elektronik yang mampu mengubah arus listrik searah (DC) menjadi arus bolak-balik (AC) pada tegangan dan frekuensi yang di perlukan sesuai dengan perancangan rangkaiannya. Sumber dari arus listrik searah (DC) yaitu masukan dari interver tersebut berupa baterai, aki, maupun sel surya. Inverter akan sangat di perlukan pada rangkaian ataupun peralatan yang memiliki keterbatasan pasokan arus bolak balik (AC). Karena adanya inverter maka dapat menggunakan baterai, aki, maupun sel surya untuk mengfungsikan peralatan-peralatan rumah tangga elektronik yang bersumber dari listrik, umumnya membutuhkan sumber listrik bertegangan 220 V ataupun 110 V.

Bentuk Gelombang yang akan di peroleh inverter diantaranya adalah gelombang persegi (*square wave*), gelombang sinus (*sine wave*), gelombang sinus yang dimodifikasi (*modified sine wave*), dan gelombang modulasi pulsa lebar (*pulse width modulated wave*) semua gelombang ini tergantung pada desain rangkaian inverter yang bersangkutan. Bentuk-bentuk gelombang yang sekaligus banyak dimanfaatkan ialah gelombang sinus (*sine wave*) dan gelombang sinus yang dimodifikasi (*modified sine wave*). Sementara itu frekuensi arus listrik yang diperoleh pada umumnya ialah kisaran 50Hz atau 60Hz dengan tegangan keluaran

sekitar 120V atau 240V. Output daya listrik yang sangat umum di dapatkan untuk produk-produk konsumen adalah kisaran 150 watt hingga 3000 watt. Kini sudah sangat banyak macam dan jenis inverter yang beredar untuk dijual.

Dalam prinsip kerja inverter yaitu, sebuah inverter yang dapat mengubah arus listrik DC (*direct current*) ke arus listrik AC (*alternating current*) ini terdiri dari rangkaian osilator, rangkaian saklar (*switch*), dan sebuah transformator (*trafo*) *center tap* (CT) seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.9. Rangkaian inverter  
(sumber: teknikelektronika.com)

Sumber daya yang berupa arus listrik DC (*direct current*) dengan tegangan kecil (contoh 12V) diberikan ke *Center Tap* (CT) sekunder transformator sedangkan dua ujung transformator lainnya (titik A dan titik B) di satikan melalui saklar (*switch*) dua arah ke ground rangkaian. Jika saklar menyatu pada titik A akan menyebabkan arus listrik jalur 1 mengalir dari terminal positif baterai ke *center tap primer transformator* yang kemudian mengalir ke titik A transformator hingga ke ground melalui saklar. Pada saat saklar dipindahkan dari titik A ke B, arus listrik yang mengalir pada jalur 1 akan berhenti dan arus listrik jalur 2 akan mulai mengalir dari terminal positif baterai ke *central tap primer transformator* hingga ke ground melalui saklar titik B. pada titik A, B dan jalur 1, 2 dapat dilihat pada gambar diatas.

Perubahan *on* dan *off* atau A dan B pada saklar (*switch*) ini dikendalikan oleh sebuah rangkaian osilator yang berfungsi sebagai pembangkit frekuensi 50Hz, yaitu memindahkan arus listrik dari titik A ke B dan titik B ke A dengan kecepatan 50 kali perdetik. Dengan demikian arus listrik DC (*direct current*) yang mengalir di jalur 1 dan 2 bergantian sebanyak 50 kali perdetik sehingga ekuivalen dengan arus listrik AC (*alternating current*) yang berfrekuensi 50Hz. Sementara itu komponen utama yang dimanfaatkan sebagai *switch* rangkaian inverter tersebut pada umumnya adalah transistor.

Skunder trafo akan menghasilkan keluaran berupa tegangan yang lebih besar (contoh 120V atau 240V) tergantung jumlah lilitan pada kumparan sekunder transformator atau rasio lilitan antara primer dan sekunder transformator pada inverter tersebut.

#### **F. Pompa**

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

Pada umumnya pompa digerakkan oleh motor, mesin, atau sejenisnya. Pompa dapat memindahkan cairan dari satu tempat ke tempat lainnya melalui suatu media perpipaan dengan cara menambahkan energi pada cairan yang akan dipindahkan dan akan dilakukan secara terus menerus.

Pompa beroperasi dengan prinsip menggunakan tekanan antara bagian masuk (*suction*) dengan bagian keluar (*discharge*). Dengan kata lain pompa berfungsi mengubah tenaga mekanis dari suatu sumber tenaga (penggerak) menjadi tenaga kinetis (kecepatan), dimana tenaga ini berguna untuk mengalirkan cairan dan mengatasi hambatan yang ada sepanjang pengaliran cairan.



Gambar 2.10. Pompa air AC dan DC

(sumber: google)

Pompa air saat ini memiliki 2 tipe suplai daya, yang pertama suplai daya arus bolak-balik, dan yang kedua adalah suplai daya arus searah. Kedua pompa air ini memiliki keunggulan masing-masing yang mana pada pompa arus bolak-balik memiliki keunggulan salah satunya sangat mudah untuk dijumpai di pasaran dan menggunakannya juga sangat mudah karena hanya di hubungkan pada daya yang bersumber pada PLN maka pompa sudah bisa digunakan. Lain halnya dengan pompa arus bolak-balik, pompa arus searah memiliki keunggulan di bidang harga yang sangat terjangkau dan pompa ini hanya memerlukan sebuah baterai ataupun aki kendaraan sepeda motor atau mobil maka pompa akan langsung bisa digunakan.

### G. Kabel Distribusi

Untuk mendistribusikan energi elektrik yang dihasilkan sistem fotovoltaik ke beban, dibutuhkan media perantara berupa kabel. Kabel ini mempunyai hambatan atau resistansi. Oleh karena itu akan terjadi rugi tegangan pada kabel distribusi ini, agar sistem dapat bekerja secara optimal maka rugi tegangan ini harus di jaga agar tidak terlalu besar yaitu menggunakan kabel dengan bahan dan ukuran tertentu. Ukuran kabel dinyatakan sebagai total luas penampang kawat pada tiap konduktor.

Untuk menentukan hambatan pada kabel dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$R = \rho \frac{L}{A} \dots\dots\dots 2.10$$

Dimana

R = hambatan (ohm)

$\rho$  = hambatan jenis Cu 0,017241 (ohm mm<sup>2</sup>/m)

L = panjang kabel (m)

Untuk menentukan tegangan jatuh pada pada kabel pengantar dapat menghitung dengan rumus sebagai berikut:

$$V_r = \frac{\sqrt{3} \times \rho \times L \times I \times \cos \Phi}{A} \dots\dots\dots 2.11$$

Dimana:

V<sub>r</sub> = tegangan jatuh

I = Arus

$\rho$  = tahanan jenis kabel

A = Luas penampang kabel

L = panjang kabel

## BAB III

### METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini, sistem pembangkit listrik tenaga surya yang digunakan adalah sistem *off grid* atau berdiri sendiri dengan menggunakan baterai sebagai tempat penyimpanan daya, serta sumber energinya berasal dari sinar matahari. Pemanfaatan desain ini dapat diaplikasikan pada sawah tadah hujan sebagai bentuk modernisasi dari sumber energi terbarukan. Baterai sebagai penyimpan daya agar dapat menyimpan energi dari sinar matahari melalui *charge controller* dan *inverter* mengubah besaran arus DC (*Direct Current*) ke AC (*Alternating Current*) agar dapat menggerakkan pompa air.

#### A. Waktu dan Tempat Penelitian

1. Waktu : April 2021 hingga Desember 2021
2. Tempat : a) Universitas Muhammadiyah Makassar  
Jalan Sultan Alauddin 259, Makassar  
b) Desa Lara, Kec. Baebunta Selatan, Kab. Luwu Utara

#### B. Alat dan Bahan

1. Alat

Beberapa alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- a) Laptop/komputer

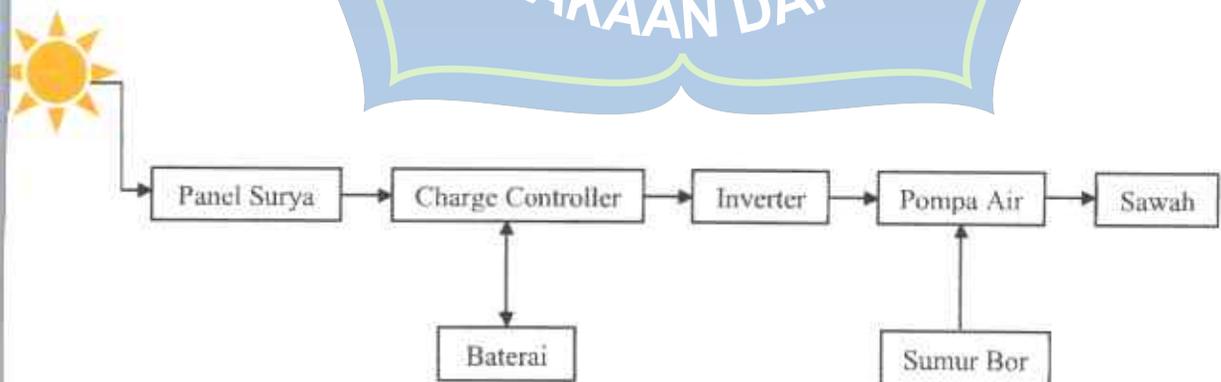
## 2. Bahan

Bahan yang digunakan dalam desain aktual

1. Dokumen mengenai panel surya dan *charger controller*
2. Dokumen mengenai baterai
3. Dokumen mengenai inverter
4. Dokumen mengenai pompa
5. Data durasi waktu untuk satu siklus pengairan sawah
6. Data dimensi sawah
7. Data kapasitas pompa yang digunakan saat ini
8. Data spesifikasi panel surya yang akan digunakan nanti
9. Data spesifikasi *charger controller* yang akan digunakan nanti
10. Data spesifikasi baterai yang akan digunakan nanti
11. Data spesifikasi pompa yang akan digunakan nanti

## C. Skema Penelitian

Adapun garis besar dari sistem ini serta model yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan sebagai berikut :



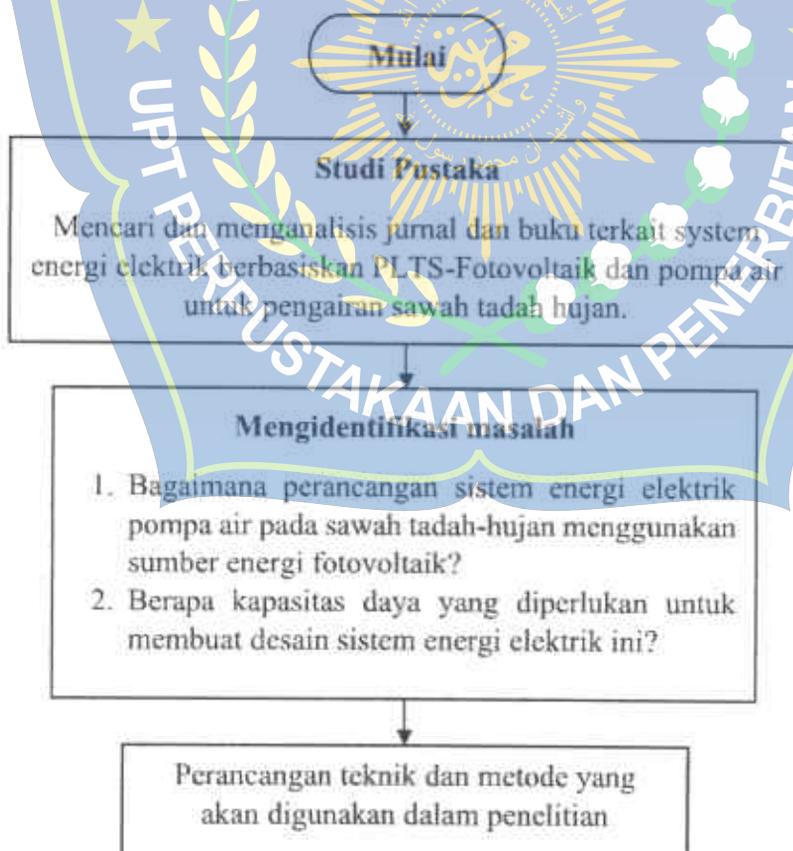
Gambar 3.1. Skema sistem aktual

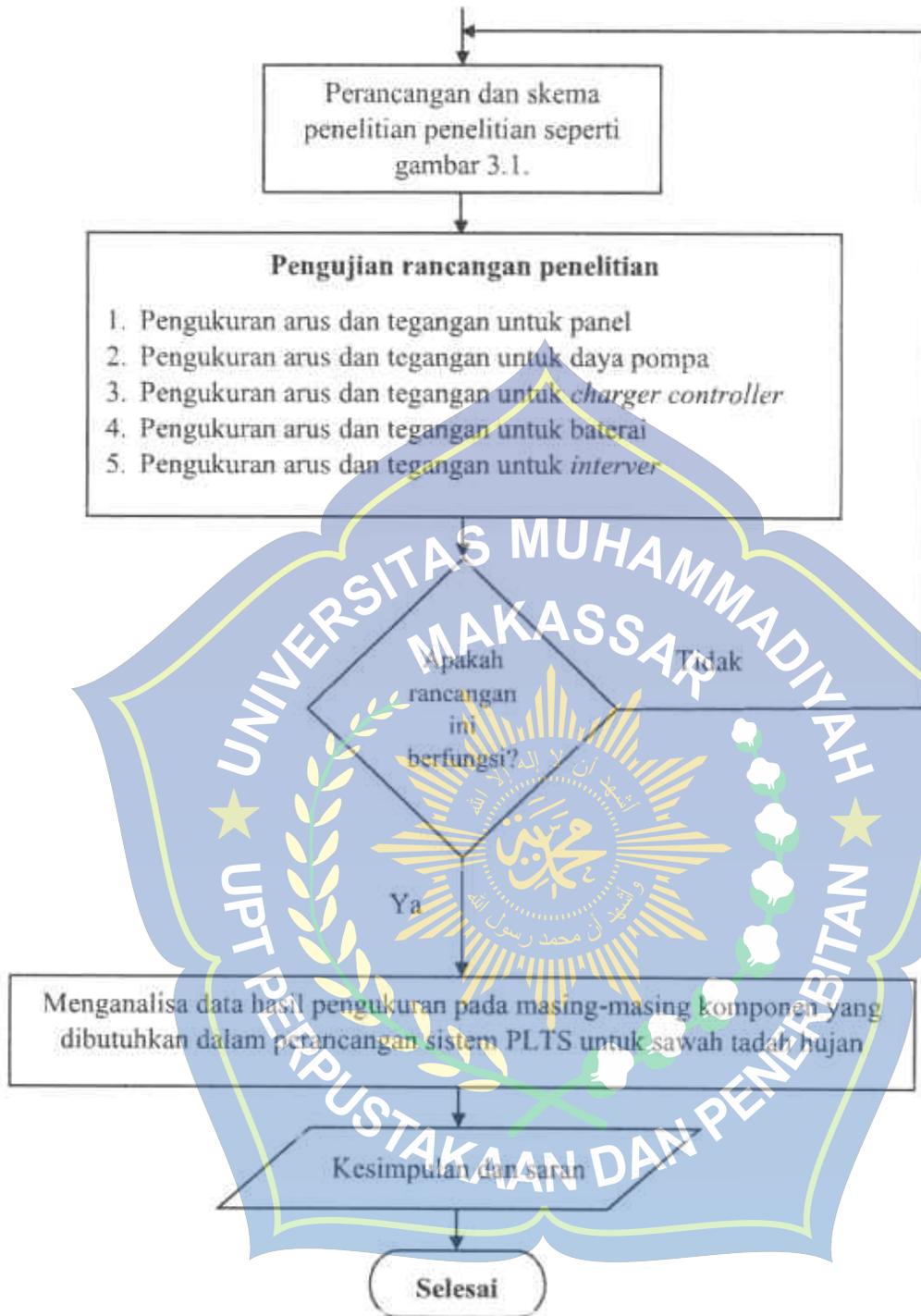
Berikut penjeiasan tentang konfigurasi dari sistem diagram blok di atas :

Panel surya berfungsi sebagai sumber energi berupa tegangan yang dihasilkan dari sinar matahari, lalu tegangan yang dihasilkan oleh panel surya akan melewati *charger controller* untuk mengontrol kebutuhan baterai agar tidak terjadi *over charging*, kemudian tegangan masuk ke *interver* untuk mengubah arus DC (*Direct Current*) ke arus AC (*Alternating Current*) lalu memberikan tegangan arus AC (*Alternating Current*) kepada pompa air agar dapat mengalirkan air dari sumur bor yang telah tersedia dan airpun dapat mengalir ke sawah tadah hujan.

#### D. Langkah Penelitian

Secara garis besar tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada bagian alir berikut.





Gambar 3.2. Bagan alir proses penelitian

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Kondisi Aktual

Di Indonesia masih banyak lahan persawahan yang sulit mendapatkan pasokan air untuk mengairi persawahan seperti di daerah Luwu Utara Desa Lara. Salah satu bidang sawah yang dijadikan objek penelitian di Desa Lara dengan luas keseluruhan sekitar 0,8 ha, panjang 100 meter, lebar 80 meter serta mempunyai satu sumur bor, dan luas pematang sawah 1,5 meter.



Gambar 4.1. Sawah yang menjadi objek penelitian di Luwu Utara

a. Luas sawah

Sawah yang digunakan sebagai objek penelitian mempunyai spesifikasi ukuran 100 meter × 80 meter

$$\begin{aligned} \text{Luas sawah} &= P \times L \\ &= 100 \times 80 \\ &= 8.000 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

b. Data pompa dan pengoperasiannya

Pada saat ini masyarakat yang berada di Desa Lara beberapa menggunakan mesin pompa Alkon. Berikut spesifikasi pada pompa tersebut :

1. Jenis mesin Honda GP 1600H-4 Tak 5.5 HP/3600 rpm
2. Daya hisap pompa 3 inch
3. Daya buang pompa 3 inch
4. Tipe bahan bakar Gas LPG 3kg
5. Ketinggian daya hisap 7.5 meter
6. Debit air 1100 L/menit
7. Kapasitas bahan bakar 3,1 liter
8. Kapasitas oli 3,1 liter
9. Ukuran selang 3"/80 mm
10. Waktu pengoperasian selama 24 jam

## B. Desain Sistem



Gambar 4.2. Lokasi pemasangan panel surya dan peletakan titik pompa air pada sawah tadah hujan

Keterangan:

----- Penghantar Panel

— Penghantar Beban



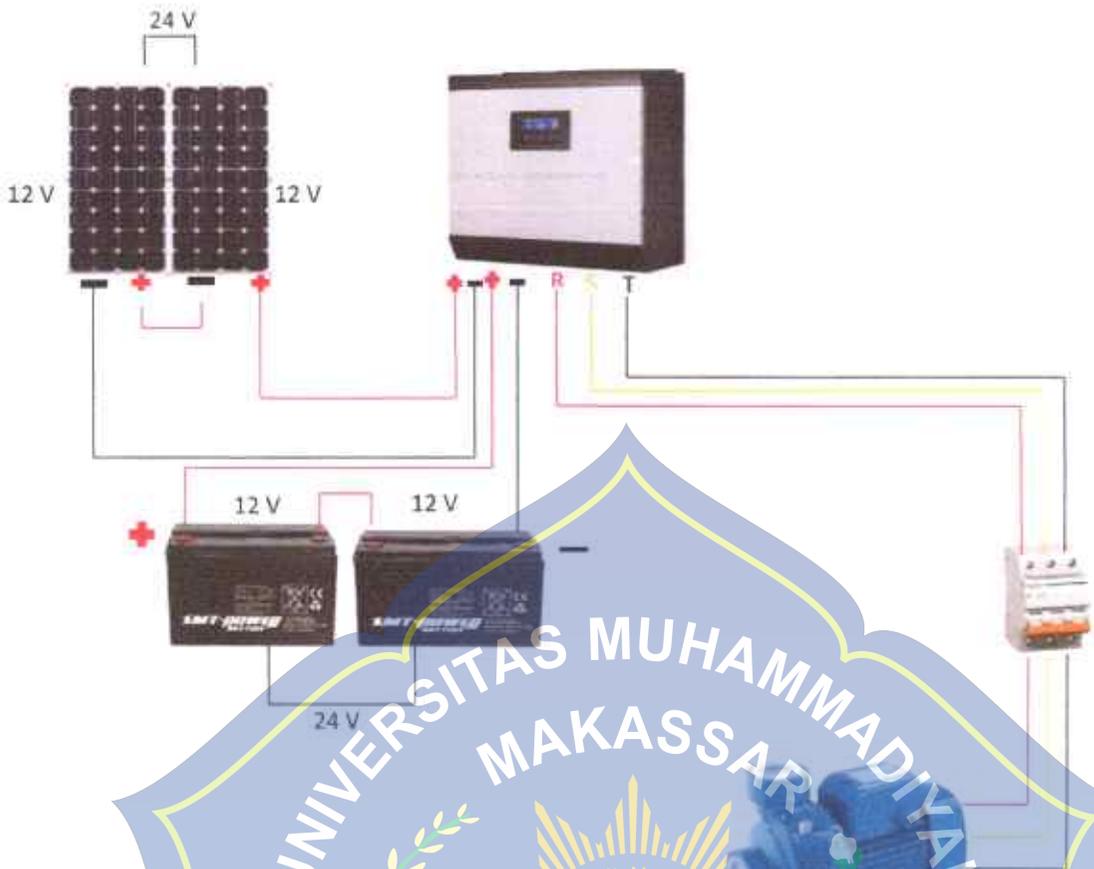
Panel surya



Pompa air



Tempat penyimpanan baterai, *charger controller* dan inverter



Gambar 4.3. Rangkaian pembangkit listrik tenaga surya untuk penggerak pompa air

a. Spesifikasi pompa yang akan digunakan

Pompa pedrello HFm 6B spesifikasinya yaitu :

1. Bahan impereller : Brass
2. Daya hisap : 7 M
3. Daya dorong : 5 – 14.5 M
4. Kapasitas : 200 – 1.100 l/min
5. Electric motor : 1,5 kW / 2 Hp / 380 V (3 phase/50 Hz)
6. Inlet : 3 inchi
7. Outlet : 3 inchi

Maka dari itu mendapatkan hasil debit maksimum dengan menggunakan persamaan 2.1 sebagai berikut:

$$Q = \frac{\text{kapasitas pompa}}{t} = \frac{1.100 L}{\frac{1}{60} \text{ jam}} = 66.000 L/\text{jam}$$

b. Energi listrik harian yang dibutuhkan

Untuk mendapatkan energi listrik harian yang dibutuhkan dapat menggunakan Persamaan 2.5 sebagai berikut:

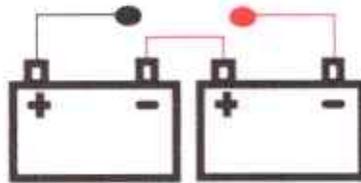
$$\begin{aligned} \text{Energi harian} &= \text{daya} \times \text{lama pemakaian} \\ &= 1500 \text{ Watt} \times 24 \text{ jam} \\ &= 36000 \text{ Wh} \\ &= 36 \text{ kWh} \end{aligned}$$

c. Menentukan kapasitas baterai/aki

★ Tabel 4.1. Spesifikasi baterai yang akan digunakan ★

Aki VRLA MPower 12 V 100 Ah	
Tegangan Nominal	12V
Kapasitas yang termlai	100Ah
Model	Baterai VRLA
Dimensi (mm)	161×173×216
Berat	32Kg

Baterai yang akan digunakan yaitu 100 Ah 12 volt yang akan diserikan yang membentuk "unit baterai" bertegangan 24 Volt dengan menggunakan Persamaan 2.6 sebagai berikut:



Gambar 4.4. Unit baterai 24 Volt

$$\text{Kapasitas baterai} = \text{Tegangan} \times \text{Kapasitas\_Ah}$$

$$\text{Kapasitas baterai} = 24 \text{ Volt} \times 100 \text{ Ah}$$

$$\text{Kapasitas baterai} = 2.400 \text{ Ah}$$

Syarat baterai bekerja secara normal adalah arus yang tersimpan di baterai tidak boleh terkuras lebih dari 25%, sehingga DoD (*Depth of Discharge*) baterai yaitu  $100\% - 25\% = 75\%$  kapasitas normal. Sehingga untuk menentukan kapasitas reel baterai dengan menggunakan Persamaan 2.7 sebagai berikut:

$$\text{Kapasitas reel baterai} = \text{Kapasitas baterai} \times \text{DoD}$$

$$\text{Kapasitas reel baterai} = 2.400 \times 75\%$$

$$\text{Kapasitas reel baterai} = 1.800 \text{ Ah}$$

Maka dari itu kapasitas reel baterai yang didapatkan adalah 1.800 Ah.

Untuk menentukan jumlah unit baterai menggunakan cara energi harian akan dibagi dengan kapasitas reel baterai. Dengan menggunakan Persamaan 2.8 sebagai berikut:

$$\text{Jumlah unit baterai} = \frac{\text{Energi harian}}{\text{Kapasitas reel baterai}}$$

$$\text{Jumlah unit baterai} = \frac{3.6000}{1.800}$$

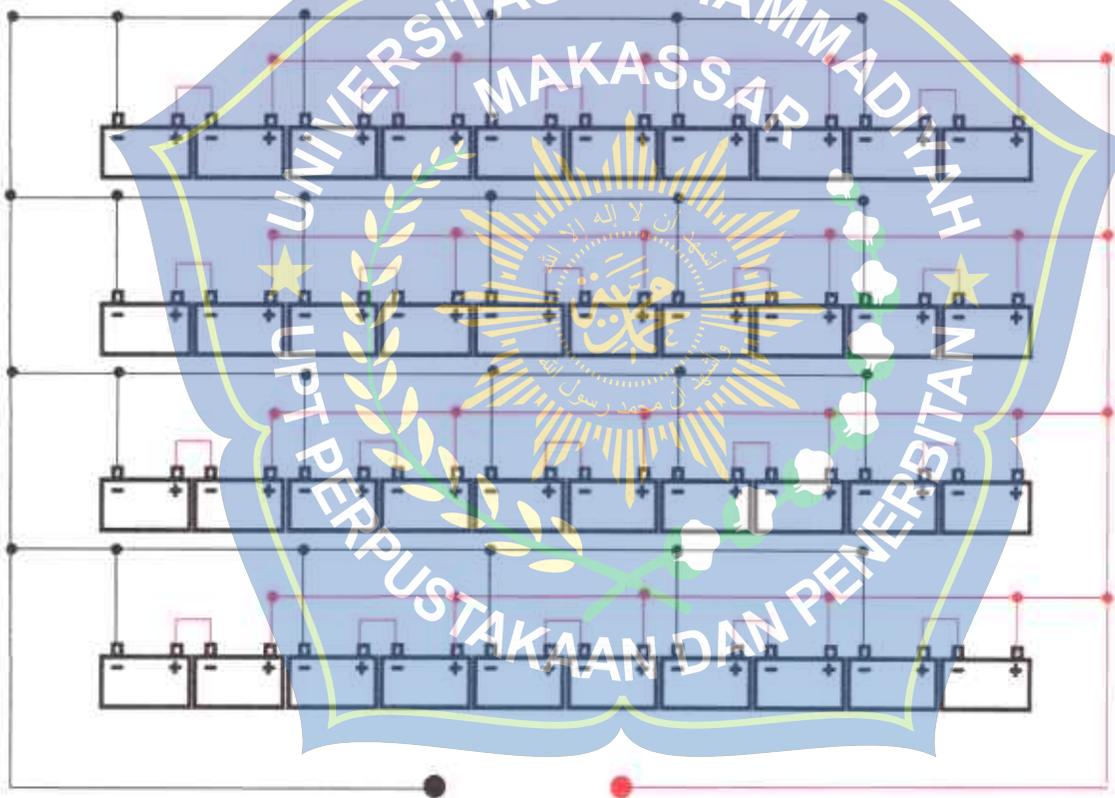
$$\text{Jumlah unit baterai} = 20 \text{ unit baterai}$$

Karena dalam satu unit baterai terdapat dua buah baterai maka untuk mendapatkan jumlah baterai yang diperlukan, jumlah unit baterai dikali dengan dua.

$$\text{Jumlah baterai} = 20 \times 2 \text{ buah}$$

$$\text{Jumlah baterai} = 40 \text{ buah}$$

Jumlah baterai yang diperlukan yaitu sebanyak 40 buah baterai. Daya tahan baterai 3-5 tahun Diagram / konfigurasi baterai adalah seperti pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5. Rangkaian 40 buah baterai seri-paralel

d. Menentukan jumlah panel surya yang dibutuhkan

**Tabel 4.2. Spesifikasi panel surya yang digunakan**

Panel Surya POLY 200 WP	
<i>Peak Power (Pmax)</i>	200 W
<i>Cell Efficiency</i>	16.93 %
<i>Max power voltage (Vmp)</i>	35.6 V
<i>Max power current (Imp)</i>	5.62 A
<i>Open-Circuit voltage (Voc)</i>	43.6 V
<i>Short-Circuit current (Isc)</i>	6.05 A
<i>Power tolerance</i>	± 3%
<i>Operating temperature</i>	-4°C to +85°C
<i>Series fuse rating (A)</i>	12
<i>Number of bypass diode</i>	3
<i>Max system voltage</i>	1000V DC
<i>Dimension (mm)</i>	1320x990x55mm
<i>Connector</i>	MC4 Plug Type

Untuk nilai insolasi harian matahari akan dipergunakan nilai insolasi rata-rata terendah yaitu 4,5 jam pemilihan nilai ini bermaksud supaya pada saat insolasi harian matahari berada pada titik paling rendah, maka Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) yang akan dibangun tetap dapat memenuhi besar kapasitas yang akan dihasilkan. Dengan menggunakan Persamaan 2.2 sebagai berikut:

$$\text{kapasitas panel surya} = \frac{\text{Energi harian}}{\text{waktu isolasi rata-rata minimum}}$$

$$\text{kapasitas panel surya} = \frac{36.000}{4,5}$$

$$\text{kapasitas panel surya} = 8.000 \text{ Wp}$$

Karena panel surya yang akan dipakai berukuran 200 Wp, sehingga kebutuhan panel surya yang akan diterapkan dengan menggunakan kapasitas panel surya dibagi dengan nilai daya panel surya. Digunakan Persamaan 2.3 :

$$\text{jumlah panel surya} = \frac{8.000}{200} = 40 \text{ panel}$$

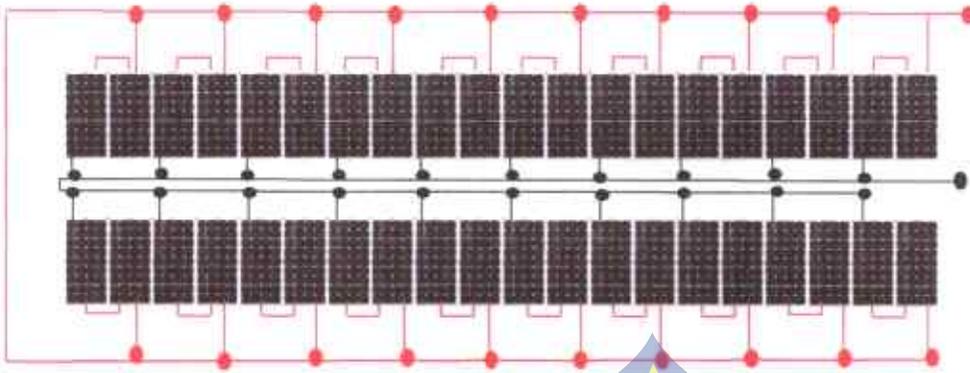
Jadi jumlah panel yang dibutuhkan sekitar 40 buah panel.

Dari besarnya daya yang dihasilkan panel surya bisa diketahui berapa daya maksimal yang akan digunakan beban. PLTS Mencuplai sebesar 100% dari energi keseluruhan. Karena rugi-rugi *loses* dianggap 15%. Untuk menghitungnya digunakan Persamaan 2.4 sebagai berikut:

$$\text{Kapasitas real panel surya} = E_p - (15\% \times E_p)$$

$$\text{Kapasitas real panel surya} = 8.000 - (15\% \times 8.000)$$

$$\text{Kapasitas real panel surya} = 6.800 \text{ Wp}$$



Gambar 4.6. Rangkaian 44 buah panel surya seri-paralel

e. Penghantar

Menghitung penghantar dari panel surya ke *charger controller* dan *charger controller* ke baterai dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Penghantar} = \frac{\text{kapasitas panel surya}}{\text{Tegangan}}$$

$$\text{Penghantar} = \frac{6.000}{24}$$

$$\text{Penghantar} = 333,3 \text{ A}$$

Jadi penghantar dari panel surya ke *charger controller* dan *charger controller* ke baterai adalah 333,3 A

f. Kapasitas *charger controller*

Untuk mengetahui kapasitas *charger controller* maka diperlukan Persamaan 2.9 sebagai berikut:

$$I_{ssc} = I_{sc\text{panel}} \times N_{\text{panel}} \times 125\%$$

$$I_{ssc} = 6,05 \times 40 \times 1,25$$

$$I_{ssc} = 302,5 \text{ A}$$

Jadi *charger controller* yang akan digunakan yaitu 302,5 A.

## g. Inverter

Inverter yang digunakan harus tiga kali lebih besar dari daya motor yang digunakan, dengan demikian dapat di ketahui nilai inverter yang akan digunakan. Untuk mengetahuinya dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Inverter} = 3 \times \text{daya motor}$$

$$\text{Inverter} = 3 \times 1500 \text{ watt}$$

$$\text{Inverter} = 4.500 \text{ watt}$$

$$\text{Inverter} = 4,5 \text{ kW}$$

Jadi inverter yang digunakan 7000 W

Tabel 4.4. Spesifikasi inverter yang akan digunakan

BESTSUNyo Inverter	
Continuous Power	7000 W
Output daya	1-200 kW
Ukuran	297,5*468*125mm
Tegangan output	380V
Tegangan input	24V
Solar controller	MPPT
Output Frequency	50 Hz/60Hz
Waveform	Pure Sine wave
Jenis	Inverter AC/DC
AC charger current	60A

## h. Kabel Distribusi

Kabel mendistribusikan energi listrik yang didapatkan sistem fotovoltaik ke beban, diperlukan media perantara yaitu seperti kabel. Kabel distribusi di desain sebagai penghantar arus AC dari inverter ke beban ialah pompa.

### 1. Penentuan Panjang Penghantar

Untuk mendapatkan panjang penghantar dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$L = 70 \text{ m} + 10\%$$

$$L = 77 \text{ m}$$

### 2. Jatuh Tegangan

Pertama menghitung dulu luas penampang sebelum menentukan jauth tegangan. Kabel yang digunakan adalah kabel NYY dengan luas penampang  $3 \times 1,5 \text{ mm}$  karena luas penampang satuannya  $\text{m}^2$  maka  $0,0000045 \text{ m}^2$ . Untuk menentukan hambatan penghantar, dimana nilai hambatan jenis tembaga yang digunakan adalah  $0,000000017 \ \Omega\text{m}$  dan L adalah panjang kabel penghantar maka untuk menentukan hambatan penghantar dapat menggunakan Persamaan 2.10 sebagai berikut:

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

$$R = 0,000000017 \times \frac{77}{0,0000045}$$

$$R = 0,3 \ \Omega$$

Untuk menghitung kerugian tegangan (*Drop Voltage*) pada instalasi tiga phase dapat menggunakan persamaan 2.11

$$V_r = \frac{\sqrt{3} \times \rho \times L \times I \times \cos \Phi}{A}$$

$$V_r = \frac{1,732 \times 0,000000017 \times 77 \times 4 \times 0,80}{0,0000045}$$

$$V_r = 1,6 \text{ Volt}$$

Jadi tegangan jatuh (*Drop Voltage*) yaitu 1,6 Volt. Maka tegangan yang akan menuju ke beban sebesar  $380 - 1,6 = 378,4 \text{ Volt}$ . Batas wajar jatuh tegangan sebesar 5% dari tegangan.

i. Rencana Anggaran Biaya (RAB) Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Berikut ini adalah rincian biaya yang dibutuhkan dalam perancangan alat sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) untuk kebutuhan pengairan sawah tadah hujan di Luwu Utara:

Tabel 4.4. Rencana Anggaran Biaya (RAB) PLTS

No	Jenis barang	Jumlah	Harga Satuan	Harga Total
1	Panel surya 200 WP Polycrystall	40	Rp. 935.000	Rp. 37.400.000
2	Baterai VRLA 100 Ah 12 V	40	Rp. 1.150.000	Rp. 46.000.000
3	Hybrid Inverter BESTSunyo 7Kw	1	Rp. 6.949.668	Rp. 6.950.000
4	Pompa pedrollo HFm 6B	1	Rp. 7.500.000	Rp. 7.500.000
5	Kabel NYY 3×1,5 mm	77	Rp. 11.990	Rp. 923.000
Total				Rp.98.773.000

j. Total pembiayaan pembuatan pompa berbahan bakar gas LPG

Penggunaan pompa pada saat musim kemarau biasa di gunakan selama 30 kali dari sebelum penanaman sampai dengan panen dengan siklus 100 hari, jenis pompa yang digunakan adalah Pompa Alkon 3 inchi seharaga Rp. 5.060.000, gas yang diperlukan dalam satu hari sebanyak 4 buah gas LPG 3kg dengan harga di Desa Lara sebesar Rp. 26.000/gas, dan untuk menggunakan PLTS panen dapat berlangsung sebanyak 3 kali dalam setahun serta perkiraan lama pemakaian sekitar 10 tahun. Berikut ini total pembiayaan yang di butuhkan jika menggunakan gas LPG 3kg :

$$\begin{aligned} \text{total pembiayaan} &= 30 \times 3 \times 4 \times 10 \times 26.000 + 5.060.000 \\ &= 98.660.000 \end{aligned}$$

Jadi total pembiayaan keseluruhan adalah Rp. 98.660.000 .



## BAB V

### PENUTUP

#### A. Kesimpulan

Mengenai penjelasan di atas yang bertujuan pada tugas akhir yang telah diteliti, maka dapat di ambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Rancangan sistem energi elektrik untuk pompa air pada sawah tadah-hujan menggunakan sumber energi cahaya matahari. Beberapa komponen yang digunakan seperti panel surya, *charger controller*, baterai, inverter, dan pompa untuk perancangan ini. Memerlukan jumlah panel sebanyak 40 dimana disusun secara seri-parallel yang melintang dari arah utara ke arah selatan, dengan daya suplai sebesar 8.000 Wp, menggunakan baterai sebanyak 40 buah dengan kapasitas baterai 1.800 Ah yang disusun secara seri-parallel, memerlukan kapasitas *charger controller* sebesar 302,5 A yang menggunakan *charger controller* dengan kapasitas sebesar 100 A sebanyak 4 buah dan memerlukan inverter sebesar 4,5 kW yang menggunakan kapasitas inverter 7000 W. Sedangkan untuk pompa mengambil kapasitas sesuai yang ada di lapangan dengan 1.100 liter/menit dimana debit maksimumnya sekitar 66.000 L/jam.
2. Kapasitas daya yang diperlukan untuk membuat desain sistem energi elektrik ini sebesar 36000 Wh.

## B. SARAN

Menyadari bahwa rancangan model sistem pengairan sawah-tadah hujan ini belum sempurna dan belum sempat terealisasikan, sehingga pengembangan dan riset dapat terus dilakukan untuk mewujudkan sistem yang lebih baik, dan kompleks.



## DAFTAR PUSTAKA

- Akhmad, A. N., & Budi, S. S. (2018). Analisis Emisi Gas Pembuangan Pada Mesin Diesel Akon Jenis Starke DWP80. *Mechanical Engineering*, 9(2301-6957), 1-4. Retrieved Oktober 12, 2021
- Hamzah, S. R., G. C., Irianto, & Kasim, I. (2019, Agustus 01). Sistem PLTS Untuk Pompa Air Irigasi Pertanian di Kota Depok. *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 17, 73-86.
- Ivan, R. D. (2020). *Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 200 Wp Dengan Sistem Solar Charge*. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Medan: Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Retrieved Oktober 12, 2021
- Kisah Sejarah perkembangan sel surya pembangkit listrik tenaga matahari yang sangat menginspirasi. (2017, Januari). Retrieved Oktober 15, 2021, from Kelistrikanaku: <https://www.kelistrikanaku.com/2017/01/sejarah-sel-surya-plts-matahari.html>
- Penjelasan Tentang Baterai ACCU/Aki. (2016, September 20). Retrieved Oktober 15, 2021, from Panel Sinar Surya: <https://panelsinarsurya.wordpress.com/2016/09/20/penjelasan-tentang-baterai-accuaki/>
- Ritung, S., Mulyani, A., Kartiwa, B., & Suhardjo, H. (n.d.). *Peluang Perluasan Lahan Sawah*. Balai Penelitian Tanah. Retrieved Oktober 12, 2021, from [https://balittanah.litbang.pertanian.go.id/ind/dokumentasi/buku/buku%20lahan%20sawah/08peluang\\_perluasan\\_lahan\\_sawah.pdf](https://balittanah.litbang.pertanian.go.id/ind/dokumentasi/buku/buku%20lahan%20sawah/08peluang_perluasan_lahan_sawah.pdf)

- Rosalina, & Sinduningrum, E. (2019, November 30). Penerapan pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Lahan Pertanian Terpadu Cisceng Parung-Bogor. *Seminar Nasional Teknoka*, 4. Retrieved Oktober 18, 2021
- Surya, T. J. (2018). *Analisa Perhitungan Tegangan Dan Arus Pada Penggunaan Motor Pompa Air Dc Yang Disuplai Oleh Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya*. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Retrieved November 11, 2021
- Yusfa, M., & Aslam, M. A. (2017). *Desain Sistem Lampu Sorot Gedung Iqra UNISMUH Makassar Berbasiskan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Fotovoltaik*. Universitas Muhammadiyah Makassar, Makassar.



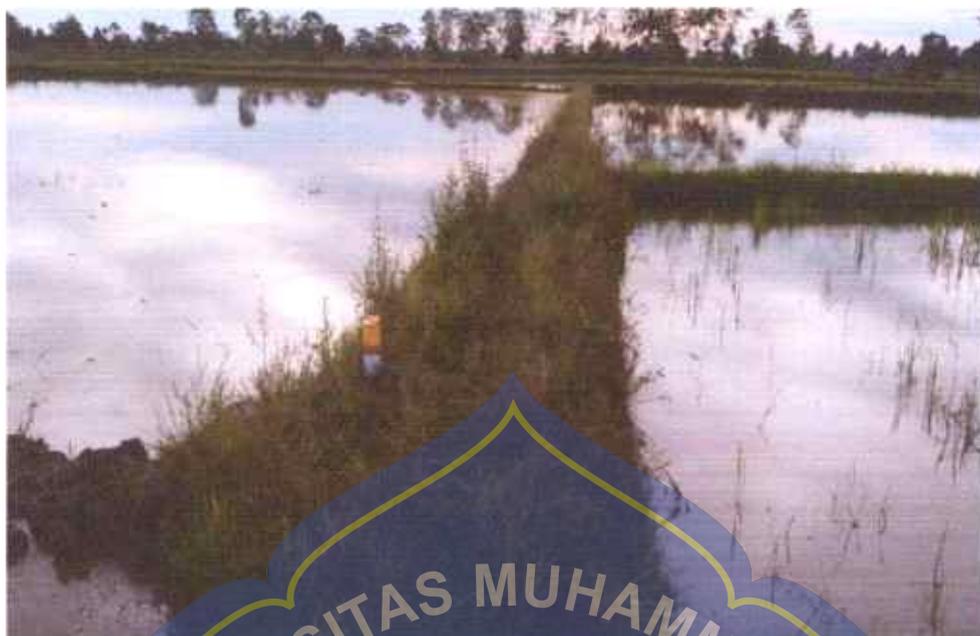
## LAMPIRAN



Gambar 1 Sawah yang belum di tanami padi



Gambar 2 Sawah yang telah ditanami padi



Gambar 3 Sumur bor yang tersedia



Gambar 4 Pompa alkon

### Surat Pernyataan

Yang bertanda tangan di bawah:

Nama : JUMAIN

Pekerjaan : Guru

Alamat : Dusun Lara, Desa Lara, Kec. Baebunta, Kab. Luwu Utara

Saya membenarkan data-data di bawah ini:

Pada saat ini masyarakat yang berada di Desa Lara beberapa menggunakan mesin pompa Alkon. Berikut spesifikasi pada pompa tersebut :

1. Jenis mesin Honda GP 1600H-3 Tak 5.5 HP/3600 rpm
2. Daya hisap pompa 3 inch
3. Daya buang pompa 3 inch
4. Tipe bahan bakar Gas LPG
5. Ketinggian daya hisap 7.5 meter
6. Debit air 1100 liter/menit
7. Kapasitas bahan bakar 3,1 liter
8. Kapasitas oli 3,1 liter
9. Ukuran selang 1" 20 mm
10. Waktu pengoperasian selama 24 jam

Kiranya data yang tertera di atas dapat dipergunakan dengan sebaik-baiknya

Terima Kasih

Lara, 28 November 2021

JUMAIN

Lampiran 1 Surat pernyataan

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR  
UPT PERPUSTAKAAN DAN PENERBITAN

Alamat Kantor: Jl. Sultan Alauddin NO.259 Makassar 90221 Tlp.(0411) 866972,881593, Fax.(0411) 865588

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

SURAT KETERANGAN BEBAS PLAGIAT

UPT Perpustakaan dan Penerbitan Universitas Muhammadiyah Makassar,  
Menerangkan bahwa mahasiswa yang tersebut namanya di bawah ini:

Nama : Ega Putri / Nurul Hiqmah Al – Amin

NIM : 105821108117 / 105821103817

Program Studi : Teknik Elektro

Dengan nilai:

No	Bab	Nilai	Ambang Batas
1	Bab 1	10%	10 %
2	Bab 2	24%	25 %
3	Bab 3	6%	10%
4	Bab 4	9%	10 %
5	Bab 5	4%	5 %

Dinyatakan telah lulus cek plagiat yang diadakan oleh UPT- Perpustakaan dan Penerbitan Universitas Muhammadiyah Makassar Menggunakan Aplikasi Turnitin.

Demikian surat keterangan ini diberikan kepada yang bersangkutan untuk dipergunakan seperlunya.

Makassar, 19 Januari 2022

Mengetahui

Kepala UPT- Perpustakaan dan Penerbitan,

Nursihah, S.Hum., M.I.P  
NBM. 964 591