

**RANCANG BANGUN MESIN PULPER KOPI DENGAN  
ELEKTRO MOTOR AC PENGGERAK *PULLEY*  
MEMANFAATKAN *PHOTOVOLTAIC***

**SKRIPSI**

**OLEH:**

**PERNON MARZUKI ROGANDA SIMBOLON**

**198120041**



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

**MEDAN**

**2024**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 2/4/24

Access From (repository.uma.ac.id)2/4/24

**HALAMAN JUDUL**

**RANCANG BANGUN MESIN PULPER KOPI DENGAN**  
**ELEKTRO MOTOR AC PENGGERAK PULLEY**  
**MEMANFAATKAN PHOTOVOLTAIC**

**SKRIPSI**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh  
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik  
Universitas Medan Area

Oleh:

**Pernon Marzuki Roganda Simbolon**

**198120041**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MEDAN AREA**  
**MEDAN**  
**2024**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 2/4/24

Access From (repository.uma.ac.id)2/4/24

## LEMBAR PENGESAHAN

Judul Skripsi : Rancang Bangun Mesin Pulper Kopi Dengan Elektro Motor AC  
Penggerak *Pulley* Memanfaatkan *Photovoltaic*

Nama : Pernon Marzuki Roganda Simbolon

Npm : 198120041

Fakultas : Teknik

Disetujui  
Komisi Pembimbing



Dr. Ir. Dina Maizana, M.T  
Pembimbing



Dr. Eka Satrio, ST., MT  
KULTAGRI



Dr. Habib Satria, M.T., IPP  
Ka.Prodi  
PRODI. TEKNIK ELEKT

Tanggal Lulus : 15 MARET 2024

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila dikemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.



## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

---

---

Saya sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Pernon Marzuki Roganda Simbolon  
NPM : 198120041  
Program Studi : Teknik Elektro  
Fakultas : Teknik  
Jenis Karya : Tugas Akhir/Skripsi/Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul: **Rancang Bangun Mesin Pulper Kopi Dengan Elektro Motor AC Penggerak Pulley Memanfaatkan Photovoltaic.**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir/skripsi/tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan

Pada Tanggal :

Yang menyatakan



(Pernon Marzuki Roganda Simbolon)

## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan dilumban pande, 26 September 2000 dari ayah Jabangun Simbolon dan ibu Lustaria Situmorang. Penulis merupakan anak kedua dari dua bersaudara.

Tahun 2019 penulis lulus dari SMK Negeri 1 Palipi dan pada tahun 2019 mendaftar sebagai mahasiswa fakultas teknik Universitas Medan Area jurusan teknik elektro.

Selama mengikuti perkuliahan, penulis menjadi lebih memahami serta memperdalam kemampuan dan pengetahuan tentang dunia elektro serta berbagai hal yang berhubungan dengan kelistrikan yang bisa diterapkan penulis di kehidupan sehari-hari. Pada tanggal 11 Juli sampai 06 Agustus tahun 2022 penulis melaksanakan praktek kerja lapangan (PKL) di PKS PT. SOCFINDO TANAH GAMBUS.

## ABSTRAK

Pulper kopi merupakan alat yang digunakan manusia untuk mengupas kulit kopi dari daging kopi. Pada tugas akhir ini, penulis merancang dan mengimplementasikan alat mesin pulper kopi dengan elektro motor AC penggerak *pulley* memanfaatkan *photovoltaic*. Penelitian bertujuan untuk memudahkan pekerjaan petani kopi dalam melakukan pengupasan kulit kopi dengan biji kopi dengan menggunakan elektro motor sebagai penggerak pulper menggunakan pulley dengan memanfaatkan photovoltaic sebagai sumber arus listriknya. Dimana energi dari matahari dimanfaatkan menggunakan *solar panel* dan energi yang dimanfaatkan berubah menjadi arus listrik yang disimpan dalam sebuah baterai berkapasitas 100AH dan disalurkan melalui inverter. Dimana inverter tersebut berfungsi sebagai penyalur arus listrik searah (DC) menjadi arus bolak-balik (AC) Selanjutnya arus tersebut disalurkan sebagai sumber arus penggerak elektro motor, dan dari elektro motor dibantu menggunakan alat pulley dan belting untuk menggerakkan pulper kopi tersebut. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah pengujian baterai dilakukan dengan empat hari pengujian dengan hasil pengujian tertinggi yaitu pada tanggal 18 Oktober pukul 12:00 dengan input cahaya 9611 (Lux) arus yang masuk 1,71 A dan tegangan 12,8 Volt. Untuk pengujian motor induksi tanpa beban dilakukan pada hari jumat dengan pengujian tertinggi yaitu pengujian kelima dengan tegangan yang masuk 12,9V DC tegangan keluar 210 V AC menggunakan daya 370 watt dan menghasilkan putaran 1496 RPM. Pengujian motor induksi dengan beban dilakukan pada hari jumat dengan pengujian tertinggi terdapat pada pengujian keempat dengan tegangan yang masuk 12,8V DC tegangan keluar 222V AC menggunakan daya 370 watt dan menghasilkan putaran 1492 RPM. Pada pengujian pulper kopi dengan pengujian terbesar menggunakan 8,5 kg kopi menghasilkan 1425 RPM putaran motor 1360 RPM putaran pulper kopi dengan waktu 150 detik. Pengujian inverter dilakukan pada hari jumat dengan pengujian tertinggi terdapat pada pengujian kelima dengan tegangan yang masuk 13,1V DC dan tegangan yang keluar 226V AC menggunakan frekuensi 50 Hz. Hasil akhir yang diperoleh dari pengujian dengan menggunakan arus 50 Ah baterai yaitu 379,1 kg kopi.

**Kata Kunci :** Mesin Pulper Kopi, Elektro Motor, *Pulley*, *Photovoltaic*

## ABSTRACT

**Pernon Marzuki Roganda Simbolon, 198120041. "The Design of a Coffee Pulper Machine with an AC Electromotor by Pulley Drive Using Photovoltaics". Supervised by Dr. Ir. Dina Maizana, M.T.**

A coffee pulper is a tool that people use to remove the coffee skin from the coffee pulp. In this final project, the author designed and implemented a coffee pulper machine with an AC electromotor by Pulley drive using Photovoltaics. The research aimed to facilitate the work of coffee farmers in removing the coffee skin from the coffee beans using an electromotor to drive the pulper using a pulley by using photovoltaic as the source of electric power. The energy from the sun was harnessed using solar panels and the harnessed energy was converted into electric current which was stored in a 100AH capacity battery and distributed through an inverter. The inverter acted as a distributor of direct electric current (DC) to alternating current (AC). This current was then channeled as a power source to drive the electric motor, and the electric motor was supported by a pulley and belt device to move the coffee pulper. The results obtained from this research were that the battery test was conducted over four days with the highest test results, namely on October 18 at 12 pm, with a light input of 9611 (Lux), an input current of 1.71 A, and a voltage of 12.8 volts. The test of the induction motor without load was carried out on Friday with the highest test, namely, the fifth test with an input voltage of 12.9V DC and an output voltage of 210V AC using 370 watts of power and producing 1496 RPM of rotation. On Friday, the induction motor was tested with a load, with the highest test being the fourth test with an input voltage of 12.8V DC and an output voltage of 222V AC using 370 watts of power and producing 1492 rpm. In the coffee pulper test, the highest test used 8.5 kg of coffee and produced 1425 rpm of motor rotation and 1360 rpm of coffee pulper rotation for 150 seconds. The inverter tests were conducted on Friday and the highest test was found in the fifth test with an input voltage of 13.1V DC and an output voltage of 226V AC using a frequency of 50 Hz. The final result of the test with a 50 Ah battery was 379.1 kg of coffee.

**Keywords: Coffee Pulper Machine, Electromotor, Pulley, Photovoltaic**



22/03-2024

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Mahas Esa atas segala karunia-Nya sehingga skripsi ini berhasil diselesaikan. Pembuatan alat ini berjudul “Rancang Bangun Mesin Pulper Kopi Dengan Elektro Motor AC Penggerak Pulley Memanfaatkan Photovoltaic.”

Dalam penulisan skripsi ini, penulis mendapatkan bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, baik berupa materi, moral dan spiritual. Selayaknya Penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Kedua Orang Tua penulis yang selalu memberikan doa dan dukungan secara moral maupun material.
2. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc, selaku Rektor Universitas Medan Area.
3. Bapak Dr. Eng. Supriatno, ST., MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
4. Bapak Ir. Habib Satria, M.T, IPP selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Medan Area.
5. Ibu Dr.Ir. Dina Maizana, M.T selaku Dosen Pembimbing I.
6. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Elektro dan Staff Pegawai di Fakultas Teknik Elektro Universitas Medan Area.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat baik untuk kalangan pendidikan maupun masyarakat. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

Penulis,



(Pernon Marzuki Roganda Simbolon)  
198120041

## DAFTAR ISI

### ABSTRAK

### ABSTRACT

### KATA PENGANTAR..... viii

### DAFTAR ISI..... ix

### DAFTAR GAMBAR..... xi

### DAFTAR TABEL ..... x

### BAB I PENDAHULUAN..... 1

1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3

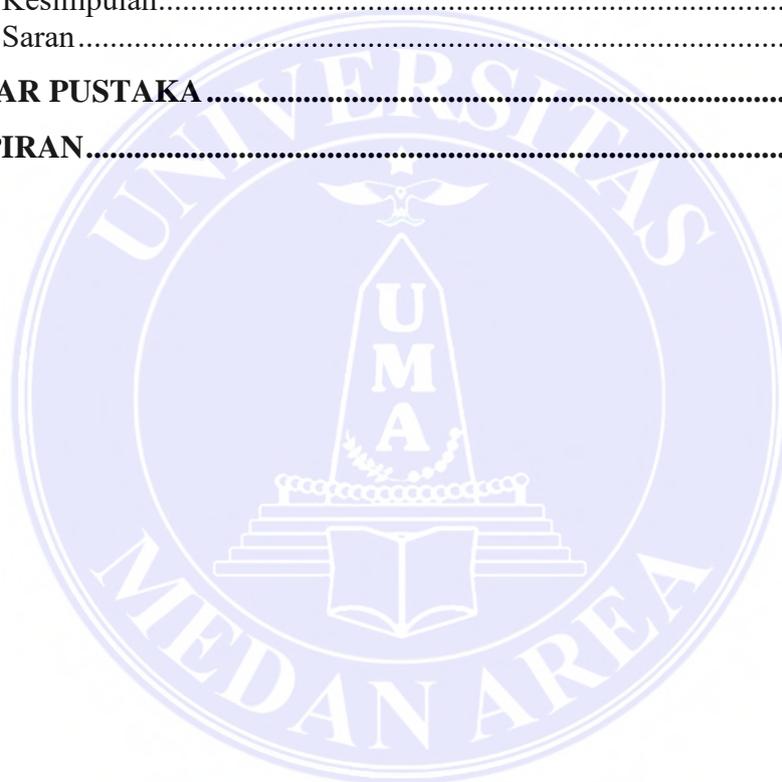
### BAB II TINJAUAN PUSTAKA..... 4

2.1 Kopi.....	4
2.2 Pulper Kopi .....	5
2.3 Motor Induksi.....	5
2.3.1 Fungsi Motor Induksi.....	8
2.3.2 Konstruksi Motor Induksi .....	9
2.3.3 Perhitungan Daya DanTorsi Pada Motor Listrik.....	9
2.4 Pulley.....	11
2.4.1 Pengertian Pulley.....	11
2.4.2 Sistem <i>Pulley</i> Berdasarkan Bentuk Belt.....	12
2.5 Belting .....	13
2.6 Panel Surya.....	15
2.6.1 Pengertian Panel Surya ( <i>Photovoltaic</i> ) .....	15
2.6.2 Karakteristik Sel Surya.....	16
2.6.3 Prinsip Kerja Sel Surya Menjadi Energi Listrik .....	17
2.7 <i>Solar Charge Controller</i> .....	19
2.8 Baterai .....	20
2.8.1 Pengertian Baterai .....	20
2.8.2 Prinsip Kerja Baterai .....	22
2.8.3 Sinyal Luaran Baterai.....	23
2.8.4 Sistem Penyimpanan Energi Pada Baterai .....	24
2.9 Inverter .....	25
2.9.1 Pengertian Inverter .....	25
2.9.2 Prinsip Kerja Inverter Dan Rangkaian Ekuivalen .....	27

### BAB III METODOLOGI PENELITIAN ..... 29

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	29
3.1.1 Tempat Penelitian.....	29
3.1.2 Waktu Penelitian .....	29
3.3 Bahan dan Alat .....	32

3.4 Anggaran Biaya.....	36
3.5 Perancangan Alat.....	37
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>41</b>
4.1 Pengujian Alat.....	41
4.1.1 Pengujian Baterai .....	41
4.2 Pengujian Motor Induksi.....	47
4.2.1 Pengujian Motor Induksi Tanpa Beban.....	47
4.2.2 Pengujian Motor Induksi Dengan Beban .....	48
4.3 Pengujian Pupler Kopi .....	50
4.4 Pengujian Inverter .....	52
4.5 Pembahasan.....	53
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>55</b>
5.1 Kesimpulan.....	55
5.2 Saran.....	55
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>57</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>58</b>



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Buah Kopi .....	4
Gambar 2.2 Pulper Kopi Manual Tampak Depan dan Tampak Samping.....	5
Gambar 2.3 Konstruksi Motor Listrik.....	8
Gambar 2.4 <i>Pulley</i> .....	12
Gambar 2.5 Penggerak <i>Belt</i> Terbuka .....	12
Gambar 2.6. Konstruksi dan Ukuran Penampang Sabuk-V.....	14
Gambar 2.7 Sel Surya Mengubah Energi Matahari Menjadi Listrik .....	15
Gambar 2.8 <i>Solar Charge Controller</i> .....	19
Gambar 2.9 Rangkaian <i>Solar Charge Controller</i> .....	20
Gambar 2.10 Baterai Solar Panel Surya.....	22
Gambar 2.11 Prinsip Rangkaian Baterai Pada Panel Surya.....	23
Gambar 2.12 Gelombang Luaran Baterai .....	23
Gambar 2.13 Inverter DC ke AC .....	26
Gambar 2.14 Prinsip Kerja Inverter .....	27
Gambar 2.15 Sinyal Luaran Inverter.....	28
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian .....	30
Gambar 3.2 Photovoltaic.....	33
Gambar 3.3 Solar Charge Controler.....	34
Gambar 3.4 Baterai .....	34
Gambar 3.5 Motor Induksi.....	35
Gambar 3.6 Belting .....	36
Gambar 3.7 Diagram Blok Sistem Alat .....	37
Gambar 3.8 Diagram Alir Pembuatan Alat.....	39
Gambar 3.9 Sketsa Perancangan Alat .....	40
Gambar 4.1 Grafik Pengisian Baterai Tanggal 18 oktober .....	42
Gambar 4.2 Grafik Pengisian Baterai Tanggal 19 oktober .....	43
Gambar 4.3 Grafik Pengisian Baterai Tanggal 20 oktober .....	44
Gambar 4.4 Grafik Pengisian Baterai Tanggal 21 oktober` .....	46
Gambar 4.5 Grafik Pengujian Motor Induksi Tanpa beban.....	48
Gambar 4.6 Grafik Pengujian Motor Induksi Dengan Beban.....	49

Gambar 4.7 Hasil Perancangan Pulper Kopi.....	50
Gambar 4.8 Grafik Pengujian Pulper Kopi.....	51
Gambar 4.9s Grafik Pengujian Inverter .....	52



## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Jadwal Penelitian.....	29
Tabel 3.2 Spesifikasi Photovoltaic .....	33
Tabel 3.3 Spesifikasi <i>Solar Charge Controler</i> .....	34
Tabel 3.4 Spesifikasi Baterai.....	34
Tabel 3.5 Spesifikasi Motor Listrik .....	35
Tabel 3.6 Rancangan Anggaran Biaya.....	36
Tabel 4.1 Data Pengujian Pengisian Baterai Tanggal 18 Oktober.....	41
Tabel 4.2 Data Pengujian Pengisian Baterai Tanggal 19 Oktober.....	43
Tabel 4.3 Data Pengujian Pengisian Baterai Tanggal 20 Oktober.....	44
Tabel 4.4 Data Pengujian Pengisian Baterai Tanggal 21 Oktober.....	45
Tabel 4.5 Data Pengujian Motor Induksi Tanpa Beban.....	47
Tabel 4.6 Data Pengujian Motor Dengan Beban .....	49
Tabel 4.7 Data Pengujian Pulper Kopi.....	50
Tabel 4.8 Data Hasil Dari Inverter.....	52

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kopi merupakan salah satu komoditas perkebunan yang memiliki nilai ekonomi yang cukup tinggi bersama dengan tanaman perkebunan lainnya dan juga berperan penting dalam pasar devisa negara Indonesia karena merupakan salah satu komoditas unggulan pada subsektor perkebunan. Varietas kopi di Indonesia dibagi menjadi empat varietas utama: Arabica, Robusta, Liberica dan Excelsa. Secara umum, kopi Arabica dan Robusta merupakan dua jenis kopi yang umum di Indonesia, dimana produksi kopi Robusta mencapai 80% dan kopi Arabica sebesar 20%. Kopi adalah minuman terpopuler kedua di dunia setelah teh. Bagi sebagian orang, minum kopi bukan sekadar pengalih perhatian, melainkan bagian darinya gaya hidup.

Pengolahan pascapanen buah kopi biasanya meliputi pengolahan basah dan pengolahan kering. Pengupasan ini bertujuan untuk mempercepat pengelupasan biji kopi dengan alat pengupas kopi. Namun, jika ingin melakukan pengupasan kopi secara manual, dapat dilakukan dengan menumbuk biji kopi menggunakan alat lesung dan kayu. Dalam proses ini, biji kopi akan dipisahkan dari kulitnya. Meskipun memakan waktu lama, yaitu sekitar 43 menit untuk menumbuk 3 kg biji kopi dengan melakukan 74 kali ayunan, proses manual ini tetap dapat dilakukan tetapi akan memakan waktu yang lebih lama. Untuk itu diperlukan mesin pulper untuk memisahkan biji kopi dengan kulit kopi untuk mempermudah kerja masyarakat.

Dengan mempertimbangkan situasi tersebut dan untuk mengatasi kesulitan penggilingan pada perkebunan kopi yang dihadapi oleh para petani dan juga untuk menerapkan pengetahuan yang diperoleh selama di perguruan tinggi, baik dalam teori maupun praktik, maka penulis membuat sebuah alat. “Rancang bangun mesin pulper kopi dengan elektro motor AC penggerak pulley memanfaatkan Photovoltaic”.

## 1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, terdapat beberapa kata kunci yang menjadi bahan untuk merumuskan permasalahan dalam penyusunan skripsi ini sebagai berikut:

1. Bagaimana cara merancang sistem penggilingan kopi yang dari manual atau ditumbuk menjadi menggunakan elektro motor AC?
2. Bagaimana cara kerja dari sistem penggilingan kopi (pulper kopi) melalui motor penggerak AC dengan memanfaatkan *Photovoltaic*?
3. Bagaimana cara merancang panel surya (*Photovoltaic*) agar dapat bekerja dengan baik dan bisa menjadi sumber listrik untuk menggerakkan motor AC?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah tujuan penelitian yang akan di capai antara lain:

1. Merancang sistem penggilingan pulper kopi dengan menggunakan motor AC sebagai penggerak *pulley* dengan memanfaatkan *photovoltaic* sebagai sumber listrik.
2. Untuk mengetahui cara kerja dari sistem penggilingan kopi menggunakan

motor AC sebagai penggerak *pulley* dengan memanfaatkan *photovoltaic* sebagai sumber arus listrik.

#### 1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Pembuatan rancang bangun ini hanya menggunakan motor listrik AC sebagai penggerak *pulley* untuk pulper kopi.
2. Pada penelitian ini tegangan arus yang bisa digunakan dari sumber *photovoltaic* nya hanya sementara tidak bisa digunakan dalam jangka waktu yang lama.
3. Baterai yang digunakan untuk menyimpan arus dari *photovoltaic* tersebut tidak bisa digunakan dalam jangka waktu yang lama.

#### 1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dapat dijadikan referensi dalam merencanakan pembuatan pengembangan mesin pulper kopi dengan elektro motor AC dengan memanfaatkan *photovoltaic* supaya lebih maksimal dan lebih baik.
2. Memberikan kontribusi dan gagasan berupa pengetahuan, perancangan, dan pengembangan untuk menciptakan Mesin pulper kopi dengan elektro motor AC dengan memanfaatkan *photovoltaic*.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Kopi

Kopi merupakan tanaman perkebunan yang telah lama dibudidayakan dan memiliki nilai ekonomi yang relatif tinggi. Kopi berasal dari Afrika yaitu dari daerah pegunungan Ethiopia. Namun, kopi baru dikenal masyarakat dunia setelah tanaman itu dikembangkan di luar daerah asalnya, yakni di Arab selatan, Yaman (Hamni, 2013). Kopi adalah salah satu minuman paling populer dan dikonsumsi di seluruh dunia. Karena kandungan kafeinnya yang merangsang, kopi umumnya tidak dianggap sebagai bagian dari gaya hidup sehat, tetapi kopi merupakan sumber yang kaya akan antioksidan dan senyawa bioaktif lainnya. Kopi merupakan tanaman yang sudah lama dibudidayakan. Ada berbagai tanaman kopi daerah, kopi Excelsa, kopi Arabika, kopi Robusta dan kopi Liberika. Sebagian besar tanaman kopi di Indonesia adalah tanaman kopi Robusta dan Arabika, hingga 90% merupakan tanaman kopi Robusta dan sisanya tanaman kopi Arabika. Kopi Arabica dan Robusta adalah yang paling populer di dunia.



Gambar 2.1 Buah Kopi

## 2.2 Pulper Kopi

Menurut (Wikipedia, 2023 ) Pulper kopi ialah merupakan mesin yang dirancang untuk menghilangkan pulp (daging lunak). Dari hasil pertanian Kopi biasanya disiapkan dengan pulper manual atau mesin. Benih dimasukkan ke dalam hopper yang diangkat dan kemudian dijatuhkan melalui celah sempit di mana mereka bersentuhan dengan drum berduri yang berputar yang menghilangkan ampas atau kulit pada daging.



Gambar 2.2 Pulper Kopi Manual Tampak Depan dan Tampak Samping

## 2.3 Motor Induksi

Motor induksi adalah sebuah alat yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik yang berupa tenaga putar yang disebabkan induksi elektromagnetik. Motor induksi adalah salah satu jenis motor listrik yang paling umum digunakan dalam kehidupan manusia. Dalam penggunaan rumah tangga, menggunakan motor listrik induksi untuk menggantikan pembakaran internal menghemat bahan bakar minyak dengan konsumsi lebih rendah juga membantu mengendalikan emisi gas buang di alam. (Kurniawan and Harumwidiah, 1945).

Motor induksi adalah alat untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Sebaliknya, yaitu alat untuk mengubah energi mekanik menjadi energi

listrik, biasa disebut generator atau dinamo. Pada motor listrik, tenaga listrik diubah menjadi tenaga mekanik. Perubahan ini terjadi dengan mengubah gaya listrik menjadi magnet yang disebut elektromagnet. Seperti yang kita ketahui, kutub magnet sejenis tolak menolak dan kutub sejenis tarik menarik. Dalam proses ini kita dapat membuat gerak dengan menempatkan magnet pada poros yang berputar dan magnet lain pada posisi tetap.

Motor listrik termasuk dalam kategori mesin listrik dinamis dan merupakan perangkat elektromagnetik yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Pada motor listrik, tenaga listrik diubah menjadi tenaga mekanik. Perubahan ini terjadi dengan mengubah gaya listrik menjadi magnet yang disebut elektromagnet. Seperti yang kita ketahui, kutub magnet yang sejenis saling tolak menolak dan kutub yang berbeda tarik-menarik. Maka dapat diperoleh gerakan jika kita menempatkan magnet pada poros yang berputar dan memindahkan magnet lain ke posisi yang lain.

Motor listrik kadang disebut juga dengan julukan kuda kerjanya industri, sebab diperkirakan bahwa industri-industri sekitar 70% menggunakan motor-motor listrik untuk menyelesaikan pekerjaan-pekerjaan tersebut. Penggunaan motor listrik saat ini sudah menjadi kebutuhan sehari-hari untuk menggerakkan perangkat dan mesin yang menunjang dan melengkapi pekerjaan manusia. Penggunaan motor listrik semakin meningkat, karena memiliki keunggulan dibandingkan motor bakar seperti lebih sedikit kebisingan dan getaran, kecepatan motor dapat disesuaikan, lebih bersih, lebih kompak dan lebih ekonomis dalam pemeliharaan. Yang menjadi dasar utama dari pemilihan tersebut dikarenakan motor induksi mempunyai keuntungan sebagai berikut : mempunyai konstruksi yang sederhana dan kokoh,

murah dibandingkan dengan motor-motor lainnya, efisiensi tinggi dalam keadaan normal tidak memerlukan sekat dan rugi-rugi gesekan dapat dikurangi, mudah dalam pemeliharaan.

Secara umum motor listrik ada 2 yaitu motor listrik AC dan motor listrik DC. Motor listrik DC Motor arus searah, sebagaimana namanya, menggunakan arus langsung yang tidak langsung/ *direct-unidirectional*. Motor DC digunakan pada penggunaan khusus dimana diperlukan penyalaan *torque* yang tinggi atau percepatan yang tetap untuk kisaran kecepatan yang luas. Keuntungan penggunaan motor DC adalah sebagai pengendali kecepatan, yang tidak mempengaruhi kualitas pasokan daya. Motor DC umumnya dibatasi untuk penggunaan berkecepatan rendah, penggunaan daya rendah hingga sedang, ini dikarenakan karena sering terjadi masalah dengan perubahan arus harus listrik mekanis pada ukuranyang lebih besar. Motor DC juga relative lebih murah dari pada motor AC.

Motor listrik AC merupakan motor arus bolak balik menggunakan arus listrik yang membalikkan arahnya secara teratur pada rentang waktu tertentu (Yusmaartato, Nasution and Armansyah, 2019). sMotor listrik memiliki dua buah bagian dasar listrik: "stator" dan "rotor". Rotor merupakan komponen listrik berputar untuk memutar asmotor. Keuntungan utama motor DC terhadap motor AC adalah bahwa kecepatan motor AC lebih sulit dikendalikan. Untuk mengatasi kerugian ini, motor AC dapat dilengkapi dengan penggerak frekwensi variable untuk meningkatkan kendali kecepatan sekaligus menurunkan dayanya. Motor induksi merupakan motor yang paling populer di industry karena kehandalannya dan lebih mudah perawatannya. Motor induksi AC cukup murah (harganya

setengah atau kurang dari harga sebuah motor DC) dan juga memberikan rasio daya terhadap berat yang cukup tinggi (sekitar dua kali motor DC).



Gambar 2.3 Konstruksi Motor Listrik

### 2.3.1 Fungsi Motor Induksi

Fungsi motor induksi biasanya adalah untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik berupa gaya putar untuk mengoperasikan perangkat yang terdapat pada pulper. Motor induksi yang paling umum digunakan adalah motor AC. Namanya berasal dari fakta bahwa arus di rotor tidak berasal dari sumber tertentu, tetapi dihasilkan oleh fluks magnet di celah udara antara stator dan rotor. Ketika rotor bergerak relatif terhadap arus, arus mengalir di belitan rotor. Arus rotor dihasilkan oleh arus induksi dan bukan oleh fluks. Motor induksi adalah mesin listrik yang tugasnya mengubah energi listrik AC menjadi energi mekanik. Dan biasanya digunakan sebagai mesin di industri. Motor listrik banyak kita temukan pada peralatan rumah tangga, seperti : kipas angin, mesin cuci, mixer, pompa air, blender dan penyedot debu. Motor listrik yang digunakan dalam pekerjaan (industri) atau di lapangan, seperti : Bor, gerinda, kipas angin, kompresor, pengangkat material.

### 2.3.2 Konstruksi Motor Induksi

Pada dasarnya motor induksi terdiri dari bagian yang tidak berputar (stator) dan bagian yang berputar (rotor). Singkatnya, stator terdiri dari blok dinamo yang diisolasi di satu sisi, yang disusun dalam paket blok berbentuk gelang. Di dalamnya dilengkapi dengan alur. Takik itu adalah perbedaan antara motor induksi dengan belitan *interlaced* (rotor *interlaced* atau rotor sangkar tupai) dan cincin selip belitan tiga fase. Dilihat dari sisi lain, inti besi stator dan rotor terdiri dari lapisan baja (*enamel*), tersusun rapi dan masing-masing diisolasi.

### 2.3.3 Perhitungan Daya Dan Torsi Pada Motor Listrik

Daya listrik adalah jumlah energi yang diserap atau dihasilkan dalam suatu rangkaian listrik. Sumber energi seperti tegangan listrik menghasilkan listrik sedangkan beban yang terhubung dengannya mengkonsumsi daya listrik.

Rumus yang digunakan untuk menghitung daya listrik adalah sebagai berikut :

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

Dimana :

$P$  = Daya listrik (Watt)

$V$  = Tegangan Listrik (Volt)

$I$  = Arus listrik (Ampere)

Daya keluaran adalah daya yang keluar setelah daya masukan dikurangi dengan rugi-rugi yang ada.

$$P_{out} = V \times I \times \cos \varphi \quad (2.2)$$

Dimana :

$P_{out}$  = Daya Keluaran (Watt)

$V$  = Tegangan Listrik (Volt)

$I$  = Arus Listrik (Ampere)

$\cos \varphi$  = Rugi-rugi daya (0,89)

Torsi adalah gaya dalam gerak translasi yang menunjukkan kemampuan suatu gaya membuat benda berputar/memutar gerakan. Sebuah objek berputar ketika torsi diterapkan padanya. Satuan yang umum digunakan adalah Newton meter (Nm). Torsi motor listrik dihasilkan dari hasil bagi daya keluaran (W) dan kecepatan motor (rpm).

Setelah didapatkan daya keluaran, maka dapat pula didapatkan hasil torsi yang dihasilkan dengan menggunakan rumus (Buyung, 2018):

$$\tau = \frac{P_{out}}{\omega m} \quad (2.3)$$

Dimana:

$\tau$  = torsi beban (Nm)

$P_{out}$  = daya keluaran (watt)

$\omega m$  = kecepatan motor (rps)

Kecepatan putaran yang dihasilkan motor listrik juga dipengaruhi beberapa faktor seperti frekuensi dan jumlah kutub. Kecepatan putaran ditulis dengan huruf N, dan besar RPM ditentukan oleh frekuensi listrik dan sudut phase ( $120^0$ ) dan jumlah kutub gulungan (Pole) dengan rumus (Annisa, Shela Azhar, 2017):

$$n = \frac{120f}{P} \quad (2.4)$$

Keterangan:

$n$  = jumlah putaran permenit (RPM)

$f$  = frekuensi (Hz)

$P$  = jumlah kutub pulungan (Pole)

Sebagai contoh: sebuah Motor Listrik 3 fasa, dioperasikan pada frekuensi 50Hz, dan jumlah kutub Gulungan sebanyak 4 Poles (4 kutub), maka Rpm Motor listrik tersebut adalah:

$$n = \frac{120f}{P}$$

$$n = \frac{120.50}{P}$$

$$n = 6000 : 4$$

$$n = 1500 \text{ Rpm}$$

Maka dapat disimpulkan bahwa sebuah elektro motor memiliki RPM sebesar 1500, dan frekuensi 50 Hz, maka dapat diketahui bahwa jumlah kutub gulungannya adalah 4 poles (kutub).

## 2.4 Pulley

### 2.4.1 Pengertian Pulley

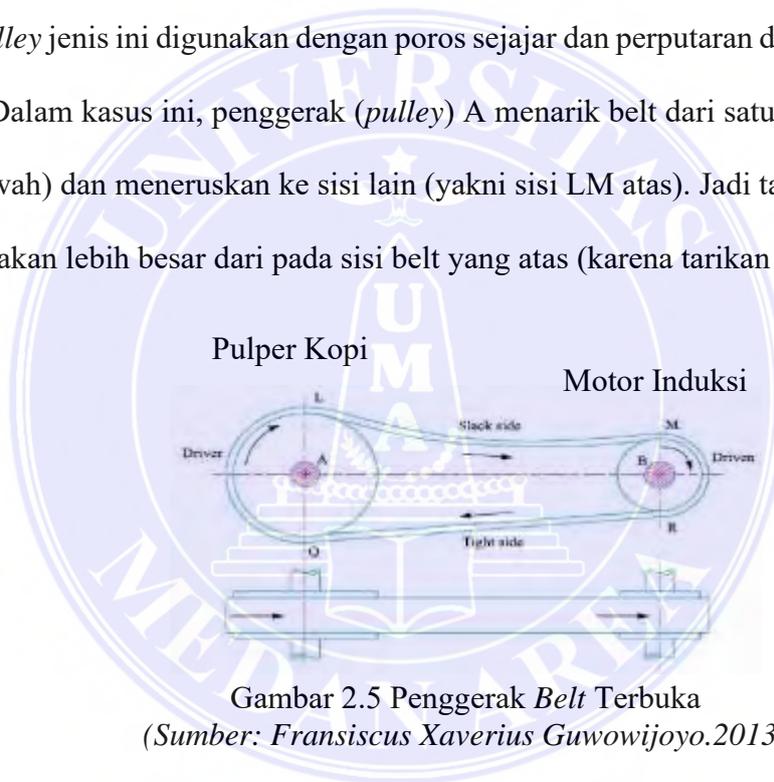
Sebuah mesin sering menggunakan sepasang *pulley* untuk mereduksi kecepatan dari motor listrik, dengan berkurangnya kecepatan motor listrik maka tenaga dari mesinpun ikut bertambah. *pulley* dapat digunakan untuk mentransmisikan daya dari poros satu ke poros yang lain melalui sistem transmisi penggerak berupa flat belt, V-belt atau circular belt. Cara kerja *pulley* sering digunakan untuk mengubah arah gaya yang diberikan, mengirim gerak dan mengubah arah rotasi.



Gambar 2.4 *Pulley*  
(Sumber: Sularso.2000)

### 2.4.2 Sistem *Pulley* Berdasarkan Bentuk *Belt*

*Open belt drive* (*penggerak belt terbuka*). Seperti ditunjukkan pada Gambar 2.5, *Pulley* jenis ini digunakan dengan poros sejajar dan perputaran dalam arah yang sama. Dalam kasus ini, penggerak (*pulley*) A menarik belt dari satu sisi (yakni sisi RQ bawah) dan meneruskan ke sisi lain (yakni sisi LM atas). Jadi tarikan pada sisi bawah akan lebih besar dari pada sisi belt yang atas (karena tarikan kecil).



Gambar 2.5 Penggerak *Belt* Terbuka  
(Sumber: Fransiscus Xaverius Guwowijoyo.2013)

Belt sisi bawah (karena tarikan lebih) dinamakan *tight side* sedangkan belt sisi atas (karena tarikan kecil) dinamakan *slack side*. Perbandingan kecepatan (*velocity ratio*) pada puli berbanding terbalik dengan perbandingan diameter *pulley*, dimana secara matematis ditunjukkan dengan persamaan berikut:

$$N_1 \times D_1 = N_2 \times D_2 \quad (2.5)$$

Keterangan:

$N_1$  = Putaran *pulley* penggerak (rpm)

$N_2$  = Putaran *pulley* yang di gerakkan (rpm)

$D_1$  = Diameter *pulley* yang (mm)

$D_2$  = Diameter *pulley* yang di gerakkan (mm)

## 2.5 Belting

Sabuk-V atau *V-belt* adalah salah satu transmisi penghubung yang terbuat dari karet dan mempunyai penampang berbentuk trapesium. Dalam penggunaannya sabuk-V dibelitkan mengelilingi alur *pulley* yang berbentuk V pula. Bagian sabuk yang membelit pada puli akan mengalami lengkungan sehingga lebar bagian dalamnya akan bertambah besar.

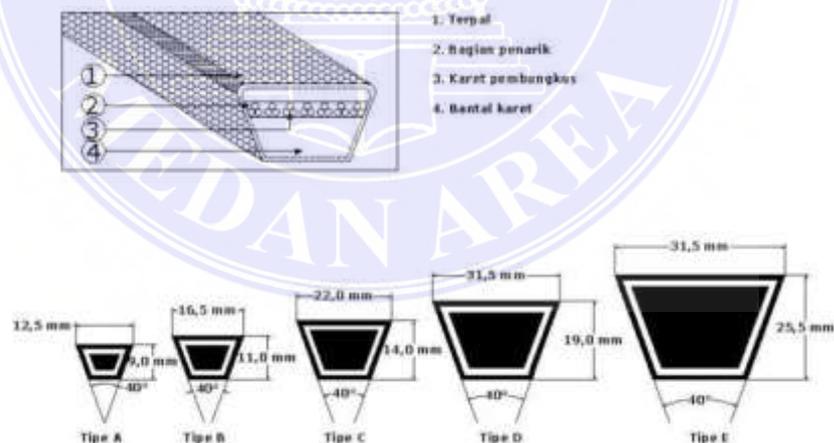
Sabuk-V banyak digunakan karena sabuk-V sangat mudah dalam penanganannya dan murah harganya. Selain itu sabuk-V juga memiliki keunggulan lain yaitu akan menghasilkan transmisi daya yang besar pada tegangan yang relatif rendah jika dibandingkan dengan transmisi roda gigi dan rantai, sabuk-V bekerja lebih halus dan tak bersuara. Selain memiliki keunggulan dibandingkan dengan transmisi-transmisi yang lain, sabuk-V juga memiliki kelemahan berupa terjadinya sebuah slip.

Sabuk - V adalah Sabuk yang terbuat dari karet dan mempunyai bentuk penampang trapesium. Sabuk V dibelitkan pada alur *pulley* yang berbentuk V pula. Bagian sabuk yang membelit akan mengalami lengkungan sehingga lebar bagian dalamnya akan bertambah besar. Berikut ini adalah kelebihan yang dimiliki oleh Sabuk-V:

- Sabuk-V dapat digunakan untuk mentransmisikan daya yang jaraknya relatif jauh.
- Memiliki faktor slip yang kecil.
- Mampu digunakan untuk putaran tinggi.
- Dari segi harga Sabuk-V relatif lebih murah dibanding dengan elemen transmisi yang lain.
- Pengoperasian mesin menggunakan Sabuk-V tidak membuat berisik.

Sabuk-V terdiri dari beberapa tipe yang digunakan sesuai dengan kebutuhan. Tipe yang tersedia A,B,C,D dan E bisa di lihat pada Gambar 2.13. Berikut ini adalah tipe Sabuk-V berdasarkan bentuk dan kegunaannya:

- Tipe standar yang ditandai huruf A, B, C, D, & E
- Tipe sempit yang ditandai simbol 3V, 5V, & 8V
- Tipe beban ringan yang ditandai dengan 3L, 4L, & 5L



Gambar 2.6 Konstruksi dan Ukuran Penampang Sabuk-V

(Sumber:Sularso, 2000)

## 2.6 Panel Surya

### 2.6.1 Pengertian Panel Surya (*Photovoltaic*)

*Photovoltaic* adalah teknologi yang mengubah radiasi matahari secara langsung atau menjadi energi listrik. Sel surya sekarang merupakan rangkaian modul untuk mengubah energi matahari menjadi energi listrik. *Photovoltaic* biasanya dikemas dalam satu kesatuan yang disebut modul, dengan banyak sel surya yang dapat disusun secara seri atau paralel.

Sel surya memiliki semikonduktor yang dapat mengubah energi matahari menjadi energi listrik berdasarkan efek *Photovoltaic*. Sel surya ini bekerja sedemikian rupa sehingga ketika foton bahan semikonduktor bertabrakan dengan energi, energi tersebut ditransfer ke elektron yang terkandung dalam atom sel surya. Dengan bantuan energi yang diperoleh dari foton, elektron dibebaskan dari sambungan normal bahan semikonduktor dan menjadi arus listrik yang mengalir pada rangkaian yang ada. Dengan memutus ikatan, elektron menyebabkan celah atau "lubang" terbentuk.



Gambar 2.7 Sel Surya Mengubah Energi Matahari Menjadi Listrik  
(Sumber: <https://www.istockphoto.com/id/vektor/kartun-panel-surya-di-hijau-gm533180379-56007052>)

Alat utama untuk memulihkan, mengubah dan menghasilkan listrik adalah sel surya, atau biasa disebut solar sel. Alat ini adalah alat yang mengubah sinar matahari menjadi listrik melalui aliran elektron negatif dan positif di dalam sel

modular karena adanya perbedaan elektron. Aliran elektron menciptakan arus searah yang dapat langsung digunakan untuk mengisi baterai, tergantung tegangan dan arus yang dibutuhkan. Rata-rata produk panel surya di pasaran menghasilkan tegangan 12-18 VDC dan arus 0,5-0,7 ampere. Setiap modul juga memiliki kapasitas yang berbeda dari 10WP hingga 200WP dan juga dilengkapi dengan tipe monocrystalline dan polycrystalline.

### 2.6.2 Karakteristik Sel Surya

Karakteristik sel surya dapat diperoleh berdasarkan tiga parameter yaitu rangkaian tegangan terbuka ( $V_{oc}$ ), arus hubung singkat ( $I_{sc}$ ) dan factor isi ( $F_f$ ). Besarnya factor isi dapat diketahui dari persamaan berikut (Mukrimaa *et al.*, 2016):

$$F_f = \frac{V_{mp} \times I_{mp}}{V_{oc} \times I_{sc}} \quad (2.6)$$

Keterangan:

$F_f$  = Faktor isi

$I_{mp}$  = Arus maksimum (Ampere )

$V_{mp}$  = Tegangan maksimum (Volt)

$I_{sc}$  = Arus hubung singkat (Ampere)

$V_{oc}$  = Tegangan hubung terbuka (Volt)

Pada Panel surya tak berbeban, dapat ditemukan suatu arus hubung singkat ( $I_{sc}$ ) dari suatu titik karakteristik sel surya. Bila diberikan beban yang besar, maka tidak ada arus yang melewatinya, kondisi ini sama dengan memutus penghubung pada amperemeter dan hasil penunjukan voltmeter merupakan tegangan tanpa beban ( $V_{oc}$ ). Pada keadaan tanpa penyinaran kondisi sel surya seperti dioda penyearah, dan bila mendapat penyinaran akan mengalir arus yang berlawanan

dengan arah arus pada dioda. Grafik karakteristik antara tegangan dan arus dari sel surya pada kondisi gelap dan penyinaran.

Sel surya adalah suatu elemen aktif yang mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik. Sel surya pada umumnya memiliki ketebalan minimum 0,3mm, Tiap sel surya biasanya menghasilkan tegangan 0,5 volt. Dalam satu panel sel surya biasanya terdapat 35 sampai 36 sel.

### 2.6.3 Prinsip Kerja Sel Surya Menjadi Energi Listrik

Prinsip dasar pembuatan sel surya adalah memanfaatkan efek fotovoltaiik , yaitu suatu efek yang dapat mengubah langsung sinar matahari menjadi energi listrik. Apabila sebuah logam dikenai suatu cahaya dalam bentuk foton dengan frekuensi tertentu, maka energi kinetik dari foton akan menembak ke atom-atom logam tersebut, maka atom logam yang irridiasi akan melepaskan elektron-elektronnya. Elektronelektron bebas inilah yang mengalirkan arus dengan jumlah tertentu.

Analisis Korelasi suhu dan intensitas cahaya terhadap daya panel solar cell. Tingkat efisiensi tegangan dan arus yang dihasilkan oleh solar cell sangat bergantung pada suhu dan intensitas cahaya di lingkungan sekitar. Energi yang menerpa sel surya adalah energi yang berasal dari foton sinar matahari. Energi foton diubah menjadi tegangan listrik DC yang bervariasi sesuai intensitas matahari yang dirasakan. Energi foton dari matahari diubah menjadi energi listrik DC oleh bahan semikonduktor berbahan *silicon amorphous*, tegangan keluar dari sel surya dihubungkan ke *charger controller* yang berfungsi mengatur tegangan yang bervariasi untuk dialirkan ke baterai yang range tegangannya 12V, DC.

Tegangan yang dihasilkan oleh panel surya adalah tegangan DC, sehingga dalam pemanfaatannya jika menggunakan beban AC, perlu adanya konversi tegangan listrik DC menjadi tegangan AC dengan menggunakan Inverter. Inverter adalah perangkat elektrik yang digunakan untuk mengubah arus listrik searah (DC) menjadi arus listrik bolak balik (AC). Inverter mengkonversi DC dari perangkat seperti batere, panel sel surya menjadi AC.

Sel surya (photovoltaic cell) bekerja dengan menangkap sinar matahari oleh sel-sel semikonduktor untuk diubah menjadi energi listrik. Sel-sel ini termuat dalam panel-panel yang ukurannya dapat disesuaikan dengan keperluannya, apakah untuk rumah tangga, perkantoran atau pembangkit listrik skala besar. Sel surya merupakan komponen vital yang terbuat dari bahan semikonduktor yang dapat mengkonversi energi surya menjadi arus listrik DC. Sebuah Sel Surya dalam menghasilkan energi listrik (energi sinar matahari menjadi photon) tidak tergantung pada besaran luas bidang Silikon, dan secara konstan akan menghasilkan energi berkisar  $\pm 0.5$  volt — max. 600 mV pada 2 amp, dengan kekuatan radiasi solar matahari  $1000 \text{ W/m}^2 = \text{”1 Sun”}$  akan menghasilkan arus listrik (I) sekitar 30 mA/cm<sup>2</sup> per sel surya.

Sel surya merupakan suatu dioda yang dapat mengubah energi surya / matahari secara langsung menjadi energi listrik (berdasarkan sifat foto elektrik yang ada pada setengah penghantar). Sel surya ini biasanya berbentuk dioda pertemuan P – N yang memiliki luas penampang tertentu. Semakin luas permukaan atau penampang sel, semakin besar arus yang akan diperoleh.

## 2.7 Solar Charge Controller

*Solar Charge Controller* perangkat elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah yang dibebankan ke baterai dan ditransfer dari baterai ke beban. *solar charge controller* mengatur *over charging* (kelebihan pengisian karena baterai sudah penuh) dan kelebihan *Voltase* dari panel surya/ *solar cell*.



Gambar 2.8 Solar Charge Controller

(Sumber: <https://www.bdtronics.com/solar-charge-controller-12v-24v-10a-with-usb.html>)

Solar charge controller berfungsi untuk menjaga keseimbangan energi di baterai dengan cara mengatur tegangan maksimum dan minimal dari baterai tersebut, Alat ini juga berfungsi untuk memberikan pengamanan terhadap sistem yaitu: Proteksi terhadap pengisian berlebih (*over charge*) di baterai, proteksi terhadap pemakaian berlebih (*over discharge*) oleh beban, mencegah terjadinya arus balik ke modul surya, melindungi terhadap terjadinya hubungan.

Baterai, dalam sistem energi surya baterai atau yang biasa kita sebut aki, digunakan sebagai sumber listrik pada saat sumber listrik tidak tersedia atau terputus dari PLN. Secara umum, ketika baterai dengan kapasitas lebih dari 105AH digunakan, orang cenderung menggunakan baterai *deep cycle*. Baterai bertindak sebagai media penyimpanan dan pemasok arus searah. *Charge controller* memiliki dua fungsi fungsional yaitu mode unduhan dan mode operasi. *Charge controller* adalah mode pengoperasian pengontrol pengisian daya saat mengisi daya baterai. Mode operasi adalah kondisi baterai saat beban dioperasikan. Jika terjadi

pengosongan yang dalam atau pengisian berlebih, baterai terputus dari beban. Hal ini berguna untuk menghindari kerusakan baterai.

Menurut (Idris, 2020) beberapa fungsi detail dari solar charge controller adalah sebagai berikut:

1. Mengatur Mengatur arus untuk pengisian ke baterai, menghindari overcharging, dan overvoltage.
2. Arus yang dibebaskan/diambil dari baterai agar baterai tidak full discharge, dan overloading.
3. Monitoring temperatur baterai.



Gambar 2.9 Rangkaian *Solar Charge Controller*  
(<https://www.spiderbeat.com/rangkaian-dasar-panel-surya-plts-untuk-pemula-off-grid/>)

## 2.8 Baterai

### 2.8.1 Pengertian Baterai

Baterai adalah wadah untuk menyimpan energi listrik yang dihasilkan panel surya. Energi listrik yang disimpan baterai dalam bentuk energi listrik searah (DC). Penggunaan baterai hanya bersifat sementara karena baterai harus diisi ulang untuk tetap dapat digunakan. Tiap-tiap jenis memiliki karakter yang berbeda-beda tergantung dari fungsi dan kegunaan baterai itu sendiri.

Baterai memenuhi dua tujuan penting dalam sistem fotovoltaik, yaitu untuk memberikan daya listrik kepada sistem ketika daya tidak disediakan oleh array panel-panel surya, dan untuk menyimpan kelebihan daya yang ditimbulkan oleh panel-panel setiap kali daya itu melebihi beban. Baterai tersebut mengalami proses siklis menyimpan dan mengeluarkan, tergantung pada ada atau tidak adanya sinar matahari. Selama waktu adanya matahari, array panel menghasilkan daya listrik. Daya yang tidak digunakan dengan segera dipergunakan untuk mengisi baterai. Selama waktu tidak adanya matahari, permintaan daya listrik disediakan oleh baterai, yang oleh karena itu akan mengeluarkannya

Penyimpanan baterai elektrokimia adalah salah satu bentuk energi setengah teratur. Listrik yang dihasilkan oleh penyimpanan baterai mudah diubah menjadi panas atau cahaya, tetapi proses konversi baterai relatif tidak efisien. Jenis baterai dibagi menjadi baterai primer dan sekunder. Baterai primer tidak dapat diperbarui atau tidak dapat diisi ulang dan dibuang saat energinya habis. Contoh dari jenis ini adalah sel alkalin biasa. Baterai sekunder harus diisi. Baterai timbal-asam adalah jenis yang paling umum dan digunakan dalam mobil dan sistem cadangan. Efisiensi baterai sekunder biasanya 70-80% dalam perjalanan bolak-balik (siklus beban dan pengosongan). Selama siklus pengisian dan pemakaian, energi hilang dalam bentuk panas. Jenis baterai sekunder umum lainnya adalah nikel-kadmium (NiCad), nikel-logam hidrida (NiMh), litium-ion, seng-udara, dan litium-polimer.



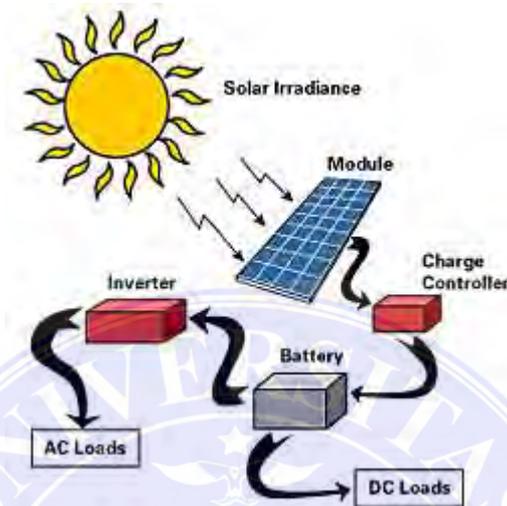
Gambar 2.10 Baterai Solar Panel Surya  
(Sumber: <https://inaparts.com/electrical-parts/power-supply/menghitung-kapasitas-battery-untuk-panel-surya/>)

## 2.8.2 Prinsip Kerja Baterai

Baterai memiliki fungsi untuk menyimpan energi listrik yang telah dihasilkan oleh panel surya dalam bentuk energi arus searah. Energi yang telah disimpan dibaterai berfungsi sebagai energi cadangan yang digunakan pada saat panel surya tidak menghasilkan energi listrik. Misalnya pada saat malam hari ataupun pada saat cuaca mendung, selain itu juga tegangan yang keluar ke sistem cenderung lebih stabil. Satuan kapasitas energi yang disimpan pada baterai adalah ampere hour (Ah), yang diartikan arus maksimum yang dapat dikeluarkan oleh baterai selama satu jam. Namun dalam proses pengosongan (discharger), baterai tidak boleh dikosongkan hingga titik maksimumnya, hal ini dikarenakan agar baterai dapat bertahan lebih lama digunakan atau minimal tidak mengurangi usia pakai yang ditentukan dan pabrikan.

Batas pengosongan pada baterai sering disebut dengan istilah *depth of discharge* (DOD), yang dinyatakan dalam satuan persen, biasanya ditentukan sebesar 80%. Banyak tipe dan klasifikasi baterai yang diproduksi saat ini, yang masing-masing memiliki desain yang spesifik dan karakteristik performa berbeda sesuai dengan aplikasi khusus yang dikehendaki. Pada sistem solar cell jenis baterai

*lead-acid* lebih banyak digunakan, hal ini dikarenakan ketersediaan ukuran (Ah) yang ada lebih banyak, lebih murah, dan karakteristik performanya yang cocok. (Diantari Aita Retno, Erlina, 2018)



Gambar 2.11 Prinsip Kerja Baterai Pada Panel Surya  
(Sumber: <https://tenagamatahari.wordpress.com/beranda/konsep-kerja-sistem-plts/>)

### 2.8.3 Sinyal Luaran Baterai

Arus listrik yang biasa digunakan pada baterai yaitu listrik DC arus listrik satu arah saja. Arus searah mengalir dari kutub positif (potensial tinggi) ke kutub negatif (potensial rendah). Dengan arus searah, arus dan tegangan konstan. Arus searah dan tegangan searah sering digunakan pada perangkat elektronik.



Gambar 2.12 Gelombang Luaran Baterai  
(Sumber: <http://hantulistrikku.blogspot.com/2018/02/arus-listrik-ac-dan-arus-listrik-dc.html>)

Gambar 2.12 menunjukkan bentuk arus DC yang dilihat dari *Oscilloscope* serta lambang dari arus DC. Dari gambar tersebut terlihat bahwa besaran tegangan atau arusnya selalu konstan setiap waktu (T). Tegangan DC dapat dihasilkan dari sumber tertentu, yaitu: Baterai, Accumulator (biasa disebut aki), Dapat juga dihasilkan dari penyearahan Arus AC.

#### 2.8.4 Sistem Penyimpanan Energi Pada Baterai

Karena keterbatasan persediaan energi surya yang sepanjang hari tidak bisa diserap oleh panel surya, maka digunakan baterai sebagai alat penyimpan energi. Kapasitas baterai yang biasa digunakan adalah Ampere jam ( $Ah = \text{kuat arus/Ampere} \times \text{waktu/hour}$ ), artinya baterai dapat memberikan atau menyuplai sejumlah isinya secara rata-rata sebelum tiap selnya menyentuh tegangan turun (*drop voltage*) yaitu sebesar 1,75Volt (tiap sel memiliki tegangan sebesar 2Volt, jika dipakai maka tegangan akan terus turun dan kapasitas efektif dikatakan sudah terpakai semuanya bila tegangan sel telah menyentuh 1,75Volt), dalam kondisi ini baterai harus diisi ulang.(Mario Roal, 2015)

Pengeluaran waktu dan arus baterai yang lebih rendah akan berakibat juga pada waktu pengeluaran yang akan diperpanjang atau kapasitas lebih tinggi. Misalnya: sebuah baterai 12V75 Ah bisa dipakai selama 20 jam jika kuat arus rata-rata yang digunakan dalam 1 jam adalah 3,75 Ampere ( $75 \text{ Ah} / 20 \text{ h}$ ). perhitungan kapasitas baterai dalam menjamin kontinuitas suplai energi, diperlukan baterai (aki) dengan kapasitas dan spesifikasi tertentu. Untuk menentukan berapa kapasitas baterai yang akan digunakan, sebagai berikut:

$$A_h \text{ yang diperlukan} = \frac{E_k}{(V \times PF)} \quad (2.7)$$

Keterangan:

$A_h$  = kapasitas baterai yang diperlukan (Ah)

$E_k$  = energi yang dibutuhkan konsumen (Watt)

$V$  = tegangan kerja baterai (Volt DC)

$PF$  = power faktor

Baterai yang lebih rendah temperaturnya akan memperlihatkan tegangan yang lebih rendah pada kondisi penuh dibanding baterai dengan temperatur lebih tinggi.

## 2.9 Inverter

### 2.9.1 Pengertian Inverter

Inverter adalah perangkat listrik yang dapat mengubah arus searah (DC) menjadi arus bolak-balik (AC) bertegangan lebih tinggi. Ini berarti sebagian besar inverter dipasang dan digunakan bersamaan dengan bank baterai atau sejenisnya. Baterai siklus dalam merupakan inti dari sistem kelistrikan *off-grid* bertenaga inverter yang menyimpan daya untuk digunakan saat dibutuhkan.

Baterai *deep cycle* merupakan jantung dari sistem kelistrikan *off-grid* bertenaga inverter yang menyimpan daya untuk digunakan saat dibutuhkan. Cara paling umum untuk mendapatkan daya dari baterai adalah arus searah (DC) pada tegangan nominal baterai. Misalnya, radio mobil Anda menggunakan arus searah 12 V (12 V DC), yang merupakan tegangan yang sama dengan aki mobil Anda.

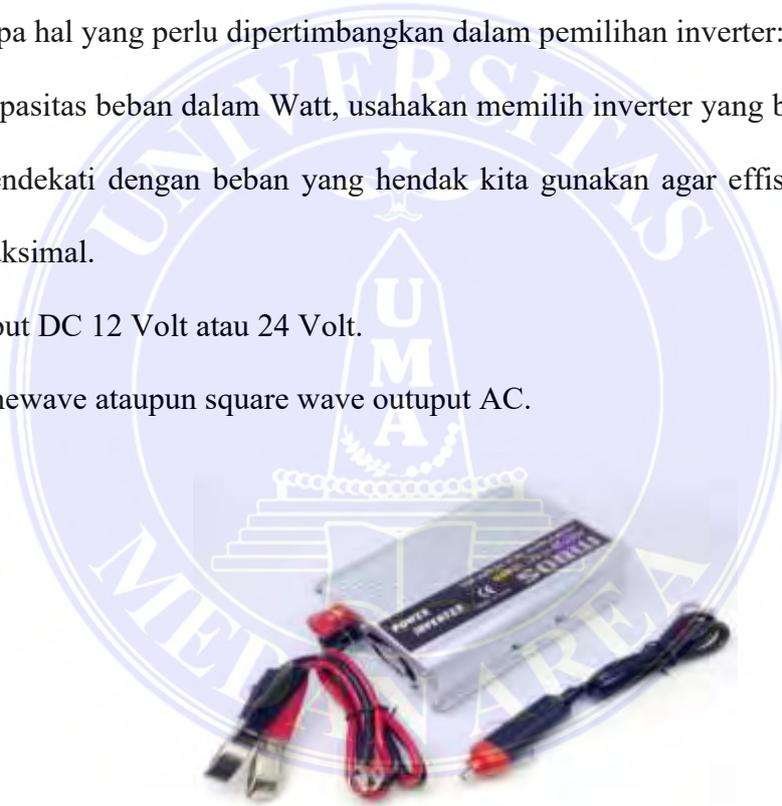
Banyak sistem kelistrikan *off-grid* (yang bukan jaringan listrik) menggunakan 12 volt DC untuk menyalakan beban sederhana seperti lampu. (Setiap konsumsi listrik disebut beban.) Sistem seperti itu sering disebut sebagai sistem DC tegangan

rendah. Dengan sistem DC 12 volt, Anda dapat menikmati manfaat lampu listrik, sistem hiburan, laptop, dan perangkat lain yang menggunakan baterai mobil.

Sistem seperti ini sering disebut sebagai sistem arus searah tegangan rendah. Dengan sistem DC 12 volt, Anda dapat menikmati manfaat lampu listrik, sistem hiburan, laptop, dan perangkat lain yang menggunakan baterai mobil. Namun, Anda tidak dapat menggunakan perkakas listrik, peralatan dapur, atau mesin kantor apa pun tanpa bantuan “listrik rumah” atau peralatan penghasil AC.

Beberapa hal yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan inverter:

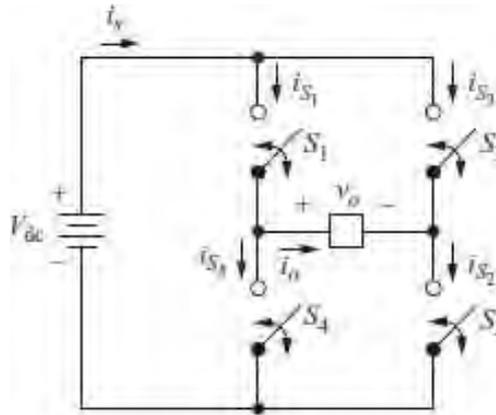
1. Kapasitas beban dalam Watt, usahakan memilih inverter yang beban kerjanya mendekati dengan beban yang hendak kita gunakan agar efisiensi kerjanya maksimal.
2. Input DC 12 Volt atau 24 Volt.
3. Sinewave ataupun square wave output AC.



Gambar 2.13 Inverter DC ke AC

(Sumber: <https://id.wikipedia.org/wiki/Berkas:Doxin-car-power-inverter-dc-12v-to-ac-220v-500w-silver-156.jpg>)

### 2.9.2 Prinsip Kerja Inverter Dan Rangkaian Ekivalen

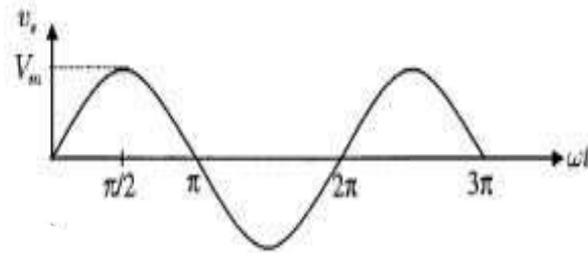


Gambar 2.14 Prinsip kerja Inverter

(Sumber: [https://www.tneutron.net/elektro/wpcontent/uploads/sites/2/2017/05/cip\\_image001.jpg](https://www.tneutron.net/elektro/wpcontent/uploads/sites/2/2017/05/cip_image001.jpg))

Skema *switching* paling sederhana untuk konverter jembatan penuh menghasilkan tegangan keluaran gelombang persegi dapat dilihat pada Gambar 2.14. Switch menghubungkan beban ke + Vdc ketika S1 dan S2 ditutup atau ke - Vdc ketika S3 dan S4 ditutup. Pergantian berkala dari tegangan beban antara + Vdc dan -Vdc menghasilkan tegangan gelombang persegi melintasi beban. Meskipun *output* bolak-balik ini bersifat nonsinusoidal, mungkin merupakan bentuk gelombang ac yang memadai untuk beberapa aplikasi

Alat untuk menghasilkan arus AC adalah generator, merupakan mesin listrik mirip dengan motor listrik yang merubah energi mekanik (gerak) menjadi energi listrik. Arus listrik AC (alternating current), merupakan listrik yang besarnya dan arah arusnya selalu berubah-ubah dan bolak-balik. Arus listrik AC akan membentuk suatu gelombang yang dinamakan dengan gelombang sinus atau lebih lengkapnya sinusoida. Tegangan standar yang diterapkan di Indonesia untuk listrik bolak-balik 1 (satu) fasa adalah 220 volt.



Gambar 2.15 Sinyal Luaran Inverter  
(Sumber: <http://hantulistrikku.blogspot.com/2018/02/arus-listrik-ac-dan-arus-listrik-dc.html>)

Ada dua jenis penyearah gelombang penuh fasa tunggal, yaitu penyearah gelombang penuh dengan transformator pusat dan penyearah jembatan. Jelas bahwa setiap dioda, bersama-sama dengan setengah transformator yang terkait, bertindak sebagai penyearah setengah gelombang. *Output* dari dua penyearah setengah gelombang digabungkan untuk menghasilkan perbaikan gelombang penuh dalam beban. Sejauh menyangkut transformator, arus AC dari dua penyearah gelombang setengah adalah sama dan berlawanan, sehingga tidak ada arus AC untuk membuat masalah saturasi inti transformator. Nilai rata-rata tegangan beban  $V_L$  adalah  $V_s$  dan didefinisikan sebagai :

$$V_s = \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} V_m \sin \omega t d(\omega t) \quad (2.8)$$

Keterangan:

$V_s$  = Tegangan keluaran AC (Volt)

$V_m$  = Nilai Maksimum Dari Puncak Tegangan (Volt)

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

##### 3.1.1 Tempat Penelitian

Tempat pembuatan serta pengujian alat sistem *control* dan *monitoring* Rancang Bangun Mesin Pulper Kopi Dengan Elektro Motor AC Penggerak Pulley Memanfaatkan Photovoltaic dilakukan di sebuah perusahaan yaitu:

- Nama Perusahaan : CV. Angkasa Mobie Tech.
- Alamat : Jl. Sultan Serdang Dusun II Desa Sena Batang Kuis,  
Deli Serdang.

##### 3.1.2 Waktu Penelitian

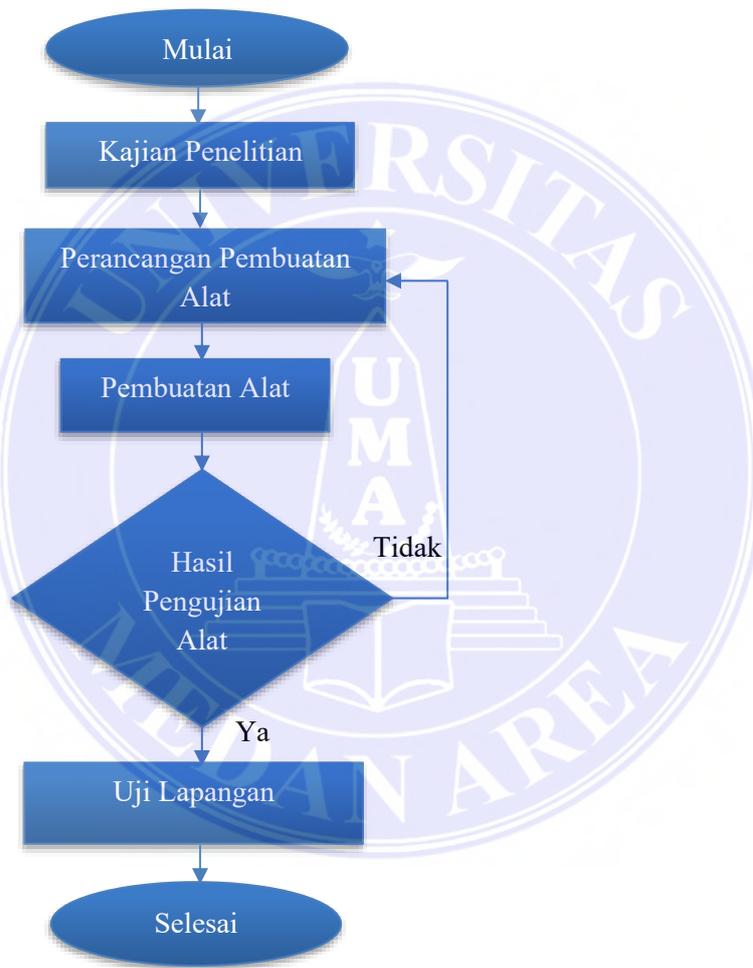
Adapun waktu dalam pelaksanaan penelitian ini dilaksanakan kurang lebih 3 (tiga) bulan, mulai dilaksanakan dari bulan Juli hingga bulan September 2023.

Tabel 3.1 Jadwal Penelitian

No.	Kegiatan Penelitian	Bulan Ke											
		I				II				III			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Analisis Kebutuhan dan Perancangan												
2	Pengumpulan Alat dan Bahan												
3	Pembuatan Alat												
4	Pengujian Alat												
5	Analisis Cara Kerja Alat												
6	Penulisan Laporan												

### 3.2 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian merupakan analisis aspek penelitian yang diangkat secara ringkas, jelas dan logis. Diagram alir ini menunjukkan urutan proses yang dapat membantu mempermudah memahami dengan baik hubungan antara objek yang diteliti dengan objek yang akan dikembangkan. Berikut merupakan diagram alir yang digunakan pada penelitian ini:



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

#### 3.2.1 Kajian Penelitian

Kajian penelitian ini dimulai dari mengidentifikasi masalah yang terjadi pada produk penggilingan kopi. Kegiatan ini dilakukan dengan dilakukan dengan

mensurvei alat-alat pengupas yang pernah ada serta mengamati mekanisme penggunaan alat-alat tersebut. Selanjutnya melaksanakan Studi literatur dilakukan dengan cara melakukan pencarian data-data maupun pengamatan jurnal-jurnal, buku mata kuliah yang bersangkutan, pencarian pustaka di internet. Selanjutnya pengambilan data diambil dari petani kopi.

### **3.2.2 Perancangan Pembuatan Alat**

Desain alat yang dimaksud adalah untuk merencanakan sebuah mesin pengupas biji kopi dengan data-data yang diperoleh dari studi literatur maupun pengamatan yang dilakukan di lapangan.

### **3.2.3 Pembuatan Alat**

Dengan hasil perhitungan maupun dengan pengamatan yang dilakukan dilapangan pembuatan dan perakitan alat sangat diperlukan untuk mendukung terciptannya mesin pengupas biji kopi.

### **3.2.4 Hasil Pengujian Alat**

Setelah alat pengupas biji kopi tercapai maka alat tersebut diuji pada sudut idealnya dengan kapasitasnya.

### **3.2.5 Pengujian Alat**

#### **3.2.5.1 Pengujian Baterai**

Pengujian baterai melalui panel surya yang digunakan pada pengujian baterai meliputi hari, jam pengambilan data, input cahaya masuk menggunakan lux meter, arus yang masuk dan tegangan nya.

### 3.2.5.2 Pengetesan Inverter

Pengujian inverter yang digunakan pada pengetesan inverter ini adalah meliputi hari pengetesan, pengetesan berapa tegangan yang masuk, berapa tegangan yang keluar, serta frekuensi yang dihasilkan oleh inverter.

### 3.2.5.3 Pengetesan Motor Induksi

Pengujian motor induksi tanpa beban yang digunakan pada pengetesan motor induksi tanpa beban ini yaitu: berapa hari pengetesan, berapa nilai arus yang digunakan, berapa tegangan yang dihasilkan, berapa daya yang dihasilkan serta berapa putaran motor( RPM).

Pengetesan Motor Induksi Berbeban ini yaitu: hari pengetesan, berapa nilai nilai arus yang digunakan, berapa tegangan yang dihasilkan, berapa daya yang dihasilkan serta berapa putaran motor( RPM).

### 3.2.5.4 Pengetesan Pulper Kopi

Pengetesan pulper kopi ini dilakukan untuk mengetahui data berapa banyak kopi yang mau digiling, berapa hasil putaran motor yang dihasilkan, berapa putaral pulper kopi yang dihasilkan, serta berapa lama waktu penggilingan kopinya.

## 3.3 Bahan dan Alat

Adapun bahan dan alat yang digunakan dalam pembuatan alat ini sebagai berikut:

- A Modul Fotovoltaik
- B *Solar Charge Controller (SCC)*
- C Baterai (*Accumulator*)
- D Motor Listrik
- E Belting

### 3.3.1 Spesifikasi Alat dan Bahan

#### A Modul Fotovoltaik

Fotovoltaik sebagai sumber konversi dari energi cahaya matahari menjadi energi jenis listrik DC, fotovoltaik yang digunakan pada penelitian ini ialah jenis *monocrystalline* 120 Wp.



Gambar 3.2 Photovoltaic  
(Sumber: <https://www.conrad.com/p/sunset-as-60-monocrystalline-solar-panel-60-wp-12-v-110359>)

Tabel 3.2 Spesifikasi Photovoltaic jenis *monocrystalline* 60wp

Spesifikasi	Keterangan
Toleransi	0- +5%
Daya Puncak	60 wp
Max.Power Current (Imp)	3.34A
Short Circuit Current (Isc)	3.59A
Open Circuit Voltage (Voc)	21.51v

#### B Solar Charge Controller (SCC)

SCC yang berfungsi sebagai pengatur arus searah akan diisi ke baterai dan kemudian di transfer dari baterai ke beban dimana SCC 10A merupakan pengatur beban hingga 10A, kemudian dapat bekerja pada solar panel yang memiliki tegangan 12v dan 24v.



Gambar 3.3 Solar Charge Controller  
(Sumber: <https://www.sanspower.com/solar-charge-control-untuk-panel-surya-ramah-lingkungan.html> )

Tabel 3.3 Spesifikasi Solar Charge Controller 30 A

Spesifikasi	Keterangan
<i>Equalize Charging Voltage</i>	14,8V
<i>Rated Battery Current (A)</i>	30 A
<i>Boost Charging Voltage</i>	14,6 V
Tegangan Maksimum PV	PV 50 V
<i>Low Voltage Disconnect Voltage</i>	11,1 V
Tegangan Maksimum Baterai	32 V
<i>float Charging Baterai Voltage</i>	13,8V

### C Baterai (Accumulator)

Spesifikasi dari baterai sebagai berikut:

Tabel 3.4 Spesifikasi Baterai

Spesifikasi	Keterangan
Tegangan	12V
Kapasitas	100 Ah
Model	NARADA



Gambar 3.4 Baterai

(Sumber: <https://indonesian.alibaba.com/product-detail/Gel-sealed-rechargeable-UPS-AGM-battery-1600390586103.html>)

### D Motor Listrik

Fungsi motor induksi adalah untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik berupa gaya putar untuk mengoperasikan perangkat yang terdapat pada pulper.

Tabel 3.5 Spesifikasi Motor Listrik

Spesifikasi	Keterangan
Input	220V
Power	1/ HP
Daya	186 watt
Speed	2800 rpm
Frequency	50 Hz
Berat	5 Kg
Diameter As	14 mm



Gambar 3.5 Motor Induksi

(Sumber: <https://www.makmurabaditeknik.com/p/956-elektromotor-dinamo-penggerak-listrik-tanika-1hp-2800-rpm-1phase>)

### E Belting

*Belt* atau sabuk adalah salah satu transmisi penghubung yang terbuat dari karet dan mempunyai penampang berbentuk trapesium. Dalam penggunaannya sabuk-V dibelitkan mengelilingi alur *pulley* yang berbentuk V.



Gambar 3.6 Belting

(Sumber: [https://www.tokopedia.com/rmj29c/v-belt-4pk-840?utm\\_source=google&utm\\_medium=organic&utm\\_campaign=pdp-seo](https://www.tokopedia.com/rmj29c/v-belt-4pk-840?utm_source=google&utm_medium=organic&utm_campaign=pdp-seo))

### 3.4 Anggaran Biaya

Berikut merupakan anggaran biaya yang akan dikeluarkan dalam penelitian ini:

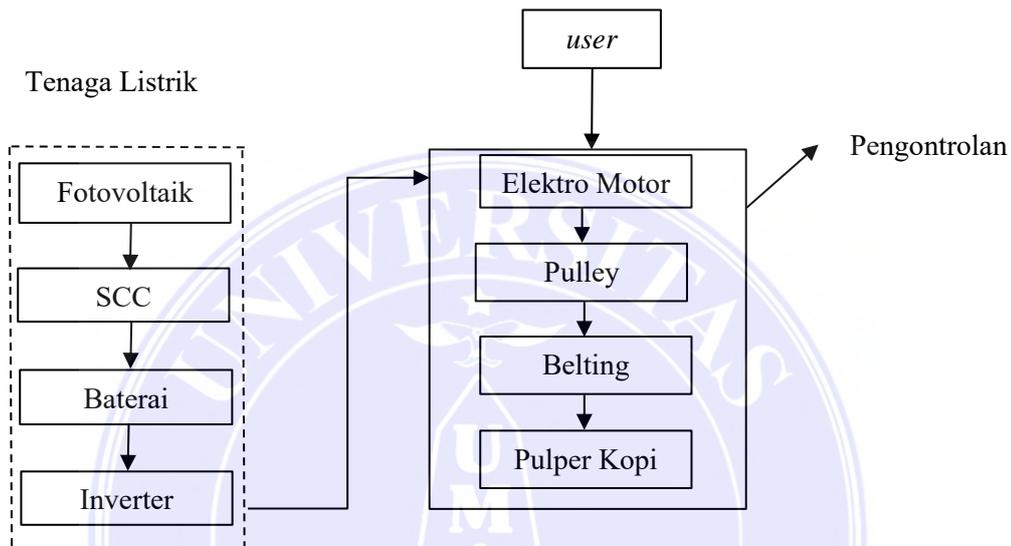
Tabel 3.6 Rancangan Anggaran Biaya

No.	Nama Alat (Pengeluaran)	Jumlah	Harga Satuan (Rp)	Total (Rp)
1.	Pulper Kopi	1 buah	1.200.000	1.200.000
2.	Baterai PV	1 buah	1.000.000	1.000.000
3.	Dinamo 1/2HP	1 buah	900.000	900.000
4.	Panel Surya	1 buah	299.000	299.000
5.	Power Inverter 4000W	1 buah	198.265	198.265
6.	Tacho Meter	1 buah	100.880	100.880
7.	Watt Meter	1 buah	99.000	99.000
8.	Solar Charge Controller (SCC)	1 buah	49.400	49.400
9.	Belting	1 Buah	60.000	60.000
10.	Digital Clamp Meter	1 Buah	58.240	58.240
11.	Lux Meter	1 buah	159.000	159.000
12.	Pulley	1 buah	40.000	40.000
<b>TOTAL</b>				<b>4.163.785</b>

### 3.5 Perancangan Alat

#### 3.5.1 Blok Diagram Sistem

Blok diagram alat merupakan suatu perencanaan alat yang mana di dalamnya terdapat inti dari pembuatan modul tersebut. Berikut merupakan gambar blok diagram sistem alat yang akan dirancang:

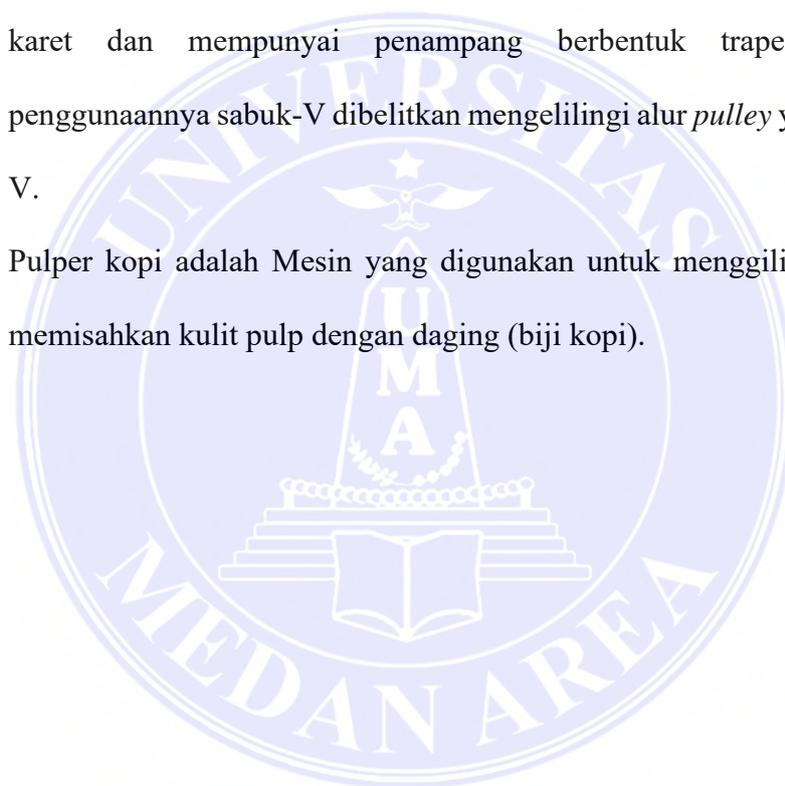


Gambar 3.7 Diagram Blok Sistem Alat

Adapun penjelasan dan fungsi daripada blok diagram diatas sebagai berikut:

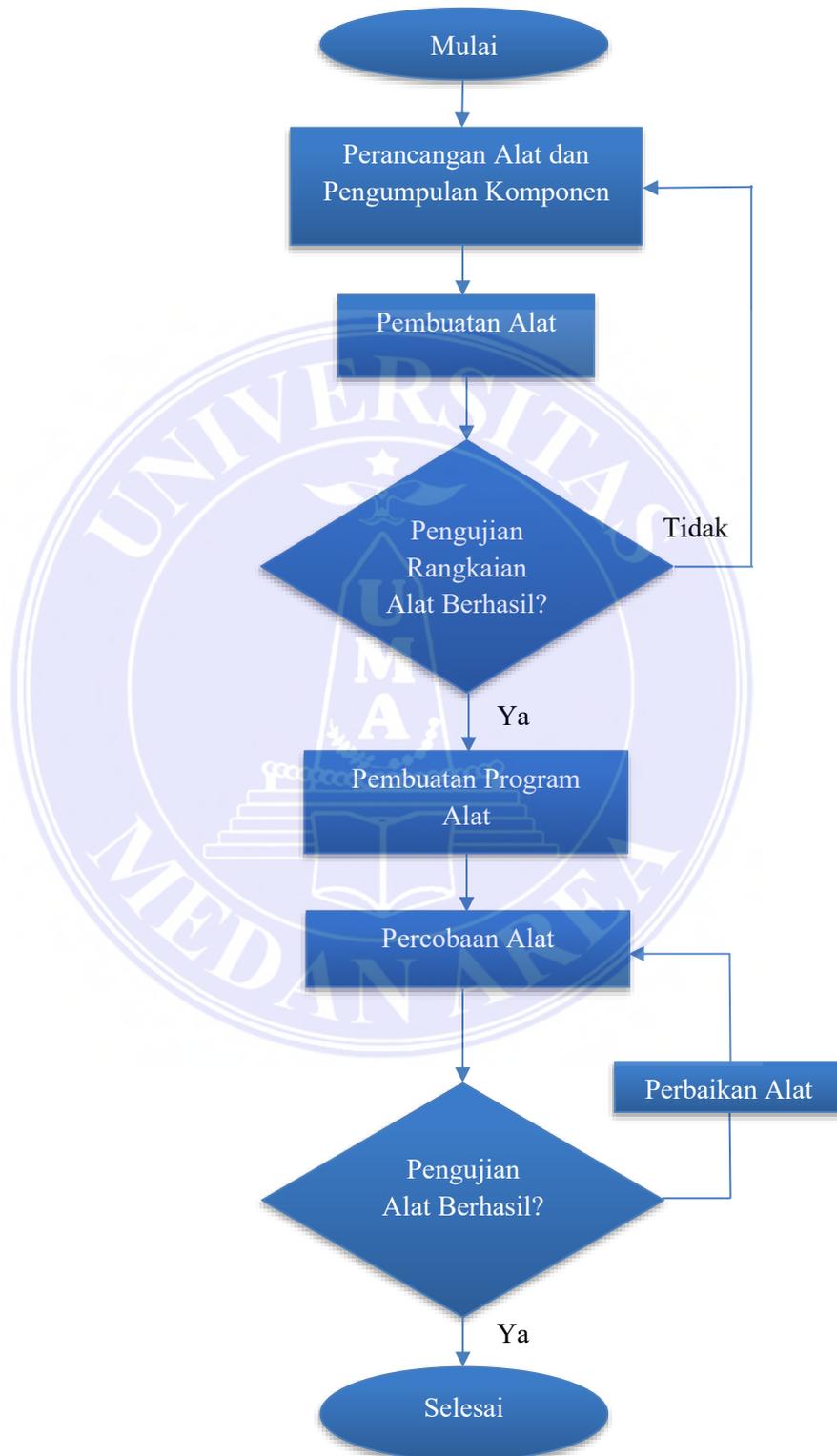
1. Fotovoltaik digunakan untuk mengkonversi sumber energi dari cahaya matahari ke listrik jenis Direct Current (DC) kemudian energi listrik disalurkan ke *Solar Charger Controller* (SCC) .
2. (SCC) berfungsi sebagai pengatur arus searah yang di isi ke baterai dan diteruskan dari baterai ke beban.
3. Baterai berfungsi sebagai media penyimpanan sementara energi listrik DC, dan energi listrik tersebut akan di salurkan ke rangkaian.
4. Inverter adalah perangkat listrik yang dapat mengubah arus searah (DC) menjadi arus bolak-balik (AC) bertegangan lebih tinggi.

5. Elektro Motor Fungsi motor induksi biasanya adalah untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik berupa gaya putar untuk mengoperasikan perangkat yang terdapat pada pulper.
6. *Pulley* digunakan untuk mentransmisikan daya dari poros satu ke poros yang lain melalui sistem transmisi penggerak berupa flat belt, V-belt atau circular belt.
7. *Belting* atau *V-belt* adalah salah satu transmisi penghubung yang terbuat dari karet dan mempunyai penampang berbentuk trapesium. Dalam penggunaannya sabuk-V dibelitkan mengelilingi alur *pulley* yang berbentuk V.
8. Pulper kopi adalah Mesin yang digunakan untuk menggiling kopi untuk memisahkan kulit pulp dengan daging (biji kopi).



### 3.5.2 Diagram Alir Pembuatan Alat

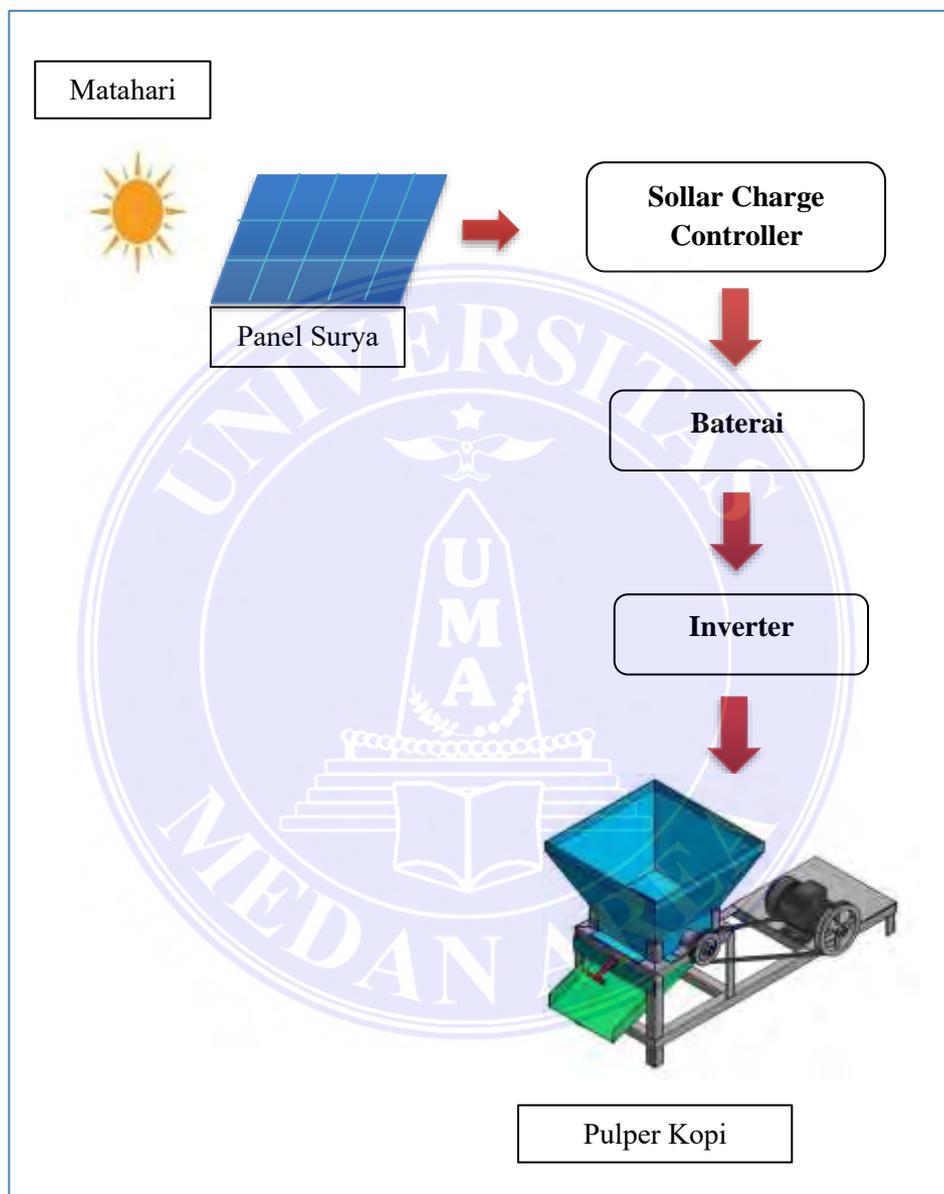
Adapun diagram alir pembuatan alat dapat dilihat pada gambar:



Gambar 3.8 Diagram Alir Pembuatan Alat

### 3.5.3 Gambaran Perancangan Alat

Sistem pengembangan pada penelitian ini memiliki sketsa yang berfungsi untuk mempermudah untuk memahami alat yang akan dikembangkan.



Gambar 3.9 Sketsa Perancangan Alat

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang didapat melalui penelitian skripsi ini adalah:

1. Sistem penggilingan pulper kopi dengan menggunakan motor AC sebagai penggerak *pulley* dengan memanfaatkan *photovoltaic* sebagai sumber listrik. Dengan menggunakan alat ini dapat menghemat waktu dari yang penggilingnya manual dalam satu bak penuh dengan kapasitas 8.5 Kg memakan waktu 10 menit dengan menggunakan alat ini dalam satu bak penuh hanya membutuhkan waktu sekitar 150 detik (kurang lebih dua menit) sudah menghemat waktu kurang lebih delapan menit dalam satu bak penuh kopi.
2. Cara kerja dari sistem penggilingan kopi menggunakan motor AC sebagai penggerak *pulley* dengan memanfaatkan *photovoltaic* sebagai sumber arus listrik. Motor penggerak pulper ini masih menggunakan motor listrik dengan daya berskala kecil dikarenakan untuk menyesuaikan arus dari baterai yang digunakan peneliti masih tergolong kecil.

#### 5.2 Saran

1. Pada penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan kapasitas baterai yang lebih besar lagi agar lebih bertahan lama dalam mensupply arus untuk penggerak pulper.
2. Peneliti selanjutnya disarankan untuk menambah sistem otomatis untuk pengontrolan alat.

3. Dalam sistem pengontrol alat ini sepenuhnya masih bertaraf manual belum menggunakan teknologi (otomatis). Perancangan alat ini masih jauh dari kategori sempurna karena penggunaannya yang sangat terbatas dikarenakan penyimpanan arus dari baterai yang tidak begitu besar.



## DAFTAR PUSTAKA

- Annisa, Shela Azhar, M. (2017) 'Rancang Bangun Pengaturan Kecepatan Motor Listrik Induksi Satu Fasa dengan Pulse Width Modulation', *Jurnal Tektro*, 1(1), pp. 16–22.
- Buyung, S. (2018) 'Analisis Perbandingan Daya Dan Torsi Pada Alat Pemotong Rumput Elektrik (Apre) Suriyanto Buyung', *Jurnal Voering*, 3(1), pp. 1–4.
- Dewi, R., Malik, U. and Syahrol (2011) 'Pembuatan Rangkaian Inverter Dari Dc Ke Ac', *Fisika* [Preprint].
- Diantari Aita Retno, Erlina, W.C. (2018) 'Studi Penyimpanan Energi Pada Baterai PLTS', *Energi & Kelistrikan*, 9(2), pp. 120–125.
- Hamni, 2013. Potensi Pengembangan Teknologi Proses Produksi Kopi Lampung. *Jurnal Mechanical*, Volume 4, Nomor 1.
- Idris, M. (2020) 'Rancang Panel Surya Untuk Instalasi Penerangan Rumah Sederhana Daya 900 Watt', *Jurnal Elektronika Listrik dan Teknologi Informasi Terapan*, 1(1), p. 17. doi:10.37338/e.v1i1.94.
- Kurnia, F. (2016) 'Kegiatan Belajar 6 Pwm ( Pulse Width Modulation )'. Available at: <http://elektro.um.ac.id/wp-content/uploads/2016/04/Elektronika-Daya-Jobsheet-6-PWM.pdf>.
- Kurniawan, A. and Harumwidiah, A. (1945) 'STRATEGI KENDALI KECEPATAN MOTOR INDUKSI MENGGUNAKAN PWM INVERTER BERBASIS JARINGAN SARAF TIRUAN'.
- Lubis, F.B. and Yanie, A. (2022) 'Implementasi Pulse Width Modulation (PWM) pada Penyaluran Limbah Cair Pupuk Kelapa Sawit Berbasis Arduino', *Journal of Electrical Technology*, 7(2), pp. 39–46. Available at: <https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/jet/article/view/5394%0Ahttps://jurnal.uisu.ac.id/index.php/jet/article/download/5394/3930>.
- Mario Roal (2015) 'Peningkatan Efisiensi Energi Menggunakan Baterai Dengan Kendali Otomatis Penerangan Ruang Kelas Berbasis PLTS', *Jurnal Elkha*, 7(Jurnal ELKHA Vol.7, No 2, Oktober 2015), pp. 12–19.
- Mukrimaa, S.S. *et al.* (2016) 'JURNAL ERA ABDIMAS', *Jurnal Penelitian Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, 6(August), p. 128.
- Yusmaartato, Nasution, R. and Armansyah (2019) 'Analisis Arus Motor Induksi Rotor Sangkar Dengan Mengubah Jumlah Kutub', *Buletin Utama Teknik*, 14(2), pp. 112–115.

## LAMPIRAN

### Lampiran 1: Pengisian Baterai



## Lampiran 2: Pengujian Intensitas Cahaya



