

**RANCANG BANGUN *ROBOT CORNER LAWN MOWER*  
DENGAN SISTEM KENDALI *REMOTE CONTROL*  
*FLYSKY* BERBASIS ARDUINO MEGA 2560**

**PROYEK AKHIR**

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan  
Diploma III Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung



Disusun Oleh:

Aliyah Famela Puteri	NIM : 0032033
Aprenza Winarlin	NIM : 0032034
Irvan Debylian	NIM : 0012015

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI  
BANGKA BELITUNG  
TAHUN 2023**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**JUDUL PROYEK AKHIR**

**RANCANG BANGUN *ROBOT CORNER LAWN MOWER* DENGAN  
SISTEM KENDALI *REMOTE CONTROL FLYSKY*  
BERBASIS ARDUINO MEGA 2560**

Oleh:

Aliyah Famela Puteri/0032033

Aprenza Winarlin/0032034

Irvan Debylian/0012015

Laporan akhir ini telah disetujui dan disahkan sebagai salah satu syarat kelulusan  
Diploma III Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

Menyetujui,

Pembimbing 1



Oesirendi, M.T.

Pembimbing 2



Indra Feriadi, M.T.

Penguji 1



Indra Dwisaputra, M.T.

Penguji 2



Rodika, M.T.

## PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa 1 : Aliyah Famela Puteri NIM : 0032033  
Nama Mahasiswa 2 : Aprenza Winarlin NIM : 0032034  
Nama Mahasiswa 3 : Irvan Debylian NIM : 0012015

Dengan Judul : RANCANG BANGUN *ROBOT CORNER LAWN MOWER*  
DENGAN SISTEM KENDALI *REMOTE CONTROL*  
*FLYSKY* BERBASIS ARDUINO MEGA 2560

Menyatakan bahwa laporan akhir ini adalah hasil kerja kami sendiri dan bukan merupakan plagiat. Pernyataan ini kami buat dengan sebenarnya dan bila ternyata dikemudian hari ternyata melanggar pernyataan ini, kami bersedia menerima sanksi yang berlaku.

Sungailiat, 14 Agustus 2023

Nama Mahasiswa

1. Aliyah Famela Puteri
2. Aprenza Winarlin
3. Irvan Debylian

Tanda Tangan

.....  
.....  
.....

## ABSTRAK

*Mesin pemotong rumput pada umumnya masih banyak membutuhkan tenaga manusia serta menggunakan bahan bakar dalam pengoperasiannya. Perawatan rumput di daerah runway bandara membutuhkan sebuah alat mesin pemotong rumput yang dapat mengefisiensi waktu dan menghemat bahan bakar. Pada proyek akhir ini, akan dibuat alat mesin pemotong rumput dengan sistem kontrol jarak jauh dan memanfaatkan solar cell untuk membantu PT. Angkasa Pura II Cabang H.A.S. Hanandjoeddin Belitung merawat rumput di bagian runway bandara. Dalam metode penelitian ini, dilakukan pengumpulan data variabel, perancangan alat, proses permesinan, proses fabrikasi serta pengujian pada robot. Robot ini dapat dikendalikan maksimal sejauh 2km dan untuk sistem monitoring dapat diakses maksimal sejauh 40m berdasarkan hasil pengujian. Penggunaan daya baterai pada robot hanya dapat digunakan selama 1 jam setelah pengisian ulang penuh. Pengisian daya baterai full menggunakan solar cell membutuhkan waktu 15 jam dengan kondisi matahari terik. Pengisian daya baterai full menggunakan solar cell membutuhkan waktu 15 jam dengan kondisi matahari terik, sedangkan menggunakan sumber PLN membutuhkan waktu 13 jam. Dengan sistem kontrol jarak jauh dan penggunaan solar cell, dapat disimpulkan bahwa robot corner lawn mower ini dapat bekerja tapi kurang efektif jika hanya menggunakan 1 panel dengan 100 WP.*

*Kata kunci : Robot Mesin Pemotong Rumput, Sistem Kontrol Jarak Jauh, Solar Cell*

## **ABSTRACT**

*Lawn mowers in general still require a lot of human power and use fuel to operate. Lawn maintenance in the airport runway area requires a lawn mower that can save time and save fuel. In this final project, a lawn mower will be made with a remote control system and utilizing solar cells to help PT. Angkasa Pura II Branch H.A.S. Hanandjoeddin Belitung takes care of the grass on the airport runway. In this research method, variable data collection, tool design, machining processes, fabrication processes and robot testing are carried out. This robot can be controlled a maximum of 2km and the monitoring system can be accessed a maximum of 40m based on test results. The use of battery power on the robot can only be used for 1 hour after a full recharge. Full battery charging using a solar cell takes 15 hours in hot sun conditions. Charging a full battery using a solar cell takes 15 hours under hot sun conditions, while using a PLN source takes 13 hours. With a remote control system and the use of solar cells, it can be concluded that this corner lawn mower robot can work but it is less effective if only using 1 panel with 100 WP.*

*Keywords: Lawn Mower Robot, Remote Control System, Solar Cell*

## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh. Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Proyek Akhir yang berjudul “Rancang Bangun *Robot Corner Lawn Mower* Dengan Sistem Kendali *Remote Control Flysky* Berbasis *Arduino Mega 2560*”. Shalawat serta salam juga tidak lupa penulis curahkan untuk baginda Nabi Muhammad SAW yang akan memberikan syafaatnya di akhirat nanti.

Penulis menyadari sepenuhnya, bahwa dalam penyusunan laporan proyek akhir ini banyak kekurangan mengingat terbatasnya kemampuan penulis, namun berkat rahmat Allah SWT, serta pengarahan dari berbagai pihak, akhirnya laporan proyek akhir ini dapat diselesaikan. Harapan penulis semoga laporan proyek akhir ini dapat bermanfaat untuk kepentingan bersama. Sehubungan dengan itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, rezeki dan hidayah yang diberikan kepada penulis untuk menyelesaikan proyek akhir ini dengan baik dan tepat waktu.
2. Orangtua tercinta serta seluruh keluarga yang dengan penuh keikhlasan dan kesungguhan hati memberikan bantuan moral dan spiritual yang tak ternilai harganya.
3. Bapak I Made Andik Setiawan, M.Eng., Ph.D. selaku Direktur di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung yang telah banyak memberikan kemudahan dalam menyelesaikan pendidikan.
4. Bapak Zanu Saputra, M.T. selaku Ka. Jurusan Teknik Elektro dan Informatika Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
5. Bapak Pristiansyah, S.S.T., M.Eng. selaku Ka. Jurusan Teknik Mesin Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
6. Bapak Angga Sateria, S.S.T., M.T. selaku Ka. Prodi Perawatan dan Perbaikan Mesin Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
7. Bapak Ocsirendi, M.T. selaku Ka. Prodi DIII-Teknik Elektronika Politeknik

Manufaktur Negeri Bangka Belitung sekaligus dosen pembimbing 1 yang telah membimbing, mengarahkan dan memberi saran-saran dalam pembuatan dan penyusunan laporan proyek akhir ini.

8. Bapak Indra Feriadi M.T. selaku dosen pembimbing 2 yang telah membimbing, mengarahkan dan memberi saran-saran dalam pembuatan dan penyusunan laporan proyek akhir ini.
9. Dosen dan Staff Pengajar di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung yang telah banyak membantu dalam proses pelaksanaan proyek akhir.
10. Pihak PT. Angkasa Pura II Cabang H.A.S.Hanandjoeddin Belitung yang telah memberikan support serta dana selama pembuatan proyek akhir.
11. Teman–teman seperjuangan dan semua pihak yang telah memberikan bantuan dan supportnya.

Penulis menyadari bahwa penulisan proyek akhir ini masih jauh dari sempurna dikarenakan penulis adalah manusia biasa yang tidak luput dari kesalahan. Karena yang benar hanya datang dari Allah SWT dan yang salah datang dari penulis sendiri. Oleh karena itu, sangat diharapkan segala petunjuk, kritik dan saran yang membangun dari pembaca agar dapat menunjang pengembangan dan perbaikan penulis selanjutnya.

Akhir kata penulis ucapkan terimakasih, besar harapan penulis laporan proyek akhir dan alat yang dibuat ini dapat memberikan manfaat dalam menambah wawasan dan pengetahuan bagi pembaca dan penulis sendiri.

Sungailiat, 03 Maret 2023

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT .....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang Masalah .....	1
1.2. Perumusan Masalah .....	3
1.3. Tujuan Proyek Akhir.....	3
1.4. Batasan Masalah .....	3
<b>BAB II DASAR TEORI.....</b>	<b>4</b>
2.1. Robotika.....	4
2.1.1. Robot Mesin Pemotong Rumput.....	4
2.2. Alat Mesin Pemotong Rumput .....	6
2.2.1. Mesin Pemotong Rumput Gendong ( <i>Walk-Behind Mower</i> ) .....	6
2.2.2. Mesin Pemotong Rumput Dorong ( <i>Push Mower</i> ) .....	6
2.2.3. Mesin Pemotong Rumput Duduk ( <i>Riding Mower</i> ) .....	7
2.2.4. Robot Pemotong Rumput ( <i>Robot Lawn Mower</i> ) .....	8
2.3. Rumput.....	9
2.3.1. Rumput di <i>Runway</i> Bandara.....	9
2.4. <i>Runway</i> Bandara .....	10
2.4.1. Alat Mesin Pemotong Rumput pada <i>Runway</i> Bandara:.....	10
2.5. Sistem Kontrol Jarak Jauh .....	11
2.5.1. <i>Remote Control Flysky</i> .....	12



2.5.2.	<i>Transmitter dan Receiver</i> .....	12
2.5.3.	Sistem ROTG pada <i>Smartphone</i> Dengan Kamera FPV.....	13
2.6.	Mata Potong .....	14
2.7.	Panel Surya ( <i>Solar Cell</i> ) .....	14
2.8.	<i>Solar Charge Controller</i> .....	16
2.9.	Efisiensi <i>Solar Cell</i> .....	17
2.10.	Penggunaan Sensor Arus ACS712.....	18
2.11.	Manfaat <i>Robot Corner Lawn Mower</i> bagi PT. Angkasa Pura II Cabang H.A.S. Hanandjoeddin Belitung .....	18
<b>BAB III METODE PELAKSANAAN.....</b>		<b>20</b>
3.1.	Blok Diagram.....	20
3.2.	Perhitungan Dalam Pengambilan Data .....	21
3.2.1.	Perhitungan Penggunaan Daya Sesuai Kebutuhan Robot.....	21
3.2.2.	Perhitungan Penggunaan Daya Baterai dengan Seluruh Beban.....	21
3.2.3.	Perhitungan Daya Melalui <i>Charger</i> Listrik .....	22
3.2.4.	Perhitungan Pengisian Daya Melalui Panel Surya.....	22
3.2.5.	Perhitungan Efisiensi Panel Surya ke Pengisian Baterai .....	22
3.3.	Perancangan Alat .....	23
3.3.1.	Identifikasi Masalah .....	23
3.3.2.	Pengumpulan Data .....	25
3.3.2.1.	Data Langsung (Primer).....	25
3.3.2.2.	<i>Study Literature</i> .....	26
3.3.3.	Pengolahan Data.....	26
3.3.4.	Merencana atau Menganalisis .....	26
3.3.5.	Merancang.....	26
3.3.5.1.	Desain Konstruksi Robot .....	27
3.3.5.2.	Desain Box Elektrikal Robot .....	29
3.3.5.3.	Perancangan Sistem Kontrol <i>Robot Corner Lawn Mower</i> .....	30
3.3.5.4.	Perancangan <i>Layout</i> PCB .....	31
3.3.5.5.	Perancangan Rangkaian Kontrol Peralihan Otomatis.....	32
3.4.	Sistem Kontrol Robot Berdasarkan Blok Diagram.....	33

3.4.1.	Blok Diagram Sistem Monitoring <i>Robot Corner Lawn Mower</i> .....	33
3.4.2.	Blok Diagram Penggunaan Sensor Arus ACS712.....	34
3.4.3.	Blok Diagram Sistem Kerja Robot Menggunakan <i>Solar Cell</i> .....	34
3.4.4.	Blok Diagram Sistem Kerja Robot Menggunakan Baterai .....	35
3.5.	Pembuatan Komponen .....	35
3.5.1.	Proses Permesinan.....	35
3.5.2.	Proses Fabrikasi .....	37
3.6.	Pemrograman .....	38
3.7.	<i>Assembling</i> antara Konstruksi serta Sistem Kontrol & Monitoring <i>Robot Corner Lawn Mower</i> .....	38
3.8.	Pengujian Keseluruhan Sistem <i>Robot Corner Lawn Mower</i> .....	39
3.9.	Evaluasi dan Perbaikan .....	39
<b>BAB IV PEMBAHASAN.....</b>		<b>40</b>
4.1.	Pengujian <i>Robot Corner Lawn Mower</i> .....	41
4.1.1.	Pengujian <i>Remote Control Flysky</i> .....	41
4.1.2.	Pengujian Kamera FPV dengan <i>Smartphone</i> .....	42
4.1.3.	Pengujian Pergerakan Robot .....	43
4.1.4.	Perhitungan Penggunaan Daya Sesuai Kebutuhan Robot.....	45
4.1.5.	Perhitungan Penggunaan Daya Baterai Dengan Seluruh Beban.....	45
4.1.6.	Perhitungan Pengisian Daya Baterai Melalui <i>Charger</i> Listrik .....	49
4.1.7.	Perhitungan Pengisian Daya Baterai Melalui Panel Surya .....	56
<b>BAB V PENUTUP.....</b>		<b>63</b>
5.1.	Kesimpulan .....	63
5.2.	Saran .....	63
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>65</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>67</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 <i>Runway</i> Bandara.....	1
Gambar 2. 1 Robotika .....	4
Gambar 2. 2 Robot Mesin Pemotong Rumput .....	5
Gambar 2. 3 Mesin Pemotong Rumput Gendong .....	6
Gambar 2. 4 Mesin Pemotong Rumput Dorong .....	7
Gambar 2. 5 Mesin Pemotong Rumput Duduk.....	7
Gambar 2. 6 Robot Pemotong Rumput .....	8
Gambar 2. 7 <i>Transmitter</i> .....	13
Gambar 2. 8 <i>Receiver</i> .....	13
Gambar 2. 9 <i>Solar Cell</i> .....	15
Gambar 2. 10 <i>Solar Charge Controller</i> PWM.....	16
Gambar 2. 11 Sensor Arus ACS712 .....	18
Gambar 3. 1 Blok Diagram Sistem Kerja Robot .....	20
Gambar 3. 2 Desain Konstruksi Tampak Depan.....	27
Gambar 3. 3 Desain Konstruksi Tampak Samping.....	28
Gambar 3. 4 Desain Konstruksi Tampak Bawah .....	28
Gambar 3. 5 Desain Box Elektrikal Tampak Depan.....	29
Gambar 3. 6 Desain Box Elektrikal Tampak Samping .....	29
Gambar 3. 7 Desain Box Elektrikal Tampak Atas .....	30
Gambar 3. 8 Rangkaian Skematik Sistem Kontrol Robot .....	30
Gambar 3. 9 Desain Rangkaian <i>Layout</i> PCB .....	31
Gambar 3. 10 Desain Rangkaian Kontrol Peralihan .....	32
Gambar 3. 11 Blok Diagram Sistem Monitoring Robot .....	33
Gambar 3. 12 Blok Diagram Penggunaan Sensor Arus .....	34
Gambar 3. 13 Blok Diagram Sistem Kerja Robot Menggunakan <i>Solar Cell</i> .....	34
Gambar 3. 14 Blok Diagram Sistem Kerja Robot Menggunakan Baterai .....	35
Gambar 4. 1 Hasil Pembuatan Konstruksi <i>Robot Corner Lawn Mower</i> .....	40

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Keterangan <i>Remote Control Flysky</i> .....	12
Tabel 4. 1 Data Hasil Pengujian <i>Remote Control Flysky</i> .....	41
Tabel 4. 2 Data Hasil Pengujian Kamera FPV Dengan <i>Smartphone</i> .....	42
Tabel 4. 3 Data Hasil Pengujian Pergerakkan Robot.....	43
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Penggunaan Daya Baterai Tanpa Beban .....	46
Tabel 4. 5 Grafik Penggunaan Baterai Dari Penuh-Habis .....	48
Tabel 4. 6 Hasil Pengisian Baterai Melalui Sumber PLN (I Out).....	50
Tabel 4. 7 Hasil Pengisian Baterai Melalui Sumber PLN (V Baterai) .....	52
Tabel 4. 8 Grafik Pengisian Daya Baterai Melalui Sumber PLN .....	54
Tabel 4. 9 Grafik Pengisian Baterai Melalui Sumber PLN (% Baterai) .....	54
Tabel 4. 10 <i>Battery State of Charge</i> .....	55
Tabel 4. 11 Data Hasil Pengujian Daya Baterai Melalui Panel Surya .....	57
Tabel 4. 12 Grafik Pengisian Daya Baterai Melalui Panel Surya Hari ke-1 .....	58
Tabel 4. 13 Grafik Pengisian Daya Baterai Melalui Panel Surya Hari ke-2.....	59
Tabel 4. 14 Grafik Pengisian Daya Baterai Melalui Panel Surya Hari ke-3.....	60

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1: Daftar Riwayat Hidup

Lampiran 2: Program

Lampiran 3: Gambar Rancangan



## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang Masalah

Bandar udara merupakan suatu wilayah yang memiliki batas-batas tertentu, baik berada di daratan maupun di perairan yang difungsikan sebagai tempat untuk pesawat melakukan proses *take off* maupun *landing*, serta aktivitas naik turun penumpang dan bongkar muat barang. Bandara tentu memiliki sebuah daerah landasan pacu yang sisi kiri kanannya terdapat tumbuhan liar atau rumput. Rumput adalah tumbuhan monokotil yang dapat tumbuh di berbagai jenis tanah. Pertumbuhan pada rumput yang memanjang harus intensif dipotong secara teratur, salah satunya pada daerah *runway* bandara.



Gambar 1. 1 *Runway* Bandara

(Sumber: [www.riauonline.co.id](http://www.riauonline.co.id))

Adanya rumput di sekitar landasan pacu bandara terkadang dapat memiliki dampak negatif bagi pesawat karena seringkali menjadi penyebab kedatangan kawanan burung di sekitar landasan pacu atau *runway*. Keberadaan burung-burung tersebut dapat menyebabkan *bird strike* yang sangat berbahaya bagi penerbangan. PT. Angkasa Pura II Cabang H.A.S. Hanandjoeddin Belitung memiliki kesulitan dalam perawatan tumbuhan liar atau rumput sekitar area landasan yang mengganggu keluar masuknya pesawat saat melakukan *take off* maupun *landing* sehingga membutuhkan sebuah alat untuk mengatasinya.

Teknologi pada robotika ini telah mengalami perkembangan yang pesat, sehingga berdampak dalam kehidupan manusia. Perkembangan teknologi robotika bertujuan untuk memenuhi kebutuhan manusia yang dapat membantu menyelesaikan pekerjaannya. Memotong rumput merupakan salah satu pekerjaan manusia yang dapat diselesaikan oleh robot [1]. Mesin pemotong rumput dapat dikembangkan dalam jangka panjang, salah satunya sebagai perawatan pada daerah bandara yang umumnya di sekitar *runway* terdapat rumput yang harus dirawat secara berkala. Selama ini banyak mesin pemotong rumput yang sering dijumpai masih menggunakan sistem konvensional berupa traktor dan pemotong rumput lainnya yang masih membutuhkan bantuan tenaga manusia serta bahan bakar untuk mengoperasikannya. Berdasarkan permasalahan tersebut, PT. Angkasa Pura II Cabang H.A.S. Hanandjoeddin Belitung ingin membuat alat mesin pemotong rumput otomatis yang ramah lingkungan, penghematan bahan bakar serta meminimalisirkan waktu dalam pengoperasiannya.

Efisiensi waktu dan tenaga menjadi aspek penting dalam operasional mesin pemotong rumput. Oleh karena itu, harus ada pengembangan mesin pemotong rumput otomatis yang bertujuan untuk mengurangi waktu operasional dan menghemat biaya operasional [2]. Berdasarkan hal-hal tersebut, untuk mengatasi masalah yang dialami dan juga sebagai permintaan dari PT. Angkasa Pura II Cabang H.A.S. Hanandjoeddin Belitung maka akan dibuat alat mesin pemotong rumput dengan sistem kontrol jarak jauh yang gerakannya dikendalikan menggunakan *remote control* dengan judul "*Rancang Bangun Robot Corner Lawn Mower Dengan Sistem Kendali Remote Control Flysky Berbasis Arduino Mega 2560*" yang dimana *remote control* ini dapat memudahkan pihak PT. Angkasa Pura II Cabang H.A.S. Hanandjoeddin Belitung dalam pengoperasian alat dan menghemat tenaga manusia sehingga bersifat lebih efisien. Alat mesin pemotong rumput ini juga menggunakan *solar cell* dengan memanfaatkan energi matahari sebagai energi alternatif untuk penghematan bahan bakar. Selain memanfaatkan *solar cell*, alat mesin pemotong rumput ini juga dapat memanfaatkan sumber dari PLN. Selain itu, robot ini juga dilengkapi kamera sebagai monitoring pergerakan robot yang terkoneksi dengan *smartphone*.

## 1.2. Perumusan Masalah

Pada proyek akhir ini terdapat rumusan masalah yang diangkat berdasarkan latar belakang, yaitu:

1. Bagaimana merancang serta membangun sistem robot pemotong rumput menggunakan *remote control flysky* dengan memanfaatkan *solar cell* berbasis Arduino Mega 2560.
2. Bagaimana memotong rumput menggunakan 1 motor potong sebagai efisiensi daya.
3. Bagaimana memonitoring pergerakan robot dengan kamera.
4. Bagaimana membuat *charger* peralihan otomatis.

## 1.3. Tujuan Proyek Akhir

Adapun tujuan penulisan dalam penyusunan proyek akhir ini diantaranya adalah:

1. Dapat merancang dan membangun suatu sistem pada robot pemotong rumput menggunakan *remote control flysky* dengan memanfaatkan *solar cell* berbasis Arduino Mega 2560.
2. Dapat memotong rumput menggunakan 1 motor potong sebagai efisiensi daya.
3. Dapat memonitoring pergerakan robot dengan kamera.
4. Dapat membuat *charger* peralihan otomatis sebagai perpindahan pengisian baterai dari *solar cell* ke sumber PLN.

## 1.4. Batasan Masalah

Dalam proyek akhir ini terdapat batasan-batasan masalah, diantaranya:

1. *Remote control flysky* sebagai sistem kontrol jarak jauh.
2. Sistem *robot corner lawn mower* menggunakan 1 motor potong.
3. Penggunaan kamera sebagai sistem monitoring pergerakan robot.
4. Penggunaan *solar cell* sebagai penghematan bahan bakar.



## BAB II DASAR TEORI

### 2.1. Robotika

Kata "robot" berasal dari bahasa Ceko (*Czech*) dan memiliki makna "pekerja" atau "*worker*". Robot adalah perangkat mekanik yang memiliki kemampuan untuk menjalankan tugas-tugas fisik. Robot dapat dikendalikan dan diawasi oleh manusia, atau dijalankan menggunakan serangkaian program yang telah ditentukan sebelumnya atau menggunakan kecerdasan buatan (*artificial intelligence*) [3].



Gambar 2. 1 Robotika  
(Sumber: [www.esa.int](http://www.esa.int))

Dengan kemajuan teknologi terutama teknologi elektronik, peran robot semakin menjadi semakin penting salah satunya dalam membantu pekerjaan manusia. Robot terus mengalami perkembangan dan inovasi yang memungkinkan untuk menjalankan tugas-tugas yang lebih kompleks serta memberikan manfaat yang lebih besar pada masyarakat.

#### 2.1.1. Robot Mesin Pemotong Rumput

Perkembangan teknologi dalam bidang robotika dan sistem pengendalian telah menghasilkan banyak mesin otomatis yang dapat mengurangi pekerjaan manusia, mengoptimalkan waktu pengoperasian serta menghemat bahan bakar dalam proses operasional. Melakukan pemotongan rumput di lahan yang luas dan terbuka memerlukan kebutuhan tenaga tambahan dan kondisi fisik yang optimal.

Berdasarkan hal-hal tersebut membuat pengguna cepat kelelahan sehingga berdampak pada penurunan produktivitas [3].



Gambar 2. 2 Robot Mesin Pemotong Rumput

(Sumber: [www.istockphoto.com](http://www.istockphoto.com))

Pada proyek akhir ini dirancang dan dibangun sebuah robot pemotong rumput dengan sistem kontrol jarak jauh yang dapat dikendalikan dengan remote control dan juga memanfaatkan solar cell. Berikut adalah hubungan antara robot dan robot mesin pemotong rumput:

1. Efisiensi dan Produktivitas: Robot mesin pemotong rumput dapat bekerja secara terus-menerus dan secara otomatis mengelola area yang luas. Robot mesin pemotong rumput dapat memotong rumput dengan kecepatan yang konsisten dan merata, meningkatkan efisiensi dan produktivitas pemotongan dibandingkan dengan metode manual yang membutuhkan tenaga manusia.
2. Kemudahan Penggunaan: Robot mesin pemotong rumput dirancang untuk memberikan kemudahan penggunaan. Robot mesin pemotong rumput seringkali dilengkapi dengan antarmuka pengguna yang mudah dipahami, memungkinkan pengguna untuk dengan mudah mengatur jadwal pemotongan, zona pemotongan, dan pengaturan lainnya. Pengguna juga dapat memantau dan mengontrol robot melalui aplikasi seluler atau perangkat lainnya.

Dalam keseluruhan, robot mesin pemotong rumput menggabungkan teknologi robotik untuk memberikan solusi pemotongan rumput yang otomatis, efisien, dan mudah digunakan. Robot mesin pemotong rumput dapat membantu mengurangi beban kerja manual dan memberikan pemeliharaan yang teratur pada area rumput.

## 2.2. Alat Mesin Pemotong Rumput

Alat mesin pemotong rumput dikenal sebagai *lawn mower* yang merupakan suatu alat yang dirancang khusus untuk memangkas rumput secara efisien dan merata. Berikut adalah penjelasan dari beberapa macam alat mesin pemotong rumput yang umum digunakan:

### 2.2.1. Mesin Pemotong Rumput Gendong (*Walk-Behind Mower*)

Mesin pemotong rumput gendong merupakan mesin pemotong rumput yang dioperasikan dengan cara digendong atau dipunggung oleh pengguna. Mesin pemotong rumput gendong bisa digunakan untuk melakukan pemotongan rumput di area halaman yang memiliki permukaan tanah tidak rata atau bergelombang [4]. Dibawah ini terdapat gambar mesin pemotong rumput gendong:



Gambar 2. 3 Mesin Pemotong Rumput Gendong

(Sumber: [www.acehardware.co.id](http://www.acehardware.co.id))

Mesin pemotong rumput gendong biasanya dilengkapi dengan roda untuk mempermudah pergerakan. Mesin pemotong rumput gendong tersedia dalam dua tipe utama: *rotary* dan *reel*. Mesin pemotong rumput *rotary* menggunakan pisau berputar yang memotong rumput dengan gerakan melingkar. Sementara itu, mesin pemotong rumput *reel* menggunakan silinder dengan pisau yang memutar untuk memotong rumput dengan gerakan maju-mundur.

### 2.2.2. Mesin Pemotong Rumput Dorong (*Push Mower*)

Mesin pemotong rumput dorong merupakan alat mesin pemotong rumput yang digunakan untuk memotong rumput pada area yang lebih kecil atau sedang.

Alat mesin pemotong rumput ini dirancang sesuai dengan namanya yaitu didorong oleh pengguna saat memotong rumput. Di bawah ini terdapat gambar mesin pemotong rumput dorong:



Gambar 2. 4 Mesin Pemotong Rumput Dorong

(Sumber: [www.faadru.blogspot.com](http://www.faadru.blogspot.com))

Mesin pemotong rumput dorong ini mirip dengan mesin pemotong rumput gendong, tetapi tidak memiliki roda penggerak. Pengguna harus mendorong mesin dengan tenaga tangan mereka sendiri. Mesin pemotong rumput dorong umumnya lebih ringan dan lebih mudah untuk manuver.

### 2.2.3. Mesin Pemotong Rumput Duduk (*Riding Mower*)

Mesin pemotong rumput duduk dikenal sebagai *riding mower* atau *lawn tractor* merupakan mesin pemotong rumput yang dikendarai oleh pengguna. Mesin pemotong rumput ini memiliki kursi dan kemudi, memungkinkan pengguna untuk duduk dan mengendarai mesin sambil memotong rumput. Di bawah ini terdapat gambar mesin pemotong rumput duduk:



Gambar 2. 5 Mesin Pemotong Rumput Duduk

(Sumber: [www.alamy.com](http://www.alamy.com))

*Lawn mower* duduk ideal untuk area yang lebih besar dan membutuhkan waktu pemotongan yang lebih lama. Mesin pemotong rumput duduk ini biasanya menggunakan mesin bensin atau motor diesel sebagai sumber energi. Selain itu, mesin pemotong rumput duduk biasanya digunakan untuk memotong rumput di area yang lebih luas seperti lahan pertanian.

#### **2.2.4. Robot Pemotong Rumput (Robot *Lawn Mower*)**

Robot *lawn mower* adalah jenis robot otomatis yang dirancang khusus untuk memotong rumput pada area halaman atau taman tanpa intervensi manusia secara langsung. Dibawah ini terdapat gambar robot pemotong rumput:



Gambar 2. 6 Robot Pemotong Rumput

(Sumber: [www.voi.id](http://www.voi.id))

Robot pemotong rumput menggunakan sensor, sistem navigasi dan pisau pemotong yang terpasang pada bagian bawahnya untuk melakukan pemotongan rumput secara efisien dan terprogram. Robot pemotong rumput bekerja dengan cara yang sama dengan mesin pemotong rumput konvensional, tetapi tanpa tenaga manusia. Mereka dilengkapi dengan sensor penghindar hambatan yang memungkinkan mereka menghindari rintangan seperti batu, pepohonan, atau tanaman lainnya yang dapat mengganggu pemotongan rumput.

Berdasarkan penjelasan diatas mengenai beberapa macam alat mesin pemotong rumput yang sering digunakan, pada proyek akhir ini, alat mesin pemotong rumput yang penulis rancang dan bangun termasuk golongan Robot Pemotong Rumput

(Robot *Lawn Mower*). Pembedanya adalah robot yang penulis rancang dan bangun ini masih membutuhkan manusia sebagai operator pengendalian robot dari jarak jauh tetapi tidak membutuhkan tenaga manusia serta penggunaan robot menggunakan *solar cell* sebagai penghematan bahan bakar.

### **2.3. Rumput**

Rumput merupakan tanaman yang tumbuh liar banyak ditemukan di halaman, pinggir jalan ataupun lapangan. Seringkali rumput dianggap sebagai pengganggu tanaman yang sengaja ditanam, namun rumput tidak bisa selalu dianggap pengganggu karena rumput termasuk salah satu tanaman penting, salah satunya pada daerah *runway* bandara.

#### **2.3.1. Rumput di *Runway* Bandara**

Rumput di sekitar *runway* berfungsi sebagai drainase. Selain itu, dalam situasi darurat, keberadaan rumput di sekitar landasan pacu juga memiliki peran penting dalam menghentikan pergerakan pesawat yang tergelincir saat terjadi hujan deras. Hal ini terjadi karena tanah yang ditumbuhi rumput dapat membuat roda pesawat tenggelam ke dalam tanah saat melakukan pendaratan. Pada akhirnya, laju pesawat benar-benar tertahan dan membuatnya berhenti sebelum menabrak tanggul atau bahkan lebih buruk dari itu, seperti keluar dari wilayah bandara dan jatuh ke jurang atau area di luar batas bandara [5].

Rumput yang ada di sekitar *runway* bandara memiliki peran penting dalam menjaga keamanan dan keberlanjutan operasi bandara. Berikut ini beberapa aspek yang dapat dibahas mengenai rumput di sekitar *runway* bandara:

1. **Kontrol Vegetasi:** Rumput yang tumbuh di sekitar *runway* harus dikendalikan dengan baik untuk mencegah pertumbuhan yang berlebihan. Rumput yang terlalu panjang dapat mengganggu penglihatan pilot saat lepas landas atau mendarat. Oleh karena itu, perawatan rutin seperti pemotongan rumput secara teratur harus dilakukan untuk memastikan tingkat vegetasi yang sesuai.
2. **Kualitas Permukaan:** Rumput yang tumbuh di sekitar *runway* juga berperan dalam menjaga kualitas permukaan landasan pacu. Permukaan yang halus dan

bebas dari tanaman liar atau rumput yang merambat penting untuk memastikan bahwa pesawat bisa *take off* maupun *landing* dengan aman. Pertumbuhan rumput yang tidak terkendali dapat mempengaruhi daya cengkeram dan mengganggu keamanan operasi pesawat.

3. Drainase: Rumput juga dapat berkontribusi pada sistem drainase di sekitar *runway*. Rumput berperan dalam menyerap air hujan dan membantu dalam mengendalikan aliran air di area landasan pacu. Sistem drainase yang baik penting untuk menghindari genangan air yang dapat menyebabkan bahaya saat pendaratan atau lepas landas.
4. Perlindungan Lingkungan: Vegetasi seperti rumput di sekitar *runway* dapat memberikan perlindungan lingkungan dengan menyerap polutan dan mengurangi pencemaran. Rumput juga membantu mengurangi erosi tanah di sekitar landasan pacu dan mengikat partikel debu, sehingga meningkatkan kualitas udara di sekitar bandara.

#### **2.4. Runway Bandara**

*Runway* bandara adalah jalur landasan khusus yang digunakan untuk lepas landas dan mendaratnya pesawat. Landasan pacu umumnya terbuat dari aspal atau beton yang kokoh dan rata. *Runway* memiliki panjang yang mencukupi untuk memungkinkan pesawat mencapai kecepatan lepas landas dan mendarat dengan aman. Panjang *runway* bervariasi tergantung pada ukuran dan kelas pesawat yang melayani bandara tersebut.

##### **2.4.1. Alat Mesin Pemotong Rumput pada Runway Bandara:**

Alat mesin pemotong rumput yang digunakan di *runway* bandara sering disebut "*mower*" atau "*mower* bandara". Alat ini biasanya dirancang khusus untuk memotong rumput di area landasan pacu dan bahu jalan di bandara. Beberapa fitur dan karakteristik alat pemotong rumput bandara yang dibutuhkan meliputi:

1. Sistem Kontrol Jarak Jauh : Dengan menggunakan sistem kontrol jarak jauh, dapat mempermudah dalam pengoperasian alat sehingga dapat mengefisiensikan waktu.

2. Keamanan dan Ketahanan : *Mower* bandara atau mesin pemotong rumput bandara ini dirancang dengan mempertimbangkan keamanan dan ketahanan. Mereka sering dilengkapi dengan fitur-fitur seperti sistem perlindungan dari kerusakan akibat benturan dengan rintangan yang keras, sistem pengereman yang andal, dan kontrol operator yang ergonomis.
3. Efisiensi bahan bakar : Mengingat luasnya area yang harus dipotong, *mower* bandara sering kali didesain agar memiliki suatu alat mesin pemotong rumput yang bisa menghemat bahan bakar guna mengurangi biaya operasional.

## 2.5. Sistem Kontrol Jarak Jauh

Sistem kontrol jarak jauh merupakan suatu alat yang digunakan untuk mengendalikan, memerintah dan mengatur keadaan dari suatu sistem dengan jarak jauh. Sistem kontrol jarak jauh ini berbasis otomatis ini bertujuan untuk membantu kebutuhan serta kegiatan manusia, salah satunya pada robot mesin pemotong rumput [6]. Robot mesin pemotong rumput yang penulis rancang dan bangun ini menggunakan sistem kendali *remote control flysky* dengan jarak maksimal 2km. selain dengan sistem control jarak jauh, robot ini juga dilengkapi kamera yang dapat memonitoring pergerakan robot melalui *smartphone*. Dengan adanya sistem kendali *remote control flysky* dan dilengkapi dengan kamera pemantau pada robot mesin pemotong rumput, pengguna hanya perlu mengontrol dan memonitoring robot dari jarak jauh dalam proses penggunaan robot mesin pemotong rumput.

Teknologi sistem kontrol jarak jauh digunakan secara nirkabel untuk memperluas cakupan jarak dan dapat menjangkau tempat tanpa melibatkan tenaga manusia. Dengan adanya sistem kontrol jarak jauh ini dapat mengefisien waktu dalam pengoperasian. Robot mesin pemotong rumput dengan *remote control flysky* sebagai kendali jarak jauh serta tambahan kamera sebagai pemantau dari jarak jauh mempunyai bagian-bagian utama sebagai berikut:

- Sistem penggerak roda dan mata potong
- Modul RC
- Pengendali Arduino Mega 2560
- Sistem daya



➤ *Smartphone*

**2.5.1. Remote Control Flysky**

*Remote control* atau sering disingkat dengan RC merupakan sebuah perangkat yang digunakan untuk mengendalikan dari jarak jauh tanpa menggunakan kabel. Pada rancang bangun robot mesin pemotong rumput ini menggunakan *remote control* dengan merek *flysky* FS-i6 yang mempunyai frekuensi 2,405-2,475 GHz [7]. Dengan penggunaan *remote control* ini, dapat memudahkan dalam pengoperasian alat yang dimana dapat dikendalikan dari jarak jauh. Dibawah ini terdapat tabel keterangan tombol pada *remote control flysky*:

Tabel 2. 1 Keterangan *Remote Control Flysky*

<b>TOMBOL SEBELAH KIRI</b>	<b>TOMBOL SEBELAH KANAN</b>
1. Arah atas yaitu digunakan untuk mengoperasikan arah robot mesin pemotong rumput bergerak maju.	1. Arah ke kanan yaitu digunakan untuk mengoperasikan arah robot mesin pemotong rumput bergerak belok kanan.
2. Arah bawah yaitu digunakan untuk mengoperasikan arah robot mesin pemotong rumput bergerak mundur.	2. Arah ke kiri yaitu digunakan untuk mengoperasikan arah robot mesin pemotong rumput bergerak belok kiri.

**2.5.2. Transmitter dan Receiver**

*Transmitter* merupakan komponen yang dipegang oleh operator untuk mengontrol suatu *remote* yang bekerja dengan mengirimkan sinyal kepada *receiver*. Pada umumnya, *transmitter* bekerja menggunakan gelombang radio. Fungsi dari *transmitter* sendiri yaitu dengan mengirimkan arahan ke peralatan elektronika. Arahan yang dikirimkan ini berupa sebuah LED (*Light Emitting Diode*) yaitu sinar infra merah yang berada di *remote control*. *Receiver* pada *remote control* adalah komponen yang bertugas menerima sinyal yang dikirimkan oleh *transmitter*. Fungsi utama *Receiver* adalah mengubah sinyal yang dikirimkan dari *remote*

*control (transmitter)* menjadi perintah sehingga dapat dikontrol sesuai keinginan kita dengan nirkabel. Gambar 2.3 dan 2.4 dari komponen *transmitter* dan *receiver*.



Gambar 2. 7 *Transmitter*

(Sumber: [www.robocraze.com](http://www.robocraze.com))



Gambar 2. 8 *Receiver*

(Sumber: [www.robocraze.com](http://www.robocraze.com))

### 2.5.3. Sistem ROTG pada *Smartphone* Dengan Kamera FPV

ROTG (*Receiver on The Go*) antara *smartphone* dengan kamera FPV mengacu pada sebuah perangkat yang memungkinkan dalam penggunaan *smartphone* sebagai layar untuk menerima sinyal video FPV (*First Person View*) dari kamera atau sistem pengendalian jarak jauh lainnya yang menggunakan kamera FPV. Kamera FPV adalah kamera yang terpasang pada sistem pengendalian jarak jauh yang mengirimkan video secara *real-time* ke pemantauan FPV.

Dengan menggunakan ROTG antara *smartphone* dengan kamera FPV, dapat sebagai alternatif untuk memantau video FPV. ROTG adalah perangkat kecil yang terhubung ke *smartphone* melalui koneksi USB atau konektor lainnya, dan menerima sinyal video FPV dari *transmitter* yang terpasang pada kamera atau sistem pengendalian jarak jauh.

Penggunaan ROTG pada *smartphone* dengan kamera FPV memberikan fleksibilitas dan kemudahan, karena banyak orang sudah memiliki *smartphone* yang dapat mereka gunakan sebagai layar FPV tanpa perlu membeli perangkat pemantauan FPV terpisah. Namun, penting untuk memastikan bahwa ROTG dan aplikasi yang digunakan kompatibel dengan *smartphone* dan mendukung koneksi yang diperlukan misalnya USB OTG.

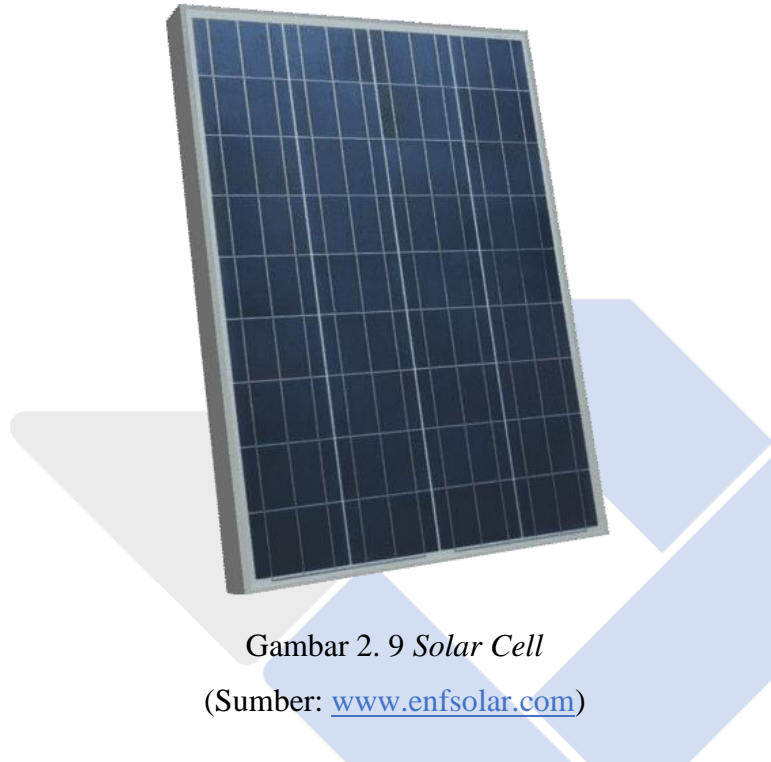
## **2.6. Mata Potong**

Mata potong pada robot mesin pemotong rumput adalah komponen yang bertugas untuk memotong rumput dengan efisien dan akurat. Mata potong ini umumnya berupa pisau yang dipasang pada bagian bawah robot mesin pemotong rumput. Mata potong harus cukup tajam sehingga benturan antara mata pisau dan rumput dapat memotong batang dan daun rumput. Mata potong ini dirancang agar mampu memotong rumput dengan baik, menghasilkan pemotongan yang bersih dan menyesuaikan dengan berbagai kondisi permukaan tanah yang berbeda. Selain itu, mata potong pada robot mesin pemotong rumput juga dilengkapi dengan mekanisme pengaman untuk melindungi pengguna dan mencegah kecelakaan saat beroperasi. Pengembangan desain pisau pemotong rumput perlu dilakukan untuk memperoleh desain pisau yang sesuai [8].

## **2.7. Panel Surya (*Solar Cell*)**

*Solar cell* merupakan suatu pembangkit listrik yang mampu mengubah energi sinar matahari menjadi arus listrik. Energi matahari dianggap sebagai sumber energi yang paling menjanjikan dibandingkan dengan sumber energi lainnya, karena sifatnya yang berkelanjutan (*sustainable*) dan tidak terbatas dalam jumlahnya. *Solar cell* atau panel surya telah menjadi sumber energi yang semakin

populer dan berkelanjutan karena mereka menghasilkan energi listrik yang bersih, ramah lingkungan, dan tidak bergantung pada bahan bakar fosil. *Solar cell* digunakan secara luas untuk aplikasi seperti pembangkit listrik tenaga surya, pencahayaan luar ruangan, sistem tenaga surya *off-grid*, sistem pembangkit listrik rumah tangga, dan lain sebagainya.



Gambar 2. 9 *Solar Cell*

(Sumber: [www.enfsolar.com](http://www.enfsolar.com))

Prinsip kerja solar cell terjadi ketika cahaya matahari mengenai sel surya, di mana sebagian dari cahaya tersebut diserap oleh bahan semikonduktor di dalam sel. Energi cahaya yang diserap mengakibatkan elektron dalam bahan semikonduktor menjadi terlepas dan bergerak secara bebas. *PV cells (Photovoltaic Cells)* juga memiliki medan listrik yang mendorong elektron bergerak dalam arah tertentu, menghasilkan arus listrik. Meskipun energi listrik yang dihasilkan oleh satu sel surya sangat kecil, beberapa sel surya harus digabungkan dalam modul agar terbentuk komponen yang lebih besar [9].

*Solar cell* memiliki beberapa jenis yaitu *poly-crystalline* dan juga *mono-crystalline*. Panel surya (*solar cell*) yang penulis gunakan dalam pembuatan proyek akhir ini yaitu menggunakan panel surya *polycrystalline* 100 WP. *Solar cell* 100 WP merujuk pada kapasitas daya maksimum yang dapat dihasilkan oleh panel surya

tersebut. "WP" merupakan singkatan dari "*Watt Peak*" yang mengindikasikan daya puncak yang dapat dihasilkan oleh panel surya pada kondisi standar. Jadi, *solar cell* 100 WP memiliki kemampuan untuk menghasilkan hingga 100 W daya listrik pada kondisi sinar matahari yang optimal. Namun dikarenakan banyaknya kristal pada per sel panel surya *polycrystalline* ini menyebabkan tingkat efisiensi yang sedikit rendah [10]. Penggunaan *solar cell* pada proyek akhir sebagai penghematan bahan bakar pada *robot corner lawn mower*.

## 2.8. *Solar Charge Controller*

*Solar Charge Controller* (SCC) atau Pengontrol Pengisian Daya Surya merupakan komponen penting dalam setiap sistem tenaga surya. *Charge controller* bertugas memastikan bahwa sistem energi surya beroperasi secara efisien dan aman dalam jangka waktu yang lama. Terdapat berbagai faktor perubahan yang mempengaruhi jumlah daya yang dihasilkan, seperti tingkat sinar matahari, suhu, dan status pengisian baterai. *Charge controller* memastikan baterai disuplai dengan tingkat daya yang stabil dan optimal. Dengan itu, *charger controller* berperan penting dalam menjaga kinerja sistem tenaga surya.



Gambar 2. 10 *Solar Charge Controller* PWM

(Sumber: [www.enfsolar.com](http://www.enfsolar.com))

*Solar Charge Controller* berfungsi untuk mengendalikan dan mengatur proses pengisian baterai dengan memantau tegangan baterai. SCC menjaga baterai tetap dalam kondisi optimal dengan memantau tegangan baterai dan mencegah pengisian berlebihan yang dapat merusak baterai. Selain itu, SCC juga dapat melindungi baterai dari pengosongan berlebihan dengan mematikan daya keluaran

saat tegangan baterai turun di bawah ambang batas yang ditentukan. SCC melindungi sistem tenaga surya dari kondisi eksternal yang merugikan, seperti arus balik dari baterai ke panel surya saat malam hari atau dalam kondisi cuaca buruk. Hal ini mencegah kerusakan pada panel surya dan komponen lainnya dalam sistem. SCC memberikan informasi tentang status baterai, arus pengisian, dan tegangan baterai melalui tampilan atau indikator LED. Hal ini memungkinkan pemantauan dan pemeliharaan yang lebih baik terhadap sistem tenaga surya. Terdapat dua jenis pengontrol pengisian daya, yaitu *controller Pulse Width Modulation* (PWM) dan *controller Maximum Power Point Tracking* (MPPT) [11].

*Solar Charge Controller* (SCC) yang penulis gunakan dalam pembuatan proyek akhir ini yaitu menggunakan *controller Pulse Width Modulation* (PWM). SCC PWM mengontrol arus pengisian baterai dengan mengatur lebar pulsa (width) dari sinyal yang dikirimkan ke baterai. SCC PWM juga memiliki kemampuan untuk mengatur tegangan pengisian baterai dengan mengontrol rasio waktu sinyal aktif dan non-aktif. Dengan memodulasi lebar pulsa sinyal, SCC PWM dapat menghasilkan tegangan rata-rata yang sesuai dengan kebutuhan pengisian baterai. SCC PWM juga cukup efektif dalam mengisi baterai dengan tegangan yang stabil, meskipun efisiensinya mungkin sedikit lebih rendah daripada SCC MPPT dalam kondisi tertentu. SCC PWM memiliki keterbatasan dalam hal efisiensi pengisian. karena tidak memiliki fitur pelacakan titik daya maksimum (MPPT), SCC PWM cenderung bekerja pada titik operasi tetap terlepas dari intensitas cahaya matahari yang diterima. Ini dapat menyebabkan kehilangan energi potensial jika kondisi cahaya berubah. Pengontrol PWM paling cocok untuk aplikasi skala kecil, karena panel surya dan baterai harus memiliki voltase yang sesuai agar sistem berfungsi secara optimal.

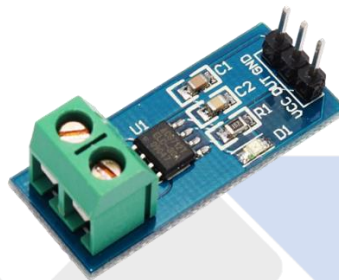
## **2.9. Efisiensi Solar Cell**

Efisiensi penggunaan *solar cell* sebagai sumber energi alternatif jika dibandingkan dengan penggunaan generator (Genset) sebagai sumber energi untuk peralatan listrik. Dalam proyek akhir ini, digunakan *solar cell* dengan kapasitas 100 WP dengan energi yang dihasilkan *solar cell* tersebut kemudian disimpan dalam

baterai (*accu*) dengan kapasitas 24V 40Ah. Energi listrik yang dihasilkan oleh *solar cell* tersebut masih berupa energi listrik dengan tegangan searah [12].

### 2.10. Penggunaan Sensor Arus ACS712

Sensor arus ACS712 adalah sensor efek Hall yang digunakan untuk mengukur arus listrik baik dalam bentuk arus searah (DC) maupun arus bolak-balik (AC). Sensor ini umumnya digunakan untuk mengontrol motor, mendeteksi beban listrik, *switched-mode power supply* serta proteksi beban berlebih [13].



Gambar 2. 11 Sensor Arus ACS712

(Sumber: [www.mikroavr.com](http://www.mikroavr.com))

Sensor ini memiliki tingkat ketepatan yang tinggi dalam pembacaan karena dilengkapi dengan rangkaian *Hall Linear low-offset* yang terbuat dari tembaga [14]. Sensor ACS712 menggunakan efek Hall untuk mendeteksi medan magnet yang dihasilkan oleh arus yang mengalir melalui penghantar. Ketika arus melewati penghantar yang melalui sensor, medan magnet yang dihasilkan mengubah tegangan keluaran sensor. Perubahan tegangan ini proporsional dengan besarnya arus yang mengalir melalui penghantar. Dengan menggunakan sensor arus ACS712, pengukuran arus listrik dapat dilakukan dengan akurat dan dapat digunakan dalam berbagai aplikasi yang membutuhkan pemantauan dan pengendalian arus listrik.

### 2.11. Manfaat *Robot Corner Lawn Mower* bagi PT. Angkasa Pura II Cabang H.A.S. Hanandjoeddin Belitung

Pada daerah *runway* bandara yang dimana sisi kiri dan kanannya harus dilakukan perawatan rumput. PT. Angkasa Pura II Cabang H.A.S. Hanandjoeddin

Belitung memiliki kesulitan dalam perawatan tumbuhan liar atau rumput sekitar area landasan yang mengganggu keluar masuknya pesawat saat melakukan *take off* maupun *landing* sehingga membutuhkan sebuah alat untuk mengatasinya. Sebelumnya, pihak PT. Angkasa Pura II sudah menggunakan mesin pemotong rumput dengan sistem konvensional berupa traktor dan pemotong rumput lainnya yang masih membutuhkan bantuan tenaga manusia serta bahan bakar untuk mengoperasikannya. *Robot corner lawn mower* ini bergerak dengan sistem kontrol jarak jauh yang dimana dapat dikendalikan menggunakan *remote control flysky*. Selain dapat dikendalikan dari jarak jauh, robot ini juga dilengkapi dengan kamera sebagai sistem monitoring pergerakan robot. *Robot corner lawn mower* juga menggunakan *solar cell* yang memanfaatkan energi matahari sebagai energi alternatif. Dengan adanya *robot corner lawn mower* ini dapat memudahkan pihak PT. Angkasa Pura II dalam pengoperasian alat dan menghemat tenaga manusia sehingga bersifat lebih efisien.

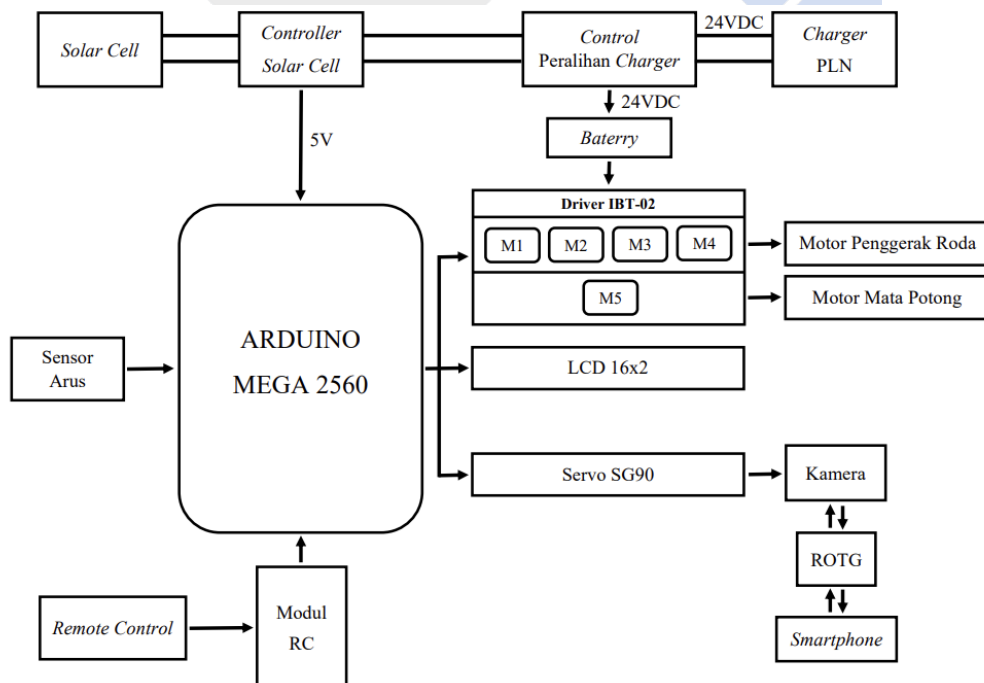


### BAB III METODE PELAKSANAAN

Dalam proses pengerjaan proyek akhir yang berjudul “Rancang Bangun *Robot Corner Lawn Mower* Dengan Sistem Kendali *Remote Kontrol Flysky* Berbasis *Arduino Mega 2560*” memiliki metode pelaksanaan yang bertujuan untuk memudahkan dalam menyelesaikan proyek akhir ini. Metode pelaksanaan akan dijelaskan di bawah ini:

#### 3.1. Blok Diagram

Pada proyek akhir ini, terdapat sistem kerja (cara kerja) keseluruhan robot. *Robot Corner Lawn Mower* Dengan Sistem Kendali *Remote Control Flysky* Berbasis *Arduino Mega 2560* ini bekerja sesuai dengan kendali *remote control* dari jarak jauh dengan jarak maksimal sejauh 2km.



Gambar 3. 1 Blok Diagram Sistem Kerja Robot

*Remote control* yang digerakkan akan memancarkan sinyal yang dikirim oleh *transmitter* kepada *receiver* dan akan dialirkan ke *Arduino Mega 2560* untuk

diproses menuju driver motor. Driver motor ini akan memproses dan menghasilkan outputan berupa pergerakan motor yang dimana 4 driver sebagai penggerak roda dan 1 driver sebagai motor mata potong. Robot ini menggunakan *solar cell* dengan memanfaatkan energi matahari sebagai energi alternatif dalam penghematan bahan bakar. Selain itu, *robot corner lawn mower* ini juga dapat menggunakan sumber PLN dan nantinya terdapat kontrol peralihan yang dibuat otomatis untuk perpindahan pengecasan otomatis dari *solar cell* ke PLN. Robot ini juga memiliki inputan menggunakan Sensor Arus ACS712 yang dialirkan ke Arduino dan akan diproses menuju LCD untuk menampilkan data hasil perhitungan arus. Pada blok diagram terdapat Servo SG90 yang digunakan untuk pergerakan kamera pada robot. Robot ini dilengkapi dengan kamera sebagai sistem monitoring pergerakan robot yang terkoneksi dengan *smartphone* menggunakan ROTG.

### **3.2. Perhitungan Dalam Pengambilan Data**

Daya, arus dan tegangan merupakan konsep dasar dalam ilmu listrik karena saling terkait dan dibutuhkan untuk memahami dan menganalisis rangkaian listrik, perangkat elektronik dan sistem kelistrikan secara keseluruhan. Dibawah ini terdapat beberapa rumus perhitungan yang penulis gunakan sebagai pengambilan data dalam proyek akhir ini, diantaranya:

#### **3.2.1. Perhitungan Penggunaan Daya Sesuai Kebutuhan Robot**

Pada proyek akhir ini menggunakan 5 buah motor yang dimana 4 motor sebagai motor penggerak dan 1 motor sebagai motor potong. Untuk menghitung penggunaan daya sesuai kebutuhan robot, yaitu:

$$BebanTotal = (Daya Max.Motor \times Total Motor) + Daya Motor Potong$$

#### **3.2.2. Perhitungan Penggunaan Daya Baterai dengan Seluruh Beban**

Pada proyek akhir ini, penulis menggunakan Baterai dengan kapasitas 40Ah. Dibawah ini terdapat rumus yang kami gunakan dalam menghitung penggunaan daya baterai dengan seluruh beban, yaitu:

$$\text{Beban Daya Total} = \frac{\text{Beban Total}}{\text{Tegangan Baterai}}$$

$$\text{Waktu Pemakaian} = \frac{\text{Kapasitas Baterai}}{\text{Beban Daya Total}}$$

### 3.2.3. Perhitungan Daya Melalui *Charger* Listrik

Pada proyek akhir ini, perhitungan melalui *accu* yang dilakukan dengan pengisian lambat yaitu dengan mengisi *accu* dengan arus listrik kecil. Pengisian ini bertujuan menghindari *overheat*. Adapun rumus perhitungannya, yaitu:

$$\text{Arus Pengisian Aki} = \text{Kapasitas Aki} \times 10\%$$

$$\left( \frac{\text{Kapasitas Aki}}{\text{Arus Pengisian Aki}} \right) + (20\% \times \text{Arus Max. Pengisian Aki})$$

Catatan:

Arus Maksimal Aki = 10%

### 3.2.4. Perhitungan Pengisian Daya Melalui Panel Surya

Pada perhitungan ini, penulis menentukan jumlah kebutuhan panel surya yang dibutuhkan pada robot berdasarkan perhitungan daya pada baterai. Adapun rumus perhitungannya, yaitu:

$$\text{Daya Total Baterai} = \text{Daya Baterai} \times \text{Kapasitas Baterai}$$

$$\text{Jumlah Panel Yang Dibutuhkan} = \frac{\text{Daya Total Baterai}}{\text{WP Panel} \times \text{Total Waktu}}$$

### 3.2.5. Perhitungan Efisiensi Panel Surya ke Pengisian Baterai

Untuk menghitung efisiensi panel surya ke pengisian baterai, penulis menggunakan rumus berikut:

$$\text{Efisiensi} = \frac{P_{\text{Input}}}{P_{\text{Output}}} \times 100\%$$

$P_{Input}$  yaitu mengukur daya yang masuk ke baterai menggunakan alat pengukur daya atau mengacu pada spesifikasi pengisian baterai. Selanjutnya,  $P_{Output}$  yaitu daya yang dihasilkan oleh panel surya dan dapat diukur dengan alat pengukur daya atau diperoleh dari spesifikasi panel surya.

### 3.3. Perancangan Alat

Pada proses ini merupakan tahapan awal sebelum melakukan proses pembuatan *robot corner lawn mower*. Proses disini berisi identifikasi masalah atau kebutuhan, pengumpulan data baik data primer maupun hasil data *study literature*, pengolahan data yang telah didapatkan, merancang gambaran atau konsep sebelum pembuatan *robot corner lawn mower* sehingga dapat diperoleh alternatif yang akan dipilih berdasarkan data-data yang diperoleh dari hasil data primer dan juga *study literature*. Dibawah ini merupakan tahapan proses perancangan mesin:

#### 3.3.1. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah atau kebutuhan dalam proyek akhir mengacu pada tahap awal dalam perencanaan dan perancangan proyek akhir sehingga perlu dipahami secara jelas dan mendalam apa masalah yang akan dipecahkan atau kebutuhan yang akan dipenuhi dalam pembuatan *robot corner lawn mower*. Identifikasi yang tepat dan komprehensif tentang masalah atau kebutuhan sangat penting karena akan menjadi dasar bagi seluruh proses pengembangan alat. Adapun beberapa hal terkait identifikasi masalah atau kebutuhan dalam proyek akhir ini terdiri dari:

##### 1. Sistem Kontrol Jarak Jauh

Sistem kontrol jarak jauh pada proyek akhir ini menggunakan *remote control flysky*. Sistem kontrol jarak jauh merupakan sebuah sistem yang memungkinkan pengguna untuk mengontrol atau mengoperasikan perangkat atau sistem dari jarak jauh dengan menggunakan perangkat pengendali yang disebut "*remote control*." *Remote control* yang digunakan pada proyek akhir ini berupa perangkat elektronik yang mengirimkan sinyal secara nirkabel. Dalam penggunaan sistem kontrol jarak jauh menggunakan *remote control*,

terdapat beberapa identifikasi masalah yaitu keterbatasan jarak serta penggunaan daya baterai.

## 2. Motor Penggerak Roda

Motor penggerak roda adalah jenis motor yang digunakan untuk menggerakkan roda pada *robot corner lawn mower*. Motor ini bertanggung jawab untuk menghasilkan daya mekanis yang diperlukan agar roda dapat berputar dan menggerakkan kendaraan ke depan atau ke belakang. Pada proyek akhir ini menggunakan 4 motor penggerak roda sesuai permintaan pihak PT. Angkasa Pura II Cabang H.A.S. Hanandjoeddin Belitung. Dalam penggunaan motor penggerak pada roda ini, terdapat beberapa identifikasi masalah yaitu daya terhadap motor, sistem pengontrolan kecepatan motor dan juga torsi terhadap motor.

## 3. Motor Potong

Motor potong pada mesin pemotong rumput adalah bagian dari mesin pemotong rumput yang bertanggung jawab untuk menggerakkan pisau pemotong pada *robot corner lawn mower*. Motor potong pada *robot corner lawn mower* berupa motor listrik. Motor ini memberikan daya mekanis yang diperlukan untuk menggerakkan pisau pemotong dengan kecepatan tinggi agar dapat memotong rumput dengan bersih dan rapi. Dalam penggunaan motor potong ini, terdapat beberapa identifikasi masalah yang sama dengan motor penggerak roda yaitu daya terhadap motor, sistem pengontrolan kecepatan motor dan juga torsi terhadap motor.

## 4. Mata Potong

Mata potong pada mesin pemotong rumput adalah bagian utama dari alat mesin pemotong rumput untuk memotong rumput. Mata potong ini berupa pisau atau *blade* yang berputar dengan cepat untuk melakukan pemotongan rumput. Mata potong pada *robot corner lawn mower* ini dipasang di bawah robot dengan tambahan plast sebagai dudukan motor serta mata potong yang digunakan.

## 5. Rumput Yang Dipotong

Rumput yang tumbuh di daerah *runway* bandara biasanya disebut "rumput pendaratan" atau "rumput bandara" (*airport grass* atau *runway grass*). Rumput

ini merupakan jenis rumput tertentu yang sengaja ditanam dan dirawat di area landasan pacu atau *runway* bandara. Jenis rumput yang akan dipotong pada daerah *runway* bandara termasuk jenis rumput gajah.

#### 6. Penggunaan *Solar Cell* Sebagai Penghematan Bahan Bakar

Pada proyek akhir ini menggunakan *solar cell* sebagai energi alternatif dalam penghematan bahan bakar. *Solar cell* yang digunakan pada proyek akhir ini *solar panel polycrystalline* 100 WP. Dalam penggunaan *solar cell* pada proyek akhir ini, terdapat beberapa identifikasi masalah yaitu kekuatan daya serta efisiensi pada *solar cell*.

### 3.3.2. Pengumpulan Data

Data yang diperlukan dalam pengerjaan proyek akhir ini terdiri dari 2, yaitu data langsung (primer) dan *study literature*. Data primer sendiri penulis peroleh dengan cara *survey* lapangan dan melakukan wawancara dengan pihak PT. Angkasa Pura II Cabang H.A.S. Hanandjoeddin Belitung. Selain itu juga penulis melakukan konsultasi dengan dosen pembimbing mengenai proyek akhir ini. Sedangkan *study literature* dilakukan dengan proses pencarian kajian literatur untuk memperoleh informasi yang dapat digunakan sebagai acuan laporan proyek akhir.

#### 3.3.2.1. Data Langsung (Primer)

Pada tahapan ini, penulis melakukan *survey* terhadap *runway* bandara H.A.S. Hanandjoeddin Belitung. Tujuan penulis melakukan *survey* daerah *runway* untuk mengetahui kondisi sekitar *runway* baik dari segi ukuran dan juga rumput sekitar *runway*. *Survey* dilakukan pada saat pelaksanaan Praktek Kerja Lapangan pada bulan September-Desember 2022 di bandara H.A.S. Hanandjoeddin Belitung. Sedangkan pada tahap wawancara, penulis melakukan *zoom meeting* dengan pihak PT. Angkasa Pura II Cabang H.A.S. Hanandjoeddin Belitung. Tahap wawancara ini meliputi penentuan desain dari alat yang akan dibuat, pembahasan mengenai alat serta komponen yang dibutuhkan dan juga pembuatan *schedule* untuk monitoring setiap perkembangan robot selama kegiatan proyek akhir ini.

### **3.3.2.2. Study Literature**

*Study literature* merupakan suatu proses pengumpulan data untuk mendapatkan sumber referensi dalam penelitian tentang topik proyek akhir yang terkait pada jurnal, website, makalah, ataupun buku. *Study literature* yang dilakukan penulis dalam proyek akhir ini sangat dibutuhkan untuk mengetahui perkembangan teknologi hingga saat ini dan penerapannya pada proyek akhir. Dari beberapa jurnal yang telah dibaca dan dipelajari, penulis mengolah data atau materi yang dikumpulkan untuk referensi dalam pembuatan alat serta laporan proyek akhir ini.

### **3.3.3. Pengolahan Data**

Pada tahapan ini, pengolahan data dilakukan berdasarkan hasil data-data yang telah didapatkan dan dikumpulkan untuk dijadikan sebagai referensi dan acuan pada pembuatan proyek akhir. Pengolahan data ini berupa pengolahan hasil wawancara, *survey* dan jurnal dari hasil *study literature* yang telah penulis lakukan dan dapatkan. Selain itu, konsultasi dengan dosen pembimbing terkait hasil data yang telah didapatkan dan dikumpulkan sebagai penunjang proyek akhir untuk melanjutkan ke tahap selanjutnya.

### **3.3.4. Merencana atau Menganalisis**

Berdasarkan data-data yang telah didapati pada saat pengumpulan data, selanjutnya akan dilakukan proses pengembangan awal *robot corner lawn mower*. Tahapan ini berkaitan pada proses identifikasi masalah terhadap suatu alat yang akan dibuat dengan pengumpulan data yang telah didapatkan untuk mempelajari lebih lanjut proses perancangan alat agar mencapai tujuan yang diinginkan.

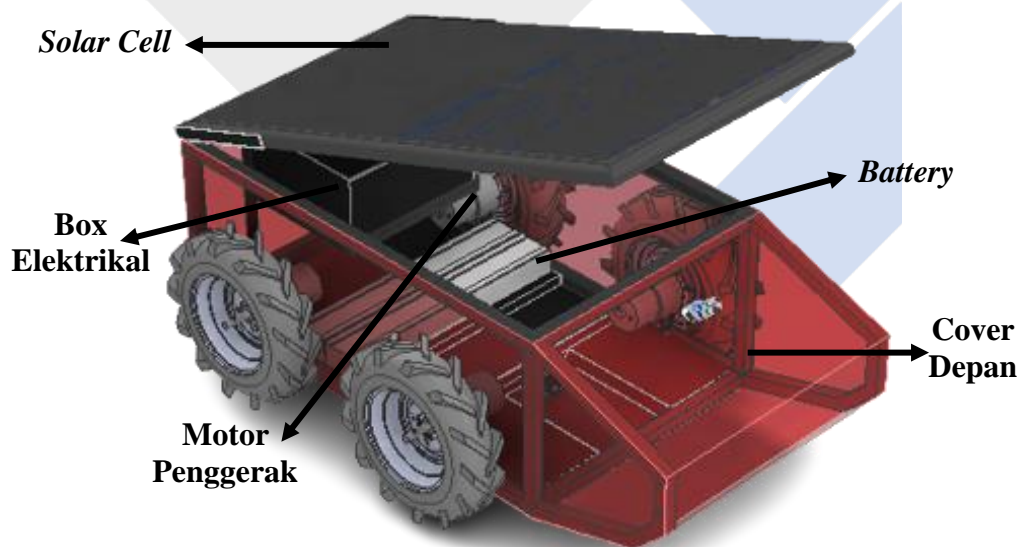
### **3.3.5. Merancang**

Merancang dilakukan dengan mendesain *robot corner lawn mower* secara lebih detail, berdasarkan fungsi bagian yang telah dipilih dan ditetapkan, dengan mempertimbangkan beberapa aspek seperti elemen mesin, material, standarisasi, *maintenance*, hingga aspek ekonomis. Sehingga dapat menjadi acuan pembuatan

dan pembelian komponen yang sesungguhnya. Kemudian desain robot dilakukan menggunakan *software* Autodesk Inventor, untuk dapat mengetahui apakah ukuran setiap komponen sudah pas, untuk dapat melihat posisi komponen, serta agar dapat menjadi acuan dalam perakitan komponen yang sesungguhnya. Dibawah ini merupakan hasil desain konstruksi serta box elektrikal *robot corner lawn mower*:

### 3.3.5.1. Desain Konstruksi Robot

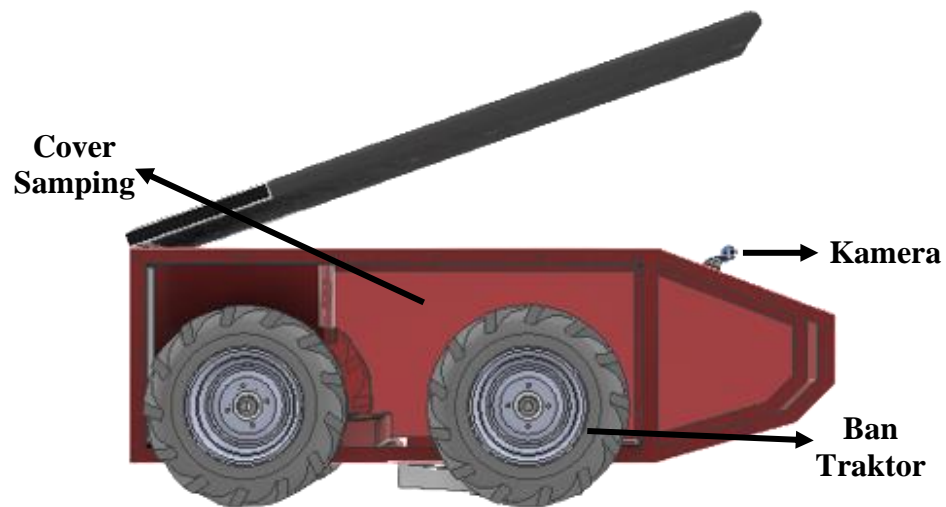
Pada perancangan desain konstruksi *robot corner lawn mower* ini penulis menggunakan *software* Autodesk Inventor. Dalam proses perancangan konstruksi ini diawali dengan penulis harus menentukan kerangka robot, penempatan posisi komponen, pemilihan alat dan bahan yang akan digunakan sehingga robot yang dibuat dapat berfungsi dengan maksimal. Dibawah ini terdapat hasil desain perancangan konstruksi *robot corner lawn mower*.



Gambar 3. 2 Desain Konstruksi Tampak Depan

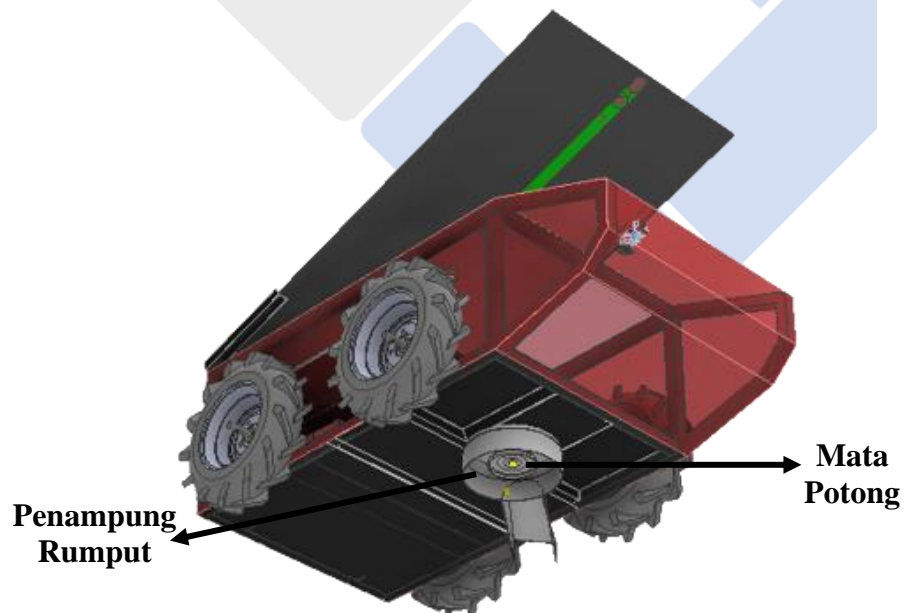
Pada gambar 3.2 terdapat desain konstruksi *robot corner lawn mower* tampak depan yang dimana pada bagian atas robot terdapat *solar cell* yang dipasang menggunakan engsel untuk memudahkan lepas-pasang *solar cell*. Pada bagian kerangka robot terdapat *base plate* dan bagian dalamnya terdapat *battery*, box elektrikal serta 4 motor penggerak roda.





Gambar 3. 3 Desain Konstruksi Tampak Samping

Pada gambar 3.3 terdapat desain konstruksi *robot corner lawn mower* tampak samping yang dimana bagian depan terdapat kamera yang terhubung dengan servo sebagai monitoring pergerakan robot. Terdapat 4 ban traktor sebagai roda penggerak robot.



Gambar 3. 4 Desain Konstruksi Tampak Bawah

Pada gambar 3.4 terdapat desain konstruksi *robot corner lawn mower* tampak bawah yang dimana menggunakan 1 mata potong. Pada bagian bawah terdapat dudukan motor mata potong.

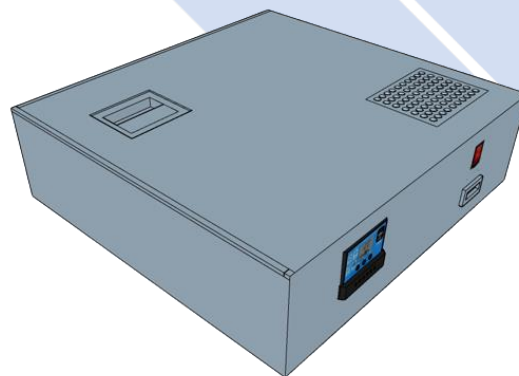
### 3.3.5.2. Desain Box Elektrikal Robot

Pada proyek akhir ini, penulis juga membuat desain box elektrikal menggunakan *software Sketchup* dengan tujuan untuk menentukan penempatan posisi komponen elektrik yang digunakan dan juga penentuan dimensi atau ukuran material pada box elektrik. Dibawah ini terdapat gambar desain box elektrik.



Gambar 3. 5 Desain Box Elektrikal Tampak Depan

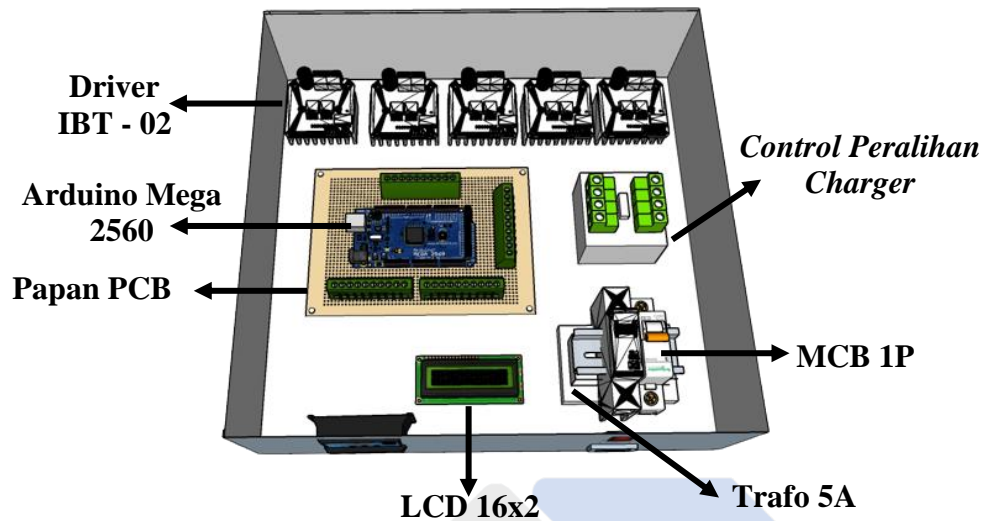
Pada gambar 3.5 berdasarkan desain diatas bagian depan box elektrik terdapat tombol switch ON-OFF, *solar charger controller* yang berfungsi untuk mengendalikan dan mengatur proses pengisian baterai dengan memantau tegangan baterai dan juga terdapat *port charger*.



Gambar 3. 6 Desain Box Elektrikal Tampak Samping

Pada gambar 3.6 berdasarkan desain diatas box elektrik memiliki ukuran  $360 \times 180 \times 335\text{mm}$  dengan menggunakan aluminium dengan ketebalan 0,5mm. box elektrikal ini akan di *assembling* bersamaan dengan konstruksi robot yang dimana dudukan box elektrikal ini menggunakan plat 2mm. Selanjutnya, dibawah

ini terdapat gambar desain box elektrikal tampak atas yang berisi komponen-komponen yang digunakan.

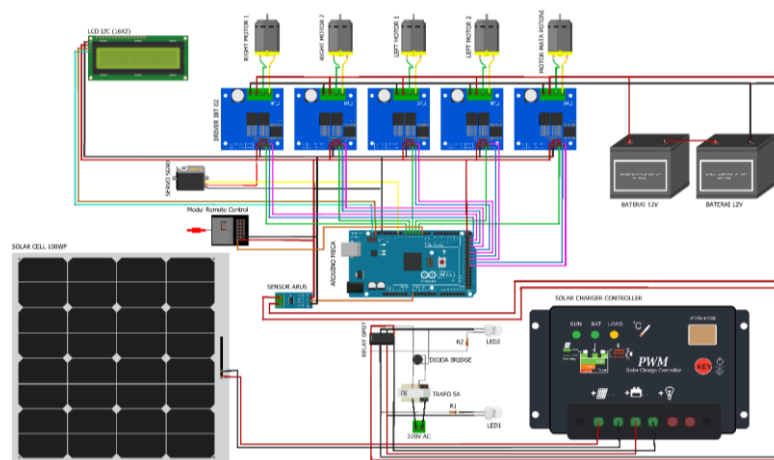


Gambar 3. 7 Desain Box Elektrikal Tampak Atas

Pada gambar 3.7 tampak atas desain box elektrikal, dapat dilihat bahwa dibawah komponen Arduino Mega 2560 terdapat papan PCB. Papan PCB ini sudah di cetak berdasarkan layout rangkaian yang telah dibuat pada *software* PCB Wizard.

### 3.3.5.3. Perancangan Sistem Kontrol *Robot Corner Lawn Mower*

Tujuan dari pembuatan rangkaian skematik ini adalah untuk memudahkan dalam proses pemahaman cara kerja suatu sistem kontrol. Dibawah ini terdapat gambar rangkaian skematik sistem robot:

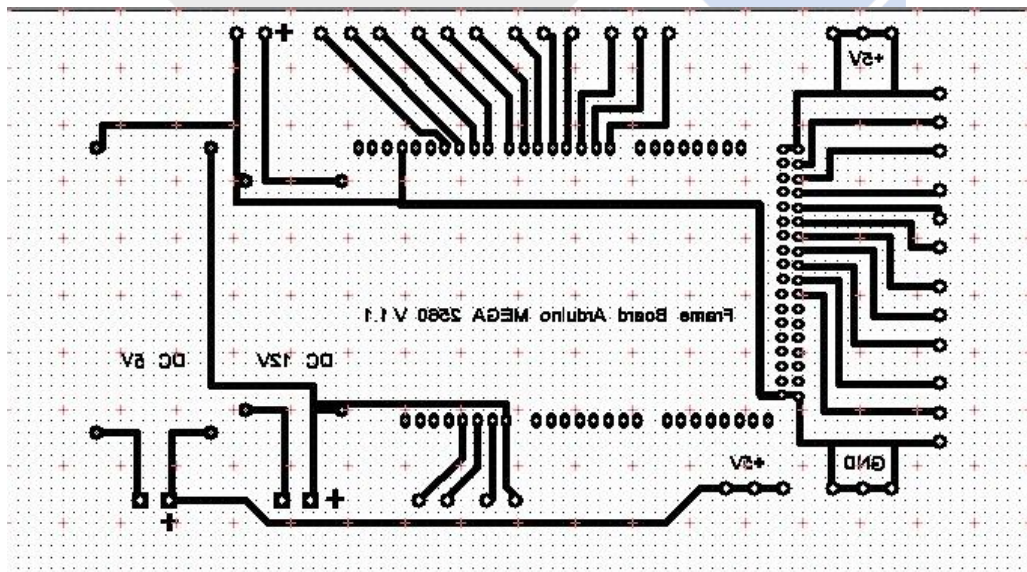


Gambar 3. 8 Rangkaian Skematik Sistem Kontrol Robot

Pada rangkaian skematik diatas terdapat 5 motor driver IBT-02 yang dimana 4 motor sebagai pergerakan roda dan 1 motor sebagai mata potong. Terdapat Arduino Mega 2560 sebagai mikrokontroller sistem pergerakan *robot corner lawn mower*. Disini menggunakan 2 sumber yaitu *solar cell* dan sumber PLN. Menggunakan baterai dengan kapasitas 40Ah dan tegangan baterai 24V. Penggunaan kontrol peralihan *charger* digunakan sebagai pengisian otomatis baterai dari *solar cell* ke sumber PLN. Pada rangkaian kontrol peralihan menggunakan relay DPDT dengan trafo sebagai *step down* dan juga diode bridge sebagai penyearah tegangan.

#### 3.3.5.4. Perancangan *Layout* PCB

Pada rangkaian elektrik akan dilakukan perancangan *layout* rangkaian menggunakan *software* PCB Wizard yang kemudian akan dicetak pada papan PCB ditahap berikutnya.



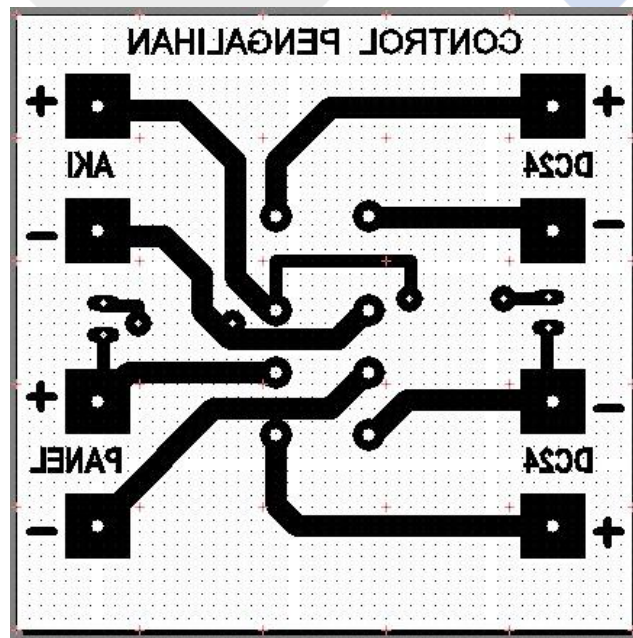
Gambar 3. 9 Desain Rangkaian *Layout* PCB

Pada pembuatan rangkaian elektrik dilakukan dengan melakukan *wiring* dan pemasangan komponen pada papan PCB (*Project Circuit Board*). Layout elektrik dibuat menggunakan *software* PCB Wizard dan nanti akan dicetak menggunakan kertas foto ukuran A4. Layout dicetak pada permukaan tembaga PCB dengan posisi kertas foto bagian glossy menghadap langsung ke permukaan PCB

lalu dicetak manual dengan menggunakan setrika. Setelah seluruh tinta menempel pada permukaan PCB, dilakukan proses pelarutan tembaga (*etching*) menggunakan larutan kimia besi klorida. Setelah papan PCB dibersihkan dari larutan kimia, dilanjutkan dengan proses pengeboran lubang sesuai dengan komponen yang akan digunakan. Proses selanjutnya yaitu pemasangan komponen dan penyolderan pada papan PCB yang dilakukan dengan perlahan agar mendapatkan hasil yang maksimal. Setelah komponen terpasang, dilakukan pengujian wiring sebagai upaya pencegahan terjadinya *short circuit* pada papan PCB. Selain itu, penulis juga membuat rangkain kontrol peralihan sendiri.

### 3.3.5.5. Perancangan Rangkaian Kontrol Peralihan Otomatis

Pada perancangan sistem kontrol ini juga penulis akan membuat *layout* rangkaian kontrol peralihan otomatis menggunakan *software* PCB Wizard. Tujuan dibuatnya rangkaian *control* peralihan otomatis ini untuk perpindahan pengecasan otomatis dari panel ke sumber PLN.



Gambar 3. 10 Desain Rangkaian Kontrol Peralihan

Pada rangkaian kontrol peralihan yang dibuat ini menggunakan Relay DPDT yang dimana relay ini untuk mengontrol 2 sumber listrik. Relay DPDT ini digunakan untuk mengontrol 2 sirkuit berbeda yang menggunakan 1 relay. Sistem

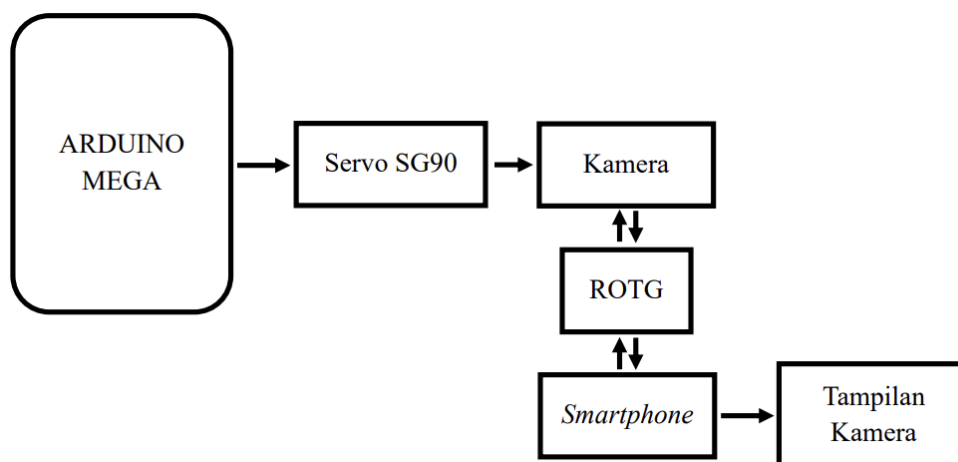
kerja kontrol peralihan ini yaitu saat relay aktif, kontak pemutus akan berpindah dari NO ke NC yang menandakan pengecasan melalui *solar cell* aktif lalu mengaktifkan LED1, sedangkan kontak penarik akan berpindah dari NC ke NO yang menandakan pengecasan melalui sumber PLN lalu mengaktifkan LED2. Adapun penggunaan Trafo 5A disini sebagai *step down* yang dimana dari 220VAC menjadi 24VAC. Sedangkan penggunaan Dioda Bridge disini sebagai penyearah tegangan dari 24VAC menjadi 24VDC.

### 3.4. Sistem Kontrol Robot Berdasarkan Blok Diagram

Pada proyek akhir ini, terdapat beberapa sistem kontrol robot dalam pengoperasiannya. Disini penulis akan menjelaskan beberapa tahapan sistem robot berdasarkan blok diagram, diantaranya:

#### 3.4.1. Blok Diagram Sistem Monitoring *Robot Corner Lawn Mower*

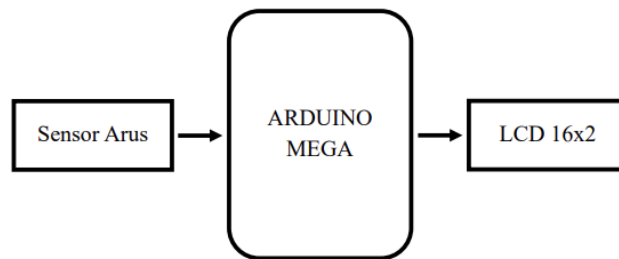
Pada proses perancangan sistem monitoring, tahapan awal yang dilakukan penulis adalah menginstall aplikasi Go FPV pada *smartphone*. Kamera yang penulis gunakan adalah FPV VTX Camera yang dimana dengan frekuensi 5.8GHz sebagai frekuensi TX atau pengirim frekuensi ke RX. RX (penerima) yang digunakan penulis adalah ROTG. Setelah terkoneksi dengan baik, maka kamera dapat langsung diakses. Diagram blok sistem monitoring pada *robot corner lawn mower* dapat dilihat pada gambar:



Gambar 3. 11 Blok Diagram Sistem Monitoring Robot

### 3.4.2. Blok Diagram Penggunaan Sensor Arus ACS712

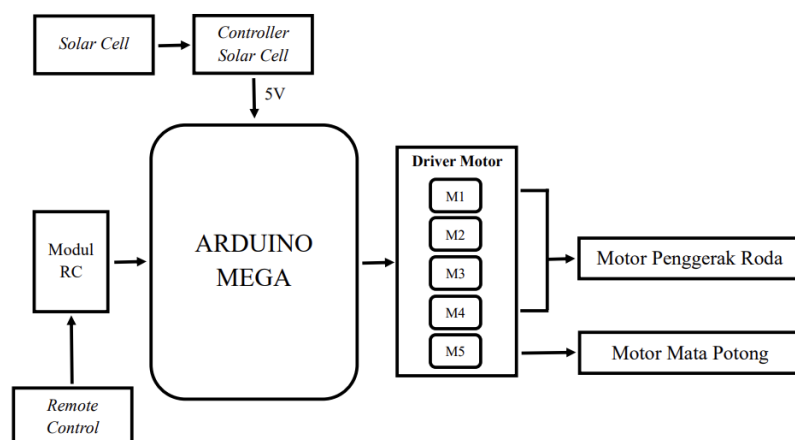
Pada proyek akhir ini, penulis melakukan perhitungan arus menggunakan Sensor Arus ACS712 sebagai inputan yang nantinya akan dialirkan ke Arduino Mega 2560 lalu akan diproses ke LCD sebagai tampilan nilai arus. Dibawah ini merupakan diagram blok proses penggunaan sensor arus:



Gambar 3. 12 Blok Diagram Penggunaan Sensor Arus

### 3.4.3. Blok Diagram Sistem Kerja Robot Menggunakan *Solar Cell*

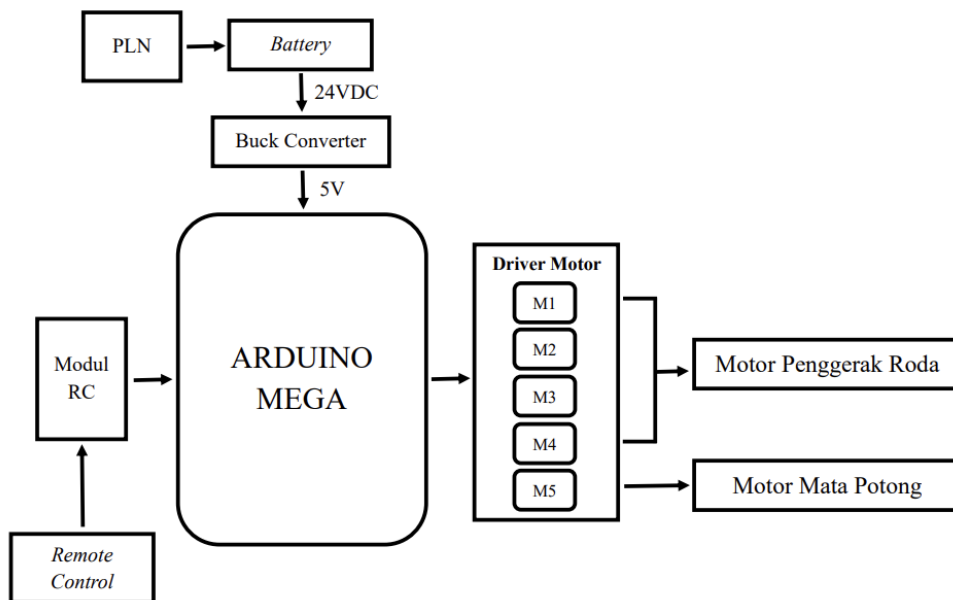
Pada gambar dibawah ini terdapat blok diagram sistem kerja robot yang dimana menggunakan *solar cell* sebagai energi alternatif untuk penghematan bahan bakar. Pada blok diagram dapat dilihat *remote control* digunakan sebagai kendali robot dari jarak jauh. *Remote control* memiliki *receiver* sebagai penerima sinyal dari *remote control* yang nantinya akan dialirkan ke Arduino mega. Selanjutnya, Arduino akan memproses menuju driver motor yang dimana 4 motor sebagai motor penggerak roda dan 1 motor sebagai motor mata potong.



Gambar 3. 13 Blok Diagram Sistem Kerja Robot Menggunakan *Solar Cell*

### 3.4.4. Blok Diagram Sistem Kerja Robot Menggunakan Baterai

Dibawah ini terdapat blok diagram sistem kerja robot yang dimana suplainya menggunakan baterai yang mendapat sumber listrik dari PLN. Pada blok diagram dapat dilihat *remote control* digunakan sebagai kendali robot dari jarak jauh. *Remote control* memiliki *receiver* sebagai penerima sinyal dari *remote control* yang nantinya akan dialirkan ke Arduino mega. Selanjutnya, Arduino akan memproses menuju driver motor yang dimana 4 motor sebagai motor penggerak roda dan 1 motor sebagai motor mata potong.



Gambar 3. 14 Blok Diagram Sistem Kerja Robot Menggunakan Baterai

### 3.5. Pembuatan Komponen

Proses pembuatan komponen dibuat berdasarkan hasil perancangan berdasarkan identifikasi masalah serta pengumpulan data, agar proses pembuatan *robot corner lawn mower* terarah dan sesuai dengan yang diinginkan. Adapun proses yang dilakukan dalam pembuatan komponen yaitu:

#### 3.5.1. Proses Permesinan

Pada pembuatan komponen *robot corner lawn mower* ini, terdapat beberapa komponen yang dilakukan proses permesinan. Adapun komponen-



komponen yang dilakukan proses permesinan yaitu:

1. Poros

Poros merupakan komponen penting pada suatu mesin. Biasanya pada poros terdapat tingkatan, yang berfungsi sebagai pengatur jarak suatu komponen. Maka untuk membuat tingkatan tersebut perlu dilakukan proses pembubutan. Pada proyek akhir ini, poros digunakan sebagai pengatur jarak antara motor potong dengan mata potong pada *robot corner lawn mower*.

2. Dudukan Motor Potong

Dudukan merupakan bagian pada mesin pemotong yang berfungsi sebagai tempat atau penyangga untuk meletakkan atau memasang motor potong yang menggerakkan pisau pemotong. Pada mesin pemotong rumput, dudukan motor potong berperan penting dalam mengintegrasikan dan mengamankan motor dengan pisau pemotong agar dapat berfungsi dengan baik dalam melakukan pemotongan rumput. Pada dudukan ini terdapat lobang poros dan lubang baut, serta kolam dudukan mata potong sehingga perlu dilakukan proses pengeboran dan *milling*. Dudukan motor potong ini dibuat menggunakan plat ukuran 5mm.

3. Mata Potong

Mata potong merupakan komponen yang akan dipasangkan pada *robot corner lawn mower* yang terletak dibagian bawah. Mata potong disini terpasang menggunakan poros yang terhubung dengan motor potong. Mata potong yang digunakan pada proyek akhir ini berbentuk bulat.

4. *Bearing*

*Bearing* adalah komponen mesin atau perangkat yang digunakan untuk mengurangi gesekan dan mendukung pergerakan relatif antara dua bagian yang bergerak satu sama lain. Fungsinya adalah untuk memfasilitasi pergerakan berputar atau linier, serta mengurangi gesekan dan meminimalkan kerusakan pada bagian-bagian yang bergerak. *Bearing* bekerja dengan prinsip menyediakan antarmuka geser antara dua permukaan yang bergerak, seperti antara poros dan rumahannya, sehingga memungkinkan pergerakan yang lancar dan efisien. Pada proyek akhir ini penggunaan *bearing* sebagai dudukan poros putar pada mata potong.

### 3.5.2. Proses Fabrikasi

Proses fabrikasi adalah serangkaian langkah atau tahapan yang dilakukan untuk memproduksi atau menciptakan suatu produk atau komponen dengan menggunakan berbagai teknik dan metode manufaktur. Tujuan dari proses fabrikasi adalah untuk mengubah bahan mentah atau material menjadi produk jadi yang sesuai dengan spesifikasi dan kebutuhan yang diinginkan. Proses fabrikasi dapat melibatkan berbagai teknik dan proses, tergantung pada jenis produk yang akan dibuat dan material yang digunakan. Dibawah ini merupakan tahapan fabrikasi pada *robot corner lawn mower*:

1. Pemotongan Besi *Hollow*

Pada tahap ini, dilakukan pemotongan besi *hollow* menjadi berbagai ukuran sesuai dengan yang diperlukan dalam proses pembuatan kerangka robot.

2. Pengecatan Besi

Pada tahap ini, besi yang sudah dipotong menjadi berbagai ukuran sesuai dengan tahapan perancangan digabungkan sesuai dengan desain yang telah dibuat pada tahap perancangan. Pengecatan besi ini menggunakan teknik pengelasan.

3. Pembuatan Box Elektrikal

Pembuatan box elektrikal dilakukan dengan memotong aluminium ukuran 0,5mm sesuai dengan ukuran desain yang telah dibuat berdasarkan tahap perancangan. Box elektrikal akan digabungkan dengan konstruksi robot dengan tambahan plat 2mm.

4. Pengecatan Kerangka *Robot Corner Lawn Mower*

Proses ini dilakukan dengan mengecat bagian kerangka dan box elektrikal *robot corner lawn mower*. Pengecatan ini memiliki beberapa tujuan, antara lain melindungi permukaan dari korosi, memberikan tampilan yang menarik dan meningkatkan umur pakai dari kerangka tersebut.

5. Pembentukan Cover *Robot Corner Lawn Mower*

Pembentukan cover pada robot dilakukan sesuai dengan tahapan perancangan desain robot. Cover robot ini dibuat menggunakan seng plat galvalume dengan ketebalan 0,25 mm.

#### 6. Proses Finishing Keseluruhan *Robot Corner Lawn Mower*

Proses finishing merupakan tahapan akhir dalam proses fabrikasi robot. Proses finishing ini bertujuan untuk meningkatkan estetika, melindungi permukaan, dan memastikan kualitas keseluruhan alat sebelum digunakan.

### 3.6. Pemrograman

Proses pemrograman dilakukan setelah rangkaian elektrik selesai. Software yang penulis gunakan pada proses pemrograman ini adalah Arduino IDE. Pada proses ini, penulis akan membuat sistem kontrol terhadap robot yang dimana menggunakan remote control flysky sebagai kendali robot corner lawn mower dari jarak jauh. Remote control yang digerakkan akan memancarkan sinyal yang dikirim oleh transmitter kepada receiver dan akan dialirkan ke Arduino Mega 2560 untuk diproses. Setelah diproses, sinyal diteruskan menuju driver motor yang dimana penulis menggunakan 5 driver. Dari proses ini menghasilkan outputan berupa 4 driver motor sebagai motor penggerak roda yang dimana robot dapat bergerak maju, mundur dengan kendali remote control dan 1 driver motor sebagai motor mata potong. Arduino juga akan memberikan perintah ke servo gunanya sebagai pergerakan kamera nantinya untuk sistem monitoring robot. Pada sistem kontrol ini juga, penulis menggunakan sensor arus ACS712 yang akan dialirkan ke Arduino Mega 2560 lalu diproses dan akan menampilkan data pada LCD.

### 3.7. *Assembling* antara Konstruksi serta Sistem Kontrol & Monitoring *Robot Corner Lawn Mower*

Proses *assembling* dilakukan dengan menggabungkan konstruksi mekanik robot menjadi satu lalu diikuti dengan pemasangan box elektrik yang telah dibuat pada bagian *robot corner lawn mower*. Proses *assembling* pada robot dilakukan apabila sistem konstruksi serta sistem kontrol & monitoring pada robot sudah dilakukan tahap pembuatan sesuai dengan tahapan rancangan yang telah ditentukan sebelumnya.

### **3.8. Pengujian Keseluruhan Sistem *Robot Corner Lawn Mower***

Proses pengujian keseluruhan pada robot yang telah dibuat dilakukan untuk mengetahui apakah alat serta sistem kontrol & monitoring pada *robot corner lawn mower* telah bekerja dengan baik. Pengujian dilakukan sebagai bahan evaluasi dan perbaikan apabila sistem robot tidak bekerja dengan baik. Selanjutnya, pengujian ini juga dilakukan dengan menguji penggunaan *remote control* pada sistem kendali robot, penggunaan kamera sebagai sistem monitoring pergerakan robot, pengujian pergerakan robot, perhitungan penggunaan daya sesuai kebutuhan robot berdasarkan daya motor yang digunakan, perhitungan penggunaan daya baterai dengan seluruh beban, perhitungan pengisian daya baterai dengan kapasitas 40Ah menggunakan *solar cell* dan sumber PLN. Tahap selanjutnya yaitu melakukan pengujian pada sensor arus ACS712 dan menampilkan data nilai sensor arus pada LCD. Pengujian yang dilakukan ini gunanya untuk mengambil data lalu dianalisa dan akan dikelola sebagai pembahasan hasil pengujian alat. Apabila hasil pengujian keseluruhan pada sistem robot belum maksimal, akan dilakukan perbaikan dan mengevaluasi kembali robot.

### **3.9. Evaluasi dan Perbaikan**

Pada proses ini akan dilakukan perbaikan apabila dari hasil pengujian terdapat kekurangan mulai dari konstruksi, sistem kontrol dan juga sistem monitoring pada *robot corner lawn mower*. Proses ini penulis lakukan apabila saat proses uji coba mengalami kegagalan atau belum maksimal sehingga harus melakukan perbaikan sesuai dengan hasil dan analisa penyebab kegagalan. Setelah proses perbaikan telah selesai dan tidak mengalami kegagalan lagi atau telah berjalan dengan baik maka dilakukan proses uji coba ulang. Setelah melakukan pengujian akhir, penulis mengambil dan menganalisis data dari hasil pengujian secara keseluruhan yang bertujuan untuk mengevaluasi hasil pengujian *robot corner lawn mower* secara keseluruhan.

## BAB IV PEMBAHASAN

Pada bab ini penulis akan membahas mengenai hasil dari rancangan robot serta uraian dan analisis hasil pengambilan data yang telah dilakukan. Dibawah ini terdapat gambar hasil pembuatan ”Rancang Bangun *Robot Corner Lawn Mower* Dengan Sistem Kendali *Remote Control Flysky* Berbasis *Arduino Mega 2560*”.



Gambar 4. 1 Hasil Pembuatan Konstruksi *Robot Corner Lawn Mower*

*Robot corner lawn mower* adalah robot pemotong rumput yang digunakan untuk memotong rumput dibagian kiri dan kanan jalur *runway* pesawat. Konstruksi *robot corner lawn mower* ini sesuai dengan perancangan desain seperti mobil dengan bahan utama besi *hollow* sebagai kerangka robot dan juga bagian cover robot dibuat menggunakan plat lembaran. Pada bagian *solar cell* dibuat desain khusus yang dimana peletakkannya dibagian atas robot gunanya memudahkan *solar cell* lepas-pasang dengan tambahan pengunci untuk mencegah *solar cell* agar tidak

getar. Selain itu, pada bagian konstruksi ini menggunakan plat ketebalan 3mm sebagai dudukan motor potong dan plat ketebalan 2mm sebagai dudukan box elektrik. Box elektrik dibuat sesuai desain menggunakan aluminium dengan ketebalan 0,5mm. Box elektrik berfungsi untuk menyimpan komponen dari rangkaian elektrik, *control peralihan charger* yang dibuat otomatis dan juga *solar charger controller*. Pengontrolan sistem pada robot corner lawn mower menggunakan Arduino Mega 2560.

#### 4.1. Pengujian *Robot Corner Lawn Mower*

Pengujian robot dilakukan untuk memastikan bahwa setiap komponen yang digunakan berfungsi dengan baik dan juga fungsi dari keseluruhan robot apakah bekerja sesuai fungsinya. Pengujian ini dilakukan untuk pengambilan data serta analisis terkait robot dan juga sebagai bahan evaluasi. Dibawah ini terdapat hasil pengujian yang telah penulis lakukan :

##### 4.1.1. Pengujian *Remote Control Flysky*

Pengujian ini dilakukan untuk menguji konektivitas antara *remote control* sebagai pengendali dengan sistem kontrol robot. *Remote control flysky* yang digerakkan akan memancarkan sinyal yang dikirim oleh *transmitter* kepada *receiver* dan akan dialirkan ke Arduino Mega 2560 untuk diproses. Dibawah ini merupakan tabel hasil pengujian *remote control flysky*:

Tabel 4. 1 Data Hasil Pengujian *Remote Control Flysky*

NO.	Jarak	Status	Keterangan
1.	0-500 Meter	Terkoneksi	<i>Robot Corner Lawn Mower</i> dapat dikendalikan oleh <i>remote control</i> .
2.	500-1000 Meter	Terkoneksi	<i>Robot Corner Lawn Mower</i> dapat dikendalikan oleh <i>remote control</i> .
3.	1000-1500 Meter	Terkoneksi	<i>Robot Corner Lawn Mower</i> dapat dikendalikan oleh <i>remote control</i> .
4.	1500-2000 Meter	Terkoneksi	<i>Robot Corner Lawn Mower</i> dapat dikendalikan oleh <i>remote control</i> .

5.	> 2000 Meter	Terputus	<i>Robot Corner Lawn Mower</i> tidak dapat dikendalikan oleh <i>remote control</i> .
----	--------------	----------	--

Berdasarkan hasil pengujian diatas, dapat dilihat bahwa *remote control flysky* ini memiliki konektivitas sejauh 2km antara *transmitter* dan *receiver*. Robot dapat dikendalikan pergerakannya dengan *remote control* dengan maksimal jarak 2km. Pengujian ini dilakukan secara bertahap dengan pengukuran jarak setiap 500 meter.

#### 4.1.2. Pengujian Kamera FPV dengan *Smartphone*

Pengujian ini dilakukan untuk menguji konektivitas antara kamera dengan *smartphone* sebagai sistem monitoring robot. *Smartphone* ini terhubung dengan ROTG yang nantinya akan dikoneksikan ke kamera FPV. Sebelumnya, akan diinstall aplikasi Go FPV pada *smartphone* yang nantinya akan menjadi tampilan monitoring pergerakan robot dari kamera. Dibawah ini merupakan tabel hasil pengujian antara kamera FPV dengan *smartphone*:

Tabel 4. 2 Data Hasil Pengujian Kamera FPV Dengan *Smartphone*

NO.	Jarak	Status	Keterangan
1.	0-10 Meter	Terkoneksi	Kamera terhubung ke <i>Smartphone</i> dan dapat memonitoring pergerakan robot
2.	10-20 Meter	Terkoneksi	Kamera terhubung ke <i>Smartphone</i> dan dapat memonitoring pergerakan robot
3.	20-30 Meter	Terkoneksi	Kamera terhubung ke <i>Smartphone</i> dan dapat memonitoring pergerakan robot
4.	30-40 Meter	Terkoneksi	Kamera terhubung ke <i>Smartphone</i> dan dapat memonitoring pergerakan robot
5.	> 40 Meter	Terputus	Kamera terputus dari <i>Smartphone</i> dan tidak dapat memonitoring pergerakan robot

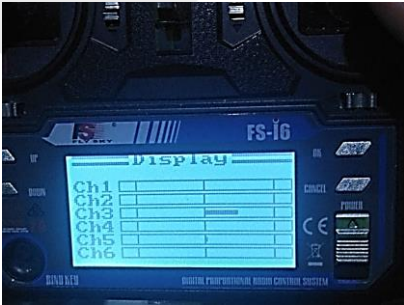
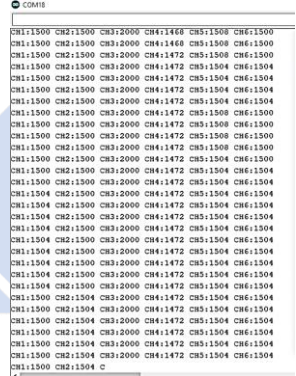

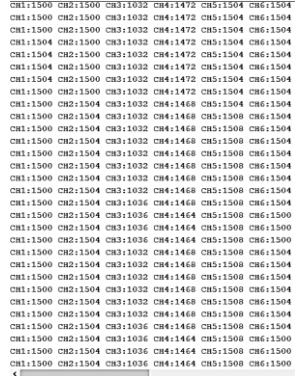
Berdasarkan hasil pengujian diatas, dapat dilihat pada tabel bahwa *smartphone* yang terhubung dengan ROTG memiliki konektivitas sejauh 40m

dengan kamera FPV. Dengan jarak maksimal 40m, pergerakan robot dapat dimonitoring pada tampilan kamera yang ada pada *smartphone*. Pengujian ini dilakukan secara bertahap dengan pengukuran jarak setiap 10 meter.

#### 4.1.3. Pengujian Pergerakan Robot

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pergerakan robot menggunakan *remote control flysky* sebagai sistem kendali. Pengujiannya terdiri dari pergerakan robot maju, mundur, kanan dan kiri. Hasil pengujian berupa data display *remote control FS-i6* dan serial monitor pada Arduino. Dibawah ini merupakan hasil pengujian pergerakan robot:

Tabel 4. 3 Data Hasil Pengujian Pergerakan Robot

NO.	Pergerakan Robot	Display Remote Control	Serial Monitor
1.	Maju		
2.	Mundur		





Berdasarkan nilai diatas dapat dianalisa bahwa:

1. CH1 bernilai 1500 maka pergerakan robot berbelok kiri dan kanan akan terhenti, robot akan bergerak maju dan mundur.
2. CH1 bernilai 1000 maka pergerakan robot berbelok kiri.
3. CH1 bernilai 2000 maka pergerakan robot berbelok kanan.
4. CH3 bernilai 1500 maka pergerakan robot maju dan mundur akan terhenti, robot akan berbelok kanan dan kiri.
5. CH3 bernilai 1000 maka pergerakan robot mundur.
6. CH3 bernilai 2000 maka pergerakan robot maju.

#### **4.1.4. Perhitungan Penggunaan Daya Sesuai Kebutuhan Robot**

Pengujian ini dilakukan untuk menghitung penggunaan daya motor yang digunakan pada robot. Berikut hasil perhitungan yang penulis dapatkan berdasarkan rumus dibawah ini:

$$\text{Beban Total} = (\text{Daya Max. Motor} \times \text{Jumlah Motor}) + \text{Daya Motor Potong}$$

Penyelesaian:

$$\text{Beban Total} = (250 \text{ Watt} \times 4) + 100 \text{ Watt}$$

$$\text{Beban Total} = 1000 \text{ Watt} + 100 \text{ Watt}$$

$$\text{Beban Total} = 1100 \text{ Watt}$$

Pada *robot corner lawn mower*, penulis menggunakan 4 buah motor sebagai penggerak roda dengan daya maksimal 250 watt. Daya maksimal yang didapatkan sesuai dengan spesifikasi motor yang digunakan yaitu 1100 watt untuk total keseluruhan 4 motor dan daya untuk motor potong sebesar 100 watt. Berdasarkan hasil perhitungan diatas, beban total yang digunakan pada kebutuhan robot adalah 1100 watt.

#### **4.1.5. Perhitungan Penggunaan Daya Baterai Dengan Seluruh Beban**

Pada robot, penulis menggunakan baterai dengan kapasitas 40 Ah, tegangan 24 V dan sebelumnya juga sudah diketahui beban total penggunaan daya

sesuai kebutuhan robot. Pengujian ini dibagi menjadi 2 metode yaitu secara teori menggunakan perhitungan dan pengujian langsung. Dibawah ini hasil perhitungan daya baterai dengan seluruh beban yang penulis dapatkan berdasarkan rumus dibawah ini:

$$\text{Beban Daya Total} = \frac{\text{Beban Total}}{\text{Tegangan Baterai}}$$

$$\text{Waktu Pemakaian} = \frac{\text{Kapasitas Baterai}}{\text{Beban Daya Total}}$$

Penyelesaian:

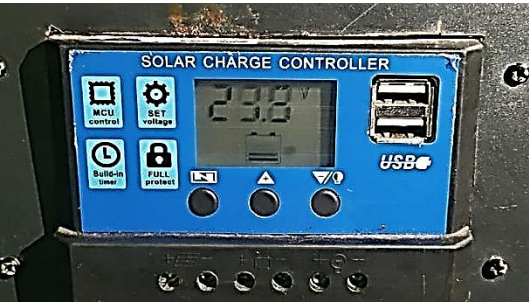
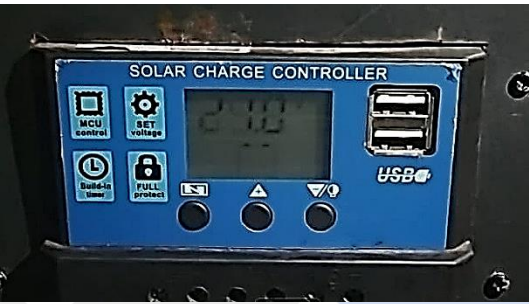
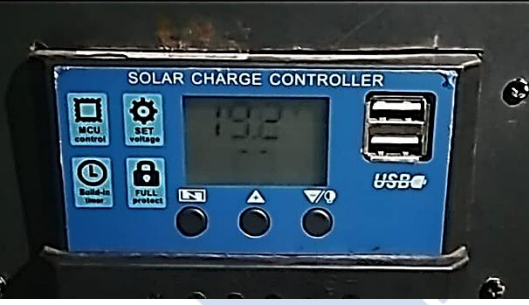
$$\text{Beban Daya Total} = \frac{1100 \text{ Watt}}{24 \text{ Volt}} = 45,8 \text{ A}$$

$$\text{Waktu Pemakaian} = \frac{40 \text{ Ah}}{45,8 \text{ A}} = 0,8 \text{ Jam} = 0,8 \times 60 \text{ menit} = 48 \text{ menit}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, beban daya total pada baterai dengan kapasitas 40Ah yaitu 45,8 A atau sama dengan 46 A. Untuk waktu penggunaan baterai sendiri selama 0,8 jam atau sama dengan 48 menit dengan kapasitas baterai 40Ah dan tegangan 24V. Untuk hasil perhitungan diatas dengan syarat RPM 37,5 untuk setiap motor penggerak roda dan menyesuaikan dengan data PWM yang ada pada *controller* Arduino. Dibawah ini merupakan hasil pengujian penggunaan daya baterai secara langsung yang dimana nilainya dilihat pada *solar charger controller*.

Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Penggunaan Daya Baterai Tanpa Beban

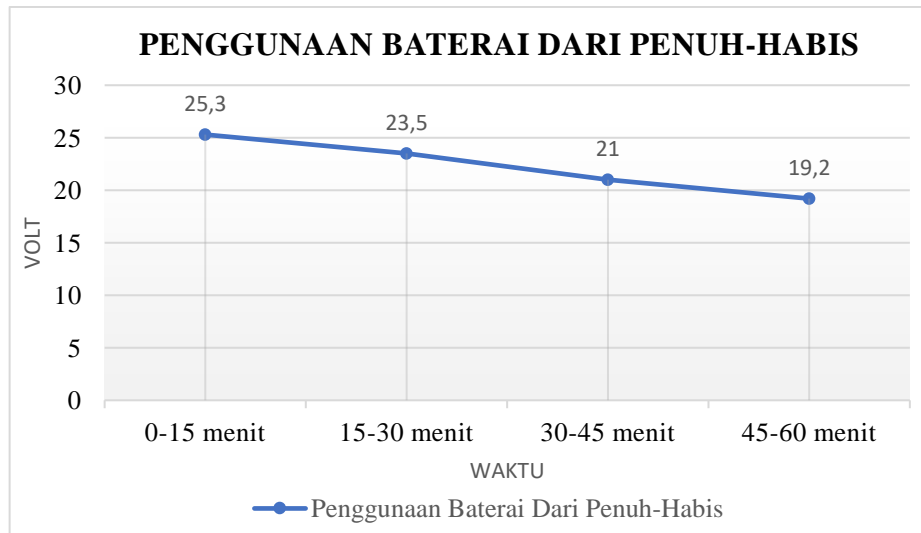
NO.	Pengujian	Gambar Hasil	Nilai
1.	0-15 menit		25.3 V

2.	15-30 menit		23.5 V
3.	30-45 menit		21.0 V
4.	45-60 menit		19.2 V

Berdasarkan tabel diatas, terdapat hasil pengujian penggunaan daya baterai dari penuh-habis dengan kapasitas 40 Ah dan tegangan 24V. Pengujian ini dilakukan dengan uji coba robot di lapangan untuk menentukan lamanya penggunaan baterai. Pengujian di lapangan yang penulis lakukan yaitu tanpa beban. Disini penulis hanya mengaktifkan *remote control* dengan menggerakkan roda dan robot hanya digerakkan ditempat dengan posisi robot dikasih penyanggah. Berdasarkan pengujian tanpa beban ini akan memiliki hasil yang berbeda dengan pengujian penggunaan daya baterai dengan beban. Hasil dari pengujian tanpa beban

yaitu penggunaan robot hanya selama 0,8 jam atau sama dengan 48 menit. Dibawah ini terdapat hasil grafik penggunaan baterai dari penuh-habis:

Tabel 4. 5 Grafik Penggunaan Baterai Dari Penuh-Habis



Pada grafik diatas terdapat hasil dari pengujian penggunaan daya baterai tanpa beban yang dimana dapat dilihat bahwa setiap 15 menit sekali tegangan pada baterai menurun. Berdasarkan hasil pengujian, penggunaan daya baterai tanpa beban ini pada saat 45-60 menit tegangan baterai bernilai 19,2 dengan posisi baterai sudah melemah. Jadi dapat disimpulkan bahwa hasil pengujian langsung penggunaan daya baterai tanpa beban ini memiliki waktu kurang lebih 1 jam untuk dapat dioperasikan.

Dari hasil pengujian penggunaan baterai dengan seluruh beban terdapat perbandingan antara perhitungan dan pengujian secara langsung. Dibawah ini terdapat rumus persentase *error*:

$$\text{Persentase Error} = \left| \frac{\text{Pengujian} - \text{Perhitungan}}{\text{Perhitungan}} \right| \times 100\%$$

Ket:

Perhitungan = Hasil perhitungan menggunakan rumus  
(0,8 jam × 60 menit = 48 menit)

Pengujian = Hasil pengujian menggunakan *solar charger controller*  
(1 jam × 60 menit = 60 menit)

$$\text{Persentase Error} = \left| \frac{60 - 48}{48} \right| \times 100\% = 0,25\%$$

Terdapat hasil pengujian penggunaan daya baterai tanpa beban yang dilakukan dengan membandingkan hasil perhitungan dan pengujian langsung. Jika secara perhitungan, penggunaan daya baterai dapat digunakan selama 48 menit. Sedangkan pengujian langsung, penggunaan baterai dapat digunakan selama 60 menit. Dari perbandingan diatas terdapat persentase *error* yaitu 0,25%.

#### 4.1.6. Perhitungan Pengisian Daya Baterai Melalui *Charger Listrik*

Pada proyek akhir ini, perhitungan melalui aki atau baterai yang dilakukan dengan pengisian lambat yaitu dengan mengisi aki dengan arus listrik kecil. Pengisian ini bertujuan menghindari *overheat*. Aki yang penulis gunakan dalam proyek akhir ini memiliki kapasitas 40 Ah. Pada pengisian aki akan diberikan arus maksimal 10%. Dibawah ini hasil dari perhitungan yang dilakukan penulis mengenai perhitungan daya melalui charger listrik:

$$\text{Arus Pengisian Aki} = \text{Kapasitas Aki} \times 10\%$$

$$\text{Waktu} = \left( \frac{\text{Kapasitas Aki}}{\text{Arus Pengisian Aki}} \right) + (20\% \times \text{Arus Max. Pengisian Aki})$$

Penyelesaian:




$$\text{Arus Pengisian Aki} = 40 \text{ Ah} \times 10\% = 4 \text{ Ah}$$

$$\text{Waktu} = \left( \frac{40 \text{ Ah}}{4 \text{ Ah}} \right) + (20\% \times 10) = 10 + 2 = 12 \text{ Jam}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, arus pengisian aki yaitu 4 Ah dengan arus maksimal yang diberikan 10%. Hasil perhitungan waktu yang dibutuhkan untuk pengisian aki yaitu selama 12 jam (selama  $\frac{1}{2}$  hari).

Dibawah ini merupakan hasil pengujian penggunaan daya melalui *charger* listrik (sumber PLN) yang dimana nilai I Out dilakukan pengujian menggunakan multimeter dan nilai V Baterai dilakukan pengujian menggunakan *solar charger controller*.

Tabel 4. 6 Hasil Pengisian Baterai Melalui Sumber PLN (I Out)

NO.	Jam	I Out (A)	Gambar Hasil	Kapasitas Aki (%)
1.	07.00	4,5		0%
2.	08.00	4,4		0%
3.	09.00	3,9	-	0%
4.	10.00	3,6	-	0%
5.	11.00	3,2		0%
6.	12.00	3,0	-	0%
7.	13.00	2,8	-	10%


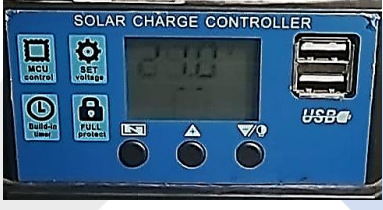


8.	14.00	2,6	-	30%
9.	15.00	2,3	-	40%
10.	16.00	2,0		50%
11.	17.00	1,12		70%
12.	18.00	1,11		80%
13.	19.00	1,10		80%
14.	20.00	0,98		100%





Tabel diatas merupakan hasil pengujian nilai I Out daya baterai melalui *charger* listrik (sumber PLN) menggunakan multimeter yang dimana dilakukan dari



jam 07.00 – 20.00 WIB. Dibawah ini lanjutan hasil pengujian tegangan yang pengujiannya dilakukan menggunakan *solar charger controller*.

Tabel 4. 7 Hasil Pengisian Baterai Melalui Sumber PLN (V Baterai)

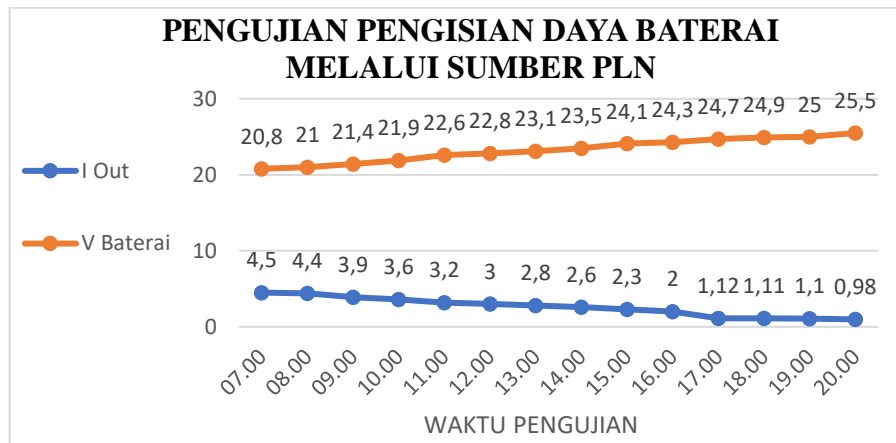
NO.	Jam	Baterai (V)	Gambar Hasil	Kapasitas Aki (%)
1.	07.00	20,8		0%
2.	08.00	21,0		0%
3.	09.00	21,4	-	0%
4.	10.00	21,9	-	0%
5.	11.00	22,6		0%
6.	12.00	22,8		0%
7.	13.00	23,1	-	10%

8.	14.00	23,5	-	30%
9.	15.00	24,1		50%
10.	16.00	24,3		50%
11.	17.00	24,7	-	70%
12.	18.00	24,9	-	80%
13.	19.00	25,0		80%
14.	20.00	25,5		100%

Berdasarkan hasil pengujian diatas menggunakan multimeter dan *solar charger controller*, selama pengisian aki menggunakan sumber PLN, semakin tinggi nilai tegangan pada aki maka semakin rendah nilai I Out pada aki. Pengujian ini dilakukan selama 13 jam yang dimana pengisian daya baterai baru terisi full. Pengujian ini dilakukan untuk membandingkan lamanya pengisian daya baterai

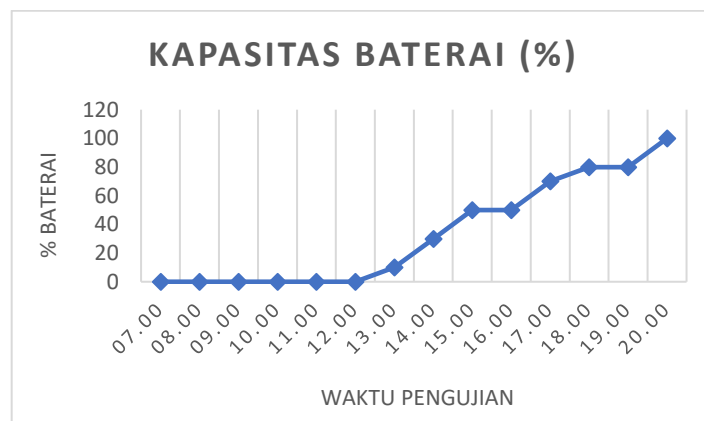
menggunakan *charger* listrik atau *solar cell*. Persentase kapasitas baterai yang tertera pada tabel dihasilkan dari tabel *battery state of charge* yang dimana dengan kapasitas baterai 40 Ah. Dibawah ini terdapat hasil grafik pengujian langsung pengisian daya baterai melalui sumber PLN:

Tabel 4. 8 Grafik Pengisian Daya Baterai Melalui Sumber PLN



Pada tabel 4.8 terdapat grafik hasil pengujian pengisian daya baterai melalui sumber PLN (*charger* listrik) yang dilakukan selama 13 jam. Berdasarkan grafik dapat dilihat bahwa arus pada baterai mengalami penurunan setiap jam sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi tegangan pada baterai maka arus pada baterai mengalami penurunan. Adapun grafik hasil pengujian kapasitas aki atau baterai yang diambil nilainya berdasarkan nilai dari pengujian V Baterai:

Tabel 4. 9 Grafik Pengisian Baterai Melalui Sumber PLN (% Baterai)



Berdasarkan tabel 4.9 terdapat grafik persentase kapasitas baterai saat melakukan

pengujian pengisian daya baterai melalui sumber PLN. Pada grafik persentase kapasitas baterai mulai mengalami kenaikan saat jam 13.00. Untuk penentuan nilai kapasitas aki (%), penulis menggunakan tabel *Battery State of Charge* yang dimana nilai persentase diambil berdasarkan nilai tegangan pada baterai yang ditampilkan pada *soar charger controller*. Dibawah ini merupakan tabel *Battery State of Charge* dengan kapasitas Aki 40Ah dengan tegangan 24V:

Tabel 4. 10 *Battery State of Charge*

(Sumber: [www.octopusasia.com](http://www.octopusasia.com))

charge	V open circuit 6-V battery	V open circuit 12-V battery	V open circuit 24-V bank	V open circuit 48-V bank	specific gravity per cell
100%	6.37	12.73	25.46	50.92	1.28
90%	6.31	12.62	25.24	50.48	1.26
80%	6.25	12.50	25.00	50.00	1.24
70%	6.19	12.37	24.74	49.48	1.22
60%	6.12	12.24	24.48	48.96	1.20
50%	6.05	12.10	24.20	48.40	1.17
40%	5.98	11.96	23.92	47.84	1.15
30%	5.91	11.81	23.62	47.24	1.12
20%	5.83	11.66	23.32	46.64	1.10
10%	5.75	11.51	23.02	46.04	1.07

Berdasarkan tabel 4.10, penulis menggunakan baterai dengan kapasitas 40Ah dan tegangan 24V. Dengan adanya tabel *battery state of charge* dapat mempermudah penulis dalam menentukan kapasitas baterai berdasarkan nilai tegangan pada baterai. Dari hasil data percobaan, terdapat beberapa nilai tegangan yang tidak ada pada tabel tetapi penulis menentukannya dengan mengambil persentase nilai yang terdekat. Dari hasil pengujian pengisian daya baterai melalui *charger* listrik (sumber PLN) terdapat perbandingan antara perhitungan dan pengujian secara langsung. Dibawah ini terdapat rumus persentase *error*:

$$\text{Persentase Error} = \left| \frac{\text{Pengujian} - \text{Perhitungan}}{\text{Perhitungan}} \right| \times 100\%$$

Ket:

Perhitungan = Hasil perhitungan menggunakan rumus  
(12 jam × 60 menit = 720 menit)

Pengujian = Hasil pengujian langsung

(13 jam × 60 menit = 780 menit)

$$\text{Persentase Error} = \left| \frac{780 - 720}{720} \right| \times 100\% = 0,08\%$$

Terdapat hasil pengujian pengisian daya baterai melalui *charger* listrik (sumber PLN) yang dilakukan dengan membandingkan hasil perhitungan dengan pengujian langsung. Secara perhitungan menggunakan rumus, waktu yang dibutuhkan untuk pengisian baterai melalui sumber PLN selama 12 jam ( $\frac{1}{2}$  hari). Sedangkan pengujian secara langsung, pengisian baterai membutuhkan waktu dari jam 07.00-20.00 yaitu selama 13 jam. Dari perbandingan diatas terdapat persentase *error* yaitu 0,08%.

#### 4.1.7. Perhitungan Pengisian Daya Baterai Melalui Panel Surya

Pada perhitungan ini, penulis menentukan jumlah kebutuhan panel surya yang dibutuhkan pada robot berdasarkan perhitungan daya pada baterai. Adapun rumus perhitungannya, yaitu:

$$\text{Daya Total Baterai} = \text{Daya Baterai} \times \text{Kapasitas Baterai}$$

$$\text{Jumlah Panel Yang Dibutuhkan} = \frac{\text{Daya Total Baterai}}{\text{WP Panel} \times \text{Total Waktu Matahari}}$$

Penyelesaian:

Dapat diketahui, penulis menggunakan baterai dengan daya 24 V dan kapasitas baterai 40 Ah. Dibawah ini merupakan hasil perhitungan daya total baterai yang didapatkan berdasarkan rumus diatas yaitu:

$$\text{Daya Total Baterai} = 24 \text{ Volt} \times 40 \text{ Ah} = 960 \text{ Watt}$$

Panel surya mulai beroperasi dari jam 09.00-14.00 WIB dalam artian 5 jam sehari panel surya menghasilkan 500 WP. Berdasarkan dari daya total baterai yang didapatkan, dapat dihitung jumlah panel yang dibutuhkan berdasarkan hasil daya baterai yang digunakan berdasarkan rumus diatas yaitu:

$$\text{Jumlah Panel Yang Dibutuhkan} = \frac{960 \text{ Watt}}{100 \text{ WP} \times 5 \text{ Hours}} = \frac{960 \text{ Watt}}{500 \text{ Wh}} = 1,92$$

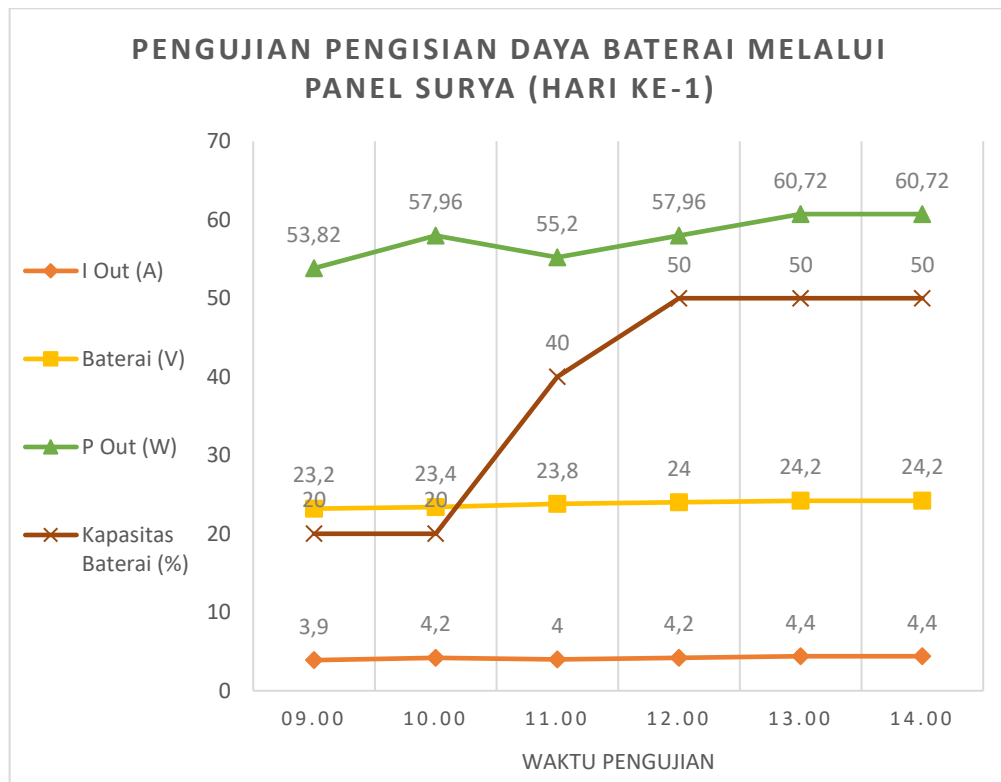
Jumlah panel yang harus digunakan untuk pengisian baterai dengan kapasitas 40 Ah selama satu hari yaitu 2 panel surya dengan 100 WP. Maka, dengan itu dapat dianalisa bahwa jika menggunakan 1 panel surya tidak koefisien dalam pengisian daya aki atau baterai dalam satu hari. Selanjutnya, penulis melakukan pengujian pengisian daya baterai melalui panel surya secara langsung. Dibawah ini merupakan hasil pengujian pengisian daya baterai melalui panel surya yang dilakukan selama 3 hari.

Tabel 4. 11 Data Hasil Pengujian Daya Baterai Melalui Panel Surya

<b>NO.</b>	<b>Pengujian</b>	<b>Jam</b>	<b>I Out (A)</b>	<b>P Out (W)</b>	<b>Baterai (V)</b>	<b>Kapasitas Baterai (%)</b>
1.	Hari ke-1	09.00	3,9	53,82	23,2	20%
		10.00	4,2	57,96	23,4	20%
		11.00	4,0	55,2	23,8	40%
		12.00	4,2	57,96	24	50%
		13.00	4,4	60,72	24,2	50%
		14.00	4,4	60,72	24,2	50%
2.	Hari ke-2	09.00	4,3	59,34	24,4	60%
		10.00	4,3	59,34	24,4	60%
		11.00	4,4	60,72	24,6	70%
		12.00	4,0	55,2	24,6	70%
		13.00	4,4	60,72	24,6	70%
		14.00	4,4	60,72	24,6	70%
3.	Hari ke-3	09.00	3,9	53,82	24,8	70%
		10.00	4,0	55,2	25	80%
		11.00	4,0	55,2	25	80%
		12.00	3,7	51,06	25,25	90%
		13.00	3,9	53,82	25,25	90%
		14.00	3,9	53,82	25,5	100%

Berdasarkan tabel hasil data pengujian pengisian daya baterai kapasitas 40 Ah melalui panel surya 100 WP dengan SCC PWM yang dilakukan pengujian selama 3 hari dari jam 09.00-14.00 (selama 5 jam) dilakukan pada saat terik matahari normal dikarenakan kebutuhan pengisian baterai dengan panel surya 100 WP hanya dapat mengisi setengah dari daya baterai perhari. Dibawah ini terdapat grafik hasil pengujian pengisian daya baterai melalui panel surya selama 3 hari berdasarkan tabel:

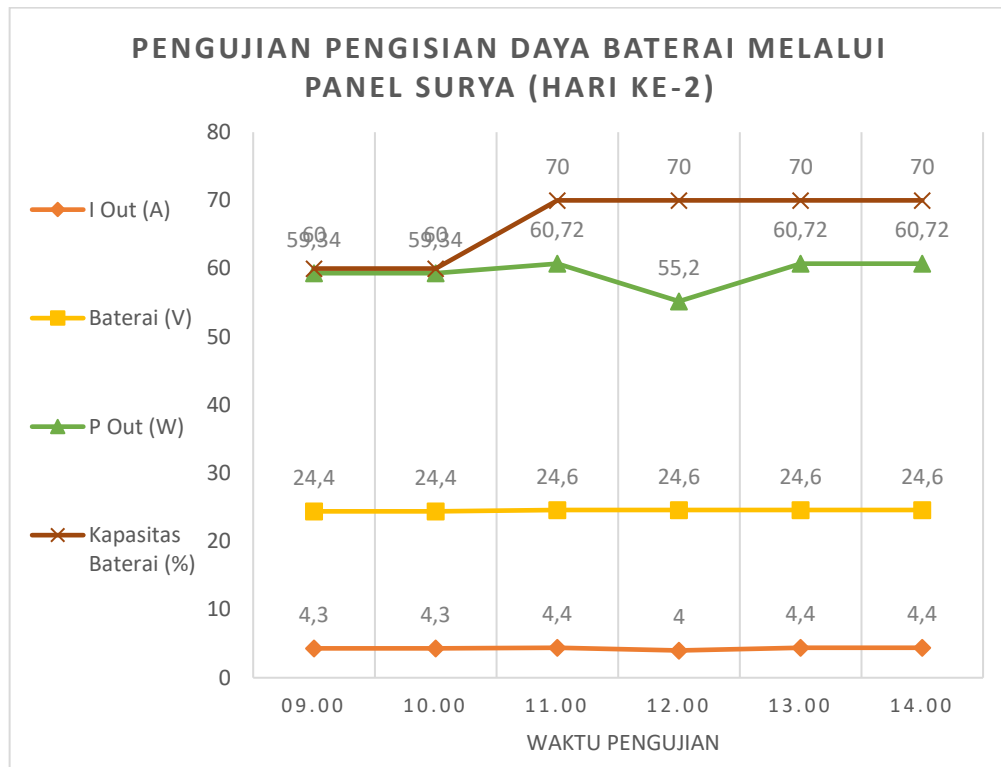
Tabel 4. 12 Grafik Pengisian Daya Baterai Melalui Panel Surya Hari ke-1



Pada tabel 4.12 terdapat gambar grafik hasil pengujian pengisian daya baterai melalui panel surya hari ke-1. Pengujian ini dilakukan pada saat kondisi matahari terik. Output yang dihasilkan dari pengujian berupa nilai arus, tegangan, daya serta kapasitas baterai yang dinilai berdasarkan nilai tegangan baterai. Baterai yang digunakan berkapasitas 40 Ah dengan tegangan 24 V. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui berapa lama waktu pengisian daya baterai yang dibutuhkan oleh panel surya *polycrystalline* 100 WP. Berdasarkan grafik dapat dilihat bahwa nilai daya dan arus pada panel surya naik-turun. Tegangan pada baterai setiap jam

mengalami kenaikan sehingga persentase kapasitas baterai pun mengalami kenaikan berdasarkan tabel *battery state of charge*. Untuk pengujian hari ke-1 pengisian baterai melalui panel surya mengisi baterai 50% dengan tegangan baterai 24,2 V selama rentang waktu mulai dari jam 09.00-14.00 WIB.

Tabel 4. 13 Grafik Pengisian Daya Baterai Melalui Panel Surya Hari ke-2

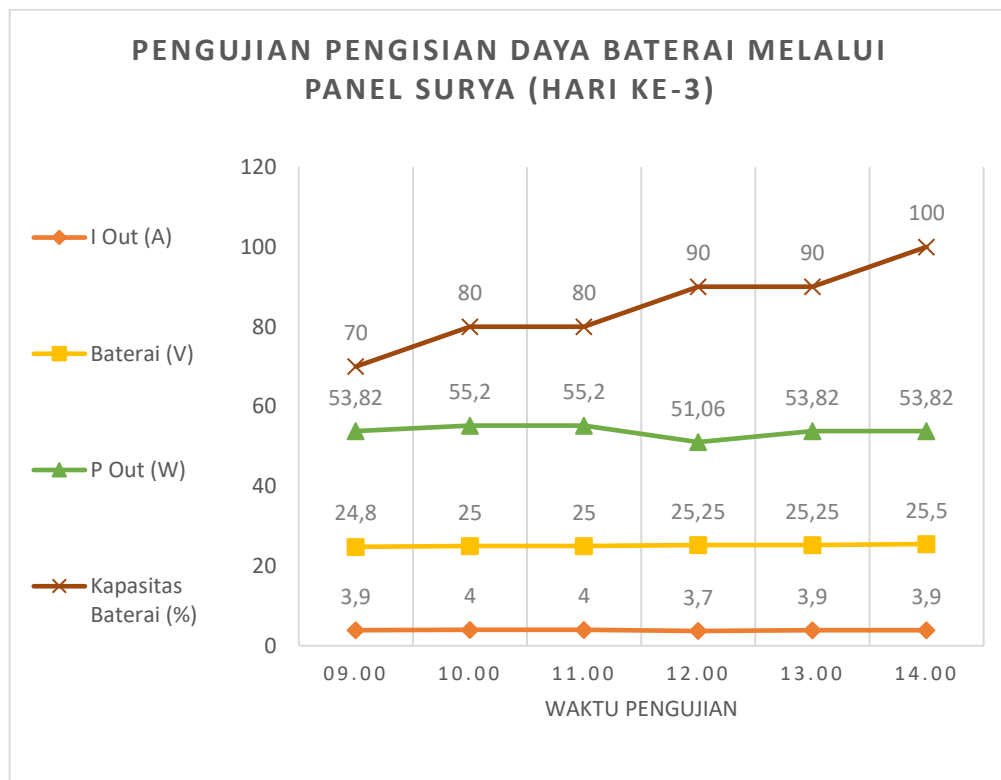


Pada tabel 4.13 terdapat gambar grafik hasil pengujian pengisian daya baterai melalui panel surya hari ke-2. Output yang dihasilkan dari pengujian berupa nilai arus, tegangan, daya serta kapasitas baterai yang dinilai berdasarkan nilai tegangan baterai. Baterai yang digunakan berkapasitas 40 Ah dengan tegangan 24 V. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui berapa lama waktu pengisian daya baterai yang dibutuhkan oleh panel surya *polycrystalline* 100 WP. Berdasarkan grafik dapat dilihat bahwa nilai daya dan arus pada panel surya naik-turun yang nilainya tidak jauh berbeda serta hampir sama dengan pengujian yang dilakukan pada hari ke-1. Tegangan pada baterai mengalami kenaikan 0,4 V dari hasil pengujian sebelumnya, sehingga persentase kapasitas baterai pun mengalami kenaikan berdasarkan tabel *battery state of charge*. Untuk pengujian hari ke-2 ini



hanya menambah sekitar 20% baterai dikarenakan kondisi matahari saat pengujian kurang terik. Untuk pengisian baterai melalui panel surya pada hari ke-2 menjadi 70% dengan tegangan baterai 24,6 V selama rentang waktu mulai dari jam 09.00-14.00 WIB.

Tabel 4. 14 Grafik Pengisian Daya Baterai Melalui Panel Surya Hari ke-3



Pada tabel 4.14 terdapat gambar grafik hasil pengujian pengisian daya baterai melalui panel surya hari ke-3. Output yang dihasilkan dari pengujian berupa nilai arus, tegangan, daya serta kapasitas baterai yang dinilai berdasarkan nilai tegangan baterai. Baterai yang digunakan berkapasitas 40 Ah dengan tegangan 24 V. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui berapa lama waktu pengisian daya baterai yang dibutuhkan oleh panel surya *polycrystalline* 100 WP. Berdasarkan grafik dapat dilihat bahwa nilai daya dan arus pada panel surya naik-turun. Pada nilai daya yang dihasilkan terdapat penurunan dari hasil pengujian yang dilakukan pada hari ke-2. Tegangan pada baterai mengalami kenaikan 0,9 V dari hasil pengujian sebelumnya, sehingga persentase kapasitas baterai pun mengalami

kenaikan berdasarkan tabel *battery state of charge*. Untuk pengujian hari ke-3 ini merupakan pengujian terakhir pengisian baterai melalui panel surya dikarenakan pada hari ke-3 baterai telah terisi full menjadi 100% dengan tegangan baterai 25,5 V selama rentang waktu mulai dari jam 09.00-14.00 WIB.

Berdasarkan tabel hasil data pengujian pengisian daya baterai kapasitas 40 Ah melalui panel surya 100 WP dengan SCC PWM yang dilakukan pengujian selama 3 hari dari jam 09.00-14.00 (selama 5 jam) dilakukan pada saat terik matahari normal dikarenakan kebutuhan pengisian baterai dengan panel surya 100 WP hanya dapat mengisi setengah dari daya baterai perhari. Hasil pengujian panel surya *polycrystalline* 100 WP selama 3 hari menghasilkan daya paling rendah 51,06 watt sampai dengan daya paling tinggi 60,72 watt. Selain itu, nilai tegangan yang dihasilkan saat pengujian memiliki nilai terendah 23,2 V yang menghasilkan kapasitas baterai 20% dan nilai tertinggi 25,5 V yang dimana kondisi baterai telah terisi full yaitu 100%.

Dari hasil pengujian pengisian daya baterai melalui *solar cell* terdapat perbandingan antara perhitungan dan pengujian secara langsung. Dibawah ini terdapat rumus persentase *error*:

$$\text{Persentase Error} = \left| \frac{\text{Pengujian} - \text{Perhitungan}}{\text{Perhitungan}} \right| \times 100\%$$

Ket:

Perhitungan = Hasil perhitungan menggunakan rumus

(1 hari = 5 jam × 60 menit = 300 menit) → 500 WP

Jadi, 300 menit × 2 = 600 menit → Untuk 100 WP

Pengujian = Hasil pengujian langsung

(3 hari = 3 hari × 5 jam = 15 jam) → Kondisi matahari terik

(15 jam × 60 menit = 900 menit)

$$\text{Persentase Error} = \left| \frac{900 - 600}{600} \right| \times 100\% = 0,5\%$$

Terdapat hasil pengujian pengisian daya baterai melalui *solar cell* yang dilakukan dengan membandingkan hasil perhitungan dengan pengujian langsung. Secara perhitungan menggunakan rumus, waktu yang dibutuhkan untuk pengisian baterai melalui *solar cell* selama 10 jam. Sedangkan pengujian secara langsung, pengisian baterai membutuhkan waktu dari selama 15 jam dengan kondisi matahari terik. Dari perbandingan diatas terdapat persentase *error* yaitu 0,5%.



## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil pengujian serta analisa yang telah dilakukan berdasarkan alat yang dibuat pada proyek akhir ini dengan judul “Rancang Bangun *Robot Corner Lawn Mower* Dengan Sistem Kendali *Remote Control Flysky* Berbasis *Arduino Mega 2560*” dapat disimpulkan bahwa:

1. *Robot Corner Lawn Mower* ini memiliki sistem kontrol jarak jauh dengan kendali *remote control flysky* maksimal sejauh 2km.
2. Kamera yang digunakan sebagai monitoring pergerakan robot dapat dijangkau maksimal sejauh 40m.
3. Penggunaan *solar cell* 100 WP tidak koefisien dalam pengisian daya aki atau baterai dalam satu hari.
4. *Robot Corner Lawn Mower* ini dapat memotong rumput menggunakan 1 motor potong sebagai efisiensi daya.
5. Robot hanya dapat dioperasikan selama 1 jam dengan penggunaan daya baterai kapasitas 40Ah dan tegangan baterai 24V.
6. Pengisian daya baterai pada robot melalui sumber PLN membutuhkan waktu setengah hari, sedangkan melalui *solar cell* 100 WP membutuhkan waktu total 15 jam.
7. Pengisian daya baterai melalui panel surya harus dilakukan pada saat terik matahari normal dikarenakan kebutuhan pengisian baterai dengan panel surya 100 WP hanya dapat mengisi setengah dari daya baterai perhari.

#### **5.2. Saran**

Berdasarkan hasil yang telah dilakukan pada proyek akhir ini guna untuk penyempurnaan alat terdapat beberapa saran sebagai bahan evaluasi atau pengembangan kedepannya, yaitu:

1. Penggunaan kamera sebagai sistem monitoring harus memiliki spesifikasi yang

lebih agar dapat mengakses dengan jarak lebih jauh.

2. Penggunaan *solar cell* 100 WP tidak begitu efisien dalam pengisian daya pada baterai, dibutuhkan penambahan *solar cell* agar pengisian daya lebih cepat.
3. Penambahan kapasitas baterai perlu dilakukan untuk penggunaan robot yang lebih lama sesuai dengan seberapa luas rumput yang akan dipotong agar penggunaan robot bertahan lebih lama.
4. Pengecasan melalui *charger* PLN harus menambahkan *travo* pengecasan yang lebih besar seperti 10 ampere sampai 20 ampere sehingga dapat mempercepat pengisian baterai pada *robot corner lawn mower*.



## DAFTAR PUSTAKA


- [1] Azis Isrofi, Shoffin Nahwa Utama, Oddy Virgantara Putra, “Rancang Bangun Robot Pemotong Rumput Otomatis Menggunakan *Wireless* Kontroler Modul Esp32-Cam Berbasis *Internet of Things* (IoT)”, Jurnal Teknoinfo, Vol. 15, No. 1, Pp. 45-55, 2021.
- [2] Erboy Setiawan, “Analisis Mata Pisau Pada Mesin Pemotong Rumput Menggunakan *Remote Control*”, Laporan Tugas Akhir, Politeknik Harapan Bersama, Tegal, 2021.
- [3] Jecky Yusakh Akay, dkk., “Rancang Bangun Alat Pemotong Rumput Otomatis”, Vol. 2, No. 4, e-jurnalTeknik Elektro dan Komputer, 2013.
- [4] Fikih Falukhi, “Analisis Sistem Pengisian Baterai Pada Mesin Pemotong Rumput Remote Control”, Laporan Tugas Akhir, Politeknik Harapan Bersama, Tegal, 2021.
- [5] Alpin Hardiansah, Mengapa Area *Runway* Ditanami Rumput [Online], diakses pada 08 Juli 2023, Available: <https://www.kabarpemupang.com/mengapa-area-sekitar-runway-ditanami-rumput-inilah-jawabannya/>
- [6] M. Khairul Amri Rosa, Reza Satria Rinaldi, Ridho Illahi, “Rancang Bangun Prototype Mesin Pemotong Rumput Kendali Jarak Jauh Menggunakan Aplikasi Android”, Jurnal Amplifier, Vol. 9, No. 1, Pp. 1-8, 2019.
- [7] Indra Krista, Elang Derdian M, ST, MT, Dr. Dedy Suryadi, ST, MT., “Rancang Bangun Robot Terbang Model Tricopter Menggunakan STM32F”, Vol 2, No 1, 2018.

- [8] Setya Permana Sutisna, Edi Sutoyo, Dicky Nur Pariatiara, “Rancang Bangun Pisau Rotari Robot Pemotong Rumput”, Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, Vol. 6, No. 1, 2020.
- [9] Ani Ramdhani, Pengertian Sel Surya/*Solar Cell*, Kelebihan, Kekurangan dan Prinsip Kerjanya [Online], diakses pada 03 Maret 2023, Available: <https://www.pinhome.id/blog/sel-suryasolar-cell-pengertian-kelebihan-dan-kekuarangan-dan-prinsip-kerjanya-lengkap/>
- [10] Monica, Muhammad Haz Fatahillah A, “Sistem Kontrol Dan Monitoring Lampu Taman Polmanbabel Menggunakan Panel Surya Berbasis Iot”, Laporan Proyek Akhir, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, 2022.
- [11] Blog ICA Solar, *Solar Charge Controller* serta Perbedaan PWM dan MPPT [Online], diakses pada 03 Maret 2023, Available: <https://m.icasolar.com/support/blog/pwm>
- [12] Bambang Hari Purwoto, dkk., “Efisiensi Penggunaan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Alternatif”, Jurnal Teknik Elektro, Vol. 18, No. 01, 2018.
- [13] Titi Ratnasari, Adri Senen, “Perancangan Prototipe Alat Ukur Arus Listrik AC dan DC Berbasis Mikrokontroler Arduino Dengan Sensor Arus ACS-712 30 Ampere”, Jurnal Sutet, Vol. 7, No. 2, 2017.
- [14] Yonanda, Yoga Bagus, “Monitoring Arus Beban yang Tersalurkan Pada Gardu Induk Pltu Gresik Dengan Android Menggunakan Bluetooth HC-O5 Berbasis Mikrokontroler ARM”, PhD Thesis, Universitas Muhammadiyah, Gersik, 2017.



# LAMPIRAN





**LAMPIRAN 1**  
**DAFTAR RIWAYAT HIDUP**

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

### 1. Data Pribadi

Nama : Aliyah Famela Puteri  
Tempat, Tanggal Lahir : Jakarta, 04 Januari 2003  
Alamat : Jl. Nangnung Utara No.351, Sungailiat  
Telp : -  
HP : 082377232129  
Email : [aliyahfamela03@gmail.com](mailto:aliyahfamela03@gmail.com)  
Jenis Kelamin : Perempuan  
Agama : Islam



### 2. Riwayat Pendidikan

SD Negeri 1 Sungailiat	2008-2014
SMP Negeri 1 Sungailiat	2014-2017
SMAS Setia Budi Sungailiat	2017-2020

### 3. Pendidikan Non-Formal

-

Sungailiat, 15 Juli 2023

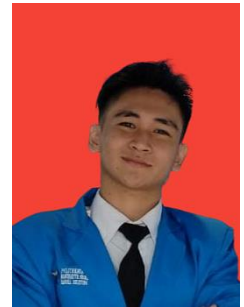


Aliyah Famela Puteri

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

### 1. Data Pribadi

Nama : Aprenza Winarlin  
Tempat, Tanggal Lahir : Air Mesu Pangkalan Baru, 18 April 2001  
Alamat : Desa Air Mesu Timur, Bangka Tengah  
Telp : -  
HP : 085768477978  
Email : [aprenzawinarlin@gmail.com](mailto:aprenzawinarlin@gmail.com)  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
Agama : Islam



### 2. Riwayat Pendidikan

SD Negeri 8 Pangkalan Baru	2007-2013
SMP Negeri 1 Pangkalan Baru	2013-2016
SMK Negeri 2 Pangkalpinang	2016-2019

### 3. Pendidikan Non-Formal

-

Sungailiat, 15 Juli 2023

Aprenza Winarlin

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

### 1. Data Pribadi

Nama : Irvan Debylian  
Tempat, Tanggal Lahir : Manggar, 24 April 2002  
Alamat : Desa Baru, Manggar, Belitung Timur  
Telp : -  
HP : 081977774584  
Email : [irvandebylianirvan@gmail.com](mailto:irvandebylianirvan@gmail.com)  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
Agama : Islam



### 2. Riwayat Pendidikan

SD Negeri 2 Manggar	2008-2014
SMP Negeri 3 Manggar	2014-2017
SMK Negeri 1 Manggar	2017-2020


### 3. Pendidikan Non-Formal

-

Sungailiat, 15 Juli 2023



Irvan Debylian



**LAMPIRAN 2**  
**PROGRAM**

```

#include <PPMReader.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
// Initialize a PPMReader on digital pin 3 with 6 expected
channels.
int interruptPin = 2; //untuk Arduino UNO/NANO gunakan pin 3
int channelAmount = 6;
PPMReader ppm(interruptPin, channelAmount); //PPM Library Object
#define VIN A0 // define the Arduino pin A0 as voltage input (V
in)
const float VCC = 5.0;// supply voltage is from 4.5 to 5.5V.
Normally 5V.
const int model = 2; // enter the model number (see below)
float cutOffLimit = 1.01;// set the current which below that
value, doesn't matter. Or set 0.5

/*
    "ACS712ELCTR-05B-T",// for model use 0
    "ACS712ELCTR-20A-T",// for model use 1
    "ACS712ELCTR-30A-T"// for model use 2
sensitivity array is holding the sensitivy of the ACS712
current sensors. Do not change. All values are from page 5 of
data sheet
*/
float sensitivity[] ={
    0.185,// for ACS712ELCTR-05B-T
    0.100,// for ACS712ELCTR-20A-T
    0.066// for ACS712ELCTR-30A-T
};

const float QOV = 0.5 * VCC;// set quiescent Output voltage of
0.5V
float voltage;// internal variable for voltage

//VARIABLE SIMPAN DATA CHANNEL
int CH1 = 1500;
int CH2 = 1500;

```

```
int CH3 = 1500;
int CH4 = 1500;
int CH5 = 1500;
int CH6 = 1500;

//VARIABLE MOTOR CONTROLLER 1
#define ENA 3
#define IN1 23
#define IN2 25
//VARIABLE MOTOR CONTROLLER 2
#define ENB 4
#define IN3 27
#define IN4 29
//VARIABLE MOTOR CONTROLLER 3
#define ENC 5
#define IN5 31
#define IN6 33
//VARIABLE MOTOR CONTROLLER 4
#define END 6
#define IN7 35
#define IN8 37
//VARIABLE MOTOR CONTROLLER 5
#define ENE 7
#define IN9 39
#define IN10 41
```

```
#include <Servo.h>
Servo myservo;
int MotorPWM;
int pos = CH5;
//int pos = CH6;
int var ;
void setup()
{

    Serial.begin(115200);
    lcd.init();
```

```

lcd.backlight();

//OFFKAN SEMUA MOTOR
digitalWrite(ENA, LOW); //OFFKAN CONTROLLER
digitalWrite(IN1, LOW); //OFFKAN CONTROLLER
digitalWrite(IN2, LOW); //OFFKAN CONTROLLER
digitalWrite(ENB, LOW); //OFFKAN CONTROLLER
digitalWrite(IN3, LOW); //OFFKAN CONTROLLER
digitalWrite(IN4, LOW); //OFFKAN CONTROLLER
digitalWrite(ENC, LOW); //OFFKAN CONTROLLER
digitalWrite(IN5, LOW); //OFFKAN CONTROLLER
digitalWrite(IN6, LOW); //OFFKAN CONTROLLER
digitalWrite(END, LOW); //OFFKAN CONTROLLER
digitalWrite(IN7, LOW); //OFFKAN CONTROLLER
digitalWrite(IN8, LOW); //OFFKAN CONTROLLER
digitalWrite(ENE, LOW); //OFFKAN CONTROLLER
digitalWrite(IN9, LOW); //OFFKAN CONTROLLER
digitalWrite(IN10, LOW); //OFFKAN CONTROLLER

//DECLARE PIN MOTOR CONTROLLER
pinMode(ENA, OUTPUT);
pinMode(IN1, OUTPUT);
pinMode(IN2, OUTPUT);
//DECLARE PIN MOTOR CONTROLLER
pinMode(ENB, OUTPUT);
pinMode(IN3, OUTPUT);
pinMode(IN4, OUTPUT);
//DECLARE PIN MOTOR CONTROLLER
pinMode(ENC, OUTPUT);
pinMode(IN5, OUTPUT);
pinMode(IN6, OUTPUT);
//DECLARE PIN MOTOR CONTROLLER
pinMode(END, OUTPUT);
pinMode(IN7, OUTPUT);
pinMode(IN8, OUTPUT);
//DECLARE PIN MOTOR CONTROLLER
pinMode(ENE, OUTPUT);
pinMode(IN9, OUTPUT);

```



```

pinMode(IN10, OUTPUT);

} //END VOID SETUP

void loop() {

  sensor_arus();
  CH1 = ppm.latestValidChannelValue(1, 0);
  CH2 = ppm.latestValidChannelValue(2, 0);
  CH3 = ppm.latestValidChannelValue(3, 0);
  CH4 = ppm.latestValidChannelValue(4, 0);
  CH5 = ppm.latestValidChannelValue(5, 0);
  CH6 = ppm.latestValidChannelValue(6, 0);
  if(CH3 > 1650){
    MotorPWM = map(CH3, 1650,2000,0,255);
    forward();
    forward1();
    forward2();
    forward3();
  }
  if(CH3 < 1350){
    MotorPWM = map(CH3, 1000,1350,255,0);
    reverse();
    reverse1();
    reverse2();
    reverse3();
  }
  if(CH3 > 1350 && CH3 < 1650){
    brake();
    brake1();
    brake2();
    brake3();
  }
}

```

```

////////// BELOK KANAN //////////
if(CH1 > 1550)
{
    MotorPWM = map(CH1, 1550,2000,0,255);
    forward();
    reverse1();
    reverse2();
    forward3();
}
////////// BELOK KIRI //////////
if(CH1 < 1450){
    MotorPWM = map(CH1, 1000,1450,255,0);
    forward2();
    forward1();
    reverse();
    reverse3();
}
// if(CH1 > 1450 && CH1 < 1550){
//     brake();
//     brake1();
//     brake2();
//     brake3();
//
//
}

//////////CONTROL MOTOR POTONG //////////
if(CH6 > 1550){
    MotorPWM = map(CH6, 1550,2000,0,70);
    forward4();
}
// if(CH6 < 1450){
//     MotorPWM = map(CH3, 1000,1450,255,0);
//     reverse4();
// }
if(CH6 > 1450 && CH6 < 1550){
    brake4();
}

```

```

//////////CONTROL SERVO CAMERA //////////
if(CH5 > 1000)
{
myservo.attach(9);
var = digitalRead(pos);
var = map(CH5, 2000,1000,0,250);
myservo.write(var);
}
// if(CH6 > 1550)
// {
// myservo.attach(10);
// var = digitalRead(pos);
// var = map(CH6, 1550,2000,0,250);
// myservo.write(var);
// }

//SERIAL MONITOR

Serial.print("CH1:");
Serial.print(CH1);
Serial.print(" CH2:");
Serial.print(CH2);
Serial.print(" CH3:");
Serial.print(CH3);
Serial.print(" CH4:");
Serial.print(CH4);
Serial.print(" CH5:");
Serial.print(CH5);
Serial.print(" CH6:");
Serial.print(CH6);
Serial.println();
} //END VOID LOOP

////////// ARAH MOTOR CONTROLLER 1 //////////
void forward()
{

```

```
    analogWrite(ENA, MotorPWM); //OFFKAN CONTROLLER
    digitalWrite(IN1, LOW); //OFFKAN CONTROLLER
    digitalWrite(IN2, HIGH); //OFFKAN CONTROLLER
} //END FORWARD
```

```
void reverse()
{
    analogWrite(ENA, MotorPWM); //OFFKAN CONTROLLER
    digitalWrite(IN1, HIGH); //OFFKAN CONTROLLER
    digitalWrite(IN2, LOW); //OFFKAN CONTROLLER
} //END FORWARD
```

```
void brake()
{
    digitalWrite(ENA, LOW); //OFFKAN CONTROLLER
    digitalWrite(IN1, LOW); //OFFKAN CONTROLLER
    digitalWrite(IN2, LOW); //OFFKAN CONTROLLER
}
```

```
////////// ARAH MOTOR CONTROLLER 2 //////////
```

```
void forward1()
{
    analogWrite(ENB, MotorPWM); //OFFKAN CONTROLLER
    digitalWrite(IN3, LOW); //OFFKAN CONTROLLER
    digitalWrite(IN4, HIGH); //OFFKAN CONTROLLER
} //END FORWARD
```

```
void reverse1()
{
    analogWrite(ENB, MotorPWM); //OFFKAN CONTROLLER
    digitalWrite(IN3, HIGH); //OFFKAN CONTROLLER
    digitalWrite(IN4, LOW); //OFFKAN CONTROLLER
} //END FORWARD
```

```
void brakel()
{
    digitalWrite(ENB, LOW); //OFFKAN CONTROLLER
    digitalWrite(IN3, LOW); //OFFKAN CONTROLLER
}
```

```

    digitalWrite(IN4, LOW); //OFFKAN CONTROLLER
}

////////// ARAH MOTOR CONTROLLER 3 //////////
void forward2()
{
    analogWrite(ENC, MotorPWM); //OFFKAN CONTROLLER
    digitalWrite(IN5, HIGH); //OFFKAN CONTROLLER
    digitalWrite(IN6, LOW); //OFFKAN CONTROLLER
} //END FORWARD

void reverse2()
{
    analogWrite(ENC, MotorPWM); //OFFKAN CONTROLLER
    digitalWrite(IN5, LOW); //OFFKAN CONTROLLER
    digitalWrite(IN6, HIGH); //OFFKAN CONTROLLER
} //END FORWARD

void brake2()
{
    digitalWrite(ENC, LOW); //OFFKAN CONTROLLER
    digitalWrite(IN5, LOW); //OFFKAN CONTROLLER
    digitalWrite(IN6, LOW); //OFFKAN CONTROLLER
}

////////// ARAH MOTOR CONTROLLER 4 //////////
void forward3(){

    analogWrite(END, MotorPWM); //OFFKAN CONTROLLER
    digitalWrite(IN7, HIGH); //OFFKAN CONTROLLER
    digitalWrite(IN8, LOW); //OFFKAN CONTROLLER

} //END FORWARD
void reverse3()
{

```

```
    analogWrite(END, MotorPWM); //OFFKAN CONTROLLER
    digitalWrite(IN7, LOW); //OFFKAN CONTROLLER
    digitalWrite(IN8, HIGH); //OFFKAN CONTROLLER
}
//END FORWARD
```

```
void brake3()
{
    digitalWrite(END, LOW); //OFFKAN CONTROLLER
    digitalWrite(IN7, LOW); //OFFKAN CONTROLLER
    digitalWrite(IN8, LOW); //OFFKAN CONTROLLER
}
```

```
////////// ARAH MOTOR CONTROLLER 5 //////////
```

```
void forward4()
{
    analogWrite(ENE, MotorPWM); //OFFKAN CONTROLLER
    digitalWrite(IN9, LOW); //OFFKAN CONTROLLER
    digitalWrite(IN10, HIGH); //OFFKAN CONTROLLER
} //END FORWARD
```

```
void reverse4()
{
    analogWrite(ENE, MotorPWM); //OFFKAN CONTROLLER
    digitalWrite(IN9, HIGH); //OFFKAN CONTROLLER
    digitalWrite(IN10, LOW); //OFFKAN CONTROLLER
} //END FORWARD
```

```
void brake4()
{
    digitalWrite(ENE, LOW); //OFFKAN CONTROLLER
    digitalWrite(IN9, LOW); //OFFKAN CONTROLLER
    digitalWrite(IN10, LOW); //OFFKAN CONTROLLER
}
```


```

void sensor_arus()
{
    float voltage_raw = (5.0 / 1023.0)* analogRead(VIN); // Read
the voltage from sensor
    voltage = voltage_raw - QOV + 0.012 ; // 0.000 is a value to
make voltage zero when there is no current
    float current = voltage / sensitivity[model];

    if(abs(current) > cutOffLimit ){
        Serial.print("V: ");
        Serial.print(voltage,3); // print voltage with 3 decimal places
        Serial.print("V, I: ");
        Serial.print(current,2); // print the current with 2 decimal
places
        Serial.println("A");
        lcd.clear();
        lcd.setCursor (0,0); // set to line 1, char 0
        lcd.print("SENSOR ACS712");
        lcd.setCursor (0,1); // set to line 1, char 0
        lcd.print("Current: ");
        lcd.setCursor (9,1); // go to start of 2nd line
        lcd.print(current);
        lcd.setCursor (14,1); // go to start of 2nd line
        lcd.print("A");

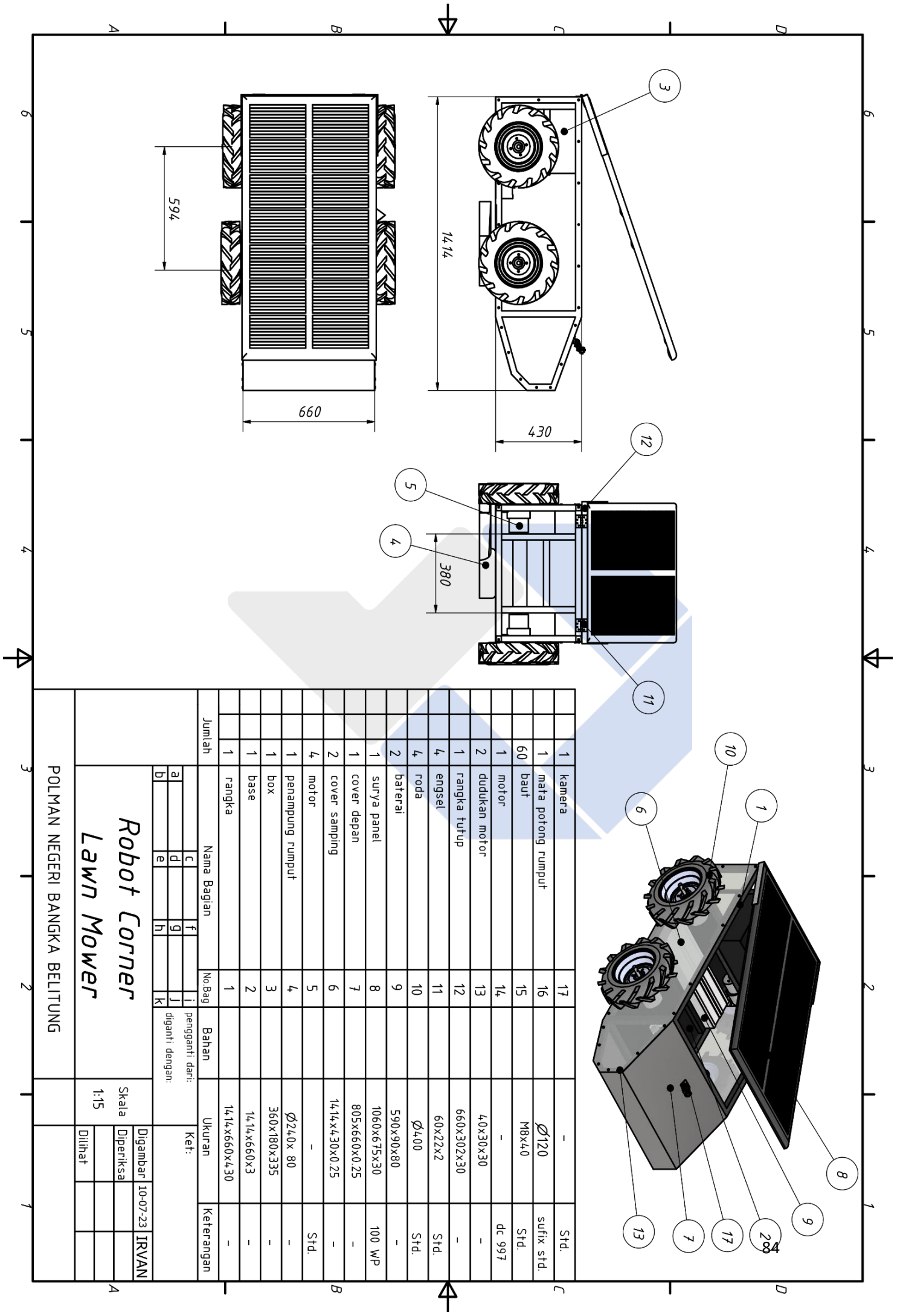
    }
else
{
    Serial.println("No Current");
    lcd.clear();
    lcd.setCursor (0,0); // set to line 1, char 0
    lcd.print("NO Current");
}
delay(1000);
}

```

A decorative graphic consisting of two hands shaking, rendered in a light blue and grey color scheme. The hands are stylized and positioned behind the main text.

**LAMPIRAN 3**  
**GAMBAR RANCANGAN**





1	kamera	17		Std.
1	mata potong rumput	16		sufix std.
60	baut	15		M8x4.0 Std.
1	motor	14		dc 997
2	dudukan motor	13		-
1	rangka tutup	12		660x302x30
4	engsel	11		60x22x2 Std.
4	roda	10		Ø4.00 Std.
2	baterai	9		590x90x80 -
1	surya panel	8		1060x675x30 100 WP
1	cover depan	7		805x660x0.25 -
2	cover samping	6		14.14x4.30x0.25 -
4	motor	5		Std.
1	penampung rumput	4		Ø24.0 x 80 -
1	box	3		360x180x335 -
1	base	2		14.14x660x3 -
1	rangka	1		14.14x660x4.30 -

Jumlah	Nama Bagian	No.Bagi	Bahan	Ukuran	Keterangan
	a	c	f	i	Ket: Digambar 10-07-23 IRVAN Diperiksa Dilihat
	b	d	g	j	
		e	h	k	

**Robot Corner**  
**Lawn Mower**

Skala 1:15

POLMAN NEGERI BANGKA BELITUNG