

# **MODIFIKASI SOLAR TRACKER DUAL AXIS MENGUNAKAN PEMBERAT AIR DENGAN MPPT**

## **PROYEK AKHIR**

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



Disusun Oleh :

Maryani Supatria                      NIM :0031817

Muhamat Sarwanto                    NIM :0031819

**LEMBAR PENGESAHAN**

**MODIFIKASI *SOLAR TRACKER* DUAL AXIS  
MENGUNAKAN PEMBERAT AIR DENGAN MPPT**

Oleh :

Maryani Supatria / 003 1817

Muhamat Sarwanto / 003 1819


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

Menyetujui,

Pembimbing 1

  
Ossirendi, M.T.


Pembimbing 2

  
Charlotha, M.Tr.T.

Penguji 1

  
Yudhi, M.T.

Penguji 2

  
Zanu Saputra, M.Tr.T.



## **ABSTRAK**

*Indonesia merupakan negara yang memiliki berbagai jenis sumber daya energi dalam jumlah yang cukup melimpah. Letak Indonesia berada pada daerah katulistiwa, maka wilayah Indonesia akan selalu disinari matahari selama 10 sampai dengan 12 jam dalam sehari. Indonesia sebagai Negara tropis memiliki potensi pengembangan dan pemanfaatan energi surya sebagai salah satu dari banyak system konversi energy surya, system konversi energy surya ini dapat diterapkan untuk mengatasi semakin menipisnya cadangan bahan bakar konvensional yang ada. Tujuan utama tugas akhir ini adalah untuk mengetahui pengaruh sudut solar tracker terhadap daya panel surya pada solar tracker 1 axis dan 2 axis. Sudut solar trackermempengaruhi performa panel surya yaitu semakin mendekati tegak lurus terhadap datangnya cahaya matahari maka tegangan dan arusnya akan semakin besar. Solar cell yang menggunakan tracker mampu menyerap energi matahari lebih optimal dari pada yang tidak menggunakan tracker. Daya yang diserap solar tracker 2 axis sangat besar, sehingga alat ini memiliki efisiensi daya yang lebih besar dari teknologi sebelumnya.*

**Kata Kunci** : Energi Alternatif, Solar Cell, Photovoltaic, Sistem Tracking

## **ABSTRACT**

*Indonesia is a country that has quite an abundance of various types of energy resources. The location of Indonesia is on the equator, so the Indonesian territory will always be exposed to the sun for 10 to 12 hours a day. Indonesia as a tropical country has the potential to develop and utilize solar energy as one of the many solar energy conversion systems, this solar energy conversion system can be applied to overcome the depletion of existing conventional fuel reserves. The main objective of this final project is to determine the effect of solar tracker angle on solar panel power on 1 axis and 2 axis solar tracker. The angle of the solar tracker affects the performance of the solar panel, namely the closer it is perpendicular to the arrival of the solar light, the greater the voltage and current. Solar cells that use a tracker are able to absorb solar energy more optimally than those without a tracker. The power absorbed by the 2 axis solar tracker is very large, so this tool has a greater power efficiency than previous technologies.*

**Key words:** *Alternative Energy, Solar Cell, Photovoltaic, Tracking System*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas berkat rahmat dan hidayah-nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan karya tulis proyek akhir ini dengan baik dan tepat pada waktunya.

Karya tulis proyek akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan dan kewajiban mahasiswa untuk menyelesaikan kurikulum program diploma III di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

Penulis mencoba untuk menerapkan ilmu pengetahuan yang telah ditetapkan selama 3 tahun mengecap pendidikan di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung dan pengalaman yang penulis dapatkan selama melaksanakan pembuatan alat dan makalah proyek akhir ini.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar – besarnya kepada orang-orang yang telah berperan sehingga dapat terselesaikannya proyek akhir, sebagai berikut:

1. Bapak Ocsirendi, M.T, selaku pembimbing 1 dalam proyek akhir ini.
2. Ibu Charlotha, M.Tr.T. selaku pembimbing 2 dalam proyek akhir ini.
3. Seluruh staf pengajar dan karyawan Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung yang telah membantu dalam proses penyelesaian proyek akhir.
4. Rekan-rekan mahasiswa Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung yang telah banyak membantu selama menyelesaikan proyek akhir.
5. Keluarga besar (Ayah, Ibu, Adik-adik penulis, Nenek, Kakek, dll) yang selalu senantiasa memberikannya kasih sayang, doa, dukungan moral maupun materi dan semangat.
6. Pihak - pihak lain yang telah memberikan bantuan secara langsung maupun tidak langsung dalam pembuatan proyek akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa penulisan proyek akhir ini masih jauh dari sempurna dikarenakan penulis adalah manusia biasa yang tidak luput dari kesalahan. Karenanya yang benar-benar datang dari Allah SWT dan yang salah datang dari

penulis sendiri. Oleh karena itu, penulis mengharapkan segala petunjuk, kritik dan saran yang membangun dari pembaca agar dapat menunjang pengembangan dan perbaikan penulisan selanjutnya.

Besar harapan penulis semoga karya tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pihak yang berkepentingan pada khususnya dan baik bagi perkembangan ilmu teknologi pada umumnya.

Sungailiat, 26 Mei 2021

Penulis

## DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	12
<i>ABSTRACT</i> .....	13
KATA PENGANTAR .....	14
DAFTAR ISI .....	16
DAFTAR TABEL .....	18
DAFTAR GAMBAR .....	19
DAFTAR LAMPIRAN.....	21
BAB IPENDAHULUAN.....	22
1.1 Latar Belakang .....	22
1.2 Rumusan dan BatasanMasalah.....	23
1.2.1. Rumusan Masalah.....	23
1.2.2. Batasan Masalah.....	24
1.3 Tujuan Proyek Akhir .....	24
BAB II LANDASAN TEORI .....	25
2.1 <i>Solar Tracker</i> .....	25
2.2 Sudut lintasan matahari.....	25
2.3 Penggerak dari <i>Solar Tracker</i> .....	26
2.4 <i>Solar Cell</i> .....	27
2.5 Pompa Motor Air.....	28
2.6 <i>Maximum Power Point Tracking</i> .....	29
2.7 Arduiono UNO .....	29
2.8RTC(Real TimeClock).....	30
2.9Sensor ArusINA219 .....	30
2.10 Potensiometer .....	31
2.11 SensorTegangan .....	31
2.12 <i>Liquid Crystal Display</i> .....	32
2.13 Micro SD Module.....	32
BAB III METODE PELAKSANAAN .....	33



3.1	<i>Flow Chart</i> PembuatanAlat .....	33
3.2	<i>Flowchart</i> Cara KerjaAlat.....	35
3.3	Prinsip Kerja <i>Solar Tracker</i> .....	36
3.4	Study Pustaka .....	37
3.5	Desain Konstruksi .....	37
3.6	Pembelian Alat danBahan.....	40
3.7	Pembuatan KontruksiAlat.....	40
3.8	Pembuatan RangkaianElektrik .....	41
3.9	PembuatanProgram.....	42
3.10	UjiCoba .....	42
3.11	Perbaikan.....	43
<b>BAB 4 PEMBAHASAN .....</b>		<b>44</b>
4.1	Diagram BlokHardware .....	44
4.2	Pembuatan program.....	48
4.3	Panel Surya.....	48
4.4	Pembacaan Sensor INA 219.....	49
4.5	Pembacaan Sensor Tegangan .....	50
4.6	Pengujian Data Logger .....	51
4.7	Pengujian potensiometer sebagai sensor posisi.....	53
4.8	Gerak Semu Matahari .....	54
4.9	Daya.....	56
<b>BAB VKESIMPULAN.....</b>		<b>68</b>
5.1	Kesimpulan .....	68
5.2	Saran .....	68
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>69</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Hasil ukur panel surya dengan alat ukur .....	48
Tabel 4. 2 Pengukuran Arus Antara Alat Ukur Sensor INA 219.....	49
Tabel 4. 3 Pengukuran tegangan antara alat ukur dan sensor tegangan.....	50
Tabel 4. 5 Pengujian data logger pada daya input dan daya output .....	52
Tabel 4. 6 Pengujian potensiometer sebagai sensor posisi .....	53
Tabel 4. 7 Gerak Semu Matahari.....	54
Tabel 4. 8 Perbandingan daya diserap panel suryapadahari ke- 1.....	59
Tabel 4. 9 Data perbandingan daya diserappanel suryapadahari ke-2.....	61
Tabel 4. 10 Data perbandingan daya diserap panel surya pada hari ke-3.....	62
Tabel 4. 11 Penyerapan daya panel surya tracking dan non tracking 1 <i>axis</i> .....	60
Tabel 4. 12 Perbandingan daya dikeluarkanoleh akipadahari ke – 2 .....	62
Tabel 4. 13 Perbandingan daya dikeluarkan oleh aki pada hari ke - 3 .....	64
Tabel 4. 14 Perbandingan daya aki pada <i>Solar Tracker 1</i> .....	65
Tabel 4. 15 Perbandingan daya aki pada <i>Solar Tracker 2 Axis</i> .....	66

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 <i>Solar Tracker</i> .....	22
Gambar 2. 1 Jenis Solar Tracker berdasarkan sumbu putar [1] .....	25
Gambar 2. 2 Sudut arah dan lintasan sinar datang terhadap PV [1].....	26
Gambar 2. 3 Pompa Air DC [4].....	29
Gambar 2. 4 MPPT [4].....	29
Gambar 2. 5 Arduino Uno R3 [4].....	30
Gambar 2. 6 RTC DS32 [5].....	30
Gambar 2. 7 Sensor Arus INA219 [5] .....	31
Gambar 2. 8 Potensiometer [5].....	31
Gambar 2. 9 Sensor Tegangan [5] .....	32
Gambar 2. 10 Liquid Crystal Display [6].....	32
Gambar 2. 11 <i>Micro SD Module</i> [6].....	32
Gambar 3. 1 Flow Chart Pembuatan Alat .....	34
Gambar 3. 2 Flowchart cara kerja alat .....	35
Gambar 3. 3 pergerakan solar tracker pada sumbu X [9] .....	36
Gambar 3.4 Pergerakan solar tracker pada sumbu Y [9] .....	37
Gambar 3. 5 Desain Kontruksi 3D .....	38
Gambar 3. 6 Tampak samping 2D .....	38
Gambar 3. 7 Tampak depan 2D.....	39
Gambar 4. 1 Diagram blok .....	44
Gambar 4. 2 Rangkaian Sensor Tegangan .....	45
Gambar 4. 3 Rangkaian Sensor Arus.....	46
Gambar 4. 4 Rangkaian RTC DS3231 .....	46
Gambar 4. 5 Rangkaian Module SD Card .....	47
Gambar 4. 6 Rangkaian <i>Liquid Crystall Display</i> .....	47
Gambar 4. 7 Grafik perbandingan daya yang diserap.....	49
Gambar 4. 8 Grafik daya saat tracking dan non trackinghari ke-1 .....	60
Gambar 4. 9 Grafikdayasaattracking dan non trackinghari ke-2.....	62

Gambar 4. 10 Grafik daya saat tracking dan non tracking hari ke-3 .....	64
Gambar 4. 11 Grafik daya yang dikeluarkan aki pada hari ke-1 .....	61
Gambar 4. 12 Grafik daya yang dikeluarkan aki pada hari ke-2.....	63
Gambar 4. 13 Grafik daya yang dikeluarkan aki pada hari ke- 3.....	65
Gambar 4. 14 Grafik daya dikeluarkan aki pada posisi tracking 1 <i>axis</i> .....	66
Gambar 4. 15 Grafik daya dikeluarkan aki pada posisi tracking 2 <i>axis</i> .....	67

## **DAFTAR LAMPIRAN**

LAMPIRAN 1 DAFTAR RIWAYAT HIDUP

LAMPIRAN 2 SKEMATIK RANGKAIAN KONTROL

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kebutuhan energi listrik saat ini semakin tinggi. Hal ini seiring bertambahnya jumlah penduduk dan juga kemajuan teknologi. Dengan begitu banyak perkembangan yang terjadi di bidang teknologi terutama di bidang elektronik dan teknologi informasi. Salah satu energi alternatif tersebut yaitu dengan memanfaatkan energi matahari. Energi matahari merupakan sumber energi yang tidak terbatas, sehingga energi matahari dapat dijadikan energi alternatif yang tepat, sebab energi menjadi sumber utama bagi manusia dan makhluk lainnya untuk melakukan suatu hal. Banyak energi yang kita jumpai di sekitar kita.

Contohnya adalah Energi Panas, Energi Cahaya, Energi Listrik, Energi Bunyi, dan Energi Kinetik. Pada saat ini banyak orang yang menggunakan energi dari minyak bumi dan kita tau bahwa energi dari minyak bumi semakin lama semakin habis dan banyak mengakibatkan kerusakan lingkungan akibat emisi karbondioksida yang tinggi. Selama beberapa tahun yang lalu mungkin Sebagian besar dari anda yang masih bisa merasakan nikmatnya tinggal di lingkungan yang masih belum ada pencemaran dan situasi yang masih terasa asri dan menyegarkan. Pada awalnya masih tidak banyak orang yang tinggal pada suatu wilayah tertentu sehingga pengendalian pencemaran lingkungan masih mudah untuk dilakukan. Berikut dibawah ini gambar 1.1 solar tracker.



Gambar 1. 1 *Solar Tracker*[1]

Adapun penelitian yang dilakukan oleh Wasana Saputra pada penelitian yang berjudul “Rancang Bangun Solar Tracking Sistem Untuk Mengoptimalkan Penyerapan Energi Matahari Pada *Solar Cell*”. Namun pada penelitian ini sistem tersebut menggunakan LDR (*Light Dependent Resistor*) yang belum baik karena kesalahan penempatan posisi dan tidak adanya solar charging [2].

Dengan suatu media yang dapat memberikan informasi tentang waktu, posisi dari arah cahaya matahari dapat diketahui. Media penggerak yang digunakan yaitu pemberat air serta perakitan dan pemrograman mikrokontroler akan mampu membuat *solar cell* bergerak secara otomatis (*tracking*) sesuai arah cahaya matahari yang berdasarkan oleh waktu, sehingga dapat mengoptimalkan penyerapan energi matahari pada *solar cell*. Namun, untuk membuktikan dan mencapai hal tersebut, perlu dilakukan pengujian guna mendapatkan daya keluaran yang dihasilkan oleh *solar cell* yang telah diberikan sistem penggerak berupa media pemberat air.

Selain itu proses, proses penyimpanan energi listrik yang dihasilkan oleh matahari perlu dilakukan. *Solar cell* di sini tidak secara langsung digunakan sebagai catu daya beban, tetapi disimpan terlebih dahulu di dalam baterai sebagai tempat menyalurkan catu daya listrik yang bertegangan DC untuk menyuplai beban [3].

## **1.2 Rumusan dan Batasan Masalah**

### **1.2.1. Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah yang diangkat berdasarkan latar belakang proyek akhir ini antara lain :

1. Bagaimana cara membuat *solar tracker* mampu mengoptimalkan daya keluaran sel surya?
2. Bagaimana cara membuat *solar tracker* dengan menggunakan media penggerak air?

### **1.2.2. Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah pada proyek akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Tidak membahas tentang perbandingan penyerapan sinar matahari per tiap bulan dan per tahun.
2. Tidak membahas perbandingan efisiensi daya pada *solar tracker* yang menggunakan penggerak air dan *solar tracker* yang menggunakan penggerak motor DC.

### **1.3 Tujuan Proyek Akhir**

Adapun tujuan penulisan dalam penyusunan proyek akhir ini diantaranya adalah :

1. Memodifikasi konstruksi *solar tracker* dual axis menggunakan pemberat air yang sudah ada untuk mengoptimalkan daya keluaran yang ditampilkan di LCD pada panel box *solar tracker*.
2. Memodifikasi *solar tracker* dual axis menggunakan pemberat air yang sudah ada untuk mengoptimalkan posisi *solar tracker* dengan matahari agar lebih presisi



## BAB II LANDASAN TEORI

### 2.1 Solar Tracker

Sel Surya adalah perangkat yang mengarahkan *payload* (muatan) ke arah matahari. Muatan dapat panel surya palung parabolik, *reflektor*, *fresnel*, cermin atau lensa. Untuk sistem *photovoltaic* panel datar, tracker digunakan untuk mengarahkan *photovoltaic* agar selalu tegak lurus terhadap arah datangnya cahaya matahari. Sistem ini dapat meningkatkan jumlah energi yang dihasilkan dibandingkan dengan sistem *photovoltaic*. Berikut gambar 2.1 dibawah ini jenis *solar tracker* berdasarkan sumbu putar.



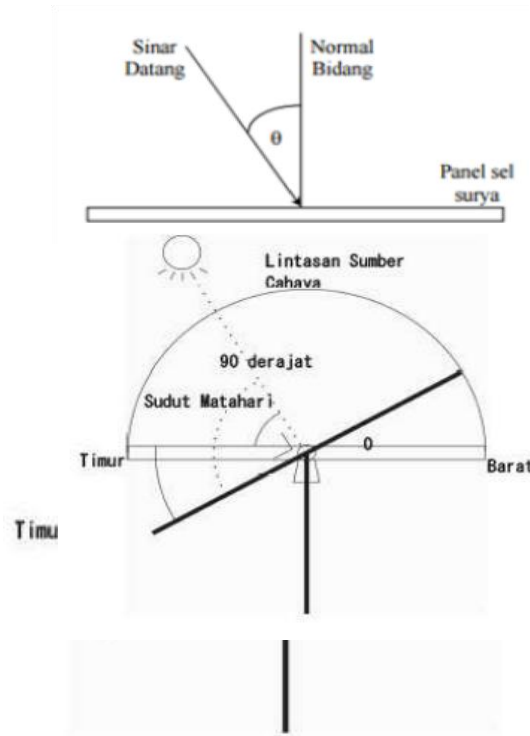
Gambar 2. 1 Jenis *Solar Tracker* berdasarkan sumbu putar [1]

Sistem *solar tracker* dua sumbu putaran (*dual axis solar tracker*) memiliki biaya produksi yang mahal namun memiliki fungsi tracking yang lebih baik serta bisa diaplikasikan pada sebuah objek bergerak

### 2.2 Sudut lintasan matahari

Sistem *tracking* cahaya matahari yang dibuat pada penelitian ini adalah jenis *tracking single axis* pada sumbu horizontal dengan menggunakan rangkaian kontrol. Besarnya radiasi yang diterima panel sel surya dipengaruhi oleh sudut datang antara sudut arah sinar datang dengan garis normal (normal bidang).

Berikut gambar dibawah ini 2.2 sudut arah dan lintasan sinar datang terhadap *photovoltaic*.



Gambar 2. 2 Sudut arah dan lintasan sinar datang terhadap PV [1]

Panel akan mendapat radiasi matahari maksimum pada saat matahari tegak lurus dengan bidang panel dengan sudut  $0^\circ$  terhadap garis normal. Pada saat arah matahari tidak tegak lurus dengan bidang panel atau membentuk sudut  $\theta$  seperti Gambar 2.2 maka panel akan menerima radiasi lebih kecil .

### 2.3 Penggerak dari *Solar Tracker*

Gerakkansolartrackertergantungan daripenggeraknyanya. Dalam penggunaanya, teknologisolartrackermemilikibanyakpenggerak. Sumbuputarjugamenentukan penggerak yang cocok di *solar tracker*. Berikut beberapa contoh teknologi penggerak dari *solar tracker*..

1. Dalam jurnal Wendryanti (2017) yang berjudul “PengembanganPenggerak Solar Panel Dua Sumbu untuk Meningkatkan Dayapada Solar Panel Tipe Polikristal”, yang menggunakan motor DC sebagai penggerak dari *solar*

*tracker*.

2. Dalam jurnal Dwiprima Elvanny Myori (2019) yang berjudul “Sistem *Tracking* Cahaya Matahari babpada *Photovoltaic*”, yang menggunakan linear aktuator sebagai penggerak dari *solar tracker*.

Dari beberapa teknologi *solar tracker* diatas terdapat kelebihan dan kelemahan dalam masing – masing pnggerak. Data proyek akhir penulis menggunakanmediapenggerakberupapemberairdanmenggunakan satusumbu putar karena merupakan sebuah media penggerakkan baru dalam teknologi *solar tracker*.

## **2.4Solar Cell**

Sel surya atau *solar cell* adalah alat pengkonversi energi matahari menjadi energi listrik. *Solar cell* ini memiliki prinsip kerja hampir sama seperti dioda foto (*Photodiode*), dan *solar cell* juga memiliki kaki positif dan kaki negatif yang terhubung ke rangkaian atau perangkat yang memerlukan sumber listrik. Prinsip kerja dari *solar cell* yaitu ketika *solar cell* terkena sinar matahari, partikel dari matahari tersebut menabrak atom semikonduktor silikon *solar cell*, sehingga menimbulkan energi yang cukup besar untuk memisahkan elektron dari struktur atomnya. Elektron yang terpisah dan bermuatan negatif tersebut akan bergerak pada daerah konduksi dari material semikonduktor. Atom yang kehilangan elektron, akan terjadi kekosongan pada strukturnya yang dinamakan *hole*.

*Hole* ini merupakan muatan positif dan juga bertindak sebagai penerima elektron yang disebut semikonduktor tipe-p. Adapun semikonduktor tipe-n yang terdapat pada elektron bebas yang bersifat negatif sebagai pendonor elektron. Positif negatif *Junction* (daerah diantar positif dan negatif) akan muncul dan mendorong elektron dan *hole*. Elektron akan menjauhi daerah negatif dan *hole* akan menjauhi daerah positif. Ketika diberikan beban lampu atau komponen listrik lainnya, maka akan timbul arus listrik yang dapat dimanfaatkan.

- **Jenis – jenis SolarCell**

1. *Monocrystalline*

Kepingan sel surya yang identik satu sama lain dan berkinerja tinggi. Sehingga menjadi sel surya yang paling efisien dibandingkan jenis sel surya lainnya, sekitar 15% - 20%. Mahalnya harga kristal silikon murni dan teknologi yang digunakan, menyebabkan mahalnya harga jenis sel surya ini dibandingkan jenis sel surya yang lain dipasaran. Kelemahannya, sel surya jenis ini jika disusun membentuk solar modul (panel surya) akan menyisakan banyak ruangan yang kosong karena sel surya seperti ini umumnya berbentuk segi enam atau bulat, tergantung dari bentuk batangan kristal silikonnya.

## 2. *Polycrystalline*

Jenis ini terbuat dari beberapa batang kristal silikon yang dilebur / dicairkan kemudian dituangkan dalam cetakan yang berbentuk persegi. Kemurnian Kristal silikonnya tidak semurni pada sel surya *monocrystalline*, karenanya sel surya yang dihasilkan tidak identik satu sama lain dan efisiensinya lebih rendah, sekitar 13% - 16% . Tampilannya nampak seperti ada motif pecahan kaca di dalamnya. Bentuknya yang persegi, jika disusun membentuk panel surya, akan rapat dan tidak akan ada ruangan kosong yang sia-sia seperti susunan pada panel surya *monocrystalline* di atas. Proses pembuatannya lebih mudah dibanding *monocrystalline*, karenanya harganya lebih murah. Jenis ini paling banyak dipakai saat ini.

Pada proyek akhir ini sel surya yang dipakai adalah sel surya *polycrystalline* dengan maksimal daya serap 20WP dengan maksimum tegangan 17.40V dan arus 1,15A karena spesifikasi yang standar dan harga dari solar panel yang murah sudah mumpuni dalam pengerjaan dari proyek akhir ini

## 2.5 Pompa Motor Air

Pompa air adalah alat yang digunakan untuk memindahkan cairan dari suatu tempat ke tempat yang lainnya melalui saluran untuk mendorong air yang dipindahkan secara terus menerus. Pada penelitian ini pompa motor air ini digunakan untuk mengisi air dari tempat penampungan air ke wadah pemberat *solar tracker*.

Berikut seperti gambar 2.3 dibawah ini pompa air DC.



Gambar 2. 3 Pompa Air DC [4]

## **2.6 Maximum Power Point Tracking**

MPPT (*Maximum Power Point Tracker*) digunakan untuk mengkonversi DC to DC (*Direct Current*). Pada penelitian ini MPPT digunakan untuk menstabilkan tegangan dari panel surya ke aki [13]. Berikut dibawah ini gambar 2.4 MPPT.



Gambar 2. 4 MPPT [4]

## **2.7 Arduino UNO**

Arduino UNO adalah sebuah papan sirkuit yang berbasis mikrokontroler yang didasarkan pada ATmega328. Arduino UNO memuat semua yang dibutuhkan untuk menunjang mikrokontroler, mudah menghubungkannya ke sebuah komputer dengan sebuah kabel USB atau mensuplainya dengan sebuah adaptor AC ke DC atau menggunakan baterai untuk memulainya. Arduino UNO tidak menggunakan chip driver FTDI (*Future Technology Devices International*)

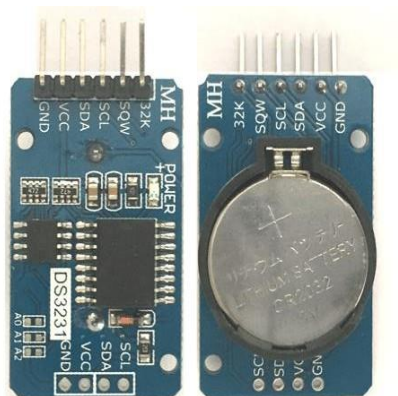
USB-to-serial. Sebaliknya, fitur - fitur Atmega16U2 (Atmega8U2 sampai ke versi R2) diprogram sebagai sebuah pengubah USB ke serial. Berikut dibawah ini gambar 2.5 arduino Uno R3



Gambar 2. 5 Arduino Uno R3 [4]

## 2.8 RTC (Real Time Clock)

RTC (*Relay Time Clock*) merupakan komponen yang dapat memberikan informasi tentang waktu. Waktu seperti detik, menit, hari, bulan dan tahun. Sebuah RTC dilengkapi dengan baterai, yang umumnya orang-orang menyebutkannya sebagai baterai CMOS (*Complementary*). Berikut dibawah ini gambar 2.6 RTC DS32.

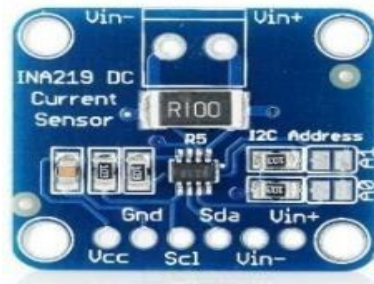


Gambar 2. 6 RTC DS32 [5]

## 2.9 Sensor Arus INA219

Sensor arus INA219 ini merupakan modul sensor yang dapat memonitoring arus pada suatu rangkaian listrik. Sensor arus INA219 ini memiliki sebuah *amplifier* input maksimum yaitu  $\pm 320\text{mV}$  ini berarti dapat mengukur arus hingga  $\pm 3,2\text{A}$ .

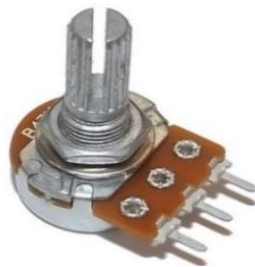
Sensor arus INA219 ini juga dapat mengukur tegangan lewat komunikasi I2C. Pada proyek akhir penulis sensor INA219 digunakan untuk pembacaan arus yang diserap *solar cell* dan dikeluarkan oleh aki. Dapat dilihat pada gambar 2.8 bentuk dari sensor arus INA219. Berikut dibawah ini gambar 2.7 Sensor Arus INA219.



Gambar 2. 7 Sensor Arus INA219 [5]

### 2.10 Potensiometer

Potensiometer adalah salah resistor yang nilai resistansinya dapat diatur sesuai dengan kebutuhan pemakaiannya. Pada penelitian ini potensiometer digunakan untuk sebagai pengukur sudut pergerakan sensor untuk posisi sudut. Berikut dibawah ini gambar 2..8 potensiometer.

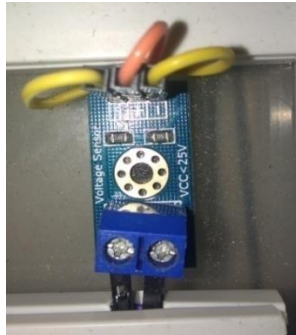


Gambar 2. 8 Potensiometer [5]

### 2.11 Sensor Tegangan

Sensor tegangan ini digunakan untuk mengukur tegangan DC. Pada penelitian ini sensor tegangandigunakan untuk membacnilaitegangan yang diterima oleh panel surya dan untuk membacnilaitegangan yang dikeluarkan oleh aki. dengan resolusi analog 0,00489 V.

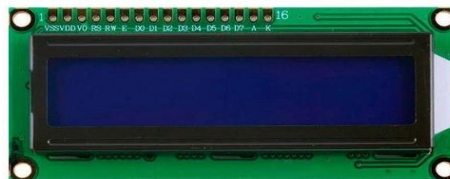
Berikut dibawah ini gambar 2.9 sensor tegangan.



Gambar 2. 9 Sensor Tegangan

### 2.12 Liquid Crystal Display

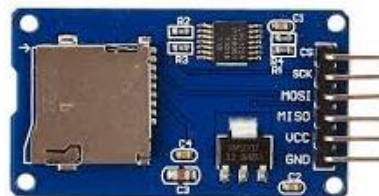
LCD atau *Liquid Crystal Display* adalah media display (tampilan) yang menggunakan kristal cair (*liquid crystal*) untuk menghasilkan tulisan yang terlihat. Pada penelitian ini *Liquid Crystal Display* digunakan untuk menampilkan data pembacaan sensor arus dan sensor tegangan. Berikut dibawah ini gambar 2.10 *Liquid Crystal Display*.



Gambar 2. 10 *Liquid Crystal Display*[6]

### 2.13 Micro SD Module

*Micro SD Module* adalah modul yang digunakan mengakses *micro SD* untuk melakukan pembacaan dan penulisan data dengan menggunakan sistem antarmuka SPI (*Serial Parallel Interface*). *Micro SD Module* digunakan sebagai data logger pada penelitian ini. Berikut pada gambar 2.11 dibawah ini adalah *Micro SD Module*.



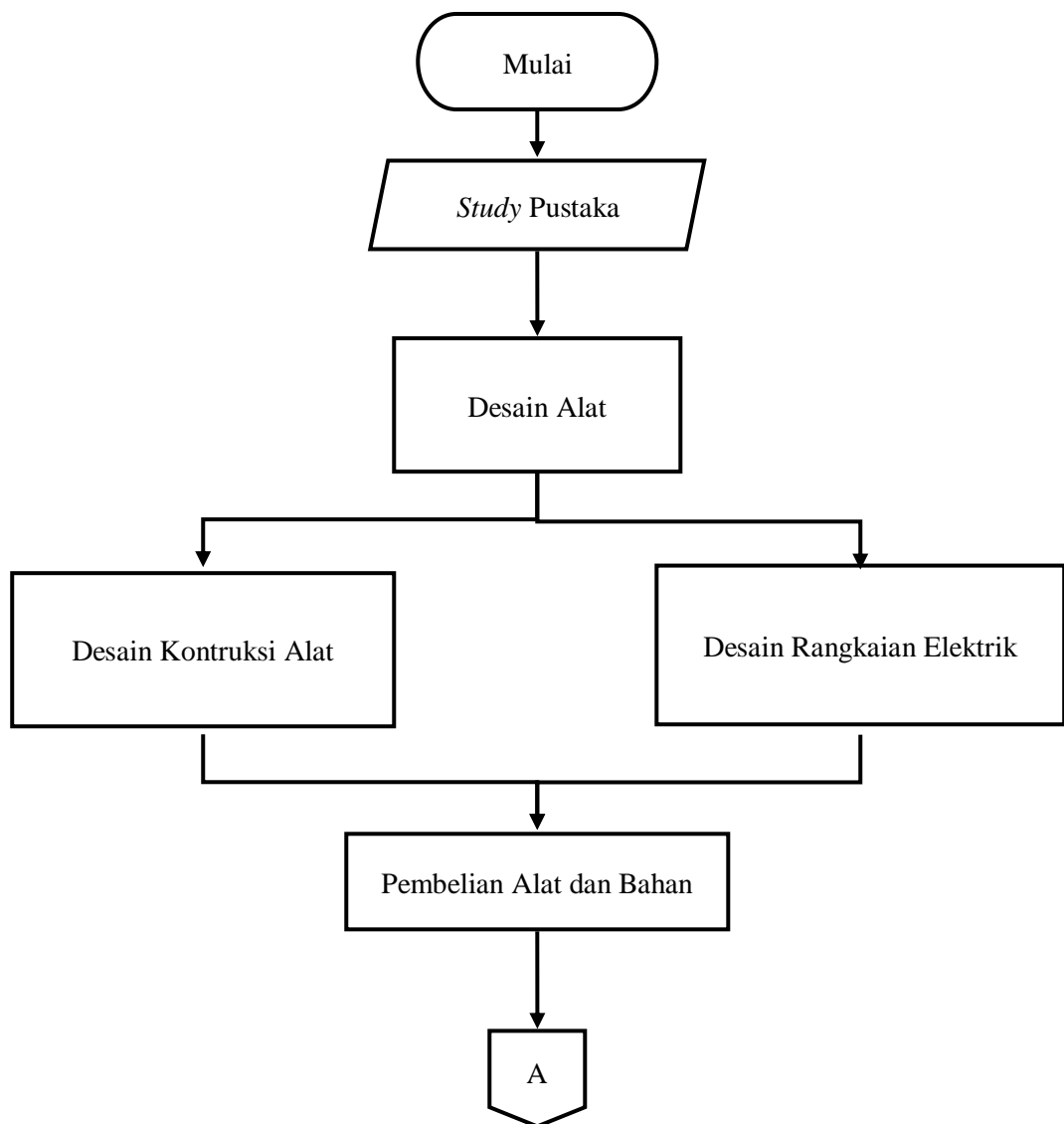
Gambar 2. 11 *Micro SD Module* [6]

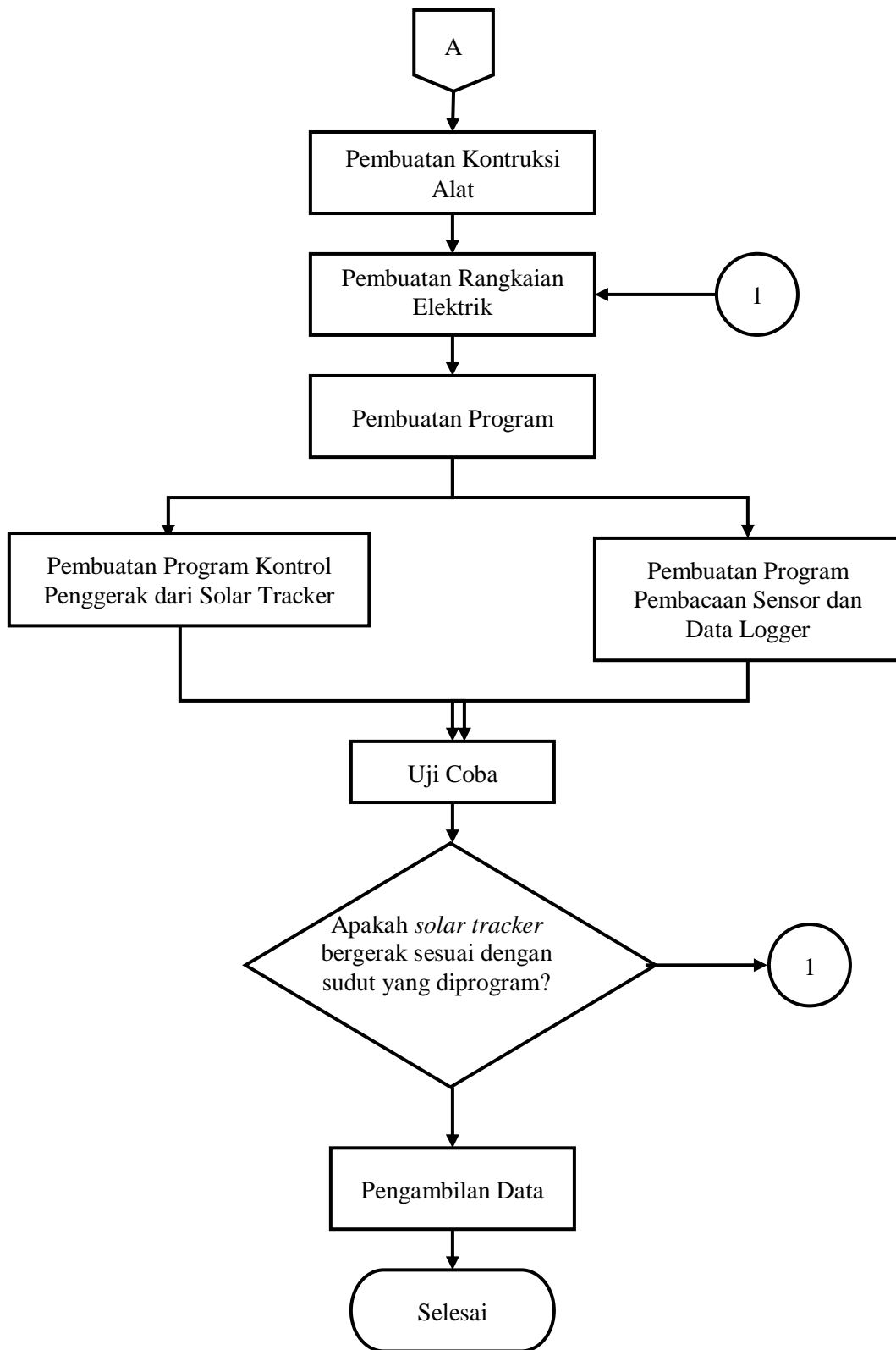


### BAB III METODE PELAKSANAAN

#### 3.1 *Flow Chart* Pembuatan Alat

Pada pengerjaan proyek akhir ini terdapat beberapa tahap atau langkah yang harus dikerjakan. Berikut ini adalah *flow chart* pembuatan alat yang ditunjukkan pada gambar 3.1.

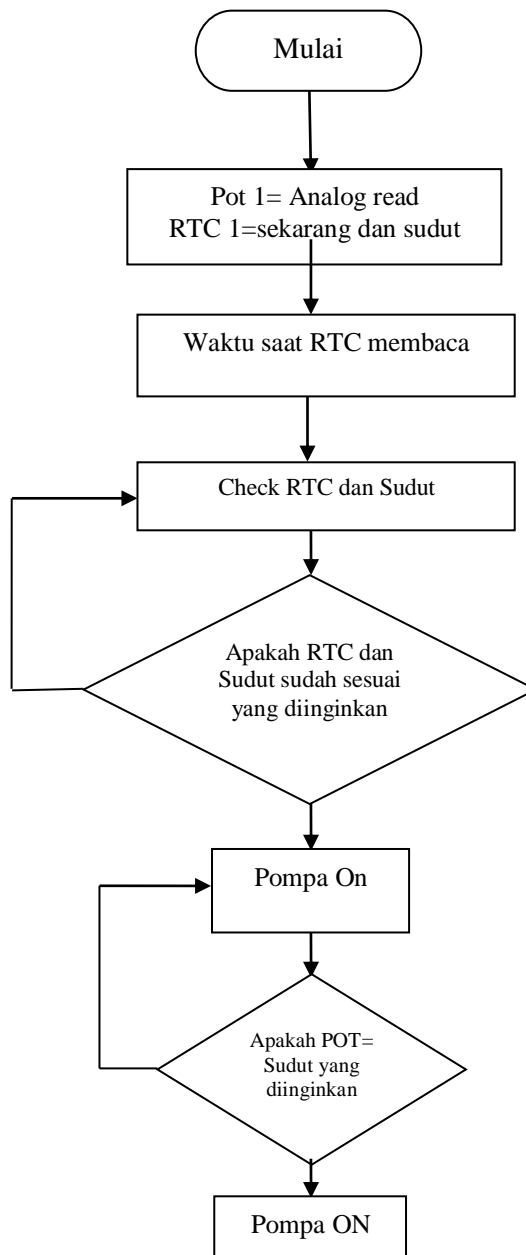




Gambar 3. 1Flow Chart Pembuatan Alat

### 3.2 Flowchart Cara Kerja Alat

Agar proyek akhir dapat dipahami oleh orang lain maka di perlukan *flowchat*. Pada gambar 3.2 dan gambar 3.3 menunjukkan pembuatan prinsip kerja alat. *Flowchart* ini merupakan langkah langkah *solar tracker 2 axis* agar dapat bergerak dari pukul 08.00 sampai pukul 17.00. Berikut dibawah ini gambar 3.2 menjelaskan flowchart cara kerja alat.

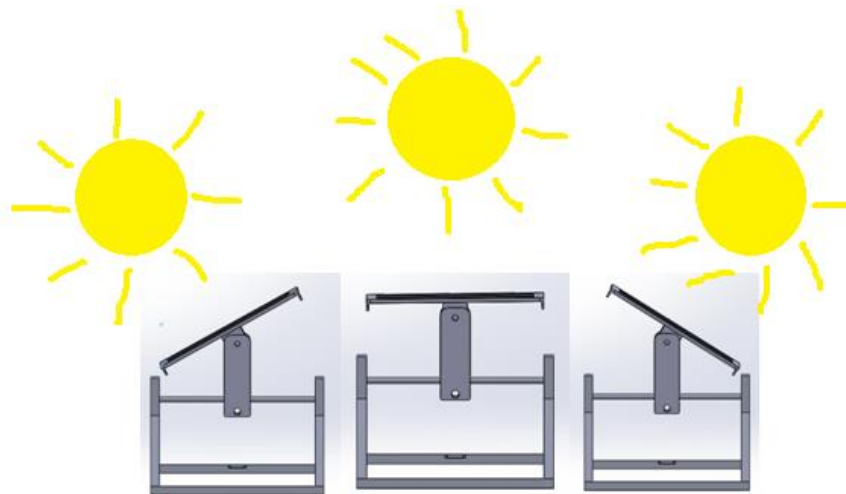


Gambar 3. 2Flowchart cara kerja alat

### 3.3 Prinsip Kerja Solar Tracker

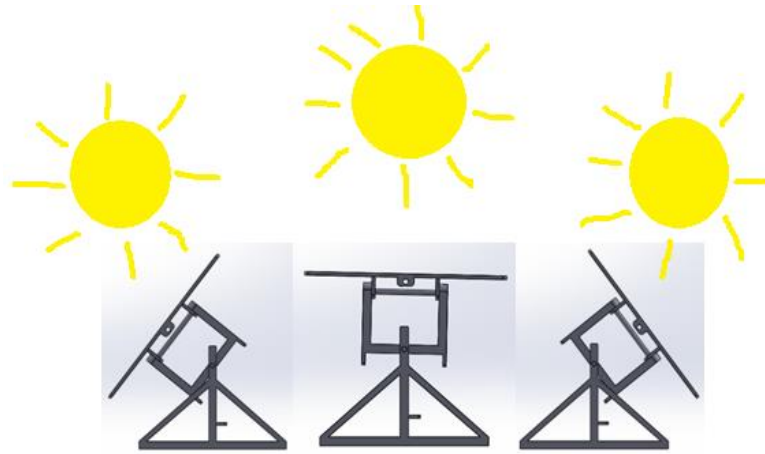
Prinsip kerja dari “modifikasi *solar tracker dual axis* menggunakan pemberat air dengan mppt” yaitu penggerak air yang menggunakan berat dari air untuk mengatur pergerakan *solar tracker*. Alat ini akan aktif jika pada saat RTC menunjukkan waktu pukul 08.00 maka sinyal dari RTC akan dikirimkan ke arduino yang menandakan bahwa pompa air harus dihidupkan pada pukul 08.00. Pada saat sinar matahari datang maka dari timur maka sumbu x yang akan bergerak mengikuti sinar matahari dari arah timur sampai ke arah barat setiap 1 jam pergerakan sudut matahari sebesar  $9^\circ$  dan jika sinar matahari terbit dari arah utara maka sumbu y yang akan bergerak mengikuti sinar matahari dari arah utara sampai ke arah selatan setiap 1 jam pergerakan.

sudut matahari sebesar  $9^\circ$ . Kemudian data dari sensor potensiometer akan dikirim ke Arduino kemudian Arduino mengirimkan sinyal ke pompa motor dc, agar panel surya dapat menyesuaikan posisi sudut panel surya untuk mendapatkan sinar matahari. Pada saat RTC menunjukkan Pukul 17.00 maka sinyal dari RTC akan dikirimkan ke arduino yang menandakan bahwa pompa air harus dimatikan pada pukul 17.00 dan pada saat itu juga wadah pemberat air ikut terkuras. Berikut dibawah ini gambar 3.3 menunjukkan pergerakan *solar tracker* pada sumbu X



Gambar 3. 3 pergerakan solar tracker pada sumbu X [9]

Berikut dibawah ini gambar 3.4 menunjukkan pergerakan *solar tracker* pada sumbu Y



Gambar 3.4 Pergerakan *solar tracker* pada sumbu Y [9]

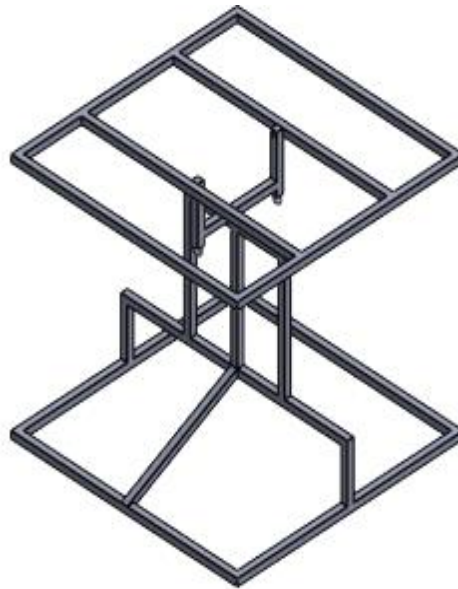
### 3.4 Study Pustaka

Studi pustaka dilakukan untuk mencari tahu tentang *solar tracker* yang sudah pernah dibuat oleh orang lain guna untuk mendukung tugas akhir ini. Proses yang dilakukan pada tahap ini yaitu dengan mencari berbagai referensi baik dari searching di internet dan juga konsultasi dengan dosen pembimbing. Proyek akhir ini membandingkan *solar tracker* sebelumnya yang menggunakan 1 axis dengan yang menggunakan 2 axis.

### 3.5 Desain Konstruksi

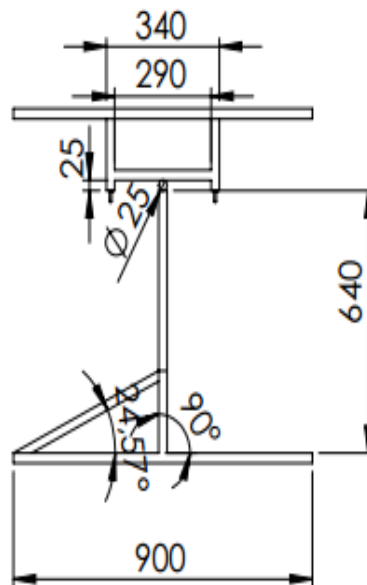
Untuk menghasikan alat yang sesuai spesifikasi yang diinginkan dalam pembuatan proyek akhir ini, maka dibutuhkan perencanaan konstruksi peralatan. Perencanaan konstruksi peralatan ini bertujuan untuk membuat suatu gambaran dan rancangan mengenai peralatan yang akan dibuat. Hasil dari rancangan ini lah yang selanjutnya akan terus dikembangkan sampai menjadi suatu alat dengan rancangan yang lebih efisien baik dalam hal pengkonstruksian peralatan maupun dari keefisienan penggunaan komponen. Desain konstruksi harus disertai dengan dimension yang presisi agar saat pembuatan konstruksi lebih baik. Karena dengan konstruksi yang baik akan menghasilkan pergerakan yang baik juga.

Berikut gambar3.5 adalahdesainkonstruksisolartrackerduaaxisdenganmediapemberat air yang sebelum dimodifikasi Desain kontruksi 3D.



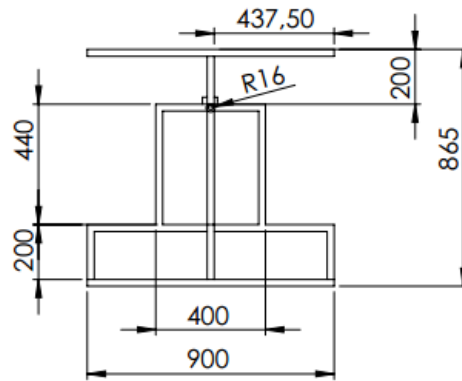
Gambar 3. 5 Desain Kontruksi 3D

Berikut gambar3.6 adalahdesainkonstruksisolartracker dua axisdenganmediapemberat air yang sebelum dimodifikasi tampak samping 2D.



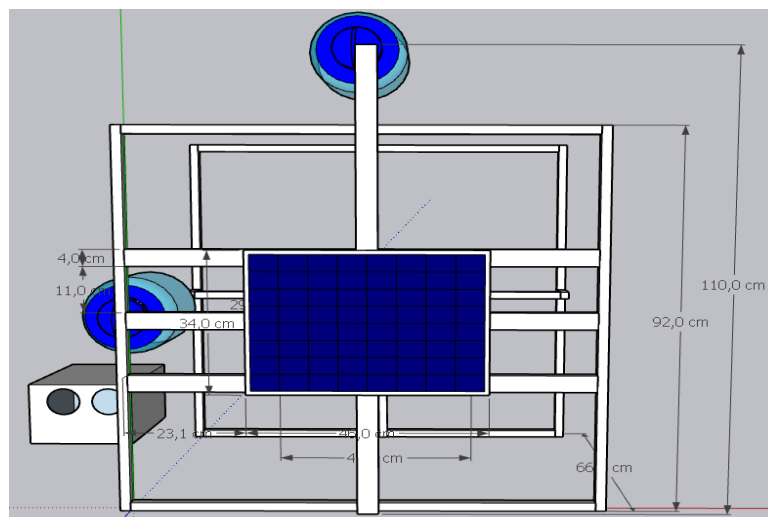
Gambar 3. 6 Tampak samping 2D

Berikut gambar 3.7 adalah desain konstruksi solar tracker dua axis dengan media pemberat air yang sebelum dimodifikasi gambar tampak depan 2D.



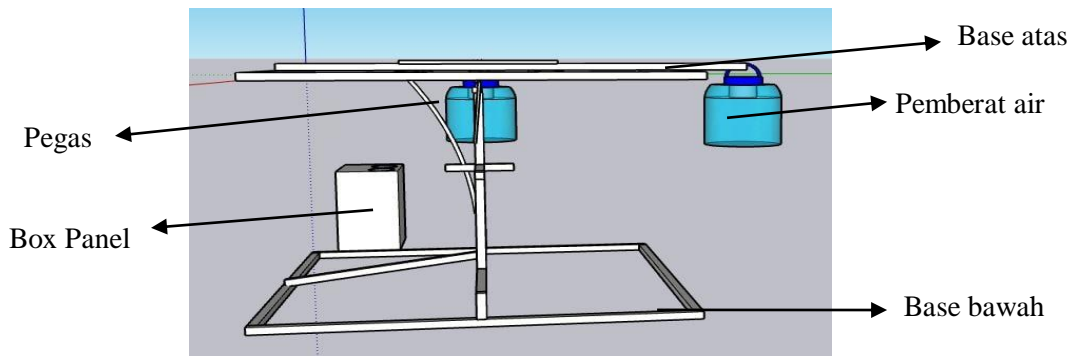
Gambar 3. 7 Tampak depan 2D

desain konstruksi solar tracker dua axis dengan media pemberat air yang telah dimodifikasi karena sekarang menggunakan *join universal* untuk membuat pergerakan solar tracker lebih fleksibel/lebih bebas pergerakannya, dari yang sebelumnya menggunakan poros atau bearing yang digunakan sebagai penggerakannya. Berikut gambar 3.8 adalah desain konstruksi solar tracker dual axis dengan media pemberat air yang sudah dimodifikasi gambar tampak atas .



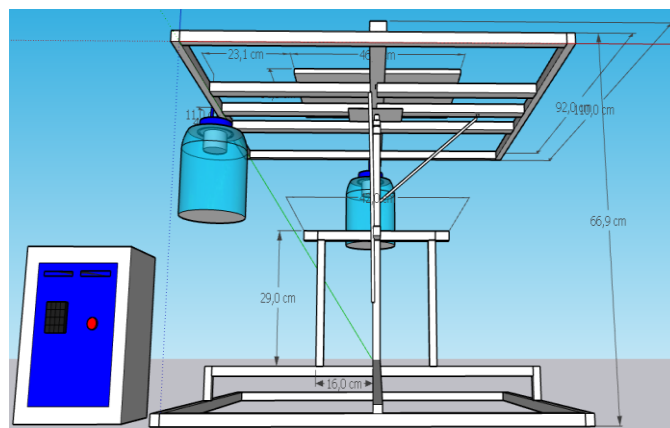
Gambar 3.8 Desain Konstruksi Alat Tampak Atas.

Berikut gambar 3.9 adalah desain konstruksi solar tracker dual axis dengan media pemberat air yang sudah dimodifikasi gambar tampak samping.



Gambar 3.9 Tampak Samping

Berikut gambar 3.10 adalah desain konstruksi solar tracker dual axis dengan media pemberat air yang sudah dimodifikasi gambar tampak depan.



Gambar 3.10 Tampak Depan

### 3.6 Pembelian Alat dan Bahan

Sebelum melakukan pembuatan konstruksi langkah yang harus dilakukan yaitu pembelian alat dan bahan. Tahap ini sangat penting sebelum melakukan pembuatan konstruksi.

### 3.7 Pembuatan Kontruksi Alat

Setelah desain peralatan telah selesai maka selanjutnya tahap pembuatan konstruksi alat:

1. Pembuatan konstruksi *solar tracker*.

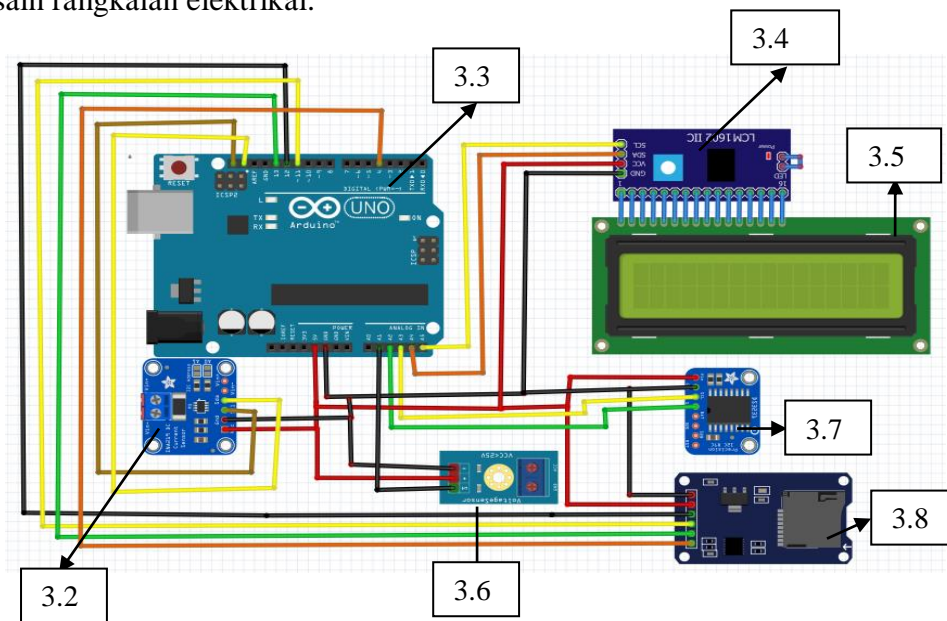


2. Pemasangan komponen – komponen yang digunakan dalam *box* panel.

Perancangan konstruksi *solar tracker* adalah proses pembuatan desain solar tracker. Pembuatan desain ini mencakup konstruksi *solar tracker* yang akan dibuat. Proses pembuatan desain ini dibuat secara bertahap dan dimulai dari perancangan masing - masing part atau bagian dari *solar tracker*. Ukuran konstruksi solar tracker ditunjukkan oleh gambar 3.8.

### 3.8 Pembuatan Rangkaian Elektrik

Setelah melakukan pembuatan konstruksi maka selanjutnya adalah pembuatan Rangkaian elektrik. Pembuatan rangkaian *elektrik* adalah proses assembly rangkaian elektrik pada konstruksi *solar tracker*. Disini dibagi dua kontrol, kontrol yang pertama yaitu sebagai penggerak dari pada *solar tracker* dan yang kedua adalah kontrol untuk datalogger. Pada gambar 3.11 dibawah ini menunjukkan desain rangkaian elektrikal.



Gambar 3.11 Desain Rangkaian *Elektrikal*

Keterangan :

- 3.1 Tegangan input DC 12V dari AKI
- 3.2 Sensor INA219
- 3.3 *Arduino UNO*
- 3.4 I2C serial

- 3.5 LCD 16x2
- 3.6 RTC DS3231
- 3.7 *Modul SD card*
- 3.8 Sensor Tegangan

### **3.9 PembuatanProgram**

Arduino IDE adalah aplikasi lintas *platform* yang ditulis dalam fungsi-fungsi dari C dan C++ yang digunakan untuk menulis dan mengunggah program ke papan Arduino yang kompatibel. Pemrograman Arduino dibagi menjadi beberapa tahapan sesuai dengan perancangan yang telah dibuat yaitu sebagai berikut:

1. Pemrograman RTC DS3231 sebagai penampil tanggal dan waktu.
2. Pemrograman *module relay 2 channel* untuk mengontrol *ON/OFF* pada pompa air.
3. Pemrograman *module* sensor arus INA219 untuk mendeteksi nilai arus dan daya.
4. Pemrograman *module* sensor tegangan untuk mendeteksi nilai tegangan dan daya.
5. Pemrograman *data logger* menggunakan *module micro SD card*.
6. Pemrograman LCD 16x2 sebagai tampilan waktu, hari, dan daya perjam yang diserap dan dikeluarkan.
7. Pemrograman potensiometer sebagai sensor posisi sudut.
8. Penggabungan program sebagai kontrol dari *solar tracker*.

### **3.10 UjiCoba**

Uji coba penggunaan alat akan dilakukan secara langsung. Dengan melakukan uji coba sesuai tahap apa saja yang dimulai seperti pengujian *data logger* dan pengujian potensiometer sebagai sensor posisi. Pengujian ini dilakukan untuk melihat fungsi dari peralatan, keefektifan penggunaan, serta melakukan analisa terhadap kehandalan alat yang digunakan. Dari hasil uji coba ini dapat diketahui apakah proses kerja dan fungsi alat telah sesuai dengan instruksi yang telah dirancang. Jika sudah sesuai berarti proses pembuatan “ModifikasiSolar

*Tracker Dual Axis* menggunakan Media Pemberat Air dengan MPPT”  
ini telah selesai, lalu lanjut ke tahap selanjutnya yaitu pengambilan data. Apabila hasil yang didapatkan tidak sesuai dengan yang diharapkan maka dilakukan perbaikan alat sampai hasil yang didapatkan sesuai dengan apa yang diinginkan.

### **3.11 Perbaikan**

Tahap ini dilakukan apabila hasil yang diinginkan tidak sesuai dengan yang diharapkan. Langkah yang pertama dilakukan yaitu menganalisis kerusakan pada alat maupun program. Setelah menemukan permasalahannya langkah selanjutnya yang dilakukan yaitu melakukan perbaikan pada kerusakan.

### **3.12 Pengambilan Data**

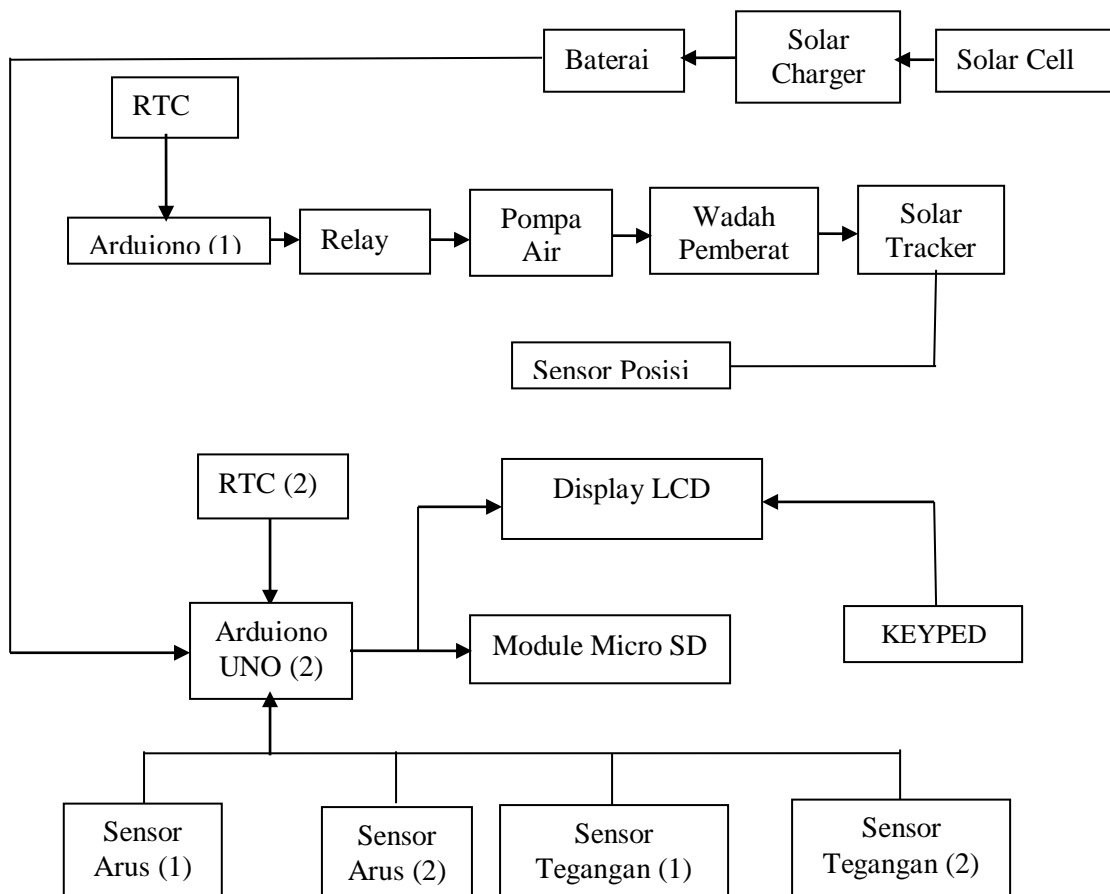
Tahap ini dilakukan jika uji coba telah dilakukan dan alat telah dipastikan bekerja dengan baik. Dalam hal ini, penulis mengambil data dari *solar cell* berupa arus, tegangan, pengukuran sudut, dan daya. Jika data yang diambil sudah *valid*, maka dapat dikatakan alat ini sudah bekerja dengan baik.

## BAB 4 PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dibahas mengenai proses serta metode yang digunakan dalam pembuatan alat proyek akhir dengan judul “Modifikasi *Solar Tracker DualAxis* Menggunakan Pemberat Air dengan MPPT” yaitu sebagai berikut.

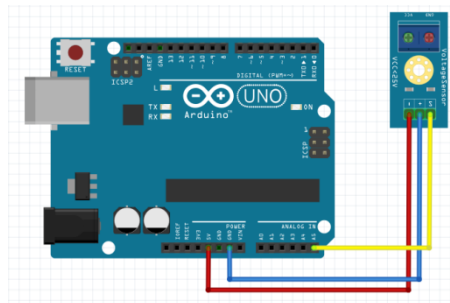
### 4.1 Diagram BlokHardware

Berikut adalah diagram blok kontrol dan data logger dari *solar tracker satuaxis* dengan media pemberat air. Berikut dibawah ini gambar 4.1 Diagram Block Tracker dan Diagram Blok Data Logger



Gambar 4. 1 Diagram Blok Tracker dan Diagram Blok Data Logger

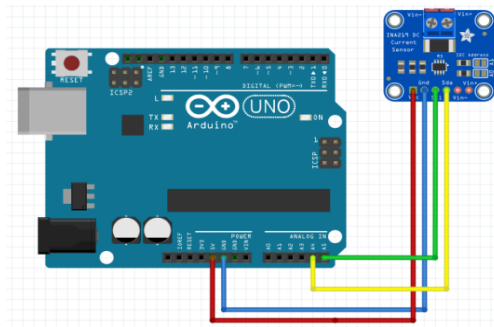
Pada Block diagram 4.1 input yang digunakan adalah aki. Pada proses ini Arduino Uno R3 digunakan sebagai pengolahan data yang digunakan untuk menggerakkan pompa motor air agar sudut pergerakan dari *solartracker* agardapat menyerap sinar matahari secara maksimal. Kemudian setelah menyesuaikan posisi *solar tracker* dengan posisi yangtelah diinginkan maka sinar matahariakan diserap oleh *solar cell*. Setelah itu *solar cell* akan mengubah sinar matahari menjadi energi listrik yang akan disimpan di *battery*. Akan tetapi sebelum masuk ke *battery* energi listrik akan di ukur oleh sensor tegangan dan sensor arus agar dapat mengetahui berapa daya yang masuk ke battery. Battery berfungsi sebagai sumber 12V dan diberi rangkaian regulator untuk penurun tegangan menjadi 5V. Pada block diagram 4.1 *Battery* digunakan sebagai sumber 5V yang digunakan sebagai *power supply* untuk data logger. Setelah sensor arus dan sensor tegangan mengambil data maka data arus dan data tegangan akan di simpan dalam modul SD card dalam format TXT atau notepad, sehingga untuk mendapatkan grafik dari pengukuran arus dan pengukuran tegangan harus di oleh oleh *software Microsoft Excel*. Berikut dibawah ini gambar 4.2 Rangkaian Sensor Tegangan.



Gambar 4. 2 Rangkaian Sensor Tegangan

Pada gambar 4.2 menunjukkan rangkaian elektrik dari Arduino dan sensor tegangan. Pada rangkaian ini sensor tegangan digunakan untuk mengukur tegangan dari pengisian *solar cell* ke *battery* dan juga pemakaian tegangan dari pompa air yang digunakan untuk menggerakkan solar cell.

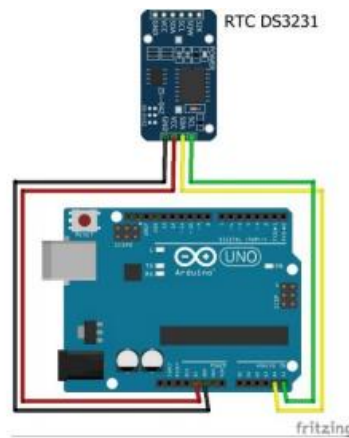
Berikut dibawah ini gambar 4.3 contohRangkaian Sensor Arus.



Gambar 4.3 Rangkaian Sensor Arus

Pada gambar 4.3 menunjukkan rangkaian elektrik dari Arduino dan sensor arus INA219. Pada rangkaian ini sensor arus INA219 digunakan untuk mengukur arus dari pengisian *solar cell* ke *battery* dan juga pemakaian arus dari pompa air yang digunakan untuk menggerakkan solar cell.

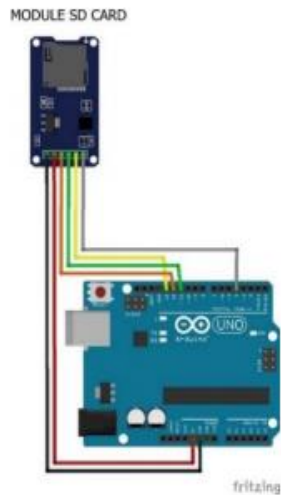
Berikut dibawah ini contoh gambar 4.4 Rangkaian RTC DS3231.



Gambar 4. 4 Rangkaian RTC DS3231

Pada gambar 4.4 menunjukkan rangkaian dari Arduino dan real time clock. Pada rangkaian ini real time clock digunakan untuk mengatur kapan pompa air menyala untuk menggerakkan solar tracker dan untuk mengatur kapan pompa air berhenti untuk menggerakkan solar tracker.

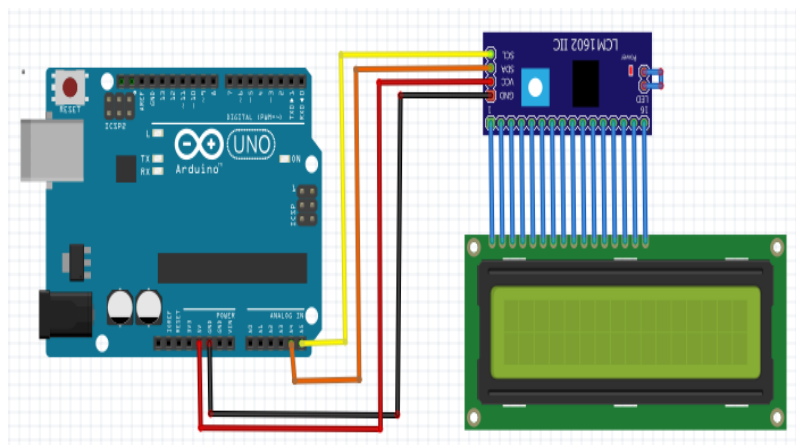
Berikut dibawah ini contoh gambar 4.5 Rangkaian *Module SD Card*.



Gambar 4. 5 Rangkaian *Module SD Card*

Pada gambar4.5 menunjukkan rangkaian dari Arduino dan *modul SD card*. Pada rangkaian ini *modul SD card* digunakan untuk menyimpan data pengukuran dari sensor arus INA219 dan untuk menyimpan data pengukuran dari sensor tegangan.

Berikut dibawah ini contoh gambar 4.6 Rangkaian *Liquid Crystall Display*.



Gambar 4. 6 Rangkaian *Liquid Crystall Display*

Pada gambar 4.6 menunjukkan rangkaian dari Arduino dan *Liquid Crystall Display*. Pada rangkain ini *Liquid Crystall Display* digunakan untuk menampilkan data pengukuran dari sensor arus INA219 dan untuk menampilkan data pengukuran dari sensor tegangan.

## 4.2 Pembuatan program

*Arduino IDE* adalah aplikasi lintas *platform* yang ditulis dalam fungsi-fungsi dari C dan C++ yang digunakan untuk menulis dan mengunggah program ke papan *Arduino* yang kompatibel. Pemrograman *Arduino* dibagi menjadi beberapa tahapan sesuai dengan perancangan yang telah dibuat yaitu sebagai berikut:

1. Pemrograman RTC DS3231 sebagai penampil tanggal dan waktu.
2. Pemrograman module *relay2* channel untuk mengontrol *ON/OFF* pada pompa air.
3. Pemrograman module sensor arus INA219 untuk mendeteksi nilai arus dan daya.
4. Pemrograman module sensor tegangan untuk mendeteksi nilai tegangan dan daya.
5. Pemrograman data logger menggunakan *module micro SD card*.
6. Pemrograman LCD 16x2 sebagai tampilan waktu, hari, dan daya perjam yang diserap dan dikeluarkan.
7. Pemrograman potensiometer sebagai sensor posisi sudut.
8. Penggabungan program sebagai kontrol dari *solar tracker*.

## 4.3 Panel Surya

Pada tabel 4.1 adalah hasil pembacaan arus dan tegangan menggunakan panel surya dengan radiasi matahari yang konstan dan stabil. dan hasil pembacaan alat ukur menggunakan multimeter. Tabel di bawah ini menunjukkan perbandingan nilai pada pembacaan hasil panel surya dengan nilai hambatan yang berbeda didapatkan pada pembacaan menggunakan alat ukur multimeter.

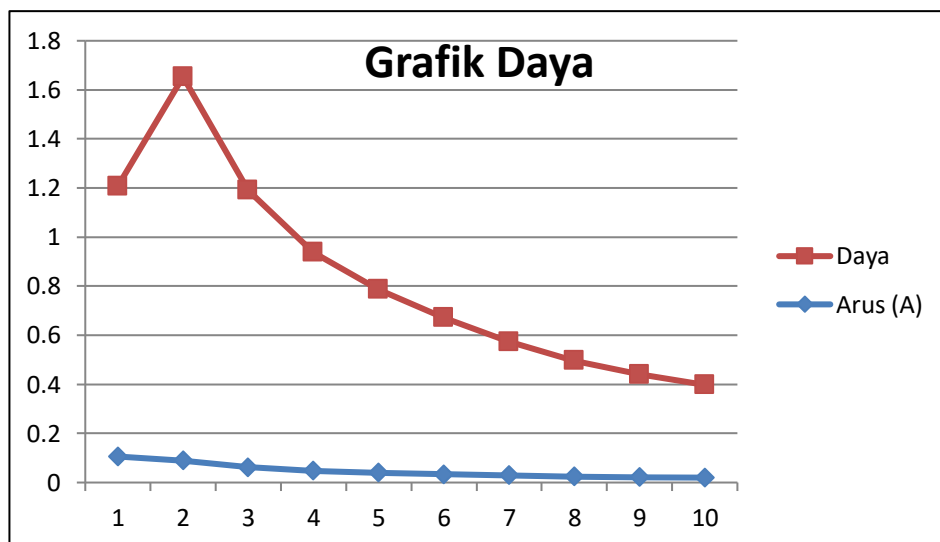
Tabel 4. 1 Hasil ukur panel surya dengan alat ukur

NO	Hambatan	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya
1	100	10,39	0,106	1,101
2	200	17,37	0,09	1,563
3	300	18,22	0,062	1,129
4	400	18,52	0,048	0,889



5	500	18,67	0,04	0,746
6	600	18,76	0,034	0,637
7	700	18,82	0,029	0,545
8	800	18,87	0,025	0,471
9	900	18,9	0,022	0,419
10	1000	18,91	0,02	0,378

Pada tabel 4.1 menunjukkan hasil daya yang diserap *solar cell* saat menggunakan sinar lampu. Pada saat nilai arusnya besar maka nilai tegangannya kecil, atau jika nilai tegangannya besar maka nilai arusnya kecil.



Gambar 4. 7 Grafik perbandingan daya yang diserap

#### 4.4 Pembacaan Sensor INA 219

Pada tabel 4.2 adalah hasil pembacaan arus menggunakan *module* sensor arus INA219 dengan beban pompa dan hasil pembacaan alat ukur menggunakan multimeter dengan beban yang sama. Tabel di bawah ini menunjukkan perbandingan nilai pada pembacaan *module* sensor arus dengan nilai yang didapatkan pada pembacaan menggunakan alat ukur multimeter. Berikut dibawah ini tabel 4.2 hasil pengukuran arus antara alat ukuran sensor INA219.

Tabel 4. 2 Pengukuran Arus Antara Alat Ukuran Sensor INA 219

No	Beban	Pembacaan Sensor	Pembacaan Alat	Error(%)
		Arus (mA)	Ukur (mA)	
1	Pompa air 3VDC	180,3	188,7	4,45
2	Pompa air 3VDC	168,6	169,3	0,41
3	Pompa air 3VDC	140,5	143,2	1,88
4	Pompa air 3VDC	180,2	181,6	0,77
5	Pompa air 3VDC	143,9	148,3	2,96
6	Pompa air 3VDC	148,9	152,1	2,10
7	Pompa air 3VDC	152,8	154,3	0,97
8	Pompa air 3VDC	144,3	147,2	1,97
9	Pompa air 3VDC	147,8	151,7	2,57
10	Pompa air 3VDC	146,5	149,4	1,94

Dari hasil pengujian arus menggunakan module sensor arus INA219 ini dengan beban pompa di dapatkan rata-rata arus yang didapatkan 155,38 mA, sedangkan hasil pengukuran arus menggunakan multimeter dengan beban yang sama didapatkan rata-rata arus 158,58 mA. Hasil perbandingan module sensor arus INA219 dengan pengukuran multimeter didapatkan rata-rata error 2,00%. Sensor INA219 disini berfungsi sebagai pengukur arus dengan input 3V – 5V dan dapat membaca arus sampai dengan 3,2A. Sensor ini menggunakan komunikasi I2C yang terdiri dari saluran SCL (Serial Clock) dan SDA (Serial Data) yang membawa informasi data antara I2C dengan Arduino. Arus yang diukur pada proyek akhir ini adalah arus yang diserap oleh *solar cell* dan arus yang dikeluarkan oleh aki dan menampilkan arus yang diukur di serial monitor serta menyimpan data arus tersebut ke dalam module SD card.

#### 4.5 Pembacaan Sensor Tegangan

Pada tabel 4.3 merupakan hasil pembacaan sensor tegangan dengan beban keluaran dari *power supply* dan hasil pembacaan alat ukur menggunakan multimeter dengan beban yang sama. Tabel di bawah ini menunjukkan perbandingan hasil pembacaan sensor tegangan dengan pembacaan alat ukur.

Tabel 4. 3 Pengukuran tegangan antara alat ukur dan sensor tegangan

No	Beban	Pembacaan Sensor (V)	Pembacaan Alat Ukur (V)	Error(%)
1	Output <i>power supply</i>	6,01	6,10	1,47
2	Output <i>power supply</i>	6,01	6,10	1,47
3	Output <i>power supply</i>	6,01	6,10	1,47
4	Output <i>power supply</i>	6,01	6,10	1,47
5	Output <i>power supply</i>	6,01	6,10	1,47
6	Output <i>power supply</i>	6,01	6,10	1,47
7	Output <i>power supply</i>	6,01	6,10	1,47
8	Output <i>power supply</i>	6,07	6,10	0,49
9	Output <i>power supply</i>	6,07	6,10	0,49
10	Output <i>power supply</i>	6,07	6,10	0,49

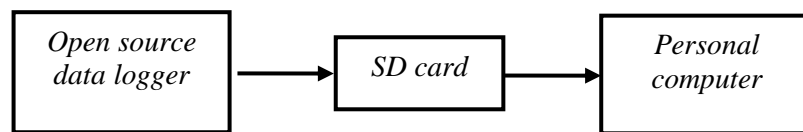
Dari hasil pengujian tegangan menggunakan module sensor tegangan dengan pengukuran keluaran *power supply* didapatkan tegangan 6,02 V, sedangkan hasil pengukuran tegangan menggunakan multimeter dengan pengukuran keluaran yang sama didapatkan tegangan 6,10 V. Hasil perbandingan module sensor tegangan dengan pengukuran multimeter didapatkan error 1,17 %. Berdasarkan hasil pengujian, modul sensor tegangan dapat digunakan dalam proyek akhir ini. Sensor tegangan disini berfungsi sebagai pengukur tegangan dengan input 0 – 25V. Tegangan yang diukur pada proyek akhir ini adalah tegangan yang diserap oleh *solar cell* dan tegangan yang dikeluarkan oleh aki dan menampilkan tegangan yang diukur di serial monitor serta menyimpan data tegangan tersebut ke dalam *module SD card*.

#### 4.6 Pengujian Data Logger

*Datalogger* adalah alat untuk melakukan data logging. Data logging adalah proses otomatis pengumpulan dan perekaman data dari sensor untuk tujuan pengarsipan atau tujuan analisis.

Pada alat *solar tracker*, alat *data logger* yang digunakan yaitu *module SD card* yang dilengkapi slot *SD card*. Data dari sensor akan terekam dan tersimpan. *Module SD card* ini dihubungkan dengan Arduino. Data yang direkam dan

disimpan di alat *solar tracker* ini yaitu data RTC DS3231, hasil pengukuran dari sensor INA219 dan sensor tegangan. Proses *data logging* akan dilakukan permenit dan setelah data yang diinginkan sudah tercapai, data tersebut akan dipindah dan diolah lebih lanjut di Microsoft Excel.. Berikut blok diagram pengolahan dari *data logger* ditunjukkan pada gambar dibawah.



Gambar 4.8 Blok diagram pengolahan dari *data logger*

Berikut hasil uji coba data logger yang telah diolah di Microsoft EProses pengolahan dilakukan secara manual, yaitu dengan membuka file .TXT dari hasil yang disimpan *module SD card* di *software Microsoft Excel* yang ditunjukkan pada tabel 4.4 dibawah ini :

Tabel 4.4 Pengujian data logger pada daya input dan daya output :

<b>JAM</b>	<b>Tegangan output (V)</b>	<b>Arus input (mA)</b>	<b>Arus output (mA)</b>	<b>Daya input (W)</b>	<b>Daya output (W)</b>
08.00	12,96	920	347,20	17,81	2,93
09.00	12,96	930	346,40	18,36	2,91
10.00	12,96	935	346,20	18,44	2,91
11.00	12,96	939	347,00	18,93	2,93
12.00	12,96	950	346,80	19,16	2,91
13.00	12,96	945	346,60	19,03	2,91
14.00	12,96	934	346,80	18,81	2,91
15.00	12,96	927	346,40	18,66	2,91

Pada tabel 4.4 didapatkan hasil uji coba data *logger* yang telah diolah di

*Microsot Excel*, dimana data yang disimpan berupa arus *input*, arus*output*, tegangan *input*, tegangan *output*, daya *input* dan daya *output*.

#### 4.7 Pengujian potensiometer sebagai sensor posisi

Potensiometer disini berfungsi sebagai sensor sudut pada *solar tracker*. Sudut yang didapat akan dikonversikan dalam nilai analog. Cara pengujian data dari potensiometer ini adalah dengan melihat pergerakan dari *solar tracker* terhadap potensiometer. Berikut hasil uji coba potensiometer sebagai sensor pergerakan *solar tracker* ditunjukkan pada tabel 4.5 dibawah ini:

Tabel 4. 5 Pengujian potensiometer sebagai sensor posisi

<b>Jam</b>	<b>Nilai Sudut <i>SolarTracker</i> ( derajat )</b>	<b>Nilai Analog Potensiometer (ADC)</b>
07.00	45	86
08.00	36	100
09.00	27	114
10.00	18	125
11.00	9	146
12.00	0	175
13.00	-9	187
14.00	-18	197
15.00	-27	212
16.00	-36	234
17.00	-45	247

Pada tabel 4.5 ini hasil uji coba nilai sudut dari potensiometer disimpulkan bahwa pada saat jam 07.00 dengan nilai analog potensiometer 86 dan dari jam 08.00 sampai jam 17.00 setiap sudut turun 9° derajat karena sudah diatur diprogram potensiometer, dan nilai analog potensiometer dari jam 07.00 sampai jam 17.00 nilai analognya semakin naik karena mengikuti pergerakan matahari, Nilai sudut 0 derajat merupakan titik 0° yaitu sel surya diposisi vertikal.sebagai

sensor pergerakan *solar tracker*. Nilai sudut dari *solar tracker* ini akan dikonversikan ke dalam nilai analog yang akan mendukung pergerakan dari *solar tracker*. Nilai sudut diatas adalah berdasarkan hasil pengukuran menggunakan aplikasi android yaitu *clinometer*.

#### 4.8 Gerak Semu Matahari

Gerak semu matahari adalah pergerakan semu matahari yang seolah – olah bergerak dari selatan ke utara dan Kembali ke selatan setiap tahunnya. Fenomena ini menyebabkan matahari tidak terbit dan terbenam di posisi yang sama sepanjang tahun. Berikut ini merupakan tabel 4.6 gerak semu matahari bulan Juli- Agustus tahun 2021.

Tabel 4. 6 Gerak Semu Matahari

<b>Jam</b>	<b>Hari, Bulan, Tahun</b>	<b>Sudut Pergerakan</b>
07.00	22 Juli 2021	17,46°
08.00	23 Juli 2021	17,18°
09.00	24 Juli 2021	16,90 °
10.00	25 Juli 2021	16,61 °
11.00	26 Juli 2021	16,32 °
12.00	27 Juli 2021	16,02 °
13.00	28 Juli 2021	15,72 °
14.00	29 Juli 2021	15,41 °
15.00	30 Agustus 2021	15,10 °
16.00	31 Agustus 2021	14,78 °
17.00	1 Agustus 2021	14,46 °
08.00	2 Agustus 2021	14,14 °
09.00	3 Agustus 2021	13,81 °

Berdasarkan tabel 4.6 Gerak semu matahari dari jam 07.00 sampai jam 17.00 sudut pergerakan semakin turun, karena sesuai pergerakan matahari.

Tabel 4. 7 Data Pengukuran sudut Error

Data Hasil Pengukuran Error Sudut
-----------------------------------

NO	Jam	Sudut( ° )	SudutPengukuran( ° )	Error( % )
1	07.00	45	45.6	1.33
2	08.00	54	55.3	2.4
3	09.00	63	64.9	3.01
4	10.00	72	73.2	1.67
5	11.00	81	80.8	0.24
6	12.00	90	89.6	0.44
7	13.00	81	81.5	0.61
8	14.00	72	72.3	0.41
9	15.00	63	63.9	1.42
10	16.00	54	54.1	0.18
11	17.00	45	46.2	2.66

Dari hasil pengujian sudut data hasil pengukuran mendapatkan nilai error dengan rumus :

$$\% \text{ error} = \left| \frac{\text{nilai pada sensor} - \text{nilai pada multimeter}}{\text{nilai pada sensor}} \right| \times 100 \% \dots \dots \dots (4.1)$$

Maka nilai *error*nya pada jam 07.00 1.33% dan faktor nilai error ini terjadi karena faktor waktu pengisian air sebagai penggerak atau faktor error dari sensor potensiometer menyebabkan sudut error. berdasarkan sudut yang didapatkan melalui alat ukur *clinometer*.

Berikut dibawah ini tabel 4.8 hasil dari data pengukuran sudut yang telah dilakukan.

Tabel 4. 8 Data Pengukuran sudut

Data Hasil Pengukuran Error Sudut				
NO	Jam	Sudut( ° )	SudutPengukuran( ° )	Error ( % )
1	7	90	88.6	1.56
2	8	90	89.2	0.89
3	9	90	89.9	0.11
4	10	90	89.7	0.33

5	11	90	89.8	0.22
6	12	90	89.6	0.44
7	13	90	89.8	0.22
8	14	90	89.8	0.22
9	15	90	89.7	0.33
10	16	90	89.7	0.33
11	17	90	89.7	0.33

Dari hasil pengujian sudut data hasil pengukuran mendapatkan nilai error dengan rumus :

$$\% \text{ error} = \left| \frac{\text{nilai pada sensor} - \text{nilai pada multimeter}}{\text{nilai pada sensor}} \right| \times 100 \% \dots\dots\dots(4.2)$$

Maka nilai *error*nya pada jam 07.00 pada sudut 90° mendapatkan *error* 1.56 % dan faktor nilai *error* ini terjadi karena faktor waktu pengisian air sebagai penggerak atau faktor error dari sensor potensiometer menyebabkan sudut *error*. berdasarkan sudut yang didapatkan melalui alat ukur *clinometer*.

#### 4.9 Daya

Daya adalah jumlah energi yang diserap atau dihasilkan dalam sebuah sirkuit rangkaian. Sumber energi seperti tegangan listrik akan menghasilkan daya listrik, sedangkan beban yang terhubung dengannya akan menyerap daya listrik tersebut. Dengan kata lain, daya listrik adalah tingkat konsumsi energi dalam sebuah sirkuit. Daya dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$P = V \times I \dots\dots\dots(4.3)$$

Keterangan :

P = Daya

V = Tegangan

I = Arus

Dalam proyek akhir ini data daya yang dibutuhkan adalah daya yang diserap oleh *solar cell* dan daya yang dikeluarkan oleh aki. *Solar cell* akan mengecaskan aki dan pengecasannya dikontrol melalui *solar charger controller*. Aki dengan kapasitas 90 watt akan dicas menggunakan daya yang diserap *solar cell* dengan spesifikasi



20 WP (watt peak). Pengecasan aki akan dilakukan satu hari selama 10 jam yang dimulai dari pukul 07.00 sampai 17.00. Aki dengan output 12 V / 7,2 Ah sebagai sumber tegangan komponen – komponen kontrol elektrik.

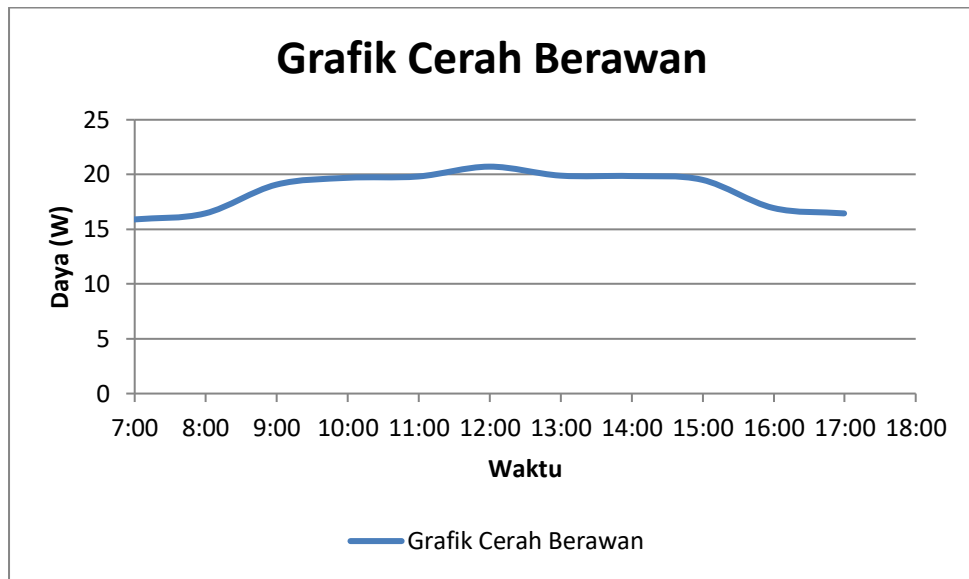
Berikut adalah serangkaian hasil percobaan pengukuran daya yang telah dilakukan. Data yang telah dibandingkan adalah daya yang diserap *solar cell* dan daya yang dikeluarkan oleh aki ketika dalam kondisi *tracking* (mengikuti arah cahaya matahari) dan non *tracking* (keadaan statis / tetap).

Tabel 4.9 Data hasil pada hari cerah berawan

Data Hari Biasa		
NO	JAM	DAYA
1	07.00	15.9
2	08.00	16.45
3	09.00	19.07
4	10.00	19.7
5	11.00	19.82
6	12.00	20.72
7	13.00	19.9
8	14.00	19.86
9	15.00	19.52
10	16.00	16.95
11	17.00	16.45

Pada Tabel 4.9 dapat dikatakan bahwa data pada hari cerah atau berawan daya yang diserap oleh *solar cell* penyerapannya dari jam 07.00 sampai jam 17.00 menghasilkan daya matahari yang diserap oleh panel surya lebih optimal.

Berikut grafik dibawah ini daya yang diserap saat hari cerah berawan



Gambar 4.9 Grafik daya yang diserap saat hari cerah berawan

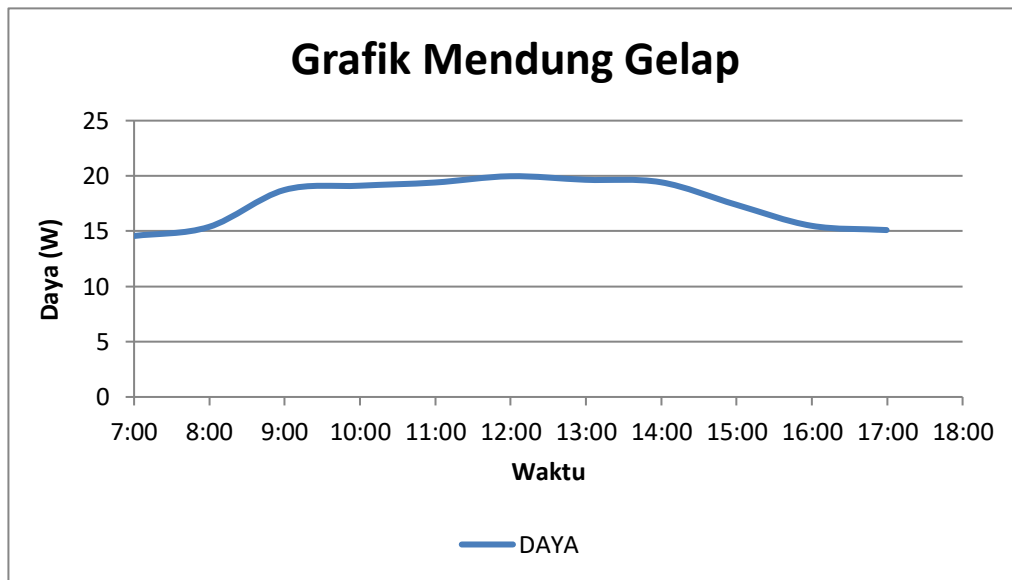
Berikut dibawah ini tabel 4.10 hasil pengukuran pada saat mendung ( gelap).

Tabel 4.10 Data hasil pada saat mendung (gelap)

Data Hari Mendung			
NO	JAM	DAYA	Keterangan
1	07.00	14.56	Mendung
2	08.00	15.38	Mendung
3	09.00	18.72	Mendung
4	10.00	19.11	Cerah
5	11.00	19.4	Cerah
6	12.00	19.97	Cerah
7	13.00	19.65	Cerah
8	14.00	19.43	Cerah
9	15.00	17.4	Mendung
10	16.00	15.49	Mendung
11	17.00	15.1	Mendung

Berikut dapat dilihat pada tabel 4.10 adalah hasil data perbandingan daya yang

diserap oleh *solarcell* dalam kondisi *mendung dan cerah* saat cerah menghasilkan energi lebih banyak sehingga daya matahari diserap oleh panel surya lebih besar, begitu pula saat mendung, cahaya matahari yang dihasilkan sedikit. Berikut dibawah ini grafik daya yang diserap saat mendung gelap.

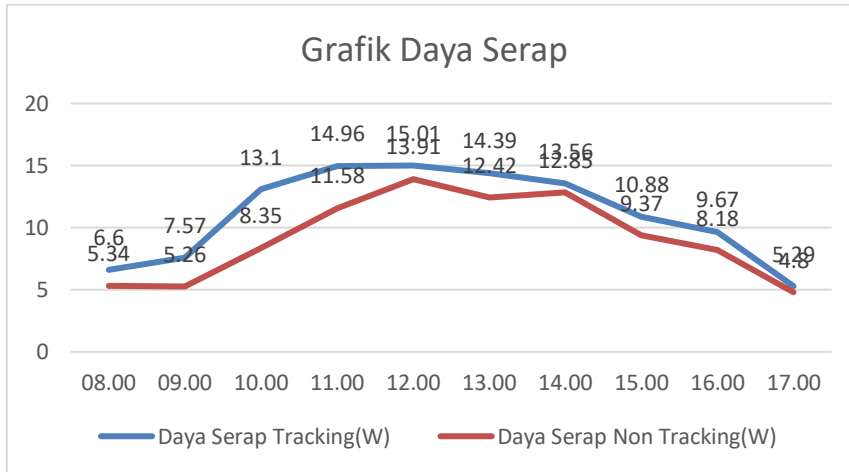


Gambar 4.10 Grafik daya yang diserap saat mendung gelap

tabel 4.11 Data perbandingan yang diserap panel surya pada hari ke-1

No	JAM	Daya Serap Tracking(W)	Daya Serap Non Tracking(W)
1	08.00	6,60	5,34
2	09.00	7,57	5,26
3	10.00	13,10	8,35
4	11.00	14,96	11,58
5	12.00	15,01	13,91
6	13.00	14,39	12,42
7	14.00	13,56	12,85
8	15.00	10,88	9,37
9	16.00	9,67	8,18
10	17.00	5,29	4,8

Pada Tabel 4.11 dapat dikatakan bahwa data pada hari pertama ini daya yang diserap oleh *solar cell* dalam kondisi tracking lebih besar dari pada yang non tracking. *Solar tracker* yang berada dalam kondisi tracking penyerapannya lebih optimal. Perbandingan yang didapatkan, bisa dilihat pada gambar 4.11 yaitu grafik daya yang diserap oleh *solar cell* dalam kondisi tracking dan non tracking.

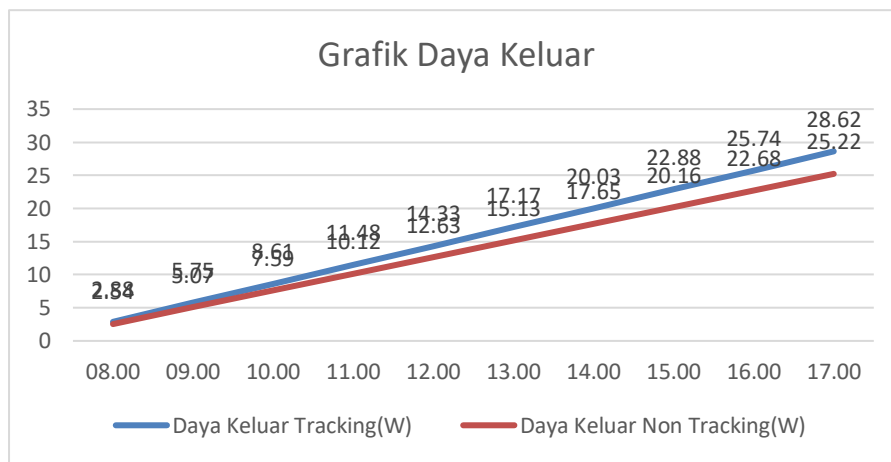


Gambar 4.11 Grafik daya yang diserap saat *tracking* dan non *tracking* hari ke-1

tabel 4. 12 Perbandingan daya yang dikeluarkan oleh aki pada hari ke – 1

No	JAM	Daya Serap Tracking(W)	Daya Serap Non Tracking(W)
1	08.00	4,24	2,16
2	09.00	6,88	4,74
3	10.00	11,27	8,05
4	11.00	13,17	11,43
5	12.00	13,21	12,62
6	13.00	13,3	12,41
7	14.00	13,13	12,59
8	15.00	9,46	11,13
9	16.00	8,63	7,98
10	17.00	2,9	4,3

Berdasarkan hasil data yang didapatkan dari *solar tracker 1 axis* dan *2 axis* bahwa *solar tracker 2 axis* lebih bagus dalam penyerapan daya yang diserap pada saat kondisi tracking maupun kondisi non *tracking* dibandingkan dengan *1 axis*. Ini diakibatkan karena *solar tracker dua axis* memiliki pergerakan ke arah lintang selatan dan juga lintang utara. Jadi daya yang diserap lebih banyak. Berikut dibawah ini grafik 4.12 daya yang dikeluarkan aki pada hari ke-1.



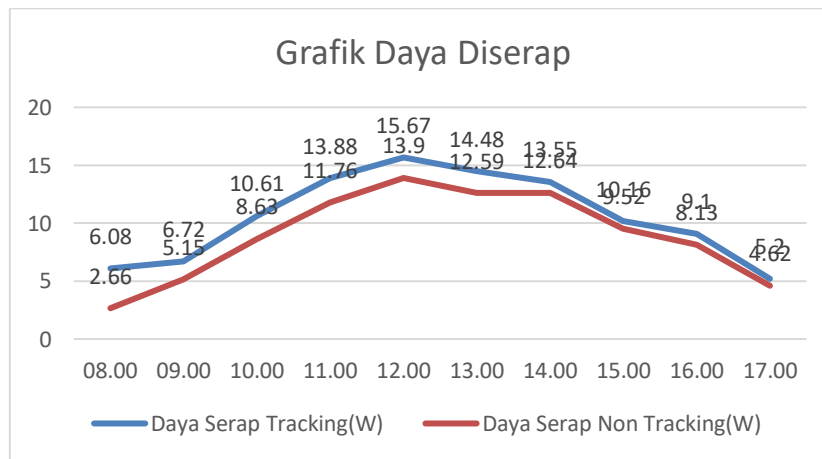
Gambar 4.12 Grafik daya yang dikeluarkan aki pada hari ke-1

tabel 4.13 Data perbandingan daya yang diserap panel surya pada hari ke-2

No	JAM	Daya Serap <i>Tracking</i> (W)	Daya Serap <i>NonTracking</i> (W)
1	08.00	6,08	2,66
2	09.00	6,72	5,15
3	10.00	10,61	8,63
4	11.00	13,88	11,76
5	12.00	15,67	13,90
6	13.00	14,48	12,59
7	14.00	13,55	12,64
8	15.00	10,16	9,52
9	16.00	9,10	8,13

No	JAM	Daya Serap Tracking(W)	Daya Serap NonTracking(W)
10	17.00	5,20	4,62

Pada Tabel 4.13 dapat dikatakan bahwa data pada hari pertama ini daya yang diserap oleh *solar cell* dalam kondisi tracking lebih besar dari pada yang non tracking. Solar tracker yang berada dalam kondisi tracking penyerapannya lebih optimal. Perbandingan yang didapatkan, bisa dilihat pada gambar 4.13 yaitu grafik daya yang diserap oleh *solar cell* dalam kondisi tracking dan nontracking.



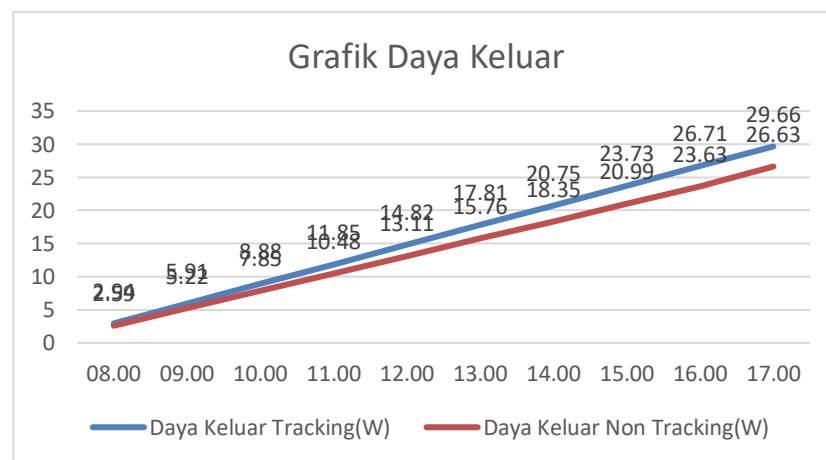
Gambar 4.13 Grafik daya yang diserap saat tracking dan non tracking hari ke-2

Tabel 4.14 Perbandingan daya yang dikeluarkan oleh aki pada hari ke-2

No	JAM	Daya Keluar Tracking(W)	Daya Keluar Non Tracking(W)
1	08.00	2,94	2,59
2	09.00	2,97	2,63
3	10.00	2,97	2,63
4	11.00	2,97	2,63
5	12.00	2,97	2,63
6	13.00	2,99	2,65
7	14.00	2,94	2,59
8	15.00	2,98	2,64

9	16.00	2,98	2,64
10	17.00	2,95	2,60

Pada tabel 4.14 hasil yang telah didapat pada percobaan kedua ini daya yang dikeluarkan tidak jauh berbeda pada saat percobaan pertama, karena pemakaian komponen yang sama, sehingga daya yang dikeluarkan juga tidak terlalu jauh berbeda. Dapat dilihat pada gambar 4.14 yaitu menunjukkan grafik daya keluar total *tracking* dan non *tracking*.



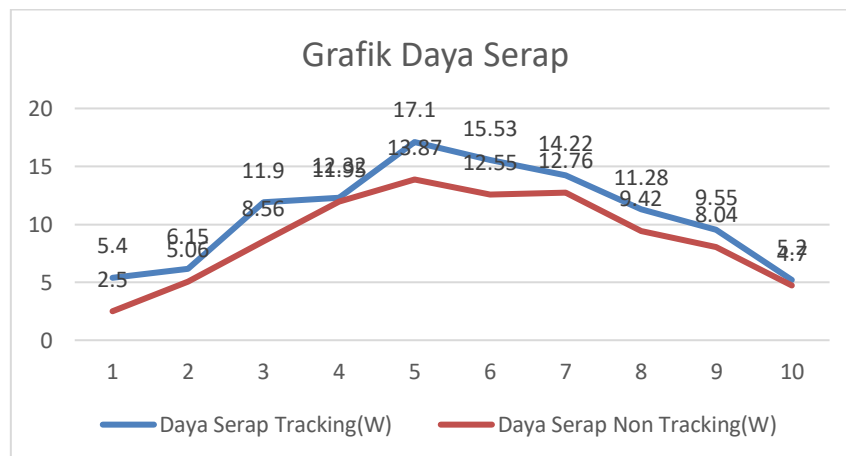
Gambar 4.14 Grafik daya yang dikeluarkan aki pada hari ke-2

tabel 4.15 Data perbandingan daya yang diserap panel surya pada hari ke-3

No	JAM	Daya Serap <i>Tracking</i> (W)	Daya Serap <i>NonTracking</i> (W)
1	08.00	5,40	2,50
2	09.00	6,15	5,06
3	10.00	11,90	8,56
4	11.00	12,32	11,95
5	12.00	17,10	13,87
6	13.00	15,53	12,55
7	14.00	14,22	12,76
8	15.00	11,28	9,42

No	JAM	Daya Serap Tracking(W)	Daya Serap NonTracking(W)
9	16.00	9,55	8,04
10	17.00	5,2	4,7

Pada Tabel 4.15 dapat dikatakan bahwa data pada hari pertama ini daya yang diserap oleh solar cell dalam kondisi tracking lebih besar dari pada yang non tracking. Solar tracker yang berada dalam kondisi tracking penyerapannya lebih optimal. Perbandingan yang didapatkan, bisa dilihat pada gambar 4.15 yaitu grafik daya yang diserap oleh solar cell dalam kondisi tracking dan non tracking.



Gambar 4.15 Grafik daya yang diserap saat tracking dan non tracking hari ke-3

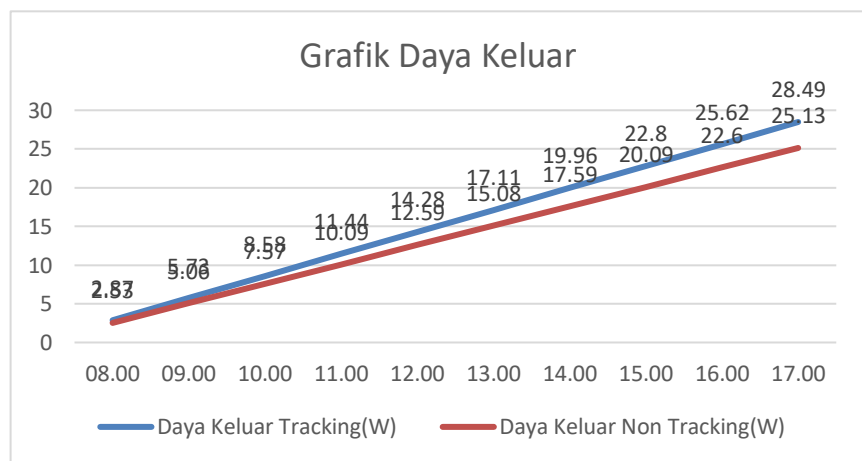
Tabel 4. 16 Perbandingan daya yang dikeluarkan oleh aki pada hari ke - 3

No	JAM	Daya Keluar Tracking(W)	Daya Keluar Non Tracking(W)
1	08.00	2,87	2,53
2	09.00	2,86	2,52
3	10.00	2,85	2,51
4	11.00	2,86	2,52
5	12.00	2,84	2,50
6	13.00	2,83	2,49
7	14.00	2,85	2,51



8	15.00	2,84	2,50
9	16.00	2,85	2,51
10	17.00	2,87	2,53

Pada tabel 4.16 merupakan perbandingan daya yang dikeluarkan oleh aki saat kondisi *tracking* dan non *tracking* pada percobaan ketiga. Dari hasil yang telah didapat pada percobaan ketiga ini daya yang dikeluarkan akan lebih besar pada saat *tracking*, karena saat kondisi *tracking* perlu pemakaian komponen yang menggerakkan konstruksi dan pada kondisi non *tracking* pemakaian daya lebih sedikit, karena pada saat non *tracking* tidak diperlukan komponen yang menggerakkan konstruksi. Pada grafik 4.16 daya keluar total *tracking* dan non *tracking* yang telah dikeluarkan oleh aki.



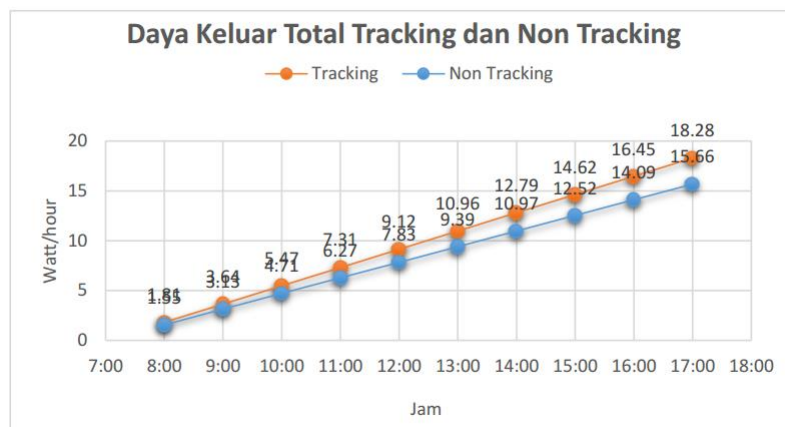
Gambar 4.16 Grafik daya yang dikeluarkan aki pada hari ke-3

Tabel 4. 17 Perbandingan daya yang digunakan aki pada Solar Tracker 1

No	JAM	Daya Keluar Tracking (W)	Daya Keluar Non Tracking (W)
1	08.00	1,81	1,55
2	09.00	1,83	1,58
3	10.00	1,83	1,58
4	11.00	1,84	1,56
5	12.00	1,81	1,56

6	13.00	1,84	1,56
7	14.00	1,83	1,58
8	15.00	1,83	1,55
9	16.00	1,83	1,57
10	17.00	2,87	1,57

Berdasarkan Tabel 4.17 diatas, didapatkan grafik perbandingan daya yang dikeluarkan oleh *solar tracker 1 axis* yang menunjukkan perbandingan daya yang dikeluarkan oleh aki pada saat posisi *tracking* dan pada saat posisi *non tracking*. Pada gambar 4.17 perbandingan daya yang dikeluarkan oleh aki saat posisi *tracking* dan *non tracking*.



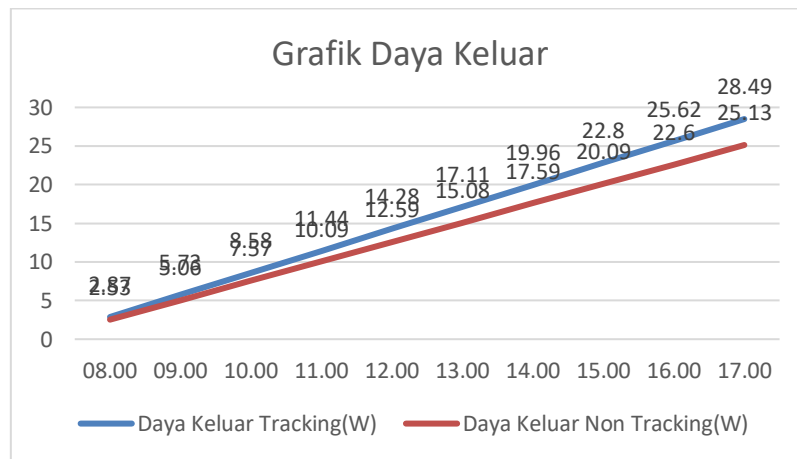
Gambar 4.17 Grafik daya yang dikeluarkan aki pada posisi *tracking 1 axis*

Tabel 4. 18 Perbandingan daya yang digunakan aki pada *Solar Tracker 2 Axis*

No	JAM	Daya Keluar Tracking(W)	Daya Keluar Non Tracking(W)
1	08.00	2,87	2,53
2	09.00	2,86	2,52
3	10.00	2,85	2,51
4	11.00	2,86	2,52
5	12.00	2,84	2,5
6	13.00	2,83	2,49

7	14.00	2,85	2,51
8	15.00	2,84	2,5
9	16.00	2,85	2,51
10	17.00	2,87	2,53

Berdasarkan Tabel 4.18 diatas, didapatkan grafik perbandingan daya yang dikeluarkan oleh *solar tracker 2 axis* yang menunjukkan perbandingan daya yang dikeluarkan oleh aki pada saat posisi *tracking* dan pada saat posisi *non tracking*. Berikut dibawah ini grafik 4.18 daya yang dikeluarkan aki pada posisi *tracking 2 axis*.



Gambar 4.18 Grafik daya yang dikeluarkan aki pada posisi *tracking 2 axis*

Berdasarkan hasil ujicoba dan data yang dihasilkan oleh *solar Tracker 1 axis* dan *2 axis* didapatkan bahwa *solar tracker 1 Axis* daya yang dikeluarkan lebih sedikit dibandingkan dengan *solar tracker 2 axis* karena pada *solar tracker 1 axis* hanya menggunakan 1 pompa dan 1 motor servo sedangkan untuk *solar tracker 2 axis* menggunakan 4 pompa sebagai beban yang dikeluarkan.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari proyek akhir ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Solar tracker mampu bergerak menggunakan media alternatif penggerak baru berupa pemberat air.
2. Untuk Solar Tracker 2 *axis* memiliki penyerapan dayadarisinarmatahari yang diserap lebih besar dibandingkan dengan penyerapan dayadarisinarmatahari pada *SolarTracker* 1 *axis*. Daya yang diserap saat kondisi tracking 2 *axis* lebih optimal sebesar 1,08% dibandingkan dengan daya serap sebelumnya saat kondisi tracking sebesar 2,51% tracking 2 *axis*.

#### **5.2 Saran**

Untuk penyempurnaan lebih lanjut dari alat ini, fungsi yang perlu ditambahkan dan diperbaiki yaitu :

1. Menggunakan sensor MPU-6050 atau sensor GY-521 sebagai sensor posisi untuk menggantikan potensiometer.
2. Menggunakan media penggerak baru untuk menggerakkan solar tracker.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Widayana, G. (2012). Pemanfaatan Energi Surya. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, 9(1).
- [2] Afifudin, F., & Hananto, F. S. (2012). Optimalisasi Tegangan Keluaran Dari Solar Cell Menggunakan Lensa Pemfokus Cahaya Matahari. *Jurnal Neutrino: Jurnal Fisika dan Aplikasinya*.
- [3] Widodo, D. A., & Andrasto, T. (2010). Pemberdayaan Energi Matahari Sebagai Energi Listrik Lampu Pengatur Lalu Lintas. *Jurnal Teknik Elektro*, 2(2), 6.
- [4] Rif'an, M., Pramono, S. H., Shidiq, M., Yuwono, R., Suyono, H., & Suhartati, F. (2012). Optimasi pemanfaatan energi listrik tenaga matahari di jurusan teknik elektro Universitas Brawijaya. *Jurnal EECCIS*, 6(1), 44-48.
- [5] Sutaya, I. W., & Ariawan, K. U. (2016). Solar Tracker Cerdas Dan Murah Berbasis Mikrokontroler 8 Bit ATmega8535. *JST (Jurnal Sains dan Teknologi)*, 5(1).
- [6] Dhanabal, R., Bharathi, V., Ranjitha, R., Ponni, A., Deepthi, S., & Mageshkannan, P. (2013). Comparison of efficiencies of solar tracker systems with static panel single-axis tracking system and dual-axis tracking system with fixed mount. *International journal of engineering and technology*, 5(2), 1925-1933
- [7] Zulkafli, R. S., Bawazir, A. S., Amin, N. A. M., Hashim, M. S. M., Majid, M. S. A., & Nasir, N. F. M. (2018). Dual axis solar tracking system in Perlis, Malaysia. *Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering (JTEC)*, 10(1-14), 91-94.
- [8] Duffie, J. A., & Beckman, W. A. (2013). *Solar engineering of thermal processes*. John Wiley & Sons. Duffie, J. A., & Beckman, W. A. (2013). *Solar engineering of thermal processes*. John Wiley & Sons.
- [9] Pangestuningtyas, D. L., Hermawan, H., & Karnoto, K. (2014). Analisis

pengaruh sudut kemiringan panel surya terhadap radiasi matahari yang diterima oleh panel surya tipe larik tetap. *Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro*, 2(4), 930-937.

- [10] Chandra, T., 2015. Panel Surya Pembangkit Listrik Tenaga Matahari di Indonesia. *Pembangkit Listrik Tenaga Matahari&Angin*, 17 Desember, p.1.
- [11] Tekno, C., 2015. Cara Tekno. [Online]  
<https://www.caratekno.com/pengertian-arduinounomikrokontroler/>  
[Accessed 19 November 2020].
- [12] Indonesia, S. D., 2018. [www./dabindonesia.co.id](http://www.dabindonesia.co.id). [Online]  
<https://dabindonesia.co.id/2018/09/30/pengertian-pompa-air/>  
[Accessed 19 November 2020].
- [13] Administrator, 2017. <http://www.panelsurya.com/>. [Online]  
<http://www.panelsurya.com/index.php/id/chargecontroller/mppt>  
[Accessed 19 November 2020].

# **LAMPIRAN**

**LAMPIRAN 1 DAFTAR  
RIWAYAT HIDUP**



## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

### 1. Data Pribadi

Nama Lengkap : Maryani Supatria  
Tempat & Tanggal Lahir : Puding Besar, 8 Mei 2000  
Alamat : Jl. Baru Puding Besar  
Hp : 0853-7941-1091  
Email : maryanisupatria18@gmail.com  
Status : Mahasiswi



### 2. Riwayat Pendidikan

SD Negeri 3 Puding Besar	Lulus 2012
SMP Negeri 1 Puding Besar	Lulus 2015
SMA Negeri 1 Puding Besar	Lulus 2018


### 3. Pengalaman Kerja

Praktik kerja lapangan di PT.MAS	Tahun 2020/2021
----------------------------------	-----------------

### 4. Pengetahuan Bahasa : Bahasa Indonesia

### 5. Hobi : Bermain Volly dan Membaca

Sungailiat, 05 Agustus 2021

  
Maryani Supatria

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

### 1. Data Pribadi

Nama Lengkap : Muhamat Sarwanto  
Tempat & Tanggal Lahir : Sungailiat, 15 April 1998  
Alamat : Jl. Matras lama, Ling. Ake, Sungailiat, Bangka,  
Bangka Belitung  
Hp. 082284185944  
Email : muhamatsarwanto15@gmail.com  
Status : Mahasiswa



### 2. Riwayat Pendidikan

SD Negeri 30 Sungailiat	Lulus 2012
SMP Negeri Sungailiat	Lulus 2015
SMK Negeri 2 Sungailiat	Lulus 2018

### 3. Pengalaman Kerja

Praktik kerja lapangan di PT. Pahala Harapan Lestari Tahun 2020

### 4. Pengetahuan Bahasa: Bahasa Indonesia dan Bahasa Inggris

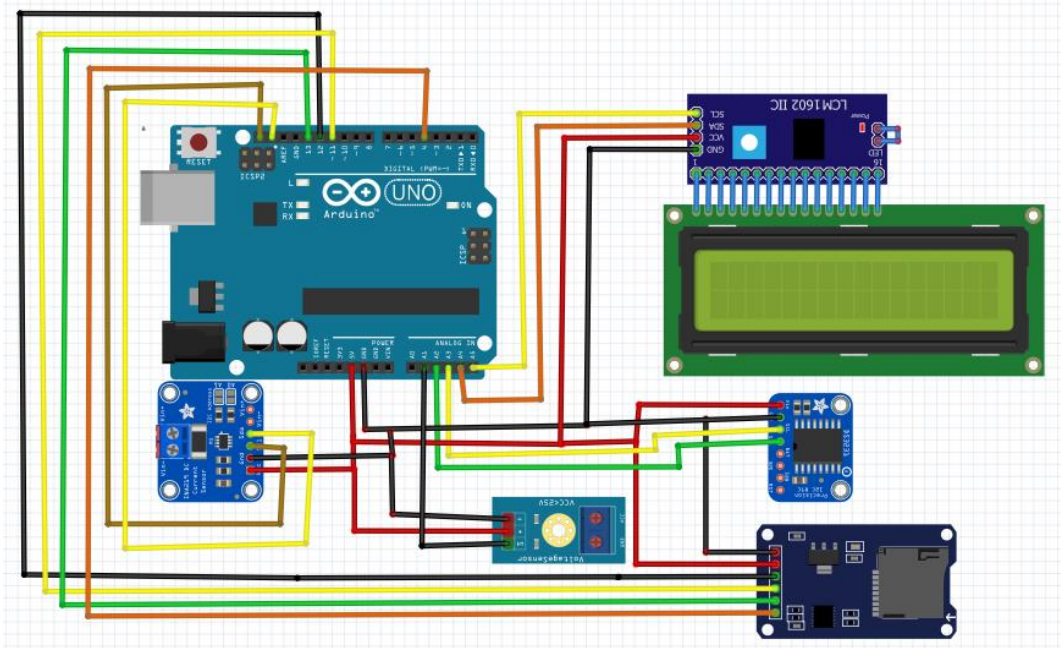
### 5. Hobi : Membaca Komik

Sungailiat, 05 Agustus 2021

Muhamat Sarwanto

# **LAMPIRAN 2 SKEMATIK RANGKAIAN KONTROL**

**SKEMATIK RANGKAIAN *DATA LOGGER***



Keterangan :

1. VCC
2. GND(Ground)
3. SCL (SerialClock)
4. SDA (SerialData)
5. PINA
6. PINA1
7. MOSI (Master Output SlaveInput)
8. MISO (Master Input SlaveOutput)
9. SCK (SerialClock)
10. CS (ChipSelect)

# LAMPIRAN

LAMPIRAN 2  
PROGRAM ARDUINO UNO

## 1. Program pembacaan sensor arus, tegangan, dan data logger

```
#include "RTClib.h"
#include <SD.h>
#include <SPI.h>
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_INA219.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <DS3231.h>

Adafruit_INA219 INA219_1 (0x40);
Adafruit_INA219 INA219_2 (0x44);

float tegangan_1, arus_1, daya_1;
float tegangan_2, arus_2, daya_2;
float tegangan_3, arus_3, daya_3;

const int OnHour1 =10;
const int OnMin1 = 33;
const int OnHour2 =10;
const int OnMin2 = 35;
const int OffHour =10;
const int OffMin = 37;

RTC_DS3231 rtc;
Adafruit_INA219 ina219;

int analogInput_1 = A3;
float vout_1 = 0.0;
float vin_1 = 0.0;
float R1_1 = 30000.0;
float R2_1 = 7500.0;
int value_1 =0;

int analogInput_2 = A2;
float vout_2 = 0.0;
float vin_2 = 0.0;
float R1_2 = 30000.0;
float R2_2 = 7500.0;
int value_2 =0;

File myFile;
const int chipSelect = 4;

unsigned long previousMillis = 0;
const long interval = 1000;

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2);

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(8,OUTPUT);

  Serial.println("Initializing RTC DS1307...");
  delay(100);
```

```

        if (! rtc.begin()) {
Serial.println("Couldn't find RTC");
        while (1);

Serial.println("Successfully Initializing the RTC DS1307");
Serial.println();

Serial.println("Starting to run RTC DS1307...");
delay(100);
    //rtc.adjust(DateTime(F(__DATE__), F(__TIME__)));

Serial.println("Successfully running RTC DS1307");
delay(100);

Serial.println("Start Voltage");
pinMode(analogInput_1, INPUT);
pinMode(analogInput_2, INPUT);
delay(100);
Serial.println();

    INA219_1.begin();
    INA219_2.begin();
    ina219.setCalibration_32V_1A();
Serial.println("Initializing Micro SD Card...");
delay(100);

    if (!SD.begin(chipSelect)) {
Serial.println("Initialization failed!");
        while (1);
    }

Serial.println("Successfully Initializing Micro SD Card");
Serial.println();
delay(100);
lcd.init();
}

void loop() {

    int val = analogRead(A1);
    int valmap = map(val, 0, 1023, 0, 150);
delay(1);

    unsigned long currentMillis = millis();
    if (currentMillis - previousMillis >= interval) {
previousMillis = currentMillis;

        value_1 = analogRead(analogInput_1);
        vout_1 = (value_1*5.0)/1024.0;
        vin_1 = vout_1/(R2_1/(R2_1+R1_1));

        value_2 = analogRead(analogInput_2);
        vout_2 = (value_2*5.0)/1024.0;
        vin_2 = vout_2/(R2_2/(R2_2+R1_2));
    }
}

```



```

    arus_1 = INA219_1.getCurrent_mA();
    arus_2 = INA219_2.getCurrent_mA();

    float arus_ina_1 = INA219_1.getCurrent_mA()*2;
    float arus_ina_2 = INA219_2.getCurrent_mA()*2;

DateTime now = rtc.now();

    if (now.second() %5 == 0) {
Serial.println("----");
Serial.print(now.day(), DEC);
Serial.print('/');
Serial.print(now.month(), DEC);
Serial.print('/');
Serial.print(now.year(), DEC);
Serial.print(" ");
Serial.print(now.hour(), DEC);
Serial.print(':');
Serial.print(now.minute(), DEC);
Serial.print(':');
Serial.print(now.second(), DEC);
Serial.println();
Serial.print("Current 1 : ");
Serial.print(arus_ina_1);
Serial.print("mA");
Serial.print(" || ");
Serial.print("Voltage 1 : ");
Serial.println(vin_1,2);
Serial.print("Current 2 : ");
Serial.print(arus_ina_2);
Serial.print("mA");
Serial.print(" || ");
Serial.print("Voltage 2 : ");
Serial.println(vin_2,2);
Serial.println();

lcd.backlight();
lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("V:");
lcd.print(vin_1,2);
lcd.print("V");
lcd.setCursor(9,0);
lcd.print("V:");
lcd.print(vin_2,2);
lcd.print("V");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("C:");
lcd.print(arus_ina_1);
lcd.print("mA");
lcd.setCursor(9,1);
lcd.print("C:");
lcd.print(arus_ina_2);
lcd.print("mA");
delay(30);

```

```

myFile = SD.open("DATA2.txt", FILE_WRITE);

    if (myFile) {
Serial.println("Writing to DATA2.txt...");

myFile.print(now.day());
myFile.print("-");
myFile.print(now.month());
myFile.print("-");
myFile.print(now.year());
myFile.print(",");
myFile.print(now.hour());
myFile.print(":");
myFile.print(now.minute());
myFile.print(":");
myFile.print(now.second());

myFile.print(",");
myFile.print(vin_1,2);
myFile.print(",");
myFile.println(arus_ina_1);
myFile.close();
Serial.println("Successfully writing Data to Micro SD
Card");
Serial.println("----");
Serial.println();
        } else {
Serial.println("Error opening DATA1.txt");
        }
    }

}
}
}

```

## 2. Program pergerakan solar tracker

```

#include <Wire.h>
#include "RTClib.h" //--> Download RTClib.h:
    https://github.com/adafruit/RTClib
#include <DS3231.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>

RTC_DS3231 rtc;

const int OnHour1 = 8;
const int OnMin1 = 0;
const int OnHour2 = 9;
const int OnMin2 = 0;
const int OnHour3 = 10;
const int OnMin3 = 0;
const int OnHour4 = 11;
const int OnMin4 = 0;
const int OnHour5 = 12;
const int OnMin5 = 0;
const int OnHour6 = 13;

```

```

const int OnMin6 = 0;
const int OnHour7 = 14;
const int OnMin7 = 0;
const int OnHour8 = 15;
const int OnMin8 = 0;
const int OnHour9 = 16;
const int OnMin9 = 0;
const int OnHour10 = 17;
const int OnMin10 = 0;
const int OffHour = 20;
const int OffMin = 57;
int val = 0;
int rata = 0;
int i;
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2);

void setup() {
  lcd.init();
  pinMode (8,OUTPUT);
  pinMode (9,OUTPUT);

  Serial.begin(9600);
  Serial.println("Initializing RTC DS1307...");
  delay(100);

  if (! rtc.begin()) {
    Serial.println("Couldn't find RTC");
    while (1);
  }

  Serial.println("Successfully Initializing the RTC DS1307");
  Serial.println();

  Serial.println("Starting to run RTC DS1307...");
  delay(100);

  //rtc.adjust(DateTime(F(__DATE__), F(__TIME__))); //->
  sets the RTC to

  Serial.println("Successfully running RTC DS1307");
  delay(100);
}

void waktu ()
{
  DateTime now = rtc.now();
  Serial.print("Date ");
  Serial.print(now.day(), DEC);
  Serial.print('/');
  Serial.print(now.month(), DEC);
  Serial.print('/');
  Serial.print(now.year(), DEC);
  Serial.print(" | Time ");
  Serial.print(now.hour(), DEC);
  Serial.print(':');
  Serial.print(now.minute(), DEC);

```

```

Serial.print(':');
Serial.print(now.second(), DEC);
Serial.println();
delay(200);
}

void loop() {
DateTime now = rtc.now();

val = 0;
  for(i=0;i<=10;i++)
  {
val = analogRead(A1);
  rata = rata + val;
delay(10);
  }
  rata = rata / 10;
  int valmap = map(rata,0,1023,0,500);
Serial.println(valmap);

waktu();
  if (now.hour () == OnHour1 &&now.minute() == OnMin1)
  {
    while (1)
    {
digitalWrite(8,HIGH);
val = 0;
      for(i=0;i<=10;i++)
      {
val = analogRead(A1);
        rata = rata + val;
delay(10);
      }
      rata = rata / 10;
      int valmap = map(rata,0,1023,0,500);
Serial.println(valmap);
delay(250);
      if (valmap>= 97 &&valmap<= 103 )
      {
digitalWrite(8,LOW);
goto jam9;
      }
    }
  }

  jam9:
waktu();
  if (now.hour () == OnHour2 &&now.minute() == OnMin2)
  {
    while (1)
    {
digitalWrite(8,HIGH);
val = 0;
      for(i=0;i<=10;i++)
      {
val = analogRead(A1);

```

```

        rata = rata + val;
delay(10);
    }
    rata = rata / 10;
    int valmap = map(rata,0,1023,0,500);
Serial.println(valmap);
delay(250);
    if (valmap>= 111 &&valmap<= 117 )
    {
digitalWrite(8,LOW);
goto jam10;
    }
}

jam10:
waktu();
if (now.hour () == OnHour3 &&now.minute () == OnMin3)
{
    while (1)
    {
digitalWrite(8,HIGH);
val = 0;
        for(i=0;i<=10;i++)
        {
val = analogRead(A1);
            rata = rata + val;
delay(10);
        }
        rata = rata / 10;
        int valmap = map(rata,0,1023,0,500);
Serial.println(valmap);
delay(250);
        if (valmap>= 123 &&valmap<= 128 )
        {
digitalWrite(8,LOW);
goto jam11;
        }
    }
}

jam11:
waktu();
if (now.hour () == OnHour4 &&now.minute () == OnMin4)
{
    while (1)
    {
digitalWrite(8,HIGH);
val = 0;
        for(i=0;i<=10;i++)
        {
val = analogRead(A1);
            rata = rata + val;
delay(10);
        }
        rata = rata / 10;

```

```

        int valmap = map(rata,0,1023,0,500);
Serial.println(valmap);
delay(250);
        if (valmap>= 143 &&valmap<= 149 )
        {
digitalWrite(8,LOW);
goto jam12;
        }
    }

    jam12:
waktu();
    if (now.hour () == OnHour5 &&now.minute() == OnMin5)
    {
        while (1)
        {
digitalWrite(8,HIGH);
val = 0;
            for(i=0;i<=10;i++)
            {
val = analogRead(A1);
                rata = rata + val;
delay(10);
            }
            rata = rata / 10;
            int valmap = map(rata,0,1023,0,500);
Serial.println(valmap);
delay(250);
            if (valmap>= 172 &&valmap<= 178 )
            {
digitalWrite(8,LOW);
goto jam13;
            }
        }
    }

    jam13:
waktu();
    if (now.hour () == OnHour6 &&now.minute() == OnMin6)
    {
        while (1)
        {
digitalWrite(8,HIGH);
val = 0;
            for(i=0;i<=10;i++)
            {
val = analogRead(A1);
                rata = rata + val;
delay(10);
            }
            rata = rata / 10;
            int valmap = map(rata,0,1023,0,500);
Serial.println(valmap);
delay(250);
            if (valmap>= 184 &&valmap<= 190 )

```

```

        {
digitalWrite(8,LOW);
goto jam14;
        }
    }

    jam14:
waktu();
    if (now.hour () == OnHour7 &&now.minute() == OnMin7)
    {
        while (1)
        {
digitalWrite(8,HIGH);
val = 0;
            for(i=0;i<=10;i++)
            {
val = analogRead(A1);
                rata = rata + val;
delay(10);
            }
            rata = rata / 10;
            int valmap = map(rata,0,1023,0,500);
Serial.println(valmap);
delay(250);
                if (valmap>= 194 &&valmap<= 200 )
                {
digitalWrite(8,LOW);
goto jam15;
                }
        }

    jam15:
waktu();
    if (now.hour () == OnHour8 &&now.minute() == OnMin8)
    {
        while (1)
        {
digitalWrite(8,HIGH);
val = 0;
            for(i=0;i<=10;i++)
            {
val = analogRead(A1);
                rata = rata + val;
delay(10);
            }
            rata = rata / 10;
            int valmap = map(rata,0,1023,0,500);
Serial.println(valmap);
delay(250);
                if (valmap>= 209 &&valmap<= 215 )
                {
digitalWrite(8,LOW);
goto jam16;
                }
        }
    }

```

```

    }
}

jam16:
waktu();
if (now.hour () == OnHour9 &&now.minute() == OnMin9)
{
    while (1)
    {
digitalWrite(8,HIGH);
val = 0;
        for(i=0;i<=10;i++)
        {
val = analogRead(A1);
            rata = rata + val;
delay(10);
        }
            rata = rata / 10;
            int valmap = map(rata,0,1023,0,500);
Serial.println(valmap);
delay(250);
            if (valmap>= 231 &&valmap<= 237 )
            {
digitalWrite(8,LOW);
goto jam17;
            }
        }
}

jam17:
waktu();
if (now.hour () == OnHour10 &&now.minute() == OnMin10)
{
    while (1)
    {
digitalWrite(8,HIGH);
val = 0;
        for(i=0;i<=10;i++)
        {
val = analogRead(A1);
            rata = rata + val;
delay(10);
        }
            rata = rata / 10;
            int valmap = map(rata,0,1023,0,500);
Serial.println(valmap);
delay(250);
            if (valmap>= 244 &&valmap<= 250 )
            {
digitalWrite(8,LOW);
goto jam17;
            }
        }
}

else if (now.hour() == OffHour&&now.minute() == OffMin)

```



```
    {  
    digitalWrite(8,LOW);  
    }  
    delay(200);  
    }
```