

RANCANG BANGUN *SOLAR TRACKER 2 AXIS* MENGUNAKAN PENGGERAK AIR

LAPORAN PROYEK AKHIR

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



Disusun Oleh:

Muhammad Ifdansyah	NPM	1051716
Sopian Arif	NPM	1051728

**POLITEKNIK MANUFaktur NEGERI
BANGKA BELITUNG**

2021

LEMBAR PENGESAHAN

RANCANG BANGUN *SOLAR TRACKER 2 AXIS* MENGGUNAKAN PENGGERAK AIR

Oleh:

Muhammad Ifdansyah	NPM	1051716
Sopian Arif	NPM	1051728

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

Menyetujui,

Pembimbing 1



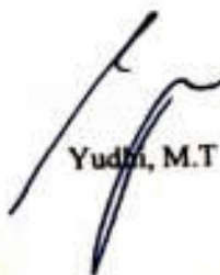
Ocsitendi, M.T

Pembimbing 2



Charlotha, M.Tr.T

Penguji 1



Yudhi, M.T

Penguji 2



Zanu Saputra, M.Tr.T

Penguji 3



M. Setya Pratama, M.Si

PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa 1: Muhammad Ifdansyah

NPM: 1051716

Nama Mahasiswa 2: Sopian Arif

NPM: 1051728

Dengan Judul: Rancang Bangun *Solar Tracker 2 Axis* Menggunakan Penggerak Air

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

Sungaliat, 5 Maret 2021

Nama Mahasiswa

TandaTangan

1. Muhammad Ifdansyah



2. Sopian Arif



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 energy 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 tracker mempengaruhi 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.

Keywords: *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 IV di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

Penulis mencoba untuk menerapkan ilmu pengetahuan yang telah ditetapkan selama 4 tahun mengecap pendidikan di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung dan pengalaman yang penulis dapatkan selama melaksanakan Program Kerja Lapangan pada 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 memberikan kasih sayang, doa, dukungan moril 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 per satu.

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 penulisan selanjutnya.

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

Sungailiat, 5 Maret 2021

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT	ii
ABSTRAK	iii
<i>ABSTRACT</i>	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Proyek Akhir	3
1.4 Batasan Masalah	4
BAB II DASAR TEORI	5
2.1 Sudut Lintasan Matahari.....	5
2.2 Pengaruh Sudut <i>Azimut Solar Tracker</i>	5
2.3 Pengaruh Sudut Kemiringan <i>Solar Tracker</i> Pada Setiap Bulan.....	6
2.4 Pengaruh Sudut Kemiringan <i>Solar Tracker</i> Setiap Jam.....	7
2.5 <i>Solar Cell</i>	8
2.6 Arduino UNO	8
2.7 Pompa Motor Air.....	9
2.8 <i>Maximum Power Point Tracking</i>	9
2.9 Sensor Arus INA219	10
2.10 Sensor Tegangan	10
2.11 <i>Real Time Clock</i>	10
2.12 <i>Liquid Crystal Display</i>	11
2.13 <i>Micro SD Module</i>	11

2.14 Potensiometer	11
BAB III METODE PELAKSANAAN	11
3.1 <i>Flowchart</i> Pembuatan alat.....	12
3.2 <i>Flowchart</i> cara kerja alat	14
3.3 Prinsip Kerja <i>Solar Tracker</i>	15
3.4 <i>Study</i> Pustaka.....	16
3.5 <i>Desain</i> Kontruksi.....	16
3.6 Pembelian Alat dan Bahan	18
3.7 Pembuatan Kontruksi Alat	18
3.8 Rangkaian <i>Elektrikal</i>	18
BAB IV PEMBAHASAN.....	20
4.1 <i>Block Diagram Hardware</i>	20
4.2 Pembuatan program.....	23
4.3 Pembacaan Sensor INA 219.....	24
4.4 Pembacaan Sensor Tegangan	25
4.5 Pengujian <i>Data Logger</i>	26
4.6 Pengujian potensiometer sebagai sensor posisi.....	27
4.7 Gerak Semu Matahari.....	28
4.8 Daya.....	30
BAB V KESIMPULAN.....	40
5.1 Kesimpulan.....	40
5.2 Saran.....	40
DAFTAR PUSTAKA	41

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 <i>Solar Tracker</i> Statis.....	1
Gambar 1. 2 <i>Solar Tracker</i> 1 Axis	2
Gambar 1. 3 <i>Solar Tracker</i> 2 Axis.....	3
Gambar 2. 1 Sudut arah dan lintasan sinar datang terhadap PV.....	5
Gambar 2. 2 Arduino UNO.....	8
Gambar 2. 3 Pompa Air DC.....	9
Gambar 2. 4 MPPT	9
Gambar 2. 5 Sensor INA219.....	10
Gambar 2. 6 Sensor Tegangan.....	10
Gambar 2. 7 <i>Real Time Clock</i>	10
Gambar 2. 8 <i>Liquid Crystal Display</i>	11
Gambar 2. 9 Micro SD Module.....	11
Gambar 3. 1 <i>Flowchart</i> Pembuatan alat.....	13
Gambar 3. 2 <i>Flowchart</i> Prinsip kerja alat.....	15
Gambar 3. 3 pergerakan <i>solar tracker</i> pada sumbu X.....	16
Gambar 3. 4 pergerakan <i>solar tracker</i> pada sumbu Y.....	16
Gambar 3. 5 Desain Kontruksi 3D.....	17
Gambar 3. 6 Tampak samping 2D.....	17
Gambar 3. 7 Tampak depan 2D.....	18
Gambar 3. 9 Desain Rangkaian Elektrikal.....	19
Gambar 4. 1 Blok Diagram.....	20
Gambar 4. 2 Rangkaian Sensor Tegangan.....	21
Gambar 4. 3 Rangkaian Sensor Arus.....	21
Gambar 4. 4 Rangkaian RTC DS3231.....	22
Gambar 4. 5 Rangkaian Module SD Card.....	22
Gambar 4. 6 Rangkaian <i>Liquid Crystall Display</i>	23
Gambar 4. 7 Blok diagram pengolahan <i>data logger</i>	26
Gambar 4. 8 Grafik daya yang diserap saat tracking dan <i>non tracking</i> hari ke-1.	31
Gambar 4. 9 Grafik daya yang diserap saat tracking dan <i>non tracking</i> hari ke-2.	32

Gambar 4. 10 Grafik daya yang diserap saat <i>tracking</i> dan <i>non tracking</i> hari ke-333	
Gambar 4. 11 Grafik daya yang dikeluarkan aki pada hari ke-1	35
Gambar 4. 12 Grafik daya yang dikeluarkan aki pada hari ke-2	36
Gambar 4. 13 Grafik daya yang dikeluarkan aki pada hari ke- 3	37
<i>Gambar 4. 14 Grafik daya yang dikeluarkan aki pada posisi tracking 1 axis</i>	<i>38</i>
Gambar 4. 15 Grafik daya yang dikeluarkan aki pada posisi <i>tracking 2 axis</i>	39

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Hasil radiasi rata – rata matahari dengan variasi sudut azimuth.....	6
Tabel 2. 2 Sudut kemiringan panel surya pada setiap bulan.....	6
Tabel 2. 3 Hasil pengukuran radiasi matahari pada setiap jam.....	7
Tabel 4. 1 Pengukuran Arus Antara Alat Ukur Dan Sensor INA 219.....	24
Tabel 4. 2 Pengukuran tegangan antara alat ukur dan sensor tegangan.....	25
Tabel 4. 3 Pengujian <i>data logger</i> pada daya <i>input</i> dan daya <i>output</i>	27
Tabel 4. 4 Pengujian potensiometer sebagai sensor posisi	28
Tabel 4. 5 Gerak Semu Matahari	28
Tabel 4. 6 Perbandingan daya yang diserap panel surya pada hari ke- 1	30
Tabel 4. 7 Data perbandingan daya yang diserap panel surya pada hari ke-2	31
Tabel 4. 8 Data perbandingan daya yang diserap panel surya pada hari ke-3	32
Tabel 4. 9 Penyerapan daya panel surya <i>tracking</i> dan <i>non tracking</i> 1 Axis	33
Tabel 4. 10 Perbandingan daya yang dikeluarkan oleh aki pada hari ke– 1	34
Tabel 4. 11 Perbandingan daya yang dikeluarkan oleh aki pada hari ke – 2.....	35
Tabel 4. 12 Perbandingan daya yang dikeluarkan oleh aki pada hari ke - 3.....	36
Tabel 4. 13 Perbandingan daya yang digunakan aki pada <i>Solar Tracker</i> 1 Axis .	37
Tabel 4. 14 Perbandingan daya yang digunakan aki pada <i>Solar Tracker</i> 2 Axis	38

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Daftar Riwayat Hidup

Lampiran 2 Program Arduino UNO

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi sangat bermanfaat bagi kehidupan manusia maupun makhluk hidup lainnya. Tanpa adanya energi, manusia maupun makhluk hidup lainnya akan kesulitan dalam melakukan suatu hal, sebab energi menjadi sumber utama bagi manusia dan makhluk lainnya untuk melakukan suatu hal [1]. Pada saat ini banyak orang yang menggunakan energi dari minyak bumi dan dapat diketahui bahwa energi dari minyak bumi semakin lama semakin habis dan banyak mengakibatkan kerusakan lingkungan akibat emisi karbondioksida yang tinggi [2]. Indonesia menjadi salah satu negara yang dilewati garis khatulistiwa. Bahkan Indonesia menjadi negara dengan titik yang paling banyak dilewati oleh garis khatulistiwa.

Alasan ini yang membuat penggunaan solar cell sangat memungkinkan untuk digunakan di Indonesia [3]. Pada saat ini *solar cell* sudah banyak digunakan, akan tetapi *solar cell* yang digunakan masih bersifat statis. Pada gambar 1.1 menunjukkan bentuk dari *Solar Tracker* statis.



Gambar 1. 1 *Solar Tracker* Statis

Pada gambar 1.1 di atas dapat dilihat bahwa pada umumnya panel surya dipasang secara statis padaudukannya. Untuk negara-negara 4 musim teknik yang diadopsi umumnya adalah dengan menghadapkan panel tersebut kearah selatan (bagi negara-negara dibelahan bumi utara) atau ke arah utara (bagi negaranegara dibelahan bumi selatan) seperti dalam penelitian [4].

Sistem *Solar Tracker* ada beberapa jenis dan bisa diklasifikasikan berdasarkan beberapa kriteria. Klasifikasi pertama bisa dibuat berdasarkan pada jumlah sumbu putaran. Pada klasifikasi ini, *solar tracker* dibedakan menjadi dua yaitu: satu sumbu putaran dan dua sumbu putaran. Karena *solar tracker* mempunyai bagian penggerak dan sistem kontrol yang memerlukan biaya tinggi, maka *solar tracker* yang satu sumbu menjadi solusi terbaik untuk modul sel surya yang berukuran kecil [5].

Pada penelitian sebelumnya memiliki kekurangan yaitu sumbu yang digunakan hanya satu *axis* yang menyebabkan penyerapan sinar matahari tidak maksimal. Pada gambar 1.2 merupakan contoh *solar tracker* satu axis [6].



Gambar 1. 2 *Solar Tracker* 1 Axis .

Berdasarkan penelitian yang sebelumnya maka penulis mengambil penelitian yang berjudul “RANCANG BANGUN *SOLAR TRACKER* 2 *AXIS* MENGGUNAKAN PENGGERAK AIR”. Penelitian ini diambil untuk memperbaiki kekurangan-kekurangan pada *solar tracker* sebelumnya dengan menambahkan sumbu pada *solar tracker*. Pada gambar 1.3 merupakan contoh *solar tracker* 2 axis.



Gambar 1. 3 Solar Tracker 2 Axis

Solar tracker 2 axis lebih banyak digunakan karena menyediakan lebih tinggi tingkat akurasi dan terkenal untuk meningkatkan keseluruhan penyerapan sinar matahari yang ditangkap daya 30-50% dibandingkan dengan *solar tracker 2 axis* [7]. Pada penelitian ini sistem *tracking* dua *axis* menggunakan penggerak air dengan metode LSM (*Linier Scheduling Metho*) yang dimana metode ini menggunakan keseimbangan operasi yaitu, tiap-tiap kegiatan adalah kinerja yang terus menerus. Keuntungan metode ini dapat melihat data sebelumnya yang telah tersimpan dan dapat memprediksikan data yang akan datang.

1.2 Rumusan Masalah

Masalah yang akan dipecahkan dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana cara mengoptimalkan penyerapan sinar matahari pada *solar tracker*.
2. Perbandingan hasil data penyerapan sinar matahari antara *solar tracker 1 axis* dan *solar tracker 2 axis*.

1.3 Tujuan Proyek Akhir

1. Membuat *solar tracker 2 axis* yang dapat mengikuti sinar matahari menggunakan penggerak air.
2. Membandingkan hasil data penyerapan daya dari sinar matahari pada *solar tracker 1 axis* dan *solar tracker 2 axis*.
3. Membandingkan hasil data penggunaan daya yang dipakai dari aki pada *solar tracker 1 axis* dan *solar tracker 2 axis*.

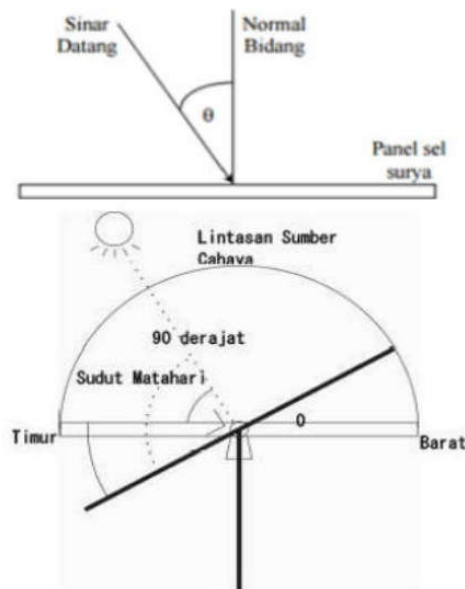
1.4 Batasan Masalah

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.

BAB II DASAR TEORI

2.1 Sudut Lintasan Matahari

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



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

Panel akan mendapat radiasi matahari maksimum pada saat matahari tegak lurus dengan bidang panel dengan sudut 0° terhadap garis normal. Pada saat arah matahari tidak tegak lurus dengan bidang panel atau membentuk sudut Θ seperti Gambar 2.1 maka panel akan menerima radiasi lebih kecil .

2.2 Pengaruh Sudut *Azimut Solar Tracker*

Sudut *azimut* panel surya adalah sudut posisi peletakan panel surya yang searah dengan arah jarum jam dengan acuan arah utara, besar sudut *azimut* mulai dari 0° – 360° . Pada penelitian ini, pengaruh sudut azimut digunakan untuk melihat pengaruh

sudut azimut terhadap radiasi matahari yang diterima oleh panel surya yang dimulai dari sudut 90° sampai 270° dengan kenaikan 30° pada setiap sudutnya.

Tabel 2. 1 Hasil radiasi rata – rata matahari dengan variasi sudut *azimuth*.

No	Bulan	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°
1	Januari	11	10,8	10,8	10,7	10,8	10,9	11
2	Februari	12,9	12,8	12,7	12,7	12,7	12,8	12,9
3	Maret	12,7	12,7	12,7	12,7	12,7	12,7	12,7
4	April	13	13,2	13,3	13,4	13,4	13,2	13,1
5	Mei	12,6	12,9	13,2	13,3	13,2	13	12,7
6	Juni	13,6	14,1	14,5	14,7	14,6	14,2	13,8
7	Juli	15,6	16,1	16,6	16,8	16,6	16,3	15,7
8	Agustus	15,4	15,7	16	16,1	16	15,8	15,5
9	September	15,3	15,4	15,5	15,5	15,5	15,4	15,3
10	Oktober	16,2	16,1	16	16	16	16,1	16,2
11	November	14,8	14,6	14,5	14,4	14,5	14,6	14,8
12	Desember	11,8	10,7	10,6	10,5	10,6	10,7	11,8

Berdasarkan Tabel 2.1 dapat diketahui sudut azimut yang sangat tepat untuk peletakan panel surya adalah 180° dengan peletakkan panel surya menghadap kearah utara yang berhadapan dengan garis khatulistiwa. Hal ini sesuai dengan penelitian [8] dimana posisi sudut azimut yang sangat optimal untuk belahan bumi bagian selatan adalah 180° [9].

2.3 Pengaruh Sudut Kemiringan *Solar Tracker* Pada Setiap Bulan

Sudut kemiringan panel surya yang sangat tepat untuk mendapatkan radiasi matahari yang paling tertinggi untuk setiap bulan dalam satu tahun besarnya berbeda beda, perbedaan ini dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Sudut kemiringan panel surya pada setiap bulan.

No	Bulan	Sudut	Radiasi Matahari
----	-------	-------	---------------------

1	Januari	1°	11.017
2	Februari	1°	12.933
3	Maret	16°	12.773
4	April	27°	13.477
5	Mei	34°	13.676
6	Juni	33°	15.639
7	Juli	23°	17.855
8	Agustus	8°	16.378
9	September	1°	15.511
10	Oktober	1°	16.274
11	November	1°	14.903
12	Desember	1°	10.846

Berdasarkan Tabel 2.2 terlihat bahwa pengaruh sudut kemiringan panel surya dengan radiasi matahari yang diterima oleh panel surya pada setiap bulan cenderung tidak sama dan tidak tetap. Dikarenakan besar radiasi matahari yang diterima panel surya tidak tergantung pada sudut kemiringan panel surya tetapi dapat diakibatkan oleh faktor yang lainnya seperti gerak semu harian dan gerak semu tahunan matahari serta indeks kecerahan pada setiap bulan [9].

2.4 Pengaruh Sudut Kemiringan *Solar Tracker* Setiap Jam

Pengukuran radiasi matahari pada setiap jam yang dilakukan pada tanggal 2 September 2013 pada pukul 09.00 – 16.00 WIB. Alat yang digunakan untuk mengukur berupa *irradiance* meter yang berfungsi untuk mengukur radiasi matahari dan busur berfungsi untuk mengukur sudut kemiringan panel surya yang telah ditentukan. Sudut kemiringan panel surya yang digunakan adalah 10°, 20°, 30°, 40°, 50°, 60°, 70°, 80°, 90° dan panel surya dihadapkan ke arah utara dikarenakan termasuk belahan bumi bagian selatan.

Tabel 2. 3 Hasil pengukuran radiasi matahari pada setiap jam.

No	Sudut	09.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00
1	10°	892	1070	1125	1151	959	690	180	115
2	20°	969	1062	1097	1106	930	541	164	110

3	30°	1001	1032	1049	1022	830	459	148	103
4	40°	1030	983	999	930	728	327	123	94
5	50°	1042	875	934	852	627	195	104	87
6	60°	1045	664	860	751	508	129	86	79
7	70°	1041	968	785	638	365	121	71	72
8	80°	983	898	664	514	247	118	66	66
9	90°	586	315	140	358	150	96	46	45

Berdasarkan Tabel 2.3 dapat disimpulkan bahwa rata – rata kemiringan panel surya memiliki penerimaan radiasi matahari sebesar 10° walaupun untuk pengukuran radiasi setiap jamnya pada jam 09.00 sudut kemiringan yang paling tepat yang digunakan adalah 60° [9].

2.5 Solar Cell

Sel Surya atau *Solar Cell* merupakan suatu perangkat yang dapat mengubah energi matahari menjadi energi listrik dengan prinsip *Efek Photovoltaic*. Efek Photovoltaic ini munculnya tegangan listrik karna adanya hubungan antara dua kontak elektroda. Oleh karena itu, Sel Surya atau *Solar Cell* sering disebut juga dengan Sel *Photovoltaic (PV)*. Efek *Photovoltaic* ini ditemukan oleh Henri Becquerel pada tahun 1839 [10].

2.6 Arduino UNO

Arduino Uno merupakan suatu papan sirkuit yang berbasis *mikrokontroler* ATmega328. Pada penelitian ini Arduino uno digunakan untuk menggerakkan *solar tracker*, pembacaan sensor arus ina219 dan pembacaan sensor tegangan [11].



Gambar 2. 2 Arduino UNO

2.7 Pompa Motor Air

Pompa air secara umum adalah alat yang digunakan untuk memindahkan cairan dari suatu tempat ke tempat lainnya melalui saluran untuk mendorong air yang dipindahkan secara terus menerus. Pada penelitian ini pompa motor air digunakan untuk mengisi air dari tempat penampungan air ke wadah pemberat *solar tracker* [12].



Gambar 2. 3 Pompa Air DC

2.8 Maximum Power Point Tracking

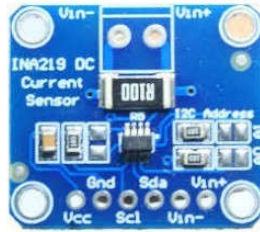
MPPT (*Maximum Power Point Tracker*) digunakan untuk mengkonversi DC to DC (*Direct Current*). Pada penelitian ini MPPT digunakan untuk menstabilkan tegangan dari panel surya ke aki [13].



Gambar 2. 4 MPPT

2.9 Sensor Arus INA219

Sensor INA219 digunakan untuk mengukur 2 parameter yaitu Tegangan(V) dan Arus(I). Pada penelitian ini sensor arus ina219 digunakan untuk mengukur pembacaan arus yang diterima oleh panel surya dan untuk mengukur pembacaan arus yang dipakai oleh aki.



Gambar 2. 5 Sensor INA219

2.10 Sensor Tegangan

Sensor tegangan adalah sebuah sensor yang membaca nilai tegangan pada rangkaian. Pada penelitian ini sensor tegangan digunakan untuk membaca nilai tegangan yang diterima oleh panel surya dan untuk membaca nilai tegangan yang dikeluarkan oleh aki.



Gambar 2. 6 Sensor Tegangan

2.11 Real Time Clock

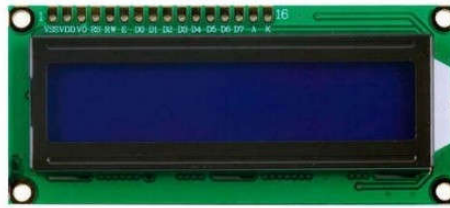
RTC adalah komponen yang digunakan untuk memberikan informasi mengenai waktu. Pada penelitian ini *Real Time Clock* digunakan untuk menghidupkan pompa air untuk menggerakkan *solar tracker*.



Gambar 2. 7 Real Time Clock

2.12 Liquid Crystal Display

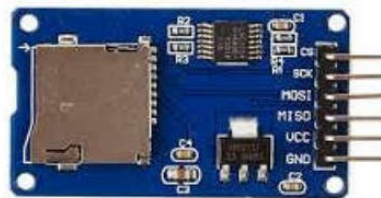
LCD atau *Liquid Crystal Display* adalah media display (tampilan) yang menggunakan kristal cair (*liquid crystal*) untuk menghasilkan tulisan yang terlihat. Pada penelitian ini *Liquid Crystal Display* digunakan untuk menampilkan data pembacaan sensor arus dan sensor tegangan.



Gambar 2. 8 *Liquid Crystal Display*

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



Gambar 2. 9 *Micro SD Module*

2.14 *Potensiometer*

Potensiometer (POT) adalah salah resistor yang nilai resistansinya dapat diatur sesuai dengan kebutuhan pemakaiannya. Pada penelitian ini potensiometer digunakan untuk sebagai pengukur sudut pergerakan *solar tracker*.



Gambar 2. 10 *Potensiometer*

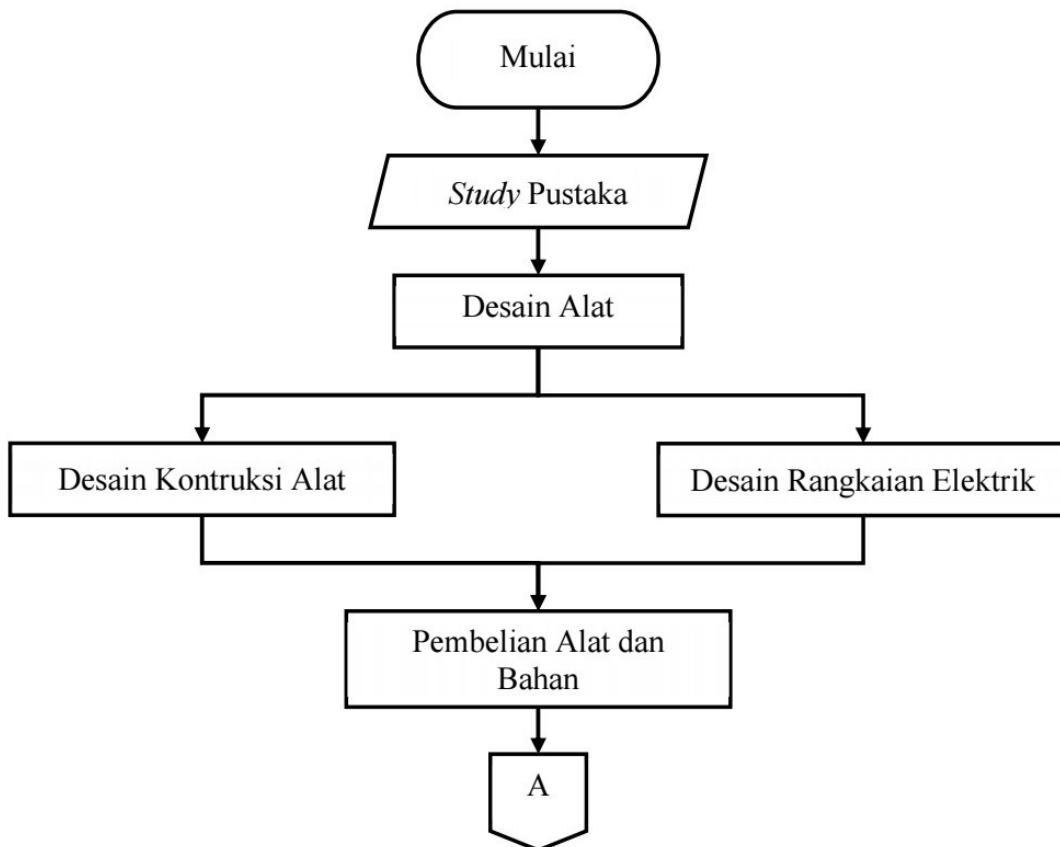
BAB III

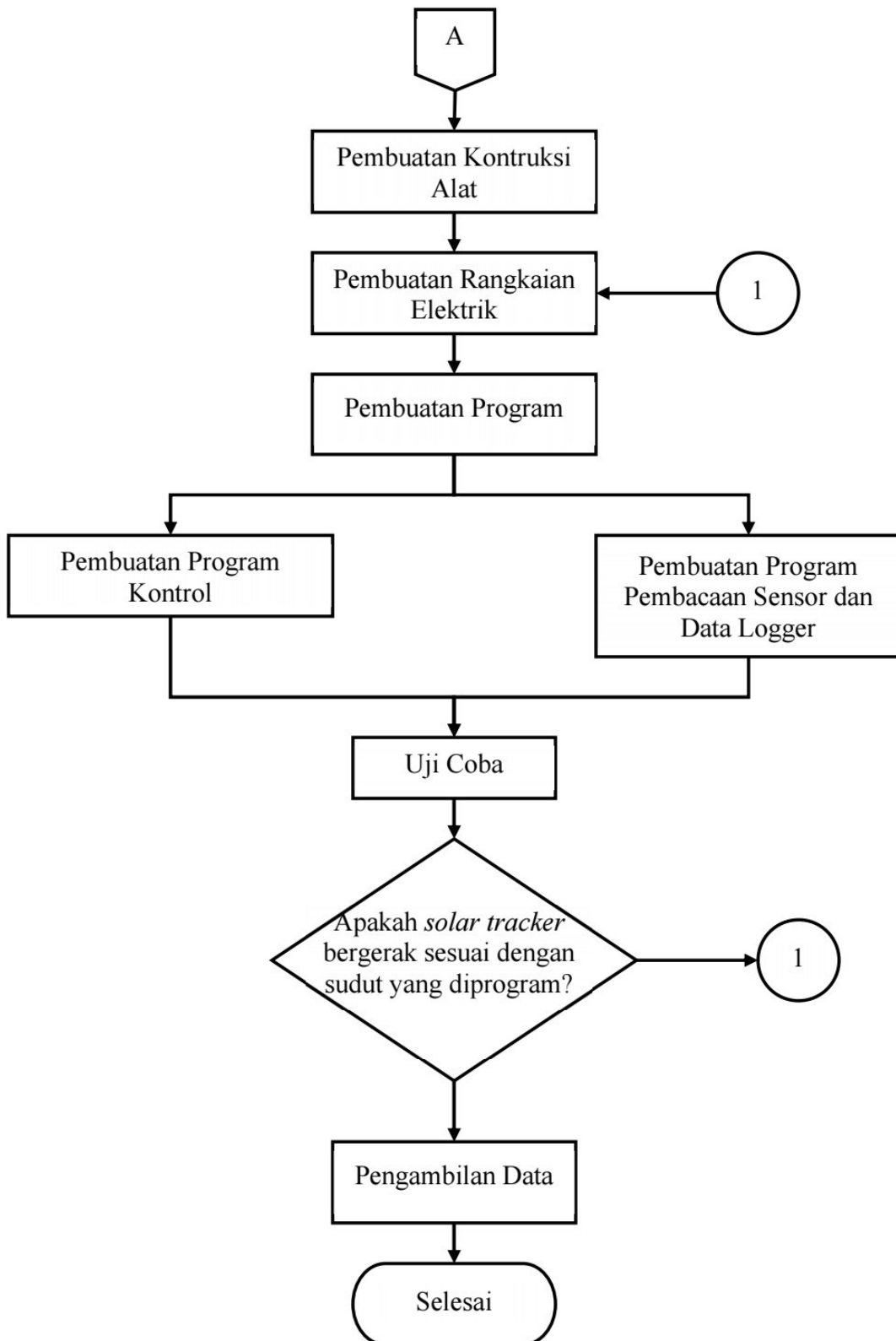
METODE PELAKSANAAN

Metode penelitian ini meliputi: pendalaman dan pemahaman literatur, memodelkan dan pembuatan *prototype* sistem, menyusun algoritma simulasi, membuat program, melakukan pengukuran, melakukan analisa dan memberi kesimpulan

3.1 *Flowchart* Pembuatan alat

Agar proyek akhir ini dapat dipahami oleh orang lain maka di perlukan *flowchat*. Pada gambar 3.1 menunjukkan *Flowchart* pembuatan alat. *Flowchart* ini merupakan langkah langkah yang digunakan untuk membuat proyek akhir ini dari awal sampai akhir.



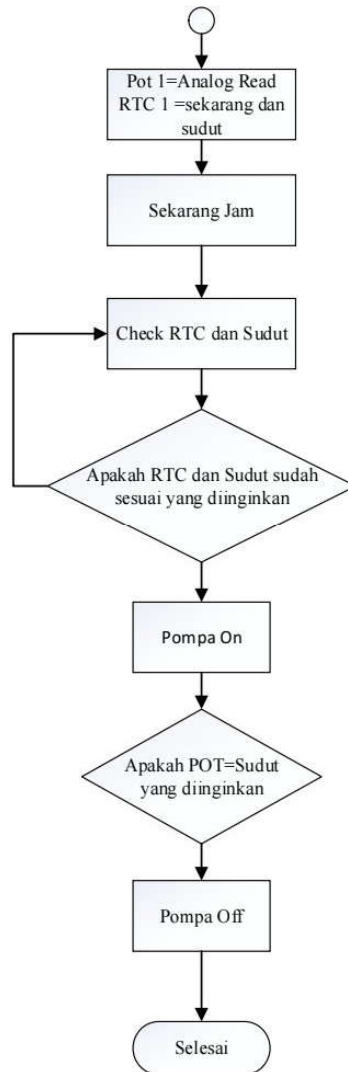


Gambar 3. 1 *Flowchart* Pembuatan alat

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.



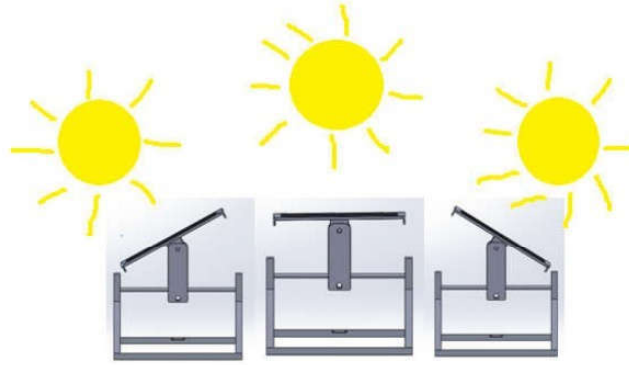


Gambar 3. 2 *Flowchart* Prinsip kerja alat

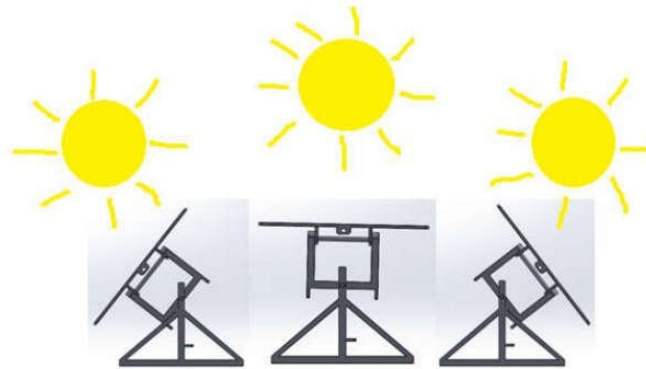
3.3 Prinsip Kerja *Solar Tracker*

Prinsip kerja dari *solar tracker 2 axis* menggunakan 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° 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° . 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 dan motor servo harus dimatikan pada pukul 17.00 dan pada saat itu juga wadah pemberat air ikut terkuras.



Gambar 3. 3 pergerakan *solar tracker* pada sumbu X



Gambar 3. 4 pergerakan *solar tracker* pada sumbu Y

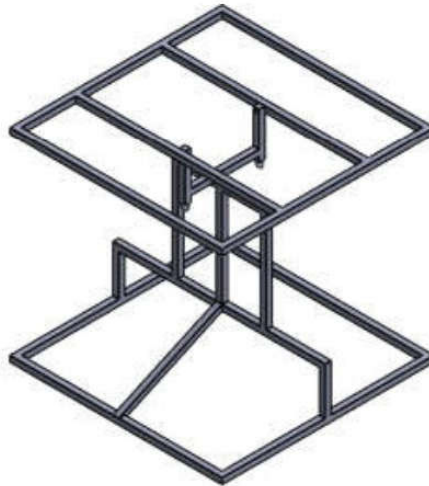
3.4 *Study Pustaka*

Study 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 jurnal dan juga konsultasi dengan dosen pembimbing. Proyek akhir ini membandingkan *solar tracker* sebelumnya yang menggunakan 1 *axis* dengan yang menggunakan 2 *axis*.

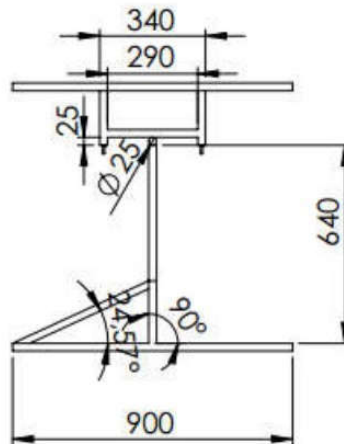
3.5 *Desain Kontruksi*

Untuk menghasikan alat yang sesuai spesifikasi yang diinginkan dalam pembuatan proyek akhir ini, maka dibutuhkan perencanaan konstruksi peralatan.

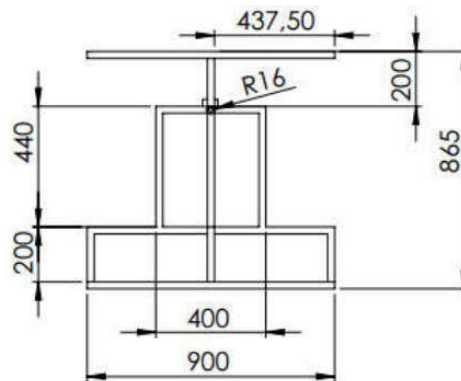
Perencanaan konstruksi peralatan ini bertujuan untuk membuat suatu gambaran dan rancangan mengenai peralatan yang akan dibuat. Desain konstruksi harus disertai dengan dimensional yang presisi agar saat pembuatan konstruksi lebih baik. Karena dengan konstruksi yang baik akan menghasilkan pergerakan yang baik juga. Berikut gambar 3.5 menunjukkan desain konstruksi 3D *solar tracker 2 axis* dengan media pemberat air. Gambar 3.6 dan Gambar 3.7 menunjukkan ukuran dari desain konstruksi untuk 2D.



Gambar 3. 5 Desain Kontruksi 3D



Gambar 3. 6 Tampak samping 2D



Gambar 3. 7 Tampak depan 2D

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

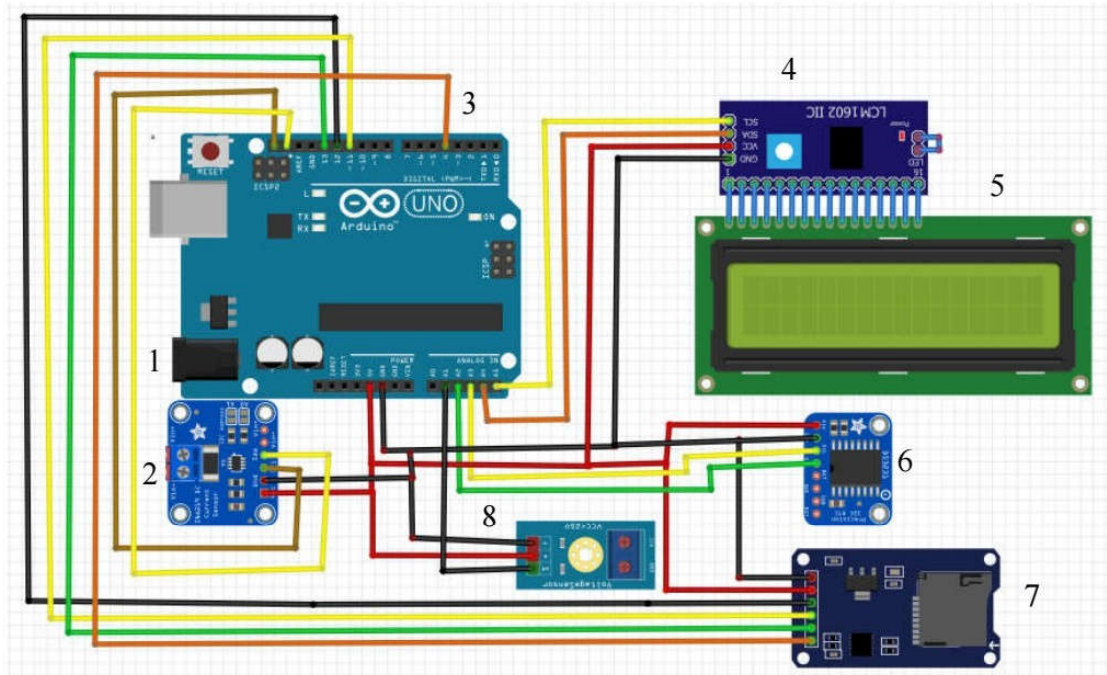
Setelah desain peralatan telah selesai maka selanjutnya tahap pembuatan konstruksi alat :

1. Pembuatan konstruksi *solar tracker*.
2. Pemasangan komponen – komponen yang digunakan dalam *box panel*.

Perancangan kontruksi *solar tracker* adalah proses pembuatan *desain solar tracker*. Pembuatan desain ini mencakup konstruksi *solar tracker* yang akan dibuat. Proses pembuatan desain dibuat secara bertahap dan dimulai dari perancangan.

3.8 Rangkaian Elektrikal

Setelah melakukan pembuatan konstruksi maka selanjutnya tahap 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 *data logger*. Pada gambar 3.9 menunjukkan desain rangkaian elektrikal.



Gambar 3. 8 Desain Rangkaian Elektrikal

Keterangan :

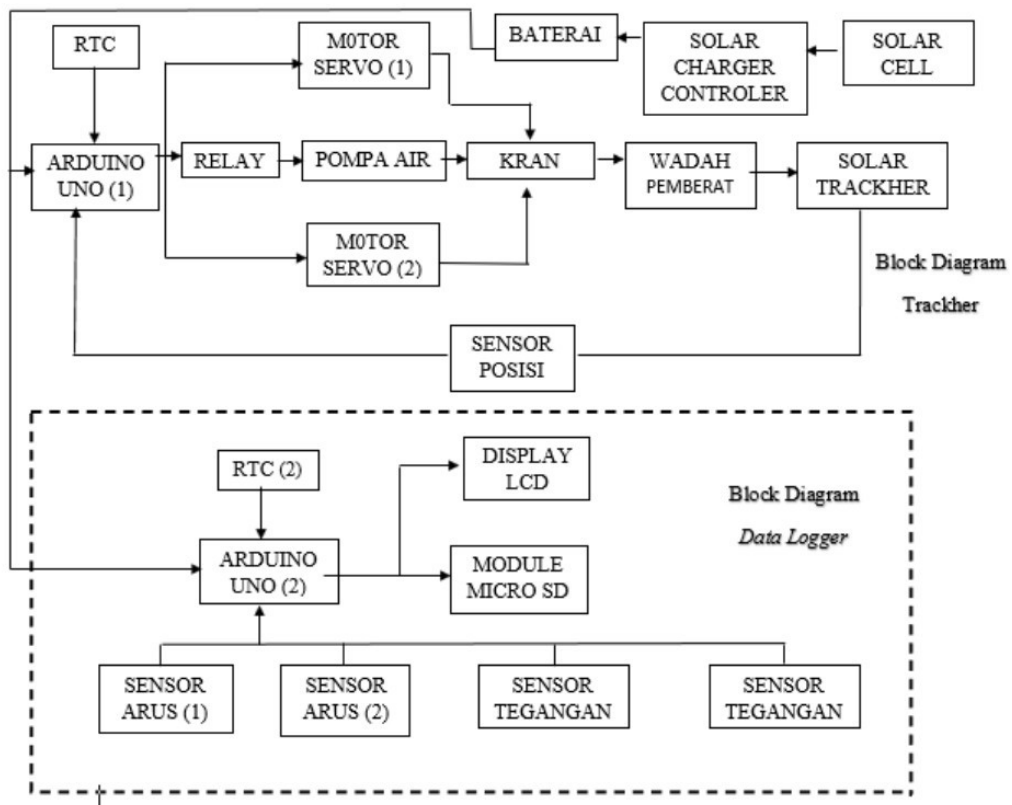
1. Tegangan *input* DC 12V dari AKI
2. Sensor INA219
3. Arduino UNO
4. I2C *serial*
5. LCD 16x2
6. RTC DS3231
7. Modul SD *card*
8. Sensor Tegangan

BAB IV PEMBAHASAN

Pada bab ini akan di bahas mengenai proses serta metode yang akan digunakan dalam pembuatan alat proyek akhir dengan judul “Rancang Bangun *Solar Tracker* Dua Axis Menggunakan Penggerak Air” yaitu sebagai berikut:

4.1 *Block Diagram Hardware*

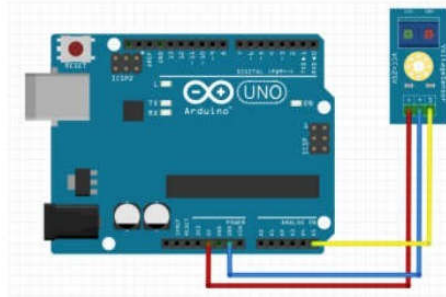
Berikut adalah *block diagram control* dan *data logger* dari *solar tracker* dua axis menggunakan penggerak air.



Gambar 4. 1 Blok Diagram

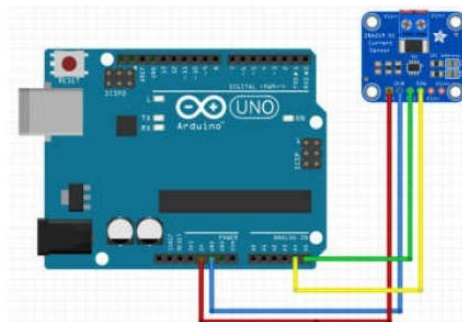
Pada *Block diagram* 4.1 input yang digunakan adalah aki. Pada proses ini Arduino Uno R3 digunakan sebagai pengolahan data yang digunakan untuk menggerakkan pompa motor air agar sudut pergerakan dari *solar tracker* agar dapat menyerap sinar matahari secara maksimal. Kemudian setelah menyesuaikan posisi

solar tracker dengan posisi yang telah diinginkan maka sinar matahari akan 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*.



Gambar 4. 2 Rangkaian Sensor Tegangan

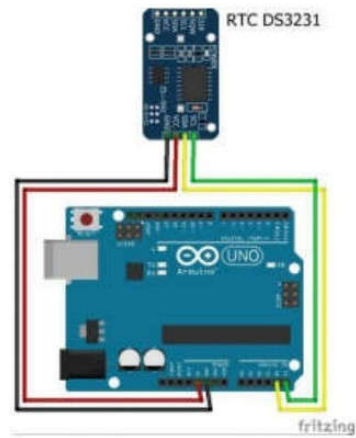
Pada gambar 4.1 menunjukkan rangkaian elektrik dari Arduino dan sensor tegangan. Pada rangkaian ini sensor tegangan digunakan untuk mengukur tegangan dari pengisian *solar cell* ke *battery* dan juga pemakaian tegangan dari pompa air yang digunakan untuk menggerakkan *solar cell*.



Gambar 4. 3 Rangkaian Sensor Arus

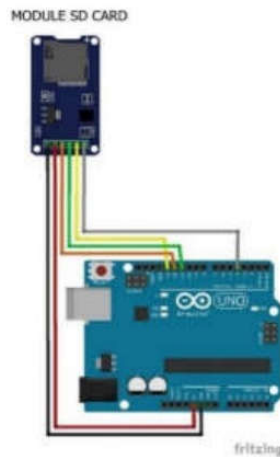
Pada gambar 4.2 menunjukkan rangkaian elektrik dari Arduino dan sensor arus INA219. Pada rangkaian ini sensor arus INA219 digunakan untuk mengukur

arus dari pengisian *solar cell* ke *battery* dan juga pemakaian arus dari pompa air yang digunakan untuk menggerakkan *solar cell*.



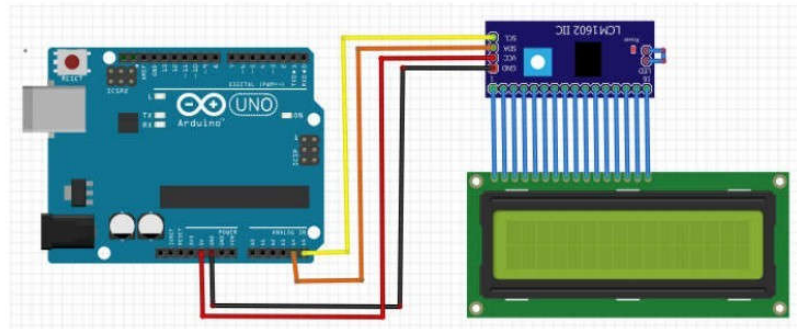
Gambar 4. 4 Rangkaian RTC DS3231

Pada gambar 4.3 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*.



Gambar 4. 5 Rangkaian Module SD Card

Pada gambar 4.4 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.



Gambar 4. 6 Rangkaian *Liquid Crystall Display*

Pada gambar 4.5 menunjukkan rangkaian dari Arduino dan *Liquid Crystall Display*. Pada rangkaian 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 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*.

4.3 Pembacaan Sensor INA 219

Pada tabel 4.1 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.

Tabel 4. 1 Pengukuran Arus Antara Alat Ukur Dan Sensor INA 219

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

4.4 Pembacaan Sensor Tegangan

Pada tabel 4.2 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. 2 Pengukuran tegangan antara alat ukur dan sensor tegangan

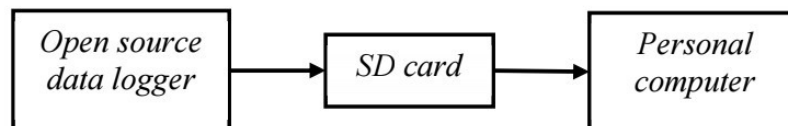
No	Beban	Pembacaan Sensor (V)	Pembacaan Alat Ukur (V)	Error(%)
1	<i>Output power supply</i>	6,01	6,10	1,47
2	<i>Output power supply</i>	6,01	6,10	1,47
3	<i>Output power supply</i>	6,01	6,10	1,47
4	<i>Output power supply</i>	6,01	6,10	1,47
5	<i>Output power supply</i>	6,01	6,10	1,47
6	<i>Output power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

4.5 Pengujian *Data Logger*

Data logger adalah sebuah alat elektronik yang mencatat data dari waktu ke waktu baik yang terintegrasi dengan sensor dan instrumen atau secara singkat *data logger* adalah alat untuk melakukan *data logging*. *Data logging* adalah proses otomatis pengumpulan dan perekaman data dari sensor untuk tujuan pengarsipan atau tujuan analisis. Berbagai macam sensor sekarang tersedia, sebagai contoh suhu, intensitas cahaya, tingkat suara, sudut rotasi, posisi, kelembaban relatif, dll. 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 per menit 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. 7 Blok diagram pengolahan *data logger*

Berikut hasil uji coba *data logger* yang telah diolah di *Microsoft Excel*. Proses pengolahan dilakukan secara manual, yaitu dengan membuka *file .TXT* dari hasil yang disimpan *module SD card* di *software Microsoft Excel* yang ditunjukkan pada tabel 4.3 dibawah ini :

Tabel 4. 3 Pengujian *data logger* pada daya *input* dan daya *output*

Pada tabel 4.3 didapatkan hasil uji coba *data logger* yang telah diolah di

Hari/Tanggal /Jam	Tegangan input (V)	Tegangan output (V)	Arus input (mA)	Arus output (mA)	Daya input (W)	Daya output (W)
Selasa,16/2/2021 12.23.40	13,36	12,96	920	347,20	17,81	2,93
Selasa,16/2/2021 12.23.45	13,75	12,96	930	346,40	18,36	2,91
Selasa,16/2/2021 12.23.50	13,73	12,96	935	346,20	18,44	2,91
Selasa,16/2/2021 12.23.55	13,17	12,96	939	347,00	18,93	2,93
Selasa,16/2/2021 12.24.00	13,17	12,96	950	346,80	19,16	2,91
Selasa,16/2/2021 12.24.5	13,14	12,96	945	346,60	19,03	2,91
Selasa,16/2/2021 12.24.10	13,14	12,96	934	346,80	18,81	2,91
Selasa,16/2/2021 12.24.15	13,14	12,96	927	346,40	18,66	2,91
Selasa,16/2/2021 12.24.20	13,12	12,96	918	346,80	18,47	2,91
Selasa,16/2/2021 12.24.25	13,09	12,96	913	347,0	18,34	2,93

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

4.6 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 4.4 dibawah ini:

Tabel 4. 4 Pengujian potensiometer sebagai sensor posisi

No	Nilai sudut <i>solar tracker</i> (derajat)	Nilai <i>analog</i> potensiometer (ADC)
1	45	86
2	36	100
3	27	114
4	18	125
5	9	146
6	0	175
7	-9	187
8	-18	197
9	-27	212
10	-36	234
11	-45	247

Pada tabel 4.4 ini hasil uji coba nilai sudut dari potensiometer 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 kompas.

4.7 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 4.5 gerak semu matahari bulan Februari tahun 2021.

Tabel 4. 5 Gerak Semu Matahari

Hari, Bulan, Tahun	Sudut Pergerakan
1 februari 2021	17,46°
2 februari 2021	17,18°
3 februari 2021	16,90 °
4 februari 2021	16,61 °
5 februari 2021	16,32 °
6 februari 2021	16,02 °
7 februari 2021	15,72 °
8 februari 2021	15,41 °
9 februari 2021	15,10 °
10 februari 2021	14,78 °
11 februari 2021	14,46 °
12 februari 2021	14,14 °
13 februari 2021	13,81 °
14 februari 2021	13,47 °
15 februari 2021	13,14 °
16 februari 2021	12,79 °
17 februari 2021	12,45 °
18 februari 2021	12,10 °
19 februari 2021	11,75 °
20 februari 2021	11,39 °
21 februari 2021	11,03 °
22 februari 2021	10,66 °
23 februari 2021	10,30 °
24 februari 2021	9,93 °
25 februari 2021	9,55 °
Hari, Bulan, Tahun	Sudut Pergerakan
26 februari 2021	9,18 °
27 februari 2021	8,8 °
28 februari 2021	8,42 °

4.8 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 :

$$P = V \times I$$

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*). Pengecasaan 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).

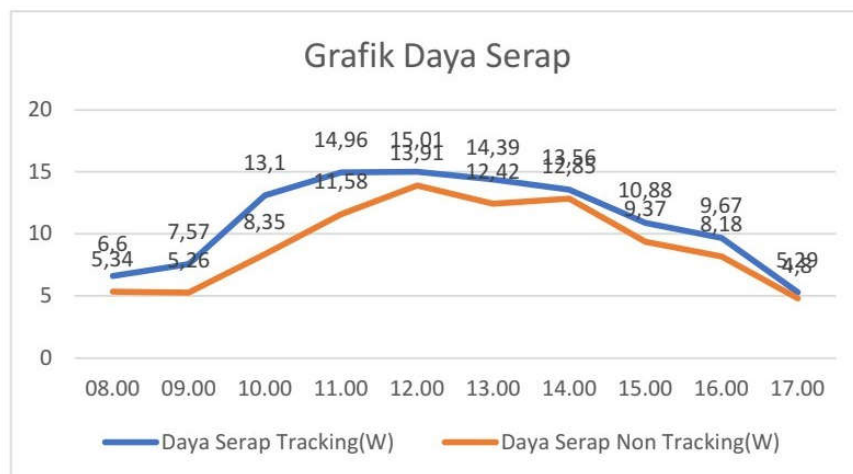
Berikut dapat dilihat pada tabel 4.6 adalah hasil data perbandingan daya yang diserap oleh *solar cell* dalam kondisi *tracking* dan *non tracking* pada percobaan pertama.

Tabel 4. 6 Perbandingan daya yang diserap panel surya pada hari ke- 1

No	JAM	Daya Serap <i>Tracking</i> (W)	Daya Serap <i>Non</i> <i>Tracking</i> (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 4.6 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 4.7 yaitu grafik daya yang diserap oleh *solar cell* dalam kondisi *tracking* dan *non tracking*.



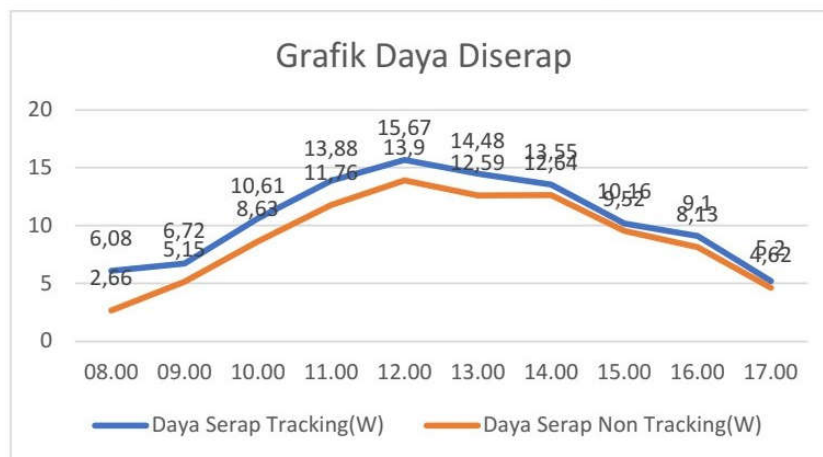
Gambar 4. 8 Grafik daya yang diserap saat *tracking* dan *non tracking* hari ke-1

Tabel 4. 7 Data perbandingan daya yang diserap panel surya pada hari ke-2

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

Pada Tabel 4.7 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 4.8 yaitu grafik daya yang diserap oleh *solar cell* dalam kondisi *tracking* dan *non tracking*.



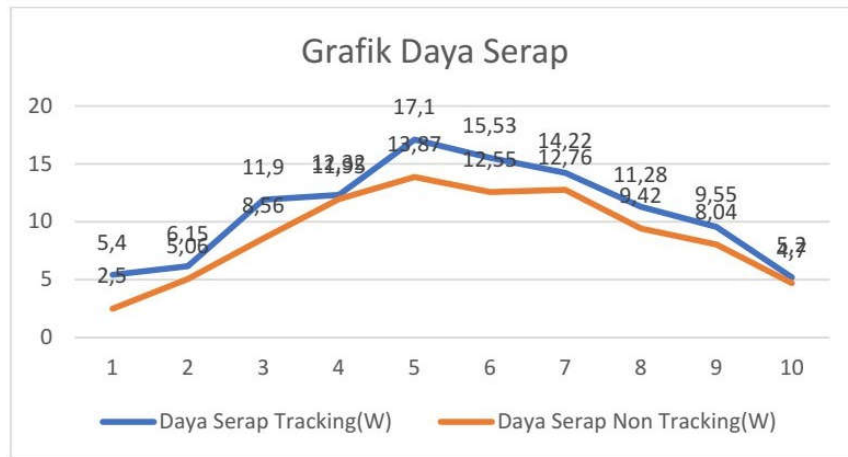
Gambar 4. 9 Grafik daya yang diserap saat *tracking* dan *non tracking* hari ke-2

Tabel 4. 8 Data perbandingan daya yang diserap panel surya pada hari ke-3

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

Pada Tabel 4.7 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 4.9 yaitu grafik daya yang diserap oleh solar cell dalam kondisi *tracking* dan *non tracking*.



Gambar 4. 10 Grafik daya yang diserap saat *tracking* dan *non tracking* hari ke-3

Tabel 4. 9 Penyerapan daya panel surya *tracking* dan *non tracking 1 axis*

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 karna *solar tracker* dua *axis* memiliki pergerakan ke arah lintang selatan dan juga lintang utara. Jadi daya yang diserap lebih banyak.

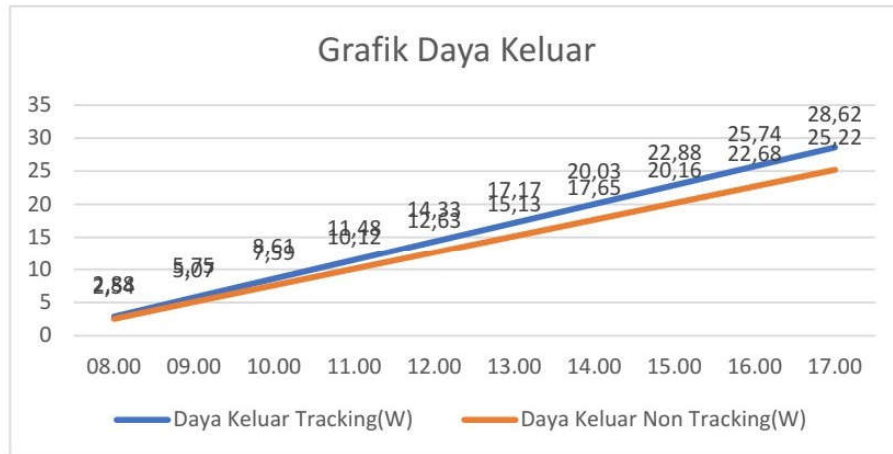
Berikut dapat dilihat pada tabel 4.10 adalah hasil data perbandingan daya yang diserap oleh *solar cell* dalam kondisi *tracking* dan *non tracking* pada percobaan pertama.

Tabel 4. 10 Perbandingan daya yang dikeluarkan oleh aki pada hari ke- 1

No	JAM	Daya Keluar <i>Tracking</i> (W)	Daya Keluar <i>Non</i> <i>Tracking</i> (W)
1	08.00	2,88	2,54
2	09.00	2,87	2,53
3	10.00	2,86	2,52
No	JAM	Daya Keluar <i>Tracking</i> (W)	Daya Keluar <i>Non</i> <i>Tracking</i> (W)
4	11.00	2,87	2,53
5	12.00	2,85	2,51
6	13.00	2,84	2,5
7	14.00	2,86	2,52
8	15.00	2,85	2,51
9	16.00	2,86	2,52
10	17.00	2,88	2,54

Pada tabel 4.10 menunjukkan hasil data perbandingan daya yang dikeluarkan oleh aki pada percobaan pertama. Dari hasil data perbandingan daya

yang dikeluarkan oleh aki antara *tracking* dan *non tracking* tidak terlalu jauh berbeda dan hanya berada pada kisaran kurang lebih 0,34 watt / jam dan persentase perbandingan rata – rata sekitar 1,33%. Dapat dilihat pada gambar 4.10 yaitu grafik data keluar total *non tracking* dan *tracking* yang telah dikeluarkan oleh aki pada percobaan pertama.

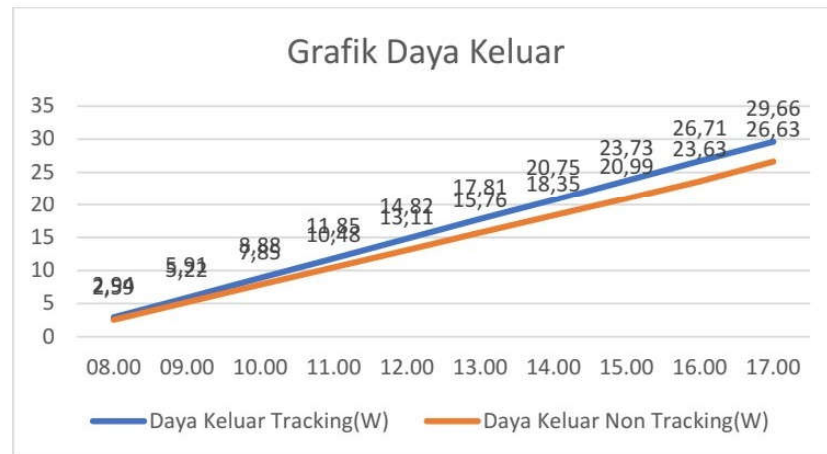


Gambar 4. 11 Grafik daya yang dikeluarkan aki pada hari ke-1

Tabel 4. 11 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 4.11 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 4.11 yaitu menunjukkan grafik daya keluar total *tracking* dan *non tracking*.

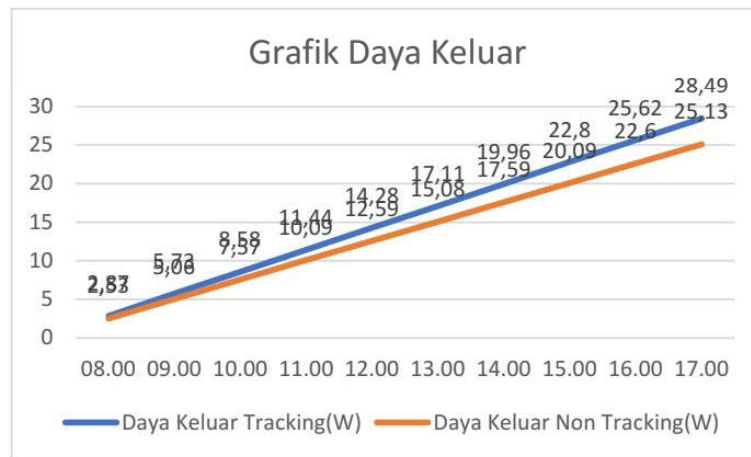


Gambar 4. 12 Grafik daya yang dikeluarkan aki pada hari ke-2

Tabel 4. 12 Perbandingan daya yang dikeluarkan oleh aki pada hari ke - 3

No	JAM	Daya Keluar <i>Tracking</i> (W)	Daya Keluar <i>Non</i> <i>Tracking</i> (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 4.12 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 4.12 daya keluar total *tracking* dan *non tracking* yang telah dikeluarkan oleh aki.



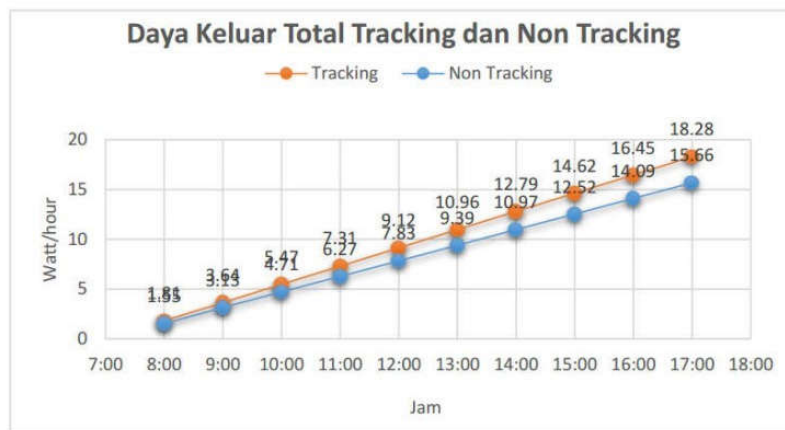
Gambar 4. 13 Grafik daya yang dikeluarkan aki pada hari ke- 3

Tabel 4. 13 Perbandingan daya yang digunakan aki pada *Solar Tracker 1 axis*

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
----	-------	------	------

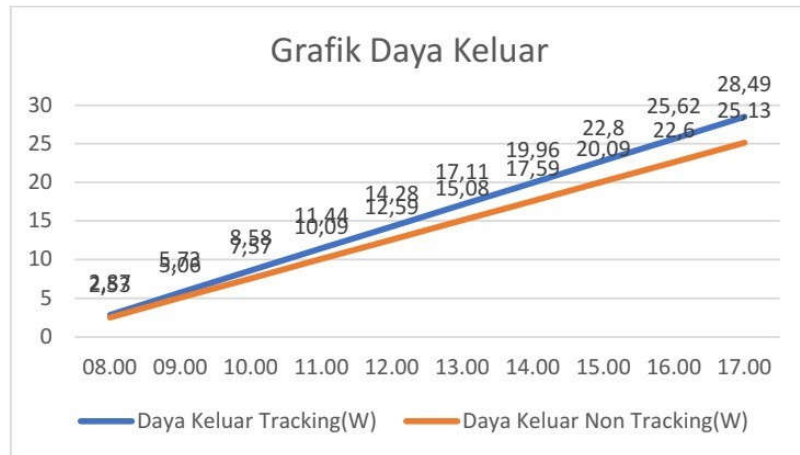
Berdasarkan Tabel 4.13 diatas, didapatkan grafik perbandingan daya yang dikeluarkan oleh *solar tracker* 1 axis yang menunjukkan perbandingan daya yang dikeluarkan oleh aki pada saat posisi *tracking* dan pada saat posisi *non tracking*. Pada gambar 4.14 perbandingan daya yang dikeluarkan oleh aki saat posisi *tracking* dan *non tracking*.



Gambar 4. 14 Grafik daya yang dikeluarkan aki pada posisi *tracking* 1 axis

Tabel 4. 14 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



Gambar 4. 15 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 daya dari sinar matahari yang diserap lebih besar dibandingkan dengan penyerapan daya dari sinar matahari pada *Solar Tracker 1 axis*.
3. Daya yang diserap saat kondisi *tracking 2 axis* lebih optimal sebesar 1,08% dibandingkan dengan kondisi *tracking 1 axis*.
4. Berdasarkan hasil uji coba daya yang dipakai dari aki lebih banyak pada *solar tracker 2 axis* dibandingkan dengan *solar tracker 1 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. Penambahan *bearing* pada *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.. [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

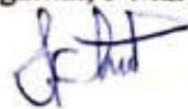
Nama : Muhammad Ifdansyah
Tempat, Tanggal lahir : Pangkalpinang, 10 Juli 1999
Alamat rumah : JL. KH. Abdul Hamid NO.178
Hp : 085783887041
Email : mhd.ifdansyah@gmail.com
Jenis kelamin : Laki-laki
Agama : Islam



2. Riwayat Pendidikan

SD Negeri 51 Paangkalpinang (2005-2011)
SMP Negeri 3 Pangkalpinang (2011-2014)
SMK Negeri 2 Pangkalpinang (2014-2017)

Sungailiat, 5 Maret 2021



Muhammad Ifdansyah

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Data Pribadi

Nama : Sopian Arif
Tempat, Tanggal lahir : Nibung Koba, 16 Juni 1999
Alamat rumah : Desa Nibung Koba
Hp : 085273892546
Email : sopianarif99@gmail.com
Jenis kelamin : Laki-laki
Agama : Islam



2. Riwayat Pendidikan

SD Negeri 7 Koba (2005-2011)
SMP Negeri 1 Koba (2011-2014)
SMK Negeri 2 Koba (2014-2017)

Sungailiat, 5 Maret 2021


Sopian Arif

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);
}

```