

**RANCANG BANGUN *SINGLE AXIS SOLAR TRACKER WATER  
HEATER***

**LAPORAN PROYEK AKHIR**

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



Disusun Oleh :

Andre Syaputra	NIM	0031831
Suhesti	NIM	0031856

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI  
BANGKA BELITUNG**

**2021**

## LEMBAR PENGESAHAN

### RANCANG BANGUN *SINGLE AXIS SOLAR TRACKER WATER HEATER*

Oleh:

Andre Syaputra/0031831

Suhesti/0031856

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

Menyetujui,

Pembimbing 1



Ocsirendi, M.T

Pembimbing 2



Yudhi, M.T

Penguji 1



Muhammad Iqbal Nugraha, M.Eng

Penguji 2



Zanu Saputra, M.Tr.T

## PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa 1 : Andre Syaputra                      NIM : 0031831

Nama Mahasiswa 2 : Suhesti                                NIM : 0031856

Dengan Judul : Rancang Bangun *Single Axis Solar Tracker Water Heater*

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

Sungailiat, 01 Juni 2021

Nama Mahasiswa

Tanda Tangan

1. Andre Syaputra

  
.....

2. Suhesti

  
.....

## ABSTRAK

*Indonesia merupakan negara yang beriklim tropis di mana matahari bersinar sepanjang tahun sehingga matahari dapat dimanfaatkan sebagai alternatif sumber energi. Energi matahari dapat dimanfaatkan sebagai pemanas air alami. Mengingat air panas sudah menjadi kebutuhan sehari-hari, oleh karena itu perlu inovasi yang dapat menyediakan air panas. Maka untuk mengatasi hal tersebut dirancang sebuah alat berupa Single Axis Solar Tracker Water Heater. Solar Tracker Water Heater (STWH) merupakan sebuah alat yang dapat memanaskan air dengan memanfaatkan energi matahari dengan kolektor pelat datar berbentuk zig-zag sebagai pengumpul panas dan dapat mengikuti perubahan arah matahari agar tegak lurus terhadap permukaan kolektor pelat. Dalam pembuatan alat ini jumlah air yang dapat ditampung sebanyak 30 liter, kolektor pelat datar dengan ukuran 90x90 cm dan pipa tembaga berdiameter 0,25 inch. Alat ini menggunakan sensor ultrasonik untuk membaca volume air dalam tangki air, sensor LDR sebagai input pergerakan tracker dan sensor DS18B20 untuk membaca nilai suhu. Hasil dari pembacaan suhu akan ditampilkan pada LCD dan smartphone. Hasil yang didapatkan pada proyek akhir ini yaitu pergerakan solar tracker bekerja menyesuaikan sudut yang berbanding lurus dengan arah datangnya matahari, alat ini menggunakan 2 sistem kerja yaitu continue dan delay, pembacaan suhu air yang dihasilkan mencapai 49,78 °C pada sistem continue dan 43,58 °C yang terukur pada sistem delay.*

**Kata kunci :** energi matahari, kolektor pelat, pemanas air, sensor suhu DS18B20

## **ABSTRACT**

*Indonesia is a country with a tropical climate where the sun shines throughout the year so the sun can be used as an alternative energy source. Solar energy can be used as a natural water heater. Considering that hot water has become a daily necessity, therefore it is necessary to innovate that can provide hot water. So to overcome this, a tool is designed in the form of a Single Axis Solar Tracker Water Heater. Solar Tracker Water Heater (STWH) is a device that can heat water by utilizing solar energy with a zig-zag flat plate collector as a heat collector and can follow the changing direction of the sun so that it is perpendicular to the surface of the plate collector. In the manufacture of this tool the amount of water that can be accommodated is 30 liters, a flat plate collector with a size of 90x90 cm and a copper pipe with a diameter of 0.25 inch. This tool uses an ultrasonic sensor to read the volume of water in the water tank, an LDR sensor as an input for the movement of the tracker and a DS18B20 sensor to read the temperature value. The results of the temperature readings will be displayed on the LCD and smartphone. The results obtained in this final project are that the movement of the solar tracker works to adjust the angle that is directly proportional to the direction of the sun, this tool uses 2 working systems, namely continue and delay, the resulting water temperature reading reaches 49.78°C on the continuous system and 43.58°C on the system delay.*

**Keywords** : plate collector, solar energy, temperature sensor DS18B20, water heater

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan proyek akhir yang berjudul Rancang Bangun *Single Axis Solar Tracker Water Heater* dengan baik dan tepat pada waktunya. Adapun proyek akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan dan kewajiban mahasiswa untuk menyelesaikan program Diploma III di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

Dalam proyek akhir ini penulis membuat sebuah alat pemanas air dengan memanfaatkan cahaya matahari sebagai sumber energi panasnya menggunakan kolektor pelat datar berbentuk zig-zag dengan pergerakan satu *axis* untuk mengikuti pergerakan arah matahari.

Penulis mengakui bahwa selesainya proyek akhir ini tidak lepas dari bantuan dan dukungan banyak pihak dalam membuat alat maupun menyelesaikan karya tulis proyek akhir ini. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Orang tua serta keluarga yang selalu memberikan kasih sayang, doa, serta dukungan.
2. Bapak I Made Andik Setiawan, M.Eng, Ph.D, selaku Direktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
3. Bapak Muhammad Iqbal Nugraha, M.Eng, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro dan Informatika Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
4. Bapak Ocsirendi, M.T, selaku Kepala Program Studi DIII Teknik Elektronika Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung sekaligus pembimbing 1 dalam proyek akhir ini.
5. Bapak Yudhi, M.T, selaku pembimbing 2 dalam Proyek akhir ini.
6. Bapak Dr. Drs. Parulian Silalahi, M.Pd, selaku dosen wali kelas III EB.
7. Seluruh staf pengajar dan karyawan di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
8. Rekan-rekan mahasiswa tingkat akhir Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

9. Teman-teman yang telah ikut mendukung dan memberikan bantuan serta masukan dalam pembuatan proyek akhir ini.
10. Pihak-pihak lain yang telah memberikan bantuan secara langsung maupun tidak langsung yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan proyek akhir ini masih jauh dari kata sempurna, untuk itu penulis sangat mengharapkan kritik, saran, dan masukan yang bersifat membangun dari pembaca agar dapat menunjang pengembangan dan perbaikan selanjutnya. Demikian laporan ini dibuat dan semoga laporan ini dapat bermanfaat serta menambah wawasan bagi pembaca.

Sungailiat, 19 Agustus 2021

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT</b> .....	iii
<b>ABSTRAK</b> .....	iv
<b>ABSTRACT</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiv
<b>BAB I</b> .....	1
<b>PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Proyek Akhir.....	2
<b>BAB II</b> .....	3
<b>DASAR TEORI</b> .....	3
2.1 Solar Water Heater .....	3
2.1.1 Kolektor Matahari Pelat Datar .....	4
2.2 <i>Arduino Mega 2560</i> .....	6
2.3 <i>LCD (Liquid Crystal Display)</i> .....	7
2.4 <i>NodeMCU ESP8266</i> .....	8
2.5 Sensor Suhu DS18B20 .....	8
2.6 Modul <i>Relay Time Clock (RTC)</i> .....	9
2.7 Modul <i>SD Card</i> .....	10
2.8 Sensor <i>Light Dependent Resistor (LDR)</i> .....	10
2.9 Pompa Air <i>DC</i> .....	11



2.10	Aktuator.....	12
2.11	Modul Relay.....	12
2.12	Sensor Ultrasonik.....	13
2.13	<i>Push Button</i> .....	13
2.14	Pipa Tembaga.....	14
<b>BAB III.....</b>		15
<b>METODE PELAKSANAAN .....</b>		15
3.1	Pengumpulan Data dan Informasi.....	16
3.2	Konsep Perancangan .....	17
3.3	Pembelian Alat dan Bahan.....	18
3.4	Pembuatan Kontruksi Alat.....	18
3.5	Pembuatan Rangkaian Elektrik.....	18
3.6	Pembuatan Program.....	19
3.7	Pengujian Alat.....	20
3.8	Pengambilan Data .....	20
3.9	Pembuatan Laporan.....	20
<b>BAB IV .....</b>		21
<b>PEMBAHASAN .....</b>		21
4.1	Deskripsi Alat .....	21
4.2	Perencanaan dan Pembuatan <i>Hardware</i> .....	22
4.2.2	Perencanaan dan Pembuatan <i>Hardware</i> Secara Elektrik.....	29
4.3	Pengujian Komponen Elektrik.....	29
4.3.1	Pengujian Sensor Suhu DS18B20.....	29
4.3.2	Pengujian Sensor Ultrasonik.....	32
4.3.3	Pengujian Potensiometer.....	34
4.3.4	Pengujian <i>Real Time Clock</i> (RTC).....	35
4.3.5	Pengujian <i>SD Card</i> .....	37
4.3.6	<i>Setting</i> dan Pengujian <i>Software</i> Blynk.....	38
4.4	Cara Sistem Kerja .....	42
4.5	Pengujian Sistem <i>Continue</i> Pada Hari Pertama Secara Keseluruhan .....	44
4.6	Pengujian Sistem <i>Continue</i> Pada Hari Kedua Secara Keseluruhan .....	46
		ix

4.7	Pengujian Sistem <i>Delay</i> Pada Hari Pertama Secara Keseluruhan .....	47
4.8	Pengujian Sistem <i>Delay</i> Pada Hari Kedua Secara Keseluruhan .....	49
4.9	Rata-Rata Nilai Suhu Pada Sistem Kerja <i>Continue</i> dan <i>Delay</i> .....	50
4.9.1	Rata-Rata Nilai Suhu Pada Sistem Kerja <i>Continue</i> .....	50
4.9.2	Rata-Rata Nilai Suhu Pada Sistem Kerja <i>Delay</i> .....	52
4.10	Perbandingan Data <i>Solar Water Heater</i> dan <i>Solar Tracker Water Heater</i> ..	53
4.11	Perhitungan Perpindahan Panas Konveksi.....	56
<b>BAB V</b> .....		60
<b>PENUTUP</b> .....		60
5.1.	Kesimpulan .....	60
5.2.	Saran.....	61
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....		62
<b>LAMPIRAN</b>		

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Solar Water Heater</i> .....	3
Gambar 2.2 <i>Arduino Mega 2560</i> .....	7
Gambar 2.3 <i>Liquid Crystal Display (LCD)</i> .....	7
Gambar 2.4 <i>NodeMCU ESP8266</i> .....	8
Gambar 2.5 Sensor Suhu DS18B20.....	9
Gambar 2.6 Modul <i>Relay Time Clock (RTC)</i> .....	9
Gambar 2.7 Modul <i>SD Card</i> .....	10
Gambar 2.8 Sensor <i>Light Dependent Resistor (LDR)</i> .....	11
Gambar 2.9 Pompa Air <i>DC</i> .....	11
Gambar 2.10 Aktuator.....	12
Gambar 2.11 Modul <i>Relay</i> .....	12
Gambar 2.12 Sensor Ultrasonik .....	13
Gambar 2.13 <i>Push Button</i> .....	13
Gambar 2.14 Pipa Tembaga.....	14
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Pembuatan Alat Proyek Akhir.....	18
Gambar 4.1 Kontruksi Alat.....	21
Gambar 4.2 Blok Diagram Sistem Elektrik .....	22
Gambar 4.3 <i>Tempat Penyimpanan Tangki Air</i> .....	24
Gambar 4.4 Pemasangan <i>Solar Tracker</i> .....	25
Gambar 4.5 Tempat Penyimpanan Tangki Air .....	25
Gambar 4.6 Meja Dorong .....	26
Gambar 4.7 Pemasangan Pompa Air .....	26
Gambar 4.8 Pemasangan Sensor Suhu DS18B20 Pada Kolektor Pelat.....	27
Gambar 4.9 Pemasangan Sensor Suhu DS18B20 Pada Tangki Air.....	27
Gambar 4.10 Pemasangan Sensor Ultrasonik .....	27
Gambar 4.11 Pemasangan sensor LDR.....	28
Gambar 4.12 Pemasangan Aktuator.....	28
Gambar 4.13 Pengujian Sensor Suhu DS18B20.....	29

Gambar 4.14 Hasil Pengujian Sensor Suhu DS18B20 .....	30
Gambar 4.15 Skematik Sensor Ultrasonik .....	32
Gambar 4.16 Skematik <i>Real Time Clock</i> (RTC).....	36
Gambar 4.17 Hasil dari Pengujian <i>Real Time Clock</i> (RTC).....	37
Gambar 4.18 Skematik pengujian <i>SD Card</i> .....	38
Gambar 4.19 Hasil Penyimpanan <i>SD Card</i> .....	38
Gambar 4.20 <i>Setting Gauge</i> Suhu Pelat.....	39
Gambar 4.21 <i>Setting Gauge</i> Suhu.....	39
Gambar 4.22 <i>Setting SuperChart (Data Logger)</i> .....	40
Gambar 4.23 Skematik rangkaian <i>NodeMCU ESP8266</i> .....	40
Gambar 4.24 Hasil <i>Monitoring</i> Suhu Pada <i>Smartphone</i> .....	41
Gambar 4.25 <i>Flowchart</i> Sistem Kerja Alat .....	42
Gambar 4.26 Bentuk Fisik <i>Solar Tracker Water Heater</i> .....	44
Gambar 4.27 Grafik Data Hasil Pembacaan suhu dengan Sistem <i>Continue</i> .....	45
Gambar 4.28 Grafik Data Hasil Pembacaan Suhu dengan Sistem <i>Continue</i> .....	47
Gambar 4.29 Grafik Data Hasil Pembacaan Suhu dengan Sistem <i>Delay</i> .....	48
Gambar 4.30 Grafik Data Hasil Pembacaan Suhu dengan Sistem <i>Delay</i> .....	50
Gambar 4.31 Grafik Rata-Rata Nilai Suhu pada Sistem <i>Continue</i> .....	51
Gambar 4.32 Grafik Rata-Rata Nilai Suhu pada Sistem <i>Delay</i> .....	52
Gambar 4.33 Grafik Rata-Rata Nilai Suhu pada Sistem <i>Continue</i> .....	54
Gambar 4.34 Grafik Rata-Rata Nilai Suhu pada Sistem <i>Delay</i> .....	55

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Konduksi Termal.....	14
Tabel 4.1 Data Pengukuran Sensor DS18B20 .....	31
Tabel 4.2 Data Pengukuran Sensor Ultrasonik dengan Penggaris .....	33
Tabel 4.3 Data Pengukuran Potensiometer dengan Penggaris Busur .....	35
Tabel 4.4 Data Hasil Pembacaan Suhu dengan Sistem <i>Continue</i> .....	44
Tabel 4.5 Data Hasil Pembacaan Suhu dengan Sistem <i>Continue</i> .....	46
Tabel 4.6 Data Hasil Pembacaan Suhu dengan Sistem <i>Delay</i> .....	47
Tabel 4.7 Data Hasil Pembacaan Suhu dengan Sistem <i>Delay</i> .....	49
Tabel 4.8 Data Hasil Rata-Rata Nilai Suhu dengan Sistem <i>Continue</i> .....	51
Tabel 4.9 Data Hasil Rata-Rata Nilai Suhu dengan Sistem <i>Delay</i> .....	52
Tabel 4.10 Data Pengujian Solar Water Heater Secara <i>Continue</i> .....	53
Tabel 4.11 Data Pengujian <i>Solar Water Heater</i> Secara <i>Delay</i> .....	54

## **LAMPIRAN**

Lampiran 1

Lampiran 2

Lampiran 3

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang terletak di garis khatulistiwa dan beriklim tropis sehingga matahari bersinar sepanjang tahun. Kondisi ini dapat menjadikan matahari sebagai alternatif sumber energi masa depan. Energi matahari adalah lebih baik dari segi ekonomi, kelangsungan kelestarian dan amalnya[1]. Oleh karena itu, energi matahari dapat dimanfaatkan secara berkala untuk berbagai pengaplikasian kebutuhan sehari-hari dengan mengubah sinar matahari menjadi energi panas. Salah satu contoh pemanfaatan energi matahari yaitu untuk memanaskan air.

Alternatif untuk memenuhi kebutuhan air panas dengan menggunakan energi matahari untuk meningkatkan efektivitas pemanfaatan cahaya matahari. Pemanas air alami yang menggunakan cahaya matahari yang berada di pasaran memiliki kendala utama biayanya yang cukup mahal. Maka dari itu, perlu sebuah inovasi yang dapat meminimalisir persoalan tersebut, salah satu contohnya yaitu *solar water heater*.

*Solar Water Heater* (SWH) merupakan suatu alat yang memanfaatkan panas dari cahaya matahari untuk menaikkan suhu air, dengan menggunakan pengumpul panas menggunakan kolektor pelat. Dari penelitian tentang *solar water heater* dengan kolektor pelat datar berbentuk spiral dengan pemasangan secara statis [2] menyebabkan *solar water heater* tersebut tidak dapat menyerap energi matahari secara optimal dikarenakan matahari selalu bergerak.

Oleh sebab itu, diperlukan upaya untuk mengarahkan permukaan kolektor pelat agar selalu tegak lurus terhadap cahaya matahari. Dengan menggunakan *solar tracker*, energi matahari dapat diserap lebih optimal dibandingkan dengan tanpa menggunakan *solar tracker*[3].

Dari hasil penelitian tersebut, pada proyek akhir ini akan dibuat alat yang dapat memanaskan air dengan memanfaatkan energi matahari serta memaksimalkan

penyerapan energi panas dari cahaya matahari secara optimal menggunakan kolektor pelat datar berbentuk zig-zag dengan pergerakan satu *axis* untuk mengikuti perubahan arah matahari, serta untuk memudahkan pengguna *monitoring* pembacaan suhu air hasil proses pemanasan maka dibuat berbasis *IoT*.

## 1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada proyek akhir ini sebagai berikut :

1. Bagaimana cara untuk merancang dan membuat alat yang dapat memanaskan air dengan memanfaatkan panas dari cahaya matahari?
2. Bagaimana cara membuat alat yang mampu untuk memaksimalkan penyerapan panas dari cahaya matahari?
3. Bagaimana perbandingan data hasil percobaan antara *solar water heater* statis menggunakan kolektor pipa spiral dengan *solar tracker water heater* menggunakan kolektor pipa zig-zag?

## 1.3. Batasan Masalah

Berikut batasan masalah dari proyek akhir ini

1. Ukuran kerangka *solar water heater* dibatasi dengan dimensi 100 cm x 100 cm dan ukuran solar kolektor dibatasi dengan dimensi 90 cm × 90 cm serta kapasitas tangki air ±30 liter
2. Pergerakan *solar tracker* berdasarkan dari pembacaan sensor LDR.
3. Pergerakan aktuator dimulai dari pukul 08.00 WIB sampai 16.00 WIB.

## 1.4 Tujuan Proyek Akhir

1. Membuat rancang alat yang dapat memanaskan air dengan memanfaatkan energi panas dari cahaya matahari (*solar water heater*).
2. Membuat alat yang mampu memaksimalkan penyerapan energi panas dari cahaya matahari.
3. Mendapatkan data hasil analisa dan perbandingan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai suhu tertentu antara *solar water heater* menggunakan kolektor pipa spiral dengan *solar tracker water heater* menggunakan kolektor pipa zig-zag.



## **BAB II**

### **DASAR TEORI**

#### **2.1 *Solar Water Heater***

*Solar water heater* atau pemanas air tenaga matahari merupakan sistem dengan memanfaatkan radiasi sinar matahari sebagai sumber energi utama menghasilkan energi panas. Ketika cahaya matahari mengenai alat pemanas air tenaga matahari, sebagian cahaya akan dipantulkan ke lingkungan, sedangkan sebagian akan diserap dan dikonversi menjadi energi panas, kemudian panas tersebut dipindahkan kepada fluida yang bersirkulasi di dalam pipa pemanas air, sehingga terjadi peningkatan suhu pada air. Berikut bentuk fisik *Solar Water Heater* dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2. 1 *Solar Water Heater* [4]

*Solar water heater* dibagi atas 2 jenis, yakni *solar water heater* pasif dan *solar water heater* aktif, mengingat bagaimana cara kerjanya pada kedua jenis tersebut[5]. Secara garis besar, sistem pemanas *Solar water heater* dibagi atas tiga bagian utama yaitu:

1. Pengumpul matahari berupa kolektor yang berfungsi menyerap dan mentransferkan energi radiasi matahari menjadi energi termal pada fluida kerja.

2. Sistem pipa pengalir atau saluran fluida kerja sebagai penghubung antara kolektor pengumpul panas dengan tangki penyimpanan.
3. Tangki penyimpanan fluida, bagian dari alat sebagai tempat penampung air panas.

Berdasarkan pada seberapa besar tingkat temperatur yang ditentukan, bentuk kolektor pengumpul panas sendiri dapat dikelompokkan menjadi 2 bagian sebagai berikut :

1. Pengumpul bersifat pemusat dengan pemusatan rendah kisaran  $80^{\circ}\text{C}$  hingga  $150^{\circ}\text{C}$ .
2. Pengumpul berbentuk pelat datar untuk kisaran temperatur suhu  $80^{\circ}\text{C}$  kebawah.

### **2.1.1 Kolektor Matahari Pelat Datar**

*Solar water heater* umumnya terbentuk dari selebar bahan konduktif termal pada kolektor pengumpul panas yang dikombinasikan dengan pipa-pipa pembawa fluida transmisi energi panas. Radiasi matahari yang ditransmisikan dengan pipa-pipa pengalir dikonversikan menjadi panas pada kolektor plat tersebut. Hal-hal yang harus diperhatikan pada material penyerap dan pipa pengalir sebagai berikut :

- A. Absorbsivitas yang tinggi
- B. Konduktivitas yang tinggi
- C. Tahan terhadap kondisi dan temperatur tinggi

Untuk pipa pengalir sebagai fluida kerja, dapat menggunakan bahan-bahan terbuat dari bahan logam seperti: alumunium, tembaga, kuningan, dan baja. Sedangkan untuk kolektor pengumpulnya, pastikan menggunakan bahan penyerap panas seperti alumunium dan tembaga. Pasda penelitian sebelumnya menyimpulkan bahwasannya semakin tebal pelat penyerap dan semakin rapat jarak antar pipa, maka akan semakin besar efisiensi kolektor. Pipa kolektor difungsikan sebagai media transmisi panas dari radiasi panas matahari yang diterima ke aliran air sedangkan untuk kolektor pelat yang membantu mengumpulkan radiasi panas matahari dan menghantarkannya ke pipa kolektor [6].

Persamaan dasar konsep perpindahan panas konduksi menggunakan hukum

Fourier. Hukum Fourier dinyatakan sebagai berikut [7]

$$qk = -kA(dT/dX) \quad (2.1)$$

atau

$$qk/A = k[-dT/dX] \quad (2.2)$$

Dimana :

T = Suhu, °C (°F)

X = Jarak/tebal dinding, m (ft)

A = Luas dinding, m<sup>2</sup> (ft<sup>2</sup>)

K = Konduktivitas termal, W/m. °C (Btu/h.ft.°F) (Konstanta proporsional)

qk = Laju perpindahan konduksi panas, Watt (Btu/h)

qkA = Laju perpindahan panas per satuan luas (*heat flux*) W/m<sup>2</sup> (Btu/h. ft<sup>2</sup>)

Untuk mengetahui nilai perpindahan panas konduksi pada pipa dapat digunakan persamaan sebagai berikut :

$$qk = -KA(dT/dR) \quad (2.3)$$

r adalah jari-jari dan L panjang silinder

$$A = 2\pi \times r \times L \quad (2.4)$$

Dimana:

dT = Perubahan suhu dari fluida dingin ke fluida panas (°C)

dR = Perbandingan jari-jari silinder bagian luar dan dalam (m)

A = Luas permukaan penampang silinder atau pipa (m<sup>2</sup>)

r = Jari-jari silinder atau pipa (m)

L = Panjang silinder atau pipa (m)

Jadi perpindahan panas radiasi tidak memerlukan media untuk proses perpindahan panas agar dapat berlangsung. Persamaan umum konsep perpindahan panas radiasi menggunakan hukum Stefan Boltzman. Hukum Stefan Boltzman dinyatakan sebagai berikut :

$$qr = \varepsilon \sigma AT^4 \quad (2.5)$$

Dimana :

ε = Emisivitas

T = Suhu absolute benda, K (°R)

A = Luas permukaan, m<sup>2</sup> (ft<sup>2</sup>)

$q_r$  = Laju perpindahan radiasi, Watt (Btu/h)

$\sigma$  = Konstanta Stefan-Boltzman,  $5,669 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$  ( $0,1713 \times 10^{-8} \text{ Btu/h} \cdot \text{ft}^2 \cdot \text{R}^4$ ) (konstanta proporsionalitas)

Untuk benda hitam, emisivitasnya bernilai satu, sedangkan untuk benda abu-abu, nilai emisivitasnya selalu lebih dari satu.

Adapun efisiensi perpindahan panas pipa tembaga pada kolektor pemanas air tenaga matahari untuk memanaskan air sebanyak 30 liter dapat digunakan persamaan sebagai berikut :

$$\eta = ((T_{out} - T_{in}) / T_{in}) \times 100\% \quad (2.6)$$

Dimana :

$\eta$  = Efisiensi perpindahan panas pipa tembaga pada kolektor pemanas air tenaga matahari (%)

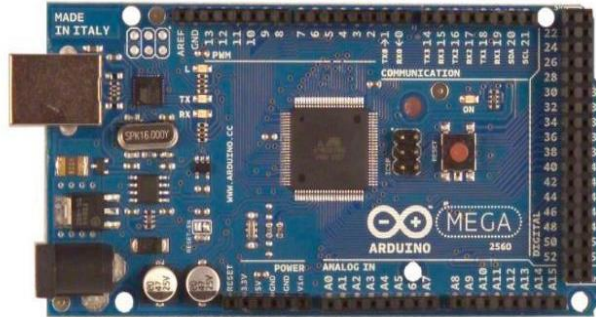
$T_{in}$  = Suhu air masuk (°C)

$T_{out}$  = Suhu air keluar (°C)

## 2.2 *Arduino Mega 2560*

*Arduino Mega 2560* merupakan mikrokontroler berdasarkan *Atmega 2560*. Mikrokontroler merupakan sebuah IC (*integrated circuit*) yang memiliki *ROM*, *RAM*, dan *I/O* serta *CPU* yang dapat membuat komponen tersebut dapat memproses suatu kontrol berdasarkan program yang ditanamkan ke dalamnya. Dengan menanamkan suatu program pada mikrokontroler, difungsikan komponen tersebut agar semua *input* pada rangkaian elektronika dapat diidentifikasi dan dapat diproses sehingga dapat menghasilkan *output* sesuai yang diinginkan. Mikrokontroler bisa dibidang sebagai otak pengontrol dalam suatu rangkaian elektronik yang dapat mengontrol sekaligus memproses *input* dan *output* sebuah rangkaian elektronik. *Arduino Mega 2560* digunakan untuk membaca input dari sensor suhu DS18B20, *push button*, sensor ultrasonik, potensiometer, RTC, sensor LDR yang kemudian diproses oleh *Arduino Mega 2560* sehingga menghasilkan *output* berupa pergerakan aktuator, menghidupkan dan mematikan pompa, pembacaan sensor suhu DS18B20, sensor ultrasonik, dan potensiometer akan ditampilkan pada LCD, penyimpanan data proses *solar tracker water heater* disimpan pada *SD Card*, serta

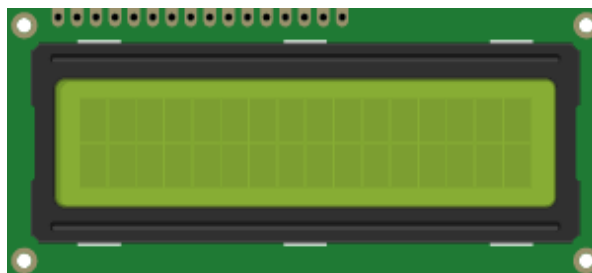
mengirim dan menerima data dari *NodeMCU ESP8266*. Bentuk fisik *Arduino Mega 2560* dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2. 2 *Arduino Mega 2560* [8]

### 2.3 LCD (*Liquid Crystal Display* )

LCD (*Liquid Crystal Display*) merupakan salah satu komponen yang digunakan dalam suatu rangkaian elektronik, terutama untuk instrumen elektronik seperti multimeter digital karena komponen ini berfungsi untuk menampilkan data, baik itu berupa karakter, huruf ataupun sebuah grafik. Salah satu *display* elektronik dengan silikon dan galium dalam bentuk kristal cair sebagai bahan dasar dari pembuatan pemendar cahayanya, terpasang dengan teknologi *CMOS logic*. LCD bekerja bukan dengan mengeluarkan cahaya tetapi mentransmisikan cahaya karena pada dasarnya LCD sendiri tidak memancarkan cahaya. Oleh karena itu, sebuah LCD membutuhkan lampu *back-light* sebagai cahaya pendukungnya. Dalam bentuk modulnya, LCD ditambah dengan mikrokontroler yang berfungsi untuk mengendalikan tampilan karakter pada layar LCD. Mikrokontroler pada suatu LCD dilengkapi dengan memori dan register [3].LCD berfungsi untuk menampilkan nilai pembacaan suhu, tanggal, volume air, dan sudut daro pergerakan *tracker*. Bentuk fisik LCD yang digunakan dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2. 3 *Liquid Crystal Display (LCD)* [9]

## 2.4 NodeMCU ESP8266

*NodeMCU* merupakan *platform IoT* yang banyak digunakan pada saat ini karena bersifat *open source* dan terdiri dari perangkat keras berupa *System On Chip ESP8266* dari *ESP8266* buatan *Espressif System* dan menggunakan bahasa pemrograman *Scriptingn Lua*. *ESP8266* menggunakan tegangan 3.3V atau 5V untuk bisa berfungsi [10].

*NodeMCU ESP8266* digunakan sebagai pengirim dan penerima data yang pembacaan sensor suhu DS18B20 yang kemudian diolah untuk ditampilkan pada *software* Blynk. Untuk pin yang digunakan pada *NodeMCU ESP8266* adalah sebagai berikut :

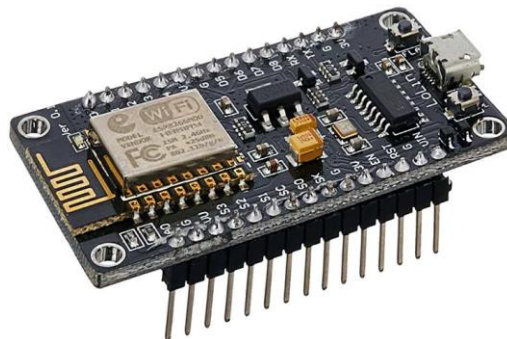
3.3V= Sebagai *supply* V+

GND = Sebagai *supply* GND

D5 = Sebagai penerima data dari *Arduino Mega 2560*

D6 = Sebagai pengirim data ke *Arduino Mega 2560*

Bentuk fisik *NodeMCU Modul WIFI ESP8266* dapat dilihat pada gambar 2.4

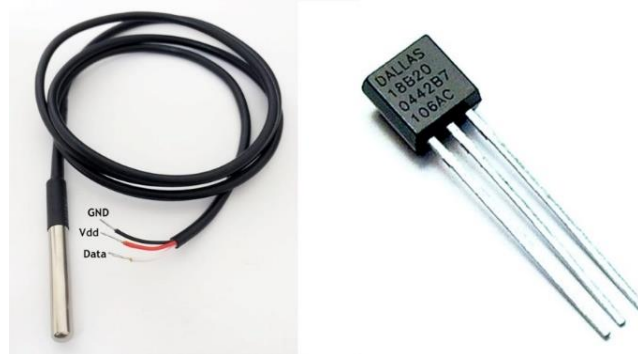


Gambar 2. 4 *NodeMCU ESP8266* [10]

## 2.5 Sensor Suhu DS18B20

Sensor suhu DS18B20 adalah salah satu jenis sensor suhu, sensor DS18B20 memiliki kemampuan menahan air (*waterproff*) sehingga cocok untuk pengukuran suhu pada tempat yang sulit dijangkau dan rentan basah karena air. Sensor ini mampu beroperasi dalam rentang suhu  $-55^{\circ}\text{C}$  hingga  $125^{\circ}\text{C}$  dengan ketelitian 9 hingga 12 bit ( $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ). Dalam proses produksinya, setiap sensor dibuat dengan kode unik sebesar 64 Bit yang tersematkan pada masing-masing *chip*, sehingga

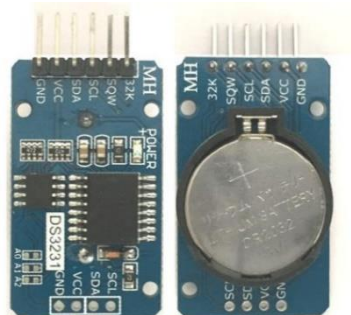
dapat memudahkan orang dalam menggunakan sensor dalam jumlah yang cukup banyak walaupun melalui satu kabel saja (*single wire data bus/1-wire protocol*) [11]. sensor suhu DS18B20 digunakan untuk membaca suhu air pada tangki penyimpanan air dan suhu pada kolektor pelat. Bentuk fisik Sensor Suhu DS18B20 dapat dilihat pada gambar 2.5.



Gambar 2. 5 Sensor Suhu DS18B20 [12]

## 2.6 Modul *Relay Time Clock* (RTC)

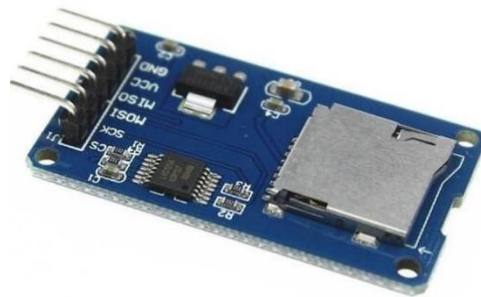
Modul RTC DS3231 merupakan jenis modul yang berfungsi sebagai komponen yang dapat memberikan segala informasi yang berkaitan dengan waktu sekaligus adanya penambahan fitur pengukur suhu yang digabung kedalam bentuk modul. *interface* pengaksesan modul ini menggunakan *I2C* (*SDA* dan *SCL*). Dengan dilengkapi baterai CR2032 3V, yang dapat menjadikan modul RTC DS3231 dapat beroperasi sebagai *back up* RTC apabila catu daya utama mati[8]. Modul RTC DS3231 digunakan sebagai pewaktu ada proses *solar tracker water heater* (hari, tanggal,dan jam). Bentuk fisik Modul *Relay Time Clock* (RTC) dapat dilihat pada gambar 2.6.



Gambar 2. 6 Modul *Relay Time Clock* (RTC) [13]

## 2.7 Modul SD Card

Modul *SD Card* adalah sebuah komponen elektronik yang digunakan untuk membaca dan menulis data ke *SD Card*. Modul ini memiliki *interfacing* dengan bantuan komunikasi *SPI*. Modul ini memiliki 2 tingkatan tegangan kerja bisa untuk tegangan sebesar 3.3 V DC ataupun 5 V DC. Modul ini cocok dalam penggunaan piranti elektronik yang sekiranya membutuhkan penyimpanan bersifat *non-volatile*, yang artinya data tetap tersimpan tanpa adanya *supply* tegangan dengan kapasitas lumayan besar, dapat mencapai kisaran *Gigabyte* [13]. Modul *SD Card* ini digunakan untuk menyimpan data dari pembacaan sensor suhu DS18B20, sensor ultrasonik, sensor LDR, potensiometer, dan pewaktu oleh RTC. Bentuk fisik Modul *SD Card* dapat dilihat pada gambar 2.7.

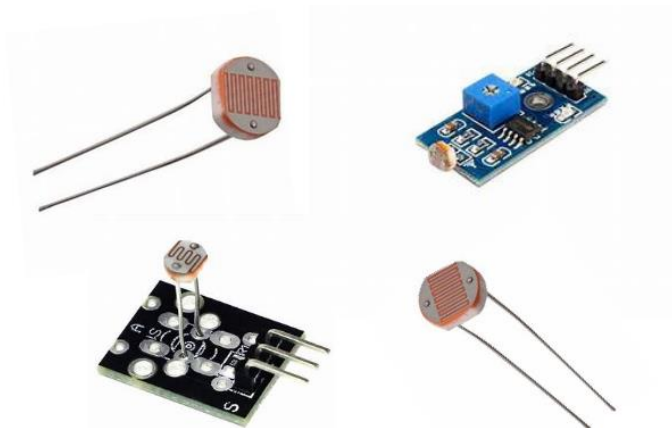


Gambar 2. 7 Modul *SD Card* [13]

## 2.8 Sensor *Light Dependent Resistor (LDR)*

Sensor LDR (*Light Dependent Resistor*) merupakan salah satu komponen resistor yang nilai resistansinya dapat berubah-ubah tergantung dari intensitas cahaya yang dibaca sensor ini sehingga LDR sering juga digunakan sebagai sensor cahaya. Pada prinsipnya nilai hambatan pada sensor ini sangat bergantung pada tingkat intensitas cahaya yang didapat. Semakin banyak cahaya yang terkena, maka nilai resistansinya akan semakin menurun. Sebaliknya jika semakin sedikit cahaya yang mengenai sensor hingga mendekati gelap, maka nilai hambatan yang didapat akan menjadi semakin besar sehingga akan menghambat arus listrik yang mengalir[14]. Sensor LDR ini digunakan untuk membaca cahaya sebagai *input* yang kemudian hasil pembacaan dari sensor LDR tersebut diolah oleh *Arduino Mega 2560* dan *output* berupa pergerakan aktuator. Bentuk fisik Sensor LDR dapat dilihat pada gambar 2.8.





Gambar 2. 8 Sensor *Light Dependent Resistor* (LDR) [14]

## 2.9 Pompa Air DC

Pompa adalah mesin atau peralatan mekanis yang sering digunakan untuk kebutuhan sehari-hari dimana dengan prinsip kerjanya yang dapat memompa fluida dari dataran yang rendah ke dataran yang lebih tinggi atau bisa juga memompa tekanan fluida dari yang bertekanan rendah ke yang bertekanan lebih tinggi. Selain itu pompa juga dapat berfungsi sebagai pemercepat laju aliran pada suatu sistem jaringan perpindahan fluida. Untuk mendapat fungsi pompa tersebut berjalan lancar sebisanya membuat suatu tekanan yang rendah pada sisi masuk pompa, sedangkan untuk sisi keluar dari pompa buat ke tekanan yang lebih tinggi[11]. Pompa air DC ini digunakan untuk memompa air dari tangki penyimpanan untuk dialiri melewati pipa tembaga kemudian kembali masuk ke tangki penyimpanan air. Bentuk fisik pompa air DC dapat dilihat pada gambar 2.9.



Gambar 2. 9 Pompa Air DC [15]

## 2.10 Aktuator

Aktuator adalah sebuah alat mekanis yang lain dengan prinsip kerjanya mengubah tenaga listrik maupun fluida menjadi bentuk atau sifat yang lain seperti kecepatan dan perangkat elektromagnetik sehingga mampu menghasilkan energi kinetik. Energi kinetik yang dihasilkan ini yang akan digunakan untuk menggerakkan atau mengontrol sebuah mekanisme sistem alat. [16]. Aktuator digunakan sebagai penggerak solar kolektor untuk mengikuti arah matahari yang *input*-nya dari pembacaan sensor LDR dan telah diproses oleh *Arduino Mega 2560* terlebih dahulu. Bentuk fisik aktuator dapat dilihat pada gambar 2.10.



Gambar 2. 10 Aktuator [16]

## 2.11 Modul Relay

Modul *relay* adalah salah satu piranti elektronik yang digunakan untuk menggerakkan kontaktor guna mengubah posisi *ON* ke *OFF* atau sebaliknya dengan didasarkan prinsip elektromagnetik dengan tenaga listrik. Fungsi modul *relay* sendiri sebagai saklar elektrik. Dimana komponen tersebut bekerja secara otomatis berdasarkan perintah logika yang ditanamkan [11]. Jumlah *Relay* yang digunakan yaitu sebuah *relay* satu channel dan sebuah *relay* dua channel. *Relay* satu channel digunakan untuk menghidupkan atau mematikan pompa, sedangkan *relay* dua channel digunakan untuk pergerakan aktuator. Bentuk fisik Modul *Relay* dapat dilihat pada gambar 2.11.



Gambar 2. 11 Modul Relay [11]

## 2.12 Sensor Ultrasonik

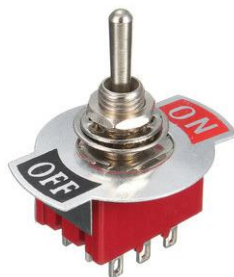
Sensor ultrasonik adalah sebuah sensor yang digunakan untuk mengubah besaran bunyi menjadi besaran listrik. Cara kerja sensor ini dapat dipakai untuk menafsir eksistensi (jarak) suatu benda dengan frekuensi tertentu berdasarkan prinsip pemantulan suatu gelombang suara. Gelombang ultrasonik merupakan ialah gelombang bunyi yang mempunyai frekuensi sebesar 20.000 Hz[17]. Sensor ultrasonik digunakan sebagai pembaca volume air dalam tangki air, hasil pembacaan tersebut diproses oleh *Arduino Mega 2560* dan kemudian ditampilkan pada LCD. Bentuk fisik Sensor Ultrasonik dapat dilihat pada gambar 2.12.



Gambar 2. 12 Sensor Ultrasonik [17]

## 2.13 Push Button

*Push button* merupakan salah satu jenis saklar yang digunakan untuk rangkaian elektronika. *Push button* difungsikan sebagai penghubung ataupun pemutus dalam rangkaian elektronika. *Push button* hanya memiliki 2 kondisi saja yakni *ON* dan *OFF* mengingat fungsinya dapat sebagai penghubung maupun sebagai pemutus rangkaian. Karena sistem kerjanya seperti itu, *push button* dengan *device* paling penting yang biasa diaplikasikan untuk memulai dan mengakhiri suatu kerja alat. *Push button* digunakan untuk memilih sistem kerja pada *solar water heater*. Bentuk fisik *push button* dapat dilihat pada gambar 2.13.



Gambar 2. 13 Push Button [18]

## 2.14 Pipa Tembaga

Pipa merupakan sarana pengaliran fluida. Dan dipergunakan untuk mengalirkan suatu zat, yaitu berupa zat cair dan zat gas. Dalam hal ini pipa tembaga digunakan untuk mengalirkan air dan sebagai media perantara panas matahari ke air. Bentuk fisik pipa tembaga dapat dilihat pada gambar 2.14.



Gambar 2. 14 Pipa Tembaga [2]

Tabel 1. 1 Konduktifitas Termal

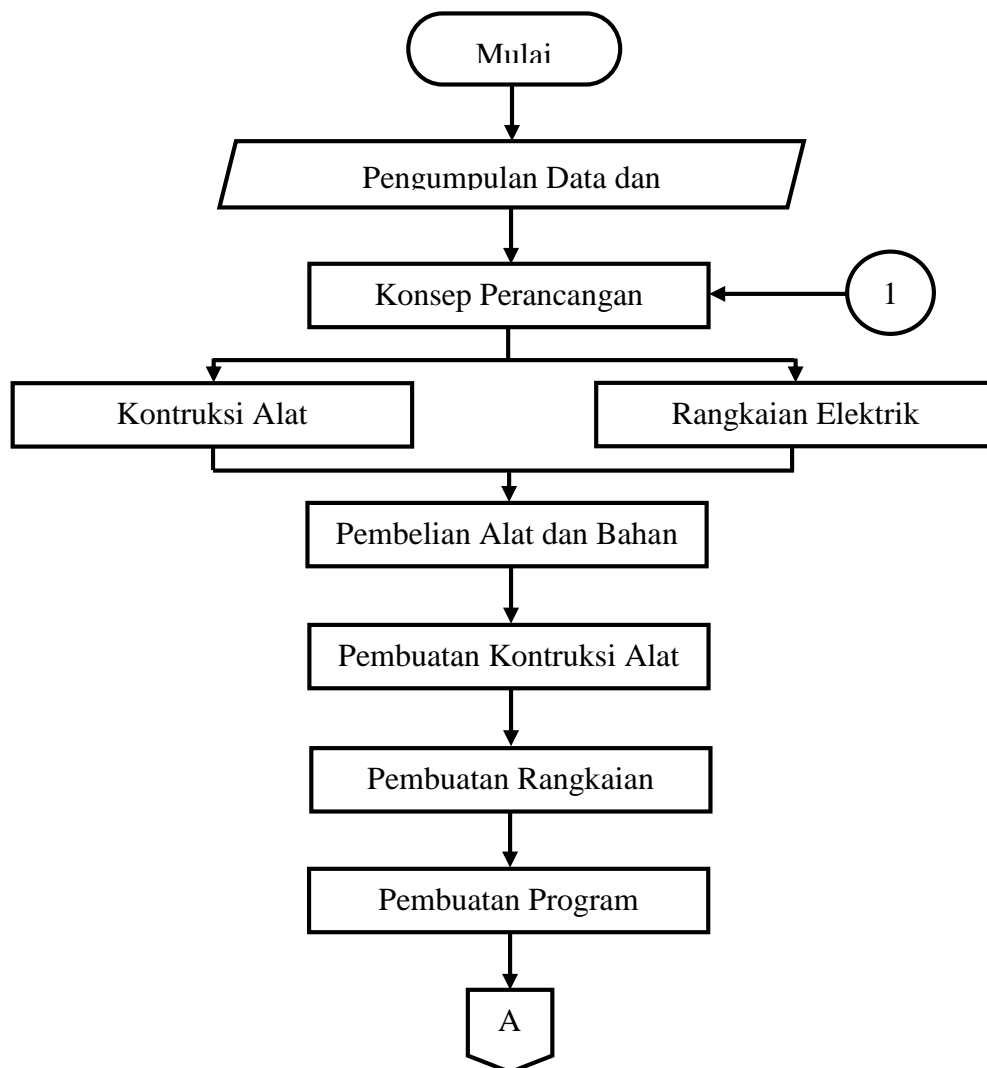
Jenis benda	Konduktivitas termal(k)		Jenis benda	Konduktivitas termal(k)	
	J/m.s.C°	Kkal/m.s.C°		J/m.s.C°	Kkal/m.s.C°
Perak	420	1000 x 10 <sup>-4</sup>	Air	0,56	1,4 x 10 <sup>-4</sup>
Tembaga	380	900 x 10 <sup>-4</sup>	Tubuh	0,2	0,5 x 10 <sup>-4</sup>
Alumunium	200	500 x 10 <sup>-4</sup>	Kayu	0,08 – 0,16	0,2 x 10 <sup>-4</sup>
Baja	40	110 x 10 <sup>-4</sup>	Gabus	0,042	0,1 x 10 <sup>-4</sup>
Es	2	5 x 10 <sup>-4</sup>	Wol	0,040	0,1 x 10 <sup>-4</sup>
Kaca(Biasa)	0,84	2 x 10 <sup>-4</sup>	Busa	0,024	0,06 x 10 <sup>-4</sup>
Bata	0,84	2 x 10 <sup>-4</sup>	Udara	0,023	0,055 x 10 <sup>-4</sup>

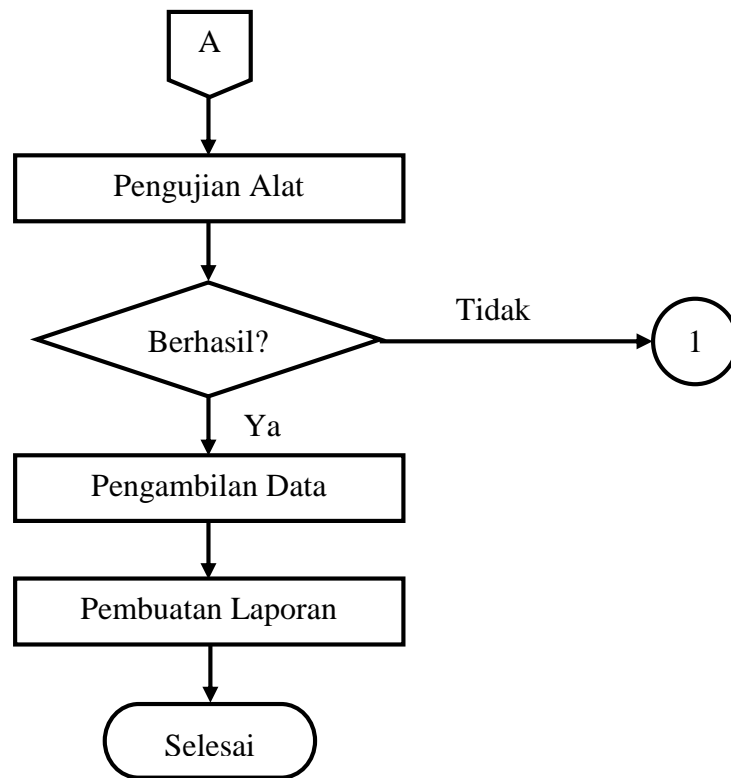
Bedasarkan tabel 2.1 penggunaan pipa tembaga sebagai media perantara panas matahari ke air dikarenakan tembaga memiliki konduktifitas termal yang cukup besar setelah perak, konduktivitas termal maksudnya kemampuan bahan dalam menghantarkan panas kalor. Tembaga juga lebih murah dibandingkan perak, dan banyak tersedia di pasaran. Pipa tembaga digunakan sebagai laju jalur air pada kolektor pelat yang berfungsi untuk proses pemanasan air.

### BAB III

## METODE PELAKSANAAN

Dalam pembuatan proyek akhir dengan judul “Rancang Bangun *Single Axis Solar Tracker Water Heater*” ini terdapat beberapa tahapan proses pengerjaan yang bertujuan untuk mempermudah dalam pencapaian target penyelesaian. Metode pelaksanaan yang diterapkan yaitu seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.1 berikut :





Gambar 3. 1 *Flowchart* Pembuatan Alat Proyek Akhir

Berdasarkan gambar 3.1, proses pengerjaan proyek akhir ini dilakukan melalui beberapa tahapan dalam penyelesaiannya. Berikut merupakan tahapan pembuatan proyek akhir ini.

### 3.1 Pengumpulan Data dan Informasi

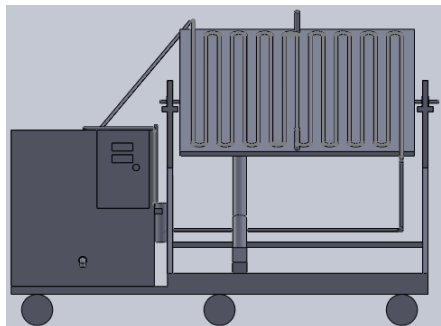
Melakukan pengumpulan data dan informasi tentang solar tracker water heater, terdiri dari bagaimana penentuan konstruksi yang akan dibuat terutama menentukan jumlah tampungan air serta komponen elektrik yang dipakai dalam membuat sistem kontrol alat. Pengumpulan data dan informasi ini diperoleh dari hasil konsultasi dengan dosen pembimbing serta beberapa sumber referensi seperti literatur buku, jurnal, konsultasi, browsing dan lain sebagainya. Dari data dan informasi tersebut yang akan digunakan untuk mengetahui tujuan, prinsip kerja, serta sistem kerja dari solar tracker water heater, yang kemudian akan diperlukan untuk mengetahui dan mengatasi permasalahan yang terjadi. Data dan informasi yang dikumpulkan akan dijadikan acuan untuk pembuatan proyek akhir ini.

### 3.2 Konsep Perancangan

Merancang sebuah alat yang akan dibuat sesuai dengan data dan informasi yang didapatkan. Konsep perancangan dan perencanaan ini bertujuan untuk membuat suatu gambaran dan rancangan mengenai alat yang akan dibuat. Pada tahap ini dirancang konsep yang akan diterapkan untuk memanaskan air dengan energi panas dari cahaya matahari menggunakan sistem *tracking*. Hasil dari rancangan ini yang selanjutnya akan dikembangkan hingga menjadi suatu alat yang baik dalam hal konstruksi maupun dari keefisienan penggunaan komponen.

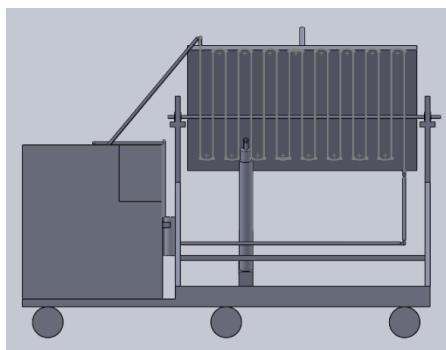
Maka konsep perancangan dibagi menjadi beberapa bagian, yaitu dengan membuat rancangan desain rangkaian elektrik dan desain konstruksi alat. Berikut desain konstruksi *Solar Tracker water heater*. Berikut desain konstruksi dari *Solar Tracker Water Heater*. Gambar (1) merupakan desain tampak depan *solar tracker water heater*, gambar (2) merupakan desain tampak belakang *solar tracker water heater*, gambar (3) desain tampak atas *solar tracker water heater*.

1. Desain Tampak Depan *Solar Tracker Water Heater*.



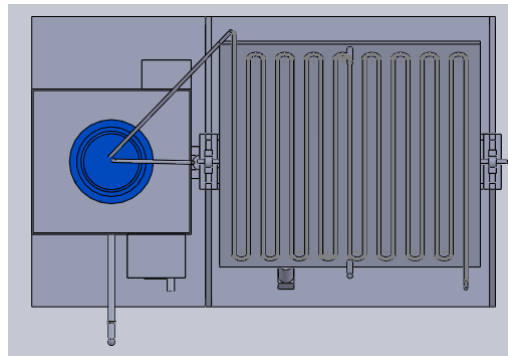
Gambar 3. 2 Desain Tampak Depan *Solar Tracker Water Heater*

2. Desain Tampak Belakang *Solar Tracker Water Heater*.



Gambar 3. 3 Desain Tampak Belakang *Solar Tracker Water*

### 3. Desain Tampak Atas Solar Tracker Water Heater.



Gambar 3. 4 Desain Tampak Atas Solar Tracker Water Heater

#### 3.3 Pembelian Alat dan Bahan

Sebelum pembuatan konstruksi alat dan rangkaian elektrik tahapan yang harus dilakukan adalah pembelian komponen elektronika untuk rangkaian elektrik serta alat dan bahan untuk konstruksi alat dalam pembuatan solar tracker water heater.

#### 3.4 Pembuatan Kontruksi Alat

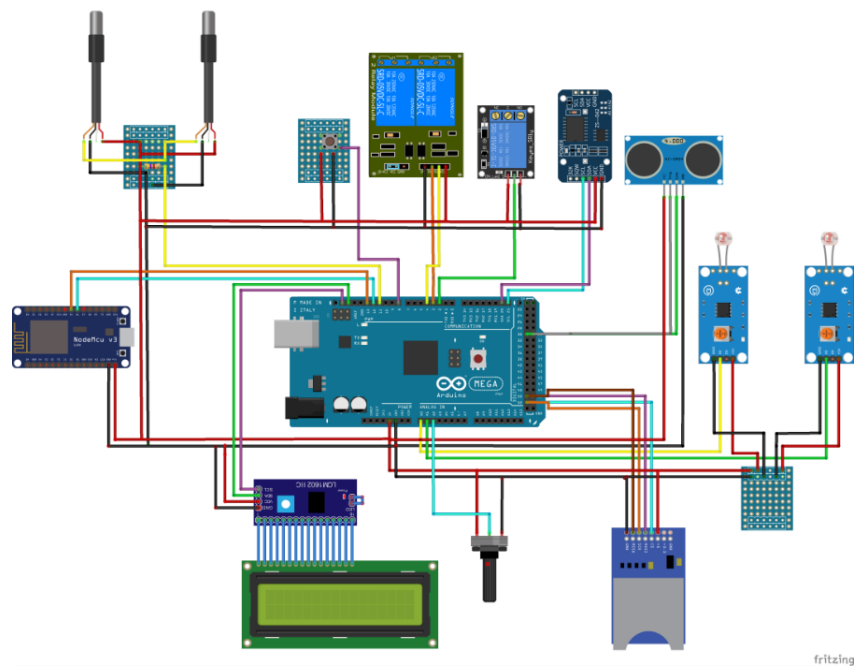
Pada tahap ini dilakukan pembuatan konstruksi alat sesuai dengan konsep yang telah dirancang. Tahap pembuatan konstruksi alat berupa pembuatan *solar tracker* sebagai penopang dari kolektor pelat dengan pipa tembaga di atasnya serta pembuatan *box* penyimpanan tangki air yang akan diisi serbuk kayu untuk meredam panas di permukaan luar tangki air, kemudian pemasangan kolektor pelat beserta pipa tembaga yang sebelumnya telah dibentuk menjadi model *zig-zag* secara manual ke kerangka *solar tracker*, selanjutnya dipasang aktuator sebagai penggerak kolektor pelat. Lalu pemasangan pompa air, *box* panel di sisi depan *box* penyimpanan tangki air.

#### 3.5 Pembuatan Rangkaian Elektrik

Pada tahap ini dilakukan pembuatan rangkaian elektrik sesuai dengan konsep yang telah dirancang sehingga hasil diinginkan bisa tercapai. Tahap pembuatan rangkaian elektrik berupa proses *assembly* rangkaian elektrik pada *box* panel, pemasangan sensor LDR pada kolektor pelat, serta pemasangan sensor suhu



DS18B20 pada kolektor pelat dan tangki penyimpanan air. Skematik rangkaian merupakan sebuah sistem rangkaian kontrol yang terkoneksi antara komponen yang satu dengan komponen yang lain. Dimana sistem kontrol ini berfungsi untuk menjalankan program pada *Arduino Mega 2560*. Pembuatan skematik rangkaian menggunakan *software fritzing*. Skematik rangkaian *solar tracker water heater* dapat dilihat pada gambar 3.5.



Gambar 3.5 Skematik Rangkaian

### 3.6 Pembuatan Program

Pada tahap ini dilakukan pembuatan program menggunakan *software Arduino IDE* dengan membuat program untuk menggerakkan *solar tracker water heater* agar dapat mengikuti perubahan arah matahari yang dibaca oleh sensor LDR, kemudian data pembacaan tersebut diolah oleh *Arduino Mega 2560* untuk menggerakkan aktuator, *monitoring* suhu air yang dipanaskan oleh cahaya matahari melalui kolektor pipa tembaga yang kemudian nilai suhu tersebut akan ditampilkan pada LCD, pembacaan suhu tersebut menggunakan sensor DS18B20 yang diletakkan pada kolektor pelat dan di dalam tangki air dan disimpan pada *SD Card* sebagai data hasil penelitian, serta pembacaan waktu dengan modul RTC dan pembacaan volume air pada tangki air yang kemudian akan disimpan juga pada *SD*

*Card*. penggerak *tracker* menggunakan sensor LDR sebagai *input* dan *output* berupa pergerakan aktuator untuk mendorong dan menarik kolektor pelat. Serta untuk memudahkan *monitoring* suhu air dan kolektor pelat pada alat maka dibuat dengan sistem berbasis *IoT* menggunakan *software* Blynk.

### **3.7 Pengujian Alat**

Tahap pengujian alat yang dilakukan secara langsung mengacu pada konsep awal yang sebelumnya telah dirancang. Pengujian alat ini dilakukan pada setiap komponen elektrik. Pengujian tersebut meliputi uji coba *Arduino Mega 2560* dengan sistem *traker*, uji coba *Arduino Mega 2560* dengan sistem pompa air, uji coba *Arduino Mega 2560* dengan sistem kontrol, serta uji coba keseluruhan alat

Hasil dari pengujian alat ini untuk mengetahui kinerja dan fungsi alat yang digunakan telah sesuai dengan instruksi rancangan awal. Apabila terdapat kesalahan pada sistem dan komponen maka akan dilakukan solusi dan perbaikan agar sesuai dengan target yang diinginkan.

### **3.8 Pengambilan Data**

Tahap ini dilakukan jika uji coba telah dilakukan dan alat telah dipastikan bekerja dengan baik. Dalam hal ini, penulis mengambil data berupa perubahan suhu pada air dalam tangki dan suhu pada kolektor pelat setelah dipanaskan dengan energi panas dari cahaya matahari menggunakan *solar tracker* yang dimulai dari pukul 08.00 WIB hingga 20.00 WIB. Pembacaan suhu pada sensor DS18B20 dibandingkan dengan *thermo gun* sebagai parameter akurasi pembacaan sensor suhu DS18B20. Jika data yang diambil sudah *valid*, maka dapat dikatakan alat ini sudah bekerja dengan baik. Data yang didapatkan sebagai hasil penelitian dari pengujian alat proyek akhir ini.

### **3.9 Pembuatan Laporan**

Tahap pembuatan laporan merupakan tahap terakhir dalam pembuatan proyek akhir. Bertujuan untuk merangkum keseluruhan detail mengenai alat, sistem kerja, data yang didapatkan, serta analisa mengenai keseluruhan sistem.

## BAB IV

### PEMBAHASAN

Pada bab ini akan membahas tentang metode dan proses yang digunakan dalam pembuatan serta pengujian alat proyek akhir dengan judul “Rancang Bangun *Single Axis Solar Tracker Water Heater*”.

#### 4.1 Deskripsi Alat

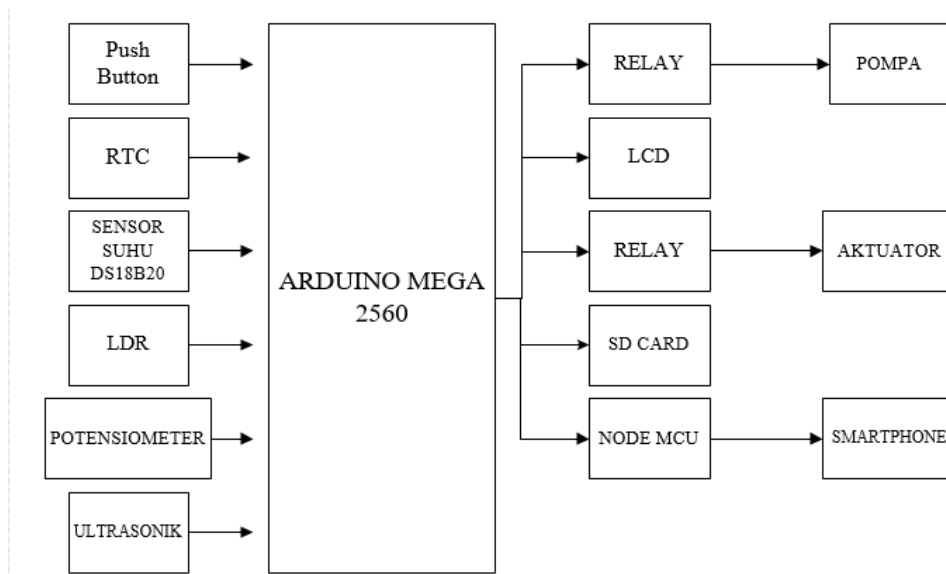
*Solar Tracker Water Heater* merupakan alat yang berfungsi sebagai pemanas air alami dengan memanfaatkan panas dari cahaya matahari sebagai sumber energinya. Kontruksi *solar tracker hater heater* berupa kolektor pelat dengan pipa tembaga dibentuk zig-zag terpasang di atasnya dengan besi behel sebagai poros dan penopang dari kolektor pelat. Penggunaan aktuator pada *solar tracker water heater* sebagai penggerak kolektor pelat. Di sisi atas dan bawah kolektor pelat dipasang sensor LDR. *Box* digunakan untuk menyimpan tangki air. *Box* panel berfungsi sebagai penyimpanan komponen elektrik yang digunakan.

Sistem kontrol *solar tracker water heater* menggunakan *Arduino Mega 2560* dengan dua sistem kerja, yaitu sistem *continue* dan sistem *delay*. Hasil dari proses *solar tracker water heater* ini akan ditampilkan pada LCD dan disimpan pada *SD Card*. Tak hanya ditampilkan pada LCD nilai pembacaan suhu juga ditampilkan pada *software* Blynk. Hasil dari pembuatan proyek akhir ini dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Kontruksi Alat

Pada proyek akhir ini terdapat diagram blok pemansan air menggunakan *solar tracker water heater* serta *monitoring* suhu air menggunakan *smartphone* dengan *software* Blynk. Adapun pembuatan blok diagram berfungsi untuk mempermudah cara pembacaan proyek akhir. Blok diagram dibuat sesuai dengan konsep dari proyek akhir, serta pemilihan komponen alat sesuai dengan fungsi pada proyek akhir. Blok diagram sistem elektronik *solar tracker water heater* dapat dilihat pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 Blok Diagram Sistem Elektik

## 4.2 Perencanaan dan Pembuatan *Hardware*

Proses pembuatan *hardware* terdiri dari 2 bagian yaitu, pembuatan *hardware* secara mekanik dan pembuatan *hardware* secara elektrik. Berikut tahap-tahap pembuatan *hardware*.

### 4.2.1 Perencanaan dan Pembuatan *Hardware* Secara Mekanik

Pada proses perencanaannya kontruksi mekanik dibuat menjadi beberapa tahapan, yaitu pertama, proses perencanaan desain kontruksi *Single Axis Solar Tracker Water Heater*. Kedua, proses pembuatan kerangka *Solar Water Heater* dengan ukuran 100 cm x 100 cm × 80 cm. Ketiga, proses pembuatan *Solar Collector* berukuran 90 cm x 90 cm menggunakan papan triplek yang dilapisi

dengan lembaran seng. Keempat, proses perakitan *Solar Collector* ke kerangka *Solar Tracker Water Heater*. Kelima, proses pembuatan tempat penyimpanan tangki air. Keenam, proses pembuatan meja dorong sebagai dudukan *Solar Tracker Water Heater* dan tempat penyimpanan tangki air, ketujuh pemasangan komponen-komponen. Berikut tahapan yang dilakukan dalam proses pembuatan *hardware* secara mekanik :

#### A. Perencanaan Konstruksi *Solar Tracker Water Heater*

Konstruksi *Solar Tracker Water Heater* dibuat berdasarkan rancangan desain yang telah dibuat. Pembuatan konstruksi *Solar Tracker Water* terdapat beberapa bahan dasar, yaitu kayu dan triplek digunakan sebagai bahan dasar untuk pembuatan tempat penyimpanan tangki air panas, besi *hollow* digunakan sebagai bahan dasar untuk pembuatan kerangka *Solar Water Heater*, dan pembuatan kolektor pelat dengan berbahan dasar triplek yang dilapisi lembaran pelat seng.

#### B. Pembuatan Kerangka *Solar Water Heater*

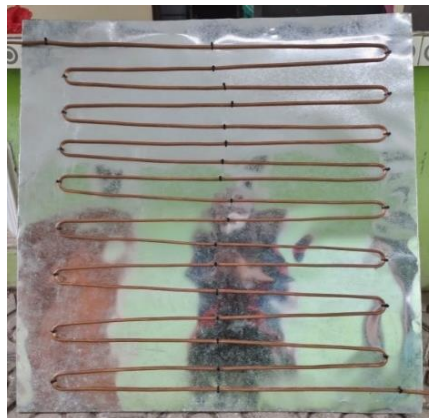
Pada tahap ini dilakukan pembuatan kerangka *Solar Water Heater*. Kerangka utama berfungsi sebagai alat bantu untuk menopang pipa tembaga yang dibentuk zig-zag yang terpasang pada kolektor pelat. Kerangka utama dibuat berukuran 100 cm × 100 cm × 80 cm yang terbuat dari besi *hollow*, dan untuk dudukan kolektor pelat terbuat dari besi *hollow* dan triplek dengan ukuran 90 cm × 90 cm. Berikut bentuk fisik kerangka *solar tracker water heater*.

#### C. Pemasangan Pipa Tembaga dan Pelat Seng

Pelat seng berfungsi sebagai penutup kolektor pelat agar panas dari matahari lebih cepat terserap. Pelat seng dipotong dengan menggunakan gunting pelat yang ukurannya lebih besar dari kolektor pelat. Sedangkan, pipa zig-zag berfungsi sebagai jalur lajunya air yang bergerak pada pipa tembaga tersebut. Menggunakan bahan tembaga menjadikan pipa tahan terhadap korosif sekaligus memiliki konduktivitas *thermal* sebesar 393,56 W/m.K. Ukuran pipa tembaga yang digunakan 0,25 *inch* dan pipa-pipa tersebut dibentuk menjadi model *zig-zag* menggunakan metode manual. Kelebihan dari model *zigzag* ini dapat meminimalisir

tempat atau luasan dari kolektor pengumpul dengan tetap tidak mengurangi panjang dari pipa agar dapat memberikan kinerja yang baik dan juga dapat mempengaruhi laju *fluida* menjadi lebih lambat sebelum masuk kembali ke tangki penyimpanan air panas sehingga dapat meningkatkan suhu air secara efektif.

Adapun faktor-faktor yang dapat mendukung kinerja dari kolektor pengumpul panas matahari agar lebih baik, seperti jarak dan diameter belokan pipa. Secara prinsip bahwasannya semakin rapat jarak antar pipa pada kolektor maka akan semakin besar pula efisiensi pada kolektor yang didapat dan semakin banyak jumlah pipa-pipa pemanas yang terpasang maka dapat membantu meningkatkan efisiensi penyerapan panas matahari pada kolektor, dimana pengaruh jumlah pipa pemanas terhadap perubahan energi panas sangatlah penting dikarenakan proses perpindahan panas dari *absorber* ke air yang mengalir didalam pipa lebih efektif dengan jumlah pipa lebih banyak. Bentuk fisik pemasangan pipa tembaga dan pelat seng pada kolektor pelat dapat dilihat pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Pemasangan Pipa Tembaga

#### D. Pemasangan *Solar Tracker*

Pemasangan *solar tracker* pada kerangka utama dan pelat pengumpul dengan menggunakan poros besi sebagai penyangga pengumpul pelat dengan diameter 10 mm dan panjang 107 cm. Kemudian, dipasang bantalan dengan diameter mengikuti diameter besi poros sebesar 10 mm di masing-masing ujung sisi pada kerangka utama dipasang yang diaktifkan untuk menompang besi poros tersebut dan dapat berputar. Bentuk fisik pemasangan *solar tracker* dapat dilihat pada gambar 4.4.



Gambar 4.4 Pemasangan *Solar Tracker*

#### E. Pembuatan Tempat Penyimpanan Tangki Air Panas

Pembuatan tempat penyimpanan tangki yang berisikan air untuk pengujian *solar tracker water heater*. Tempat penyimpanan tangki air terbuat dari bahan dasar triplek dan balok kayu sebagai penyangga dengan ukuran 50 cm × 50 cm × 70 cm yang difungsikan sebagai tempat peletakkan tangki air serta pemasangan kran air untuk keluarnya air saat dibutuhkan. Bentuk fisik tempat penyimpanan tangki air dapat dilihat pada gambar 4.5.



Gambar 4.5 Tempat Penyimpanan Tangki Air

#### F. Pembuatan Meja Dorong

Pembuatan meja dorong dengan menggunakan besi siku yang dirakit menjadi kerangka berukuran 160 cm x 100 cm dan terpasang 8 buah roda. Kemudian ditambahkan dengan pemasangan papan yang disusun sebagai dudukan untuk kerangka utama *solar tracker water heater* dan tempat penyimpanan tangki air. Bentuk fisik meja dorong dapat dilihat pada gambar 4.6.



Gambar 4.6 Meja Dorong

#### G. Pemasangan Pompa Air

Pompa air yang digunakan untuk mengalirkan air dari tangki ke pipa tembaga untuk proses pemanasan. Kemudian air tersebut akan dialirkan kembali menuju tangki. Pemasangan pompa air ini dipasang di sisi samping tempat penyimpanan tangki air dan dipasang selang air sebagai jalur laju air dari tangki menuju pipa tembaga yang dihubungkan di masing-masing masukan dan keluaran. Berikut bentuk fisik pemasangan pompa air dapat dilihat pada gambar 4.7.



Gambar 4.7 Pemasangan Pompa Air

#### H. Pemasangan Sensor Suhu DS18B20

Fungsi dari sensor suhu DS18B20 sebagai pendeteksi perubahan suhu. Sensor suhu DS18B20 melakukan pengukuran terhadap jumlah energi panas dari cahaya matahari. Peletakkan sensor suhu DS18B20 di dua posisi, yaitu pada kolektor pelat dan tangki air. Bentuk fisik dari pemasangan sensor suhu DS1820 dapat dilihat pada



gambar 4.8 merupakan gambar pemasangan sensor suhu DS18B20 pada tangki air dan gambar 4.9 merupakan gambar pemasangan sensor suhu DS18b20 pada kolektor pelat.



Gambar 4.9 Pemasangan Sensor Suhu DS18B20 Pada Tangki



Gambar 4. 8 Pemasangan Sensor Suhu DS18B20 Pada Kolektor Pelat

#### I. Pemasangan Sensor Ultrasonik

Pemasangan sensor ultrasonik dipasang pada tutup tangki air. Adapun Fungsi dari sensor ultrasonik sebagai pendeteksi perubahan volume air dalam tangki air. Bentuk fisik pemasangan sensor ultrasonik dapat dilihat pada gambar 4.10.



Gambar 4. 10 Pemasangan Sensor Ultrasonik

#### J. Pemasangan Sensor LDR

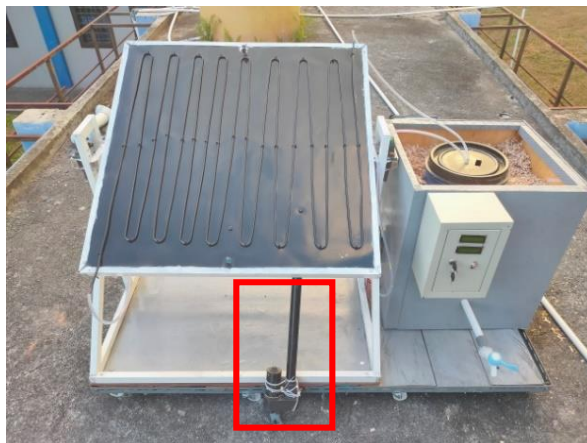
Fungsi dari sensor LDR yaitu untuk membaca besar intensitas cahaya yang mengenai kolektor pelat. Pemasangan sensor LDR diposisikan di 2 tepi kolektor pelat dengan penambahan pemasangan pipa *PVC* agar menangkap intensitas cahaya lebih baik. Pemasangan sensor LDR ini sebagai *input* untuk pergerakan aktuator. Bentuk fisik pemasangan sensor LDR dapat dilihat pada gambar 4.11.



Gambar 4. 11 Pemasangan sensor LDR

#### K. Pemasangan Aktuator

Pemasangan aktuator pada kerangka utama pada bagian bawah kolektor pelat berfungsi agar saat aktuator mulai menyala maka aktuator tersebut akan mendorong atau menarik solar kolektor berdasarkan pembacaan sensor LDR. Bentuk fisik pemasangan aktuator dapat dilihat pada gambar 4.12.



Gambar 4.12 Pemasangan Aktuator

#### 4.2.2 Perencanaan dan Pembuatan *Hardware* Secara Elektrik

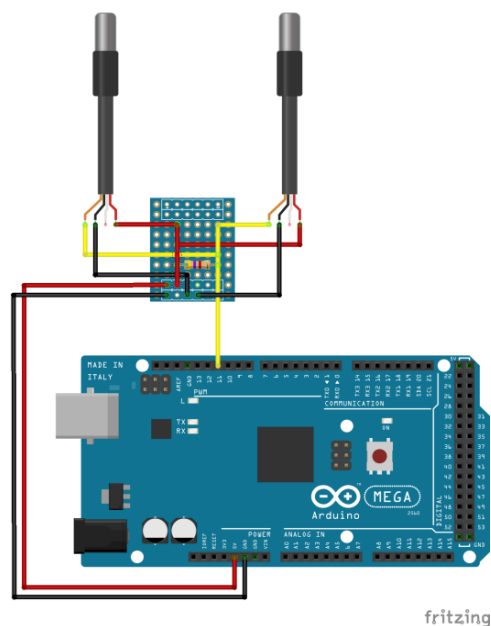
Pembuatan *hardware* secara elektrik sebagai kendali dalam proses pergerakan dan sistem kerja *Solar Tracker Water Heater*. Proses pembuatan *hardware* secara elektrik dilakukan secara bertahap. Adapun proses pembuatan *hardware* secara elektrik berupa penyusunan dan pemasangan komponen elektrik dalam *box* panel.

#### 4.3 Pengujian Komponen Elektrik

Pada proses ini dilakukan pengujian komponen elektrik untuk menguji keakuratan sensor yang digunakan. Keakurasi yang didapatkan dibandingkan dengan pengujian alat ukur secara manual. Berikut tahapan pengujian sensor yang digunakan dalam proyek akhir ini.

##### 4.3.1 Pengujian Sensor Suhu DS18B20

Penggunaan sensor suhu DS18B20 pada proyek akhir ini berfungsi untuk mengetahui perubahan suhu air di dalam tangki air dan suhu kolektor pelat. Hasil dari pengujian sensor suhu DS18B20 dibandingkan dengan alat ukur berupa *thermometer*. Berikut skematik rangkaian pengujian sensor suhu DS18B20 dapat dilihat pada gambar 4.13.



Gambar 4.13 Pengujian Sensor Suhu DS18B20

**Berikut program dari sensor suhu DS18B20**

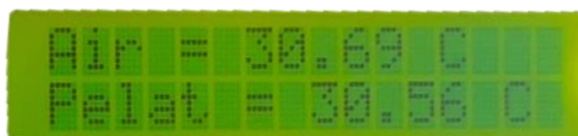
```
#include <Wire.h>
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>
OneWire ourWire(11);
DallasTemperature sensor(&ourWire);

void setup()
{
  Serial.begin (9600);
}
void loop()
{
  sensor.requestTemperatures(); // Send the command to get
  temperatures

  //Sensor Suhu Air (sensor1)
  Serial.print("Suhu Air = ");
  Serial.print(sensor.getTempCByIndex(0)); // 0 di dalam kurung
  artinya sensor pada index ke nol. Perlu diketahui, beberapa sensor
  bisa dihubungkan ke satu buah pin digital saja
  Serial.println("°C");
  float temp1 = sensor.getTempCByIndex(0);

  //Sensor Suhu Pelat (Sensor2)
  Serial.print("Suhu Pelat = ");
  Serial.print(sensor.getTempCByIndex(1)); // 1 didalam kurung
  artinya sensor pada index ke satu. Perlu diketahui, beberapa sensor
  bisa dihubungkan ke satu buah pin digital saja
  Serial.println("°C");
  float temp2 = sensor.getTempCByIndex(1);
}
```

**Berikut hasil pengujian dari sensor suhu DS18B20 dapat dilihat pada gambar 4.14.**



**Gambar 4.14 Hasil Pengujian Sensor Suhu DS18B20**

Berikut ini adalah data perbandingan dari hasil pengukuran sensor suhu DS18B20 dengan alat ukur *thermometer* dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Data Pengukuran Sensor DS18B20

No	Sensor DS18B20 (0) °C	Sensor DS18B20 (1) °C	Alat Ukur (Thermometer) °C	Error Sensor DS18B20 (0)	Error Sensor DS18B20 (1)
1.	29,62	29,50	29	0,62 %	0,50 %
2.	30,69	30,56	30	0,69 %	0,56 %
3.	40,65	40,53	40	0,65 %	0,53 %
4.	45,70	45,48	45	0,70 %	0,48 %
5.	50,59	50,58	50	0,59 %	0,58 %

Perhitungan *error* pada sensor suhu DS18B20 (0) :

$$Presentase\ error = \left| \frac{29,62 - 29}{100} \right| \times 100\% = 0,62\%$$

$$Presentase\ error = \left| \frac{30,69 - 30}{100} \right| \times 100\% = 0,69\%$$

$$Presentase\ error = \left| \frac{40,65 - 40}{100} \right| \times 100\% = 0,65\%$$

$$Presentase\ error = \left| \frac{45,70 - 45}{100} \right| \times 100\% = 0,70\%$$

$$Presentase\ error = \left| \frac{50,59 - 50}{100} \right| \times 100\% = 0,59\%$$

Perhitungan Error pada sensor suhu DS18B20 (1) :

$$Presentase\ error = \left| \frac{29,50 - 29}{100} \right| \times 100\% = 0,50\%$$

$$Presentase\ error = \left| \frac{30,56 - 30}{100} \right| \times 100\% = 0,56\%$$

$$Presentase\ error = \left| \frac{40,53 - 40}{100} \right| \times 100\% = 0,53\%$$

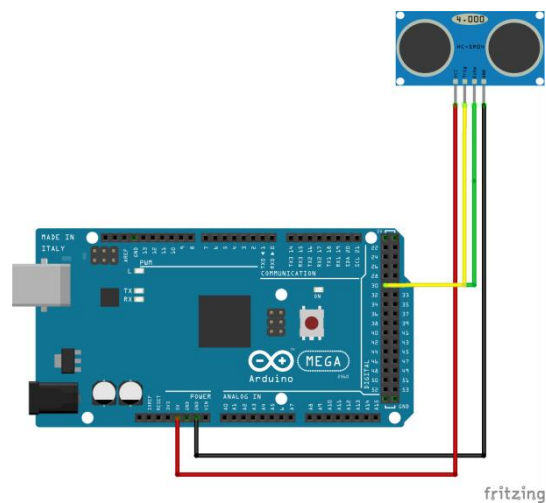
$$\text{Presentase error} = \left| \frac{45,48 - 45}{100} \right| \times 100\% = 0,48\%$$

$$\text{Presentase error} = \left| \frac{50,58 - 50}{100} \right| \times 100\% = 0,58\%$$

Dari hasil pengujian sensor suhu DS18B20 dapat disimpulkan bahwa sensor suhu DS18B20 dapat bekerja sesuai dengan fungsinya dengan *presentase error* kurang dari 1% .

### 4.3.2 Pengujian Sensor Ultrasonik

Penggunaan sensor ultrasonik pada proyek akhir ini berfungsi untuk mengetahui volume air di dalam tangki air. Hasil dari pengujian sensor ultrasonik dibandingkan dengan alat ukur berupa penggaris. Berikut skematik pengujian sensor ultrasonik dapat dilihat pada gambar 4.15.



Gambar 4. 15 Skematik Sensor Ultrasonik

Berikut program pengujian dari sensor ultrasonik

```
#define trigPin 30 //Trigger Pin
#define echoPin 31 //Echo Pin

float duration, distanceCm, result;

void setup()
{
  Serial.begin (9600);
```

```

pinMode(trigPin, OUTPUT);
pinMode(echoPin, INPUT);
}
void loop()
{
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(trigPin, HIGH);
  delayMicroseconds(0);
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
  result = duration / 58.2;
  if (result <= 0)
  {
    Serial.println("Out of range");
  }
  else
  {
    Serial.print(result);
    Serial.println(" CM");
  }
}
}

```

Tabel 4. 2 Data Pengukuran Sensor Ultrasonik dengan Penggaris

No	Sensor Ultrasonik	Alat Ukur (Penggaris)	Error
1.	3,14	3	0,14%
2.	6,30	6	0,30%
3.	9,00	9	0%
4.	18,92	20	1.08%
5.	28,06	30	1,94%

Perhitungan *error* pada sensor ultrasonik :

$$\text{Presentase error} = \left| \frac{3,14 - 3}{100} \right| \times 100\% = 0.14\%$$

$$\text{Presentase error} = \left| \frac{6,30 - 6}{100} \right| \times 100\% = 0.30\%$$

$$\text{Presentase error} = \left| \frac{9 - 9}{100} \right| \times 100\% = 0\%$$

$$\text{Presentase error} = \left| \frac{18,92 - 20}{100} \right| \times 100\% = -1,08\% = 1,08\%$$

$$\text{Presentase error} = \left| \frac{28,06 - 30}{100} \right| \times 100\% = -1,94\% = 1,94\%$$

Dari hasil pengujian sensor ultrasonik dapat disimpulkan bahwa sensor ultrasonik dapat bekerja sesuai dengan fungsinya, namun apabila pembacaan jarak yang terlalu jauh akurasi pembacaan sensor ultrasonik akan semakin rendah dan menyebabkan *presentase error* yang tinggi.

### 4.3.3 Pengujian Potensiometer

Penggunaan potensiometer pada proyek akhir ini berfungsi untuk mengetahui besar sudut dari pergerakan *solar tracker*. Hasil dari pengujian potensiometer dibandingkan dengan alat ukur berupa penggaris busur.

Berikut program dari potensiometer

```
int adc = 0;
float volt = 0;
float der = 0;
#define a = A2
void setup() {
  Serial.begin(9600);
}

void loop()
{
  adc = analogRead(A2);
  Serial.println("ADC : ");
  Serial.print(adc);

  volt = adc*(5.0/1023);
  Serial.println ( "VOLT : ");
  Serial.print(volt);
```



```

der = (volt*180)/5.0;
Serial.println(" DERAJAT : ");
Serial.print(der);
delay(1000);
}

```

Tabel 4. 3 Data Pengukuran Potensiometer dengan Penggaris Busur

No	Potensiometer	Alat Ukur (penggaris busur)	Error
1.	0	0	0 %
2.	45.9	45	0,9 %
3.	91.0	90	1 %
4.	120.56	120	0,56 %
5.	180.73	180	0,73 %

Perhitungan *error* pada sensor ultrasonik :

$$\text{Presentase error} = \left| \frac{0 - 0}{100} \right| \times 100\% = 0\%$$

$$\text{Presentase error} = \left| \frac{45.9 - 45}{100} \right| \times 100\% = 0.9\%$$

$$\text{Presentase error} = \left| \frac{91 - 90}{100} \right| \times 100\% = 1\%$$

$$\text{Presentase error} = \left| \frac{120.56 - 120}{100} \right| \times 100\% = 0.56\%$$

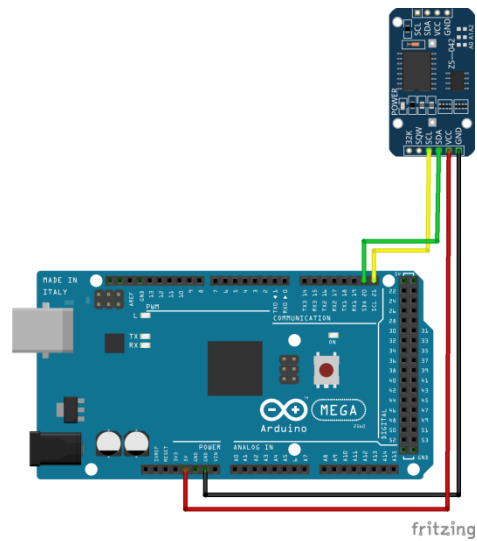
$$\text{Presentase error} = \left| \frac{180.73 - 180}{100} \right| \times 100\% = 0.73\%$$

Dari hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa potensiometer bekerja dengan baik sesuai dengan fungsinya dengan *presentase error* tertinggi 1%.

#### 4.3.4 Pengujian *Real Time Clock* (RTC)

Penggunaan *Real Time Clock* (RTC) pada proyek akhir ini berfungsi untuk menghitung hari, tanggal, waktu (jam, menit, detik) pada proses pemanasan air menggunakan *solar tracker water heater* , sekaligus sebagai *setting* waktu untuk pergerakan *solar tracker water heater*. Hasil dari perhitungan *Real Time Clock* (RTC) akan disimpan pada *SD Card* sebagai data *logger* hasil penelitian. Berikut

skematik pengujian *Real Time Clock* (RTC) dapat dilihat pada gambar 4.16.



Gambar 4. 16 Skematik *Real Time Clock* (RTC)

Berikut program dari *Real Time Clock* (RTC)

```
#include <DS3231.h>
#include <Wire.h>

DS3231 rtc(SDA,SCL);

String hari;
String waktu;
String tanggal;
String bulan;

void setup()
{
  rtc.begin();
  Serial.begin(9600);

  // rtc.setDate(8, 8, 2021);
  //rtc.setDOW(SUNDAY);
  //rtc.setTime(17,30,00 );
}

void loop(){
  hari = rtc.getDOWStr();
```

```

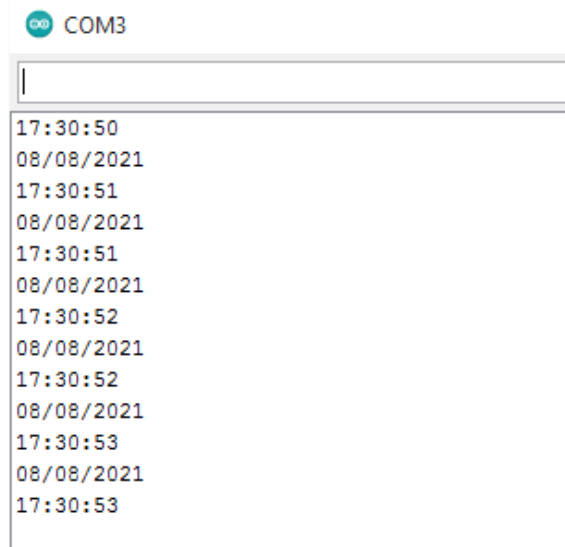
waktu = rtc.getTimeStr();
tanggal = rtc.getDateStr();
bulan = rtc.getMonthStr();

Serial.println(waktu);
Serial.println(tanggal);

delay (1000);
}

```

Hasil dari pengujian dari *Real Time Clock* (RTC) dapat dilihat pada gambar 4.17.

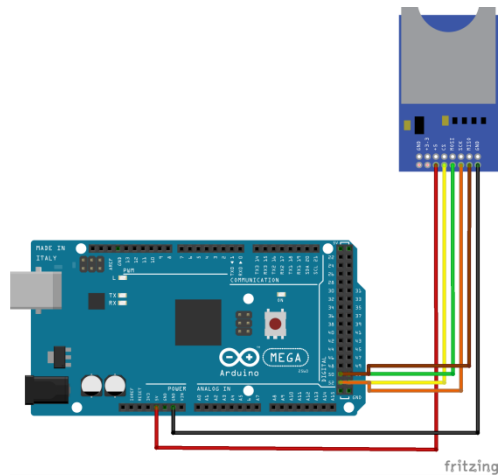


Gambar 4. 17 Hasil dari Pengujian *Real Time Clock* (RTC)

Dari hasil pengujian *Real Time Clock* (RTC) dapat disimpulkan bahwa *Real Time Clock* (RTC) dapat bekerja dengan baik sesuai fungsinya.

#### 4.3.5 Pengujian *SD Card*

Penggunaan *SD Card* pada proyek akhir ini berfungsi untuk menyimpan data dari pembacaan sensor yang digunakan dan sistem kerja pada *solar tracker water heater*. Hasil dari penyimpanan data pada *SD Card* disimpan dengan format “.txt”. Data yang dihasilkan dapat dilihat menggunakan *smartphone* dengan cara memindahkan *SD Card* dari modul ke *smartphone* sehingga mempermudah dalam pembacaan hasil pengujian. Skematik pengujian *SD Card* dapat dilihat pada gambar 4.18.



Gambar 4.18 Skematik pengujian *SD Card*

Berikut gambar dari hasil penyimpanan *SD Card* dalam bentuk *file “.txt”* yang dilihat melali *smartphone*. Hasil penyimpanan *SD Card* dapat dilihat pada gamabr 4.19.

```

29/07/2021
01:45:36
Suhu Air = 29.56°C
Suhu Pelat = 29.44°C
29/07/2021
01:45:44
Suhu Air = 29.56°C
Suhu Pelat = 29.44°C
29/07/2021
01:45:53
Suhu Air = 29.62°C
Suhu Pelat = 29.50°C

```

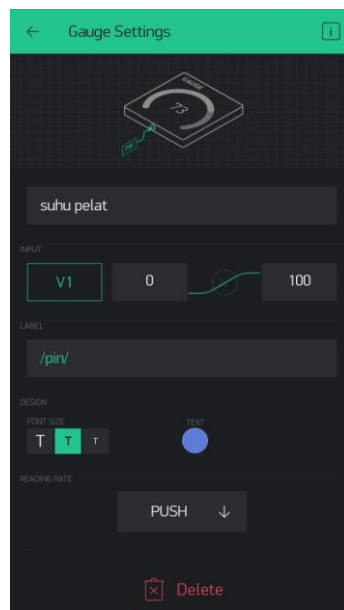
Gambar 4.19 Hasil Penyimpanan *SD Card*

Dari data yang didapatkan pada pengujian *SD Card* dapat disimpulkan bahwa *SD Card* berfungsi dengan baik dalam penyimpanan data.

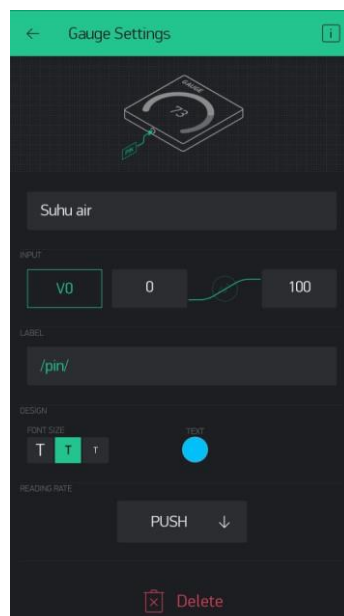
#### 4.3.6 *Setting dan Pengujian Software Blynk*

*Software* yang digunakan pada *smartphone* untuk *monitoring* pembacaan sensor suhu menggunakan *software* Blynk. *Software* ini dapat di-*unduh* pada *play store*. Pada *software* ini pengguna diwajibkan untuk mendaftar terlebih dahulu. Pendaftaran dapat menggunakan *e-mail* maupun akun facebook.

Setelah melakukan registrasi pada *software* Blynk, Tampilan awal pada menu utama *software* Blynk untuk membuat sebuah *project* baru, selanjutnya akan dikirim *Auth* token ke alamat *email* yang sudah didaftarkan. Pada *project blynk* akan menampilkan suhu menggunakan fitur “*Gauge*” Di bawah ini merupakan *setting Gauge* untuk menampilkan suhu. Gambar 4.20 merupakan *setting gauge* suhu pelat, gambar 4.21 merupakan *setting gauge* suhu air.

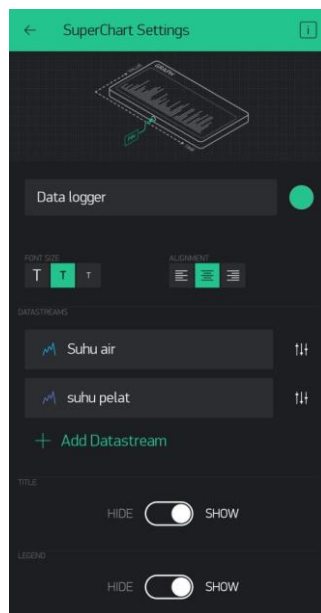


Gambar 4.21 *Setting Gauge* Suhu



Gambar 4.20 *Setting Gauge* Suhu Pelat

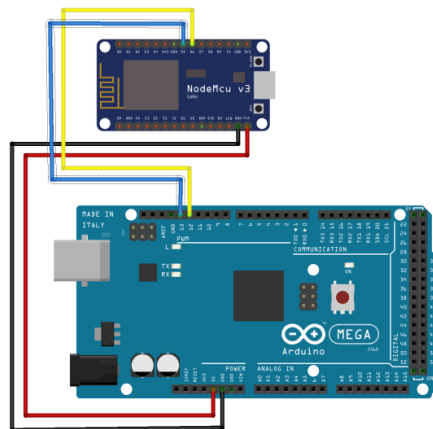
Selain menggunakan fitur *Gauge*, juga menggunakan fitur *SuperChart* berfungsi untuk menampilkan riwayat data dari pembacaan suhu pada fitur *Gauge*. Di bawah ini *setting SuperChart* (*data logger*) untuk menampilkan riwayat pembacaan suhu dapat dilihat pada gambar 4.22.



Gambar 4.22 Setting *SuperChart* (*Data Logger*)

#### 4.3.7 Pengujian *NodeMCU ESP8266*

Penggunaan *NodeMCU ESP8266* pada proyek akhir ini sebagai pengirim data ke *smartphone*. Pengiriman data pembacaan dari *Arduino Mega 2560* berfungsi untuk memudahkan pengguna *me-monitoring* data hasil pembacaan suhu pada alat. Skematik rangkaian pengujian *NodeMCU ESP8266* dapat dilihat pada gambar 4.23.



Gambar 4. 23 Skematik rangkaian *NodeMCU ESP8266*

Berikut program *Arduino Mega 2560* untuk pengiriman data pembacaan suhu dan komunikasi serial ke *NodeMCU ESP8266*

```
#include<SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial megaPapan(12, 13);
float temp1, temp2, temp3;
String paket = "";
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  megaPapan.begin(9600);
}
void loop()
{
  temp1 = sensor.getTempCByIndex(0);
  temp2 = sensor.getTempCByIndex(1);
  String paket = ('#') + String(temp1) + (',' ) + String(temp2)
  megaPapan.println(paket);
  Serial.println(paket);
}
```

Setelah dilakukan pemrograman menggunakan *Arduino IDE* pada *NodeMCU ESP8266* sebagai penghubung *Wi-Fi* dan pengirim data untuk ditampilkan pada *smartphone*. Hasil dari *monitoring* suhu pada *smartphone* menggunakan *software Blynk* dapat dilihat pada gambat 2.24.

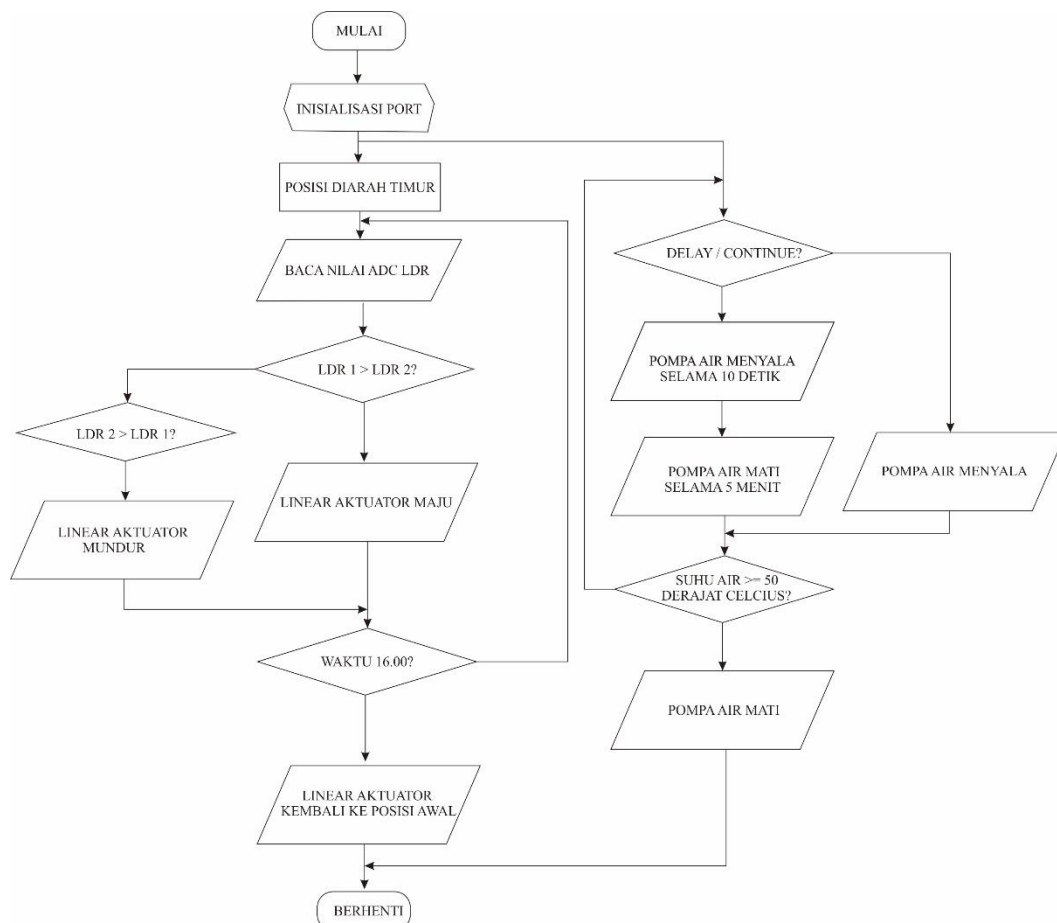


Gambar 4.24 Hasil *Monitoring* Suhu Pada *Smartphone*

Dari gambar 4.24 dapat dilihat bahwa sistem *monitoring* suhu dari proses *solar tracker water heater* berfungsi dengan baik, dimana terdapat dua *icon* sebagai parameter suhu, yaitu suhu air dan suhu kolektor pelat. Data yang ditampilkan tersebut diperoleh dari hasil pembacaan sensor suhu DS18B20. Pada bagian bawah terdapat grafik riwayat hasil pembacaan suhu.

#### 4.4 Cara Sistem Kerja

Untuk menjelaskan sistem kerja pada *solar tracker water heater* dibuat sebuah *flowchart* sistem kerja alat untuk memudahkan pembacaan sistem kerja alat. Berikut ini merupakan *flowchart* sistem kerja alat dapat dilihat pada gambar 4.25



Gambar 4.25 *Flowchart* Sistem Kerja Alat

Cara kerja *solar tracker water heater* yaitu pemanfaatan energi panas dari cahaya matahari untuk memanaskan air, menggunakan serangkaian pipa tembaga yang berbentuk zig-zag sebagai perantara penyerapan dan penghantar panas ke air.



Pada pipa terdapat air yang mengalir yang digerakkan oleh pompa air, yang dapat mengalir dengan 2 kondisi, *continue* dan *delay*. Kondisi *continue* yaitu pompa air yang dibiarkan menyala secara terus menerus dari tangki air ke dalam pipa tembaga kemudian dialir lagi ke tangki sehingga air yang mengalir melewati pipa tembaga secara *continue* sampai air yang dihasilkan panas dan mencapai suhu yang diinginkan, sedangkan kondisi *delay* yaitu pompa air akan menyala hingga 10 detik untuk mengaliri air dari tangki masuk ke dalam pipa tembaga berbentuk zig-zag sehingga pipa tersebut terisi penuh, setelah waktu terpenuhi selama 10 detik, maka pompa akan berhenti selama 5 menit untuk membiarkan air yang berada di dalam pipa tembaga panas, setelah waktu terpenuhi maka pompa akan menyala kembali selama 10 detik untuk mengeluarkan air yang berada di dalam pipa tembaga dan mengisinya dengan air yang berada di dalam tangki air dan mengulang siklus *delay*. Untuk pergerakan *tracker* menggunakan satu *axis*, pergerakan *tracker* ini mengikuti arah datangnya cahaya yang mengenai sensor, pergerakan *traker* berdasarkan dari hasil pembacaan sensor LDR sekaligus sebagai perintah untuk menggerakkan aktuator, untuk mengetahui perubahan sudut pada *tracker* dipasang potensiometer sebagai parameter pembacaan sudut. *Tracker* bergerak dari arah timur hingga ke arah barat. *Tracker* akan mulai bergerak mengikuti cahaya yang datang mengenai sensor LDR dari pukul 08.00 WIB hingga 16.00 WIB. Saat telah mencapai pukul 16.00 WIB *tracker* akan berhenti dan kembali ke posisi awal (kolektor pelat megarah ke arah timur). Pengukuran suhu pada alat ini menggunakan dua sensor suhu DS18B20 yang diletakkan pada kolektor pelat dan di dalam tangki air, berfungsi untuk mengetahui suhu sekaligus perbandingan suhu antara kolektor pelat dan suhu air di dalam tangki. Untuk mengetahui volume air pada tangki air dipasang sensor ultrasonik yang diletakkan di tangki air. Hasil dari pembacaan sensor suhu DS18B20, potensiometer, dan sensor ultrasonik akan ditampilkan pada LCD. Alat ini dikombinasikan dengan *Real Time Clock* sebagai pewaktu ( jam, menit, detik ). Hasil dari pembacaan sensor-sensor, potensiometer, aktuator, waktu akan disimpan menggunakan *modul SD Card*, kemudian akan diolah ke dalam data logger sebagai hasil dari penelitian. Data yang diambil yaitu waktu yang diperlukan untuk mencapai suhu tertentu dan dampaknya terhadap

pemanas air apabila dalam cuaca tertentu, dengan metode sistem kerja *continue* maupun *delay*. Serta untuk mempermudah dalam pembacaan suhu maka dibuat sistem *monitoring* menggunakan *software* Blynk dari *smartphone*. Bentuk fisik dari *solar tracker water heater* dapat dilihat pada Gambar 4.26.



Gambar 4.26 Bentuk Fisik *Solar Tracker Water Heater*

#### 4.5 Pengujian Sistem *Continue* Pada Hari Pertama Secara Keseluruhan

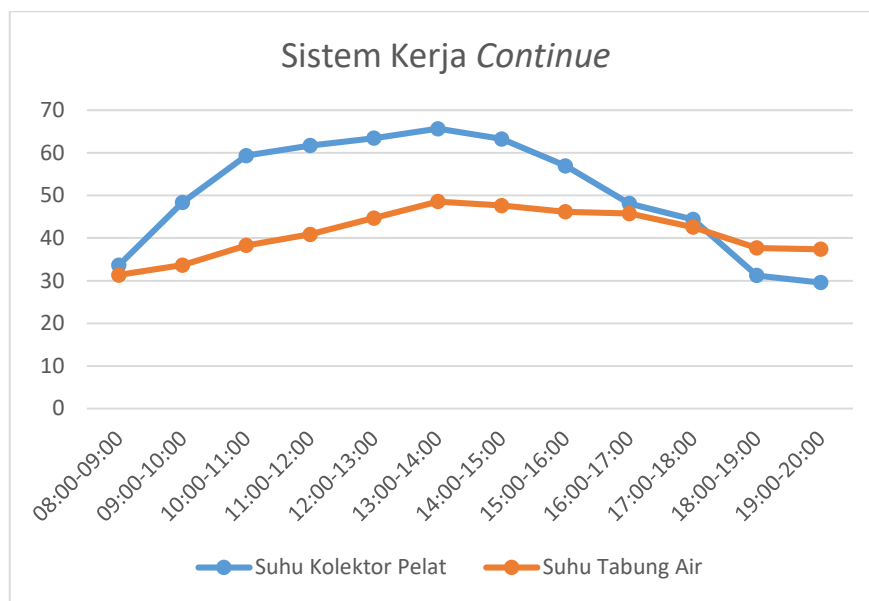
Berikut Data hasil Pembacaan suhu dari kolektor pelat dan suhu air di dalam tengki air dengan sistem *continue* pada hari Minggu, 01 Agustus 2021 dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Data Hasil Pembacaan Suhu dengan Sistem *Continue*  
Hari Minggu, 01 Agustus 2021

Waktu	Suhu Kolektor Pelat	Suhu Tabung Air
08:00-09:00	33.64	31.34
09:00-10:00	48.39	33.65

10:00-11:00	59.38	38.27
11:00-12:00	61.72	40.89
12:00-13:00	63.47	44.72
13:00-14:00	65.69	48.58
14:00-15:00	63.26	48.17
15:00-16:00	56.95	46.19
16:00-17:00	48.13	45.78
17:00-18:00	44.38	42.56
18:00-19:00	31.21	37.69
19:00-20:00	29.58	37.38

Dari tabel 4.4 dapat dilihat bahwa pembacaan suhu dilakukan selama 12 jam dari waktu pemanasan hingga waktu penurunan suhu. Dari tabel tersebut, maka dibuat grafik perubahan suhu yang terjadi. Grafik suhu air dalam tangki dan kolektor pelat dengan sistem *continue* pada hari Minggu, 01 Agustus 2021 dapat dilihat pada gambar 4.27.



Gambar 4. 27 Grafik Data Hasil Pembacaan suhu dengan Sistem *Continue*  
Hari Minggu, 01 Agustus 2021

Dari gambar grafik 4.27, dapat dilihat bahwa garis biru menunjukkan hasil pembacaan sensor suhu DS18B20 yang terpasang pada kolektor pelat, sedangkan garis merah menunjukkan hasil pembacaan sensor suhu DS18B20 yang terpasang

pada tangki air. Data di atas berdasarkan rata-rata pembacaan suhu pada setiap jamnya selama 12 jam dari pukul 08:00 WIB sampai pukul 20:00 WIB. Pada hari minggu dengan kondisi cuaca cerah menghasilkan data hasil pembacaan suhu air pada tangki tertinggi sebesar 48,58 °C dan suhu pada kolektor pelat tertinggi sebesar 65,69 °C.

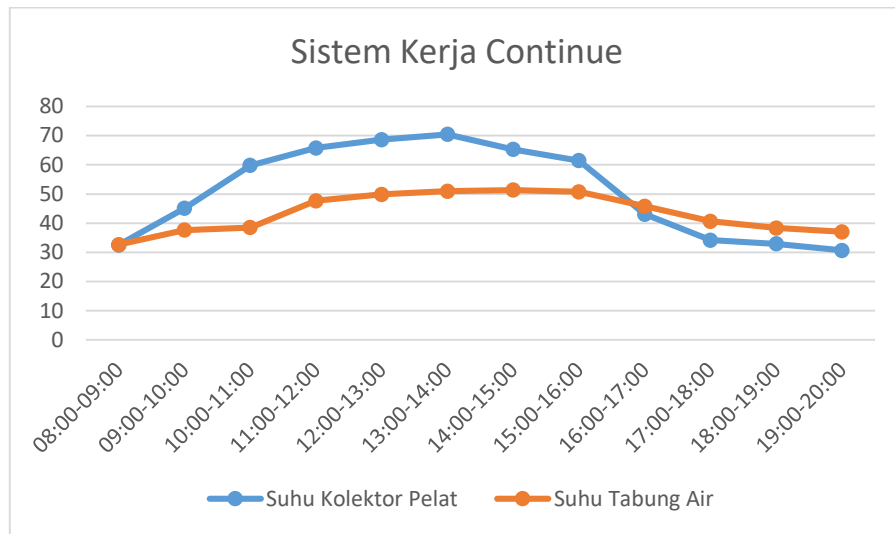
#### 4.6 Pengujian Sistem *Continue* Pada Hari Kedua Secara Keseluruhan

Berikut Data hasil Pembacaan suhu dari kolektor pelat dan suhu air di dalam tangki air dengan sistem *continue* pada hari Senin, 02 Agustus 2021 dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4. 5 Data Hasil Pembacaan Suhu dengan Sistem *Continue*  
Hari Senin, 02 Agustus 2021

Waktu	Suhu Kolektor Pelat	Suhu Tabung Air
08:00-09:00	32.55	32.63
09:00-10:00	45.07	37.61
10:00-11:00	59.78	38.52
11:00-12:00	65.75	47.65
12:00-13:00	68.63	49.89
13:00-14:00	70.41	50.97
14:00-15:00	65.29	50,80
15:00-16:00	61.43	50.77
16:00-17:00	43.06	45.78
17:00-18:00	34.15	40.64
18:00-19:00	32.89	38.32
19:00-20:00	30.66	37.03

Dari tabel 4.5 dapat dilihat bahwa pembacaan suhu dilakukan selama 12 jam dari waktu pemanasan hingga waktu penurunan suhu. Dari tabel tersebut, maka dibuat grafik perubahan suhu yang terjadi. Grafik suhu air dalam tangki dan kolektor pelat dengan sistem *continue* pada hari Senin, 02 Agustus 2021 dapat dilihat pada gambar 4.28.



Gambar 4. 28 Grafik Data Hasil Pembacaan Suhu dengan Sistem *Continue*

Senin, 02 Agustus 2021

Dari grafik diatas garis biru menunjukkan hasil pembacaan sensor suhu DS18B20 yang terpasang pada kolektor pelat, sedangkan garis merah menunjukkan hasil pembacaan sensor suhu DS18B20 yang terpasang pada tangki air. Data di atas berdasarkan rata-rata pembacaan suhu pada setiap jamnya selama 12 jam dari pukul 08:00 WIB sampai pukul 20:00 WIB. Pada hari Senin dengan kondisi cuaca sangat cerah menghasilkan data hasil pembacaan suhu air pada tangki tertinggi sebesar 50,80 °C dan suhu pada kolektor pelat sebesar 70,41 °C.

#### 4.7 Pengujian Sistem *Delay* Pada Hari Pertama Secara Keseluruhan

Berikut data hasil Pembacaan suhu dari kolektor pelat dan suhu air di dalam tengki air dengan sistem *delay* pada hari Selasa, 03 Agustus 2021 dapat dilihat pada tabel 4.6.

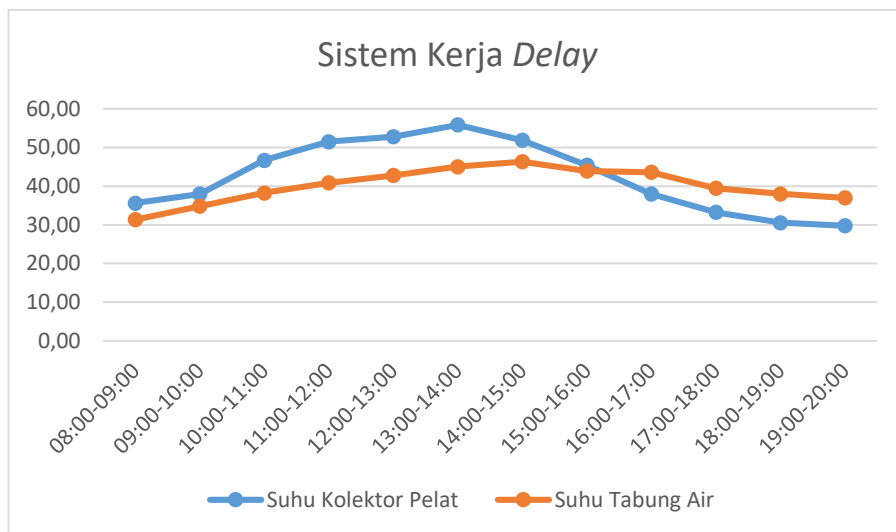
Tabel 4. 6 Data Hasil Pembacaan Suhu dengan Sistem *Delay*

Hari Selasa,03 Agustus 2021.

Waktu	Suhu Kolektor Pelat	Suhu Tabung Air
08:00-09:00	35.63	31.34
09:00-10:00	37.98	34.85
10:00-11:00	46.72	38.27
11:00-12:00	51.54	40.89

12:00-13:00	52.83	42.78
13:00-14:00	55.87	45.05
14:00-15:00	51.90	46.37
15:00-16:00	45.45	43.96
16:00-17:00	38.00	43.61
17:00-18:00	33.24	39.47
18:00-19:00	30.55	38.02
19:00-20:00	29.77	36.97

Dari tabel 4.6 dapat dilihat bahwa pembacaan suhu dilakukan selama 12 jam dari waktu pemanasan hingga waktu penurunan suhu. Dari tabel tersebut, maka dibuat grafik perubahan suhu yang terjadi. Grafik suhu air dalam tangki dan kolektor pelat dengan sistem *delay* pada hari Selasa, 03 Agustus 2021 dapat dilihat pada gambar 4.29.



Gambar 4.29 Grafik Data Hasil Pembacaan Suhu dengan Sistem *Delay*  
Selasa,03 Agustus 2021

Dari grafik diatas garis biru menunjukkan hasil pembacaan sensor suhu DS18B20 yang terpasang pada kolektor pelat, sedangkan garis merah menunjukkan hasil pembacaan sensor suhu DS18B20 yang terpasang pada tangki air. Data di atas berdasarkan rata-rata pembacaan suhu pada setiap jamnya selama 12 jam dari pukul 08:00 WIB sampai pukul 20:00 WIB. Pada hari Selasa dengan kondisi cuaca cerah

menghasilkan data hasil pembacaan suhu air pada tengki tertinggi sebesar 46,37 °C dan suhu pada kolektor pelat sebesar 55,87°C.

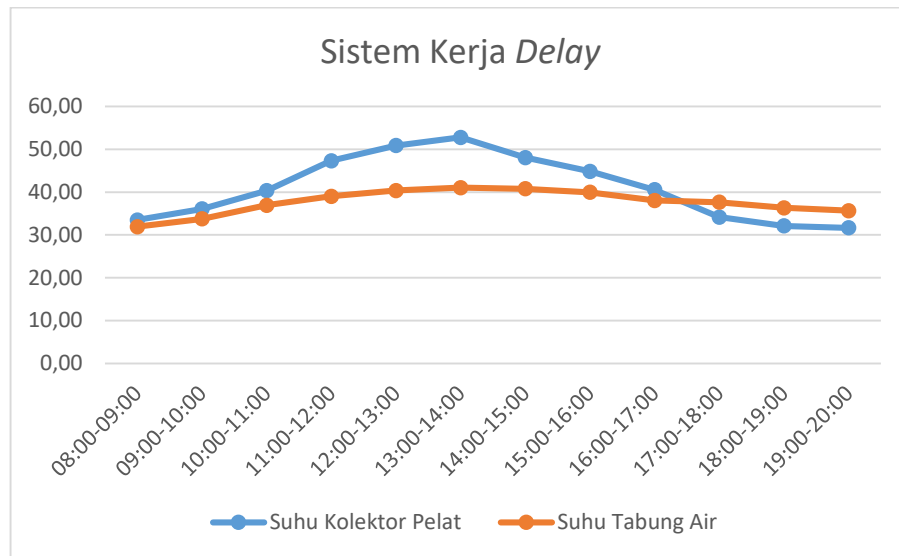
#### 4.8 Pengujian Sistem *Delay* Pada Hari Kedua Secara Keseluruhan

Berikut Data hasil Pembacaan suhu dari kolektor pelat dan suhu air di dalam tengki air dengan sistem *delay* pada hari Rabu, 04 Agustus 2021 dapat dilihat pada tabel 4.7.

Tabel 4. 7 Data Hasil Pembacaan Suhu dengan Sistem *Delay*  
Hari Rabu,04 Agustus 2021.

Waktu	Suhu Kolektor Pelat	Suhu Tabung Air
08:00-09:00	33.50	31.93
09:00-10:00	36.07	33.75
10:00-11:00	40.32	36.93
11:00-12:00	47.31	39.01
12:00-13:00	50.88	40.36
13:00-14:00	52.76	41.04
14:00-15:00	48.06	40.79
15:00-16:00	44.85	39.96
16:00-17:00	40.56	38.05
17:00-18:00	34.15	37.65
18:00-19:00	32.09	36.32
19:00-20:00	31.65	35.65

Dari tabel 4.7 dapat dilihat bahwa pembacaan suhu dilakukan selama 12 jam dari waktu pemanasan hingga waktu penurunan suhu. Dari tabel tersebut, maka dibuat grafik perubahan suhu yang terjadi. Pada kondisi cuaca berawan menghasilkan pembacaan suhu air maupun kolektor pelat kurang maksimal pada sistem kerja *delay*, sehingga suhu air yang dihasilkan hanya 41,04°C. Grafik suhu air dalam tangki dan kolektor pelat dengan sistem *delay* pada hari Rabu, 04 Agustus 2021 dapat dilihat pada gambar 4.30.



Gambar 4.30 Grafik Data Hasil Pembacaan Suhu dengan Sistem *Delay*  
Hari Rabu,04 Agustus 2021

Dari grafik diatas garis biru menunjukkan hasil pembacaan sensor suhu DS18B20 yang terpasang pada kolektor pelat, sedangkan garis merah menunjukkan hasil pembacaan sensor suhu DS18B20 yang terpasang pada tangki air. Data di atas berdasarkan rata-rata pembacaan suhu pada setiap jamnya selama 12 jam dari pukul 08:00 WIB sampai pukul 20:00 WIB. Pada hari Rabu dengan kondisi cuaca cerah menghasilkan data hasil pembacaan suhu air pada tengki tertinggi sebesar 41,04 °C dan suhu pada kolektor pelat sebesar 52,76°C.

#### 4.9 Rata-Rata Nilai Suhu Pada Sistem Kerja *Continue* dan *Delay*

Dari hasil pengujian alat proyek akhir selama empat hari yaitu dua hari menggunakan sistem kerja *continue* dan dua hari menggunakan sistem kerja *delay*, sehingga diperoleh data suhu di setiap perubahan waktu, sehingga diperoleh hasil rata-rata pengujian alat pada masing-masing kerja sebagai berikut :

##### 4.9.1 Rata-Rata Nilai Suhu Pada Sistem Kerja *Continue*

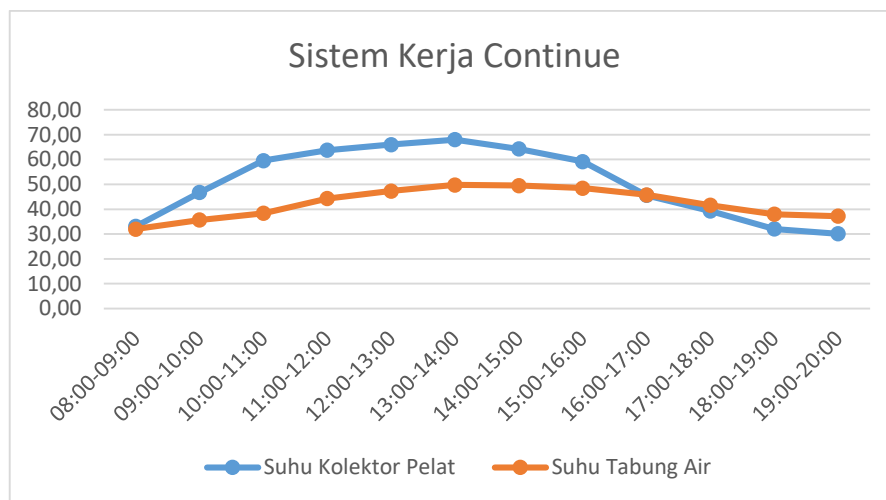
Dari proses pengujian *solar tracker water heater* dengan sistem *continue* selama dua dari tanggal 01-02 Agustus 2021 diperoleh hasil data rata-rata suhu air pada proses pemanasan. Rata-rata nilai suhu pada sistem *continue* dapat dilihat pada tabel 4.8.



Tabel 4. 8 Data Hasil Rata-Rata Nilai Suhu dengan Sistem *Continue*

Waktu	Suhu Kolektor Pelat	Suhu Tabung Air
08:00-09:00	33.10	31.99
09:00-10:00	46.73	35.63
10:00-11:00	59.58	38.40
11:00-12:00	63.74	44.27
12:00-13:00	66.05	47.31
13:00-14:00	68.05	49.78
14:00-15:00	64.28	49.49
15:00-16:00	59.19	48.48
16:00-17:00	45.60	45.78
17:00-18:00	39.27	41.60
18:00-19:00	32.05	38.01
19:00-20:00	30.12	37.21

Dari tabel 4.8 diperoleh pembacaan suhu pada setiap jamnya. sehingga dibuat grafik rata-rata suhu dari kolektor pelat dan suhu dari tabung air dengan sistem *continue* dapat dilihat pada gambar 4.31.



Gambar 4.31 Grafik Rata-Rata Nilai Suhu pada Sistem *Continue*

Dari tabel diatas dapat disimpulkan bahwa pada sistem kerja *continue* suhu air mencapai rata-rata tertinggi pada suhu 49,78°C dan suhu kolektor pelat mencapai rata-rata tertinggi pada suhu 68,06 °C.

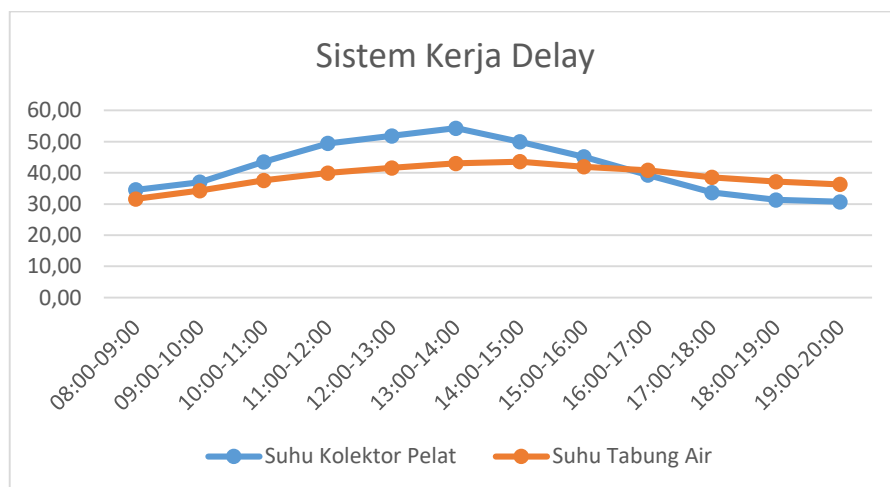
#### 4.9.2 Rata-Rata Nilai Suhu Pada Sistem Kerja *Delay*

Dari proses pengujian *solar tracker water heater* dengan sistem *delay* selama dua diperoleh hasil data rata-rata suhu air pada proses pemanasan. Rata-rata nilai suhu pada sistem *continue* dapat dilihat pada tabel 4.9.

Tabel 4. 9 Data Hasil *Rata-Rata* Nilai Suhu dengan Sistem *Delay*

Waktu	Suhu Kolektor Pelat	Suhu Tabung Air
08:00-09:00	34.57	31.64
09:00-10:00	37.03	34.30
10:00-11:00	43.52	37.60
11:00-12:00	49.43	39.95
12:00-13:00	51.86	41.57
13:00-14:00	54.32	43.05
14:00-15:00	49.98	43.58
15:00-16:00	45.15	41.96
16:00-17:00	39.28	40.83
17:00-18:00	33.70	38.56
18:00-19:00	31.32	37.17
19:00-20:00	30.71	36.31

Dari tabel 4.9 diperoleh pembacaan suhu pada setiap jamnya. sehingga dibuat grafik rata-rata suhu dari kolektor pelat dan suhu dari tabung air dengan sistem *continue* dapat dilihat pada gambar 4.32.



Gambar 4. 32 Grafik Rata-Rata Nilai Suhu pada Sistem *Delay*

Dari gambar 4.9 dan gambar 4.32 merupakan hasil data pembacaan suhu menggunakan *solar tracker water heater* pada rata-rata setiap jamnya selama dua hari dari tanggal 03-04 Agustus 2021 sengan kondisi cuaca dan sedikit berawan sehingga menghasilkan pembacaan rata-rata suhu air dalam tangki dan suhu kuloektor pelat bahwa pada sistem kerja *delay* dengan suhu air mencapai rata-rata tertinggi pada suhu 43,58°C dan suhu kolektor pelat mencapai rata-rata tertinggi pada suhu 54,32 °C.

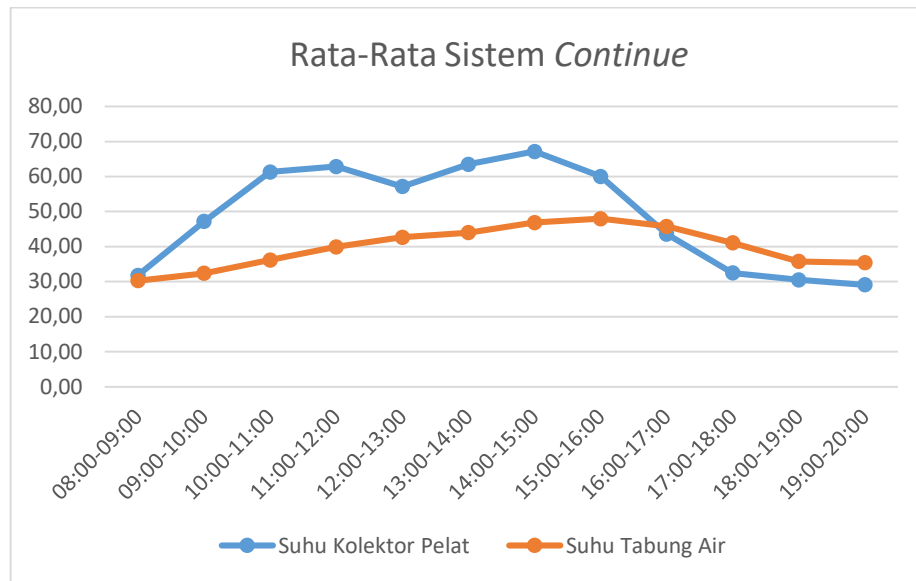
#### 4.10 Perbandingan Data Solar Water Heater dan Solar Tracker Water Heater

Dari hasil penelitian yang dilakukan sebelumnya menggunakan *solar water heater* dengan sudut elevasi tetap [2] menggunakan sistem *continue* dan *delay* diperoleh data hasil uji coba yang dapat dilihat pada tabel 4.10.

Tabel 4.10 Data Pengujian *Solar Water Heater* Secara *Continue*  
Hari Senin-Selasa, 30-31 Juli 2018.

Waktu	Suhu Kolektor Pelat	Suhu Tabung Air
08:00-09:00	31.80	30.30
09:00-10:00	47.19	32.37
10:00-11:00	61.29	36.17
11:00-12:00	62.85	39.92
12:00-13:00	57.14	42.66
13:00-14:00	63.48	43.98
14:00-15:00	67.14	46.87
15:00-16:00	60.04	47.96
16:00-17:00	43.56	45.78
17:00-18:00	32.47	41.06
18:00-19:00	30.49	35.75
19:00-20:00	29.08	35.37

Tabel 4.10 merupakan data hasil pembacaan rata-rata suhu pada *solar water heater* dari penelitian sebelumnya dari tanggal 30-31 Juli 2018. Grafik suhu dari kolektor pelat dan suhu dalam tengki air dengan sistem *continue* dapat dilihat pada gambar 4.33.



Gambar 4.33 Grafik Rata-Rata Nilai Suhu pada Sistem *Continue*

Dari hasil data pada Tabel 4.10 dapat dilihat hasil dari pengujian *solar water heater* dengan pemasangan sudut elevasi tetap dari hasil penelitian sebelumnya dengan sistem kerja *continue* menghasilkan suhu air tertinggi 47,96°C dan suhu kolektor pelat tertinggi 67.14°C, sedangkan pada Dari hasil data pada Tabel 4.8 dapat dilihat hasil dari pengujian *solar tracker water heater* dengan pemasangan sudut elevasi berubah sesuai arah datangnya cahaya dari matahari dengan sistem kerja *continue* menghasilkan suhu air tertinggi 49,78°C dan suhu kolektor pelat tertinggi 68.05°C. Sehingga dapat disimpulkan penggunaan *solar tracker water heater* dengan sistem *continue* lebih efektif dalam pemanasan air.

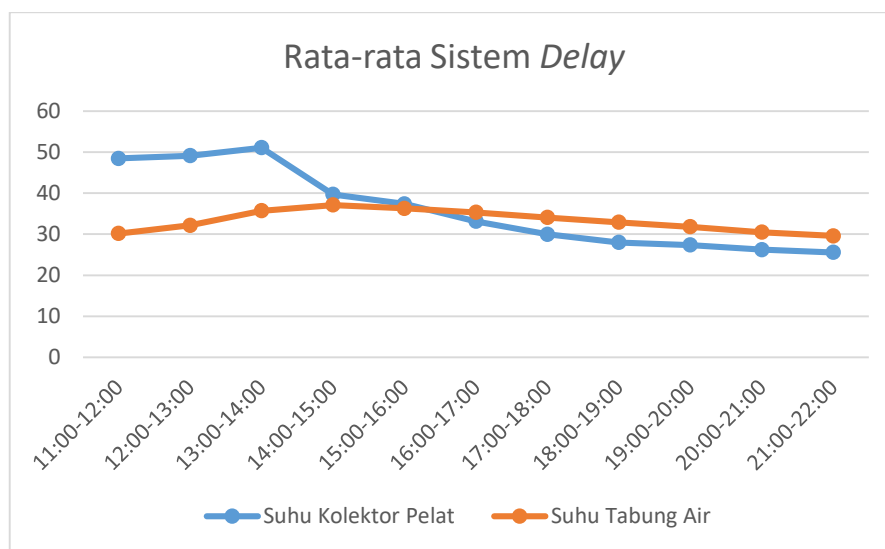
Tabel 4.11 Data Pengujian *Solar Water Heater* Secara *Delay*

Hari Rabu, 01 Agustus 2018.

Waktu	Suhu Kolektor Pelat	Suhu Tabung Air
11:00-12:00	48.45	30.17
12:00-13:00	49.13	32.14
13:00-14:00	51.08	35.71
14:00-15:00	39.7	37.12
15:00-16:00	37.37	36.3
16:00-17:00	33.14	35.3
17:00-18:00	29.96	34.07

18:00-19:00	27.99	32.89
19:00-20:00	27.34	31.8
20:00-21:00	26.24	30.46
21:00-22:00	25.55	29.57

Tabel 4.11 merupakan data hasil pembacaan rata-rata suhu pada *solar water heater* dari penelitian sebelumnya dari tanggal 01 Agustus 2018. Grafik suhu dari kolektor pelat dan suhu dalam tengki air dengan sistem *continue* dapat dilihat pada gambar 4.34.



Gambar 4. 34 Grafik Rata-Rata Nilai Suhu pada Sistem *Delay*

Dari hasil data pada Tabel 4.11 dapat dilihat hasil dari pengujian *solar water heater* dengan pemasangan sudut elevasi tetap dai hasil penelitian sebelumnya dengan sistem kerja *delay* menghasilkan suhu air tertinggi 37,12°C dan suhu kolektor pelat tertinggi 51,08°C, sedangkan pada Dari hasil data pada Tabel 4.9 dapat dilihat hasil dari pengujian *solar tracker water heater* dengan pemasangan sudut elevasi berubah-ubah dengan sistem kerja *delay* menghasilkan suhu air tertinggi 43,58°C dan suhu kolektor pelat tertinggi 54.32 °C. Sehingga disimpulkan penggunaan *solar tracker water heater* dengan sistem *delay* lebih efektif dalam pemanasan air. Dari hasil perbandingan data uji coba antara *solar tracker* dengan dengan *solar tracker water heater* dapat disimpulkan bahwa pemanasan suhu air menggunakan *solar tracker water heater* lebih efektif dalam pemanasan air.

Perbandingan suhu yang dihasilkan dari kedua sistem kerja menunjukkan bahwa pemanasan air akan lebih cepat apabila menggunakan sistem kerja *continue*.

#### 4.11 Perhitungan Perpindahan Panas Konveksi

Pada kolektor pelat saat dalam proses pemanasan air didalam tembaga terjadi perpindahan panas konveksi alami. Aliran fluida terjadi karena terdapat perbedaan massa jenis antara air panas dan air dingin. Laju aliran air dalam pipa tembaga cenderung lambat. Dengan memanfaatkan Hukum persamaan Stefan Boltzman, dapat diketahui nilai dari perpindahan panas radiasi yang terdapat pada kolektor pelat sebagai berikut :

$$qr = \varepsilon \sigma AT^4 \quad (4.1)$$

Dimana :

$\varepsilon$  = Emisivitas yang dimaksud tergantung dari pemakaian bahan dasar untuk membuat kolektor matahari, yaitu bahan tembaga untuk *fluida* kerja yang memiliki nilai 0,3

T = Suhu absolute benda, K ( $^{\circ}$ R), pada saat pengujian kolektor dipanaskan hingga mencapai suhu 54,32  $^{\circ}$ C dan dikarenakan satuan temperatur yang digunakan bernilai absolute sehingga  $54,32 + 273 = 327,32$  K

A = Luas permukaan, m<sup>2</sup> (ft<sup>2</sup>), untuk ukuran kolektor matahari yang dibuat sebesar 90 x 90 cm, sehingga didapat luasnya sebesar 8100 cm<sup>2</sup> atau  $81 \times 10^{-2}$  m<sup>2</sup>

qr = Laju perpindahan panas radiasi, Watt (Btu/h) yang terjadi pada kolektor matahari

$\sigma$  = Konstanta Stefan-Boltzman,  $5,669 \times 10^{-8}$  W/m<sup>2</sup>.K<sup>4</sup> ( $0,1713 \times 10^{-8}$  Btu/h.ft<sup>2</sup>. $^{\circ}$ R<sup>4</sup>) (konstanta proporsionalitas)

Sehingga :

$$qr = \varepsilon \sigma AT^4$$

$$qr = (0,3)(5,67 \times 10^{-8})(81 \times 10^{-2})(327,32)^4$$

$$qr = 158,15 \text{ W}$$

Jadi daya radiasi yang dapat terpancar oleh kolektor matahari sebesar 158,15 W

Untuk perhitungan efisiensi perpindahan panas yang terjadi pada pipa tembaga pada kolektor pemanas air tenaga matahari dalam proses memanaskan air sebanyak 40 liter dapat digunakan persamaan sebagai berikut :

$$\eta = ((T_{out} - T_{in}) / T_{in}) \times 100\% \quad (4.3)$$

Dimana :

$\eta$  = Efisiensi perpindahan panas pipa tembaga pada kolektor pemanas air tenaga matahari (%)

$T_{in}$  = Suhu air masuk ( $^{\circ}\text{C}$ ), merupakan nilai suhu air yang ada di dalam tangki air sebelum dipanaskan didalam pipa tembaga dengan mengambil nilai dari salah satu pengujian dimana suhu air berkisar  $30,17^{\circ}\text{C}$

$T_{out}$  = Suhu air keluar ( $^{\circ}\text{C}$ ), merupakan nilai suhu air yang keluar dari pipa tembaga dalam artian sudah dari proses pemanasan air yang terukur sebesar  $30,50^{\circ}\text{C}$

Sehingga :

$$\eta = ((30,20 - 30,17) / 30,17) \times 100\%$$

$$\eta = 0,09\%$$

Jadi tingkat efisiensi perpindahan panas pipa tembaga pada kolektor matahari yang ditransmisikan ke aliran air dalam pipa sebesar 0,09 % untuk satu kali siklus aliran air dari tangki air menuju ke pipa tembaga yang kemudian masuk kembali ke tangki air.

Berikut untuk mengetahui nilai perpindahan panas konduksi pada pipa dapat menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$q_k = -KA(dT/dR) \quad (4.4)$$

Dimana :

$dT$  = Perubahan suhu dari fluida dingin ke fluida panas ( $^{\circ}\text{C}$ )

$dR$  = Perbandingan jari-jari silinder bagian luar dan bagian dalam (m)

$A$  = Luas permukaan penampang silinder atau pipa ( $\text{m}^2$ )

$$A = 2\pi \times r \times L \quad (4.5)$$

Dimana :

$dT$  = Perubahan suhu dari fluida dingin ke fluida panas ( $^{\circ}\text{C}$ )

$dR$  = Perbandingan jari-jari silinder bagian luar dan dalam (m)

$A$  = Luas permukaan penampang silinder atau pipa ( $m^2$ )

$r$  = Jari-jari silinder atau pipa (m)

$L$  = Panjang silinder atau pipa (m)

Sehingga,

$$qk = -K(2\pi \times r \times L)(dT/dR) \quad (4.6)$$

Kemudian, diintegrasikan dimulai dari permukaan dalam yang memiliki jari-jari sebesar  $r_i$  dan bertemperatur  $T_{wi}$ , sedangkan permukaan luarnya yang memiliki jari-jari sebesar  $r_o$  dan bertemperatur  $T_{wo}$  sebagai berikut:

$$\int qk(dR/r) = \int -K(2\pi \times L)(dT/dR) \quad (4.7)$$

Selanjutnya, jika diintegrasikan maka akan berubah menjadi sebagai berikut

$$qk \ln(r_o/r_i) = -K(2\pi \times L)(T_{wo} - T_{wi}) \quad (4.8)$$

Oleh dikarenakan suhu permukaan bagian dalam pipa lebih panas maka variabel  $T_{wi}$  lebih besar daripada  $T_{wo}$ , maka persamaan di atas dapat diubah lagi sebagai berikut :

$$qk \ln(r_o/r_i) = 2\pi \times K \times L(T_{wi} - T_{wo}) \quad (4.9)$$

Atau

$$qk = (T_{wi} - T_{wo}) / [\ln(r_o/r_i) / (2\pi \times K \times L)] \quad (4.10)$$

Setelah didapat persamaan, laju perpindahan energi panas konduksi pada pipa tembaga pun dapat dicari sebagai berikut :

$$qk = (T_{wi} - T_{wo}) / [\ln(r_o/r_i) / (2\pi \times K \times L)] \quad (4.11)$$

Dimana :

$T_{wi}$  = temperatur suhu dalam pipa yang terukur pada salah satu percobaan dengan nilai tertinggi 54,32 °C diubah ke satuan SI sehingga  $54,32 + 273 = 327,32$  K

$T_{wo}$  = temperatur suhu pada permukaan luar pipa yang terukur 43,58 °C diubah ke satuan SI sehingga  $43,58 + 273 = 316,58$  K

$K$  = konduktivitas *thermal* bernilai 390 W/mK dikarenakan bahan dasar terbuat dari tembaga

$L$  = panjang pipa tembaga mencapai 12 m



$R_o$  = jari-jari luar pipa sebesar 0,25 inch atau  $6,35 \text{ mm}/2 = 3,175 \text{ mm}$  atau  $0,003 \text{ m}$

$R_i$  = jari-jari dalam pipa sebesar  $2,35 \text{ mm}/2 = 1,175 \text{ mm}$  atau  $0,001 \text{ m}$

Sehingga :

$$T_{wo} - T_{wi} = 327,32 - 316,58 = 10,74 \text{ K}$$

$$\text{Ln} (r_o/r_i) = 1,09$$

Kemudian menggunakan persamaan :

$$qk = (T_{wi} - T_{wo}) / [\text{Ln} (r_o/r_i) / (2\pi \times K \times L)]$$

$$qk = (10,74) / [(1,09) / (2\pi \times 390 \times 12)]$$

$$qk = 289.589 \text{ W} = 289.589 \text{ J/s}$$

Hasil perhitungan diatas menunjukkan bahwa laju perpindahan energi panas sebesar  $289.589 \text{ J/s}$  atau  $289,5 \text{ kJ/s}$  pada sistem *thermal* dengan capaian suhu tertinggi pada pipa tembaga. Dalam arti lain, sistem *thermal* mentransfer energi panas sebesar  $289.589 \text{ Joule per detik}$ .

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1. Kesimpulan**

Setelah melakukan tahap perancangan, pembuatan konstruksi dan pembuatan sistem kerja alat yang kemudian dilanjutkan dengan tahap pengujian alat untuk memperoleh data hasil uji coba *solar tracker water heater* sehingga dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Rata-rata suhu air dalam tangki tertinggi pada sistem kerja *continue* mencapai 49,78°C sedangkan pada sistem *delay* suhu air dalam tangki dapat mencapai 43,58°C.
2. Untuk proses pemanasan air, diperlukan waktu  $\pm 6$  jam untuk mencapai suhu tertinggi pada saat cuaca sangat cerah, dengan pengontrolan menggunakan *Arduino mega 2560* dan sensor suhu DS18B20 sebagai input pengambilan data suhu yang diletakkan masing-masing pada kolektor pelat dan tangki air yang kemudian ditampilkan ke LCD.
3. Rata-rata suhu tertinggi pada kolektor pelat dapat mencapai 68,06°C pada sistem *continue* sedangkan pada sistem *delay* suhu kolektor pelat dapat mencapai 54,32°C.
4. Monitoring suhu air dan suhu kolektor pelat pada proyek akhir ini dapat ditampilkan pada *smartphone* menggunakan *software* Blynk dengan data suhu yang ditampilkan di *smartphone* sesuai dengan temperatur suhu yang terukur pada sensor suhu DS18B20 di kolektor pelat dan tangki air.
5. Dari hasil perbandingan suhu yang didapatkan antara *Solar Water Heater* dengan *Solar Tracker Water Heater* disimpulkan bahwa suhu yang didapatkan akan lebih tinggi apabila menggunakan sistem *Solar Tracker Water Heater* dengan perbandingan suhu air lebih tinggi dengan rata-rata 3,84% serta perbandingan suhu di permukaan kolektor pelat dengan rata-

rata 10,59% pada kedua sistem kerja dan penurunan suhu air lebih lama dibandingkan dengan *Solar Water Heater* sebelumnya.

## 5.2. Saran

Dari proyek akhir yang telah dibuat untuk penyempurnaan lebih lanjut dari alat ini, perlu ditambahkan dan diperbaiki yaitu :

1. Penambahan *axis* untuk pergerakan *solar tracker* agar penyerapan matahari lebih maksimal.
2. Pengontrolan sistem kerja alat dan *setting* waktu dapat diatur dari *smartphone*.
3. Pembentukan pipa tembaga dibuat dengan diameter lekukan lebih kecil karena semakin rapatnya jarak antar pipa maka dapat mempengaruhi kinerja dari pemanasan air sehingga membutuhkan waktu yang cenderung lebih cepat dalam mencapai suhu yang diinginkan.
4. Pada alat ini menggunakan sumber utama dari tegangan listrik PLN, untuk itu sebaiknya penggunaan sumber utama pada alat menggunakan dan memanfaatkan sumber energi matahari.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Manan, “Energi Matahari, Sumber Energi Alternatif yang Effisien, Handal dan Ramah Lingkungan di Indonesia,” *Energi Matahari Sumber Energi Altern. Yang Effisien, Handal Dan Ramah Lingkung. Di Indones.*, pp. 31–35, 2009, [Online]. Available: <http://eprints.undip.ac.id/1722>.
- [2] I. Dwisaputra, M. Yusuf, I. Rahmi, J. Teknik Elektro dan Informatika, and P. Manufaktur Negeri Bangka Belitung, “Rancang Bangun Solar Water Heater Dengan Kolektor Pelat Datar Berbentuk Spiral Berbasis Mikrokontroler.”
- [3] K. W. Fauzi, T. Arfianto, and N. Taryana, “Perancangan dan Realisasi Solar Tracking System Untuk Peningkatan Efisiensi Panel Surya Menggunakan Arduino Uno,” *TELKA - Telekomun. Elektron. Komputasi dan Kontrol*, vol. 4, no. 1, pp. 63–74, 2018, doi: 10.15575/telka.v4n1.63-74.
- [4] “Solar Water Heater Test,” 2011. <https://bildeco.com/blog/tag/solar-water-heater/> (accessed Jul. 24, 2021).
- [5] F. W. Siahaan, H. Ambarita, A. Pintoro, and Z. Lubis, “Study Experimental Optimasi Kolektor Plat Datar Dengan Menggunakan Pipa Berprinsip Untuk Memanaskan Air 120 Liter,” no. 4, pp. 37–46, 2019.
- [6] P. Kristanto, D. F. Teknik, J. Teknik, M. Universitas, and K. Petra, “Pengaruh Tebal Plat Dan Jarak Antar Pipa Terhadap Performansi Kolektor Surya Plat Datar,” *J. Tek. Mesin*, vol. 3, no. 2, pp. 47-51–51, 2001, doi: 10.9744/jtm.3.2.pp.47-51.
- [7] H. Susanto and D. Irawan, “Pengaruh Jarak Antar Pipa Pada Kolektor Terhadap Panas Yang Dihasilkan Solar Water Heater (Swh),” *Turbo J. Progr. Stud. Tek. Mesin*, vol. 6, no. 1, pp. 84–91, 2017, doi: 10.24127/trb.v6i1.470.
- [8] M. H. Sirait, “Data Logger Pengukuran Intensitas Cahaya Matahari Berbasis IoT Menggunakan Arduino Mega” 2020.
- [9] “Character I2C LCD with Arduino Tutorial (8 Examples).”

- <https://www.makerguides.com/character-i2c-lcd-arduino-tutorial/> (accessed Sep. 01, 2021).
- [10] “nodemcu esp8266 Google Penelusuran.” [https://www.google.com/search?q=nodemcu+esp8266&sxsrf=ALeKk003UZnub4qQ:1629764522520&source=wjbpr7scjyAhXMXCsKHZsKDyYQ\\_AUoAXoECAEQAw#imgrc=EhVvF3tS5XTiJM](https://www.google.com/search?q=nodemcu+esp8266&sxsrf=ALeKk003UZnub4qQ:1629764522520&source=wjbpr7scjyAhXMXCsKHZsKDyYQ_AUoAXoECAEQAw#imgrc=EhVvF3tS5XTiJM) (accessed Aug. 24, 2021).
- [11] A. B. Raharjo, “Rancang Bangun Solar Water Heater (SWH) Jenis Pelat Datar Dengan Pemrograman Arduino Uno,” pp. 1–15, 2017.
- [12] “Pelajari tentang Sensor Suhu DS18B20 dan bagaimana penyambungan alat tersebut sebagai input pada perangkat Raspberry Pi sebagai sensor suhu ruangan. | KL801.” <https://kl801.ilearning.me/2017/02/26/pelajari-tentang-sensor-suhu-ds18b20-dan-bagaimana-penyambungan-alat-tersebut-sebagai-input-pada-perangkat-raspberry-pi-sebagai-sensor-suhu-ruangan/> (accessed Sep. 01, 2021).
- [13] A. Larasati, C. P. Putra, “Rancang Bangun Solar Tracker Satu Axis Dengan Media Pemberat Air,” 2019.
- [14] “Pengertian Light Dependent Resistor dan Fungsi LDR-Belajar Online.” <https://www.belajaronline.net/2020/09/pengertian-ldr-light-dependent-resistor-dan-fungsi.html> (accessed Sep. 01, 2021).
- [15] “Pompa Air DC - Google Penelusuran.” <https://www.google.com/search?q=Pompa+Air+DC&sxsrf=AOaemvLOJKediw=1366&bih=600#imgrc=Pd1BjrDRSEyFzM> (accessed Sep. 01, 2021).
- [16] “Aktuator Definisi, Fungsi, Jenis dan Kelebihan Kekurangan.” <https://wira.co.id/aktuator/> (accessed Jul. 24, 2021).
- [17] “Cara Kerja Sensor Ultrasonik, Rangkaian, & Aplikasinya - Elang Sakti.” <https://www.elangsakti.com/2015/05/sensor-ultrasonik.html> (accessed Jul. 24, 2021).
- [18] “Jenis-jenis Saklar (Switch) dalam Rangkaian Elektronika.” <https://teknikelektronika.com/jenis-jenis-saklar-switch-dalam-rangkaian-elektronika/> (accessed Aug. 17, 2021).

**LAMPIRAN**

# **Lampiran 1**

## **DAFTAR RIWAYAT HIDUP**

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



### 1. Data Pribadi

Nama lengkap : Andre Syaputra  
Tempat dan tanggal lahir : Sungailiat, 25 Maret 2000  
Alamat rumah : Jl. Kartini No.10 Kp. Jawa Atas, Sungailiat  
Bangka  
Telp : -  
Hp : 089623059978  
Email : andresyaputra253@gmail.com  
Jenis kelamin : Laki-laki  
Agama : Islam

### 2. Riwayat Pendidikan

SD N 4	Sungailiat	2006-2012
SMP SMART Ekselensia Indonesia	Bogor	2012-2018
SMA Setia Budi	Sungailiat	2018-2021

### 3. Pendidikan Non Formal

-

Sungailiat, 29 Juli 2021

Andre Syaputra



## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



### 1. Data Pribadi

Nama lengkap : Suhesti  
Tempat dan tanggal lahir : Koba, 24 Juni 2000  
Alamat rumah : Jl. Keranggan No. 890 Koba  
Bangka Tengah  
Telp : -  
Hp : 0822 8200 7480  
Email : suhestisaidi@gmail.com  
Jenis kelamin : Perempuan  
Agama : Islam

### 2. Riwayat Pendidikan

SD N 2	Koba	2006-2012
SMP N 1	Koba	2012-2015
SMA N 1	Koba	2015-2018

### 3. Pendidikan Non Formal

-

Sungailiat, 29 Juli 2021



Suhesti

# **Lampiran 2**

*Program Arduino Mega 2560*

```

#include <Wire.h>

//Pushbutton
#define val 8
int valValue = 0;

//Potensiometer
int adc = 0;
int derajat;

//Sensor Suhu DS18B20
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>
OneWire ourWire(11);
DallasTemperature sensor(&ourWire);

//Sensor Ultrasonik
#define trigPin 30 //Trigger Pin
#define echoPin 31 //Echo Pin
int maximumRange = 200; //kebutuhan akan maksimal range
int minimumRange = 00; //kebutuhan akan minimal range
float duration, distanceCm, hasil; //waktu untuk kalkulasi jarak

//LCD1
#include <LiquidCrystal.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd1(0x27, 16, 2);

//LCD2
#include <LiquidCrystal.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd2(0x26, 16, 2);

//RTC
#include <DS3231.h>
DS3231 rtc(SDA, SCL);
String hari;

```

```

String waktu;
String tanggal;
String bulan;
Time t;
const int jamRes = 17;
const int menRes = 00;
const int jamRes1 = 07;
const int menRes1 = 59;

//SD Card
#include <SD.h>
File MyFile;
const int pinCS = 53;

//Relay 1 (Pompa)
const int pinRelay1 = 2;

//Relay 2 (Aktuator)
const int pinRelay2 = 3;
const int pinRelay3 = 4;

//LDR
int sensorLDR1 = A0;
int sensorLDR2 = A1;

//NodeMCU8266
#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial megaPapan(12, 13);
float temp1, temp2, temp3;
String paket = "";

void setup()
{
  Serial.begin(9600); // sets the serial port to 9600
  megaPapan.begin(9600);

  //SD Card

```

```

while (!Serial)
{
    ; // wait for serial port to connect. Needed for Leonardo only
}

Serial.println("Initializing SD card...");
if (!SD.begin(pinCS))
{
    Serial.println("SD Card initialization failed");
    //return;
}

else
{
    Serial.println("SD Card ready to use");
}

//RTC
Wire.begin();
rtc.begin();
//rtc.setDate(27, 8, 2021);
//rtc.setDOW(FRIDAY);
//rtc.setTime(5,55,30 );

//Sensor Ultrasonik
pinMode(trigPin, OUTPUT); //deklarasi pin
pinMode(echoPin, INPUT); //deklarasi pin

//Relay 1 (Pompa)
pinMode(pinRelay1, OUTPUT);
pinMode(val, INPUT);
digitalWrite(pinRelay1, HIGH);

//Relay 2 & 3 (Aktuator)
pinMode(pinRelay2, OUTPUT); // set pin as output for relay 1
pinMode(pinRelay3, OUTPUT); // set pin as output for relay 2
pinMode(A0, INPUT);
pinMode(A1, INPUT);

```

```

digitalWrite(pinRelay2, LOW);
digitalWrite(pinRelay3, LOW);

//LCD1
lcd1.init();
lcd1.backlight();
lcd1.begin(16, 2);

//LCD2
lcd2.init();
lcd2.backlight();
lcd2.begin(16, 2);
}

void RTC()
{
  //RTC
  hari = rtc.getDOWStr();
  waktu = rtc.getTimeStr();
  tanggal = rtc.getDateStr();
  bulan = rtc.getMonthStr();
  Serial.println(hari);
  Serial.println(waktu);
  Serial.println(tanggal);
}

void Ultrasonik()
{
  //Sensor Ultrasonik
  float duration, distanceCm, hasil;
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(trigPin, HIGH);
  delayMicroseconds(0);
  digitalWrite(trigPin, LOW);
  duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
  distanceCm= duration/58.2;
  hasil = (distanceCm*-1)+40;
}

```

```

if (hasil <= 0)
{
    Serial.println("Out of range");
}
else
{
    Serial.println(hasil);
    Serial.println(distanceCm);
    Serial.println("L");
}

lcd2.setCursor(0, 1);
lcd2.print("V:");
lcd2.print(hasil);

}

void LCD2 ()
{
    //LCD2
    lcd2.clear();
    lcd2.setCursor(0, 0);
    lcd2.print(tanggal);
}

void Suhu()
{
    //Sensor DS18B20
    sensor.requestTemperatures(); // Send the command to get
    temperatures

    //Sensor Suhu Air (sensor1)
    Serial.print("Pelat = ");
    Serial.print(sensor.getTempCByIndex(0)); // 0 didalam kurung
    artinya sensor pada index ke nol...perlu diketahui, beberapa
    sensor bisa dihubungkan ke satu buah pindigital saj
    Serial.println("°C");
}

```

```

float temp1 = sensor.getTempCByIndex(0);

//Sensor Suhu Pelat (Sensor2)
Serial.print("Air = ");
Serial.print(sensor.getTempCByIndex(1)); // 0 didalam kurung
artinya sensor pada index ke nol...perlu diketahui, beberapa
sensor bisa dihubungkan ke satu buah pin digital saj
Serial.println("°C");
float temp2 = sensor.getTempCByIndex(1);

delay(500);
}

void LCD1 ()
{
  lcd1.init();
  lcd1.setCursor(0, 0);
  lcd1.print("Pelat = ");
  lcd1.print(sensor.getTempCByIndex(0));
  lcd1.print(" C");

  lcd1.setCursor(0, 1);
  lcd1.print("Air = ");
  lcd1.print(sensor.getTempCByIndex(1));
  lcd1.print(" C");
}

void SDCard()
{
  //SD Card
  MyFile = SD.open("hasil.txt", FILE_WRITE);
  if (MyFile)
  {
    hari = rtc.getDOWStr();
    waktu = rtc.getTimeStr();
    tanggal = rtc.getDateStr();
    bulan = rtc.getMonthStr();
    MyFile.println(hari); //hari

```



```

    MyFile.println(waktu);
    MyFile.println(tanggal);
    MyFile.print("Volume Air = ");
    MyFile.println(hasil);
    MyFile.print("Suhu Pelat = ");
    MyFile.print(temp1); // 0 didalam kurung artinya sensor pada
index ke nol...perlu diketahui, beberapa sensor bisa dihubungkan
ke satu buah pin digital saja
    MyFile.println("°C");
    MyFile.print("Suhu Air = ");
    MyFile.print(temp2); // 0 didalam kurung artinya sensor pada
index ke nol...perlu diketahui, beberapa sensor bisa dihubungkan
ke satu buah pin digital saja
    MyFile.println("°C");
    MyFile.print("LDR1 = ");
    MyFile.println(sensorLDR1);
    MyFile.print("LDR2 = ");
    MyFile.println(sensorLDR2);
    MyFile.print("ADC = ");
    MyFile.println(adc);
    MyFile.print("Derajat = ");
    MyFile.println(derajat);
    MyFile.close();
}
else
{
    Serial.println("Error opening test.txt");
}
}

void SistemKerja()
{
    valValue = digitalRead(val);
    if (valValue == HIGH)
    {
        Serial.println("Sistem Kerja Continue");
        if ( temp1 <= 50 )
        {

```

```

    Suhu();
    Ultrasonik();
    Potensiometer();
    LDR();
    LCD1() ;
    LCD2();
    SDCard();
    NodeMCU();
    digitalWrite(pinRelay1, LOW);
}
else
{
    digitalWrite(pinRelay1, HIGH);
}
}

else
{
    Serial.println("Sistem Kerja Delay");
    if ( temp1 <= 50 )
    {

        byte h;
        int a;
        Suhu();
        for(a=0; a<=100;a++)
        {
            digitalWrite(pinRelay1, LOW);
            delay (100);
        }

        for(h=0; h<=82;h++)
        {
            Serial.println("Proses Delay");

            digitalWrite(pinRelay1, HIGH);
            RTC();
        }
    }
}

```

```

    Suhu();
    Ultrasonik();
    Potensiometer();

    LDR();
    LCD1();
    LCD2();
    SDCard();
    NodeMCU();

    valValue = digitalRead(val);
    delay(500);

    if(valValue==HIGH)
    {
        h=83;
        goto label;
    }
}

else
{
    digitalWrite(pinRelay1, HIGH);
}
}

label : ;
}

void LDR()
{
    //Sensor LDR 1
    sensorLDR1 = analogRead(0);          // read analog input pin 0
    Serial.print ("A0 : ");
    Serial.println(sensorLDR1, DEC); // prints the value read

    //Sensor LDR 2
    sensorLDR2 = analogRead(1);          // read analog input pin 1

```

```

Serial.print ("A1 : ");
Serial.println(sensorLDR2, DEC); // prints the value read

t = rtc.getTime();
(rtc.getDateStr());

if(t.hour>= jamRes || t.hour<= jamRes1 )
{
  Serial.println("Aktuator Diam");
  pinMode(pinRelay3, OUTPUT);
  digitalWrite(pinRelay3, HIGH);
}

else
{
  if (sensorLDR1 >= sensorLDR2)
  {
    Serial.println("Aktuator Maju");
    digitalWrite(pinRelay2, LOW); // turn relay 1 ON
    digitalWrite(pinRelay3, HIGH); // turn relay 2 OFF
    delay(1000);
  }

  else if (sensorLDR1 <= sensorLDR2)
  {
    Serial.println("Aktuator Mundur");
    digitalWrite(pinRelay2, HIGH); // turn relay 1 OFF
    digitalWrite(pinRelay3, LOW); // turn relay 2 ON
    delay(1000);
  }

else
{
  Serial.println("Aktuator Diam");
}
}

```

```
delay(50);
}

}

void Potensiometer()
{

    adc = analogRead(A7);

    Serial.println(adc);

    derajat = map(adc, 1017, 690, 0, 180);
    //derajat = adc;

    if(derajat>180)
    {
        derajat=180;
    }

    if(derajat<0)
    {
        derajat;
    }

    Serial.print( "Derajat : ");
    Serial.println(derajat);
    lcd2.setCursor(9, 1);
    lcd2.print("D:");
    lcd2.print(derajat);
    delay(10);
}

void NodeMCU()
{
    //NodeMCU8266 & Blynk
    temp1 = sensor.getTempCByIndex(0);
```

```
temp2 = sensor.getTempCByIndex(1);

temp3 = sensor.getTempCByIndex(1); //suhu manipulasi
//String paket = ('#') + String(temp1) + (',' ) + String(temp2) +
',' + String(temp3);
paket = ('#') + String(temp1) + (',' ) + String(temp2) + ',' +
String(temp3);

megaPapan.println(paket);
Serial.println(paket);
}

void loop()
{
  RTC();
  Suhu();
  Ultrasonik();
  Potensiometer();
  LCD1() ;
  LCD2();
  LDR();
  SDCard();
  NodeMCU();
  SistemKerja();
}
```

# **Lampiran 3**

**Program NodeMCU ESP8266**

```

#include <Blynk.h>
#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial megaPapan (D5, D6);

#define BLYNK_PRINT Serial
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <BlynkSimpleEsp8266.h>
//=====
char auth[] = "gItrSXSLdYKPkfzQMifO0oqrxi7O4fo0";
char ssid[] = "Modal dong";
char pass[] = "nantidulu";
BlynkTimer timer;
//=====

char Kar;
String dataIn;
String dt[5];
//String temp1, temp2 ;

int i = 0 ;

void myTimerEvent() {
Blynk.virtualWrite(V0, dt[0]);
Blynk.virtualWrite(V1, dt[1]);
Blynk.virtualWrite(V2, dt[2]); // manipulasi

}

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  megaPapan.begin(9600);
  Blynk.begin(auth, ssid, pass);
  timer.setInterval(300L, myTimerEvent);
}

void loop() {
  while(megaPapan.available()>0) {
    Kar = megaPapan.read();

```



```
dataIn += Kar;
if(Kar == '\n'){
  int j=0;
  dt[j]="";
  for(i=1; i<dataIn.length();i++)
  {
    if((dataIn[i]==' '))
    {
      j++;
      dt[j]="";
    }
    else {
      dt[j]=dt[j]+dataIn[i];
    }
  }

  Serial.print("Suhu Air : ");
  Serial.print(dt[0]);
  Serial.print("\n");

  Serial.print("Suhu Pelat : ");
  Serial.print(dt[1]);
  Serial.print("\n");

  Serial.print("Suhu Pelat manipulasi: ");
  Serial.print(dt[2]);
  Serial.print("\n");

  Blynk.run();
  timer.run();
  delay(500);
}
}
```