

**PROTOTYPE PEMBANGKIT LISTRIK ALTERNATIF MENGGUNAKAN
THERMOELECTRIC GENERATOR DENGAN SISTEM PENYERAPAN
PANAS SINAR MATAHARI**

PROYEK AKHIR

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



Disusun oleh

Muhammad Naufal Almahmudy

NIRM : 0031749

Sunita Handayani

NIRM : 0031726

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI
BANGKA BELITUNG**

2020

LEMBAR PENGESAHAN

Prototype Pembangkit Listrik Alternatif Menggunakan Thermoelectric Generator Dengan Sistem Penyerapan Panas Sinar Matahari

Oleh:

Muhammad Naufal Almahmudy NIRM 003 174 9
Sunita Handayani NIRM 003 172 6

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

Menyetujui,

Pembimbing 1

Zanu Saputra, S.S.T., M.Tr.T

Pembimbing 2

Nofriyani, S.S.T., M.Tr.T

Pengujii 1

Eko Sulistyo, M.T

Pengujii 2

Indra Dwisaputra, M.T

Pengujii 3

Irwan, M.Sc., Ph.D

PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa 1 : Muhammad Naufal Almahmudy NIRM : 003 174 9

Nama Mahasiswa 2 : Sunita Handayani NIRM : 003 172 6

Dengan Judul : *Prototype pembangkit listrik alternatif menggunakan thermoelectric generator dengan sistem penyerapan panas sinar matahari*

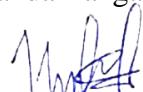
Menyatakan bahwa laporan ini adalah hasil kerja sendiri dan bukan merupakan plagiat. Pernyataan ini kami buat dengan sebenarnya dan bila ternyata dikemudian hari ternyata melanggar pernyataan ini, kami bersedia menerima sanksi yang berlaku.

Sungailiat, 19 Agustus 2020

Nama Mahasiswa

Tanda Tangan

1. Muhammad Naufal Almahmudy



2. Sunita Handayani



ABSTRAK

Listrik menjadi sumber energi utama yang paling penting dan dibutuhkan manusia sehingga meningkatkan penggunaan listrik saat ini. Dari peningkatan tersebut, maka harus memanfaatkan sumber energi alternatif dengan memanfaatkan suhu panas sinar matahari. Salah satu teknologi pemanfaatan panas sinar matahari adalah termoelektrik. Tujuan proyek akhir ini adalah membuat pembangkit listrik secara alternatif menggunakan termoelektrik dan mendapatkan hasil pengujian berupa tegangan, arus, dan suhu. Penggunaan termoelektrik generator ini menggunakan 14 modul peltier dengan tipe TEG-SP1848. Pengujian ini menggunakan sensor DS18b20 waterproof agar dapat membaca suhu di kedua sisi perantara TEG sisi panas dan sisi dingin agar lebih aman karena bersifat anti air. Pengujian menggunakan media panas sinar matahari ditambahkan pasir timah ataupun tanpa ditambahkan pasir timah hasil yang didapatkan antara selisih beda suhu tidak jauh berbeda yang dilakukan setiap 30 menit sekali. menghasilkan tegangan 0 volt dan memiliki arus yang sama sebesar 1.1mA pukul 13:30 WIB.

Kata kunci : *Thermoelektrik Generator, TEG-SP1848, Efek Seebeck.*

ABSTRACT

Electricity is the most important and needs of the human beings, thus increasing current electricity use. From such increases, it should tap into an alternative energy source by harnessing the heat of the sun. One technology USES solar heat is thermoelectric. The aim of the final project was to make power plants alternate using thermoelectric and obtain testing results in tension, current, and temperature. These thermoelectric generator USES 14 peltier modules with a teg-sp1848 type. The test uses DS18b20 sensors in order to read the temperature on both sides of the hot side TEG and cold side to make it safer because of the waterproof result of the test were obtained. Tests using hot media with sunlight added tin sand or without added tin sand, the results obtained between the difference in temperature difference are not much different, which is carried out every 30 minutes. produces a voltage of 0 volts and has the same current of 1.1mA at 13:30 WIB.

Keywords: Thermoelectric Generator, TEG-SP1848, Seebeck Effect

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillahirobbil'almiin', puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT. yang telah melimpahkan rahmat, hidayah serta kasih saying-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Proyek akhir yang berjudul “*Prototype Pembangkit Listrik Alternatif Menggunakan Themoelectric Generator dengan Sistem Penyerapan Panas Sinar Matahari*” ini. Tidak lupa pula sholawat serta salam penulis panjatkan kepada Rasulullah Muhammad SAW, yang telah menuntun manusia dar akhir zaman jahiliyah menuju zaman yang terang benderang, yang penuh dengan ilmu pengetahuan luar biasa saat ini.

Dengan ini penulis menyadari bahwa penulisan tugas akhir ini tidak akan tersusun dengan baik tanpa adanya bantuan dari pihak-pihak yang terkait. Oleh karena itu, pada kesempatan ini tidak lupa penulis juga mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam kegiatan penyelesaian proyek maupun penyusunan penulisan proyek akhir ini. Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya penulis ucapkan kepada:

1. Bapak I Made Andik Setiawan, M.Eng. Ph.D, selaku Direktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung yang selalu memberikan pengetahuan dan pengalaman berharga.
2. Bapak Eko Sulistyo, M.T, selaku Kepala Prodi D3 Teknik Elektronika.
3. Bapak Aan Febriansyah, M.T, selaku Kepala Jurusan Teknik Elektronika.
4. Bapak Zanu Saputra, M.Tr.T, selaku pembimbing pertama proyek akhir ini yang memberikan banyak kesabaran, waktu, dan ilmu dalam membimbing penulis agar proyek akhir ini tersusun dengan baik dan benar.

5. Ibu Nofriyani, M.Tr.T, selaku pembimping kedua yang bersedia meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan dan pengarahan terhadap penulis.
6. Segenap Dosen, Pengurus Laboratorium, dan Admin Jurusan Teknik Elektronika yang senantiasa memberikan ilmu pengetahuan dan pengarahan.
7. Orang tua, saudara, dan keluarga besar yang selalu mendoakan serta memberikan dukungan yang berharga.
8. Teman-teman seperjuangan , teman-teman Elektronika dan Instrumentasi yang selalu memberikan dukungan.
9. Semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung memberikan motivasi dalam penulisan proyek akhir ini.

Dalam penyusunan proyek akhir ini, penulis menyadari masih ada banyak kekurangan dan kekeliruan dikarenakan keterbatasan kemampuan. Dengan kerendahan hati, segala kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan untuk kesempurnaan proyek akhir ini. Akhir kata semoga Proyek akhir ini dapat menambah khasanah pustaka dan bermanfaat bagi orang lain.

Sungailiat, 19 Agustus 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
BAB II LANDASAN TEORI	4
2.1 Modul Thermoelektrik	4
2.2 <i>Heatsink</i>	5
2.3 Arduino Uno R3	6
2.3.1 Hardware Arduino	6
2.3.2 Software Arduino	7
2.4 Sensor Suhu.....	7

2.4.1	Karakteristik Sensor DS18B20	8
2.5	Sensor Arus dan Tegangan.....	8
2.6	Bluetooth Module Hc-05	9
2.7	LCD1602 Module Blue Screen 16x2 Character.....	11
2.8	RTC DS3231 REAL TIME CLOCK I2C ARDUINO UNO	11
2.9	Module <i>Mikro SD</i>	12
BAB III METODE PELAKSANAAN		15
3.1	Studi Literatur.....	16
3.2	Perancangan <i>Hardware</i> dan <i>Software Thermoelektrik Generator</i>	16
3.2.1	Perancangan <i>Hardware Thermoelektrik Generator</i>	16
3.2.2	Perancangan <i>Software Thermoelektrik Generator</i>	16
3.3	Pembuatan <i>Hardware</i> dan <i>Software Thermoelektrik Generator</i>	17
3.3.1	Pembuatan <i>Hardware Thermoelektrik Generator</i>	17
3.3.2	Pembuatan <i>Software Thermoelektrik Generator</i>	17
3.4	Uji Coba <i>Hardware</i> dan <i>Software Thermoelektrik Generator</i>	17
3.4.1	Uji Coba <i>Hardware Thermoelektrik Generator</i>	17
3.4.2	Uji Coba <i>Software Thermoelektrik Generator</i>	17
3.5	Evaluasi.....	17
3.6	Analisa Data	17
BAB IV PEMBAHASAN		18
4.1	Perancangan <i>Hardware</i>	18
4.1.1	Deskripsi Alat.....	18
4.1.2	Perancangan Konstruksi.....	19
4.1.3	Perancangan Software.....	24
4.2	Pembuatan <i>Hardware</i>	37

4.2.1	Pembuatan Konstruksi	37
4.2.2	Pembuatan <i>Software</i>	39
4.3	Hasil Data Pengujian	40
4.3.1	Pengujian TEG Media Panas Sinar Matahari dan Pasir Timah	40
4.3.2	Pengujian TEG Media Panas Sinar Matahari tanpa Pasir Timah.....	41
4.3.3	Pengujian TEG Media Api dan Es Batu	43
4.3.4	Pengujian TEG Media Api dan Air Biasa.....	45
4.4	Analisa Data	48
BAB V	PENUTUP	49
5.1	Kesimpulan.....	49
5.2	Saran	49
DAFTAR PUSTAKA	50

DAFAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi Termoelektrik Generator [7]	5
Tabel 2. 2 Konfigurasi Pin Bluetooth HC-05.....	10
Tabel 2.3 Fitur dan Spesifikasi Modul SD Card.....	13
Tabel 2.4 Pin Modul SD Card dan Pin Arduino Uno	13
Tabel 4.1 Nilai Resistor yang Dideteksi Sensor Arus.....	18
Tabel 4.2 Perbedaan Pengukuran dengan Sensor dan Multimeter	26
Tabel 4.3 Tulisan Hasil Pengujian Sensor Tegangan	28
Tabel 4.4 Hasil Pengukuran Pengujian Sensor Arus	30
Tabel 4.5 Tulisan dari Hasil Pengujian SD Card.....	32
Tabel 4.6 Tulisan Pengujian Bluetooth Dari Smartphone.....	36
Tabel 4.7 Pin Yang Digunakan Pada Arduino Uno	37
Tabel 4.8 Data Pengujian Dengan Sumber Panas Sinar Matahari Dan Timah	40
Tabel 4.9 Media Matahari Tanpa Timah & Air Biasa	42
Tabel 4.10 Pengujian Dengan Sumber Panas Api Dan Es	43
Tabel 4.11 Data Pengujian Dengan Sumber Panas Api dan Pendingin Air	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ilustrasi Struktur Termoelektrik Generator [6].....	4
Gambar 2.2 Bentuk Fisik Heatsink [8].....	6
Gambar 2.3 Arduino Uno [10].....	6
Gambar 2.4 Tampilan Software IDE [11]	7
Gambar 2.5 Sensor DS18b20 [12]	8
Gambar 2.6 Karakteristik Sensor DS18B20 [12].....	8
Gambar 2.7 Sensor INA219 [13]	9
Gambar 2.8 Konfigurasi Pin INA219 [13]	9
Gambar 2.9 Modul Bluetooth Module Hc-05 [15]	10
Gambar 2.10 Konfigurasi Pin Bluetooth Module Hc-05	10
Gambar 2.11 Bentuk Modul I2C LCD [16].....	11
Gambar 2.12 Modul RTC RTC DS3231 [18]	12
Gambar 2.13 Bentuk Fisik Modul SD Card	13
Gambar 3.1 Flowchart Metode Penelitian.....	16
Gambar 4.1 Rancangan Konstruksi Alat	19
Gambar 4.2 Heatsink Tampak Samping	20
Gambar 4.3 Heatsink Ditambahkan Box Aluminium	20
Gambar 4.4 Gambar Box Aluminium di atas Heatsink	21
Gambar 4.5 Susunan Seri Pararel TEG SP1848	22
Gambar 4.6 TEG yang Sudah Digabungkan Dengan Heatsink.....	22
Gambar 4.7 Hasil Rancangan Konstruksi TEG	23
Gambar 4.8 Box Penampungan Dijadikan Kaki Di Dalam Aquarium	23
Gambar 4.9 Blok Diagram Sistem Kontrol	24
Gambar 4.10 Hasil Pengujian Sensor Suhu.....	26
Gambar 4.11 Hasil Pengujian Sensor Tegangan	28
Gambar 4.12 Hasil Pengujian Sensor Arus	30

Gambar 4.13 Hasil Pengujian Sd Card.....	32
Gambar 4.14 Hasil Pengujian RTC.....	33
Gambar 4.15 Hasil Pengujian LCD	34
Gambar 4.16 Hasil Pengujian Bluetooth Dari Smartphone.....	36
Gambar 4.17 Pembuatan Konstruksi.....	37
Gambar 4.18 Susunan Rangkaian TEG.....	38
Gambar 4.19 Tampilan Sirip Heatsink.....	38
Gambar 4.20 Box Aluminium Pendingin.....	39
Gambar 4.21 Box Aluminium Sebagai Wadah Air	39
Gambar 4.22 Grafik Hasil Pengujian Dengan Sumber Panas Sinar Matahari dan Timah	41
Gambar 4.23 Media Matahari Tanpa Timah & Air Biasa.....	42
Gambar 4.24 Grafik Hasil Pengujian Dengan Sumber Panas Api Dan Es	45
Gambar 4.25 Hasil Pengujian Sumber Panas Api dan Air	47

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Daftar Riwayat Hidup

Lampiran 2 : Program Pengujian Komponen dan Program Keseluruhan

Lampiran 3 : Gambar Kontruksi dan Gambar Skema Sistem Kontrol Keseluruhan

Lampiran 4 : Grafik Data dari Pengujian

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Listrik merupakan sumber energi yang sangat penting bagi kehidupan manusia, hampir seluruh sisi kehidupan melibatkan energi ini misalnya untuk memenuhi kebutuhan industri, alat transportasi dan peningkatan kualitas hidup. Seiring kemajuan zaman, penggunaan energi listrik semakin lama semakin meningkat. Namun penggunaan listrik secara berlebihan akan membuat energi tersebut lama kelamaan akan cepat habis. Maka manusia berusaha untuk memanfaatkan energi alternatif sebagai pengganti energi listrik yang tidak bisa diperbarui. Telah banyak pengembangan energi alternatif pembangkit listrik yang telah diproduksi seperti solar sel, yang mampu mengkonversi panas matahari menjadi energi listrik. Keuntungan dimanfaatkan energi panas matahari yaitu tidak menyebabkan polusi, tidak menimbulkan limbah, ramah lingkungan, dan mudah didapatkan serta sangat murah. Dari manfaat energi panas matahari dapat kita kembangkan menjadi teknologi *renewable* energi, yaitu termoelektrik generator (TEG). Cara kerja TEG yaitu berdasarkan efek seebeck yang akan menimbulkan tegangan dari energi panas menjadi listrik jika diberi *temperature* yang berbeda diantara kedua sisi modul [1].

Beberapa penelitian yang pernah dilakukan oleh Sugiyanto menggunakan termoelektrik generator tipe IEVERRED TEG 126-40A berjumlah 3 modul pada penelitian pemanfaatan panas knalpot sepeda motor *matic* 110 cc untuk dijadikan pembangkit listrik mandiri oleh Sugiyanto pada tahun 2014. Hasil dari penelitian ini menunjukkan tegangan terbuka mencapai 3,4 V. Dan jika dibebani dengan LED maka tegangan yang dibangkitkan 2,73 V dengan arusnya 0,02 A [2]. Dalam penelitian ini menggunakan bahan bakar minyak sebagai bahan utama untuk membangkitkan listrik mandiri. Bahan bakar minyak pada knalpot merupakan sumber energi yang tidak dapat diperbarui. Sehingga harus dilakukan

pengembangan alternatif untuk penghematan bahan bakar minyak. Penelitian selanjutnya yang pernah dilakukan oleh Jojo Sumarjo, Aa Santosa dan Muhammad Imron Permana dengan judul “pemanfaatan sumber panas pada kompor menggunakan 10 termoelektrik generator dirangkai secara seri untuk aplikasi lampu penerangan” menggunakan termoelektrik generator tipe SP1848-27145SA. Media yang digunakan untuk pembakaran berupa kayu bakar, gas LPG dan Spiritus. Media tersebut dapat mempengaruhi hasil *output* yang berbeda dengan adanya selisih temperatur antara sisi panas dan dingin. Penggunaan bahan bakar berupa kayu sebesar 35°C, penggunaan bahan bakar gas LPG sebesar 39°C, dan penggunaan bahan bakar spiritus sebesar 20°C. Serta tegangan optimal terjadi pada penggunaan bahan bakar gas LPG bersuhu 39°C sebesar 1,62 Volt. Tegangan tersebut diaplikasikan untuk menghidupkan 4 buah lampu yang disusun secara seri. Dari penggunaan media bahan bakar masih belum ramah lingkungan karena media tersebut merupakan energi konvensional [3]. Di dalam *power* regulator ini terdapat *thrystor* yang berfungsi untuk mengontrol keluaran tegangan terhadap heater, menerima respon tegangan dari thermokontrol dan meneruskan tegangan tersebut menjadi kontrol terhadap heater.

Penelitian lainnya Nandi Putra, dkk (2019) menggunakan 12 buah *peltier* untuk kendaraan hibrid menggunakan panas buang dari motor bakar. Hasil pengujian menunjukkan bahwa daya output maksimum 8,11 W dengan perbedaan temperatur rata-rata 42,82°C dibangkitkan tegangan 2,73 V dan arusnya sebesar 0,02 A [4].

Dari beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, maka proyek akhir ini dilakukanlah pengembangan dengan memanfaatkan termoelektrik generator 14 modul TEG tipe SP1848 dengan menggunakan air es sebagai media pendinginan, dan data yang dihasilkan oleh benda akan disimpan dalam sebuah mikro sd card dan dapat dilihat dari *smartphone*.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah berikut ini :

1. Bagaimana design konstruksi yang digunakan pada termoelektrik generator ?
2. Berapa besar tegangan dan arus yang dihasilkan dari modul peltier SP1848 TEG ?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari laporan ini yaitu :

1. Membuat pembangkit listrik secara alternatif menggunakan termoelektrik.
2. Mendapatkan hasil pengujian berupa tegangan, arus, dan suhu.

1.4 Batasan Masalah

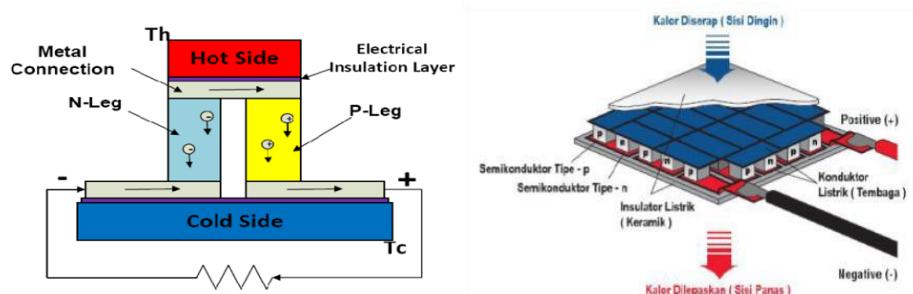
1. Pengujian yang dilakukan hanya sebatas pengukuran kinerja TEG, tidak diuji sebagai sumber tenaga listrik.
2. Beban yang digunakan yaitu resistor dengan hambatan 100 Ohm.
3. Waktu pengukuran menyesuaikan dengan metode pengujian termoelektrik.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Modul Thermoelektrik

Thermoelektrik adalah alat yang dapat melakukan proses konversi dari suatu perbedaan suhu dari energi panas menjadi tegangan listrik secara langsung (generator termoelektrik) atau sebaliknya dari listrik menghasilkan dingin (pendingin termoelektrik). Untuk menghasilkan suhu dingin atau dikenal dengan sebutan efek peltier, ketika termoelektrik dialiri arus listrik (DC), maka panas disekitarnya akan diserap. Sedangkan untuk menghasilkan listrik, termoelektrik cukup diletakkan dalam rangkaian yang menghubungkan sumber panas dan dingin. Prototype yang dirancang akan menghasilkan sejumlah listrik sesuai dengan jenis bahan yang digunakan. Untuk keperluan pembangkit listrik umumnya menggunakan bahan semikonduktor. Bahan semikonduktor merupakan bahan yang dapat menghantarkan arus listrik namun secara tidak sempurna. Semikonduktor yang digunakan adalah semikonduktor tipe-N (material kelebihan electron) dan tipe-P (material kekurangan electron). Bahan semikonduktor yang digunakan adalah bahan semikonduktor eksentrik [5]. Termoelektrik bahan semikonduktor inilah yang akan dimanfaatkan dengan sifat *seebeck* yaitu mengkonversikan panas menjadi listrik [6].



Gambar 2.1 Ilustrasi Struktur Termoelektrik Generator [6]

Dari gambar 2.1 terdapat dua bagian modul sisi termoelektrik dan memiliki fungsi sebagai sisi dingin (*cold side*) dan sebagai sisi panas (*heat side*). Saat terjadi proses kalor diserap, maka semikonduktor tipe-P dan semikonduktor tipe-N akan bekerja. Pada proyek akhir ini menggunakan TEG tipe SP1848 dengan perbedaan suhu dan tegangan namun tanpa menggunakan beban akan ditunjukkan pada Tabel 2.1 berikut :

Tabel 2.1 Spesifikasi Termoelektrik Generator [7]

NO	Keterangan	Spesifikasi	Perbedaan Suhu dengan tegangan Tanpa beban					
			150°C	20°C	40°C	60°C	80°C	100°C
1	Model	TEG- SP1848						
2	Ukuran	40x40mm						
3	Rentang Suhu							
4	Rentang Tegangan tanpa beban	0V – 100 V	0.97V	1.8V	2.4V	3.6V	4.8V	
5	Rentang Arus		225mA	368mA	469mA	558mA	669mA	

2.2 *Heatsink*

Heatsink adalah logam dengan khusus yang terbuat dari aluminium dan juga tembaga (salah satunya) yang berfungsi untuk memperluas proses transfer panas [8]. *Heatsink* yang digunakan pada proyek akhir ini adalah *heatsink* dengan ketebalannya -/+ 3 mm dan panjang 40 cm dengan 12 sirip.



Gambar 2.2 Bentuk Fisik *Heatsink* [8]

2.3 Arduino Uno R3

Arduino merupakan sebuah platform komputasi fisik yang bersifat *open source* dimana Arduino memiliki input/output (I/O) yang sederhana yang dapat dikontrol menggunakan bahasa pemrograman. Arduino dapat dihubungkan ke perangkat seperti komputer. Bahasa pemrograman yang digunakan pada Arduino adalah bahasa pemrograman C yang telah disederhanakan dengan fitur-fitur dalam *library* sehingga cukup membantu dalam pembuatan program. Arduino terdiri dari 2 bagian utama, yaitu hardware Arduino dan *software* Arduino [9].

2.3.1 Hardware Arduino

Board Arduino adalah board mikrokontroler kecil yang mempunyai kemampuan seperti komputer dalam chip kecil (mikrokontroler). Chip dengan ukuran yang kecil ini memiliki keunggulan yang lebih bagus yaitu lebih unggul dari Macbook sekitar 1000 kali dan juga harga yang sangat murah sehingga mudah digunakan dalam membangun perangkat yang menarik [10].

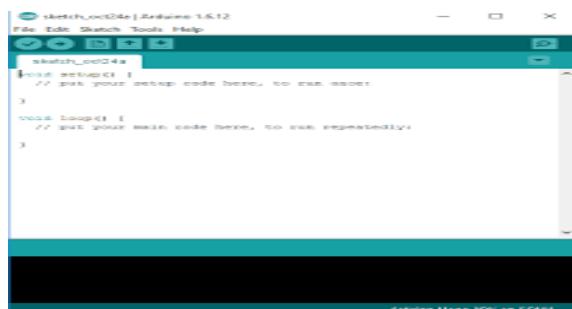


Gambar 2.3 Arduino Uno [10]

Pada gambar di atas terlihat sebuah chip hitam atau dinamakan IC mikrokontroler 328 yang mempunyai 28 kaki dan merupakan jantung dari *board* arduino uno. Di Arduino sendiri telah ditempatkan komponen-komponen yang dibutuhkan mikrokontroler agar dapat bekerja dengan baik dan bisa dikomunikasikan dengan PC [10].

2.3.2 Software Arduino

Software Arduino yang digunakan adalah Arduino IDE atau *Integral Development Environment* merupakan sebuah aplikasi untuk membuat program yang bekerja di PC untuk membantu pengguna *board* arduino menulis “*Sketch*” dalam bahasa sederhana sesuai *Processing Language*. Ketika tombol upload ditekan, maka kode yang sudah diketikan akan diterjemahkan ke dalam Bahasa C dan melewati avr-gcc *compiler* dan berubah menjadi bahasa yang dimengerti oleh mikrokontroler [11]. Berikut adalah tampilan software IDE Arduino:



Gambar 2.4 Tampilan Software IDE [11]

2.4 Sensor Suhu

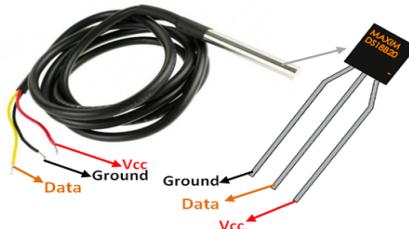
Sensor suhu DS18b20 adalah salah satu sensor yang memiliki prinsip kerja merubah suhu menjadi tegangan output berupa sinyal data digital, dengan nilai tegangan *output* berbanding lurus dengan suhu. Rentang suhu yang dapat dihitung oleh DS18b20 adalah dari -55 °C hingga 125°C (-67°F - 257°C) dengan ketelitian (+/- 0.5°C) [12].



Gambar 2.5 Sensor DS18b20 [12]

2.4.1 Karakteristik Sensor DS18B20

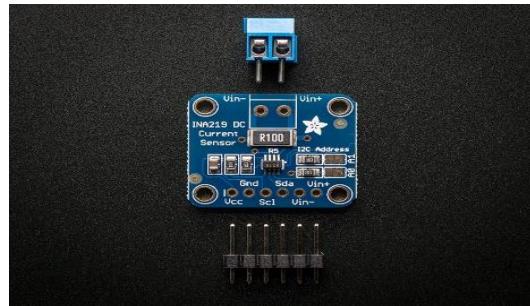
Sensor suhu DS18b20 memiliki karakteristik yaitu tegangan inputnya dapat dibaca dari 3,3 volt sampai 5 volt dengan akurasi $0,5^{\circ}\text{C}$. Dan terdiri 3 pin yaitu pin vcc, pin data, dan pin ground. Sensor ini telah dilengkapi kabel ekstensi sepanjang 90 cm diameter kabel 4mm dan bagian *stainless steel* berukuran 6mm untuk memudahkan mengukur suhu objek yang letaknya agak berjauhan dari *board* kontroler serta telah dilengkapi *waterproofing case* berguna ketika ingin mengukur suhu objek basah atau cair.



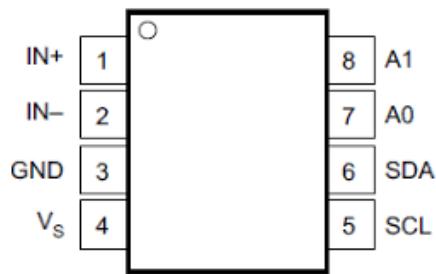
Gambar 2.6 Karakteristik Sensor DS18B20 [12]

2.5 Sensor Arus dan Tegangan

Sensor ini merupakan sensor yang dapat mengukur arus dan tegangan bahkan dapat juga mengukur daya dengan tingkat ketelitian yang tinggi. Sensor ini dapat mengukur arus hingga 3,2A dan tegangan 0 VDC sampai 26 VDC dengan inputan 3V sampai 5V. Modul ini juga dapat digunakan untuk mengukur *battery* atau *output* solar panel. Berikut adalah gambar sensor INA219 [13].



Gambar 2.7 Sensor INA219 [13]

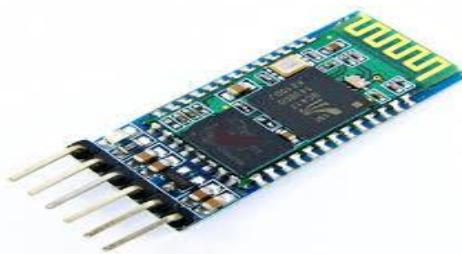


Gambar 2.8 Konfigurasi Pin INA219 [13]

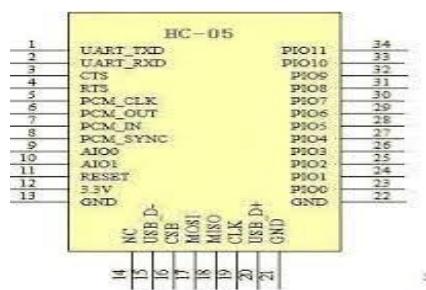
Dalam gambar konfigurasi INA219 memiliki Pin I/O data, clock analog 1, Vin+, Vin-, ground, dan suplai tegangan. Berikut gambar yang menjelaskan pin I/O dari INA. Pin IN+ dan IN- merupakan pin positif dan negatif dari input tegangan shunt, dimana pin positif dihubungkan dengan hambatan shunt sedangkan yang negatif dihubungkan dengan ground. Pin SCL dan SDA adalah pin serial bus clock line dan serial bus data line. Pin A0 dan A1 merupakan address dari pin analog input [14].

2.6 Bluetooth Module Hc-05

Bluetooth Module Hc-05 adalah jenis bluetooth ke modul serial bernomor ganjil yang merupakan versi perbaikan dari bluetooth untuk serial modul HC-06 atau HC-04. Bluetooth ke serial modul HC-05 dapat ditetapkan sebagai master atau slave perangkat seperti HC-06 modul yang hanya bisa digunakan sebagai slave [15].



Gambar 2.9 Modul Bluetooth Module Hc-05 [15]



Gambar 2.10 Konfigurasi Pin Bluetooth Module Hc-05

Tabel 2. 2 Konfigurasi Pin Bluetooth HC-05

NO	Nomor Pin	Nama	Fungsi
1	Pin 1	Key	-
2	Pin 2	Vcc	Sumber tegangan
3	Pin 3	Gnd	Ground
4	Pin 4	Txd	Mengirim data
5	Pin 5	Rxd	Menerima data
6	Pin 6	State	-

Modul Bluetooth HC-05 merupakan module bluetooth yang bisa menjadi slave ataupun master hal ini dibuktikan dengan bisa memberikan notifikasi untuk melakukan pairing keperangkat lain, maupun perangkat lain tersebut yang melakukan pairing ke module bluetooth HC-05. Untuk mengeset perangkat

bluetooth dibutuhkan perintah-perintah AT Command yang mana perintah AT Command tersebut akan direspon oleh perangkat bluetooth jika modul bluetooth tidak dalam keadaan terkoneksi dengan perangkat lain.

2.7 LCD1602 Module Blue Screen 16x2 Character

Liquid Crystal Display elektronik atau LCD adalah jenis media tampil yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. Pada tugas akhir ini LCD yang digunakan adalah LCD dot matriks dengan jumlah karakter 16x2. LCD sangat berfungsi sebagai penampil yang nantinya akan digunakan untuk menampilkan status kerja alat [16].



Gambar 2.11 Bentuk Modul I2C LCD [16]

Untuk menghemat penggunaan jalur data kendali LCD yang banyak ditambahkan dengan I2C converter yang hanya menggunakan 4 pin jalur kabel (pin Vcc, pin Gnd, pin SDA, dan pin SCL). Sebelum menggunakan modul ini pada perangkat, modul harus dilakukan konfigurasi protokol melalui library “Wire.h” pada software Arduino IDE [17].

2.8 RTC DS3231 REAL TIME CLOCK I2C ARDUINO UNO

RTC (*Real Time Clock*) merupakan jam elektronik berupa chip yang dapat menghitung waktu mulai detik, menit, jam, tanggal, hari, bulan hingga tahun dengan akurat, dan menjaga serta menyimpan data waktu tersebut secara real time. Terdapat berbagai jenis RTC diantaranya DS3231 yang merupakan salah

salah satu produk Dallas Semiconductor. Pada Gambar 2.12 di bawah ini menunjukkan bentuk fisik dari modul RTC DS3231 [18].



Gambar 2.12 Modul RTC RTC DS3231 [18]

DS3231 merupakan *low-cost* I2C RTC dengan keakuratan yang sangat tinggi dalam mencacah waktu. Terintegrasi dengan *crystal* dan TCXO (*Temperature Compensated Crystal Oscillator*), dimana suhu dari *crystal* dimonitoring secara berkesinambungan secara otomatis untuk menjaga kestabilan frekuensi detak yang dihasilkan *crystal*.

2.9 Module Mikro SD

Serial Peripheral Interface (SPI) adalah protokol komunikasi yang dapat digunakan sebagai *interface* komunikasi antara mikrokontroler dengan SD Card. Dengan menerapkan metoda SPI pada data logger berbasis SD Card, maka dapat diketahui karakteristik protokol komunikasi SPI antara mikrokontroler dengan SD Card. SD Card diformat dengan tipe FAT 32, dan data di dalam SD Card berupa sekumpulan paket data sensor yang diambil secara periodik dan disimpan dalam bentuk file dengan format.csv. Pada Gambar 2.13 di bawah ini adalah bentuk fisik dari modul SD Card :



Gambar 2.13 Bentuk Fisik Modul SD Card

SD card digunakan sebagai media penyimpanan data dari sejumlah parameter data hasil pengukuran. Modul SD card dilengkapi dengan fitur dan spesifikasi seperti ditunjukkan dalam tabel 2.3 di bawah ini :

Tabel 2.3 Fitur dan Spesifikasi Modul SD Card

No.	Spesifikasi	Ukuran
1	Ukuran modul	42 x 24 x 12 mm
2	Tegangan operasional	3.3V atau 5V
3	Arus operasional	80mA (0.2~200mA)
4	Interface	SPI
5	Kemampuan Pembacaan	2G sampai 32G

Terdapat 6 pin di modul ini yang akan dihubungkan dengan kabel *jumper* ke perangkat *Arduino*. Dan harus *di-setting* lebih dulu sebelum digunakan. Untuk fungsi pin modul sd card pada Tabel 2.4 dibawah ini :

Tabel 2.4 Pin Modul SD Card dan Pin Arduino Uno

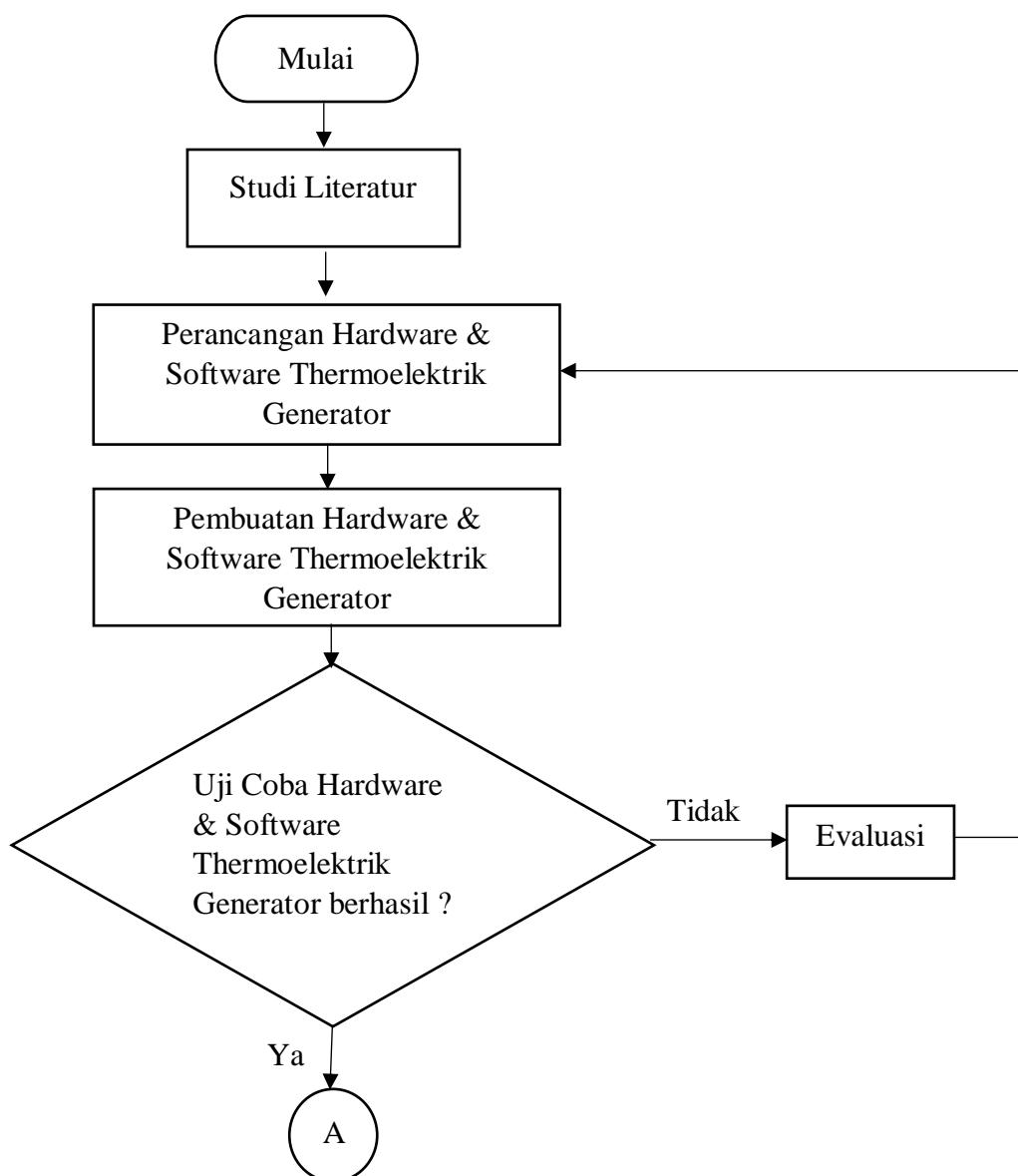
No.	Pin	Fungsi	Pin Arduino Uno
1	GND	Ground (sumber negatif)	GND
2	VCC	Sumber positif	5V
3	MISO	SPI Bus	12
4	MOSI	SPI Bus	11
5	SCK	SPI Bus	13
6	CS	Pin Signal Chip Select	10

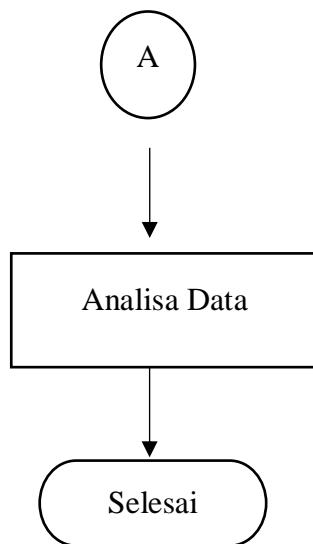
Setelah modul ini telah dikonfigurasikan, maka selanjutnya menambahkan sebuah media perangkat. Media perangkat yang akan digunakan dari modul SD card hingga dapat disimpan dan dilihat oleh komputer yaitu berupa kartu mikro Sd card. Kartu mikro Sd card merupakan kartu memori berukuran 11x15mm yang digunakan untuk penyimpanan data atau pembacaan data yang sudah disimpan sebelumnya. Sifat data ini adalah berupa digital, seperti gambar, dokumen, video, dan audio dengan kapasitas yang berbeda-beda sesuai kebutuhan pemakai [19].

BAB III

METODE PELAKSANAAN

Metode pelaksanaan yang akan digunakan untuk memecahkan masalah dalam menyelesaikan proyek akhir ini dengan mengacu pada metode flowchart seperti terlihat pada gambar 3.1 berikut: *flowchart* seperti terlihat pada gambar 3.1 berikut:





Gambar 3.1 Flowchart Metode Penelitian

Dari Gambar 3.1 di atas dapat dijelaskan metode penelitian proyek akhir ini meliputi beberapa data:

3.1 Studi Literatur

Studi literatur ini berdasarkan dari beberapa referensi penelitian melalui studi jurnal-jurnal penelitian dan referensi lain yang sejenis sesuai dengan topik proyek akhir ini. Jurnal-jurnal tersebut dibahas, diringkas dan dibandingkan untuk membuat pembaharuan atau pembeda dalam proyek akhir yang dilakukan.

3.2 Perancangan *Hardware* dan *Software Thermoelektrik Generator*

3.2.1 Perancangan *Hardware Thermoelektrik Generator*

Dalam perancangan hardware ini berupa perancangan alat konstruksi terdiri dari perancangan konstruksi untuk sistem panas dan sistem pendingin, dan perancangan rangkaian termoelektrik generator.

3.2.2 Perancangan *Software Thermoelectric Generator*

Dalam perancangan *software* ini terdiri dari rancangan sistem *control*. Perancangan software ini terdiri dari monitoring suhu, tegangan, dan arus.

3.3 Pembuatan *Hardware* dan *Software Thermoelektrik Generator*

3.3.1 Pembuatan *Hardware Thermoelektrik Generator*

Pembuatan bagian *hardware* ini meliputi pembuatan konstruksi *base* untuk sistem panas dan sistem pendingin, penyusunan rangkaian termoelektrik generator, dan pembuatan *control box*.

3.3.2 Pembuatan *Software Thermoelektrik Generator*

Pembuatan bagian *software* ini meliputi bagian sistem kontrol melalui sebuah aplikasi khusus untuk menginput kode program agar dapat digunakan untuk mengontrol hasil berupa data.

3.4 Uji Coba *Hardware* dan *Software Thermo Electric Generator*

3.4.1 Uji Coba *Hardware Thermoelektrik Generator*

Uji coba *Hardware* terdiri uji coba konstruksi alat yaitu uji coba konstruksi untuk sistem panas dan sistem pendingin.

3.4.2 Uji Coba *Software Thermoelektrik Generator*

Uji coba *software* dari peralatan ini menggunakan IDE Arduino yaitu uji coba lcd, uji coba sensor suhu, uji coba sensor arus dan tegangan, serta uji coba modul bluetooth, uji coba sd card , dan uji coba rtc.

3.5 Evaluasi

Setelah melakukan uji coba pada perancangan dan pembuatan hardware dan software ternyata terdapat sebuah kesalahan/*error*, maka akan dilakukan evaluasi. Seluruhnya akan dicek kembali dimulai dari perancangan dan pembuatan hardware dan software serta sistem kontrol agar dapat berjalan dengan baik tanpa adanya terkendala.

3.6 Analisa Data

Berdasarkan hasil uji coba data yang didapatkan berupa data suhu, arus, tegangan. Tahap selanjutnya yaitu mengambil data kemudian menganalisa data hasil dari uji coba proyek akhir ini. Analisa data dapat dilakukan beberapa kali sampai mendapatkan hasil nilai yang diinginkan.

BAB IV

PEMBAHASAN

4.1 Perancangan *Hardware*

4.1.1 Deskripsi Alat

Sebuah termoelektrik generator yang dapat menghasilkan tegangan dan arus dengan cara memberikan suhu panas dan suhu dingin di kedua sisi alat. Tegangan dan arus yang dihasilkan serta suhu yang diberikan sebagai sumber tenaga untuk alat ini dapat dipantau melalui LCD di *control box* Arduino dan *smartphone* dengan perantara *bluetooth*. Hasil pembacaan data tersebut dapat disimpan dalam bentuk *file* di micro SD *card*. Termoelektrik ini memiliki beberapa hal yang menjadi pembatasan dalam pengujinya. Salah satunya yaitu menggunakan resistor dengan hambatan 100 Ohm. Pemilihan resistor 100 Ohm ini dikarenakan dari tabel 4.1 data pengujian resistor yang sesuai untuk alat ini memberikan hambatan paling kecil sehingga arus yang dihasilkan oleh termoelektrik dapat lebih besar.

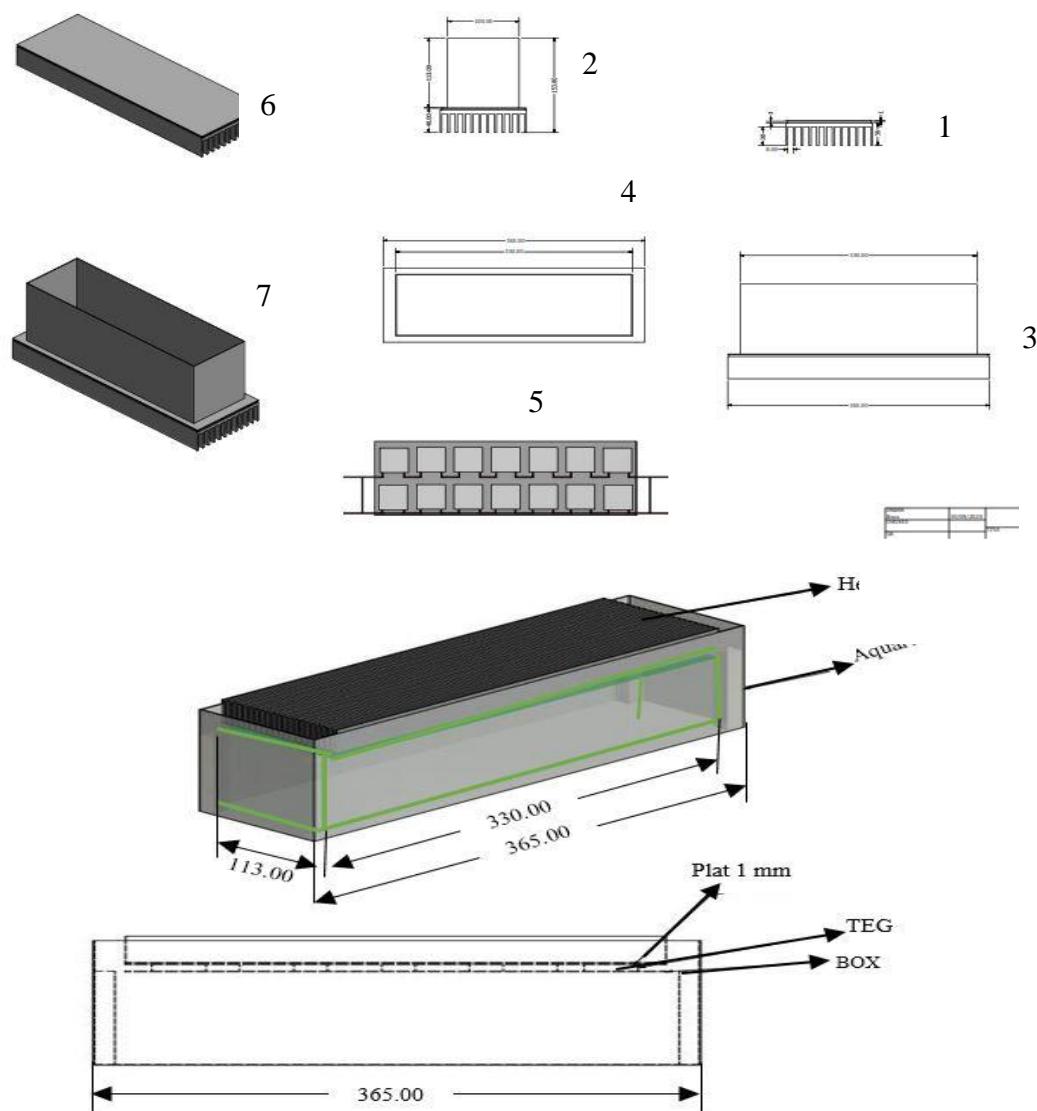
Tabel 4.1 Nilai Resistor yang Dideteksi Sensor Arus

NO	Resistor	Arus yang Terdeteksi
1	100 Ohm	64.3 mA
2	200 Ohm	32.40 mA
3	2200 Ohm	4.7 mA
4	4700 Ohm	1.6 mA

Dari tabel 4.1 di atas menunjukkan nilai-nilai arus yang dideteksi oleh sensor arus dari beban batre 9V menggunakan resistor sebagai hambatan arus. Dari beberapa resistor di tabel 4.1 tersebut dapat disimpulkan resistor dengan besaran 100 Ohm memiliki hambatan paling kecil sehingga arus yang dideteksi oleh sensor lebih besar dari resistor lain.

4.1.2 Perancangan Konstruksi

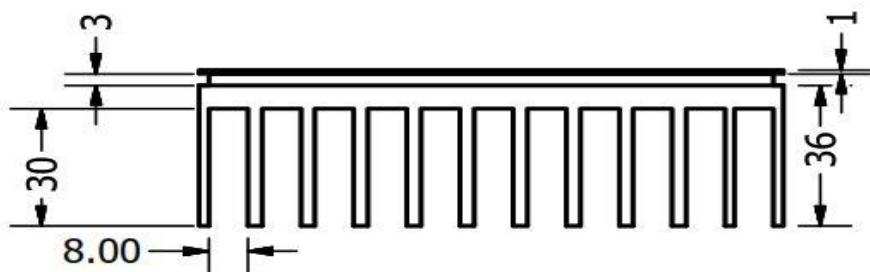
Perancangan sistem konstruksi terbagi dua bagian yaitu *heat side* untuk bagian penyerapan panas sinar matahari dengan *heatsink* kemudian ditambahakan pasir timah agar panas yang didapatkan secara merata untuk diserap oleh termoelektrik. *Cold side* untuk bagian sistem pendinginan yang berbentuk sebuah bak penampungan air untuk mendapatkan suhu dingin yang akan diserap oleh termoelektrik.



Gambar 4.1 Rancangan Konstruksi Alat

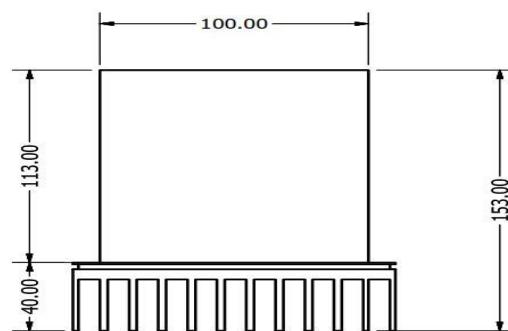
Keterangan dari nomor yang ditunjukkan pada gambar di atas adalah:

1. Gambar nomor 1 pada gambar 4.1 di atas menunjukkan sebuah *heatsink* yang dilihat dari samping dengan sirip *heatsink* sebanyak 12 sirip jarak antar sirip 8.00 mm dengan panjang *heatsink* 400 mm, tinggi *heatsink*-nya 36mm, ketebalan *heatsink* 3mm. Di gambar 4.2 ditambahkan TEG di bagian tengah plat aluminium yang ketebalan plat 1mm . Untuk kejelasan ukuran dari gambar nomor 1 dari gambar 4.1 ada di bawah ini:



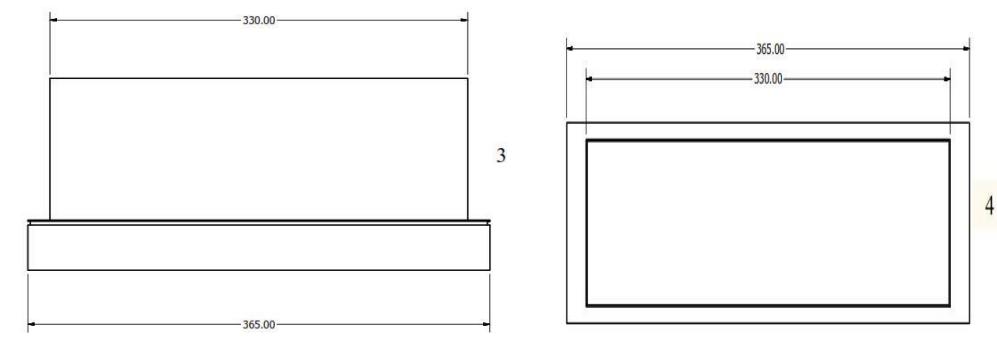
Gambar 4.2 *Heatsink* Tampak Samping

2. Gambar panah nomor 2 pada gambar 4.1 menunjukkan *heatsink* yang sudah ditambahkan dengan box aluminium di atasnya untuk digunakan sebagai bak penampungan air untuk pengujian alternatif menggunakan media panas api dan air sekaligus sebagai kaki penyangga saat digunakan pada pengujian menggunakan media panas sinar matahari. Box aluminium ini memiliki ketinggian 113.00mm, lebar box aluminium 100.00mm serta tinggi keseluruhan 153.00mm. Seperti terlihat pada gambar 4.3 di bawah ini:



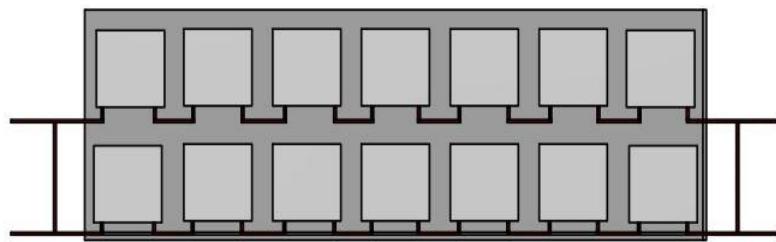
Gambar 4.3 Heatsink Ditambahkan Box Aluminium

3. Gambar nomor 3 pada gambar 4.1 dilihat dari arah samping dan gambar nomor 4 dilihat dari arah atas benda ini menunjukkan detail ukuran dimana box aluminium untuk wadah penampungan air yang sudah direkatkan dengan *heatsink*. Terlihat di gambar ukuran panjang pada box aluminium 330.00mm sementara panjang *heatsink* 365.00mm.



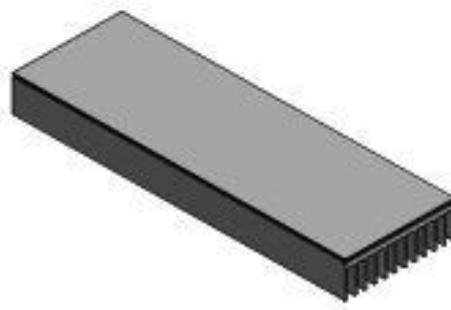
Gambar 4.4 Gambar Box Aluminium di atas *Heatsink*

4. Gambar nomor 5 pada gambar 4.1 menunjukkan susunan rangkaian TEG yang akan digunakan sebanyak 14 buah modul TEG-SP1848 dengan ukuran spesifikasinya 40mm x 40mm dan dirangkai secara seri pararel. Rangkaian seri pararel ini diharapkan besar tegangan yang dihasilkan akan bersifat tetap dari rangkaian TEG dan kuat arus yang masuk akan sama besar dengan kuat arus yang dihasilkan oleh TEG. Jarak antar sisi TEG sekitar 1mm untuk penempatan box aluminium di atasnya. Berikut adalah gambar susunan TEG SP1848:



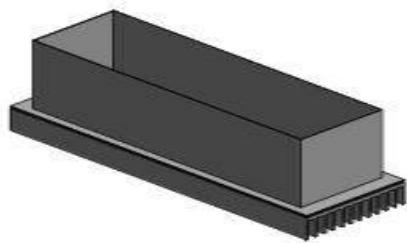
Gambar 4.5 Susunan Seri Pararel TEG SP1848

Sementara, jika TEG disusun seri dikhawatirkan ketika satu TEG mengalami rusak, maka akan mempengaruhi aliran listrik yang menuju ke TEG berikutnya. Sehingga arus pada TEG tidak sama besar dengan lainnya. Untuk tegangan pada rangkaian seri akan bernilai berbeda dengan tegangan setiap TEG. Jika TEG disusun pararel, arus setiap TEG akan bernilai berbeda dikhawatirkan apabila satu TEG rusak, tegangan yang dihasilkan dari setiap TEG adalah sama. Setelah penentuan susunan rangkaian TEG, selanjutnya TEG di tempatkan dibagian tengah antara bagian bawah plat datar *heatsink* dilapisi thermal dengan kepingan plat aluminium ketebalan 1mm. Seperti pada gambar 4.6 di bawah ini :



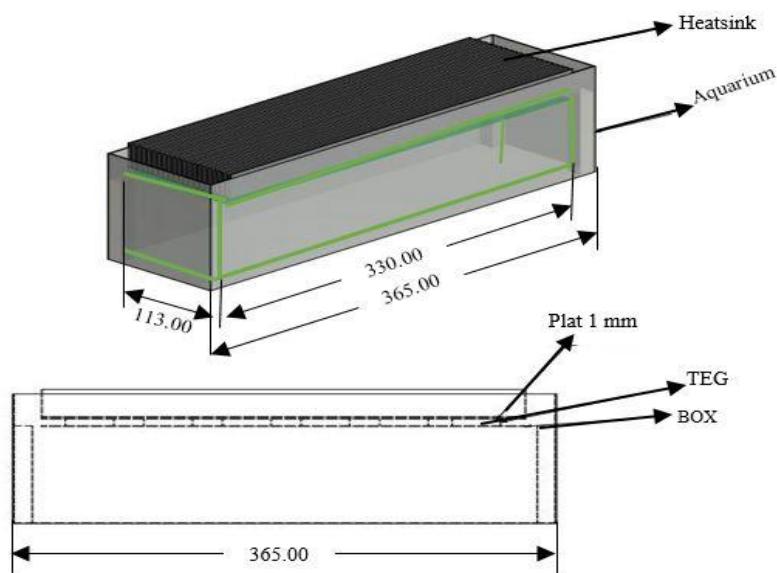
Gambar 4.6 TEG yang Sudah Digabungkan Dengan *Heatsink*

5. Gambar nomor 7 pada gambar 4.1 menunjukkan hasil rancangan konstruksi TEG keseluruhan yang sudah digabungkan antara *heatsink* dengan box aluminium. Di bawah ini gambar konstruksi gabungan antara *heatsink* dengan box aluminium ditunjukkan pada gambar 4.7 :



Gambar 4.7 Hasil Rancangan Konstruksi TEG

Dari gambar 4.7 di atas dapat digunakan pengujian dengan 2 cara yaitu ketika konstruksi ini dijadikan pengujian penyerapan panas sinar matahari, maka *heatsink* akan berada di atas dengan ditambahkan pasir timah dan bagian box penampungan dijadikan sebagai penyanggah kaki diletakkan di dalam aquarium. Seperti pada gambar 4.8 di bawah ini:

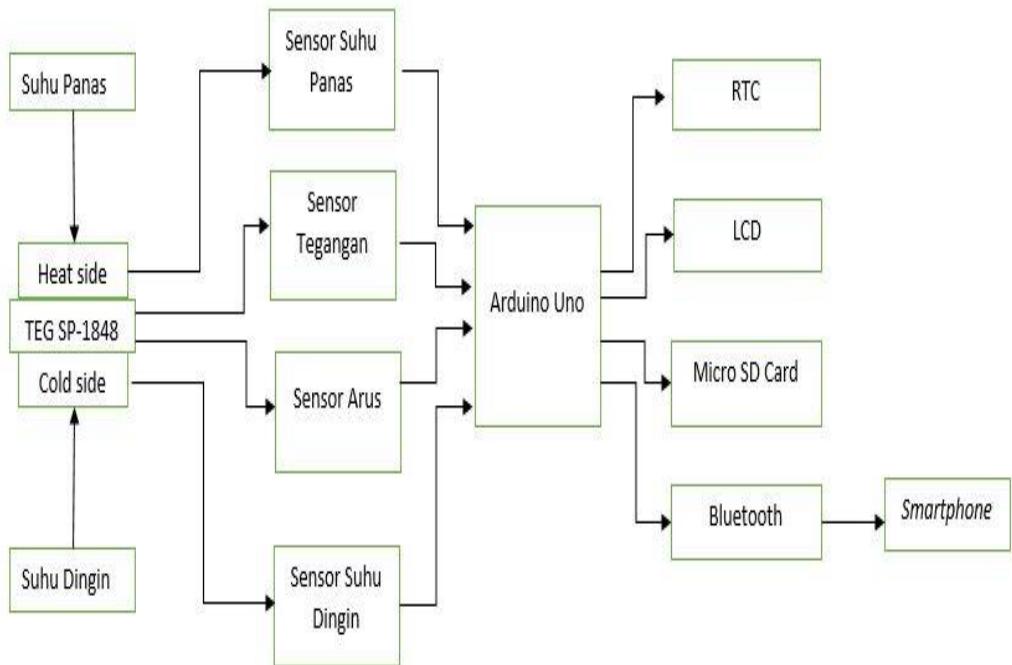


Gambar 4.8 Box Penampungan Dijadikan Kaki Di Dalam Aquarium

Sebaliknya ketika dijadikan pengujian menggunakan media panas dari api dan media pendinginnya berupa air, maka *heatsink* akan berada di bagian bawah sebagai penyerap panas dari api lalu bagian box penampungan dijadikan wadah penampung air sebagai pendinginan.

4.1.3 Perancangan Software

Perancangan software berupa sistem kontrol sangat menentukan hasil yang akan dicapai. Berikut adalah blok diagram gambar 4.9 sistem kontrol yang digunakan pada alat monitoring kontrol menggunakan *smartphone* :



Gambar 4.9 Blok Diagram Sistem Kontrol

Berdasarkan blok diagram di atas, berikut adalah keterangan sistem kontrol yang digunakan:

4.1.3.1 TEG

TEG atau termoelektrik generator yang sudah disusun dan ditempatkan diantara plat aluminium ketebalan 1mm dan *heatsink* dirangkai seri pararel dengan 14 modul TEG dan diharapkan mendapatkan hasil yang optimalisasi daya keluaran TEG. Pada TEG ini yang akan bekerja dimana kedua perbedaan suhu diserap oleh TEG ini. dari TEG ini untuk mengetahui besaran arus dan tegangan maka dihubungkan dengan sensor.

4.1.3.2 Sensor Suhu

Sensor suhu yang digunakan proyek akhir ini adalah yang sensor yang *waterproof*. Hal ini dikarenakan agar penggunaan pada area basah/cair lebih

aman ketika mengukur suhu panas dan dingin. Sensor ini diletakkan di bagian *heat side* dan *cold side*.

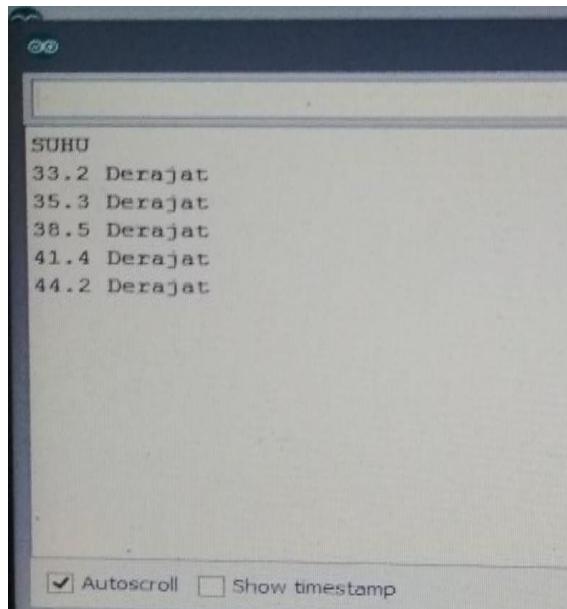
Dalam blok kontrol gambar 4.9 di atas suhu panas dan suhu dingin sangat memperngaruhi kondisi dari TEG yang akan menghasilkan tegangan dan arus. Jika perbandingan nilai antar kedua suhu ini semakin besar maka arus dan tegangan yang akan dihasilkan bernilai besar juga. Dan apabila kedua suhu ini memiliki perbedaan yang kecil, maka hasil yang diperoleh dari TEG tersebut juga akan kecil. Dari suhu tersebut akan diterima dan diserap oleh media penghantar yang bersifat dari bahan aluminium. Sisi tersebut terletak pada heat side untuk menyerap suhu panas, dan cold side untuk menyerap suhu dingin.

4.1.3.2.1 Pengujian Sensor Suhu

1. Hubungkan sensor ke Arduino dengan cara menghubungkan kabel *jumper* dari sensor ke pin pin Arduino yang ditentukan (VCC, GND, pin 8).
2. Jika sudah terhubung, masukkan program untuk mengaktifkan sensor suhu.
3. Berikut ini beberapa baris program penting untuk mengoperasikan sensor suhu DS18B20.

```
#include<Wire.h> //library kabel bus i2c  
#include<OneWire.h> //onewire bus support  
#include<DallasTemperature.h> //library sensor  
d18b20  
float      temp      =      sensors.getTempCByIndex(0);  
//meminta temperature
```

4. Jika programnya benar maka tampilan di LCD akan seperti pada gambar 4.17 di bawah ini:



Gambar 4.10 Hasil Pengujian Sensor Suhu

Gambar 4.10 di atas menampilkan suhu yang dideteksi dari sensor suhu ke serial monitor. Nilai 33.2 Derajat adalah nilai suhu yang dideteksi oleh sensor suhu pada menit pertama, dan 35.3 derajat adalah nilai suhu pada menit kedua dan seterusnya. Waktu pengujian sensor suhu dilakukan pada setiap 1 menit sekali. Setelah dilakukan pengujian ini, maka sensor suhu sudah bisa digunakan pada proyek akhir ini. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 4.4 berikut :

Tabel 4.2 Perbedaan Pengukuran dengan Sensor dan Multimeter

Waktu Pengukuran/Menit	Sensor	Yang Dideteksi Multimeter	Selisih	Persentase Error
1	33.2 Derajat	34.5 Derajat	1.3 Derajat	3.76 %
2	35.3 Derajat	36.4 Derajat	1.1 Derajat	3.02 %
3	38.5 Derajat	39.6 Derajat	1.1 Derajat	2.77 %
4	41.4 Derajat	42.6 Derajat	1.2 Derajat	2.81 %
5	44.2 Derajat	45.5 Derajat	1.3 Derajat	2.87 %

Waktu pengujian sensor suhu dilakukan pada setiap 1 menit sekali. Tabel 4.2 di atas menampilkan suhu yang dideteksi dari sensor suhu ke serial monitor. Pada menit pertama suhu yang dideteksi oleh sensor suhu sebesar 33.2 derajat dan

suhu yang dideteksi termometer sebesar 34.5 derajat dengan selisih antarsuhu sebesar 1.3 derajat dan persentase error yang terjadi sebesar 3.76 %. Menit kedua nilai suhu dideteksi sensor sebesar 35.3 derajat, 36.4 derajat dideteksi termometer dengan selisih suhu 1.1 derajat serta persentase error yang terjadi 3.02%. Menit ketiga nilai suhu dideteksi sensor sebesar 38.5 derajat, 39.6 derajat dideteksi termometer dengan selisih suhu 1.1 derajat serta persentase error yang terjadi 2.77 %. Kemudian menit keempat nilai suhu dideteksi sensor sebesar 41.4 derajat, 42.6 derajat dideteksi termometer dengan selisih suhu 1.2 derajat serta persentase error yang terjadi 2.81 %. Selanjutnya menit kelima nilai suhu dideteksi sensor sebesar 44.2 derajat, 45.5 derajat dideteksi termometer dengan selisih suhu 1.3 derajat serta persentase error yang terjadi 2.87 %. Setelah dilakukan pengujian ini, maka sensor suhu sudah bisa digunakan pada proyek akhir ini.

4.1.3.3 Sensor Tegangan dan Arus

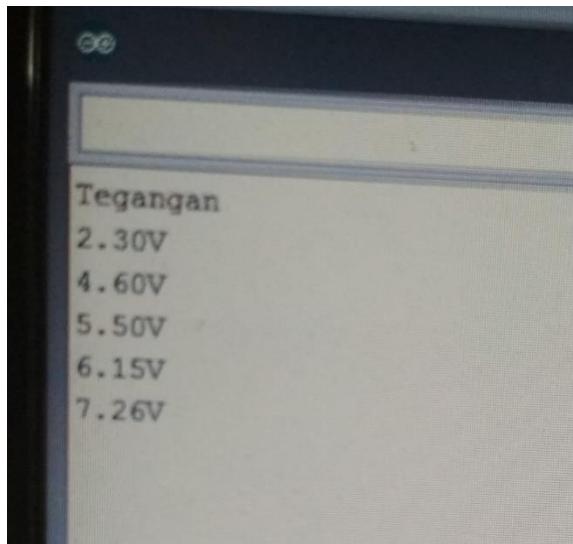
Sensor pengujian pada proyek akhir ini digunakan untuk mendeteksi tegangan dan arus. Sensor diletakkan di ujung kabel termoelektrik. Setelah terpasang dengan baik, maka TEG langsung mengirim hasil bacaan yang dikontrol.

4.1.3.3.1 Hasil Pengujian Sensor Tegangan

1. Hubungkan sensor tegangan ke Arduino dengan cara menghubungkan kabel *jumper* dari sensor arus ke pin pin Arduino yang telah ditentukan (VCC, GND, A0).
2. Jika sudah terhubung, masukkan program untuk mengaktifkan sensor tegangan.

```
#include <Wire.h> //library kabel bus i2c  
Volt1 = analogRead(0); //membaca nilai tegangan  
di  
pin analog  
Serial.print(Volt); //menampilkan nilai tegangan  
di serial monitor
```

3. Berikut ini adalah beberapa baris program penting untuk mengoperasikan sensor tegangan.
4. Program sudah benar maka tampilan pada serial monitor akan seperti di gambar 4.11 di bawah ini:



Gambar 4.11 Hasil Pengujian Sensor Tegangan

Gambar 4.11 di atas menampilkan tegangan yang dibaca sensor tegangan dari serial monitor. Nilai 2.30V merupakan tegangan yang dibaca oleh sensor tegangan dari beban termoelektrik generator, 4.60V nilai tegangan pada menit kedua yang dibaca oleh sensor tegangan, dan untuk nilai selanjutnya dibaca setiap 1 menit sekali. Dari hasil yang telah dilakukan dapat dilihat bahwa sensor tegangan ini berfungsi dengan baik sehingga bisa digunakan untuk proyek akhir ini. hasil dari pengujian sensor tegangan di atas dapat dilihat pada tabel 4.6 di bawah ini:

Tabel 4.3 Tulisan Hasil Pengujian Sensor Tegangan

Waktu Pengukuran/Menit	Tegangan Yang Dideteksi		Selisih	Percentase Error
	Sensor	Multimeter		
1	2.30V	2.36V	0.6V	25.42%
2	4.60V	4.65V	0.5V	10.75%

3	5.50V	5.56V	0.6V	10.79%
4	6.15V	6.23V	0.8V	12.84%
5	7.26V	7.30V	0.4V	5.47%

Dari tabel 4.3 di atas menunjukkan besar tegangan yang telah dideteksi oleh sensor tegangan sebesar 2.30V dan multimeter sebesar 2.36V dengan selisih 0.6 V serta persentase error yang terjadi pada menit pertama sebesar 25.42%. Pada menit kedua sensor tegangan terdeteksi 4.60V, multimeter 4.65V, selisih antar alat pengukur 0.5V serta persentase error 10.75%. Menit ketiga sensor tegangan terdeteksi 5.50V, multimeter 5.56V, selisih antar alat pengukur 0.6V serta persentase error 10.79%. Menit keempat sensor tegangan terdeteksi 6.15V, multimeter 6.23V, selisih antar alat pengukur 0.8V serta persentase error 12.84%. Menit kelima sensor tegangan terdeteksi 7.26V, multimeter 7.30V, selisih antar alat pengukur 0.4V serta persentase error 5.47%.

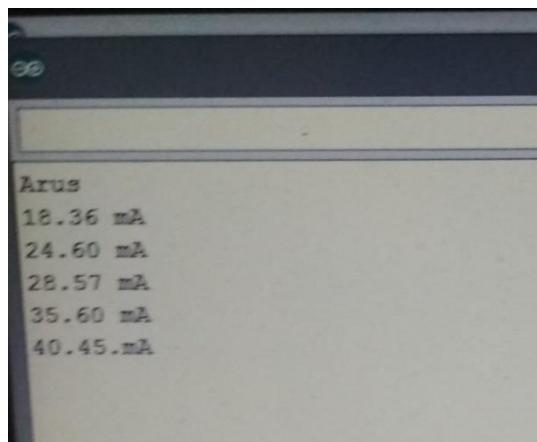
4.1.3.3.2 Hasil Pengujian Sensor Arus

1. Hubungkan sensor arus ke Arduino dengan cara menghubungkan kabel *jumper* dari sensor arus ke pin pin Arduino yang telah ditentukan (VCC, GND, SDA, SCL).
2. Jika sudah terhubung, masukkan program untuk mengaktifkan sensor arus.
3. Berikut ini beberapa baris program penting untuk mengaktifkan sensor arus.

```
#include <Wire.h> // library kabel bus i2c
#include <Adafruit_INA219.h> // Library INA219
Adafruit_INA219 sensor219; //Deklarasi sensor
INA219
current=sensor219.getCurrent_mA(); //mendeteksi
arus
Serial.print(current); // menampilkan nilai arus
yang dibaca di serial monitor
```

4. Hubungkan kabel dari Vin+ dan Vin- ke beban yang ingin diukur.

5. Jika program sudah benar maka tampilan dari serial monitor akan seperti gambar 4.18 di bawah ini:



Gambar 4.12 Hasil Pengujian Sensor Arus

Gambar 4.12 di atas menampilkan arus yang dibaca oleh sensor arus dari serial monitor. Dalam pengukuran ini, beban yang digunakan adalah termoelektrik generator, dan arus yang dideteksi sensor yaitu 18.36 mA. Pengukuran dilakukan setiap 1 menit sekali. Dari hasil pengujian di atas dapat dilihat bahwa sensor arus dapat digunakan pada proyek akhir ini. Untuk kejelasan hasil pengukuran pengujian sensor arus dapat dilihat pada tabel 4.4 di bawah ini:

Tabel 4.4 Hasil Pengukuran Pengujian Sensor Arus

Waktu Pengukuran/Menit	Arus Yang Dideteksi Sensor	Arus Yang Dideteksi Multimeter	Selisih	Persentase Error
1	18.36mA	18.52mA	0.16mA	0.86%
2	24.60mA	24.85mA	0.25mA	1%
3	28.57mA	29.10mA	0.17mA	0.58%
4	35.60mA	36.85mA	0.15mA	0.40%
5	40.45.mA	40.64mA	0.19mA	0.46%

Dari tabel 4.4 di atas menunjukkan besar arus yang telah dideteksi oleh sensor arus sebesar 18.36 mA dan multimeter sebesar 18.52 mA dengan selisih 0.16 mA serta persentase error yang terjadi pada menit pertama sebesar 0.86%. Pada menit kedua sensor arus terdeteksi 24.60 mA, multimeter 24.85 mA, selisih

antar alat pengukur 0.25 mA serta persentase error 1%. Menit ketiga sensor arus terdeteksi 28.57 mA, multimeter 29.10mA, selisih antar alat pengukur 0.17mA serta persentase error 0.58%. Menit keempat sensor arus terdeteksi 35.60mA, multimeter 36.85mA, selisih antar alat pengukur 0.15mA serta persentase error 0.40%. Menit kelima sensor arus terdeteksi 40.45mA, multimeter 40.64mA, selisih antar alat pengukur 0.19mA serta persentase error 0.46%.

4.1.3.4 Arduino Uno

Arduino uno digunakan sebagai media pengolah data dari sensor-sensor yang digunakan sebagai pengontrol suhu, arus, dan tegangan. Dalam Arduino akan diproses setiap program yang akan dikontrol sehingga dapat digunakan. Di Arduino juga digunakan untuk mengontrol dari RTC, LCD, Modul Sd Card, dan Bluetooth.

4.1.3.5 Modul Micro SD Card

Modul (Micro SD Card Adapter) digunakan sebagai pembaca kartu Micro SD. Dalam proyek akhir ini dilengkapi kartu SD card berfungsi untuk menyimpan hasil berupa data agar dapat diakses di komputer.

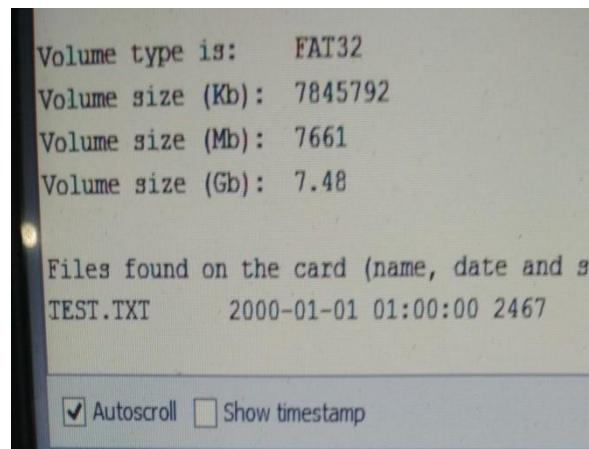
4.1.3.5.1 Hasil Pengujian Micro Sd Card

1. Hubungkan sensor tegangan ke Arduino dengan cara menghubungkan kabel *jumper* dari sensor arus ke pin pin Arduino yang telah ditentukan (VCC, GND, MISO, MOSI, SCK, CS).
2. Jika sudah terhubung, masukkan program untuk melihat info dari SD card.
3. Berikut ini adalah beberapa baris program penting untuk melihat informasi dari SD Card.

```
#include<SPI.h> //library Serial Peripheral Interface  
  
#include<SD.h> //library sd card  
Serial.println(volumesize); //menampilkan ukuran
```

Sd card yang dibaca

4. Jika program sudah benar maka tampilan di serial monitor arduino akan terlihat seperti gambar 4.20 ini:



The screenshot shows the Arduino Serial Monitor displaying the following text:
Volume type is: FAT32
Volume size (Kb): 7845792
Volume size (Mb): 7661
Volume size (Gb): 7.48

Files found on the card (name, date and si
TEST.TXT 2000-01-01 01:00:00 2467

At the bottom, there are two checkboxes: Autoscroll and Show timestamp.

Gambar 4.13 Hasil Pengujian Sd Card

Gambar 4.13 di atas menampilkan info tentang sd card yang terpasang di modul micro sd. Volume tipe nya yaitu FAT32, ukuran sd card ditampilkan dalam ukuran kilobyte, megabyte dan gigabyte. Dari gambar di atas dapat dilihat bahwa pengujian yang dilakukan berhasil. File yang ditemukan di dalam sd card yaitu test.txt. untuk kejelasan dalam tulisan hasil dari pengujian sd card pada tabel 4.5 di bawah ini:

Tabel 4.5 Tulisan dari Hasil Pengujian SD Card

Volume type is: FAT32
Volume size (Kb) : 7845792
Volume size (Mb) : 7661
Volume size (Gb) : 7.48
Files found on the card (name, date and si
TEST.TXT 2000-01-01 01:00:00 2467

4.1.3.6 RTC

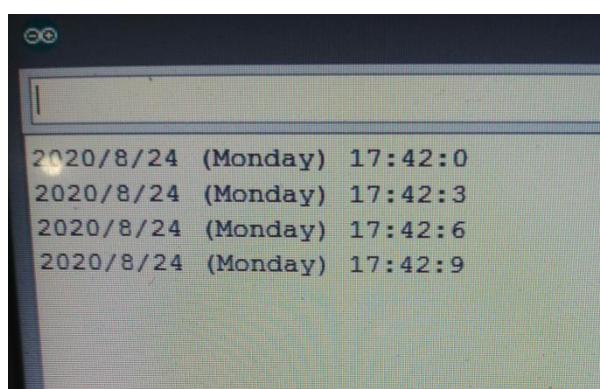
RTC atau yang kita kenal Real Time Clock merupakan jam elektronik berupa chip yang digunakan untuk menghitung waktu mulai detik, menit, jam, tanggal, hari, bulan hingga tahun dengan akurat, dan menjaga serta menyimpan data waktu tersebut secara real time.

4.1.3.6.1 Hasil Pengujian RTC

1. Hubungkan RTC module ke arduino menggunakan kabel *jumper* ke pin-pin Arduino yang telah ditentukan (VCC, GND, SDA, SCL).
2. Jika sudah terhubung, masukkan program untuk mengaktifkan RTC.
3. Berikut ini adalah beberapa baris program yang penting untuk mengaktifkan RTC.

```
#include    <DS3231.h>    //mengincludekan library  
DS3231  
  
//rtc.setDate(24, 8, 2020); //mensetting tanggal  
24 agustus 2020  
  
//rtc.setTime(17, 42, 00);           //menset jam  
17.42.00  
  
// rtc.setDOW(7); //menset hari "Minggu"
```

4. Jika program sudah benar, maka tampilan di serial monitor akan seperti ini



Gambar 4.14 Hasil Pengujian RTC

Gambar 4.14 di atas menampilkan tahun, bulan, tanggal, hari, serta jam yang telah disetting pada program RTC. Dari gambr tersebut dinyatakan bahwa pengujian RTC berhasil dan dapat digunakan dalam proyek akhir ini.

4.1.3.7 LCD

Liquid Crystal Display elektronik atau LCD adalah media berfungsi sebagai penampil utama atau status kerja alat sekaligus sudah dilengkapi dengan I2C LCD. Sehingga saat pemasangan kabel *jumper* tidak banyak menggunakan kabel *jumper*.

4.1.3.7.1 Hasil Pengujian LCD

1. Hubungkan kabel *jumper* dari lcd ke pin-pin arduino yang ditentukan (VCC, GND, SDA, SCL).
2. Pastikan saat semua VCC dan GND terhubung, layar LCD langsung menyala.
3. Masukkan program untuk menampilkan tulisan di layar LCD.
4. Berikut adalah beberapa baris penting program LCD.

```
#include<LiquidCrystal_I2C.h> //Library LCD I2C  
lcd1.print("Tes LCD.."); //Menulis tampilan tulisan Tes LCD di LCD  
lcd1.setCursor(0, 0); //mengatur baris dan kolom LCD
```

5. Jika programnya benar, maka hasilnya akan seperti ini



Gambar 4.15 Hasil Pengujian LCD

Gambar 4.15 di atas memperlihatkan tulisan tes LCD di layar LCD. Ini dikarenakan program yang ditulis dibuat agar menampilkan kalimat tes LCD. Dan hasil dari pengujian ini menunjukkan bahwa LCD siap untuk digunakan pada proyek akhir ini.

4.1.3.8 Bluetooth

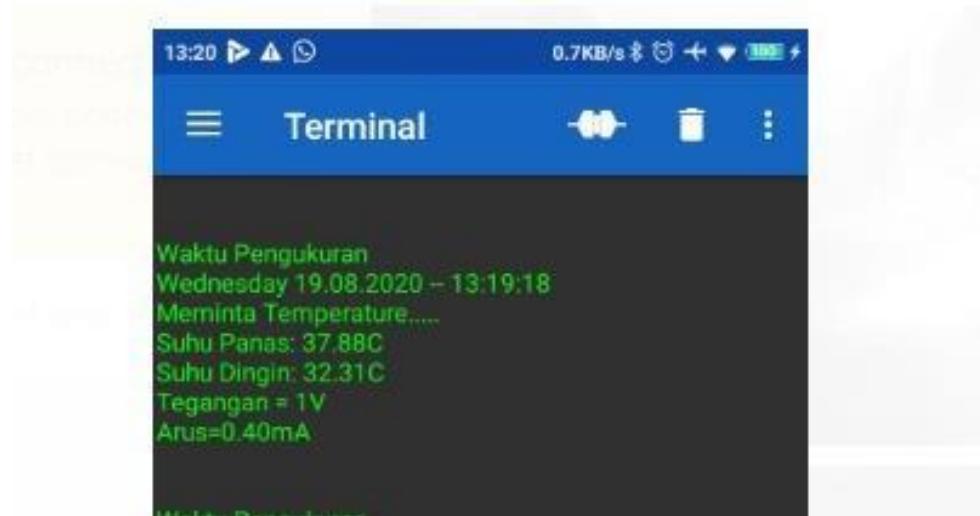
Penggunaan bluetooth dalam proyek akhir ini agar dapat memberikan notifikasi untuk melakukan pairing keperangkat lain berupa *smartphone*. Hasil dari notifikasi bluetooth ini berisi data pengujian yang telah dilakukan berupa waktu, suhu, arus, dan tegangan pengujian TEG.

4.1.3.8.1 Hasil Pengujian Bluetooth

1. Hubungkan kabel jumper dari bluetooth module ke pin pin arduino yang ditentukan (VCC, GND, RX, TX).
2. Pastikan saat kabel *jumper* VCC dan GND terhubung, lampu indikator pada *bluetooth module* menyala.
3. Hidupkan *bluetooth* di *smartphone*.
4. Masukkan program untuk menampilkan serial monitor ke smartphone.
5. Berikut ini merupakan beberapa baris program yang penting untuk menampilkan serial monitor ke smartphone.

```
#include <SoftwareSerial.h> //library bluetooth  
hc05  
if (Serial.available()>1) //data yang dikirimkan  
data = Serial.read(); //data dibaca
```

6. Jika programnya benar, maka hasilnya akan seperti ini pada tampilan gambar 4.16 di aplikasi *serial bluetooth* di Arduino.



Gambar 4.16 Hasil Pengujian Bluetooth Dari *Smartphone*

Gambar 4.16 di atas menampilkan apa yang sensor bluetooth baca dari serial monitor di Aduino. Untuk melakukan monitiring data di *smartphone*, hubungkan *bluetooth* di *smartphone* yang sudah dihidupkan dengan *module bluetooth*. Kemudian buka aplikasi *serial bluetooth* di Arduino, lalu klik *connect*, maka hasil pembacaan data dari serial monitor di Arduino akan ditampilkan di aplikasi *serial bluetooth* di *smartphone* secara *Real Time*. Oleh karena itu *bluetooth* sekarang dapat digunakan untuk proyek akhir ini. Untuk lebih jelasnya tampilan tulisan pada pengujian bluetooth dari *smartphone* tabel 4.6 di bawah ini:

Tabel 4.6 Tulisan Pengujian Bluetooth Dari Smartphone

Waktu Pengukuran
Wednesday 19.08.2020 -13:19:18
Meminta Temperature.....
Suhu Panas: 37.88C
Suhu Dingin: 32.31C
Tegangan = 1V
Arus=0.40mA

Berdasarkan blok diagram gambar 4.9 di atas, berikut adalah tabel 4.7 penjelasan pin-pin pada Arduino Uno yang dihubungkan ke masing-masing input dan output pada alat monitoring kontrol menggunakan *smartphone*:

Tabel 4.7 Pin Yang Digunakan Pada Arduino Uno

NO.	Komponen	Pin pada <i>Arduino Uno</i>
1	Sensor Tegangan	Pin A0 Analog
2	Sensor Arus	SDA dan SCL
3	Sensor Suhu Panas	Pin 8 digital
4	Sensor Suhu Dingin	Pin 8 digital
5	Modul Micro SD Card	CS=10
6	RT RTC	SDA dan SCL
7	LCD	SDA dan SCL
8	Bluetooth (Bt)	RX=1 TX; TX=0 RX

4.2 Pembuatan *Hardware*

4.2.1 Pembuatan Konstruksi

Dari gambar 4.1 menunjukkan design *hardware* pembuatan konstruksi bahan kaca sebagai wadah/aquarium air untuk sistem pendinginan TEG pada proyek akhir *prototype* pembangkit listrik termoelektrik generator dengan menggunakan penghantar panas *heatsink* berbahan aluminium yang dilapisi pasir timah.



Gambar 4.17 Pembuatan Konstruksi

Gambar 4.17 bagian atas aquarium adalah berupa sebuah *heatsink* yang akan digunakan sebagai penyerap sisi panas sinar matahari dan sebagai penyerap panas dari api.



Gambar 4.18 Susunan Rangkaian TEG

Pada gambar 4.18 menunjukkan susunan rangkaian TEG yang disusunkan secara seri dan pararel dengan harapan hasil yang diperoleh bisa lebih optimal. Susunan TEG seri pararel diletakkan di bagian bawah permukaan rata *heatsink* dengan jumlah TEG 14 buah modul TEG-SP1848. Untuk menutupi TEG sekaligus jadi bagian sisi dingin menggunakan plat aluminium.



Gambar 4.19 Tampilan Sirip *Heatsink*

Gambar 4.19 di atas menunjukkan sirip dari *heatsink* yang akan digunakan sebagai penyerap panas sinar matahari dan tempat untuk meletakkan pasir timah dengan harapan sistem penyerapan panas bisa lebih maksimal. Namun ketika pengujian menggunakan penyerap panas dari api, pasir timah tidak ditambahkan di *heatsink*.



Gambar 4.20 Box Aluminium Pendingin

Gambar 4.20 adalah box aluminium yang digunakan untuk wadah air untuk sistem penyerap dingin yang digunakan sebagai pengujian alternatif yang ditempatkan di dalam aquarium dan juga sekaligus sebagai kaki penyangga penahan TEG.



Gambar 4.21 Box Aluminium Sebagai Wadah Air

Gambar 4.21 merupakan box aluminium yang digunakan sebagai pengujian alternatif menggunakan panas api. Box ini digunakan untuk menampung air sebagai media pendingin TEG.

4.2.2 Pembuatan Software

Pembuatan sistem kontrol untuk proses pengujian secara *real time* dan dapat dimonitoring melalui *smartphone* yang dikoneksikan oleh bluetooth. Dalam pembuatan sistem kontrol harus menggunakan *software IDE Arduino* untuk membuat program yang akan digunakan. Program ditulis menggunakan *sketch* dan disimpan dalam file dengan ekstensi *.ino*. Pemograman yang akan dibuat

yaitu program rtc, program suhu, program arus, program tegangan, dan program untuk mentransferkan data ke *smartphone*.

4.3 Hasil Data Pengujian

4.3.1 Pengujian TEG Media Panas Sinar Matahari dan Pasir Timah

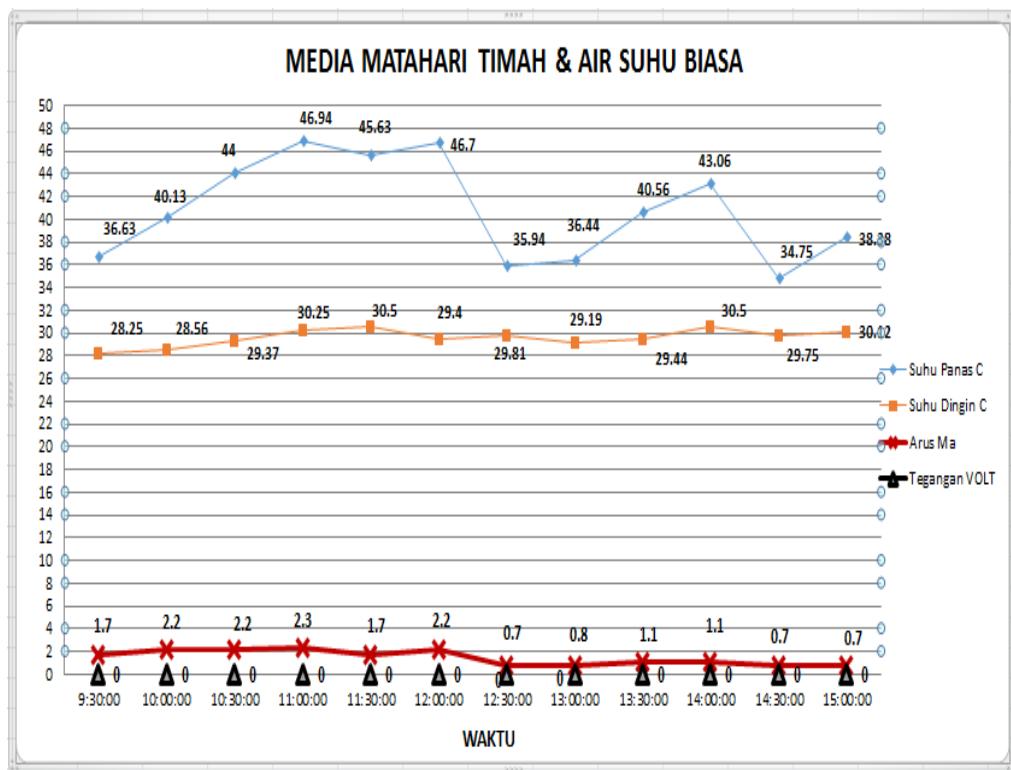
Dari hasil pengujian yang sudah dilakukan menggunakan penyerap sinar matahari dan ditambah dengan pasir timah serta media pendinginan berupa air dimulai pada pukul 09:30 WIB sampai pukul 15:00 WIB. Data hasil pengujian yang didapatkan setiap 30 menit sekali pada saat proses pengambilan data *prototipe* pembangkit listrik menggunakan termoelektrik generator dengan menggunakan penghantar panas *heatsink* yang dirangkai secara seri-pararel, dapat dilihat pada Tabel 4.8 dibawah ini.

Tabel 4.8 Data Pengujian Dengan Sumber Panas Sinar Matahari Dan Timah

Media Sumber Panas Sinar Matahari Dan Timah				
Waktu Pengukuran	Suhu (°C)		Tegangan (VOLT)	Arus (mA)
	Panas	Dingin		
9:30:00	36.63	28.25	0	1.7
10:00:00	40.13	28.56	0	2.2
10:30:00	44	29.37	0	2.2
11:00:00	46.94	30.25	0	2.3
11:30:00	45.63	30.5	0	1.7
12:00:00	46.7	29.4	0	2.2
12:30:00	35.94	29.81	0	0.7
13:00:00	36.44	29.19	0	0.8
13:30:00	40.56	29.44	0	1.1
14:00:00	43.06	30.5	0	1.1
14:30:00	34.75	29.75	0	0.7
15:00:00	38.38	30.12	0	0.7

Terjadi peningkatan suhu panas pada pukul 11:00 WIB sebesar 46.94°C dengan beda *temperature* dingin sebesar 30.25°C dan arusnya sebesar 2.3mA sementara tegangan yang dihasilkan tidak mengalami perubahan yaitu sebesar

0Volt saat melakukan pengambilan data setiap 30 menit sekali. Grafik dari perubahan suhu, tegangan, dan arus dapat dilihat pada gambar 4.22 di bawah ini.



Gambar 4.22 Grafik Hasil Pengujian Dengan Sumber Panas Sinar Matahari dan Timah

Setelah melakukan pengujian dengan menggunakan sensor didapatkan hasil tegangan pada sensor tegangan 0 V arusnya 1.7mA pada pukul 9:30 WIB. Pukul 10:00 WIB sensor tegangan 0 V arusnya 2.2mA. Pukul 10:30 WIB sensor tegangan 0 V arusnya 2.2mA dan seterusnya sampai pukul 15:00 WIB sensor tegangan 0 V arusnya 0.7mA.

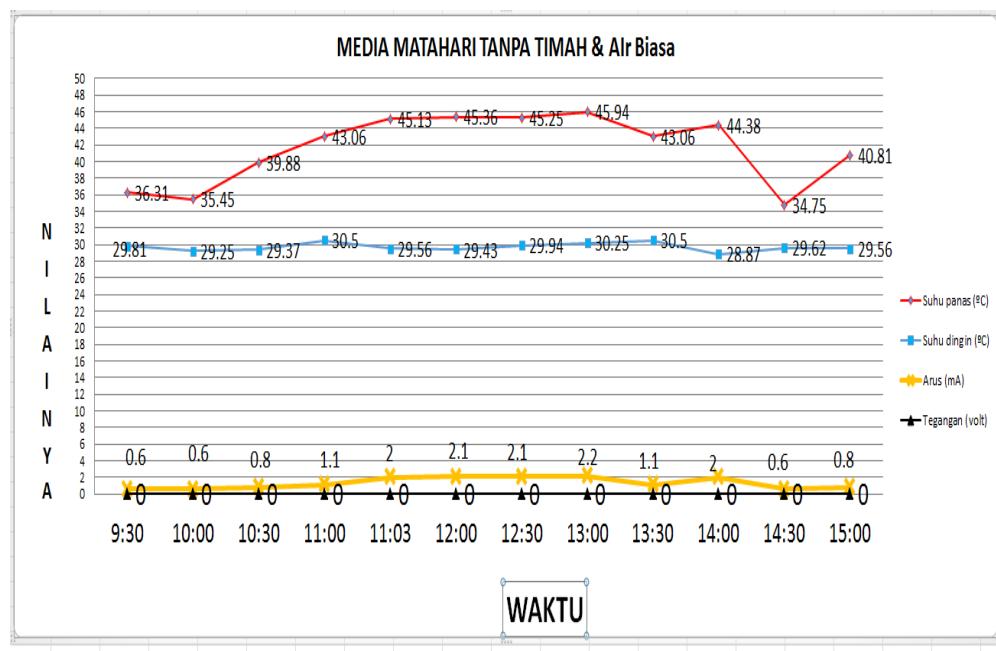
4.3.2 Pengujian TEG Media Panas Sinar Matahari tanpa Pasir Timah

Pengambilan data pengujian dilakukan setiap 30 menit sekali pada pengujian prototype termelektrik generator dengan sumber panas sinar matahari tanpa ditambahkan pasir timah dan media pendinginan berupa air ditunjukkan pada data

tabel 4.9 terdiri dari besaran suhu, tegangan yang dihasilkan, dan arus dari pengujian pada pukul 09:30 WIB sampai pukul 15:00 WIB.

Tabel 4.9 Media Matahari Tanpa Timah & Air Biasa

Waktu Pengukuran	Suhu (°C)	Tegangan (volt)	Arus (mA)
	Panas	Dingin	
9:30	36.31	29.81	0
10:00	35.45	29.25	0
10:30	39.88	29.37	0
11:00	43.06	30.5	0
11:03	45.13	29.56	0
12:00	45.36	29.43	0
12:30	45.25	29.94	0
13:00	45.94	30.25	0
13:30	43.06	30.5	0
14:00	44.38	28.87	0
14:30	34.75	29.62	0
15:00	40.81	29.56	0.8



Gambar 4.23 Media Matahari Tanpa Timah & Air Biasa

Dari gambar grafik 4.23 dilihat tingginya nilai suhu panas pada pukul 13:00 WIB sebesar 45.94°C, suhu dingin 30.25°C, arus sensor sebesar 2.2mA arus dan tegangan sensor 0 volt atau tidak mengalami kenaikan. Sedangkan suhu panas terendah terjadi pada pukul 14:30 WIB sebesar 34.75 °C, suhu dingin sebesar 29.62 °C serta arus sensor sebesar 0.6mA arus, dan sensor tegangan tetap sama yaitu 0 Volt.

4.3.3 Pengujian TEG Media Api dan Es Batu

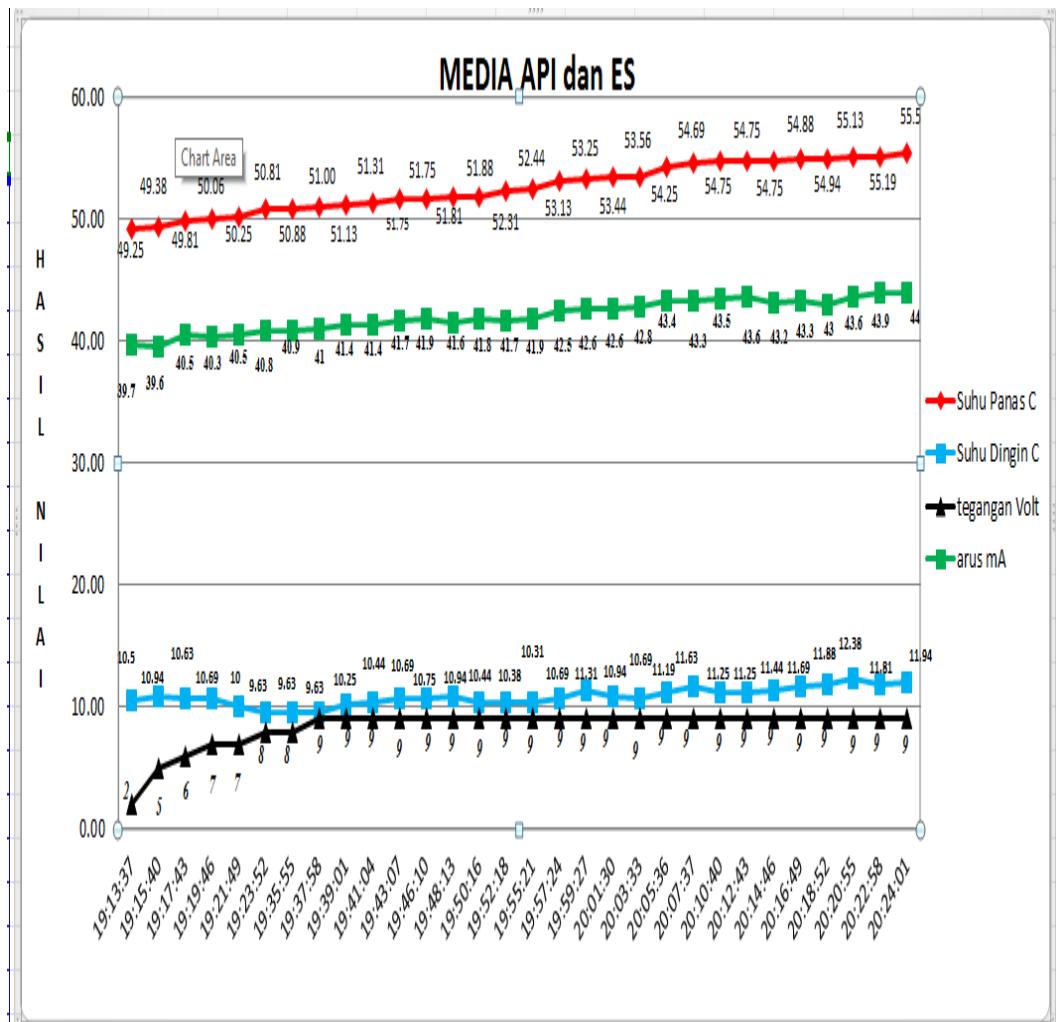
Dari hasil pengujian yang sudah dilakukan setiap 2 menit sekali ini menggunakan peenyerap sinar matahari dan ditambah dengan pasir timah serta media pendinginan berupa air es dimulai pada pukul 19:13 WIB sampai pukul 20:49 WIB. Data hasil pengujian yang didapatkan pada saat proses pengambilan data prototipe pembangkit listrik menggunakan termoelektrik generator dengan menggunakan penghantar panas *heatsink* yang dirangkai secara seri-pararel, dapat dilihat pada Tabel 4.10 di bawah ini.

Tabel 4.10 Pengujian Dengan Sumber Panas Api Dan Es

Pukul	Suhu (°C)		tegangan (Volt)	Arus (mA)
	Panas	Dingin		
19:13:37	49.25	10.5	2	39.7
19:15:40	49.38	10.94	5	39.6
19:17:43	49.81	10.63	6	40.5
19:19:46	50.06	10.69	7	40.3
19:21:49	50.25	10	7	40.5
19:23:52	50.81	9.63	8	40.8
19:35:55	50.88	9.63	8	40.9
19:37:58	51.00	9.63	9	41
19:39:01	51.13	10.25	9	41.4
19:41:04	51.31	10.44	9	41.4
19:43:07	51.75	10.69	9	41.7
19:46:10	51.75	10.75	9	41.9

19:48:13	51.81	10.94	9	41.6
19:50:16	51.88	10.44	9	41.8
19:52:18	52.31	10.38	9	41.7
19:55:21	52.44	10.31	9	41.9
19:57:24	53.13	10.69	9	42.5
19:59:27	53.25	11.31	9	42.6
20:01:30	53.44	10.94	9	42.6
20:03:33	53.56	10.69	9	42.8
20:05:36	54.25	11.19	9	43.4
20:07:37	54.69	11.63	9	43.3
20:10:40	54.75	11.25	9	43.5
20:12:43	54.75	11.25	9	43.6
20:14:46	54.75	11.44	9	43.2
20:16:49	54.88	11.69	9	43.3
20:18:52	54.94	11.88	9	43
20:20:55	55.13	12.38	9	43.6
20:22:58	55.19	11.81	9	43.9
20:24:01	55.50	11.94	9	44

Pengambilan data pengujian *prototipe* pembangkit listrik menggunakan termoelektrik generator dengan menggunakan penghantar panas *heatsink* yang dirangkai secara seri-pararel dilakukan setiap 2 menit sekali. Terjadi peningkatan suhu panas pada pukul 20:24 WIB sebesar 55.50 °C dengan beda *temperature* dingin sebesar 11.94°C dan arus sensor yang dihasilkan sebesar 44mA sementara sensor tegangan yang dihasilkan sebesar 9Vol. Grafik dari perubahan suhu, tegangan, dan arus dapat dilihat pada gambar 4.24 di bawah ini.



Gambar 4.24 Grafik Hasil Pengujian Dengan Sumber Panas Api Dan Es

Pengukuran dengan sensor tegangan pada pukul 19:13 Wib 2 volt dengan hasil arus sensor yang didapatkan 39.7mA. Kemudian pukul 19:15 Wib sensor tegangan mendeteksi 5 volt. Sensor arus yang dideteksi 39.6mA. begitupun selanjutnya yang dilakukan setiap 2 menit sekali dalam pengambilan data hingga pada pukul 20:24 Wib sensor tegangan yang terdeteksi 9 volt sementara dan untuk sensor arusnya sebesar 44mA.

4.3.4 Pengujian TEG Media Api dan Air Biasa

Dari hasil pengujian yang sudah dilakukan menggunakan penyerap sinar matahari dan ditambah dengan pasir timah serta media pendinginan berupa air dimulai pada pukul 19:11 WIB sampai pukul 20:20 WIB. Data hasil pengujian

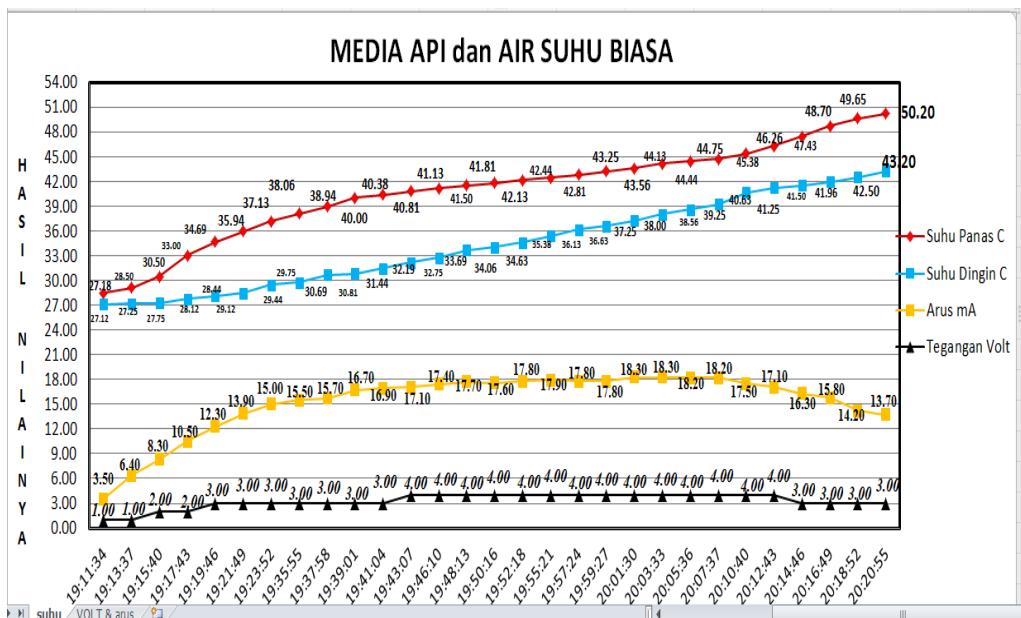
yang didapatkan pada saat proses pengambilan data prototipe pembangkit listrik menggunakan termoelektrik generator dengan menggunakan pengantar panas *heatsink* yang dirangkai secara seri-pararel, dapat dilihat pada Tabel 4.11 di bawah ini.

Tabel 4.11 Data Pengujian Dengan Sumber Panas Api dan Pendingin Air

Waktu	Suhu (°C)		Tegangan Volt	Arus mA
	Panas	Dingin		
19:11:34	28.50	27.12	1.00	3.50
19:13:37	29.12	27.18	1.00	6.40
19:15:40	30.50	27.25	2.00	8.30
19:17:43	33.00	27.75	2.00	10.50
19:19:46	34.69	28.12	3.00	12.30
19:21:49	35.94	28.44	3.00	13.90
19:23:52	37.13	29.44	3.00	15.00
19:35:55	38.06	29.75	3.00	15.50
19:37:58	38.94	30.69	3.00	15.70
19:39:01	40.00	30.81	3.00	16.70
19:41:04	40.38	31.44	3.00	16.90
19:43:07	40.81	32.19	4.00	17.10
19:46:10	41.13	32.75	4.00	17.40
19:48:13	41.50	33.69	4.00	17.70
19:50:16	41.81	34.06	4.00	17.60
19:52:18	42.13	34.63	4.00	17.80
19:55:21	42.44	35.38	4.00	17.90
19:57:24	42.81	36.13	4.00	17.80
19:59:27	43.25	36.63	4.00	17.80
20:01:30	43.56	37.25	4.00	18.30
20:03:33	44.13	38.00	4.00	18.30
20:05:36	44.44	38.56	4.00	18.20
20:07:37	44.75	39.25	4.00	18.20
20:10:40	45.38	40.63	4.00	17.50
20:12:43	46.26	41.25	4.00	17.10
20:14:46	47.43	41.50	3.00	16.30
20:16:49	48.70	41.96	3.00	15.80
20:18:52	49.65	42.50	3.00	14.20

20:20:55	50.20	43.20	3.00	13.70
----------	-------	-------	------	-------

Dari hasil data yang telah didapatkan dapat kita lihat salah satu data tingginya arus sensor sebesar 18.30mA terjadi pada pukul 20:03 WIB dengan sensor tegangan sebesar 4Volt, sensor arus 18.30mA. Selisih perbedaan suhu panas dengan suhu dingin sebesar 6.31°C. Garafik suhu, tegangan, dan arus dapat dilihat pada gambar 4.25 di bawah ini.



Gambar 4.25 Hasil Pengujian Sumber Panas Api dan Air

Dari hasil grafik 4.25 dan tabel 4.11 di atas diketahui pengambilan data dilakukan setiap dua menit sekali. Pada menit pertama tepatnya pukul 19:11 Wib suhu panas 28.5°C suhu dinginnya 27.12°C didapatkan hasil dari sensor tegangan 1.00volt dan serta sensor arus yang dihasilkan 3.50 mA. Kemudian dilanjutkan menit kedua pukul 19:13 Wib dengan sensor tegangan *output* 1.00 volt serta sensor arus *output* sebesar 6.40 mA. Begitupun pengambilan data selanjutnya hingga pada pukul 20:20 Wib dengan sensor tegangan yang didapatkan 3.00 volt dengan sensor arus yang dibaca sebesar 13.70 mA.

4.4 Analisa Data

Hasil pengujian proyek akhir ini pada setiap menit ketiga puluh pengambilan data dilakukan pada pengujian sumber panas menggunakan media api dan pendinginannya menggunakan air dan air es. Pengujian dengan media sumber panas sinar matahari ditambah timah dan pendingin air didapatkan selisih perbedaan suhu panas dan dingin sebesar 16.69°C terlihat pada tabel 4.8. Pengujian media sumber panas sinar matahari tanpa timah dan pendingin air didapatkan selisih perbedaan suhu panas dan dingin sebesar 15.69°C terlihat pada tabel 4.9 pukul 13:00 WIB. Pengujian setiap dua menit sekali dilakukan pada media sumber panas api dan pendingin air es didapatkan selisih perbedaan suhu panas dan dingin sebesar 43.56°C terlihat pada tabel 4.8 pukul 20:49 WIB. Serta pengujian menggunakan media sumber panas api pendingin air biasa didapatkan selisih perbedaan dari suhu panas dan dingin adalah $6,13^{\circ}\text{C}$ seperti terlihat pada tabel 4.10 di atas pukul 20:03 WIB.

Semakin besarnya suhu panas di bagian sisi panas, maka bagian pendingin akan mengalami pemanasan dan menyebabkan air tersebut mendekati suhu panas pada *heatsink* sehingga tegangan dan arus mengalami penurunan. Dari pengujian yang sudah dilakukan dapat disimpulkan bahwa pengujian pada media sumber panas sinar matahari ditambahkan pasir timah dengan pendinginan media air biasa didapatkan suhu terendah sisi panas 34.75°C sisi dingin 29.75°C menghasilkan tegangan 0 volt dan arus sebesar 0.7mA pada pukul 14:30 WIB yang diambil data setiap 30 menit sekali.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Perangkat prototype pembangkit listrik alternatif dengan memanfaatkan energi panas matahari menggunakan termoelektrik generator tipe TEG-SP1848 dan dirancang dengan menggunakan sensor suhu DS18B20 dan sensor tegangan sekaligus arus Ina219 berbasis Arduino Uno, SD Card media penyimpanan data pengujian, serta LCD sebagai penampil hasil dari pembacaan sensor. Selain itu Bluetooth HC-05 digunakan sebagai media transmisi data antara *smartphone* dengan Arduino.
2. Pengaruh dari perbedaan suhu sangat berkaitan. Ketika suhu dingin dan suhu panas dirancang akan menyebabkan tegangan dan arus menghasilkan listrik.
3. Pengujian menggunakan media panas sinar matahari ditambahkan pasir timah ataupun tanpa ditambahkan pasir timah hasil yang didapatkan antara selisih beda suhu tidak jauh berbeda yang dilakukan setiap 30 menit sekali.
4. Data hasil pengujian menggunakan media panas api dengan media pendingin berupa air es memiliki tegangan yang lebih baik yaitu sebesar 9 volt dan arus sebesar 44.0mA.

5.2 Saran

1. Rangkaian yang digunakan adalah rangkaian seri pararel. Karena rangkaian ini dapat menghasilkan nilai arus lebih besar.
2. Ketika suhu air mendekati suhu panas maka air harus ditambahkan. Karena semakin suhu air rendah maka tegangan dan arus akan semakin besar.
3. Ketika terjadi *error* saat melakukan pendataan sistem kontrol jangan lupa untuk menyalin data dari SD Card ke laptop sebelum memformat kartu mikro SD.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Naskah Publikasi;, “Studi eksperimental TEG variasi Fin dan Non Fin,” [Online]. Available: <http://eprints.ums.ac.id/61165/14/NASKAH%20PUBLIKASI.pdf>. [Diakses 22 april 2020].
- [2] Sugiyanto, “Pemanfaatan panas knalpot sepeda motor metic 110 cc untuk pembangkitan listrik mandiri dengan generator thermoelektrik.,” *Jurnal rekayasa mesin*, vol. 3, no. 105-111, p. 9 , 2014.
- [3] A. S. M. I. P. Jojo Sumarjo, “Pemanfaatan sumber panas pada kompor menggunakan 10 Termoelektrik Generator dirangkai secara seri untuk aplikasi lampu penerangan,” *Jurnal Mesin Teknologi (SINTEK Jurnal)* , vol. 11, no. 2, pp. 124-127, 2017.
- [4] R. A. K. M. A. A. R. d. B. T. Nandy Putra, “Potensi pembangkit daya termoelektrik untuk kendaraan hibrid,” *Teknologi*, vol. 2, no. 53-58, p. 13 , 2009.
- [5] Klara, Dkk,, “Pemanfaatan panas gas buang mesin diesel sebagai energi listrik,” *Riset dan Teknologi Kelautan*, vol. 14, pp. 113-128, 2016.
- [6] S. Karpe, “Thermoelectric power generation using waste heat of automobile. International Journal of Current Engineering and Technology,” *Thermoelectric power generation using waste heat of automobile. International Journal of Current Engineering and Technology*, vol. 4(4), p. 144–148, 2016.
- [7] Autobotic, “Thermoelectric-Power-Generator-TEG-Peltier-SP1848-27145,” [Online]. Available: <https://www.autobotic.com.my/Thermoelectric-Power-Generator-TEG-Peltier-SP1848-27145>. [Diakses 6 Juli 2020].
- [8] Poetro, EJ, Catur Rakhmad Handoko, “Analisis Kinerja Sistem Pendingin Arus Searah yang Menggunakan *Heatsink*,” *Teknik Mesin*, pp. 178-188, 2013.
- [9] M. Banzi, “Getting Started with Arduino,” dalam *Dale Dougherty*, 2008.

- [10] M. Banzi, “Getting Started with Arduino,” dalam *Dale Dougherty*, 2008.
- [11] M. Banzi, “Getting Started with Arduino,” dalam *Dale Dougherty*, 2008.
- [12] M. Capability et al., “DS18S20 1-Wire Digital Thermometer,” *Rancang Bangun Termometer Digital Berbasis Sensor DS18B20*, 2010.
- [13] Zerø-Drift, “Bi-Directional CURRENT/POWER MONITOR,” agustus 2008. [Online]. Available: https://www.ti.com/lit/ds/symlink/ina219.pdf?ts=1593150940776&ref_url=https%253A%252F%252Fwww.google.com%252F. [Diakses 25 Juni 2020].
- [14] Prakoso, Mochamad Galih Aldi. “ Rancan Bangun Kontrol PID Pada Speed Observer Generator DC Berbasis Arduino Uno R3,” *Jurnal Universitas Negeri Jember*, vol. 10, 2016.
- [15] “HC-05 Serial Bluetooth Products User Instructional Manual,” [Online]. Available: www.electronicaestudio.com/docs/istd016A.pdf. [Diakses 25 juni 2020].
- [16] Sutono, “Sistem Monitoring Ketinggian Air,Majalah Ilmiah UNIKOM,” *UNIKOM*, vol. 13 (1), pp. 45-54, 2015.
- [17] Faudin, Agus., “Tutorial Arduino Mengakses Modul RTC DS1302,” 21 Oktober 2017. [Online]. Available: <https://www.nyebarilmu.com/tutorial-arduino-mengakses-modul-rtc-ds1302/>. [Diakses 10 Agustus 2020].
- [18] N. ilmu, “Cara mengakses module micro sd menggunakan arduino,” 21 April 2018. [Online]. Available: <https://www.nyebarilmu.com/cara-mengakses-module-micro-sd-menggunakan-arduino/>. [Diakses 12 Agustus 2020].
- [19] Dewi. Yulianti, “Analisis Kelistrikan Sel Volta Memanfaatkan Logam Bekas,” *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika*, vol. 5 (1), pp. 49-57, 2016.
- [20] R. R. A. Siregar, N. Wardana, &. dan L. , “SISTEM MONITORING KINERJA PANEL LISTRIK TENAGA SURYA MENGGUNAKAN ARDUINO UNO,” vol. 14, p. 81, 2017.

- [21] Arikunto, 2006. [Online]. Available: <https://docplayer.info/61782704-Bab-iii-metode-penelitian-penelitian-ini-adalah-penelitian-kuantitatif-arikunto-2006-12-penelitian.html>. [Diakses 6 Juli 2020].
- [22] N. Putra, R. A. Koestoer, M. Adhitya, A. Roekettino dan d. B. Trianto, “Potensi pembangkit daya termoelektrik untuk kendaraan hibrid,” *Jurnal Teknologi*, vol. 13, no. 2, pp. 53-58, 2009.
- [23] Poetro, EJ, Catur Rakhmad Handoko, “Analisis Kinerja Sistem Pendingin Arus Searah yang Menggunakan *Heatsink*,” *Teknik Mesin*, pp. 178-188, 2013.
- [24] Poetro; EJ; Catur Rakhmad Handoko, “Analisis Kinerja Sistem Pendingin Arus Searah yang Menggunakan *Heatsink*,” *Teknik Mesin*, pp. 178-188, 2013.

LAMPIRAN

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Data Pribadi

Nama lengkap : Muhammad Naufal Alhamud

Tempat & tanggal lahir : Jakarta, 7 Januari 1999

Alamat rumah : Jl. Batin tikal, gang senang hati 2

Telp: 0895-6028-5655-2

Hp. 0895-6028-5655-2



Email : nordic7199@gmail.com

Jenis kelamin : Laki-laki

Agama : Islam

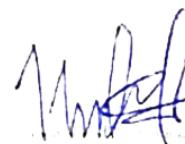
2. Riwayat Pendidikan

SDN 3 Sungailiat	Tahun Lulus	2011
------------------	-------------	------

SMP Muhammadiyah Sungailiat	Tahun Lulus	2014
-----------------------------	-------------	------

SMKN 1 Sungailiat	Tahun Lulus	2017
-------------------	-------------	------

Sungailiat, 19 Agustus 2020



Muhammad Naufal Alhamud

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Data Pribadi

Nama lengkap : Sunita Handayani

Tempat & tanggal lahir : Sungailiat, 22 Oktober 1997

Alamat rumah : Jl. Nelayan 1 gang Lumba-lumba

Nomor 60 Rt 02 Rw 05

Telp: 0823-7280-6515

Hp. 0823-7280-6515

Email : sunitahandayani2@gmail.com

Jenis kelamin : Perempuan

Agama : Islam



2. Riwayat Pendidikan

SDN 9 Nelayan	Tahun Lulus	2011
---------------	-------------	------

SMPN 1 Sungailiat	Tahun Lulus	2014
-------------------	-------------	------

SMKN 1 Sungailiat	Tahun Lulus	2017
-------------------	-------------	------

Sungailiat, 19 Agustus 2020

Sunita Handayani

PROGRAM PENGUJIAN LCD

```
#include<LiquidCrystal_I2C.h>
#include<Wire.h>
LiquidCrystal_I2C lcd1(0x27, 16, 2);
void setup() {
    lcd1.begin(16, 2);
    lcd1.print("Tes LCD..");
    lcd1.setCursor(0, 0);
}
void loop(){
    lcd1.setCursor(0, 0);
}
```

PROGRAM PENGUJIAN BLUETOOTH

```
#include <SoftwareSerial.h> //library bluetooth hc05
SoftwareSerial module_bluetooth(0, 1); // pin RX | TX
void setup()
{
    Serial.begin(9600);
    Serial.println("Input
command AT:");
    module_bluetooth.begin(38400);      //Baudrateb      module
    bluetooth
}
void loop() {
    //Membaca terhubungnya koneksi HC05
    if (module_bluetooth.available())
        Serial.write(module_bluetooth.read());
    //Membaca data dari Arduino Serial monitor yang
    akan dikirim ke HC05
    if (Serial.available()>1) //data yg dikirimkan
        module_bluetooth.write(Serial.read());
}
```

PROGRAM PENGUJIAN SUHU

```
#include<LiquidCrystal_I2C.h> //library lcd i2c
#include<Wire.h> //library kabel bus i2c
#include<OneWire.h> //onewire bus support
#include<DallasTemperature.h> //library sensor d18b20
```

```

#define One_Wire_Bus 8
LiquidCrystal_I2C lcd1 (0x27, 16, 2);
LiquidCrystal_I2C lcd2 (0x26, 16, 2); //alamat
module dan tipr lcd
OneWire OneWire (One_Wire_Bus);
DallasTemperature sensors (&OneWire); //sensor
int Celcius = 0;
int derajat = B11011111;
void setup()
{
    lcd1.begin(16, 2);
    lcd2.begin(16, 2);
    lcd1.backlight();
    lcd2.backlight();
    delay(1000);
    lcd1.clear();
    lcd2.clear();
}
void loop()
{
    float temp = sensors.getTempCByIndex(0);
    lcd1.init();
    lcd1.backlight();
    lcd1.setCursor(0, 0);
    lcd1.print("HotTemp: ");
    lcd1.print(temp);
    lcd1.print('C');

    //sensor suhu 2
    temp = sensors.getTempCByIndex (1);
    lcd1.setCursor(0, 1);
    lcd1.print("ColdTemp: ");
    lcd1.print(temp);
    lcd1.print('C');
    lcd1.print((String)"ColdTemp=" + (String)temp +
char(derajat) + (String)"C");
}

```

PROGRAM PENGUJIAN ARUS

```
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_INA219.h>
Adafruit_INA219 ina219;
void setup(void)
{
    Serial.begin(9600);
    while (!Serial) {
        delay(1);
    }
    uint32_t currentFrequency;
    Serial.println("Hello!");
    if (! ina219.begin()) {
        Serial.println("Failed to find INA219 chip");
        while (1) { delay(10); }
    }
    Serial.println("Measuring voltage and current with
INA219 ...");
}
void loop(void)
{
    float current_mA = 0;
    current_mA = ina219.getCurrent_mA();
    Serial.print("Current ");
    Serial.print(current_mA); Serial.println(" mA");
    Serial.println("");
    delay(2000);
}
```

PROGRAM PENGUJIAN TEGANGAN

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

```

int Volt1;
int Volt;

void setup()
{
    Serial.begin(9600);
    Serial.println("Tegangan: ");
}

void loop()
{
    Volt1=analogRead(0);
    Volt=((Volt1*0.00489)*5);
    Serial.print("tegangan :");
    Serial.print(Volt);
    Serial.println("V");
    delay(1000);
}

```

PROGRAM PENGUJIAN SD CARD

```

#include <SD.h>
#include <SPI.h>
Sd2Card card;
SdVolume volume;
SdFile root;
const int chipSelect = 4;

void setup()
{
    //set up untuk komunikasi serial melalui serial
    monitor
    Serial.begin(9600);
}

```

```

while (!Serial) {};

Serial.print("\nInitializing SD card...");

Serial.println(); //untuk memastikan sd card terbaca
if (!card.init(SPI_HALF_SPEED, chipSelect)) {
    Serial.println("inisialisasi gagal. Hal untuk
memeriksa:");

    Serial.println("* Apakah kartu sudah dimasukkan?");
    Serial.println("* Apakah pengkabelan sudah benar?");
    Serial.println("* Anda mengubah pin chipselect yang
menyesuaikan dengan module?");

    while (1);
} else {
    Serial.println("Cek Wiringmu dan pastikan Micro
SD sudah dimasukkan");
}

// Mencetak jenis kartu
Serial.print("\nTipe Micro SD : ");
switch(card.type()) {
    case SD_CARD_TYPE_SD1:
        Serial.println("SD1");
        break;
    case SD_CARD_TYPE_SD2:
        Serial.println("SD2");
        break;
    case SD_CARD_TYPE_SDHC:
        Serial.println("SDHC");
        break;
    default:
        Serial.println("tidak diketahui"); }

```

```

if (!volume.init(card)) {
    Serial.println("tidak bisa menemukan FAT16 / partisi
FAT32. \ Pastikan telah diformat kartu");
    while (1);
}

// Mencetak jenis dan ukuran volume FAT-jenis pertama
uint32_t volumesize;
Serial.print("\nVolume type is FAT");
Serial.println(volume.fatType(), DEC);
volumesize = volume.blocksPerCluster();
volumesize *= volume.clusterCount();
volumesize /= 2;
Serial.print("Volume size (bytes): ");
Serial.println(volumesize);
Serial.print("Volume size (Kbytes): ");
volumesize /= 1024;
Serial.println(volumesize);
Serial.print("Volume size (Mbytes): ");
volumesize /= 1024;
Serial.println(volumesize);
Serial.println("\nFile yang ditemukan pada kartu (nama,
tanggal dan ukuran dalam bytes): ");
root.openRoot(volume);
root.ls(LS_R | LS_DATE | LS_SIZE);
}
void loop(void) {
}

```

PROGRAM PENGUJIAN RTC

```
#include <DS3231.h> //mengincludekan library DS3231
```

```

DS3231 rtc(SDA, SCL); // inisialisasi penggunaan i2c
void setup()
{
    Serial.begin(9600); //set komunikasi baut serial
monitor pada 115200
    rtc.begin();
    //setting pertama download program
    //  rtc.setDate(16, 8, 2020); //mensetting tanggal
07 april 2018
    //  rtc.setTime(10, 32, 00); //menset jam
22:00:00
    //  rtc.setDOW(7); //menset hari "Minggu"
    //setelah didownload awal selesai, download kedua
dengan memberi tanda komen//"
}
void loop()
{
    Serial.println("Waktu Pengukuran");
    Serial.print(rtc.getDOWStr()); //prosedur
pembacaan hari
    Serial.print(" ");
    Serial.print(rtc.getDateStr()); //prosedur
pembacaan tanggal
    Serial.print(" -- ");
    Serial.println(rtc.getTimeStr()); //prosedur
pembacaan waktu
    delay (1000); //waktu tunda 1 detik per cycle
}

```

PROGRAM PROYEK AKHIR

```

#include<LiquidCrystal_I2C.h>//library lcd i2c
#include<Wire.h> //library kabel bus i2c

```

```

#include<OneWire.h> //onewire bus support
#include<DallasTemperature.h> //library sensor d18b20
#include<SoftwareSerial.h> //library bluetooth hc05
#include<SPI.h>
#include "RTCLib.h"
#include <Adafruit_INA219.h> // You will need to
download this library
Adafruit_INA219 sensor219; // Declare and instance of
INA219
#include<SD.h> //library sd card
#define One_Wire_Bus 8
//#define inputDatasD
//buat definisinya dari library
LiquidCrystal_I2C lcd1 (0x27, 16, 2);
LiquidCrystal_I2C lcd2 (0x26, 16, 2); //alamat module
dan tipr lcd
OneWire OneWire (One_Wire_Bus);
DallasTemperature sensors (&OneWire); //sensor
SoftwareSerial module_bluetooth(2, 3); //pin rx di pin
0 dan pin tx di pin 1
RTC_DS3231 rtc;
char daysOfTheWeek[7][12] = {"Minggu", "Senin",
"Selasa", "Rabu", "Kamis", "Jumat", "Sabtu"};
char data = 0;
const int cs = 10; //pin 10 di arduino
int Volt1;
int Volt;
File file;
void setup() {
  Serial.begin(9600);

#ifndef ESP8266
  while (!Serial); // wait for serial port to connect.
  Needed for native USB
#endif
  if (! rtc.begin()) {
    Serial.println("Couldn't find RTC");
    Serial.flush();
    abort();
  }
  if (rtc.lostPower()) {
    Serial.println("RTC lost power, let's set the
time!");
    // When time needs to be set on a new device, or
    after a power loss, the
    // following line sets the RTC to the date & time
    this sketch was compiled

```

```

    rtc.adjust(DateTime(F(__DATE__), F(__TIME__)));
    // This line sets the RTC with an explicit date &
time, for example to set
    // January 21, 2014 at 3am you would call:
    // rtc.adjust(DateTime(2020, 8, 17, 23, 56, 0));
}
Serial.begin(9600);
Serial.println("START....");
Serial.println("Proyek Tugas Akhir");
delay (1000);
Serial.begin(9600);
sensor219.begin();
while (!Serial)
{
    delay(200);
}
lcd1.begin(16, 2);
lcd2.begin(16, 2);
lcd1.backlight();
lcd2.backlight();
lcd1.print("START PROGRAM...");
lcd2.print("START PROGRAM...");
lcd1.setCursor(0, 0);
lcd2.setCursor(0, 0);
delay(1000);
lcd1.clear();
lcd2.clear();
// setup sd card
SPI.begin();
if (!SD.begin(10))
{
    Serial.println("SD card tidak terbaca !");
}
else {
    Serial.println("SD card terbaca !");
}
}
void loop()
{
    //panggil perintah aktifnya suhu
    //dengan panggil isi divice
    sensors.begin();
    Serial.println("Menunggu Pembacaan
Temperature.....");
    sensors.requestTemperatures(); //sensor dikirim &
diterima
    // Menyimpan di sd card
}

```

```

file = SD.open("test.txt", FILE_WRITE); //Membuka
File
if (file)
{
    DateTime now = rtc.now();
    Serial.print(now.year(), DEC);
    file.print(now.year(), DEC);
    Serial.print('/');
    file.print('/');
    Serial.print(now.month(), DEC);
    file.print(now.month(), DEC);
    Serial.print('/');
    file.print('/');
    Serial.print(now.day(), DEC);
    file.print(now.day(), DEC);
    Serial.print(" (" );
    file.print(" (" );
    Serial.print(daysOfTheWeek[now.dayOfTheWeek()]);
    file.print(daysOfTheWeek[now.dayOfTheWeek()]);
    Serial.print(" ) ");
    file.print(" ) ");
    Serial.print(now.hour(), DEC);
    file.print(now.hour(), DEC);
    Serial.print(':');
    file.print(':');
    Serial.print(now.minute(), DEC);
    file.print(now.minute(), DEC);
    Serial.print(':');
    file.print(':');
    Serial.print(now.second(), DEC);
    file.print(now.second(), DEC);
    Serial.println();
    file.println();
    //input dan baca sensor 1
    float temp = sensors.getTempCByIndex(0);
    //sensor suhu 1
    lcd1.init();
    lcd1.backlight();
    lcd1.setCursor(0, 0);
    Serial.print("Suhu Panas: ");
    lcd1.print("HotTemp: ");
    file.print("Suhu Panas: ");
    Serial.print(temp);
    lcd1.print(temp);
    file.print(temp);
    Serial.print('C');
    lcd1.print('C');
}

```

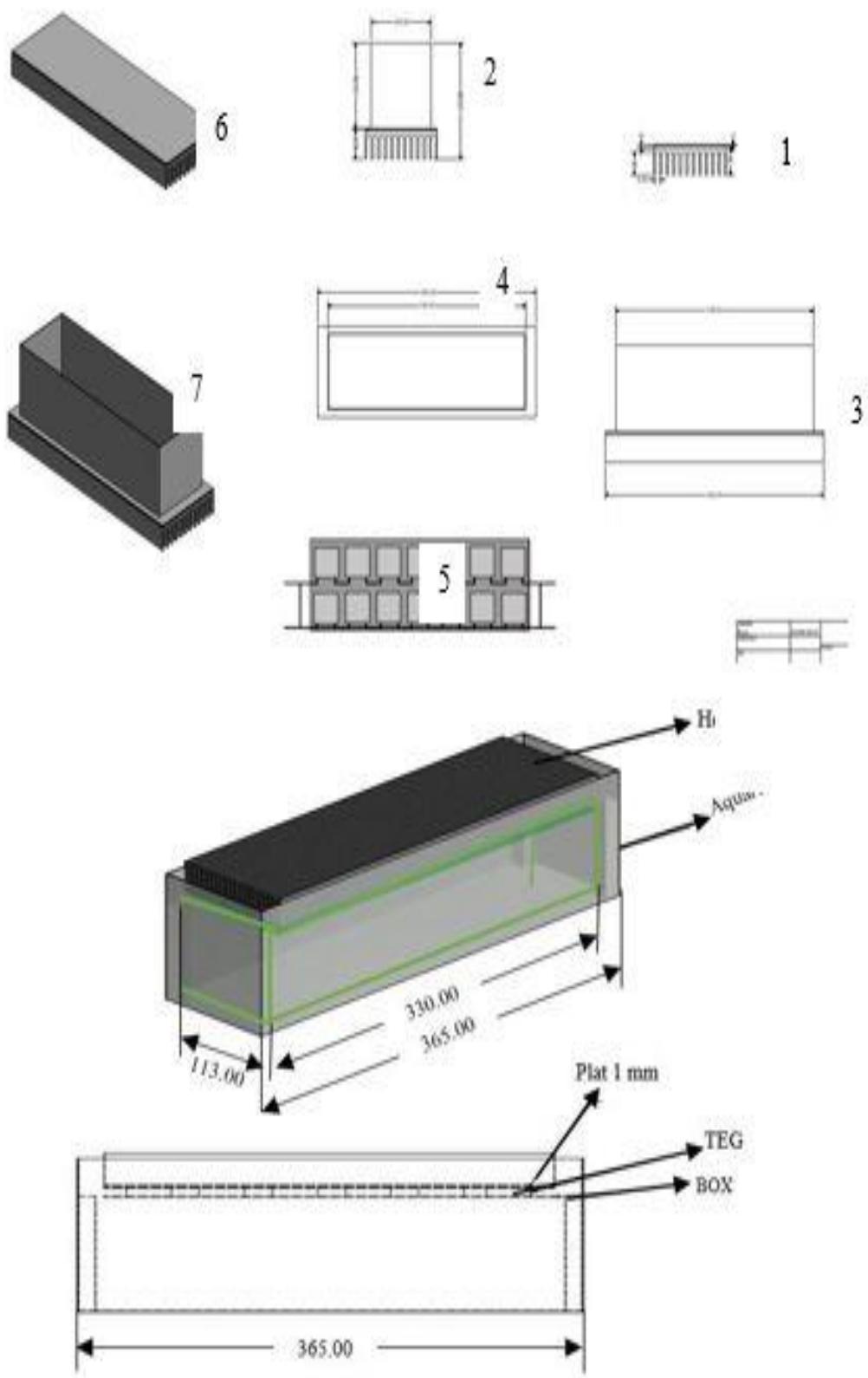
```

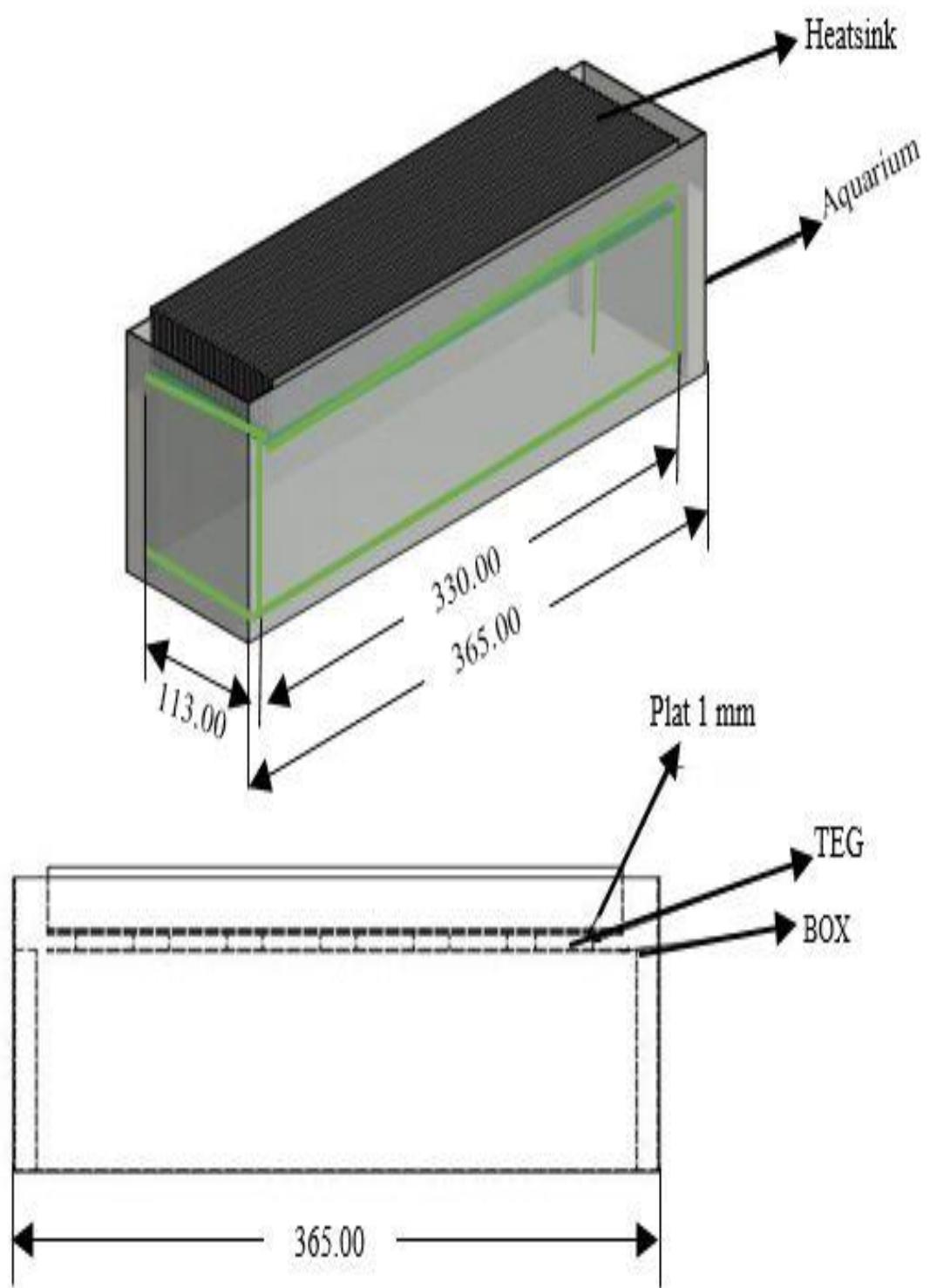
file.print('C');
Serial.println();
file.println();
//sensor suhu 2
temp = sensors.getTempCByIndex (1);
lcd1.setCursor(0, 1);
Serial.print("Suhu Dingin: ");
lcd1.print("ColdTemp: ");
file.print("Suhu Dingin: ");
Serial.print(temp);
lcd1.print(temp);
file.print(temp);
Serial.print('C');
lcd1.print('C');
file.print('C');
lcd1.print((String)"ColdTemp=" + (String)temp +
char(derajat) + (String)"C");
Serial.println();
file.println();
// sensor tegangan
Volt1 = analogRead(0);
Volt = ((Volt1 * 0.00489) * 5);
Serial.print("Tegangan = ");
file.print("Tegangan = ");
Serial.print(Volt);
file.print(Volt);
Serial.println('V');
file.println('V');
//sensor Arus
float current = 0; // Measure in milli amps
current = sensor219.getCurrent_mA();
lcd2.init();
lcd2.backlight();
lcd2.setCursor(0, 1);
Serial.print("Arus:");
lcd2.print("Arus:");
file.print("Arus:");
Serial.print(current);
lcd2.print(current);
file.print(current);
Serial.print("mA");
lcd2.print("mA");
file.print("mA");
lcd2.setCursor(0, 0);
lcd2.print("Tegangan:");
lcd2.print(Volt);
lcd2.print("V");

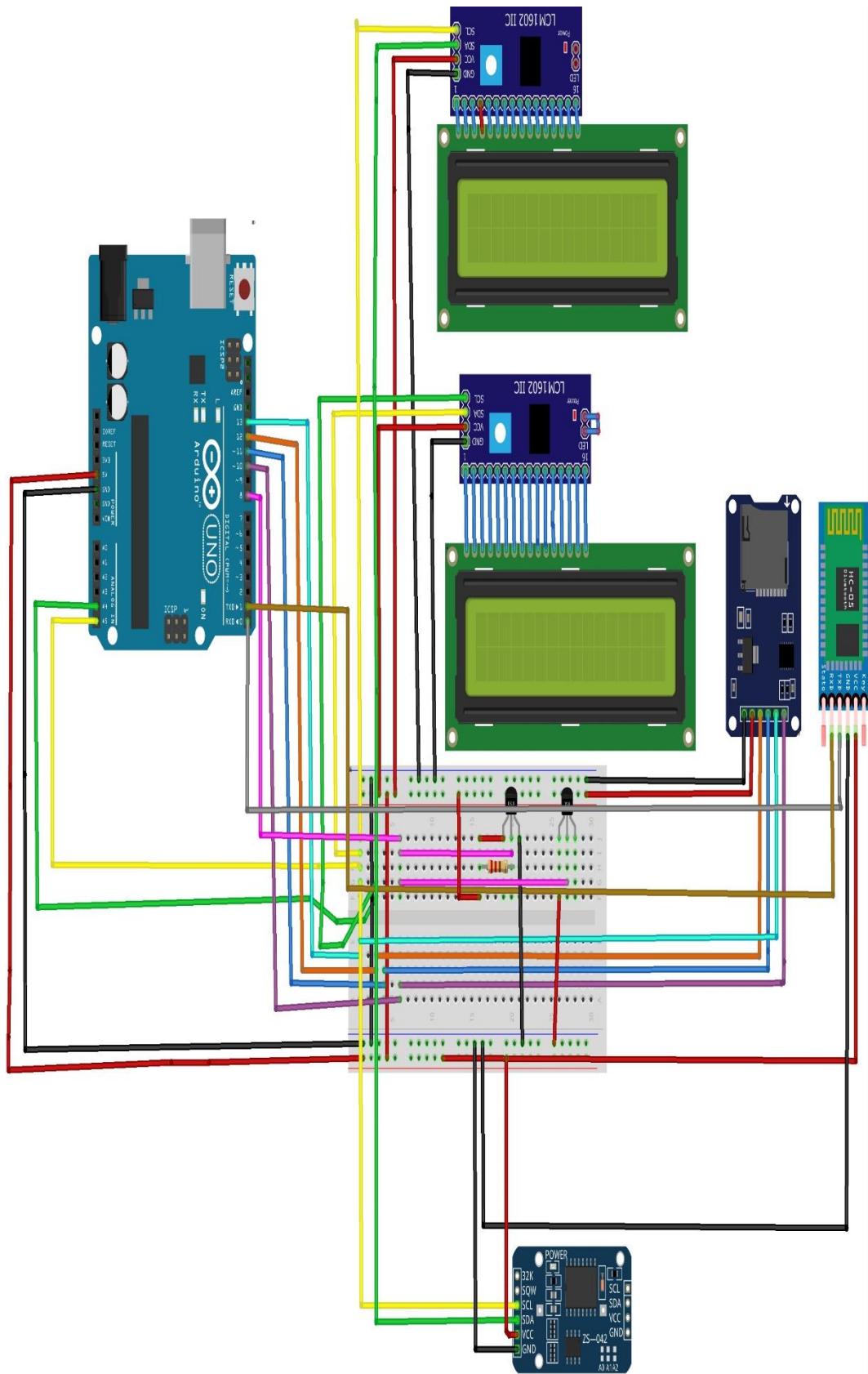
```

```
    Serial.println((String)"Arus=" + (String)current +
(String)"mA");
    Serial.println("");
    file.println("");
    file.close();
    delay(60000);
}
else
{
    Serial.println("gagal membuka file.txt"); // jika
gagal print error
}
//aktifkan HC05 bluetooth untuyk sending data suhu
if (Serial.available() > 1) //data yg dikirimkan
{
    data = Serial.read(); //data dibaca
    Serial.print(data);
    Serial.print("\n");
    if (data == '1');

    Serial.print("\n");
}
```







fritzing