

UJI ALAT PROTOTYPE MODUL *SOLAR WATER HEATER* (SWH)
UNTUK PRAKTIKUM ENERGI ALTERNATIF BERBASIS *IoT*



LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
pendidikan diploma tiga (D-3) Program Studi Teknik Konversi Energi
Jurusan Teknik Mesin
Politeknik Negeri Ujung Pandang

Audrey Theresya .M	342 20 009
Muhafids Ahkamullah	342 20 014
Fernando S. Panoto	342 20 021

PROGRAM STUDI D-3 TEKNIK KONVERSI ENERGI

JURUSAN TEKNIK MESIN

POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG

MAKASSAR

2023

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir dengan judul "Uji Alat Prototype Modul *Solar Water Heater* (SWH) Untuk Praktikum Energi Alternatif Berbasis *IoT*" oleh Audrey Theresya Malaimau NIM 342 20 009, Muhafids Abkamullah NIM 342 20 014, dan Fernando S. Panoto 342 20 021 dinyatakan telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelas Ahli Madya pada Program Studi Teknik Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, September 2023

Menyetujui,

Pembimbing I



Sri Suwasti, S.ST., M.T.

NIP. 19741123 200112 2 001

Pembimbing II



Sukma Abadi, ST., M.T.

NIP. 19751024 200312 1 001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. As Syahrudin Rasyid, M.T.





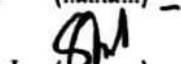

NIP. 19680105 199403 1 001

HALAMAN PENERIMAAN

Pada hari ini, tanggal 22 September 2023, tim penguji tugas akhir telah menerima dengan baik naskah tugas akhir oleh mahasiswa Audrey Theresya Malaimau NIM 342 20 009, Muhafids Ahkamullah NIM 342 20 014, dan Fernando S. Panoto NIM 342 20 021 dengan judul **"Uji Alat Prototype Modul Solar Water Heater (SWH) Untuk Praktikum Energi Alternatif Berbasis IoT"**.

Makassar, 22 September 2023

Tim Penguji Seminar Tugas Akhir :

- | | | |
|---|---------------|---|
| 1. Musrady Mulyadi, S.ST., M.T. | Ketua |  |
| 2. Yiyin Klistafani, S.T., M.T. | Sekretaris |  |
| 3. Ir. Chandra Buana, M.T. | Anggota I |  |
| 4. Prof. A.M. Shiddiq Yunus, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D. | Anggota II |  |
| 5. Sri Suwasti, S.ST., M.T. | Pembimbing I |  |
| 6. Sukma Abadi, S.T., M.T. | Pembimbing II |  |

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat Rahmat dan Karunia-Nyalah semata sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir penulis yang berjudul **“Uji Alat Prototype Modul Solar Water Heater (SWH) Untuk Praktikum Energi Alternatif Berbasis IoT”**.

.Laporan Tugas akhir ini disusun sebagai persyaratan kelulusan pada Program Studi Teknik Konversi Energi Diploma-3 Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Dalam penyusunan tugas akhir ini, penulis banyak mendapat saran, dorongan, dukungan serta keterangan-keterangan dari berbagai pihak yang merupakan pengalaman yang tidak dapat diukur secara materi. Oleh karena itu, dengan segala hormat dan kerendahan hati perkenankanlah penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ayahanda dan Ibunda yang tercinta dan keluarga yang telah memberikan dukungan baik material maupun moral.
2. Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang, Ir.Ilyas Mansur, M.Si., Ph.D.
3. Bapak Ir. Syahrudin Rasyid, M.T. selaku ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.
4. Ibu Sri Suwasti, S.ST., M.T. selaku ketua Program Studi D-3 Teknik Konversi Energi Politeknik Negeri Ujung Pandang.
5. Ibu Sri Suwasti, S.ST., M.T. selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak Sukma Abadi, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak membantu dan mengarahkan dalam mengerjakan laporan tugas akhir ini.

6. Pak Musrady Mulyadi, S.ST., M.T, selaku Dosen Wali Kelas 3A D-3 Teknik Konversi Energi.
7. Para dosen dan seluruh staf Politeknik Negeri Ujung Pandang yang tidak disebutkan namanya satu persatu atas torehan ilmunya kepada penulis.
8. Seluruh teman-teman Teknik Mesin angkatan 2020 khususnya kelas 3A Teknik Konversi Energi atas kebersamaan dan kerjasama selama ini.
9. Seluruh teman-teman dan sahabat yang telah memberikan motivasi.
10. Semua pihak yang terlibat, tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah banyak membantu sehingga laporan tugas akhir ini dapat diselesaikan.

Dalam penyusunan laporan tugas akhir ini, penulis menyadari bahwa dalam Laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh sebab itu penulis mohon maaf dan sangat mengharapkan kritik serta masukan yang bersifat membangun bagi penulis.

Akhir kata semoga dapat bermanfaat bagi penulis, institusi pendidikan dan masyarakat luas. Amin.

Makassar, September 2023

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	i
HALAMAN PENERIMAAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR SIMBOL.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
SURAT PERNYATAAN.....	xiii
RINGKASAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Ruang Lingkup Kegiatan.....	3
1.4 Tujuan dan Manfaat Kegiatan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Potensi Energi Surya di Indonesia.....	5
2.2 Intensitas Radiasi Matahari.....	6
2.3 Efisiensi Aktual Kolektor.....	9
2.4 Proses Perpindahan panas.....	10
2.4.1 Perpindahan Panas Secara Konduksi.....	10
2.4.2 Perpindahan Panas Secara Konveksi.....	11
2.4.3 Perpindahan Panas Secara Radiasi.....	12
2.5 Dasar Perancangan Program <i>IoT</i>	13
2.5.1 <i>Internet of Things (IoT)</i>	13

2.5.2	Spesifikasi Perangkat Keras (Hardware) Sistem <i>Internet of Things (IoT)</i>	14
2.5.3	Spesifikasi Perangkat Lunak (Software) <i>Solar Water Heater</i>	15
2.6	Parameter Perhitungan Variabel Kolektor <i>Solar Water Heater</i>	16
2.6.1	Energi Input	16
2.6.2	Energi Output Kolektor	17
2.6.3	Efisiensi Kolektor (η_{Kolektor})	17
2.6.4	Kesetimbangan Energi	18
2.7	Parameter Perhitungan Tangki	18
2.7.1	Energi yang Tersimpan dalam Tangki	18
2.7.2	Efisiensi Sistem	19
BAB III METODE KEGIATAN		20
3.1	Tempat dan Waktu Kegiatan	20
3.1.1	Tempat Kegiatan	20
3.1.2	Waktu Kegiatan	20
3.2	Alat dan Bahan	20
3.2.1	Alat	20
3.2.2	Bahan	21
3.2.3	Piranti Lunak	21
3.3	Teknik Pengumpulan Data	22
3.3.1	Prosedur Pemrograman	23
3.3.2	Prosedur Pengujian	26
BAB IV HASIL DAN DESKRIPSI KEGIATAN		29
4.1	Pengujian Pemrograman Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	30
4.1.1	Pengujian Arduino Uno	31
4.1.2	Pengujian Sensor suhu DS18B20	31
4.2	Pengujian Pemrograman Perangkat Lunak (<i>Software</i>)	32
4.2.1	Pengujian NodeMCU ESP8266	32

4.2.2	Pengujian Platfrom Thinger.Io.....	33
4.3	Pengujian <i>Solar Water Heater</i>	35
4.4	Deskripsi Kegiatan	37
a.	Energi Input Kolektor (Q_{in}).....	37
b.	Energi Output Sistem Kolektor (Q_{out-k}).....	37
c.	Efisiensi Kolektor ($\eta_{Kolektor}$).....	38
d.	Kesetimbangan Energi	39
e.	Energi yang Tersimpan dalam Tangki (Q_t).....	39
f.	Efisiensi Sistem (η_{sis}).....	40
4.5	Grafik dan Pembahasan	42
4.5.1	Temperatur Input, Output Kolektor, dan Temperatur Rata-rata Tangki ...	42
4.5.2	Efisiensi Sistem.....	45
4.5.3	Energi Input Kolektor	46
4.5.4	Energi Output Kolektor.....	47
BAB V PENUTUP		48
5.1	Kesimpulan	48
5.2	Saran	48
DAFTAR PUSTAKA		50
LAMPIRAN.....		53
Lampiran 1 “Script Program”		54
a.	“Script Program Arduino”	54
b.	“Script Program nodeMCU ESP8266”	56
Lampiran 2 "Dokumentasi Kegiatan"		59

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Daftar alat	20
Tabel 3.2 Daftar bahan.....	21
Tabel 3.3 <i>Data sheet Solar Water Heater</i>	23
Tabel 4.1 Hasil Pengujian sensor suhu DS18B20 pada titik T ₁	35
Tabel 4.2 Hasil Pengujian <i>Solar Water Heater</i> yang terintegrasi dengan sistem <i>Thinger.io</i>	36
Tabel 4.3 Tabel Hasil Analisa Pengujian Solar Water Heater	41



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Radiasi sorotan pada permukaan bidang miring dari pengukuran G_b ..	8
Gambar 2.2 Proses Perpindahan Panas secara Konduksi, Konveksi, dan Radiasi	13
Gambar 2.3 Arduino Uno.....	14
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	22
Gambar 3.2 Skema rangkaian perangkat keras sistem berbasis <i>Thingier.Io</i>	24
Gambar 3. 3 Skema Line Diagram Sistem <i>IoT</i> berbasis <i>Thingier.Io</i>	24
Gambar 3.4 Titik Pengambilan Data <i>Solar Water Heater</i>	26
Gambar 4.1 (a) Hasil Perakitan Komponen Kontroler, (b) Tampilan <i>Channel</i> pada Platform <i>Thingier.Io</i>	30
Gambar 4.2 Pengujian perangkat keras (<i>hardware</i>)	30
Gambar 4.3 Tampilan Bahasa Pemrograman pada <i>Software</i> Arduino IDE.....	31
Gambar 4.4 Tampilan Pembacaan Sensor pada LCD.....	32
Gambar 4. 5 Pengujian pemograman NodeMCU ESP8266	33
Gambar 4.6 Tampilan Hasil Pembacaan pada beberapa titik sensor di platform <i>Thing.Io</i>	34
Gambar 4.7 Hubungan Antara Waktu Terhadap Temperatur Input Kolektor	42
Gambar 4.8 Hubungan Antara Waktu Terhadap Efisiensi Sistem	45
Gambar 4. 9 Hubungan antara Energi Input (E_{in}) terhadap waktu	46
Gambar 4. 10 Hubungan antara Energi Output Kolektor terhadap waktu.....	47

DAFTAR SIMBOL

SIMBOL	KETERANGAN	SATUAN
G_b	nilai intensitas radiasi surya	W/m^2
G_{bt}	nilai intensitas radiasi surya posisi miring	W/m^2
θ_T	Sudut masuk	$^\circ$
η	efisiensi kolektor	(%)
Q_u	Panas yang berguna	Watt
C_p	Panas jenis fluida	$J/kg^\circ C$
T_{f0}	Temperatur fluida masuk kolektor	$^\circ C$
T_{ft}	Temperatur fluida keluar kolektor	$^\circ C$
G_{bT}	Radiasi matahari yang jatuh pada bidang	W/m^2
q	Laju perpindahan panas	W
k	Konduktivitas termal	$W/m.K$
A	Luas penampang pada aliran panas	m^2
$\frac{dT}{dx}$	Gradien temperatur dalam arah aliran panas	$-K/m$
q	Laju Perpindahan panas secara konveksi	W
H	Koefisien perpindahan panas secara konveksi	$\frac{w}{m^2 \cdot K} T_\infty$
T_s	Temperatur permukaan	$^\circ C$
T_∞	Temperatur fluida	$^\circ C$
E_{in}	Enegi input (yang diterima) oleh konsentrator	Joule

G	Intensitas radiasi matahari yang mengenai permukaan konsentrator	W/m^2
A_{in}	Luas permukaan konsentrator	m^2
T	Waktu pemanasan rata-rata pada jam	detik
E_{out-k}	Energi yang diserap oleh pipa absorber	Joule
A_{abs}	Luas pipa absorber yang mengenai sinar pantul konsentrator	m^2
m_{air}	Massa air yang berada pada pipa absorber	kg
$C_{p,air}$	Kapasitas panas jenis air	$J/kg\ ^\circ C$
T_i	Temperatur masukan pipa absorber	$^\circ C$
T_0	Temperatur keluaran pipa absorber	$^\circ C$
$\eta_{Kolektor}$	Efisiensi Kolektor	%
E_c	Energi losses (rugi-rugi energi) pada sistem	Joule
E_t	Energi yang tersimpan dalam tangki	Joule
T_s	Temperatur fluida (air) pada akhir pengukuran	$^\circ C$
T_m	Temperatur fluida (air) pada awal pengukuran	$^\circ C$
E_{loss}	Energi yang hilang selama penyimpanan	Joule
T_p	Temperatur fluida (air) awal pengukuran	$^\circ C$
η_t	Efisiensi tangki penyimpanan	%
η_{sis}	Efisiensi sistem	%

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 "Script Program"	54
Lampiran 2 "Dokumentasi Kegiatan"	59



SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Audrey Theresya Malaimau

NIM : 342 20 009

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam laporan tugas akhir ini, yang berjudul “Uji Alat Prototype Modul *Solar Water Heater* (SWH) Untuk Praktikum Energi Alternatif Berbasis *IoT*” merupakan gagasan, hasil karya sendiri dengan arahan pembimbing, dan belum pernah diajukan dalam bentuk apa pun pada perguruan tinggi dan instansi mana pun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan oleh penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam daftar pustaka laporan tugas akhir ini.

Jika pernyataan saya tersebut di atas tidak benar, saya siap menanggung risiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, September 2023



Audrey Theresya Malaimau

NIM: 342 20 009

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhafidz Ahkamullah

NIM : 342 20 014

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam laporan tugas akhir ini, yang berjudul "Uji Alat Prototype Modul *Solar Water Heater* (SWH) Untuk Praktikum Energi Alternatif Berbasis IoT" merupakan gagasan, hasil karya sendiri dengan arahan pembimbing, dan belum pernah diajukan dalam bentuk apa pun pada perguruan tinggi dan instansi mana pun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan oleh penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam daftar pustaka laporan tugas akhir ini.

Jika pernyataan saya tersebut di atas tidak benar, saya siap menanggung risiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, September 2023



Muhafidz Ahkamullah

NIM: 342 20 014

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Fernando Saputra Panoto

NIM : 342 20 021

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam laporan tugas akhir ini, yang berjudul "Uji Alat Prototype Modul *Solar Water Heater* (SWH) Untuk Praktikum Energi Alternatif Berbasis IoT" merupakan gagasan, hasil karya sendiri dengan arahan pembimbing, dan belum pernah diajukan dalam bentuk apa pun pada perguruan tinggi dan instansi mana pun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan oleh penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam daftar pustaka laporan tugas akhir ini.

Jika pernyataan saya tersebut di atas tidak benar, saya siap menanggung risiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, September 2023



Fernando Saputra Panoto

NIM: 342 20 021

UJI ALAT PROTOTYPE MODUL SOLAR WATER HEATER (SWH) UNTUK PRAKTIKUM ENERGI ALTERNATIF BERBASIS IOT

RINGKASAN

Keandalan suatu Praktikum Solar Water Heater dapat dilihat dari segi efisiensi termal sistemnya. Salah satu cara melihat efisiensi termal sistemnya yakni dengan menerapkan sistem monitoring suhu pada Solar water heater. Sistem monitoring suhu pada solar water heater dapat dilakukan dengan cara manual dan berbasis *IoT* untuk memudahkan dalam pengambilan data ketika praktikum.

Sehubungan dengan itu, kegiatan ini diawali dengan perancangan dan pembuatan atau perakitan perangkat keras dan perangkat lunak sistem *IoT* (*Thinger.Io*) dan juga perancangan program hingga pengumpulan data. Pengumpulan data dilakukan dengan pengujian dan menganalisa data secara sederhana.

Hasil sistem perancangan sistem *IoT* dengan penggunaan perangkat lunak (*Thinger.Io*) menghasilkan data rata-rata berupa T_1 sebesar $57,49\text{ }^{\circ}\text{C}$, T_2 sebesar $57,63\text{ }^{\circ}\text{C}$, T_3 sebesar $57,68\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan T_4 sebesar $90,80\text{ }^{\circ}\text{C}$ pada pukul 09:00 hingga pukul 15:00 WITA sehingga didapatkan efisiensi termal rata-rata sebesar 64%. Penggunaan perangkat lunak tersebut telah dapat dijadikan job *Solar Water Heater* (SWH) untuk kebutuhan Praktikum Energi Alternatif dan menghasilkan informasi/data yang lebih akurat pada kegiatan praktikum.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara yang dilewati oleh garis khatulistiwa, sehingga intensitas paparan matahari di Indonesia cukup besar dibanding negara lain. Hal ini merupakan satu anugerah yang patut kita disyukuri dan seharusnya kita manfaatkan sebaik-baiknya. Matahari merupakan salah satu sumber energi yang berjumlah besar dan bersifat kontinu (terus-menerus) (Prasetyo, 2021).

Energi surya merupakan contoh energi alternatif dan terbarukan yang tidak dapat habis atau dapat diperbaharui. Energi ini merupakan sumber energi yang murah, efisien, serta ramah lingkungan karena tidak menghasilkan gas buang berupa gas rumah kaca, sehingga energi ini sangat cocok dikembangkan dan dimanfaatkan di Indonesia (Raja dkk, 2017).

Pemanfaatan energi surya untuk berbagai keperluan telah dikembangkan dalam berbagai sistem pengkonversi energi, seperti pada sistem panel sel surya yang mengkonversikan energi surya menjadi listrik atau pada sistem destilasi yang memanfaatkan energi panas atau thermal surya untuk memurnikan air asin, ataupun sistem kolektor surya yang juga memanfaatkan energi termal surya secara langsung untuk memanaskan air (Jamila dkk, 2001).

Kolektor termal surya merupakan suatu alat yang dirancang untuk mengumpulkan panas dengan menyerap sinar matahari. Adapun Pemanas air

tenaga surya merupakan proses perpindahan panas yang digunakan untuk menghasilkan air panas dengan memanfaatkan sinar matahari hingga mencapai suhu tertentu. Pemanas air tenaga surya memiliki kolektor surya yang berfungsi untuk menyerap dan mengupulkan sinar radiasi matahari yang dikonversi menjadi energi panas dan dimanfaatkan untuk memanaskan air yang mengalir pada pipa kolektor. (Aryadinata, 2017).

Pemanas air tenaga surya didasari dengan prinsip mekanika fluida dan perancangan alat pemanas air tenaga surya mencakup prinsip perpindahan panas konduksi, konveksi dan radiasi. Radiasi sinar matahari merupakan sumber energi utama untuk menghasilkan energi panas pada pemanas air tenaga surya (Prasetyanta, 2008).

Perpindahan panas secara konduksi, konveksi dan radiasi, dapat diketahui melalui percobaan praktikum yang dilakukan oleh mahasiswa Program Studi D-3 Teknik Konversi Energi. Oleh karena itu, terdapat job *Solar Water Heater* pada Mata Kuliah Praktikum Energi Alternatif dalam kurikulum Program Studi D-3 Teknik Konversi Energi.

Kekurangan modul Praktikum job *Solar Water Heater* ini yaitu ketidakmampuan pengambilan data pada titik pengambilan data sejak tahun 2019, dan masih dilakukan secara manual menggunakan penyimpanan data dengan memori *extenal card* dan dihubungkan oleh *USB flashdisk* yang rentan terhadap cuaca, sehingga tidak dapat difungsikan sebagai modul *Solar Water Heater* (SWH) pada Praktikum Energi Alternatif. Hal ini tentu membuat mahasiswa tidak dapat melakukan praktikum sebagaimana mestinya.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka penulis bermaksud membuat tugas akhir dengan judul “**Uji Alat Prototype Modul *Solar Water Heater* (SWH) Untuk Praktikum Energi Alternatif Berbasis *IoT*”.**

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka disusun permasalahan sebagai berikut:

1. Dapatkah Modul *Solar Water Heater* (SWH) pada Praktikum Energi Alternatif yang baru digunakan untuk kesiapan praktikum?
2. Bagaimana menggunakan *Thingier.Io* dalam pengambilan data praktikum *Solar Water Heater* (SWH)?

1.3 Ruang Lingkup Kegiatan

Ruang lingkup kegiatan dan pembahasan dalam pengerjaan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Modul SWH yang digunakan adalah Modul Praktikum *Solar Water Heater* (SWH) Program Studi Diploma III Teknik Konversi Energi Politeknik Negeri Ujung Pandang
2. Fluida kerja yang digunakan adalah air yang dalam prosesnya tidak mengalami perubahan fasa.
3. Sistem ini dalam keadaan *steady*.

1.4 Tujuan dan Manfaat Kegiatan

1.4.1 Tujuan kegiatan :

1. Mendapatkan Modul *Solar Water Heater* (SWH) pada Praktikum Energi Alternatif yang baru digunakan untuk kesiapan praktikum.

2. Menggunakan *Thinger.io* dalam pengambilan data praktikum *Solar Water Heater* (SWH).

1.4.2 Manfaat kegiatan :

1. Dapat menambah wawasan mahasiswa tentang Modul *Solar Water Heater* (SWH) untuk Praktikum Energi Alternatif.
2. Dapat digunakan sebagai alat pengujian dalam labolatoriun Energi Alternatif Program Studi D-3 Teknik Konversi Energi.
3. Dapat digunakan sebagai alat pemanas air (*solar water heater*) alternatif untuk memenuhi kebutuhan industri dan rumah tangga.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Potensi Energi Surya di Indonesia

Tak dapat dipungkiri energi memiliki andil yang besar dalam kehidupan sehari-hari. Bahkan menjadi tolak ukur dari tingkat kemakmuran sebuah negara, dapat dilihat dari konsumsi energi masyarakatnya. Secara konsumsi global hingga nasional mengalami kenaikan yang berbanding lurus dengan kemajuan dan pembangunan yang ada.

Pemanfaatan energi dalam memenuhi kebutuhan manusia sehari-hari makin lama makin bertambah dan hal ini berbanding terbalik dengan cadangan energi minyak bumi yang makin lama makin berkurang. Dibutuhkan kebijakan dalam memanfaatkan energi alternatif diantaranya adalah energi matahari sebagai energi alternatif dan terbarukan. Indonesia adalah negara khatulistiwa yang mendapatkan sinar matahari sepanjang tahun sehingga dapat dimanfaatkan untuk berbagai kepentingan sebagai bentuk energi alternatif (Ismail, 2010).

Indonesia memiliki letak yang strategis yaitu antara $6^{\circ}\text{LU} - 11^{\circ}\text{LS}$ dan $95^{\circ}\text{BT} - 141^{\circ}\text{BB}$ dari garis khatulistiwa, sehingga Indonesia mendapatkan cahaya Matahari sepanjang tahun, bahkan, saat musim hujan yang berlangsung pada 21 Juni hingga 22 Desember pun, Indonesia masih mendapatkan sinar Matahari. (Anjas dkk, 2002).

Energi matahari merupakan energi yang bersumber dari Matahari dengan memanfaatkan cahaya maupun panas yang di pancarkan oleh Matahari. Energi ini

juga merupakan salah satu sumber energi terbarukan (*renewable*) yang murah, efisien, dan ramah lingkungan. Energi ini dimanfaatkan untuk Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) yang menggunakan teknologi fotovoltaik sehingga menghasilkan listrik.

Dan juga, energi surya ini juga dimanfaatkan untuk sistem destilasi yang digunakan untuk memisahkan kandungan garam atau NaCl dari air laut sehingga dapat menjadi air murni dengan memanfaatkan panas atau termal yang dipancarkan oleh matahari (Hidayat, 2011).

Selain itu, energi matahari juga dimanfaatkan untuk pemanas air untuk kebutuhan rumah tangga maupun industri. Dalam hal ini menggunakan kolektor termal surya dengan menyerap dan mengumpulkan energi panas atau termal dari matahari kemudian dipakai untuk memanaskan air (Wiradhani, 2012).

Energi Matahari yang dipancarkan kemudian jatuh ke permukaan kolektor termal surya sehingga mengalami tiga fenomena perpindahan panas yaitu, energi radiasi direfleksikan, energi radiasi terserap (absorpsi) serta energi radiasi diteruskan oleh alat tersebut. Radiasi matahari merupakan energi yang potensinya sangat besar untuk dimanfaatkan di Indonesia karena letak geografisnya.

2.2 Intensitas Radiasi Matahari

Radiasi matahari adalah pancaran energi yang berasal dari proses thermonuklir yang terjadi di Matahari. Energi radiasi matahari berbentuk sinar dan gelombang elektromagnetik. Spektrum radiasi matahari sendiri terdiri dari dua yaitu, sinar bergelombang pendek dan sinar bergelombang panjang. Sinar

yang termasuk gelombang pendek adalah sinar x, sinar gamma, sinar ultra violet, sedangkan sinar gelombang panjang adalah sinar infra merah (Djenal, 2015).

Di luar Atmosfer, radiasi tersebut disebut Konstanta Surya (*Solar Constant*). Secara teoritis nilai intensitas radiasi surya yaitu sebesar 1353 W/m^2 , sedangkan secara aktual nilai intensitas radiasi surya (G_b) dapat dihitung menggunakan alat Piranometer (Solarimeter). Pada permukaan Kolektor surya yang memiliki posisi bidang miring (G_{bt}), secara teoritis dapat dihitung berdasarkan pada lokasi dan waktu pengamatan serta arah sorotan radiasi matahari yaitu posisi matahari relatif terhadap bidang kolektor (Anjas dkk, 2002).

Untuk memaksimalkan intensitas matahari yang diterima oleh Kolektor surya maka pada perancangan sistem dibutuhkan sudut kemiringan Kolektor yang paling tepat untuk menerima radiasi matahari yang paling tinggi. Sudut yang mempengaruhi pemasangan Kolektor surya (Albahar dkk, 2020).

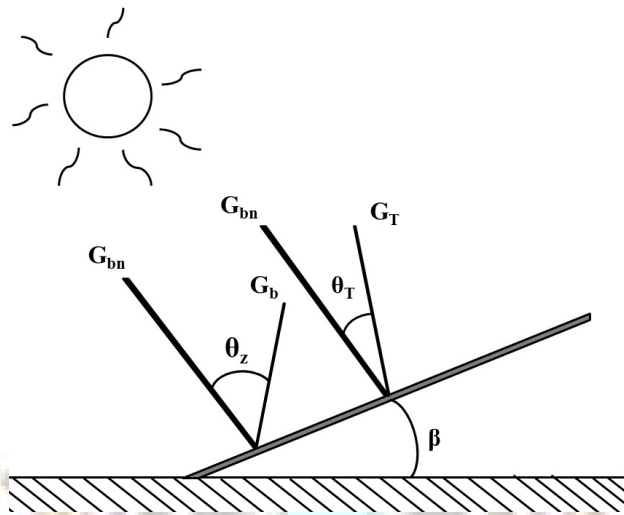
2.2.1. Intensitas Radiasi Matahari pada bidang miring

Perumusan besarnya intensitas radiasi matahari pada miring dapat dijelaskan pada gambar 2.1.

Sudut masuk (θ_T) adalah sudut antara arah sorotan pada sudut masukan normal dan arah komponen tegak lurus (90°) pada permukaan miring.

Menurut Jansen (1995), besarnya sudut masuk θ_T adalah :

$$\text{Cos } \theta_T = \sin \delta \sin(\phi - \beta) + \cos \delta \cos(\phi - \beta) \cos \omega \dots\dots\dots(2.1)$$



Gambar 2.1 Radiasi sorotan pada permukaan bidang miring dari pengukuran G_b (Wibowo, 2010)

Menurut Duffie (1980), besarnya sudut masuk untuk bidang kolektor yang tidak melakukan penjejakan (tracking) dengan sumbu utara-selatan dan sudut kemiringan sama dengan sudut lintang dapat dicari dengan memasukkan harga $\omega = 0$ dan $\beta = \phi$ pada persamaan 2.1 sehingga akan diperoleh :

$$\cos \theta_T = \cos \delta \cdot \cos \omega \dots\dots\dots(2.2)$$

Dengan

$$\delta = 23,45 \sin \frac{360(284+n)}{365} \dots\dots\dots(2.3)$$

dimana : n = angka hari dalam setahun (tanggal atau waktu pengamatan)

$\omega = 360^\circ$ selama 24 jam atau 15° setiap jam

Untuk sorotan pada sudut masuk normal atau intensitas radiasi langsung (G_{bn}) dari

Gambar 2.1 adalah :

$$G_{bn} = \frac{G_b}{\cos \theta_T} \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana : G_b = Radiasi sorotan pada suatu permukaan horizontal

$$\cos \theta_z = \cos \delta \cdot \cos \phi \cdot \cos \omega + \sin \delta \cdot \sin \phi \dots\dots\dots(2.5)$$

Dengan

$$\delta = 23,45 \sin \frac{360(284 +)}{365} \dots\dots\dots(2.6)$$

dimana : n = angka hari dalam setahun (tanggal atau waktu pengamatan)

Maka intensitas dari komponen sorotan adalah :

$$G_{bT} = G_{bn} \cos \theta_T = G_b \frac{\cos \theta_T}{\cos \theta_z} \dots\dots\dots(2.7)$$

Untuk perbandingan antara radiasi sorotan langsung pada bidang miring terhadap bidang horisontal (R_b)

$$R_b = \frac{G_{bT}}{G_b} = \frac{G_{bn} \cos \theta_T}{G_{bn} \cos \theta_z} = \frac{\cos \theta_T}{\cos \theta_z} \dots\dots\dots(2.8)$$

Sehingga

$$G_{bT} = G_b \cdot R_b \dots\dots\dots(2.9)$$

2.3 Efisiensi Aktual Kolektor

Untuk efisiensi aktual dari kolektor adalah perbandingan antara besarnya nilai kalor yang diserap oleh fluida dengan besarnya nilai intensitas radiasi matahari terhadap kolektor. Namun, untuk nilai intensitas radiasi matahari akan berubah-ubah menurut waktu, sehingga efisiensi termalnya dihitung berdasarkan efisiensi sesaat, yaitu efisiensi dalam keadaan steady untuk selang waktu tertentu.

Besarnya nilai efisiensi aktual dapat dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$\eta = \frac{Q_u}{A_a \cdot G_{bT}} = \frac{\dot{m} C_p (T_{fo} - T_{ft})}{A_a \cdot G_{bT}} \dots\dots\dots(2.10)$$

Dimana

η = efisiensi kolektor, (%)

A_a = Luas apparatus kolektor, (m²)

Q_u = Panas yang berguna, (Watt)

\dot{m} = Laju Aliran massa fluida, (kg/s)

C_p = Panas jenis fluida, (J/kg°C)

T_{f0} = Temperatur fluida masuk kolektor, (°C)

T_{ft} = Temperatur fluida keluar kolektor, (°C)

G_{bT} = Radiasi matahari ng jatuh pada bidang kolektor, (W/m²)

2.4 Proses Perpindahan panas

Perpindahan panas merupakan suatu proses energi kalor atau panas yang mengalir atau berpindah yang disebabkan karena adanya perbedaan temperatur dalam satu media atau diantara 2 media. Energi panas berpindah dari satu media yang bertemperatur tinggi menuju pada media yang bertemperatur rendah.

Pada kolektor surya terjadi 3 macam proses perpindahan panas yaitu perpindahan panas secara konduksi, konveksi, dan radiasi. Proses perpindahan panas pada alat pemanas fluida surya, panas mengalir secara konduktif pada sepanjang pelat penyerap dan melalui dinding saluran. Kemudian panas berpindah secara konveksi, sehingga pelat yang panas tersebut melepaskan panas ke pelat penutup kolektor dengan cara konveksi alamiah dan juga secara radiasi.

2.4.1 Perpindahan Panas Secara Konduksi

Perpindahan panas secara konduksi adalah salah satu proses perpindahan panas dimana panas mengalir dari suatu bagian (padat, cair, atau gas) yang memiliki temperatur tinggi ke bagian lain yang memiliki temperatur rendah karena adanya persinggungan fisik secara langsung tanpa adanya perpindahan molekul-molekul dari bagian itu sendiri menurut teori kinetik.

Perpindahan panas secara konduksi memiliki hubungan dasar yang diusulkan oleh Ilmuwan perancis, J.B.J Fourier, 1882. Hubungan tersebut menyatakan bahwa laju aliran panas secara konduksi dalam suatu bahan sama dengan hasil kali dari dua besaran yaitu besaran konduktivitas termal bahan (W/m.K) dengan besaran gradien suhu terhadap penampang bahan tersebut, yaitu perubahan suhu T terhadap jarak arah aliran kalor $x \left(\frac{^{\circ}K}{m}\right)$.

Sehingga persamaannya sebagai berikut :

$$q = - kA \frac{dT}{dx} \text{ W (watt)(2.11)}$$

dimana :

q = Laju perpindahan panas, (W)

k = Konduktivitas termal, (W/m.K), (tanda minus pada persamaan berarti arah aliran kalor yang mengalir ke tempat yang bersuhu lebih rendah sesuai pada Hukum II Termodinamika).

A = Luas penampang pada aliran panas, (m²)

$\frac{dT}{dx}$ = Gradien temperatur dalam arah aliran panas, (-K/m)

2.4.2 Perpindahan Panas Secara Konveksi

Perpindahan panas secara konveksi adalah suatu proses perpindahan energi kalor atau panas yang dilakukan oleh molekul-molekul suatu fluida (air) yang terjadi antar permukaan bila terdapat perbedaan temperatur diantara keduanya. Perpindahan panas secara konveksi dapat diklasifikasikan menjadi dua berdasarkan kealamian aliran fluida nya , yaitu konveksi bebas (*free convection*) dan konveksi paksa (*forced convection*).

Pada konveksi bebas memiliki aliran fluida yang terjadi semata-mata karena terdapat perbedaan massa jenis fluida. Hal ini disebabkan oleh pengaruh gaya angkat (*buoyancy forces*) dan perbedaan temperatur. Sedangkan pada konveksi paksa dipengaruhi oleh faktor luar seperti pompa, blower, dan sebagainya.

Dengan menggunakan Hukum Pendinginan Newton, maka dapat dicari laju perpindahan panas secara konveksi yaitu :

$$q = hA(T_s - T_\infty) \dots\dots\dots(2.12)$$

Dimana :

q = Laju Perpindahan panas secara konveksi, (W)

h = Koefisien perpindahan panas secara konveksi ($\frac{W}{m^2 \cdot K}$)

T_s = Temperatur permukaan, ($^{\circ}C$)

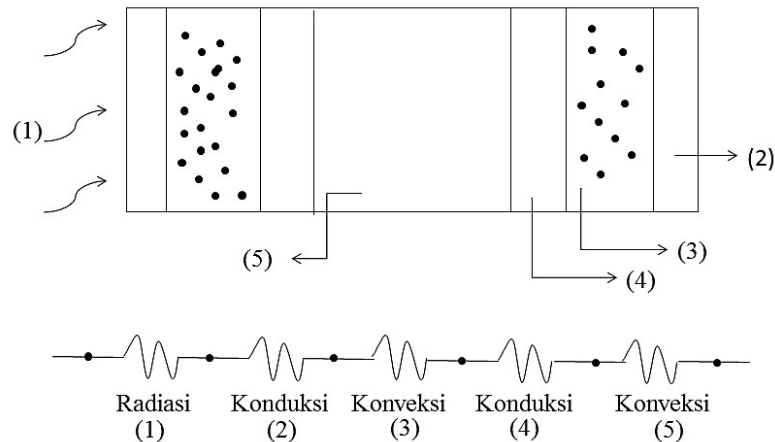
T_∞ = Temperatur fluida, ($^{\circ}C$)

2.4.3 Perpindahan Panas Secara Radiasi

Perpindahan panas secara radiasi adalah proses perpindahan energi kalor atau panas dari daerah yang bersuhu tinggi ke daerah yang bersuhu rendah bila suatu medium atau medium-medium yang berlainan dan bersinggungan secara langsung.

Semua benda memancarkan panas radiasi kontinyu. Intensitas pancaran nya tergantung pada sifat dan suhu permukaan. Menurut teori elektromagnetik, radiasi termal dan radiasi cahaya hanya berbeda dari segi panjang gelombang masing-masing. Medan energi radiasi ini dipancarkan sebagai gelombang

elektromagnetik. Jadi perpindahan panas secara radiasi tidak memerlukan media seperti perpindahan panas secara konduksi dan konveksi.



Gambar 2.2 Proses Perpindahan Panas secara Konduksi, Konveksi, dan Radiasi (Sudrajat dkk, 2014)

2.5 Dasar Perancangan Program *IoT*.

Dalam penulisan ini, *Solar Water Heater* terdiri dari rangka kolektor surya, kolektor surya, isolator dan tangki penampung fluida yang dilengkapi dengan sistem program *Internet of Things* yang memudahkan dalam pembacaan temperatur pada fluida yang mengalir sepanjang *solar water heater*.

2.5.1 *Internet of Things (IoT)*

Internet of things adalah perkembangan yang dapat mengoptimalkan kehidupan manusia dengan bantuan sensor dan kecerdasan buatan yang menggunakan jaringan internet untuk menjalankan perintah-perintah, dan menghubungkan manusia dengan perangkat serta perangkat dengan perangkat (Cahyono, 2013).

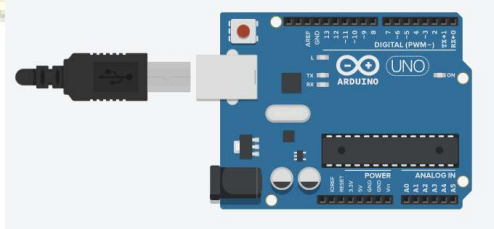
Aplikasi penggunaan *IoT* dapat digunakan di hampir semua sektor dalam kehidupan manusia. Dengan konsep *IoT* objek-objek dapat dikontrol oleh suatu alat pengontrol yang terhubung dengan internet, yang kemudian juga terhubung satu dengan yang lain melalui infrastruktur jaringan yang sama. Salah satunya untuk mengontrol temperatur dan kelembaban udara (Megawati, 2021).

2.5.2 Spesifikasi Perangkat Keras (Hardware) Sistem *Internet of Things* (*IoT*)

Sistem *IoT* pada modul *solar water heater* ini berfungsi sebagai pemantauan dalam pencatatan dan penyimpanan data yang berikan oleh modul *Solar Water Heater* ini. Untuk mendukung sistem *IoT* dalam modul *Solar Water Heater* maka digunakan:

2.5.2.1 Arduino

Arduino Uno adalah mikrokontroler Atmega328. Integrated circuit (IC) ini juga memiliki 14 input/output digital (6 output untuk Pulse Width Modulation (PWM), 6 analog input, resonator kristal keramik 16 MHz, Koneksi USB, soket adaptor, pin header In-Circuit Serial Programmer (ICSP), dan tombol reset (Dinata, 2016).



Gambar 2.3 Arduino Uno

(Sumber : www.tinkercad.com)

2.5.2.2 Modul LM2596

Modul LM2596 merupakan modul yang digunakan untuk menurunkan tegangan DC. Modul ini menurunkan tegangan maksimal 3A dengan range DC 3.2V-46V dengan selisih minimum input – output 1.5V DC. (Genaldo dkk, 2020).

2.5.5.3 LCD

LCD mempunyai fungsi untuk menampilkan hasil proses dari sistem dalam bentuk huruf atau angka. LCD biasa digunakan di rangkaian – rangkaian elektronik karena fungsinya sangat bervariasi dan juga sangat mudah digunakan (Dinata, 2016).

2.5.5.4 Sensor Suhu

Sensor suhu yang digunakan yaitu sensor DS18B20. Sensor ini berfungsi untuk mengubah besaran panas (suhu) yang diterima menjadi besaran tegangan. Sensor ini memiliki 3 buah kaki. Kaki pertama pada IC DS18B20 dihubungkan ke sumber daya, kaki kedua sebagai output dan kaki ketiga dihubungkan ke *ground*.

2.5.3 Spesifikasi Perangkat Lunak (Software) *Solar Water Heater*

2.5.3.1 Arduino IDE

Arduino tidak hanya sekedar sebuah alat pengembangan, tetapi kombinasi dari hardware, bahasa pemrograman dan Integrated Development Environment (IDE) yang canggih. IDE adalah sebuah software yang sangat berperan untuk menulis program, meng-compile menjadi kode biner dan meng-upload ke dalam memori mikrokontroler.

2.5.3.2 Platfrom *Thinger.Io*

Thing.io adalah salah satu platfrom *Internet of Things (IoT)* yang menyediakan fitur *cloud* untuk menghubungkan berbagai perangkat yang terkoneksi dengan internet. *Thinger.io* juga dapat memvisualisasi hasil pembacaan sensor dalam bentuk nilai dan juga grafik. (Sawidin dkk, 2021)

2.5.3.3 NodeMCU ESP8266

NodeMCU adalah mikrokontroler yang sudah dilengkapi dengan *module WIFI* ESP8266 di dalamnya, jdi NodeMCU sama seperti Arduino, namun memiliki kelebihan yang sudah memiliki *wifi* di dalamnya, namun memiliki port yang lebih sedikit dibandingkan Arduino (Ramdani dkk, 2020).

2.6 Parameter Perhitungan Variabel Kolektor *Solar Water Heater*

Kolektor berfungsi sebagai pengumpul dan reflektor atau alat untuk memantulkan radiasi matahari yang mengenai kolektor. Kemudian energi matahari direrap oleh pipa penyerap (absorber) digunakan untuk memanaskan fluida (air) yang mengalir di sepanjang pipa. Kolektor ini juga menjadi gerbang utama masuknya energi pada sistem.

2.6.1 Energi Input

Energi yang diterima oleh kolektor ditentukan oleh intensitas radiasi matahari yang mengenai konsentrator dan luas penampang konsentrator tersebut.

Energi yang diterima tersebut dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$E_{in} = G \cdot A_{in} \text{ (Watt) } \dots\dots\dots(2.13)$$

Keterangan :

E_{in} = Energi input (yang diterima) oleh konsentrator, (Watt)

G = Intensitas radiasi matahari yang mengenai permukaan konsentrator, (W/m^2)

A_{in} = Luas permukaan konsentrator, (m^2)

2.6.2 Energi Output Kolektor

Energi yang output oleh kolektor dipengaruhi dan bergantung pada massa air, temperatur dan waktu. Energi output tersebut dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$E_{out-k} = \frac{M_{air} \cdot C_{pair} \cdot (T_0 - T_i)}{t} \dots\dots\dots(2.14)$$

Keterangan :

E_{out-k} = Energi output, (Joule)

G = Intensitas radiasi matahari yang diserap oleh pipa absorber, (W/m^2)

C_{pair} = Nilai Kapasitas Panas, ($kJ/kg^{\circ}C$)

t = Waktu yang dibutuhkan, (detik)

T_i = Temperatur masukan pipa absorber, ($^{\circ}C$)

T_0 = Temperatur keluaran pipa absorber, ($^{\circ}C$)

2.6.3 Efisiensi Kolektor ($\eta_{Kolektor}$)

Efisiensi konsentrator merupakan hasil persentasi dari perbandingan antara energi ouput pada kolektor dengan energi input pada sistem, efisiensi kolektor ini dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\eta_k = \frac{E_{out}}{E_{in}} \times 100\% \dots\dots\dots(2.15)$$

Keterangan :

η_k =Efisiensi Kolektor, (%)

E_{out-k} = Energi output oleh kolektor, (Watt)

E_{in} = Energi input konsentrator (sistem), (Watt)

2.6.4 Kestimbangan Energi

Kestimbangan energi adalah dimana energi yang masuk dan keluar dari sistem dalam keadaan setimbang, seperti persamaan berikut :

$$E_{in} = E_{out} + E_c \text{ (Watt)} \dots \dots \dots (2.16)$$

Dimana E_c adalah energi *losses* pada sistem. Untuk energi losses dapat dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$E_c = E_{in} - E_{out} \text{ (Watt)} \dots \dots \dots (2.17)$$

Keterangan :

E_c = Energi losses (rugi-rugi energi) pada sistem, (Watt)

E_{out} = Energi output, (Watt)

E_{in} = Energi yang diterima, (Watt)

2.7 Parameter Perhitungan Tangki

Tangki penyimpan fluida *Solar Water Heater (resevoar tank)* berfungsi sebagai tempat penyimpanan dan penampungan fluida (air) panas yang telah dihasilkan dari proses pemanasan pada pipa absorber.

2.7.1 Energi yang Tersimpan dalam Tangki

Energi yang tersimpan dalam tangki yaitu energi yang diserap oleh sistem penerima radiasi. Energi ini dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$E_t = \frac{M_{air} \cdot C_{pair} \cdot (T_s - T_m)}{t} \text{ (Watt)} \dots \dots \dots (2.18)$$

Keterangan :

E_t = Energi yang tersimpan dalam tangki, (Joule)

m_{air} = Massa fluida (air) dalam tangki, (kg)

$C_{p_{air}}$ = Kapasitas panas jenis air, (J/kg°C)

T_s = Temperatur fluida (air) pada akhir pengukuran, (°C)

T_m = Temperatur fluida (air) pada awal pengukuran, (°C)

2.7.2 Efisiensi Sistem

Efisiensi sistem adalah hasil persentasi dari pengurangan Energi Output Kolektor dan Energi Tangki dengan Energi Input. Hal ini dapat dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$\eta_{sis} = \frac{E_{out} - E_t}{E_{in}} \times 100\% \dots \dots \dots (2.19)$$

Keterangan :

E_{out-k} = Energi output Kolektor, (W)

E_t = Energi Tangki, (W)

E_{input} = Energi Input, (W)



BAB III

METODE KEGIATAN

3.1 Tempat dan Waktu Kegiatan

3.1.1 Tempat Kegiatan

Lokasi pembuatan dan pengujian tugas akhir alat prototype modul *Solar Water Heater* untuk praktikum Energi Alternatif dilaksanakan di Laboratorium Konversi Energi Mekanik, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang.

3.1.2 Waktu Kegiatan

Waktu pembuatan atau perakitan alat ini dilakukan selama 6 bulan dimulai dari bulan Februari 2023 hingga bulan Agustus 2023. Dan waktu pengujian dilakukan pada Agustus hingga September 2023.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat yang digunakan dalam pembuatan atau perakitan dan pengujian alat ini adalah sebagai berikut:

Tabel 3.1 Daftar alat

No.	Nama Alat	Spesifikasi	Jumlah
1.	Piranometer	-	1
2.	Laptop	Acer Aspire E 14 E-475-30U2	1
3.	Gurinda	-	1
4.	Las Listrik	-	1
5.	Bor Listrik	-	1
6.	Mata Bor	-	3
7.	Kunci Pas	-	3

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam pembuatan atau perakitan dan pengujian alat ini adalah sebagai berikut:

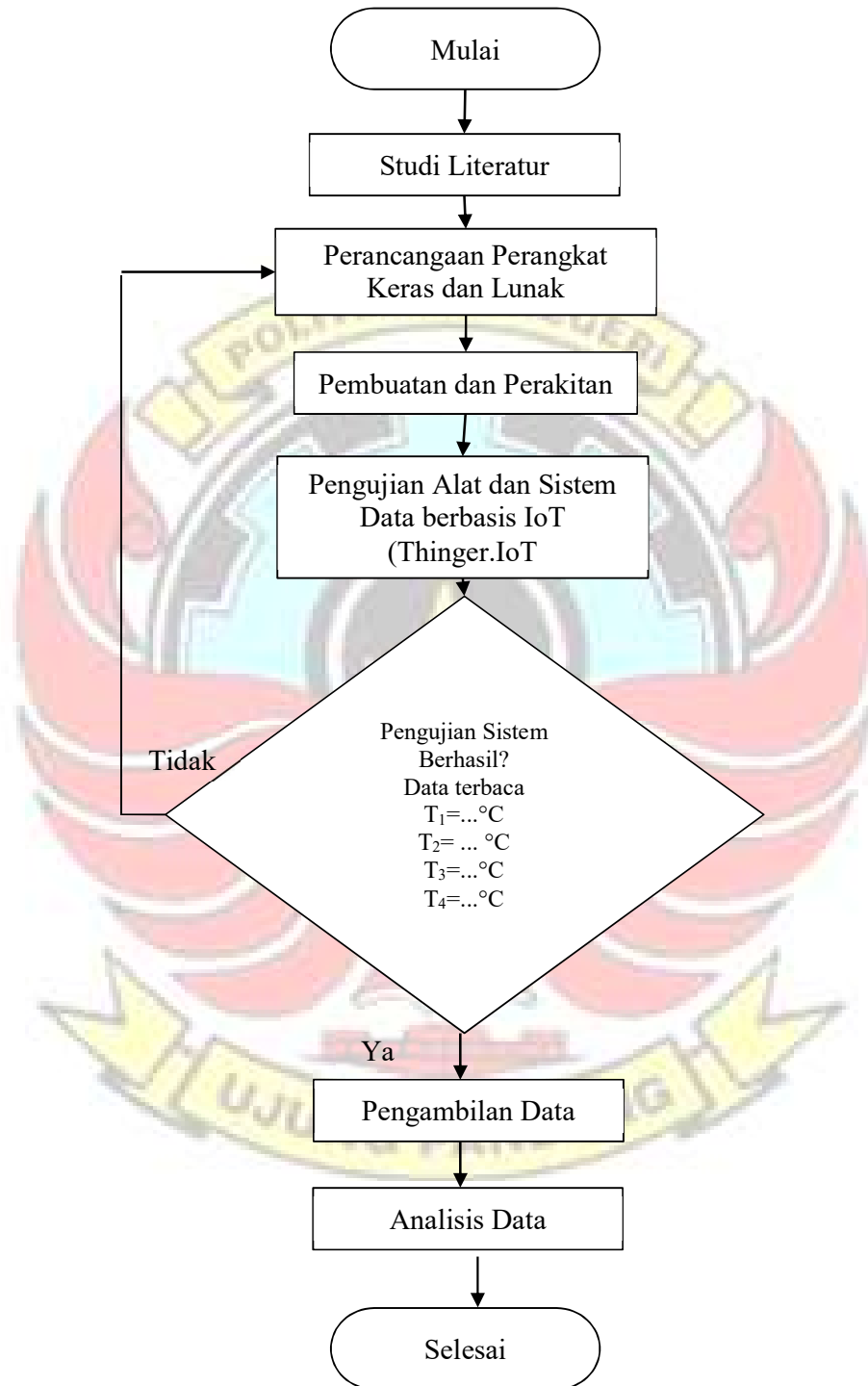
Tabel 3.2 Daftar bahan

No.	Nama Alat	Spesifikasi	Jumlah
1.	Solar Water Heater	SR300L2	1
2.	Arduino UNO	Atmega328	1
3.	Modul <i>Wifi</i>	NodeMCU ESP8266	1
4.	Sensor Suhu	DS18B20	4
5.	LCD	12C 20x4	1
6.	Panel Box		1
7.	Resistor	4,7 Kohm	5
8.	Kabel NYAF	3 x 0,75 (warna merah, biru, dan hitam)	3
9.	Kabel Ties	2.5x100 mm	1
10.	Terminal Kabel	U/PCB 3 PIN	3
11.	Kabel Jumper	10cm/20cm	10
12.	Modul Extension Board	For NodeMCU ESPO8266	1
13.	Modul Step Down Tegangan DC	LM2598	1
14.	Aki	12 V	1

3.2.3 Piranti Lunak

1. *Software* Arduino IDE
2. *Software* Thinger.io

3.3 Teknik Pengumpulan Data



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.3.1 Prosedur Pemograman

Sebelum dilakukan pembuatan atau perakitan alat, maka dilakukan perancangan alat hingga masuk ke tahap pembuatan atau perakitan alat. Tahap perancangan adalah proses mendesain alat atau membuat pola perancangan alat sebelum digunakan. Tahap perancangan ini terbagi atas dua bagian yaitu perancangan perangkat keras (*hardware*). Dan juga dilakukan perancangan perangkat lunak (*Software*) berbasis IoT (*Internet of Things*).

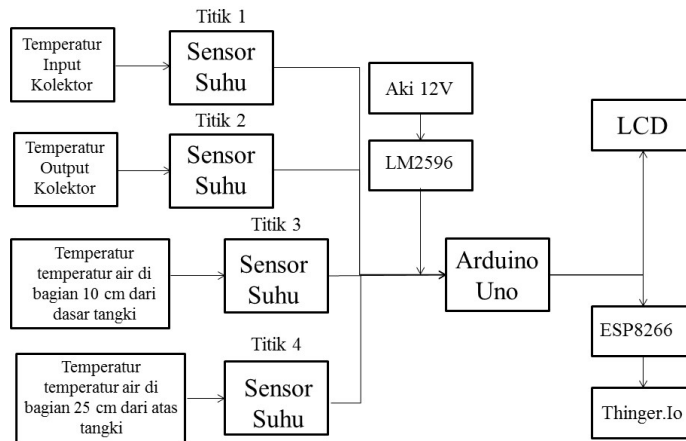
3.3.1.1 Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

perangkat keras (*hardware*) pada alat yang dibuat terdiri dari beberapa komponen, yaitu *solar water heater*, piranometer, baterai, sensor DS18B20 dan LM2596, Arduino Uno, NodeMCU ESP8266, LM2596 dan Laptop. Sensor digunakan untuk mendekteksi suhu di beberapa titik. Hasil pembacaan suhu nya diteruskan ke mikrokontroler Arduino Uno untuk proses akusisi data. Hasil olahan data Arduino Uno akan ditampilkan di LCD dan pada PC yang telah terhubung dengan platfrom *Thinger.io* dengan modul *Wifi* NodeMCU ESP8266.

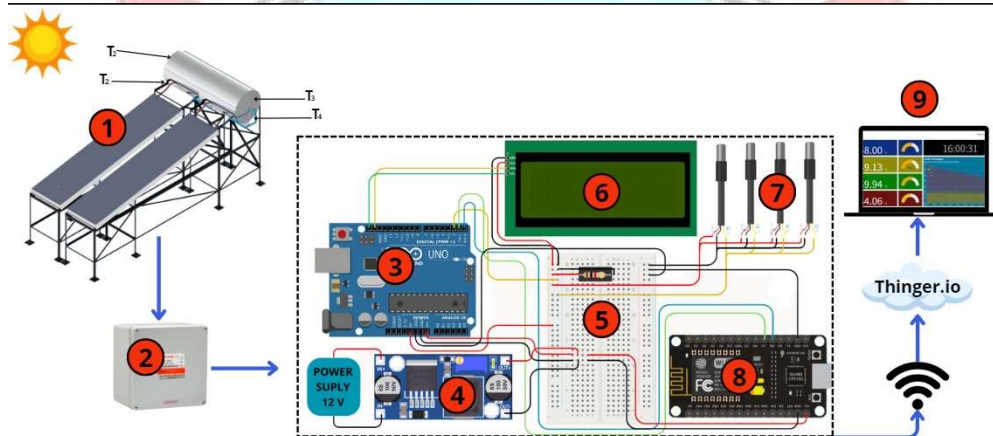
Spesifikasi *Solar Water Heater* yang digunakan

Tabel 3.3 *Data sheet Solar Water Heater*

Model	SR300L2
Dimensi Kolektor	1990 x 990 x 76,5 mm
Dimensi Tangki	2185 x 6100 x 5656 mm
Kapasitas Tangki	292 liter



Gambar 3.2 Skema rangkaian perangkat keras sistem berbasis *Thingier.io*



Gambar 3. 3 Skema Line Diagram Sistem *IoT* berbasis *Thingier.io*

3.3.1.2 Perancangan Perangkat Lunak (Software)

Terdapat dua tahapan dalam pembuatan perangkat lunak yaitu pembuatan program di Software Arduino IDE dan pembuatan sistem pemantauan melalui platform *Thingier.io*. Untuk *script* program lengkapnya dapat dilihat di lampiran 1.

3.3.1.3 Tahap Pembuatan atau Perakitan Alat

Dalam proses pembuatan dan perakitan alat ini, dibuat sesuai dengan desain gambar yang telah dibuat pada gambar 3.3 di atas dan dibagi menjadi dua bagian utama, yaitu perakitan sistem perangkat keras (hardware) dan perancangan sistem perangkat lunak yaitu *IoT (Internet of Things)*.

3.3.1.3.1 Rangkaian Perangkat Keras (*Hardware*)

Prosedur pembuatan dan perakitan perangkat keras sebagai berikut:

- a. Menyiapkan alat dan bahan yang diperlukan.
- b. Memasang perangkat ke dalam panel box.
- c. Merangkai rangkaian dari sensor DS18B20, Aki, Arduino Uno, dan LM 2596 kemudian ke LCD..
- d. Melakukan penyambungan dengan kabel jumper, untuk menyambungkan perangkat satu sama lain.
- e. Membuat bahasa program untuk pembacaan dari arduino ke LCD.
- f. Setelah dilakukan penyambungan dan pemrograman, maka arduino diberikan program hingga temperatur pada LCD telah terbaca.
- g. Setelah proses tersebut, maka dilakukan pemasangan panel box pada *solar water heater*.

3.3.1.3.2 Rangkaian Sistem *IoT*

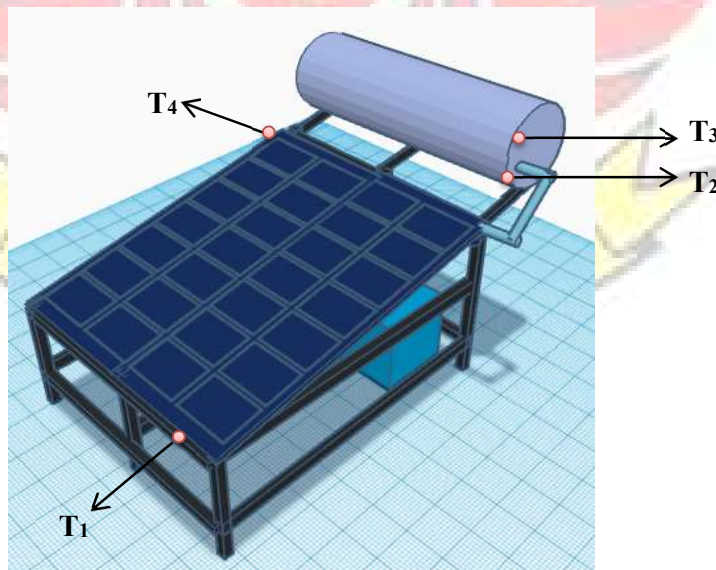
Prosedur perakitan sistem *IoT Solar Water Heater* adalah sebagai berikut :

1. Menyiapkan alat dan bahan yang diperlukan.
2. Merangkai rangkaian dari perangkat keras (hardware) ke NodeMCU ESP8266 sebagai penghubung ke *IoT* yaitu Platform *Thingier.Io*.

3. Menyambungkan Wifi pada laptop yang tersambung pada platform *Thingier.Io*.
4. Membuat akun pada platform *Thingier.Io*.
5. Membuat tampilan display pada platform *Thingier.Io*.
6. Membuat bahasa program untuk pembacaan dari NodeMCU ESP8266 ke *Thingier.Io*.
7. Setelah dilakukan penyambungan dan pemrograman, maka arduino diberikan program hingga temperatur pada platform *Thingier.Io* telah terbaca.
8. Kemudian letakkan didalam panel box.

3.3.2 Prosedur Pengujian

Setelah alat selesai dirancang dan dibuat atau dirakit, maka dilanjutkan dengan tahap pengujian alat dan pengambilan data pada titik seperti pada gambar 3.4 dibawah.



Gambar 3.4 Titik Pengambilan Data *Solar Water Heater*.

Keterangan :

1. T_1 adalah temperatur air yang masuk ke kolektor.
2. T_4 adalah temperatur air yang keluar dari kolektor.
3. T_2 adalah temperatur air di bagian sisi bawah termokopel, yang mana diletakkan di dalam tangki penyimpanan yakni 10 cm dari dasar tangki.
4. T_3 adalah temperatur air di bagian atas, yang mana diletakkan dalam tangki penyimpanan yakni 25 cm di atas T_3 .

Pengujian dan pengambilan data dilakukan untuk mengetahui unjuk kerja dari sistem berbasis *IoT* dan efisiensi sistem dari Modul Praktikum *Solar Water Heater*. Dalam pengamatan dan pengukuran data dilakukan dengan langkah pengujian sebagai berikut :

1. Mempersiapkan alat.
2. Memasang rangkaian solar water heater dengan sistem berbasis *IoT* pada lokasi pengujian.
3. Proses pengambilan data dari kolektor surya dilakukan pada pukul 09.00 WITA s/d 15.00 WITA.
4. Untuk data pengamatan yang dicatat yaitu:
 - a) Intensitas Matahari.
 - b) Temperatur fluida masuk temperatur tangki, (T_2)
 - c) Temperatur fluida keluar temperatur tangki, (T_3)
 - d) Temperatur fluida masuk kolektor, (T_1)
 - e) Temperatur fluida keluar kolektor, (T_4)
 - f) Mencatat Waktu, (s)

5. Melakukan proses pencatatan hasil pengukuran selama pengujian selama pengujian dimulai pada pukul 09.00 WITA s/d 15.00 WITA.
6. Mencatat hasil pengukuran kedalam tabel pengamatan.
7. Menganalisis hasil pengukuran.
8. Membuat kesimpulan pengujian alat ini.
9. Pengujian selesai

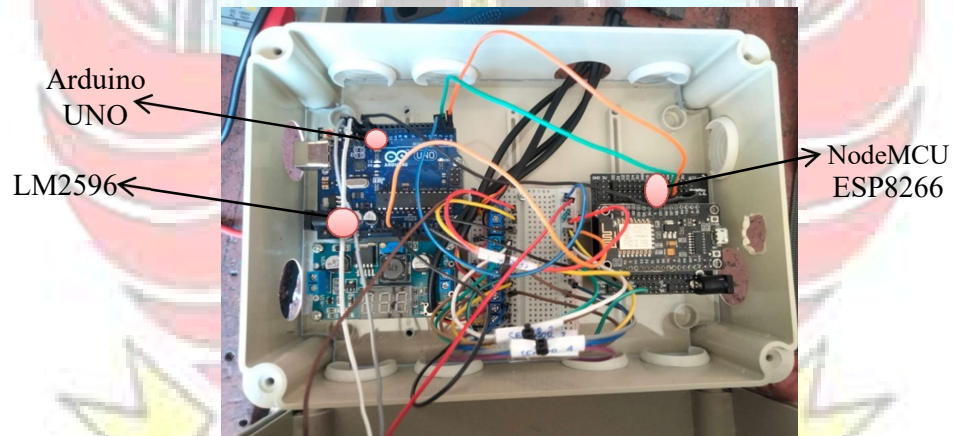


BAB IV

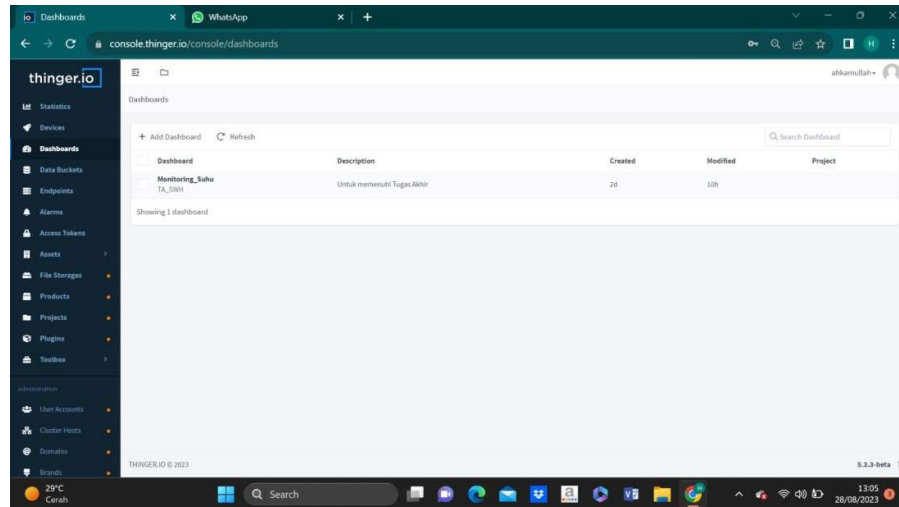
HASIL DAN DESKRIPSI KEGIATAN

Pada bab ini dibahas hasil kegiatan serta deskripsi pada sistem *IoT* dan data logger *Solar Water Heater*. Hasil kegiatan dinyatakan dalam bentuk pengujian yang terdiri dari pengujian perangkat keras, pengujian perangkat lunak, pada modul *solar water heater*.

Pengujian perangkat keras berupa pengujian sensor yang ditempatkan di beberapa titik. Pengujian perangkat lunak berupa pengujian pemrograman. Hasil perakitan perangkat keras dan lunak *Solar Water Heater* basis *IoT* dapat dilihat pada gambar 4.1.



(a)



(b)

Gambar 4.1 (a) Hasil Perakitan Komponen Kontroler, (b) Tampilan *Channel* pada Platform *Thingier.Io*.

4.1 Pengujian Pemrograman Perangkat Keras (*Hardware*)

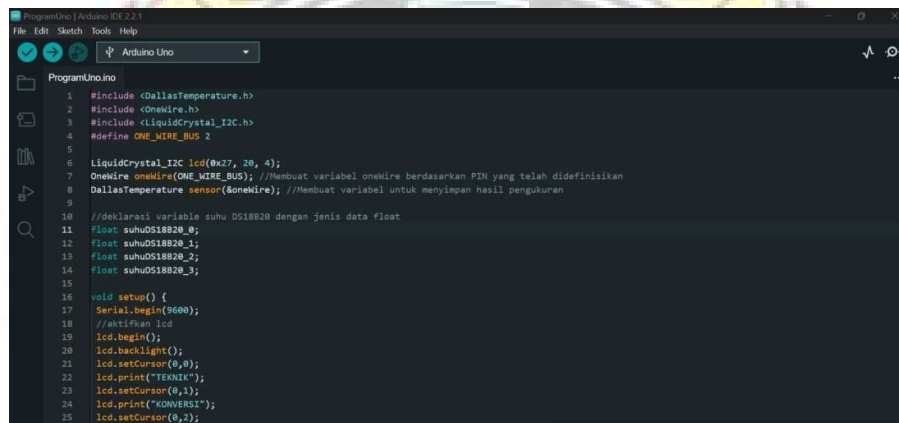
Pengujian pemrograman perangkat keras (*hardware*) terdiri atas pengujian pemrograman arduino Uno dan pemrograman sensor suhu DS18B20 ini dilakukan untuk mengetahui kinerja sensor DS18B20. Sensor suhu yang digunakan dipasang di beberapa titik pada tangki dan kolektor. Pengujian dilakukan dengan rentang waktu pengambilan data setiap 30 menit sekali.



Gambar 4.2 Pengujian perangkat keras (*hardware*)

4.1.1 Pengujian Arduino Uno

Pada pengujian pemrograman ini berisikan bahasa pemrograman berfungsi untuk menerjemahkan setiap perintah pada tiap sensor yang akan digunakan. Sehingga ketika bahasa pemrograman telah di aplikasikan dari *software* Arduino IDE maka setiap sensor akan menjalankan tiap perintah yang telah dibuat. Hasil dari pembacaan sensor ditampilkan pada LCD (lampiran 1) dan dikirim ke NodeMCU ESP8266 platfrom *Thinger.Io* (lampiran 2).

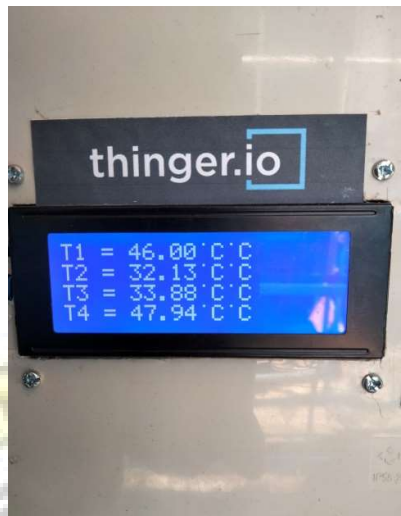


```
ProgramUno | Arduino IDE 2.2.1
File Edit Sketch Tools Help
ProgramUno
1 #include <DallasTemperature.h>
2 #include <OneWire.h>
3 #include <LiquidCrystal_I2C.h>
4 #define ONE_WIRE_BUS 2
5
6 LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 20, 4);
7 OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS); //Membuat variabel oneWire berdasarkan PIN yang telah didefinisikan
8 DallasTemperature sensor(&oneWire); //Membuat variabel untuk menyimpan hasil pengukuran
9
10 //Deklarasikan variabel suhu DS18B20 dengan jenis data float
11 float suhuDS18B20_0;
12 float suhuDS18B20_1;
13 float suhuDS18B20_2;
14 float suhuDS18B20_3;
15
16 void setup() {
17   Serial.begin(9600);
18   //aktifkan lcd
19   lcd.begin();
20   lcd.backlight();
21   lcd.setCursor(0,0);
22   lcd.print("TEMPERATUR");
23   lcd.setCursor(0,1);
24   lcd.print("KONVERSI");
25   lcd.setCursor(0,2);
```

Gambar 4.3 Tampilan Bahasa Pemrograman pada *Software* Arduino IDE

4.1.2 Pengujian Sensor suhu DS18B20

Hasil pembacaan sensor akan dikirim Arduino UNO sehingga dapat ditampilkan pada tampilan LCD dalam bentuk angka. Berikut tampilan pada LCD ketika program telah berhasil diaplikasikan.



Gambar 4.4 Tampilan Pembacaan Sensor pada LCD

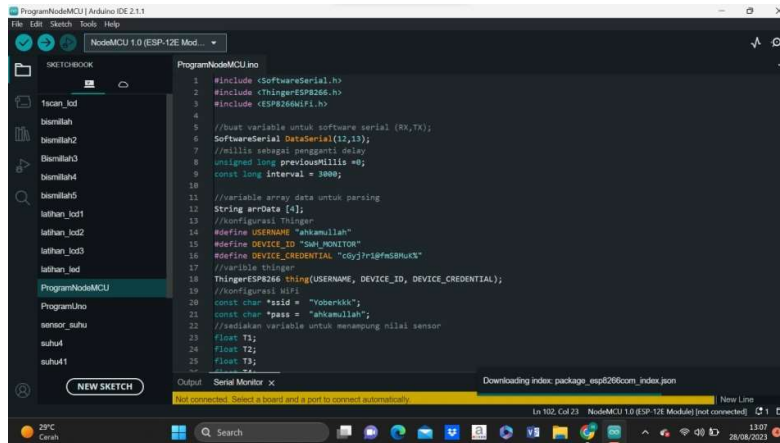
Pada gambar 4.4 menampilkan parameter-parameter dari hasil pembacaan sensor. Pada tampilan LCD terlihat (T_i) Temperatur masukan kolektor, (T_o) Temperatur keluaran kolektor, (T_1) Temperatur 10 cm pada dasar kolektor, (T_2) Temperatur pada 35 cm dari dasar kolektor.

4.2 Pengujian Pemrograman Perangkat Lunak (*Software*)

Pengujian perangkat lunak ini terdiri dari dua pengujian, yaitu pengujian pemrograman pada NodeMCU ESP8266 dan pengujian pada platform *Thinger.Io*.

4.2.1 Pengujian NodeMCU ESP8266

Pengujian pemrograman ini berisi bahasa pemrograman lanjutan yang hasil dari pembacaan sensor arduino uno yang telah diterima oleh nodeMCU ESP8266 kemudian diolah, dan selanjutnya akan ditampilkan pada platform *Thinger.Io*.



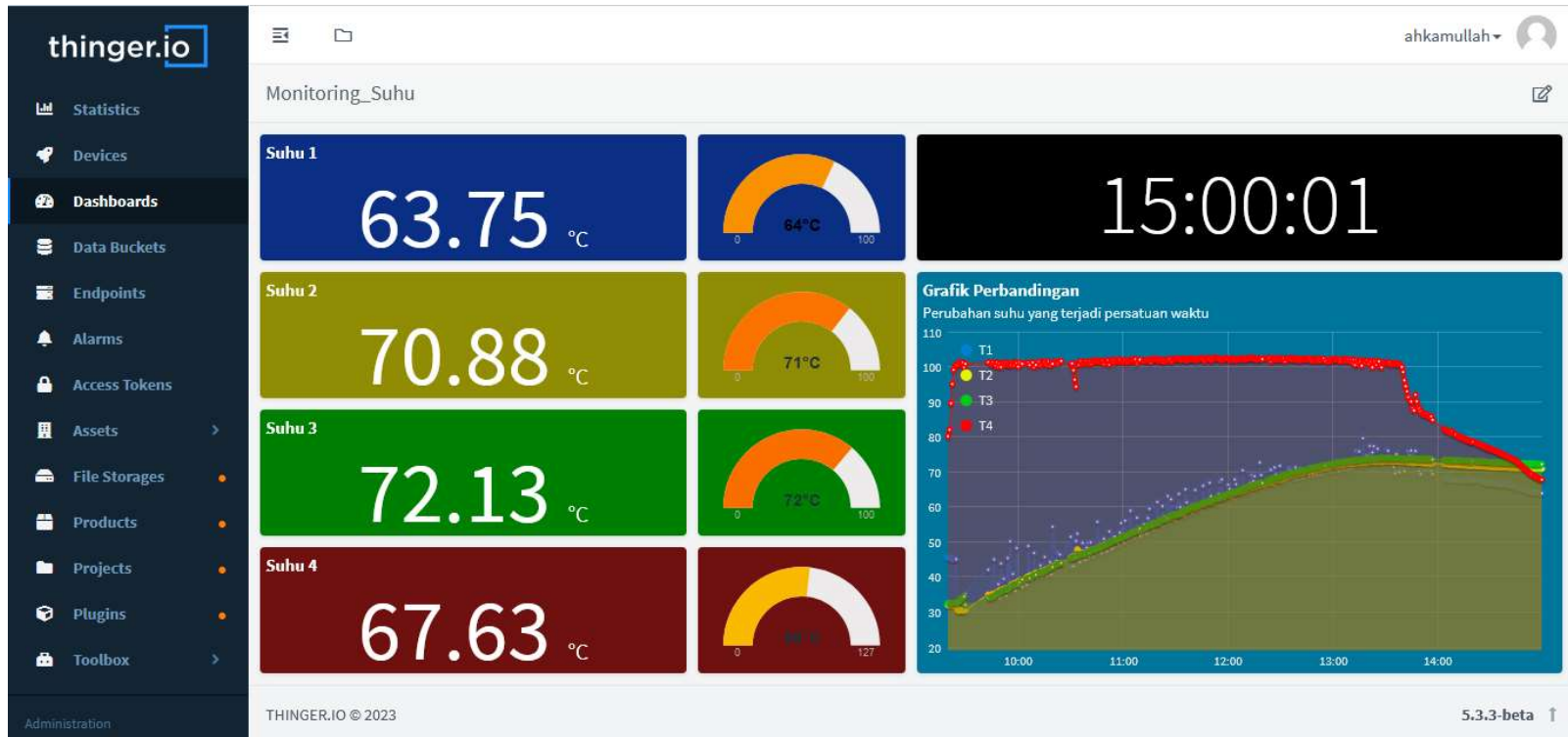
Gambar 4. 5 Pengujian pemrograman NodeMCU ESP8266

Pada bahasa pemrograman ini berisikan nama wifi dan juga password dari jaringan wifi yang digunakan. Untuk dapat terhubung ke platform *Thingier.Io* dimasukkan bahasa “*myChannelNumber*” dan “*myWriteAPIKey*”. Bahasa pemrograman tersebut dapat dilihat pada akun *Thingier.Io* sesuai dengan channel yang dipakai.

4.2.2 Pengujian Platform Thingier.Io

Pengujian ini dilakukan agar dapat mengetahui program yang dikirim dari NodeMCU ESP8266 dapat berhasil diaplikasikan di platform *Thingier Io*. Nilai pembacaan sensor pada LCD sama dengan nilai platform *Thingier.Io* yang di tampilkan dalam bentuk grafik dan juga angka dengan waktu pengiriman data setiap 20 detik.

Berikut hasil pembacaan beberapa titik sensor di platform *Thingier.Io*.



Gambar 4.6 Tampilan Hasil Pembacaan pada beberapa titik sensor di platform *Thing.io*

4.3 Pengujian *Solar Water Heater*

Sebelum melakukan pengujian alat paraktikum solar water heater secara keseluruhan, maka dilakukan pengujian membandingkan hasil pembacaan sensor digital manual dengan hasil pembacaan pada platfrom *Thinger.io*. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan laptop dan juga handphone yang terhubung dengan jaringan internet.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian sensor suhu DS18B20 pada titik T₁

No.	Waktu (WITA)	Sensor Suhu manual display LCD (°C)	Sensor suhu IoT (Thinger.io) (°C)	Selisih
1.	10:00	38,13	33,5	4,63
2.	10:30	55,68	55,56	0,12
3.	11:00	69,69	67,69	2
4.	11:30	72,87	72,69	0,18
5.	12:00	73,01	72,69	0,32
Rata-rata selisih				1,45

Berdasarkan Tabel 4.1 Hasil Pengujian sensor suhu dapat dilihat tingkat Selisih nilai suhu antara pembacaan manual menggunakan LCD dengan *IoT* menggunakan *Thinger.io* terbesar yaitu 4,63 dengan rata-rata selisih 1,45

Setelah sistem program *Internet of Things (IoT)* telah diuji, maka dilakukan pengujian alat praktikum yang terintegrasi dengan sistem *IoT* secara keseluruhan sehingga alat job *Solar Water Heater* ini layak dipakai dalam praktikum Energi Alternatif. Berikut hasil pengujiannya.

Tabel 4.2 Hasil Pengujian *Solar Water Heater* yang terintegrasi dengan sistem *Thinger.Io*

No	Waktu t(jam)	Intesitas G (W/m ²)	Temperatur Air Kolektor (°C)		Temperatur Air Tangki (°C)		
			T ₁ (T _{in})	T ₄ (T _{out})	T ₂ (T ₁)	T ₃ (T ₂)	T _r
1.	9:00	768	45,56	80,13	31,94	32,5	32,22
2.	9:30	903	31,5	100,31	35,63	32	33,815
3.	10:00	917	41,5	99,88	38,44	37,81	38,125
4.	10:30	925	43,06	99	45,75	45,38	45,565
5.	11:00	903	50,81	101,44	51,81	52	51,905
6.	11:30	925	58,5	101,81	57,56	57,56	57,56
7.	12:00	836	66,25	102,25	63,19	63,19	63,19
8.	12:30	756	67,25	102,25	67,88	68,56	68,22
9.	13:00	730	68,5	70,3	69,3	68,8	69,05
10.	13:30	609	72,56	94,44	72,88	73,69	73,285
11.	14:00	456	71,5	84,69	72,5	73,56	73,03
12.	14:30	440	66,63	76,31	71,5	72,75	72,125
13.	15:00	923	63,75	67,63	70,88	72,13	65,02



4.4 Deskripsi Kegiatan

Deskripsi hasil pengujian ini menggunakan data no. 1 pada tabel 4.1

Pengujian alat sebagai berikut.

Diketahui :

$$T_1 = 45,56 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_2 = 31,94 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_3 = 32,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_4 = 80,13 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_r = 32,22 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$C_p \text{ Air} = 4179,2 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$$

$$A_{\text{kolektor}} = 1,97 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{abs}} = 0,119 \text{ m}^2$$

a. Energi Input Kolektor (Q_{in})

Untuk menghitung energi input kolektor menggunakan rumus pada persamaan (2.13), maka diperoleh nilai energi input sistem kolektor sebagai berikut:

$$Q_{in} = G \times A$$

$$Q_{in} = 768 \text{ W/m}^2 \times 1,97 \text{ m}^2$$

$$Q_{in} = 1512,96 \text{ Watt}$$

b. Energi Output Sistem Kolektor (Q_{out-k})

Untuk menghitung energi output sistem menggunakan rumus pada persamaan (2.14), maka diperoleh nilai energi output sebagai berikut:

$$Q_{out-k} = \frac{m_{air} \cdot C_{p\text{air}} \cdot (T_0 - T_i)}{t}$$

$$m_{air} = V_k \times \rho_{air-k}$$

$$V_k = \pi \times r^2 \times L_p \times n$$

$$V_k = 3,14 \times (0,009525)^2 \text{ m} \times 1,99 \text{ m} \times 9$$

$$V_k = 5,107 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$T_{f-k} = \frac{1}{2} (T_{in} + T_{out})$$

$$T_{f-k} = \frac{1}{2} (45,56 \text{ }^\circ\text{C} + 80,13 \text{ }^\circ\text{C})$$

$$T_{f-k} = 62,845 \text{ }^\circ\text{C}$$

ρ_{air-k} pada $T_{f-k} = 62,845 \text{ }^\circ\text{C}$ adalah $995,3125 \text{ kg/m}^3$

$$m_{air} = 5,102 \times 10^{-3} \text{ m}^3 \times 995,3125 \text{ kg/m}^3$$

$$m_{air} = 5,08 \text{ kg}$$

$$Q_{out-k} = \frac{m_{air} \cdot c_{pair} \cdot (T_o - T_i)}{t}$$

$$Q_{out-k} = \frac{5,08 \text{ kg} \cdot 4179,2 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C} \cdot (18,88)^\circ\text{C}}{1800 \text{ s}}$$

$$Q_{out-k} = 407,971 \text{ Watt}$$

c. Efisiensi Kolektor ($\eta_{kolektor}$)

Untuk menghitung efisiensi kolektor menggunakan rumus pada persamaan (2.15) dengan menggunakan data ke 1 pada tabel 4.1, maka diperoleh nilai energi input pipa absorber sebagai berikut:

$$\eta_{kolektor} = \frac{Q_{out}}{Q_{in}} \times 100\%$$

$$\eta_{kolektor} = \frac{407,971 \text{ Watt}}{1512,96 \text{ Watt}} \times 100\%$$

$$\eta_{kolektor} = 27 \%$$

d. Kesetimbangan Energi

Untuk menghitung kesetimbangan energi menggunakan rumus pada persamaan (2.16) dan persamaan (2.17), maka diperoleh nilai energi sebagai berikut:

$$Q_{in} = Q_{out} + Q_e \text{ (Watt)}$$

$$Q_e = Q_{in} - Q_{out} \text{ (Watt)}$$

$$Q_e = 1512,96 \text{ Joule} - 407,971 \text{ (Watt)}$$

$$Q_e = 1104,989 \text{ Watt}$$

$$Q_{in} = 407,971 + 1104,989 \text{ (Watt)}$$

$$Q_{in} = 1512,96 \text{ Watt}$$

e. Energi yang Tersimpan dalam Tangki (Q_t)

Energi yang tersimpan dalam tangki dapat dihitung menggunakan persamaan (2.18), maka diperoleh nilai energi sebagai berikut:

$$Q_t = \frac{m_{air} \cdot c_{pair} \cdot (T_{akhi} - T_{awal})}{t} \text{ (Watt)}$$

Dimana

$$m_{air} = V_s \times \rho_{air-s}$$

$$m_{air} = 0,1 \text{ m}^3 \times \rho_{air-s}$$

$$T_{f-s} = \frac{1}{2} (T_2 + T_1)$$

$$T_{f-s} = \frac{1}{2} (33,815 \text{ } ^\circ\text{C} + 32,22 \text{ } ^\circ\text{C})$$

$$T_{f-s} = 33,0175 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Sehingga ρ_{air-s} pada $T_{f-s} = 33,0175 \text{ } ^\circ\text{C}$ adalah $996,745625 \text{ kg/m}^3$

$$m_{air} = 0,1 \text{ m}^3 \times 996,745625 \text{ kg/m}^3$$

$$m_{air} = 99,674 \text{ kg}$$

$$Q_t = \frac{99,674 \text{ kg} \cdot 4179,2 \cdot (33,815 \text{ }^\circ\text{C} - 32,22 \text{ }^\circ\text{C})}{1800 \text{ s}}$$

$$Q_t = 369,1184 \text{ Watt}$$

f. Efisiensi Sistem (η_{sis})

Efisiensi sistem dapat dihitung menggunakan persamaan (2.19), maka diperoleh nilai energi sebagai berikut:

$$\eta_{\text{sis}} = \frac{Q_{\text{out}} - \tau_a}{Q} \times 100\%$$

$$\eta_{\text{sis}} = \frac{369,1184 \text{ Watt}}{1512,96 \text{ Watt}} \times 100\%$$

$$\eta_{\text{sis}} = 24 \%$$



Tabel 4.3 Tabel Hasil Analisa Pengujian Solar Water Heater

No	$T_o - T_i$ (°C)	T_f Kolektor (°C)	ρ_{Air} (Kg/m ³)	m_{air} Kolektor (Kg)	Q_{in} kolektor (Watt)	Q_{in} pipa abs (Watt)	Q Output Kolektor (Watt)	$\eta_{kolektor}$ (%)	Kesetimbangan Energi (Watt)	$T_o - T_i$ (°C)	T_f Kolektor (°C)	ρ_{Air} (Kg/m ³)	m_{air} Kolektor (Kg)	Q_{tangki} (Watt)	η_{sistem} (%)
1.	34,57	62,84	995,31	5,08	1512,96	164505,6	407,97	27%	1512,96	34,57	0	0	0	0	0
2.	68,81	65,90	997,23	5,09	1778,91	386845,2	406,80	23%	1778,91	68,81	33,01	996,74	99,67	369,11	24%
3.	58,38	70,69	995,0008	5,08	1806,49	589264,2	229,58	13%	1806,49	58,38	35,17	996,20	99,62	682,90	38%
4.	55,94	71,03	992,70	5,06	1822,25	792540	164,60	9%	1822,25	55,94	38,89	995,27	99,52	1027,92	57%
5.	50,63	76,12	989,34	5,05	1778,91	990675	118,78	7%	1778,91	50,63	42,06	993,96	99,39	1135,71	62%
6.	43,31	80,15	985,98	5,03	1822,25	1188810	84,38	5%	1822,25	43,31	44,89	992,55	99,25	1167,91	66%
7.	36	84,25	982,40	5,01	1646,92	1353958	59,90	4%	1646,92	36	47,70	991,14	99,11	1187,81	65%
8.	35	84,75	980,83	5,008	1489,32	1585080	50,87	3%	1489,32	35	50,22	989,89	98,98	1181,98	72%
9.	1,8	69,4	979,83	5,003	1438,1	1611641	2,32	0%	1438,1	1,8	50,63	989,68	98,96	1057,86	71%
10.	21,88	83,5	978,004	4,99	1199,73	1619352	25,37	2%	1199,73	21,88	52,75	988,62	98,86	1047,32	73%
11.	13,19	78,09	978,4	4,99	898,32	1720026	13,91	2%	898,32	13,19	52,62	987,68	98,76	935,85	78%
12.	9,68	71,47	980,014	5,004	866,8	1565374	9,37	1%	866,8	9,68	52,17	998,91	99,89	841,36	94%
13.	3,88	65,69	985,70	5,03	1818,31	1269778	3,48	0%	1818,31	3,88	48,62	990,69	99,06	628,71	73%

Keterangan :

$$A_{kolektor} = 1,97 \text{ m}^2$$

$$A_{abs} = 0,119 \text{ m}^2$$

$$C_{p_{air}} = 4179,2 \text{ J/g.K}$$

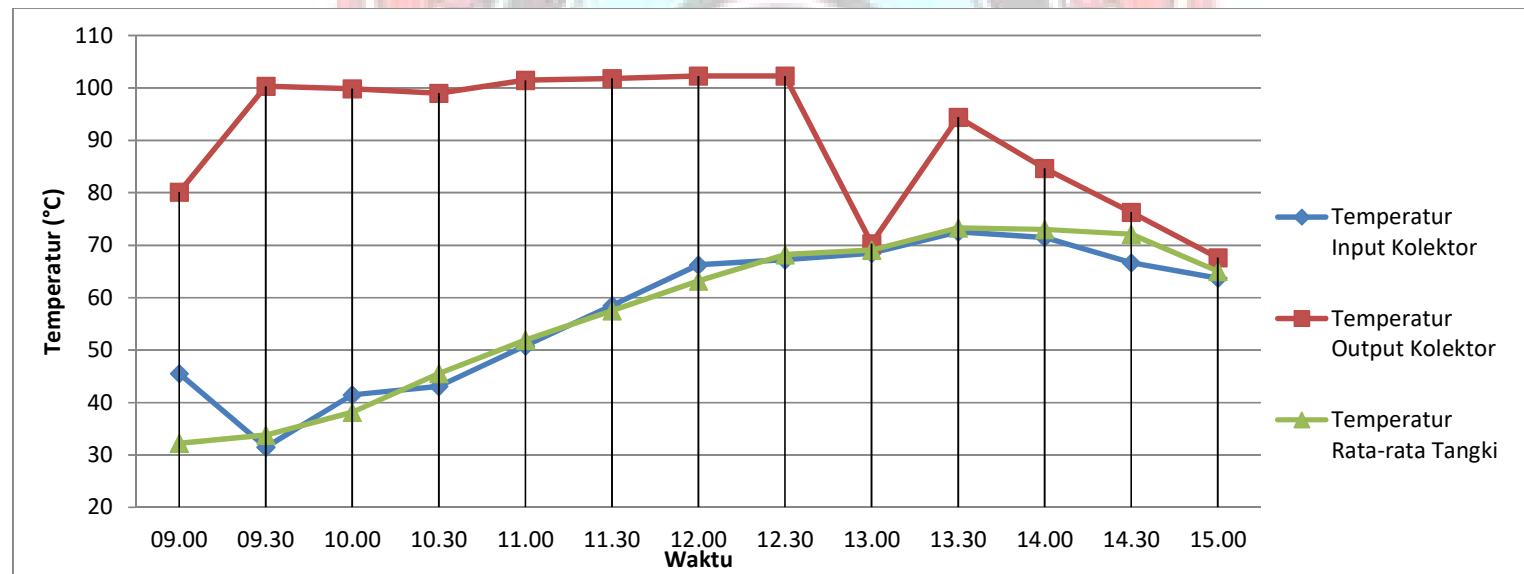
$$V_{kolektor} = 0,005107 \text{ m}^3$$

$$V_{tangki} = 0,1 \text{ m}^3$$

4.5 Grafik dan Pembahasan

4.5.1 Temperatur Input, Output Kolektor, dan Temperatur Rata-rata Tangki

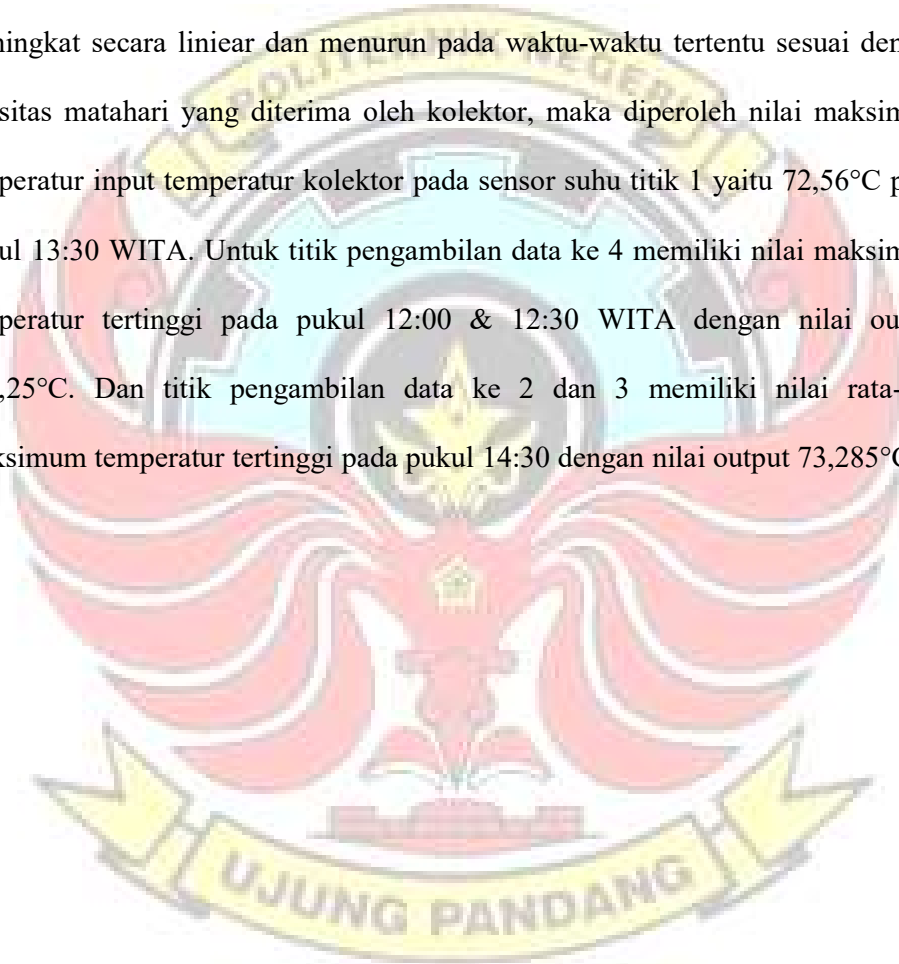
Gambar 4.6 menunjukkan hubungan antara waktu terhadap temperatur input, temperatur output kolektor dan temperatur rata-rata tangki.



Gambar 4.7 Hubungan Antara Waktu Terhadap Temperatur Input Kolektor

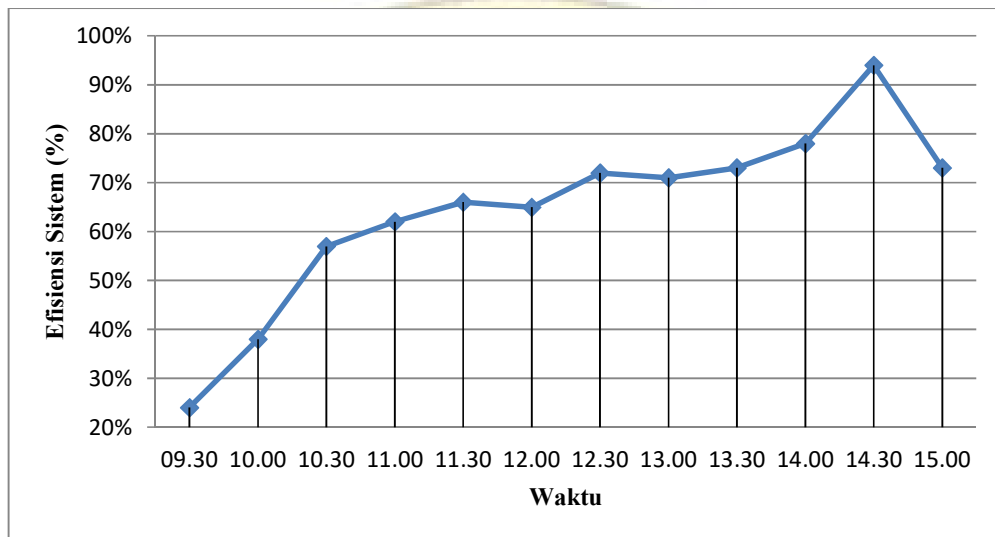
Untuk mendapatkan data tersebut digunakan data hasil pengujian alat sensor suhu yang dipasang beberapa titik. Temperatur Input dan output, dipasang pada titik 1 dan titik 4 pada Kolektor dan temperatur rata-rata tangki di pasang pada titik 2 dan 3 pada tangki.

Dari hasil pengujian bahwa trend grafik tiap titik pengambilan data meningkat secara linier dan menurun pada waktu-waktu tertentu sesuai dengan intensitas matahari yang diterima oleh kolektor, maka diperoleh nilai maksimum temperatur input temperatur kolektor pada sensor suhu titik 1 yaitu $72,56^{\circ}\text{C}$ pada pukul 13:30 WITA. Untuk titik pengambilan data ke 4 memiliki nilai maksimum temperatur tertinggi pada pukul 12:00 & 12:30 WITA dengan nilai output $102,25^{\circ}\text{C}$. Dan titik pengambilan data ke 2 dan 3 memiliki nilai rata-rata maksimum temperatur tertinggi pada pukul 14:30 dengan nilai output $73,285^{\circ}\text{C}$.



4.5.2 Efisiensi Sistem

Gambar 4.9 menunjukkan hubungan antara waktu terhadap efisiensi sistem. Untuk menghasilkan gambar tersebut digunakan tabel data hasil Efisiensi Sistem dari pengujian kolektor dengan beberapa titik pengambilan data pada alat *solar water heater*

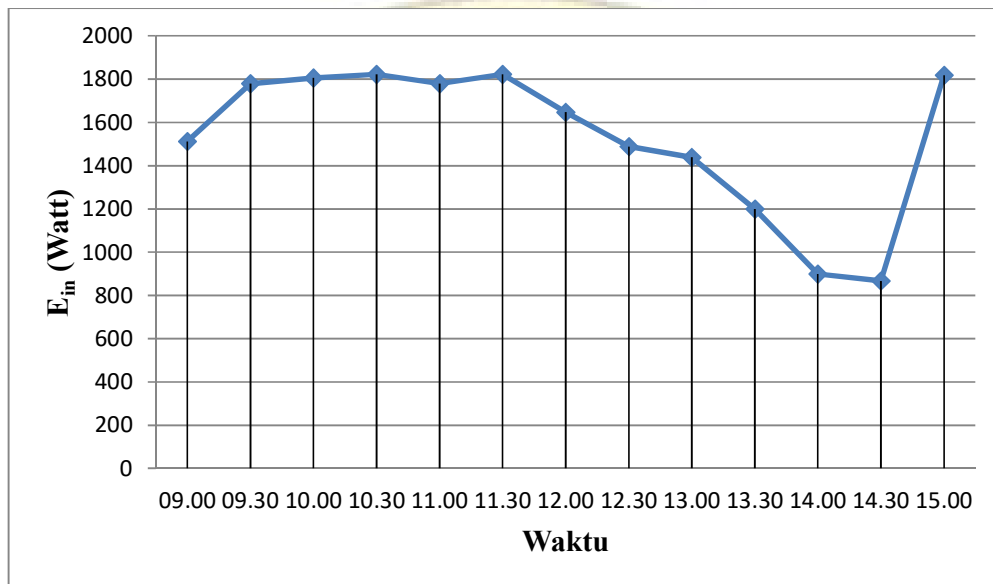


Gambar 4.8 Hubungan Antara Waktu Terhadap Efisiensi Sistem

Dari gambar 4.7 hubungan antara waktu terhadap efisiensi sistem terlihat bahwa nilai efisiensi dari tiap titik pengambilan data temperatur yang berbeda memiliki puncak efisiensi yang berbeda pula. Nilai efisiensi sistem yang paling tinggi yaitu sebesar 94% pada pukul 14:30 WITA untuk tiap titik pengambilan data pertama, kedua, ketiga dan keempat.

4.5.3 Energi Input Kolektor

Gambar 4.10 menunjukkan hubungan antara waktu terhadap energi input kolektor. Untuk menghasilkan gambar tersebut digunakan tabel data hasil Energi Input kolektor dari pengujian kolektor dengan beberapa titik pengambilan data pada alat *solar water heater*.

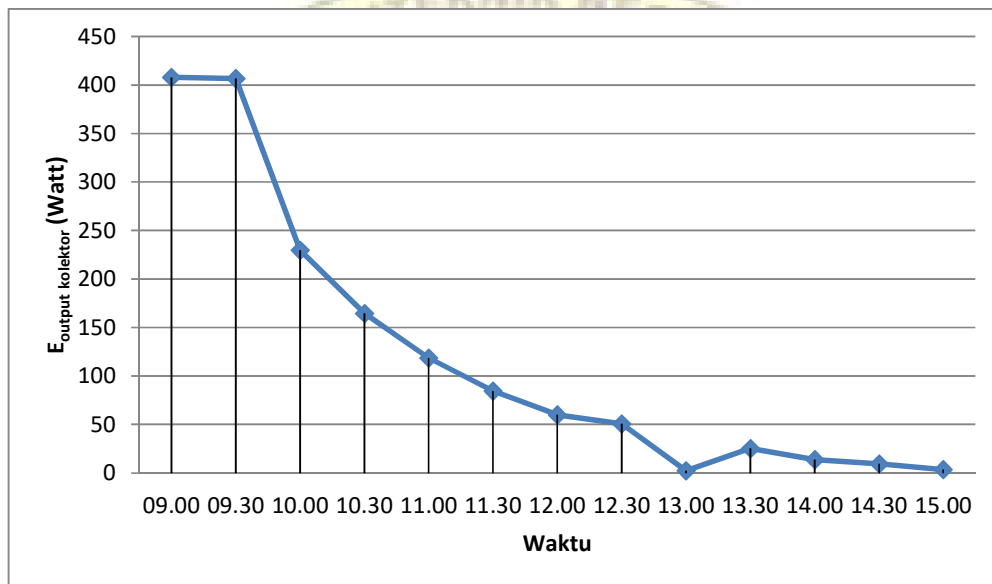


Gambar 4. 9 Hubungan antara Energi Input (E_{in}) terhadap waktu

Dari gambar 4.8 hubungan antara energi input (E_{in}) terhadap waktu terlihat bahwa nilai energi input memiliki puncak energi input. Nilai energi input kolektor yang paling tinggi yaitu sebesar 1822,25 Watt pada pukul 10:30 WITA dan 11:30 WITA.

4.5.4 Energi Output Kolektor

Gambar 4.10 menunjukkan hubungan antara waktu terhadap energi output kolektor. Untuk menghasilkan gambar tersebut digunakan tabel data hasil Energi Output kolektor dari pengujian kolektor dengan beberapa titik pengambilan data pada alat *solar water heater*.



Gambar 4. 10 Hubungan antara Energi Output Kolektor terhadap waktu

Dari gambar 4.9 hubungan antara Energi Output Kolektor terhadap waktu terlihat bahwa nilai energi output dari titik pengambilan data temperatur pertama dan keempat memiliki puncak energi output. Nilai energi output kolektor yang paling tinggi yaitu sebesar 407,97137 Watt pada pukul 09:00 WITA untuk tiap titik pengambilan data pertama dan keempat.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan data yang telah diperoleh dari hasil pembuatan dan pengujian alat maka dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Modul Solar Water Heater ini telah dapat dan siap digunakan untuk sarana praktikum Energi Alternatif dengan menggunakan *Internet of Things* (IoT) sebagai penyimpan data hasil pengukuran sensor temperatur (T_1 yaitu temperatur input kolektor, T_2 yaitu temperatur dasar tangki, T_3 yaitu temperatur bagian atas tangki dan T_4 yaitu temperatur output kolektor).
2. Sistem *Internet of Things* (IoT) yakni menggunakan platform *Thingier.Io* dapat menyimpan dan menampilkan data hasil pengukuran rata-rata data sensor temperatur berupa T_1 sebesar $57,49\text{ }^{\circ}\text{C}$, T_2 sebesar $57,63\text{ }^{\circ}\text{C}$, T_3 sebesar $57,68\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan T_4 sebesar $90,80\text{ }^{\circ}\text{C}$ pada pukul 09:00 hingga pukul 15:00 WITA dengan rata-rata efisiensi sistem sebesar 64%.

5.2 Saran

1. Dibutuhkan pengembangan lebih lanjut agar sistem yang dibuat ini dapat diaplikasikan pada sistem alat pembangkit lainnya.
2. Untuk pengembangannya dapat ditambahkan sensor intensitas cahaya matahari agar memudahkan pencatatan data intensitas cahaya matahari yang dihasilkan.

3. Dan juga di butuhkan pengembangan pada sistem *IoT* lebih lanjut sehingga dapat menampilkan nilai efisiensi sistem tanpa menganalisa secara manual



DAFTAR PUSTAKA

- Albahar, A. K. (2020). PENGARUH SUDUT KEMIRINGAN PANEL SURYA (PV) TERHADAP KELUARAN DAYA . *Jurnal Ilmiah Elektrokrisna*, Vol.8 No.2 .
- Anjas, I. K. (2002). *RANCANG BANGUN KOLEKTOR SURYA TURBULAR DENGAN REFLEKTOR PADA PIPA KACA*. Makassar.
- Aryadinata, I.G.N.A., Sucipta. M., dan Astawa, K. (Januari 2017). Analisa Performansi Kolektor Surya Terkonsentrasi Dengan Variasi Jumlah Pipa Absorber Berbentuk Spiral. *Jurnal Ilmiah Teknik Desain Mekanika*. Vol. 6, No. 1., Hlm. 11-16.
- Cahyono, G. H. (2013). Internet of Things. *Sejarah, Teknologi dan Penerapan*, 1689–1699.
- D, A. D. (2020). Perancangan Dan Pembuatan Alat Inkubator Berbasis Mikrokontroler. *INDEPT*, 9(1), 52-56.
- Dinata, Y. M. (2016). *Arduino Itu Pintar*. PT. Elex Media Komputindo.
- Djenal, D. P. (2015). Sistem Monitoring Intesitasi Radisi Matahari. *Jurnal Meteorologi Klimatologi dan Geofisika*, 5. 10.
- Energi, P. W. (2019). Petunjuk Pemasangan dan Perawatan . Edisi Maret, Hlm 1-7.
- Firman Maulana, I. (2020). Penerapan Firebase Realtime Database pada Aplikasi E-Tilang Smartphone berbasis Mobile Android. *Jurnal Resti*, 4(5), 854-863.
- Genaldo, R. S. (Desember 2020). SISTEM KEAMANAN PADA RUANGAN PRIBADI MENGGUNAKAN. *Jurnal Teknik dan Sistem Komputer*, Vol. 1, No. 2, 46-52,.
- Hidayat, R. R. (2011). *RANCANG BANGUN ALAT PEMISAH GARAM DAN AIR*. Bogor.
- Jamila, S., Taniyo, R.M., & Rumpang, B. (2001). Perancangan dan Pembuatan Pemanas Air Surya Model Silinder Parabolik dengan Menggunakan Reflektor Stainless Steel. *Tugas Akhir*, Hlm 1-2.

- Megawati, S. L. (2021). Pengembangan Sistem Teknologi Internet of Things Yang Perlu Dikembangkan Negara Indonesia. *Journal Information Engineering and Educational Technology*, Volume 05 Nomor 01.
- Paraya, G. R. (2018). Penerapan Firebase Realtime Database Pada Prototype Aplikasi Pemesanan Makanan Berbasis Android. *Jurnal Informatika Dan Sistem Informasi*, 4(3), 397-406.
- Prasetya, A. N. (Yogyakarta. 2008). Pemanas Air Energi Surya Dengan Kolektor Pipa Seri. *Skripsi (Online). Program Studi Teknik Mesin Universitas Sanata Dharma*.
- Prasetyo, M. R. (Maret, 2021). RANCANGKONTROL DANMONITORING CHARGINGBATERAI PADA PEMBANGKIT LISTRIK BERTENAGA SURYA BERBASIS INTERNET OF THINGS. *Jurnal Teknologi Penerbangan*, VOL. 5No. 1.
- Raja, F. G. (2022). Rancangan Bangun Pemanas Air Tenaga Surya dan Analisa Pengaruh Sudut Kemiringan Kolektor Surya Terhadap Efisiensi Termal Kolektor Surya. *Jurnal Teknologi Rekayasa Teknik Mesin*, Vol.3, No.1. Hlm 81-86.
- Ramdani D, F. M. (2020). Rancang Bangun Sistem Otomatisasi Suhu. *Jurnal Informasi*, Hal.4.
- Sawidin, S. P. (Bandung, 4-5 Agustus 2021). Kontrol dan Monitoring Sistem Smart Home Menggunakan Web Thinger.io Berbasis IoT. *Prosiding The 12th Industrial Research Workshop and National Seminar*, 464.
- Simorangkir, A. (2009). Pemanas Air Energi Surya Menggunakan Kolektor Pelat Datar dengan Pipa Diameter 3/4 dan 5/8. *Tugas Akhir*.
- Sudrajat, S. E. (Desember 2014). Perancangan Solar Water Heater Jenis Plat Datar Temperatur Medium Untuk Aplikasi Penghangat Air Mandi. *Jurnal Teknologi*, Vol. 7, No. 2, Hlm 118-127.
- Tangkemanda, A., dan Susanto, T. A. (2017). Optimalisasi Kiinerja Solar Water Heater Dengan Pemilihan Material. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian (SNP2M)*, pp.47-52.
- Wibowo, A. (2010). Pemanas Air Surya. *Jobsheet.*, Makassar : Politeknik Negeri.

Wiradani, T. (2012). *RANCANG BANGUN PEMANAS AIR TENAGA SURYA DENGAN MENGGUNAKAN KOLEKTOR SURYA PLAT DATAR*. Surabaya.





LAMPIRAN

Lampiran 1 "Script Program"

a. "Script Program Arduino"

```
#include <DallasTemperature.h>
#include <OneWire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#define ONE_WIRE_BUS 2
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 20, 4);
OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS); //Membuat variabel oneWire berdasarkan
PIN yang telah didefinisikan
DallasTemperature sensor(&oneWire); //Membuat variabel untuk menyimpan
hasil pengukuran
//deklarasi variable suhu DS18B20 dengan jenis data float
float suhuDS18B20_0;
float suhuDS18B20_1;
float suhuDS18B20_2;
float suhuDS18B20_3;
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  //aktifkan lcd
  lcd.begin();
  lcd.backlight();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("BISMILLAH");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("WISUDA");
  delay(2000);
  //aktifkan sensor
  sensor.begin();
  sensor.setResolution(0, 10);
  sensor.setResolution(1, 10);
  sensor.setResolution(2, 10);
  sensor.setResolution(3, 10);
  delay(2000);
}
void loop() {
  //baca nilai sensor
  sensor.requestTemperatures(); // Perintah konversi suhu
  //Membaca data suhu dari sensor #0 dan mengkonversikannya ke nilai Celsius
  suhuDS18B20_0 = sensor.getTempCByIndex(0);
  suhuDS18B20_1 = sensor.getTempCByIndex(1);
  suhuDS18B20_2 = sensor.getTempCByIndex(2);
  suhuDS18B20_3 = sensor.getTempCByIndex(3);
  //menampilkan di lcd
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("T1 = ");
```

```

lcd.setCursor(5, 0);
lcd.print(suhuDS18B20_0, 2);
lcd.print(char(176));
lcd.print("C");
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("T2 = ");
lcd.setCursor(5, 1);
lcd.print(suhuDS18B20_1, 2);
lcd.print(char(176));
lcd.print("C");

lcd.setCursor(0, 2);
lcd.print("T3 = ");
lcd.setCursor(5, 2);
lcd.print(suhuDS18B20_2, 2);
lcd.print(char(176));
lcd.print("C");
lcd.setCursor(0, 3);
lcd.print("T4 = ");
lcd.setCursor(5, 3);
lcd.print(suhuDS18B20_3, 2);
lcd.print(char(176));
lcd.print("C");
delay(1000);
//baca permintaan dari NodeMCU
String minta = "";
//baca permintaan NodeMCU
while(Serial.available()>0)
{
minta += char(Serial.read());
}
//buang spasi data yang diterima
minta.trim();
//uji variable minta
if (minta == "Ya")
{
//kirim datanya
kirimdata();
}
//kosongkan variable minta
minta = "";
}
void kirimdata()
{
//sediakan variabel penampung data yang akan dikirim

```



```
String datakirim = String(suhuDS18B20_0) + "#" + String(suhuDS18B20_1) +
"##" + String(suhuDS18B20_2) + "#" + String(suhuDS18B20_3);
//kirim data
Serial.println(datakirim);
}
```

b. “Script Program nodeMCU ESP8266”

```
#include <SoftwareSerial.h>
#include <ThingierESP8266.h>
#include <ESP8266WiFi.h>

//buat variable untuk software serial (RX,TX);
SoftwareSerial DataSerial(12,13);
//millis sebagai pengganti delay
unsigned long previousMillis =0;
const long interval = 3000;
//variable array data untuk parsing
String arrData [4];
//konfigurasi Thingier
#define USERNAME "ahkamullah"
#define DEVICE_ID "SWH_MONITOR"
#define DEVICE_CREDENTIAL "cGyj?r1@fmSBMuK%"
//variable thingier
ThingierESP8266 thing(USERNAME, DEVICE_ID, DEVICE_CREDENTIAL);
//konfigurasi WiFi
const char *ssid = "Yoberkkk";
const char *pass = "ahkamullah";
//sediakan variable untuk menampung nilai sensor
float T1;
float T2;
float T3;
float T4;
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  DataSerial.begin(9600);
  WiFi.begin(ssid, pass);
  while(WiFi.status() != WL_CONNECTED)
  {
    delay(500);
    Serial.print("..");
  }
  Serial.println();
  Serial.println("NodeMCU is connected!");
  Serial.println(WiFi.localIP());
```



```

//hubungkan nodeMCU ke Thinger
thing.add_wifi (ssid,pass);
//data yang akan dikirim
thing["Dataku"] >> [](pson & out)
{
  out["T1"] = T1;
  out["T2"] = T2;
  out["T3"] = T3;
  out["T4"] = T4;
};
}
void loop() {
  //konfigurasi millis
  unsigned long currentMillis = millis(); //baca waktu millis saat ini
  if(currentMillis - previousMillis >= interval)
  {
    //update previousMillis
    previousMillis = currentMillis;
    //prioritaskan pembacaan data dari Uno (hasil kiriman data)
    //baca data serial
    String data = "";
    while(DataSerial.available(>0)
    {
      data += char(DataSerial.read());
    }
    //buang spasi datanya
    data.trim();
    //uji data
    if(data != "")
    {
      //parsing data
      int index = 0;
      for (int i=0; i<= data.length(); i++)
      {
        char delimiter = '#';
        if(data[i] !=delimiter)
          arrData[index] += data[i];
        else
          index++; //variable index bertambah 1
      }
      //pastikan bahwa data yang dikirim lengkap
      //urutannya 0,1,2,3
      if (index == 3)
      {
        //tampilkan nilai sensor ke serial monitor
        Serial.println("T1 :"+ arrData[0]); //T1
      }
    }
  }
}

```

```
Serial.println("T2 :"+ arrData[1]); //T2
Serial.println("T3 :"+ arrData[2]); //T3
Serial.println("T4 :"+ arrData[3]); //T4
Serial.println();
}
//isi variable yang akan dikirim
T1 = arrData[0].toFloat();
T2 = arrData[1].toFloat();
T3 = arrData[2].toFloat();
T4 = arrData[3].toFloat();
//picu pengiriman data ke thinger
thing.handle();
arrData[0] = "";
arrData[1] = "";
arrData[2] = "";
arrData[3] = "";
}
//minta data ke Uno
DataSerial.println("Ya");
}
}
```



Lampiran 2 "Dokumentasi Kegiatan"



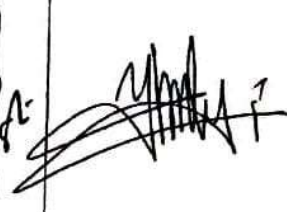



UJUNG PANDANG


LEMBAR REVISI JUDUL TUGAS AKHIR

Nama : Audrey Theresya Malaimau/Muhafids Ahkamullah/Fernando Saputra Panoto
 NIM : 34220009/34220014/34220021

Catatan Daftar Revisi Penguji :

No.	N a m a	U r a i a n	Tanda Tangan
1.	prof. A.M. Shiddiq Yunus, S.T., M.Eng, Sc, Ph.D	- tanda titik belum ada disetiap paragraf - Halaman dilupakan tidak ada	
2.	Ir. Chandra Bhuana, M.T.		
3.	Yi Yin Klistafani, S.T. M.T.	- Titik diakhir paragraf - Surat pernyataan - halaman - typo oh pada masalah - Istilah asing → Internet of Things Cetak miring	
4.	Musrady Mulyadi, S.ST., M.T.	- Simbol T _i ?? - Isi Video tutorial	

Makassar, 21 September 2023
 Ketua Ujian Sidang,


 Musrady Mulyadi, S.ST., M.T.
 NIP 197202012001121002