

**RANCANG BANGUN ALAT PENETAS TELUR UNGGAS (AYAM DAN  
BEBEK) BERBASIS *INTERNET OF THINGS* MENGGUNAKAN  
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA**



**SKRIPSI**

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan  
Pendidikan Diploma Empat (D-4) Program Studi Pembangkit Energi  
Jurusan Teknik Mesin  
Politeknik Negeri Ujung Pandang

**A.Asfar Magfira      442 21 021**

**Muh. Rizwan          442 21 031**

**PROGRAM STUDI D-4 TEKNIK PEMBANGKIT ENERGI  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
POLITEKNIK NEGERI UJUNG PANDANG  
MAKASSAR**

**2025**

## HALAMAN PERSETUJUAN

Laporan Tugas Akhir ini dengan judul **“Rancang Bangun Alat Penetas Telur Unggas (Ayam dan Bebek) Berbasis IoT Menggunakan PLTS”** oleh A.Asfar Magfira NIM 44221021 dan Muh.Rizwan NIM 44221031 telah di terima dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Teknik Pembangkit Energi Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung pandang.

Makassar, 25 September 2025

Pembimbing I



Ir. Chandra Bhuana, M.T.  
NIP. 19650319 199103 1 003

Pembimbing II



Muhammad Sidiq Dwi Putra, S.T., M.T.  
NIP. 19940325 202203 1 007

Mengetahui

Kordinator Program Studi,



Ir. Chandra Bhuana, M.T.  
NIP. 19650319 199103 1 003

## HALAMAN PENGESAHAN

Pada hari ini, tanggal 25 September 2025, tim penguji seminar hasil tugas akhir telah menerima hasil tugas akhir oleh mahasiswa A.Asfar Magfira NIM 44221021 dan Muh.Rizwan NIM 44221031 dengan judul **“Rancang Bangun Alat Penetas Telur Unggas (Ayam dan Bebek) Berbasis IoT Menggunakan PLTS”**

Makassar, 25 September 2025

Tim Pengujian Seminar Proposal Tugas Akhir:

- |  |               |   |
|--|---------------|---|
| 1. Prof. Dr. Ir. Firman, M.T.                | Ketua         | (  ) |
| 2. Dr. Muhammad Ruswandi Djalal, S.ST., M.T. | Sekretaris    | (  ) |
| 3. Ir. La Ode Musa, M.T.                     | Anggota I     | (  ) |
| 4. Sonong, S.T., M.T.                        | Anggota II    | (  ) |
| 5. Ir. Chandra Bhuana, M.T.                  | Pembimbing I  | (  ) |
| 6. Muhammad Sidiq Dwi Putra, S.T., M.T.      | Pembimbing II | (  ) |

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, atas rahmat dan hidayahnya-Nya, penulisan dan penyusunan skripsi dengan judul **“Rancang Bangun Alat Penetas Telur Unggas (Ayam dan Bebek) Berbasis IoT Menggunakan PLTS”** dapat diselesaikan dengan baik. skripsi ini dibuat dan disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan diploma empat (D-4) Program Studi Teknik Pembangkit Energi Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Skripsi ini tentunya tidak lepas dari bimbingan dan arahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan kesehatan, kekuatan serta inspirasi kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Kedua orang tua dan saudara-saudari penulis yang telah memberikan semangat, doa serta dukungannya.
3. Bapak Prof. Dr. Jamal, S.T., M.T. Selaku Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang.
4. Bapak Dr. Ir. Syaharuddin Rasyid, M.T. Selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.
5. Bapak Ir. Chandra Bhuana., M.T. Selaku Ketua Program Studi D4-Teknik Pembangkit Energi.
6. Bapak Prof. Ir. Makmur Saini, M.T.,Ph.D. Selaku wali kelas 4B-Teknik Pembangkit Energi.

7. Bapak Ir. Chandra Bhuana, M.T. dan Bapak Muhammad Sidiq Dwi Putra, S.T., M.T. Selaku pembimbing dan pengarah yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan proposal skripsi ini.
8. Segenap Dosen dan Staf Program Studi Teknik Pembangkit Energi yang telah memberikan ilmunya kepada penulis selama melaksanakan perkuliahan dan telah membantu menyediakan fasilitas sarana dalam menyelesaikan skripsi ini.
9. Angkatan 2021 D-4 Teknik Pembangkit Energi, khususnya teman-teman seperjuangan kelas 4B D-4 Teknik Pembangkit Energi atas semua dukungan, semangat dan kerja samanya.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, Penulis berharap dapat belajar lebih banyak lagi dalam mengimplementasikan ilmu yang diperoleh dan mengharapkan bantuan dari pembaca dengan memberikan kritik dan saran yang sifatnya membangun. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi diri penulis pribadi serta berbagai pihak yang telah membaca skripsi ini.

Makassar, 25 September 2025

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR SIMBOL.....	xii
SURAT PERNYATAAN.....	xiii
SURAT PERNYATAAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	53
1.1. Latar Belakang .....	53
1.2. Rumusan Masalah .....	57
1.3. Ruang Lingkup Kegiatan.....	57
1.4. Tujuan Kegiatan .....	57
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	59
2.1. Pembangkit Listrik Tenaga Surya.....	59
2.1.1 Sel Surya (PV) .....	59
2.1.2 Sistem Konversi Energi Surya Menjadi Listrik.....	59
2.2. Alat-alat PLTS .....	61

2.2.1. Jenis panel surya .....	61
2.2.2. Baterai (Accu).....	63
2.2.3. Inverter.....	64
2.2.4. Solar Charger Control.....	65
2.2.5. Automatic Transfer Switch (ATS) .....	66
2.2.6. Low Voltage Disconnect (LVD) .....	68
2.3. Perpindahan Panas.....	69
2.3.1. Perpindahan Panas Konduksi.....	69
2.3.2. Perpindahan Panas Konveksi.....	69
2.3.3. Perpindahan Panas Radiasi .....	70
2.4. Alat-alat Penetas Mesin Telur.....	71
2.4.1. ESP32 WROOM.....	71
2.4.2. LCD ( <i>Liquid-Crystal-Display</i> ) 12C.....	72
2.4.3. Sensor DHT22 .....	74
2.4.4. Modul <i>Relay 2 Channel</i> .....	76
2.4.5. Lampu Pijar.....	76
2.4.6. Rak Geser Telur .....	77
2.4.7. <i>Fan DC</i> .....	78
2.4.8. <i>Internet of Things</i> (IoT) .....	78
2.4.9. Blynk.....	79
2.4.10. Arduino IDE.....	80
2.5. Faktor yang Mempengaruhi Penetasan .....	81
2.5.1. Suhu .....	81

2.5.2. Kelembaban .....	81
2.5.3. Pemutaran Telur.....	81
<b>BAB III METODE KEGIATAN .....</b>	<b>83</b>
3.1. Tempat dan Waktu Kegiatan.....	83
3.2. Alat dan Bahan .....	83
3.3. Prosedur Perancangan .....	84
3.3.1. Studi Literatur.....	85
3.3.2. Tahap Perancangan alat.....	85
3.3.3. Perakitan Alat.....	92
3.3.4. Bahan Penelitian .....	92
3.3.5. Pengujian Alat.....	94
3.3.6. Teknik Analisa Data.....	94
3.3.7. Parameter PLTS dan Penetas Telur Yang di Ukur .....	96
3.3.8. Analisa hasil uji coba.....	97
<b>BAB IV HASIL DAN DESKRIPSI KEGIATAN .Error! Bookmark not defined.</b>	
4.1. Hasil Rancang Bangun Alat Penetas Telur Unggas (Ayam Dan Bebek ) Berbasis IoT Menggunakan PLTS.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2. Perhitungan Komponen Lampu dan Kipas..	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.3. Analisa Perhitungan PLTS.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2.1. Perhitungan PLTS .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.4. Analisis Laju Perpindahan Panas Pada Inkubator .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>defined.</b>	

4.3.1. Perhitungan Laju Perpindahan Panas Pada Inkubator	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.3.2. Hasil Analisis Suhu 38,0-39,0 °C Pada Inkubator .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.3.3. Grafik Data PLTS .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.3.4. Grafik Data Penetas Telur .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.3.5. Perbandingan Jurnal.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB V KESIMPULAN .....	98
5.1 Kesimpulan.....	98
5.2 Saran .....	98
DAFTAR PUSTAKA .....	100
LAMPIRAN .....	103



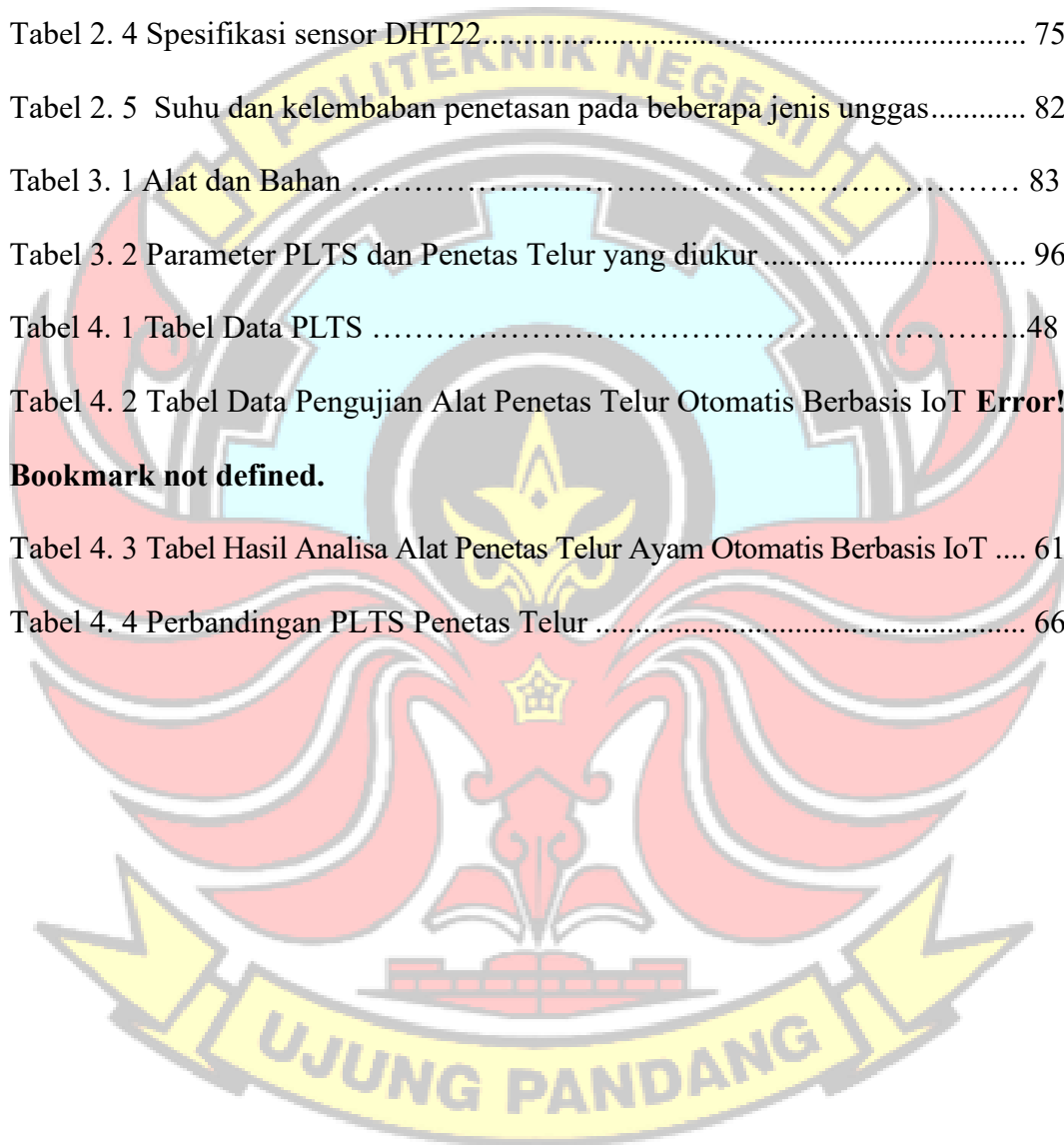
## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Proses Perubahan Cahaya Menjadi Arus Lisrik.....	59
Gambar 2. 2 Panel Surya Jenis Monokristal .....	61
Gambar 2. 3 Sel Surya Jenis Polikristalin.....	62
Gambar 2. 4 Sel Surya Jenis TFSC.....	63
Gambar 2. 5 Bagian Pada Baterai Jenis Lead Acid .....	64
Gambar 2. 6 Inverter .....	65
Gambar 2. 7 Solar Charger Control .....	66
Gambar 2. 8 Automatic Transfer Switch .....	68
Gambar 2. 9 Low voltage disconnect.....	68
Gambar 2. 10 Proses perpindahan panas secara konduksi.....	69
Gambar 2. 11 Proses perpindahan panas secara konveksi .....	70
Gambar 2. 12 Proses perpindahan panas secara radiasi.....	71
Gambar 2. 13 ESP32 WROOM .....	72
Gambar 2. 14 LCD (Liquid Crystal Display) 20x4 I2C.....	73
Gambar 2. 15 Sensor DHT22.....	75
Gambar 2. 16 Modul Relay 2 Channel .....	76
Gambar 2. 17 Lampu Pijar 5 Watt .....	77
Gambar 2. 18 Rak geser telur.....	77
Gambar 2. 19 Fan DC .....	78
Gambar 2. 20 Aplikasi Blynk .....	80
Gambar 2. 21 Arduino IDE.....	81
Gambar 3. 1 Diagram Alir Kegiatan Tugas Akhir.....	84

Gambar 3. 2 Skema Perancangan Alat.....	85
Gambar 3. 3 Rangkaian IoT penetas telur.....	87
Gambar 3. 4 Rangkaian PLTS .....	88
Gambar 3. 5 Skema Perancangan Alat Penetasan Telur Ayam).....	90
Gambar 3. 6 Flowchart system .....	91
Gambar 4.1 Tampilan suhu inkubator dan kelembapan pada LCD dan aplikasi Blynk temperatur 38,0 °C.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4.2 Tampilan suhu inkubator dan kelembapan pada LCD dan aplikasi Blynk temperatur 39,0 °C.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4.3 Grafik PLTS pada jam 08:00, 12:00 dan 16:00 (tanggal 23 Agustus – 1 September 2025) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4.4 Grafik PLTS pada jam 08:00, 12:00 dan 16:00 (tanggal 2 – 12 September 2025) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4.5 Grafik Suhu dan Kelembaban pada jam 08:00, 14:00 dan 20:00 (tanggal 15 - 28 Agustus 2025).....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Gambar 4.6 Grafik Suhu dan Kelembaban pada jam 08:00, 14:00 dan 20:00 (tanggal 29 Agustus – September 2025) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi ATS .....	67
Tabel 2. 2 Skenario kerja otomatis ATS .....	67
Tabel 2. 3 Spesifikasi Pin Pada LCD 20x4 12C .....	73
Tabel 2. 4 Spesifikasi sensor DHT22.....	75
Tabel 2. 5 Suhu dan kelembaban penetasan pada beberapa jenis unggas.....	82
Tabel 3. 1 Alat dan Bahan .....	83
Tabel 3. 2 Parameter PLTS dan Penetas Telur yang diukur .....	96
Tabel 4. 1 Tabel Data PLTS .....	48
Tabel 4. 2 Tabel Data Pengujian Alat Penetas Telur Otomatis Berbasis IoT <b>Error!</b> <b>Bookmark not defined.</b>	
Tabel 4. 3 Tabel Hasil Analisa Alat Penetas Telur Ayam Otomatis Berbasis IoT ....	61
Tabel 4. 4 Perbandingan PLTS Penetas Telur .....	66



## DAFTAR SIMBOL

SIMBOL	SATUAN	KETERANGAN
$P_{in}$	W	Daya input sel fotovoltaik
G	$W/m^2$	Intensitas radiasi matahari
A	$m^2$	Luasan sel fotovoltaik
$P_{out}$	W	Daya output sel fotovoltaik
V	V	Tegangan
I	A	Arus
$P_{ac}$	W	Total daya konsumen
$E_{ac}$	Wh	Total energi konsumen
t	S	Waktu
$E_b$	Ah	Kapasitas battery
$q_{rad}$	J/s	Laju perpindahan panas radiasi
A	$m^2$	Luas bidang
$\Delta T$	Celcius ( $^{\circ}C$ )	Perbedaan Temperatur
$^{\circ}C$	Celcius ( $^{\circ}C$ )	Suhu
%	RH	Kelembaban
$\varepsilon = 1$		Emisivitas suatu benda

## SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Lengkap : A.Asfar Magfira  
NIM : 44221021  
Program Studi : D-4 Teknik Pembangkit Energi  
Tempat / Tgl. Lahir : Bontojai / 24 November 2002  
Alamat : Dusun Maroangin

Dengan ini menyatakan :

- A. Tugas Akhir / Skripsi yang berjudul :  
Rancang Bangun Alat Penetas Telur Unggas (Ayam dan Bebek) Berbasis IoT Menggunakan PLTS.

Adalah benar disusun / dibuat oleh saya sendiri dan jika dikemudian hari diketahui berdasarkan bukti-bukti yang kuat ternyata Tugas Akhir / Skripsi tersebut dibuatkan oleh orang lain atau diketahui bahwa Tugas Akhir / Skripsi tersebut merupakan plagiat/mencontek/menjiplak hasil karya ilmiah orang lain, maka dengan ini saya siap menerima segala yang ditimbulkan berupa pembatalan/pencabutan Gelar Akademik dan siap mengulang kembali dari awal.

- B. Bahwa seluruh dokumen (copy ijazah, copy transkrip nilai) dan lain-lain sebagai persyaratan sidang adalah asli milik saya pribadi dan dapat saya pertanggung jawabkan keasliannya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Makassar, 25 September 2025  
Hormat Saya,



A.Asfar Magfira

## SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Lengkap : Muh. Rizwan  
NIM : 44221031  
Program Studi : D-4 Teknik Pembangkit Energi  
Tempat / Tgl. Lahir : Pinrang / 24 Februari 2003  
Alamat : JL. A. Makkasau

Dengan ini menyatakan :

- C. Tugas Akhir / Skripsi yang berjudul :  
Rancang Bangun Alat Penetas Telur Unggas (Ayam dan Bebek) Berbasis IoT Menggunakan PLTS.

Adalah benar disusun / dibuat oleh saya sendiri dan jika dikemudian hari diketahui berdasarkan bukti-bukti yang kuat ternyata Tugas Akhir / Skripsi tersebut dibuatkan oleh orang lain atau diketahui bahwa Tugas Akhir / Skripsi tersebut merupakan plagiat/mencontek/menjiplak hasil karya ilmiah orang lain, maka dengan ini saya siap menerima segala yang ditimbulkan berupa pembatalan/pencabutan Gelar Akademik dan siap mengulang kembali dari awal.

- D. Bahwa seluruh dokumen (copy ijazah, copy transkrip nilai) dan lain-lain sebagai persyaratan sidang adalah asli milik saya pribadi dan dapat saya pertanggung jawabkan keasliannya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Makassar, 25 September 2025  
Hormat Saya,



Muh. Rizwan

## RINGKASAN

Karena permintaan energi yang meningkat, pemerintah Indonesia berusaha lebih keras untuk mempercepat pengembangan energi terbarukan. Penggunaan sumber energi terbarukan sangat penting untuk mencapai tujuan tersebut. Energi terbarukan, seperti energi matahari dan angin, dianggap bersih, tidak terbatas, dan ramah lingkungan. Mesin penetas telur pada dasarnya adalah lemari atau kotak dengan desain khusus yang memungkinkan panas tetap berada di dalamnya. Rumusan masalah penelitian rancang bangun alat penetas, penerapan IoT, serta pengendalian suhu dan kelembaban. Tujuan penelitian membuat sistem otomatis berbasis IoT yang mampu memantau suhu dan kelembaban secara real-time, meningkatkan daya tetas telur ayam dan bebek, serta memanfaatkan energi surya sebagai sumber utama.

Metode penelitian dilakukan melalui tahap studi literatur, perancangan, perakitan, dan pengujian alat. Alat dibuat menggunakan ESP32 sebagai pengendalian utama dan sensor DHT22 untuk membaca suhu serta kelembaban. PLTS menjadi sumber utama energi dan PLN sebagai cadangan. Pengujian dilakukan untuk mengukur kinerja alat, kestabilan suhu, kelembaban, dan daya keluaran PLTS.

Alat penetas telur unggas berbasis IoT dengan sumber daya dari PLTS berhasil dibuat dan diuji dengan baik. Alat ini menggunakan bahan multiplex, mampu menampung 40 butir telur, serta memakai tiga lampu pijar 5 watt sebagai pemanas. Sistem dikendalikan oleh ESP32 dan sensor DHT22. Dari hasil perhitungan PLTS tanpa beban, diperoleh daya input panel surya sebesar 871,42 watt, daya output sebesar 43,692 watt, dengan efisiensi panel surya sebesar 5,01%. Sementara itu, pada kondisi berbeban, daya input panel surya tetap sebesar 871,42 watt, namun daya output menurun menjadi 32,58 watt dengan efisiensi 3,73%. Energi listrik yang dihasilkan untuk beban mencapai 360 Wh atau 0,36 kWh. Untuk laju inkubator perpindahan panas radiasi pada suhu 38 °C didapatkan hasil 5,9 J/s. sedangkan pada 39 °C didapatkan hasil 6,5 J/s .

Alat penetas telur unggas berbasis IoT dengan tegangan PLTS berhasil dibuat dan berfungsi dengan baik. Sistem dapat menjaga suhu dan kelembaban otomatis serta menghemat energi listrik.

Adapun saran untuk menambahkan kapasitas panel surya dan baterai agar alat tetap stabil saat cuaca mendung dan meningkatkan fitur pengaturan *humidity* otomatis.

## SUMMARY

Due to the increasing demand for energy, the Indonesian government is making greater efforts to accelerate the development of renewable energy. The use of renewable energy sources is crucial to achieving this goal. Renewable energy, such as solar and wind power, is considered clean, unlimited, and environmentally friendly. An egg incubator is essentially a cabinet or box specially designed to maintain internal heat.

The research problems include the design and construction of the incubator, the application of IoT, and the control of temperature and humidity. The purpose of this research is to develop an automatic IoT-based system capable of monitoring temperature and humidity in real-time, improving the hatching rate of chicken and duck eggs, and utilizing solar energy as the main power source.

The research method consists of several stages: literature study, design, assembly, and testing of the device. The incubator is built using an ESP32 as the main controller and a DHT22 sensor to measure temperature and humidity. A solar power plant (PLTS) serves as the main energy source, with grid electricity (PLN) as a backup. Testing was conducted to measure the device's performance, stability of temperature and humidity, and the output power of the solar panel system.

The IoT-based poultry egg incubator powered by a solar energy system was successfully built and tested. The incubator is made of multiplex material, can hold up to 40 eggs, and uses three 5-watt incandescent lamps as heaters. The system is controlled by the ESP32 and DHT22 sensor. Based on the test results, under no-load conditions, the solar panel input power was 871.42 watts, output power was 43.692 watts, and efficiency reached 5.01%. Under load conditions, the input power remained at 871.42 watts, but the output power decreased to 32.58 watts, resulting in an efficiency of 3.73%. The total electrical energy produced for the load was 360 Wh or 0.36 kWh. The rate of heat transfer by radiation in the incubator at 38°C was 5.9 J/s, while at 39°C it increased to 6.5 J/s.

The IoT-based poultry egg incubator powered by solar energy was successfully developed and functions properly. The system can automatically maintain temperature and humidity while conserving electrical energy.

It is recommended to increase the capacity of the solar panel and battery to ensure stability during cloudy weather and to add an automatic humidity control feature.

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Karena permintaan energi yang meningkat, pemerintah Indonesia berusaha lebih keras untuk mempercepat pengembangan energi terbarukan. Kebijakan energi nasional (Peraturan Pemerintah Nomor 79 Tahun 2014) menetapkan sasaran untuk gabungan energi terbarukan sebesar 23% pada tahun 2025 dan 31% pada tahun 2050. Penggunaan sumber energi terbarukan sangat penting untuk mencapai tujuan tersebut. (Anisah, 2022). Energi terbarukan, seperti energi matahari dan angin, dianggap bersih, tidak terbatas, dan ramah lingkungan. Hal ini telah mendorong industri energi untuk memanfaatkan sumber terbarukan lebih banyak. (Mousa dkk, 2010).

Dengan luas sekitar 2 juta km<sup>2</sup> dan terletak di daerah khatulistiwa, Indonesia memiliki potensi besar untuk pengembangan energi surya. Wilayah ini memiliki kapasitas mencapai 5,1 MW atau 4,8 kWh/m<sup>2</sup>/hari, yang setara dengan 112.000 GWp yang tersebar di seluruh negeri, menunjukkan bahwa Indonesia memiliki potensi besar untuk pengembangan energi surya. (Hasan dkk, 2012). Potensi energi surya Indonesia rata-rata 4,8 kWh/m<sup>2</sup>/hari dengan variasi bulanan sekitar 9%, sedangkan potensi di wilayah barat 4,5 kWh/m<sup>2</sup>/hari dengan variasi bulanan sekitar 10%. (ESDM, Yudiarto, 2016).

Karena menjadi penggerak utama pembangunan, peternakan, terutama di Indonesia, memainkan peran penting dalam mendorong pertumbuhan ekonomi.

Konsumsi protein seperti daging, telur, dan unggas meningkat di Indonesia. Akibatnya, perlu dilakukan usaha untuk memastikan pasokan makanan yang cukup untuk memenuhi kebutuhan protein masyarakat.

Mesin penetas telur pada dasarnya adalah lemari atau kotak dengan desain khusus yang memungkinkan panas tetap berada di dalamnya. Alat ini sangat penting untuk menghasilkan bibit unggas, sehingga kualitas mesin penetas telur sangat dipengaruhi oleh kuantitas dan kualitas bibit yang dihasilkan. Mesin penetas telur otomatis, salah satu sistem penetasan telur yang lebih canggih, dapat mengatasi masalah ini dan membuat proses penetasan telur lebih mudah, efisien, dan praktis. Sistem ini menghasilkan hasil penetasan telur yang lebih optimal.

Untuk proses penetasan telur bebek yang berhasil, distribusi panas dan pengaturan suhu sangat penting. Untuk memastikan perkembangan embrio yang baik selama proses ini, diperlukan suhu dan aliran panas yang tepat. Beberapa panas mengalir keluar dari dinding inkubator melalui konveksi dan konduksi karena transfer energi panas dari bola lampu dan radiasi. Untuk meningkatkan efisiensi mesin penetas telur, sangat penting untuk menjaga tingkat kelembaban stabil di ruang penetasan dan menjaga suhu tetap stabil.

Berdasarkan penelitian terdahulu (Widiyanto, 2021) menyatakan Arduino yang digunakan dapat memberikan informasi suhu, kelembaban, waktu dan tanggal secara *real-time*, namun memiliki kekurangan yaitu tidak menggunakan fitur LED (*light-emitting diode*) pembaca sensor suhu dan sistem otomatis pendinginan, pemutaran dan pembalikan telur secara otomatis. jika PLC (*Programmable Logic Control*) omron CPM1A dan pengontrol WSK-303 dapat mengontrol perputaran

telur, pengaturan suhu, dan pengaturan kelembaban, maka dapat bekerja secara otomatis. Namun salah satu kekurangan penggunaan PLC yaitu tidak dapat dikontrol menggunakan android.

Dalam penelitian sebelumnya, beberapa masalah kekurangan telah diidentifikasi, antara lain kurangnya integrasi dengan teknologi terkini seperti IoT, kurangnya otomatisasi dalam pengendalian suhu dan pemutaran telur, serta keterbatasan dalam pemantauan dan kendali jarak jauh. Solusi yang ditawarkan mengenai penelitian ini mencakup pengembangan alat penetas telur yang terhubung dengan IoT untuk memungkinkan pengendalian dan pemantauan jarak jauh melalui aplikasi seluler, otomatisasi lengkap dalam pengaturan suhu dan pemutaran telur.

Konsep IoT bertujuan untuk membuat internet lebih kuat dengan menghubungkan perangkat, mesin, dan berbagai peralatan lainnya secara langsung. Dengan bantuan sensor dan aktuator, IoT dapat mengumpulkan serta mengolah data untuk mengoptimalkan kinerja perangkat. Hal ini memungkinkan mesin beroperasi secara mandiri berdasarkan informasi yang diterima, tanpa memerlukan intervensi manusia secara langsung. (Suduri, 2021)

Seekor ayam betina bertelur rata-rata satu butir per hari tergantung musim. Agar bisa menetas, telur tersebut harus dierami selama 21 hari. Namun, dalam sistem inkubator tradisional, tidak ada jaminan bahwa hal ini akan dipatuhi. Memang, beberapa ayam lebih suka menjelajah untuk mencari makanan daripada mengerami, yang mengurangi tingkat keberhasilan penetasan. Akibatnya, inkubator otomatis akan memantau pembiakan dengan baik. Tetapi inkubator tidak

boleh terlalu kering atau lembab.

Untuk menjaga tingkat kelembaban yang stabil, tambah air setiap dua hari. Selama proses inkubasi, telur harus dibalik setengah putaran dua kali sehari, atau satu putaran penuh dalam 24 jam, dalam inkubator manual. Manipulasi ini penting untuk perkembangan embrio yang tepat dan mencegah embrio menempel pada cangkang. Untuk mengurangi tugas yang dapat ditimbulkan oleh penanganan ini, penggunaan inkubator otomatis oleh karena itu direkomendasikan untuk memastikan tingkat penetasan terbaik. Inkubator otomatis juga memungkinkan Anda untuk mengontrol tingkat panas dan kelembaban untuk mereproduksi kondisi mengerami yang ideal (KONE et al. 2024).

Langkah pertama dan terpenting adalah membangun inkubator dengan rumah yang baik, insulasi termal yang baik untuk menjaga telur tetap hangat selama periode inkubasi. Di sini inkubator memiliki penetasan dan pembiakan dalam satu unit yang menghemat ruang dan uang. Add-on ke sistem teknologi IoT dimasukkan menggunakan aplikasi Blynk untuk membantu petani mengendalikan dan memantau inkubator pintar dari jarak jauh. Menurut permintaan pasar, ukuran inkubator bervariasi, ia memiliki kelebihan sendiri untuk menampung lebih banyak telur pada gilirannya menetas lebih banyak anak ayam kapan pun dibutuhkan (Nawaz dkk, 2021).

Maka dari itu, berdasarkan masalah tersebut maka penulisan ini mengangkat **“ Rancang Bangun Alat Penetas Telur Unggas (Ayam Dan Bebek) Berbasis IoT Menggunakan PLTS”** sebagai judul tugas akhir kami.

## 1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan maka disusunlah perumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang alat penetas telur unggas (ayam dan bebek) sebagai suplai beban PLTS?
2. Bagaimana merancang teknologi IoT pada alat penetas telur unggas (ayam dan bebek)?
3. Bagaimana meningkatkan kelangsungan hidup telur dan kualitas embrio, suhu dan kelembapan *humidity* inkubator yang paling efektif?

## 1.3. Ruang Lingkup Kegiatan

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan di atas, ruang lingkup atau batasan kegiatan disusun, yang mencakup:

1. Kegiatan tugas akhir ini hanya berfokus pada hasil rancang bangun dan analisis pada perpindahan panas radiasi.
2. Telur yang akan ditetaskan adalah jenis telur ayam kampung dan Bebek dengan jumlah masing 20 butir.
3. Pemanas yang digunakan yaitu lampu pijar sebanyak 3 buah masing-masing 5 watt.
4. Suhu yang digunakan (38°C, 39°C)
5. Energi Listrik yang digunakan berasal dari PLTS.
6. Kegiatan pengujian dan pengambilan data dilaksanakan di laboratorium energi.

## 1.4. Tujuan Kegiatan

Tujuan yang ingin dicapai pada pembuatan Tugas Akhir ini adalah untuk :

1. Membuat alat penetas telur unggas (ayam dan bebek) berbasis IoT sebagai suplai beban PLTS
2. Membuat teknologi IoT pada alat penetas telur unggas (ayam dan bebek)
3. Menentukan suhu dan kelembapan *humidity* inkubator dalam meningkatkan keberlangsungan hidup telur dan kualitas embrio yang paling efektif?

#### **1.5. Manfaat Kegiatan**

Dalam pemanfaatan penelitian diharapkan dapat memberi manfaat bagi mahasiswa dan bagi masyarakat, yaitu:

1. Bagi Mahasiswa:
  - a) Mendapatkan pengalaman praktis dalam merancang, membangun, dan menguji sistem
2. Bagi Masyarakat:
  - a) Membantu mempermudah masyarakat dan peternak dalam melakukan proses penetasan telur unggas (ayam dan bebek), serta mempermudah pemantauan dan pengaturan jarak jauh melalui perangkat seluler atau computer
  - b) Memberikan manfaat yang signifikan bagi masyarakat dengan memastikan kondisi suhu dan kelembaban yang optimal di dalam inkubator, sehingga meminimalkan resiko kegagalan penetasan telur.

## BAB II

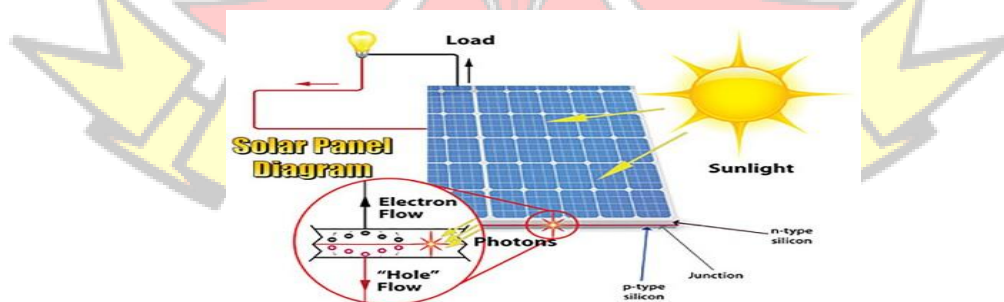
### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Pembangkit Listrik Tenaga Surya

##### 2.1.1 Sel Surya (PV)

Efek fotovoltaik terjadi ketika cahaya matahari langsung mengenai permukaan semikonduktor (fotovoltaik), yang disebut sel surya atau panel surya, dan melepaskan elektron dari ikatannya, menghasilkan arus listrik. (Tharo dkk, 2022). "Foto" mengacu pada cahaya, sedangkan "voltaik" mengacu pada tegangan. Istilah ini digunakan untuk menggambarkan sel elektronik yang dapat menghasilkan arus searah dengan menggunakan radiasi matahari. Sel surya dapat disusun secara seri atau paralel untuk menghasilkan tegangan dan arus yang dibutuhkan. Ini karena material semikonduktor berbasis silikon terdiri dari dua lapisan sensitif. Aliran listrik dihasilkan ketika cahaya matahari mengenai lapisan negatif atom silikon, yang dikenal sebagai tipe-n atom silikon, dan elektron terlepas dari lapisan dan bergerak di sirkuit. (Rif'an, 2012).

##### 2.1.2 Sistem Konversi Energi Surya Menjadi Listrik



Gambar 2. 1 Proses Perubahan Cahaya Menjadi Arus Listrik  
(Sumber: photovoltaic-array-fundamentals)

Sebagian besar semikonduktor tipe-p dan tipe-n memiliki ikatan atom-elektron; namun, semikonduktor tipe-n memiliki lubang, atau muatan positif, di dalam struktur atomnya. Konferensinya menunjukkan cara panel surya konvensional bekerja. Atom dopant dimasukkan ke dalam bahan semikonduktor selama proses doping. Misalnya, atom silikon jenis p mengandung boron dan atom silikon jenis n mengandung fosfor.

Saat semikonduktor tipe-p dan tipe-n bersentuhan, elektron yang lebih besar dari semikonduktor tipe-n berpindah ke semikonduktor tipe-p, menghasilkan kutub yang masing-masing positif dan negatif. Junction p-n membuat medan listrik, yang mendorong ketika terkena cahaya matahari. Dengan cara ini, material kontak dapat mengeluarkan elektron dan lubang, yang menghasilkan listrik. Persamaan rumus yang digunakan untuk panel surya adalah sebagai berikut: (Julisman dkk, 2017)

1) Daya Input

$$P_{in} = G \times A \dots\dots\dots(2-1)$$

Dimana  $P_{in}$  = Daya input sel fotovoltaik (Watt)

$G$  = Intesitas matahari ( $Watt/m^2$ )

$A$  = Luasan permukaan fotovoltaik ( $m^2$ )

2) Daya Output

$$P_{out} = V \times I \dots\dots\dots(2-2)$$

Dimana  $P_{out}$  = Daya output fotovoltaik (watt)

= Tegangan (Volt)

= Arus (Ampere)

### 3) Efisiensi

$$\eta = (P_{\text{out}} / P_{\text{in}}) \times 100\% \dots \dots \dots (2-3)$$

Dimana:

$\eta$  = Efisiensi system (%)

$P_{\text{out}}$  = Daya keluaran (Watt)

$P_{\text{in}}$  = Daya masukan (Watt)

## 2.2. Alat-alat PLTS

### 2.2.1. Jenis panel surya

#### 1) Monokristalin (*Mono - Crystalline*)

Panel ini, yang terbuat dari kristal silikon murni yang telah melalui berbagai proses, memiliki efisiensi lima belas hingga dua puluh persen dan dapat menghasilkan jumlah daya listrik yang paling besar per unit. Namun, kelemahan panel ini adalah bahwa itu tidak akan bekerja dengan baik di tempat dengan sedikit cahaya, seperti di tempat teduh atau saat cuaca berawan; di tempat-tempat seperti itu, efisiensi panel dapat menurun drastis.



Gambar 2. 2 Panel Surya Jenis Monokristal

(Sumber: Panel surya di Kampus Politeknik Negeri Ujung Pandang)

## 2) Polikristalin (*Poly - Crystalline*)

Panel surya jenis ini terbuat dari batang kristal silikon yang dilebur dan dicetak dalam bentuk tertentu. Panel polikristal memiliki tingkat kemurnian kristal yang lebih rendah dan memerlukan luas permukaan yang lebih besar untuk menghasilkan daya listrik yang sama seperti panel monokristal, tetapi keunggulan panel polikristal adalah mereka dapat menghasilkan listrik meskipun cuaca mendung. Panel ini menunjukkan efisiensi antara 13% dan 16%.



Gambar 2. 3 Sel Surya Jenis Polikristalin

(Sumber: Panel surya di Kampus Politeknik Negeri Ujung Pandang)

## 3) TFSC (Thin-Film-Solar-Cell)

Jenis sel surya ini dibuat dengan menambahkan satu atau beberapa lapisan tipis material sel surya ke dalam lapisan dasar. Strukturnya terdiri dari lapisan tipis mikrokristal-silikon dan amorphous, dengan efisiensi modul 8,5%. Karena ketebalannya yang sangat tipis, sel surya ini memiliki keunggulan berupa bobotnya yang ringan dan sifatnya yang fleksibel.



Gambar 2. 4 Sel Surya Jenis TFSC

(Sumber: [suryautamaputra.co.id](http://suryautamaputra.co.id))

### 2.2.2. Baterai (Accu)

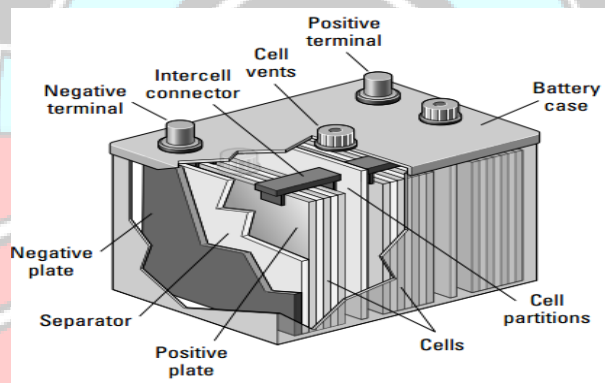
Baterai mengisi dan mengeluarkan energi. Selama penggunaan aki, kedua elektroda berubah menjadi timbal sulfat selama proses pengosongan. Ini terjadi karena elektroda timbal melepaskan banyak elektron, yang menghasilkan aliran listrik dari timbal dioksida. Di dalam aki terdapat sel penyimpan arus yang mengandung asam sulfat. Pelat sel mengandung timbal (Pb) dan oksida timbal coklat (PbO<sub>2</sub>), masing-masing bersifat positif dan negatif. Pemisah, juga dikenal sebagai separator, mengisolasi antar pelat, dan pelat dihubungkan melalui batang penghubung. Ini memastikan sirkulasi elektrolit asam baterai yang ideal. (Faqih, 2015).

Baterai menghasilkan listrik dari panel surya dan menyimpannya untuk digunakan kembali. Baterai memiliki kapasitas dalam satuan ampere-jam (Ah). Untuk sistem pembangkit listrik tenaga surya (PV), disarankan untuk menggunakan baterai deep cycle lead-acid dengan kapasitas 100 Ah. Baterai ini memiliki efisiensi sekitar 80% dan dapat digunakan dengan tegangan 12V dan 24V DC.

*Depth of Discharge* (DoD) adalah ukuran yang menunjukkan batas kedalaman pengeluaran daya (*discharge*) sebuah baterai. Dengan DoD 100%, seluruh kapasitas baterai digunakan. Namun, produsen baterai biasanya memberikan rating DoD sebesar 80%, yang berarti hanya 80% energi yang tersedia digunakan, sementara 20% sisanya disimpan untuk memperpanjang umur baterai. Untuk mengetahui kapasitas baterai, gunakan rumus berikut.: (Safrizal, 2017).

$$\text{Kapasitas Baterai(Ah)} = \frac{\text{Total Beban Pemakaian Harian} \times \text{Autonomy}}{\text{DoD} \times V_{dc}} \dots\dots\dots (2-4)$$

$$\text{Jumlah Baterai yang dibutuhkan} = \frac{\text{Kapasitas Baterai}}{\text{Kapasitas Baterai yang digunakan}} \dots\dots\dots (2-5)$$



Gambar 2. 5 Bagian Pada Baterai Jenis Lead Acid

(Sumber : <https://empukaki.blogspot.com/2016/08/bagian-bagian-pada-baterai-jenis-lead.html>)

### 2.2.3. Inverter

Inverter adalah alat yang dapat mengubah tegangan 12V DC atau 24V DC menjadi 220V AC, memungkinkan penggunaan berbagai peralatan listrik yang sesuai dengan standar listrik PLN. Saat memilih inverter, perhatikan beberapa hal yang perlu diperhatikan:

- 1) Kapasitas beban Watt: Pilih inverter dengan kapasitas kerja yang sesuai dengan total beban yang akan digunakan.
- 2) Input tegangan DC disesuaikan dengan kebutuhan, apakah menggunakan 12V DC atau 24V DC.
- 3) Disipasi daya dalam bentuk panas biasanya memengaruhi efisiensi gelombang sinus atau bujur-sangkar output AC inverter. Ini biasanya berkisar dari lima puluh persen hingga sembilan puluh persen tergantung pada beban output. Dalam kebanyakan kasus, peningkatan efisiensi diikuti oleh peningkatan beban output, dan sebaliknya. Dengan menggunakan rumus berikut, Anda dapat mempertimbangkan memilih inverter yang sesuai dengan daya yang dibutuhkan:

$$C_{\text{inverter}} = W_{\text{total}} + (25\% \times W_{\text{total}}) \dots\dots\dots (2-6)$$

Dimana  $W_{\text{total}}$  = daya total sistem saat beroperasi

25% = daya cadangan untuk memenuhi kebutuhan *starting* alat listrik.



Gambar 2. 6 Inverter

(Sumber : <https://www.jakartanotebook.com/p/taffware-power-inverter-mobil-pure-sine-wave-dc-12v-to-ac-220v-4000w-nbq4000w-black>)

#### 2.2.4. Solar Charger Control

Controller Pengisian Aki Surya adalah rangkaian elektronik yang memiliki kemampuan untuk mengontrol proses pengisian aki atau bank baterai. Panel surya biasanya menghasilkan tegangan DC lebih dari 12 Volt, dan kontroler berfungsi

sebagai pengontrol agar tegangan aki tidak melebihi batas toleransi yang ditentukan. Selain itu, alat ini mencegah arus aki kembali ke panel surya saat tidak terisi, seperti pada malam hari, ketika panel surya tidak terisi. Ini menjaga aki agar tidak kehilangan energi. Untuk mencegah proses pengisian, aki atau rangkaian aki penuh akan menghentikan aliran listrik DC dari panel surya. Dengan cara ini, kerusakan dapat dicegah dan usia pakai baterai dapat diperpanjang. Sebagian besar, pengontrol pengisian mengatur proses pengisian aki dengan membuka dan menutup aliran arus DC dari panel surya ke aki. (Haqiqi, 2022).



Gambar 2. 7 Solar Charger Control

(Sumber : aqiqi, Patma, and Fathoni 2022

### **2.2.5. Automatic Transfer Switch (ATS)**

ATS merupakan singkatan dari kata Automatac Transfer switch, jika di pahami berdasarkan arti kata tersebut maka ATS adalah saklar yang bekerja secara otomatis, namun kerja otomatisnya berdasarkan jika sumber Listrik dari PLN terputus atau mengalami pemadaman maka saklar akan berpindah kesumber listrik lainnya misalnya adalah inverter DC to AC.(Anto, Wisnu Rini 2019)

Tabel 2. 1 Spesifikasi ATS

Electrical level	CB	Compliance with standards	ICE60947-6-1
Working voltage	AC230V(2P) AC400V (3P/4P)		
Working current	6 – 125 A	Working frequency	50Hz/60Hz
Use category	AC – 33iB	Motor control voltage	AC230V
Transition action time	3S not adjustable	Rated insulation voltage	AC690V

Sumber : <https://share.google/images/3ssG9UugumY9Jo6ko>

Tabel 2. 2 Skenario kerja otomatis ATS

Kondisi	Sumber Aktif	Sumber Standby	Aksi ATS
PLTS normal	PLTS	PLN	ATS sambungkan ke PLTS
PLTS rusak / drop	PLN	PLTS	ATS pindah ke PLN
PLTS pulih	PLTS	PLN	ATS kembali ke PLTS

(Anto, Wisnu Rini 2019)



Gambar 2. 8 Automatic Transfer Switch

(Sumber : <https://share.google/images/3ssG9UugumY9Jo6ko>)

#### 2.2.6. Low Voltage Disconnect (LVD)

LVD merupakan alat peroteksi yang berfungsi untuk melindungi suatu baterai dari kerusakan akibat pengisian yang terlalu berlebihan (*overdischarge*). LVD akan memutus beban dari baterai secara otomatis pada saat tegangan baterai sudah turun mencapai batas pengaturan tegangan rendah, dan kemudian akan menyambungkan kembali beban secara otomatis jika baterai sudah terisi Kembali dan tegangannya sudah mencapai batas pengatur tegangan *reconnect* (*low voltage reconnect*). (Fadilah, S, and Rikardo 2023)



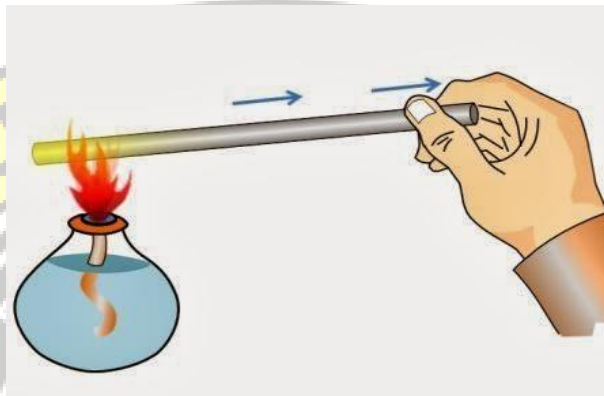
Gambar 2. 9 Low voltage disconnect

(Sumber : Fadilah, S, and Rikardo 2023)

## 2.3. Perpindahan Panas

### 2.3.1. Perpindahan Panas Konduksi

Perubahan suhu di permukaan media padat atau fluida yang tidak bergerak menyebabkan panas berpindah melalui konduksi.



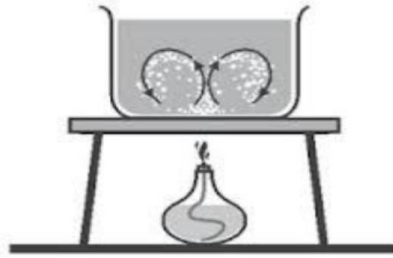
Gambar 2. 10 Proses perpindahan panas secara konduksi

Sumber : (Irwan dkk, 2023).

Konduksi terjadi ketika partikel berinteraksi satu sama lain. Energi berpindah dari partikel dengan energi lebih tinggi ke partikel dengan energi lebih rendah selama interaksi ini.

### 2.3.2. Perpindahan Panas Konveksi

Ketika fluida (cair atau gas) berfungsi sebagai media penghantar, konveksi terjadi ketika panas berpindah antara permukaan padat dan fluida yang mengalir di sekitarnya. (Irwan dkk, 2023). Ilustrasi perpindahan panas secara konveksi digambarkan seperti Gambar 2.11.



Gambar 2. 11 Proses perpindahan panas secara konveksi

Sumber : (Irwan dkk, 2023).

Karena perbedaan suhu diantara keduanya (benda-fluida), konveksi terbagi menjadi dua bagian yaitu :

1. Alami

Perpindahan panas konveksi alami terjadi akibat perbedaan suhu antara suatu benda dengan lingkungannya tanpa adanya dorongan dari sumber tenaga eksternal. Contohnya, ketika sebuah pelat panas dibiarkan di udara tanpa adanya aliran udara yang dipaksakan dari luar. (Irwan dkk, 2023).

2. Paksa

Perpindahan panas konveksi paksa terjadi ketika aliran gas atau cairan digerakkan oleh sumber tenaga eksternal. Contohnya, sebuah pelat panas yang didinginkan dengan hembusan udara dari kipas atau blower. (Irwan dkk, 2023).

### 2.3.3. Perpindahan Panas Radiasi

Paket energi, atau gelombang elektromagnetik, yang juga disebut foton, dapat melewati medium perantara dan menghasilkan radiasi saat panas bergerak melaluinya. Karena itu, perpindahan panas melalui radiasi sangat penting dalam ruang hampa. Ada perbedaan antara mekanisme perpindahan panas radiasi dan konduksi dan konveksi. (Irwan dkk, 2023).

Ilustrasi perpindahan panas secara radiasi digambarkan seperti gambar 2.12



Gambar 2. 12 Proses perpindahan panas secara radiasi

Sumber : (Irwan dkk, 2023).

Persamaan dasar perpindahan panas radiasi adalah:

$$q_{\text{rad}} = \epsilon \cdot \sigma \cdot A \cdot (\Delta T^4) \dots\dots\dots (2-7)$$

Dimana :

$q_{\text{rad}}$  = Laju pertukaran panas radiasi (J/s)

$\epsilon$  = Nilai emisivitas suatu benda

$\sigma$  = konstanta Stefan Boltzmann. Dengan nilai  $5,67 \times 10^{-8}$  (W/m<sup>2</sup> K<sup>4</sup>)

$A$  = Luas bidang permukaan (m<sup>2</sup>)

Dimana  $\Delta T = T_s - T_{\text{sur}}$

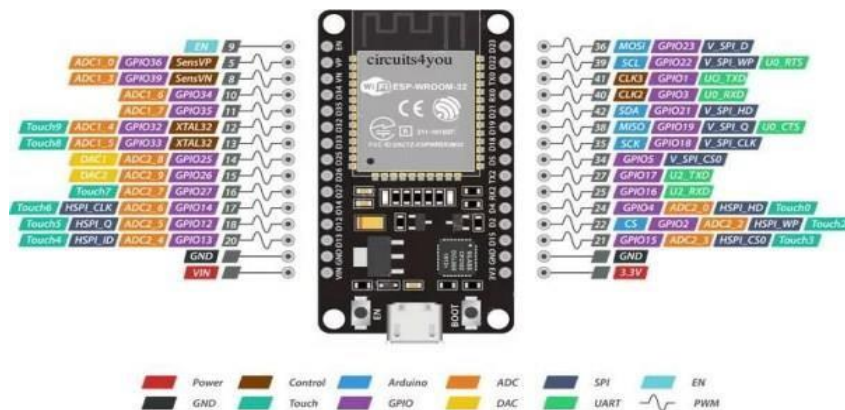
$T_s$  = Temperatur permukaan (K)

$T_{\text{sur}}$  = Temperature lingkungan (K)

## 2.4. Alat-alat Penetas Mesin Telur

### 2.4.1. ESP32 WROOM

ESP32 WROOM adalah mikrokontroler dengan 30 pin yang membutuhkan tegangan suplai 3,3V agar berfungsi. Untuk mengaturnya, Anda harus terhubung ke laptop atau komputer dengan software IDE Arduino. ESP32 memiliki GPIO yang memiliki banyak fitur, berbeda dengan ESP8266. (Imran, 2020).



ESP32 Dev. Board Pinout

Gambar 2. 13 ESP32 WROOM

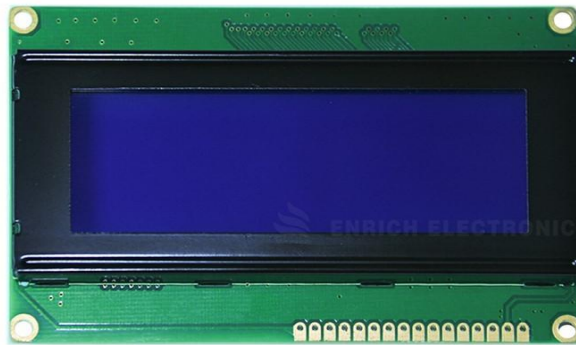
(Sumber : Muliadi dkk, 2020)

Sekilas ukuran dan warna tampak hamper identic dengan NodeMCU. Koneksi ke computer juga dilakukan melalui port micro USB. Adapun fiturnya :

- Jumlah Pin: 30 termasuk pin V dan GPIO.
- 15 Pin ADC (*Analog to Digital Converter*)
- 3 Antarmuka UART.
- 3 Koneksi SPI
- 2 Koneksi I2C
- 16 Pin PWM (*Pulse Width Modulation*). dan
- 12 Pin DAC (*Digital to Analog Converter*).

#### 2.4.2. LCD (*Liquid-Crystal-Display*) 12C

Tampilan kristal cair (LCD) adalah sejenis tampilan yang utamanya terbuat dari kristal cair. Karena LCD terdiri dari beberapa titik cahaya, atau piksel, yang masing-masing merupakan kristal cair tunggal, maka LCD dapat menampilkan teks atau gambar. Kristal cair ini tidak mampu menghasilkan cahaya sendiri, meski disebut sebagai titik cahaya.



Gambar 2. 14 LCD (Liquid Crystal Display) 20x4 I2C

(Sumber : Putra, 2023)

Lampu neon putih yang terletak di belakang susunan kristal cair berfungsi sebagai sumber cahaya pada perangkat LCD. Puluhan ribu atau mungkin jutaan titik cahaya ini pada akhirnya akan bersatu membentuk sebuah tampilan gambar. Karena pengaruh polarisasi medan magnet yang dihasilkan, pemolesan kristal cair yang dilalui arus listrik akan bergeser, sehingga hanya warna tertentu yang dapat tercampur dan menyaring warna lain. Tabel berikut mencantumkan parameter untuk setiap pin pada LCD 20x4 I2C.

Tabel 2. 3 Spesifikasi Pin Pada LCD 20x4 I2C

Simbol	Level	Fungsi
Vss	-	0V
Vcc	-	5 + 10V
Vee	-	Penggerak LCD
RS	H/L	H = Memasukkan Data L = Memasukkan Ins
R/W	H/L	H = Baca L = Nulis

E	-	Enable Signal
DB0	H/L	Data Bus
DB1	H/L	
DB2	H/L	
DB3	H/L	
DB4	H/L	
DB5	H/L	
DB6	H/L	
DB7	H/L	
V+BL	-	Kecerahan LCD
V-BL	-	

Sumber : (Irwan dkk, 2023).

### 2.4.3. Sensor DHT22

Sensor DHT22 digunakan untuk mengukur suhu dan tingkat kelembapan. Ini dilengkapi dengan termistor NTC (Koefisien Suhu Negatif) bawaan yang mendeteksi perubahan suhu. Selain itu, DHT22 tidak terpengaruh oleh perubahan konsentrasi air di udara, yang membuatnya dapat melakukan pengukuran yang akurat. Sensor DHT22, juga disebut AM2302, berfungsi untuk mengukur suhu dan kelembapan serta menghasilkan sinyal digital. Perhitungan dan konversi dapat dilakukan oleh MCU 8-bit yang terintegrasi di dalamnya. Dua fitur kalibrasi akurat yang dimiliki sensor ini adalah suhu ruangan dan nilai koefisien yang tersimpan dalam memori OTP internal. DHT22 dapat digunakan untuk berbagai tujuan karena

rentang pengukuran suhu dan kelembapan yang luas. Sensor ini juga dapat mengirimkan sinyal keluaran melalui kabel hingga 20 meter. (Putra, 2023)



Gambar 2. 15 Sensor DHT22  
(sumber : Putra, 2023)

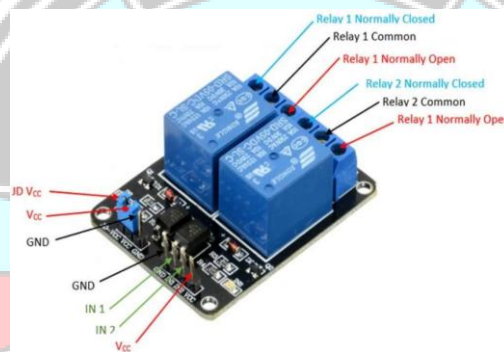
Tabel 2. 4 Spesifikasi sensor DHT22

Parameter	Spesifikasi
Model	DHT22
Tegangan input	3,3 V- 6VDC
Sinyal keluaran	Sinyal digital melalui bus tunggal
Rentang kelembaban	Kelembaban 0% - 100%RH
Rentang suhu	-40 <sup>0</sup> C – 80 <sup>0</sup> C
Akurasi kelembaban	±2 <sup>0</sup> C (temperature) ±5% RH (humidity)
Sensitivitas	Kelembaban 0,1%RH dan suhu 0,1 <sup>0</sup> C
Elemen pengindraan	Polimer kapasitor

Sumber : (Irwan dkk, 2023).

#### 2.4.4. Modul Relay 2 Channel

Modul relay adalah perangkat elektromagnetik yang menggunakan energi listrik untuk mengubah posisi kontak dari ON ke OFF atau sebaliknya. Dengan demikian, modul relay berfungsi sebagai saklar listrik dan bekerja secara otomatis berdasarkan perintah logika yang diberikan. Relay dengan tegangan 5 Volt sering digunakan dalam proyek yang melibatkan komponen dengan kebutuhan tegangan tinggi atau arus bolak-balik (AC).



Gambar 2. 16 Modul Relay 2 Channel

(Sumber: <https://www.tokopedia.com/electroniclink/modul-relay-2-channel-arduino>)

#### 2.4.5. Lampu Pijar

Lampu pijar adalah sumber cahaya buatan yang dibuat dengan mengalirkan arus listrik melalui filamen, yang kemudian memanas dan menghasilkan cahaya. Lampu pijar sering digunakan karena penyebaran cahayanya lebih merata dibandingkan dengan pemanas. Lampu pijar juga lebih murah dan lebih mudah diakses daripada pemanas. (Irwan dkk, 2023)

$$N = \frac{P}{W \text{ lampu}} \dots\dots\dots (2-8)$$

Dimana:

$N$  = Jumlah lampu

$P$  = Total daya yang diperlukan

$W_{\text{lampu}}$  = Daya tiap lampu



Gambar 2. 17 Lampu Pijar 5 Watt

(Sumber : Irwan and Nim 2023)

#### 2.4.6. Rak Geser Telur

Rak geser telur otomatis adalah alat elektronik atau mekanis yang memiliki kemampuan untuk menggeser telur di inkubator. Rak ini biasanya terdiri dari mekanisme geser yang dapat bergerak sesuai pengaturan, motor atau sistem penggerak yang menjalankan mekanisme tersebut, dan pengendali atau sistem kontrol yang mengatur waktu dan frekuensi pergerakan rak. (Zirana, 2023).



Gambar 2. 18 Rak geser telur

(Sumber : Zirana, 2023)

#### 2.4.7. Fan DC

Kipas 12V DC 0,15 A digunakan untuk mengurangi panas di dalam kotak. Secara umum, kipas ini berfungsi untuk mendinginkan udara, menyegarkan udara, ventilasi (juga disebut sebagai exhaust fan) dan pengering, yang biasanya dilakukan oleh bagian penghasil panas. Dua jenis utama putaran kipas adalah putaran aksial (aliran udara bergerak sejajar dengan poros kipas) dan putaran sentrifugal (aliran udara bergerak searah dengan poros kipas). (Marpuah et al. 2010).

$$P = V \times I \dots\dots\dots (2-9)$$

Dimana:

P = Daya kipas

V = Tegangan

I = Arus



Gambar 2. 19 Fan DC

(Sumber : Marpuah, 2010)

#### 2.4.8. Internet of Things (IoT)

IoT adalah suatu sistem komputer dengan menggunakan jaringan internet untuk bertukar data agar dapat terhubung atau berkomunikasi dengan komputer lain dan perangkat elektronik. IoT juga berupaya untuk secara langsung dan terus-

menerus meningkatkan manfaat konektivitas internet dengan memungkinkan koneksi ke perangkat elektronik yang dilengkapi sensor dan aktuator yang digunakan untuk mengumpulkan data dan menganalisis kinerja perangkat tersebut secara seluler (Efendi 2018).

Teknologi ini pada dasarnya menggunakan ide IoT untuk memantau suhu dan kelembapan inkubator dengan tujuan menyederhanakan pengambilan data sensor melalui aplikasi seluler. Peningkatan kualitas telur di masa depan akan difasilitasi oleh pemantauan data yang lebih efisien dengan IoT. Menggunakan Blynk dan mikrokontroler NodeMcu Esp8266, aplikasi pemantauan dikembangkan untuk pengaturan IoT ini.

#### **2.4.9. Blynk**

BLYNK adalah platform yang memungkinkan aplikasi sistem operasi mobile berbasis iOS dan Android untuk mengendalikan modul melalui internet seperti modul Arduino, Raspberry Pi, ESP8266, dan WEMOS D1. Dengan metode drag-and-drop widget, aplikasi ini memungkinkan pengguna membuat antarmuka grafis kreatif dan membuat proyek selesai dalam waktu kurang dari lima menit.

BLYNK tidak terbatas pada papan atau modul; memungkinkan pengguna mengontrol perangkat dari jarak jauh kapan saja, asalkan mereka memiliki koneksi internet yang kuat. Platform yang dikenal sebagai Blynk, sebuah sistem Internet of Things (IoT), memungkinkan pengembangan aplikasi berbasis ponsel untuk memantau dan mengontrol perangkat elektronik dari jarak jauh. Proses desain inkubator penetas telur bebek berbasis Internet of Things adalah contohnya. Proses ini akan memungkinkan aplikasi berbasis ponsel untuk memantau dan

mengendalikan proses penetasan telur bebek dari jarak jauh. (Junaldy, Sompie, and Patras 2019). Tugas akhir ini menggunakan aplikasi Blynk untuk memantau suhu dan kelembaban serta mengontrol sistem cadangan dalam kasus masalah sistem otomatis. Inkubator penetas telur ayam berbasis IoT dapat dirancang untuk meningkatkan efisiensi dan keberhasilan penetasan telur dengan fitur pemantauan, kontrol, dan konektivitas jarak jauh.

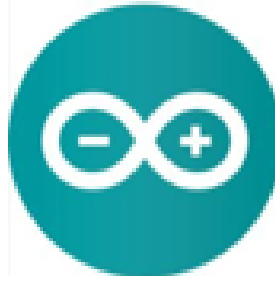


Gambar 2. 20 Aplikasi Blynk

Sumber : (Junaldy, Sompie, and Patras 2019)

#### **2.4.10. Arduino IDE**

Dengan perangkat lunak IDE Arduino, Anda dapat membuat sketsa pemrograman dan menjalankan program pada board yang akan diprogram. Arduino IDE dirancang untuk mengedit, membuat, mengunggah kode ke board yang ditentukan, serta mengembangkan program tertentu. Perangkat lunak ini dibuat menggunakan bahasa pemrograman JAVA dan dilengkapi dengan pustaka C/C++ (Wiring), yang mempermudah pengoperasian input dan output. (Widiyanto 2021).



Gambar 2. 21 Arduino IDE

Sumber : (Widiyanto, 2021)

## **2.5. Faktor yang Mempengaruhi Penetasan**

### **2.5.1. Suhu**

Keberhasilan proses penetasan telur dipengaruhi oleh suhu dan kelembapan. Suhu inkubator harus sesuai dengan suhu induk unggas selama masa inkubasi. Masa inkubasi telur ayam adalah 21 hari dengan suhu 37 °C hingga 39 °C, sedangkan telur bebek membutuhkan 28 hari dengan suhu 38 °C hingga 41 °C, untuk menetas. (Irwan dkk, 2023).

### **2.5.2. Kelembaban**

Tekanan parsial uap air di udara dan tekanan jenuh uap air pada suhu yang sama disebut kelembaban. Untuk telur ayam, pada hari ke 1-18 kelembaban harus 50% hingga 60%, dan pada hari ke 19-21 kelembaban harus 65% hingga 75% sedangkan untuk telur bebek pada hari 1-25 kelembaban harus 55% hingga 60% dan pada hari 26-28 kelembaban harus 65% hingga 75%. (Irwan dkk, 2023).

### **2.5.3. Pemutaran Telur**

Selama proses penetasan, telur harus dikembalikan setiap delapan jam untuk memastikan sirkulasi udara dan pembagian panas yang merata. Arah putar telur harus sama di setiap rak inkubator untuk memastikan suhu permukaan telur tetap

sama dan embrio tidak menempel pada cangkang. Selama tahap akhir penetasan, membran alantois dan kuning telur juga tidak boleh menempel pada cangkang. (Irwan dkk, 2023).

Tabel 2. 5 Suhu dan kelembaban penetasan pada beberapa jenis unggas

<b>Jenis Telur</b>	<b>Suhu (°C)</b>	<b>Kelembaban (%)</b>	<b>Lama Penetasan (hari)</b>
Ayam	37-39	40-60	21
Bebek	38-41	60-70	28
Entok	36-38	70	35-37
Puyuh	36-38	55-60	14-17
Dara	36-38	55-60	14-17
Walet	32-34	55-60	14-16

Sumber : (Irwan dkk, 2023).

## BAB III

### METODE KEGIATAN

#### 3.1. Tempat dan Waktu Kegiatan

Lokasi pembuatan dan Rancang Bangun Alat Penetas Telur Unggas (Ayam dan Bebek) Berbasis IoT Menggunakan PLTS dilaksanakan di Laboratorium Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang dan Waktu pelaksanaan Tugas Akhir yaitu pada bulan Maret-Juli 2025.

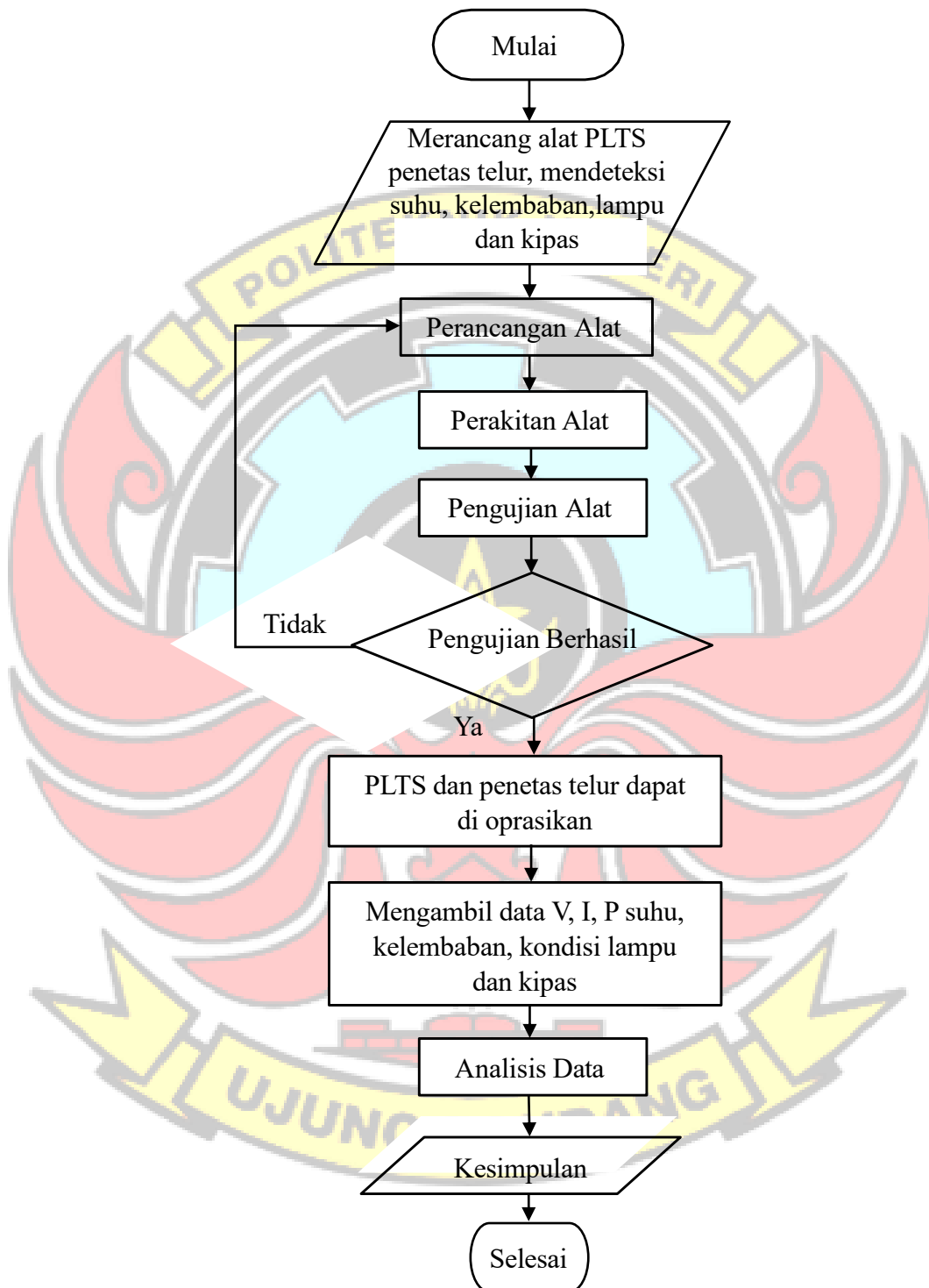
#### 3.2. Alat dan Bahan

Bergantung pada IoT, alat penetas telur ayam otomatis membutuhkan peralatan

Tabel 3. 1 Alat dan Bahan

No.	Alat	Jumlah	Bahan	Jumlah
1.	Gergaji kayu	1	ESP32	1
2.	Gerinda	1	Sensor DHT22	1
3.	Mesin bor tangan	1	Lampu pijar 5 watt	1
4.	Obeng	1	Modul relay 2 channel	3
6.	Solder	1	LVD	1
7.	Gunting	1	LCD 20x4 I2C	1
8.	Meteran	1	Kabel listrik	1
9.	timah	1	Panel surya 150 Wp	1
10.	Laptop dan smartphone	1	Batterai	1
11.	Multiplek 9 mm	8	Inverter	1
12.	Clamp meter	1	Solar charger control	1
13.			ATS	1

### 3.3. Prosedur Perancangan



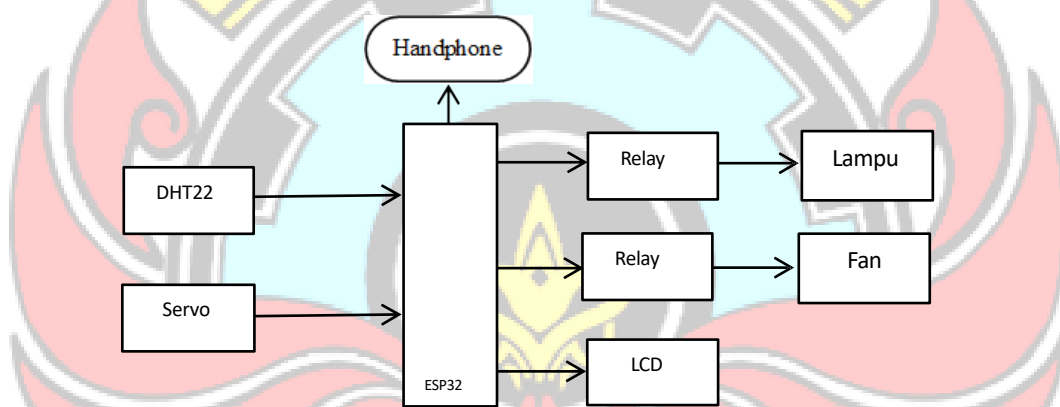
Gambar 3. 1 Diagram Alir Kegiatan Tugas Akhir

### 3.3.1. Studi Literatur

Pada tahap perencanaan awal, dilakukan penelitian literatur tentang Rancang Bangun Penetas Telur dan Bebek IoT menggunakan PLTS. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan informasi yang mendukung proses perancangan.

### 3.3.2. Tahap Perancangan alat

Pada tahap perancangan alat dijabarkan menggunakan diagram seperti Gambar Skema Perancangan Alat.



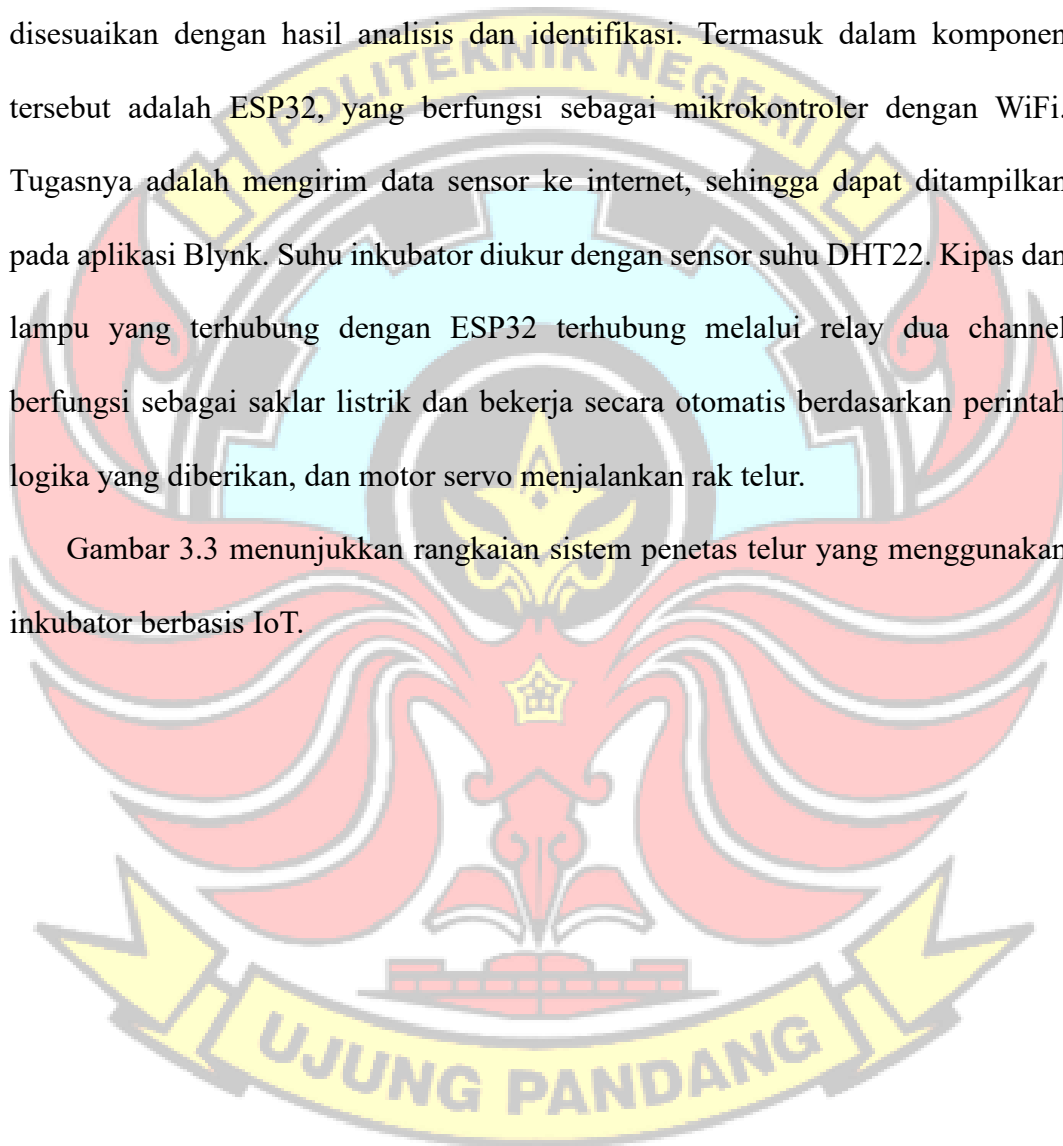
Gambar 3. 2 Skema Perancangan Alat

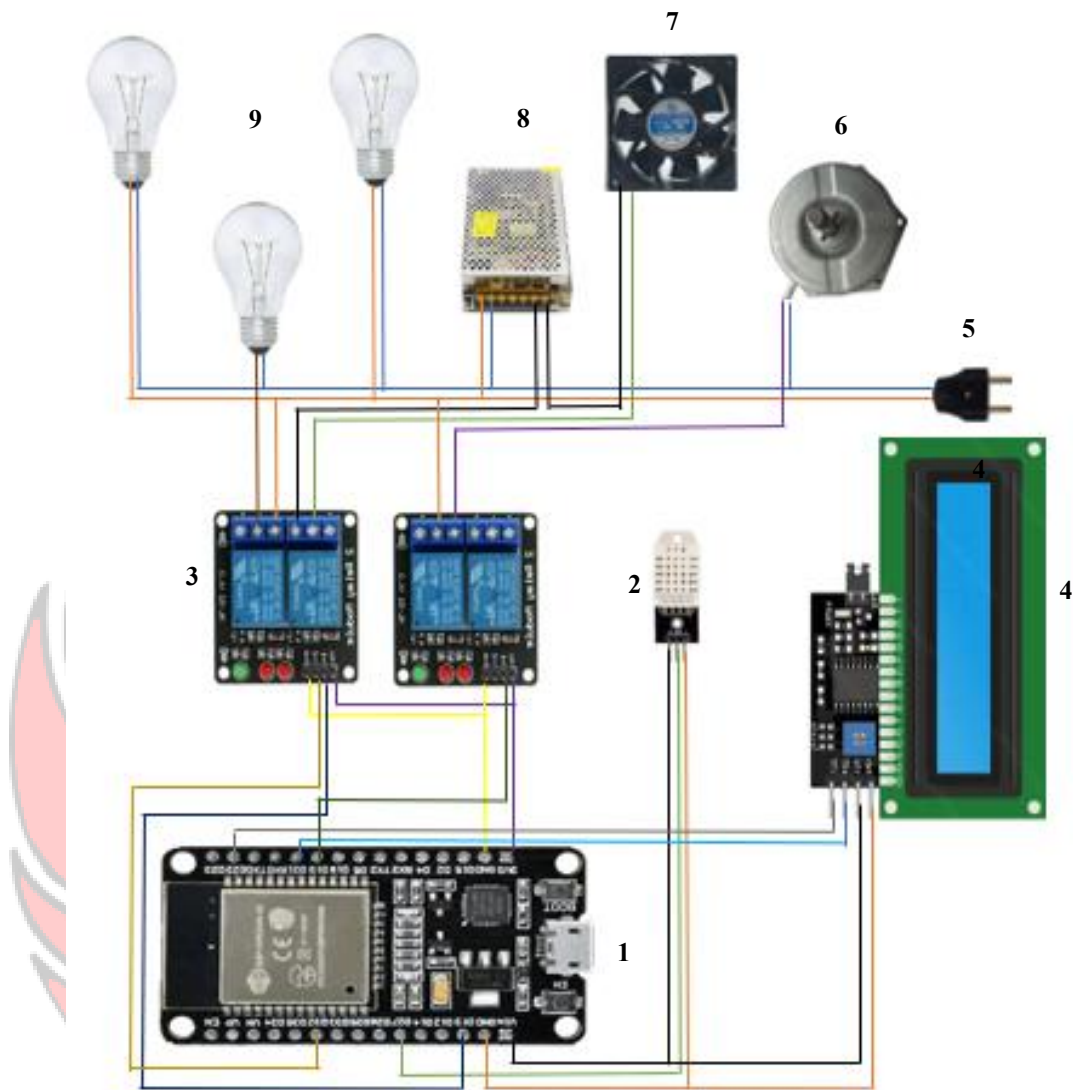
ESP32 berfungsi sebagai mikrokontroler yang menghubungkan sensor DHT22, servo, dan relay selama proses pembuatan alat ini. Untuk menunjukkan bagaimana sistem berfungsi, jika suhu naik di atas batas tertentu, misalnya  $39^{\circ}\text{C}$ , kipas akan menyala secara otomatis dan lampu akan mati. Sebaliknya, jika suhu turun di bawah  $36^{\circ}\text{C}$ , lampu akan menyala kembali dan kipas akan mati. Mesin tetas otomatis memiliki rak telur yang dapat berputar secara otomatis untuk memastikan bahwa suhu dan kelembaban didistribusikan secara merata ke telur. Motor servo berfungsi sebagai aktuator yang menggerakkan rak telur untuk berputar hingga  $180$  derajat untuk memastikan kondisi penetasan yang ideal. Sensor

DHT22 mengukur suhu dan kelembaban inkubator, dan ESP32 mengolah data ini. Platform Blynk memiliki modul WiFi yang terintegrasi dalam ESP32, yang memungkinkan pemantauan dan pengendalian inkubator dari jarak jauh.

Penulis menggunakan berbagai bagian, masing-masing dengan tujuan yang disesuaikan dengan hasil analisis dan identifikasi. Termasuk dalam komponen tersebut adalah ESP32, yang berfungsi sebagai mikrokontroler dengan WiFi. Tugasnya adalah mengirim data sensor ke internet, sehingga dapat ditampilkan pada aplikasi Blynk. Suhu inkubator diukur dengan sensor suhu DHT22. Kipas dan lampu yang terhubung dengan ESP32 terhubung melalui relay dua channel berfungsi sebagai saklar listrik dan bekerja secara otomatis berdasarkan perintah logika yang diberikan, dan motor servo menjalankan rak telur.

Gambar 3.3 menunjukkan rangkaian sistem penetas telur yang menggunakan inkubator berbasis IoT.

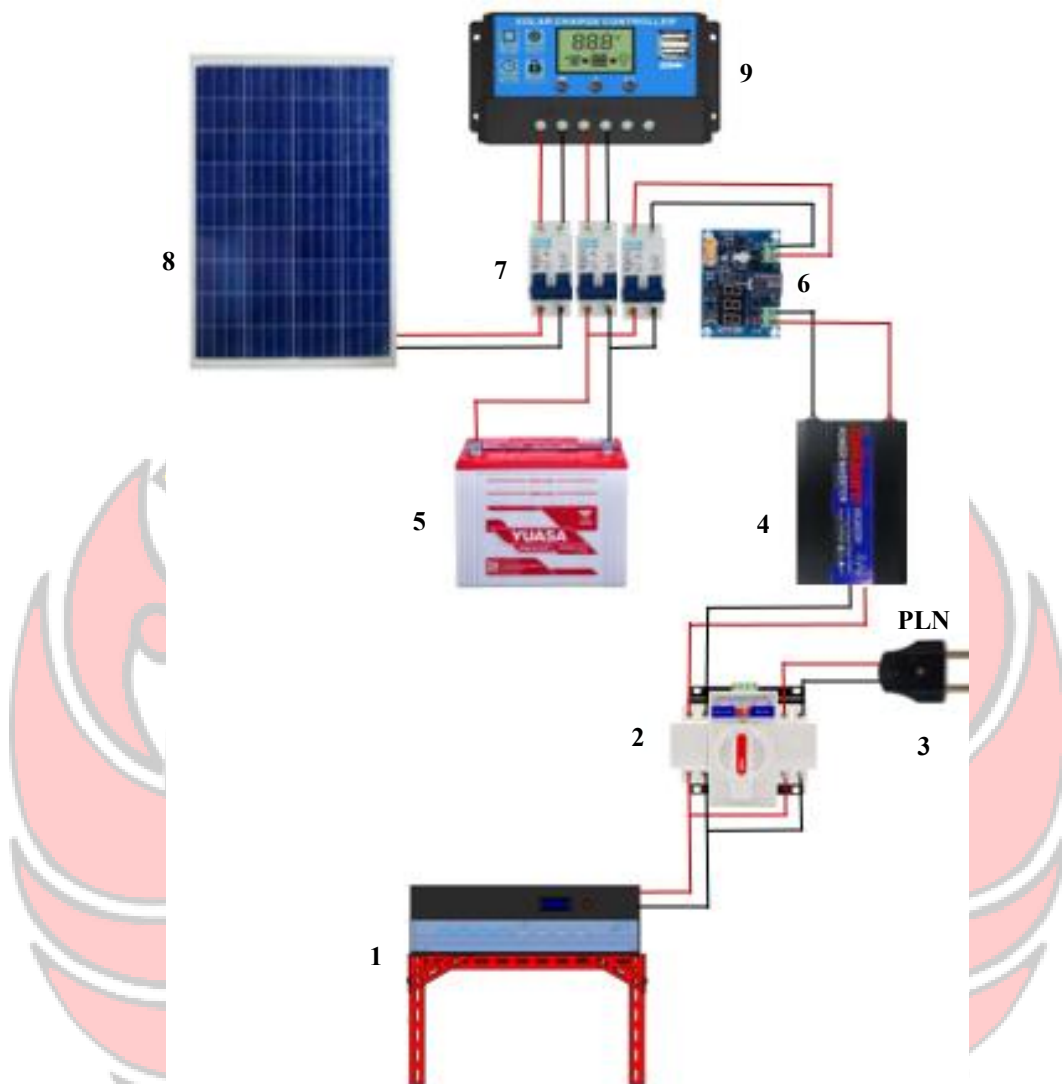




Gambar 3. 3 Rangkaian IoT penetas telur

Letak Komponen Gambar:

- |                |                 |
|----------------|-----------------|
| 1. Esp32       | 6. Servomotor   |
| 2. DHT22       | 7. Fan DC 12 V  |
| 3. Modul Relay | 8. Power 12 V   |
| 4. LCD 20x4    | 9. Lampu 5 Watt |
| 5. Adaptor     |                 |

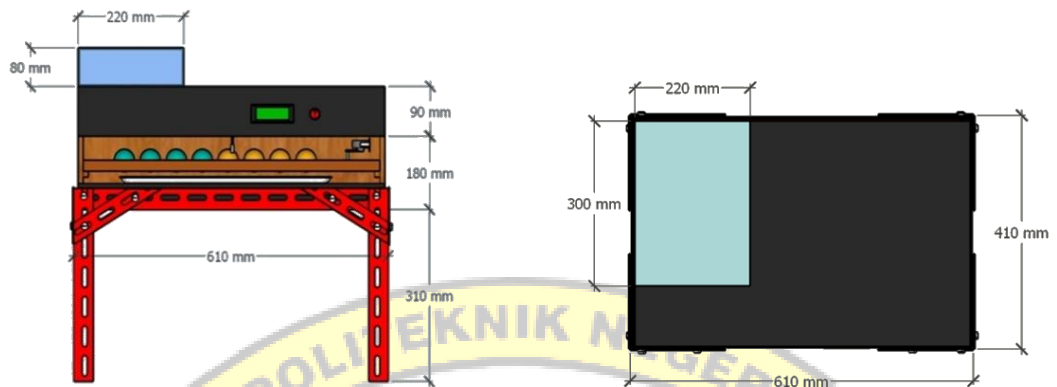


Gambar 3. 4 Rangkaian PLTS

Keterangan gambar :

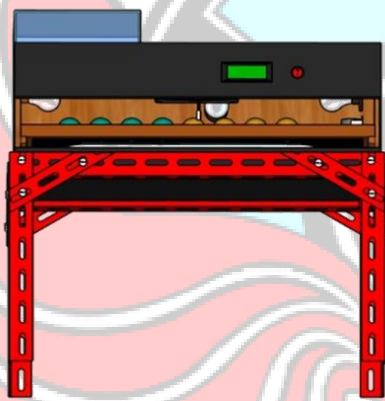
- |                   |                      |
|-------------------|----------------------|
| 1. Penetas telur  | 6. LVD               |
| 2. ATS            | 7. MCB DC 16/45/63 A |
| 3. Colokan PLN    | 8. SCC               |
| 4. Inverter       | 9. Panel PV          |
| 5. Aki 12V / 50Ah |                      |

Pada gambar 3.4 rangkaian PLTS dapat di ketahui bahwa sumber nergi listrik dapat di suplai dari dua sumber. Sumber utama yang digunakan merupakan sumber listrik dari PLTS dan PLN sebagai sumber cadangan. Panel surya jika terkena sinar matahari maka akan menghasilkan energi listrik. Energi listrik yang di hasilkan oleh panel surya berupa energi listrik DC. Energi listrik DC tersebut akan masuk ke SCC yang kemudian SCC tersebut akan mengatur tegangan dan arus yang di hasilkan panel surya dapat di gunakan untuk mengisi aki tersebut. Aki berfungsi sebagai tempat penyimpanan tenaga listrik DC sebelum di salurkan ke beban. Selain itu terdapat juga LVD yang berfungsi memutus beban saat tegangan aki rendah agar aki tidak rusak akibat pengosongan berlebihan, dan akan tersambung kembali saat tegangan aki normal. Untuk menyalakan beban yang menggunakan AC, maka digunakan inverter yang mengubah arus DC dari aki ke AC sesuai kebutuhan. Output dari inverter tersebut masuk ke ATS yang akan otomatis melakukan pergantian sumber listrik yang menuju ke beban PLTS ke PLN.

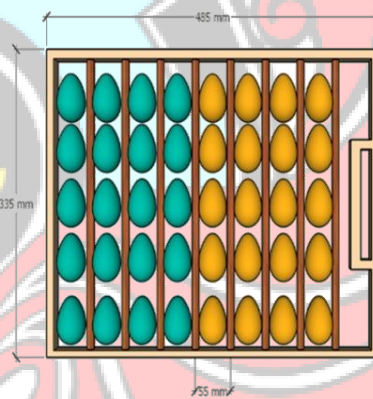


(a)

(b)



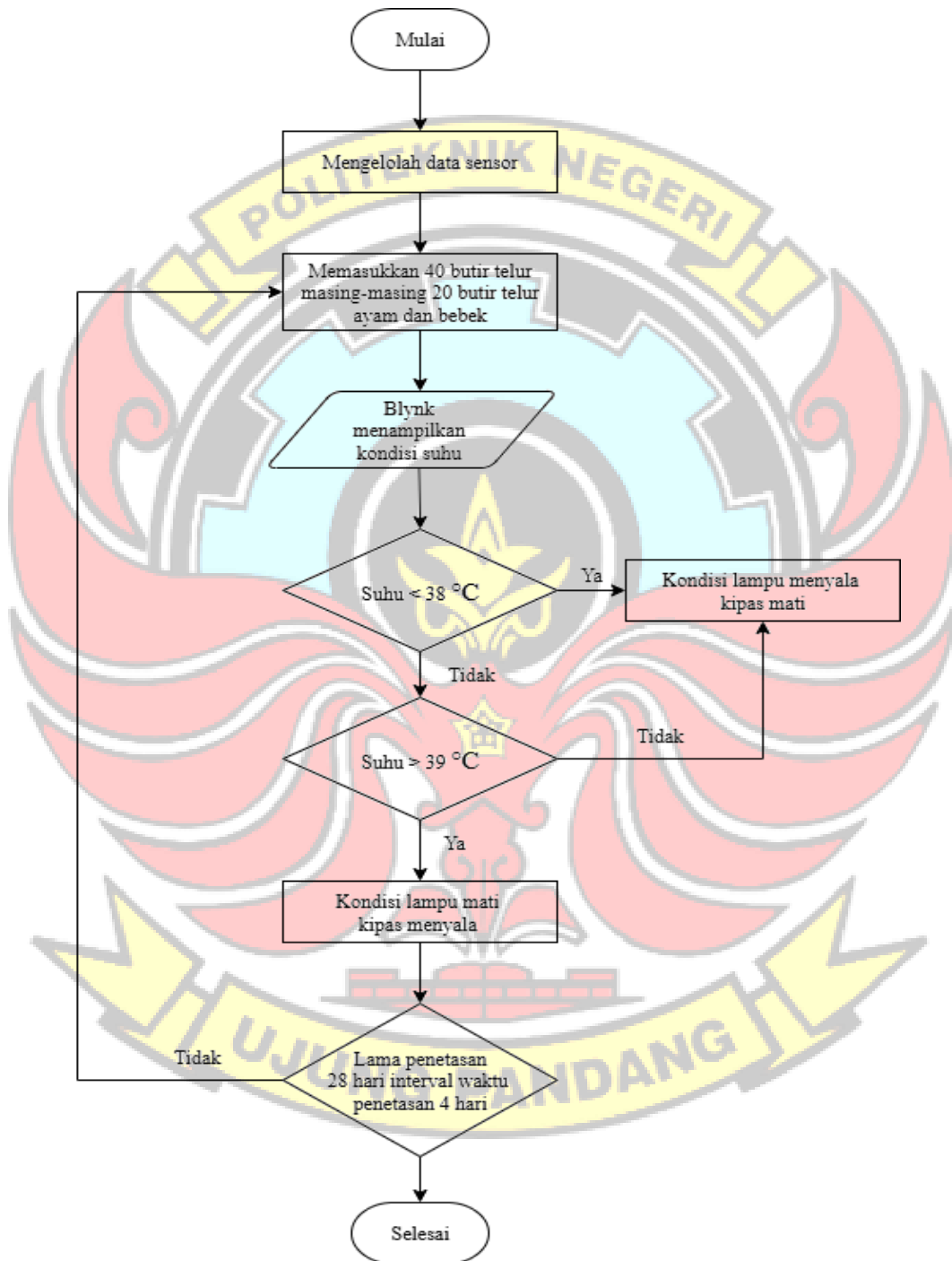
(c)



(d)

Gambar 3. 5 Skema Perancangan Alat Penetasan Telur Ayam)  
 (a) Gambar 3D, (b) Tambak depan, (c) Tampak atas, (d) Rak Telur

Adapun flowchart untuk perencanaan langkah-langkah sitem IoT ini dapat dilihat pada Gambar 3.6



Gambar 3. 6 Flowchart system

### 3.3.3. Perakitan Alat

Implementasi sistem penetas telur berbasis IoT ini terdiri dari beberapa proses, yaitu:

- 1) Menganalisis kebutuhan alat dan bahan
- 2) Membuat rancangan alat
- 3) Menggabungkan bagian-bagian alat
- 4) melakukan uji coba alat untuk menentukan nilai akurasi data sensor, mengintegrasikan alat yang telah dibuat dengan aplikasi Blynk, dan
- 5) melakukan uji coba pembacaan data sensor menggunakan aplikasi Blynk.

### 3.3.4. Bahan Penelitian

Salah satu tujuan beternak ayam dan bebek adalah keberhasilan penetasan telur. Penting untuk memahami beberapa aspek telur ayam terbaik untuk ditetaskan sebelum memilih untuk menetas telur ayam dan bebek petelur, seperti:

- Berat telur ayam dan bebek

Sebelum mempelajari cara menetas telur ayam dan bebek, penting untuk memastikan bahwa telur memiliki berat yang sesuai. Telur ayam umumnya memiliki berat antara 35-50 gram, sedangkan telur bebek umumnya memiliki berat antara 60-80 gram. Jika berat telur kurang dari kisaran tersebut, kemungkinan besar proses penetasan tidak akan berhasil.

- Bentuk telur

Telur memiliki bentuk oval, bukan bulat, dengan perbandingan panjang dan lebar umumnya sekitar 2:3. Bentuk telur yang ideal adalah oval, karena telur yang mendekati bentuk bulat cenderung memiliki kualitas lebih rendah akibat

keterbatasan ruang udara di dalamnya.

- Keutuhan telur

Telur tetas yang akan menjalani proses penetasan harus dalam kondisi sempurna dan bebas dari cacat atau kelainan. Beberapa contoh kelainan yang dapat memengaruhi keberhasilan penetasan antara lain retakan pada permukaan, cangkang yang rapuh, atau keberadaan kuning telur ganda.

- Kualitas kulit telur

Telur yang berkualitas baik adalah telur dengan permukaan cangkang yang utuh tanpa retak, sebagaimana telah disebutkan sebelumnya. Pastikan setiap telur yang akan ditetaskan memiliki kualitas dan warna yang sesuai. Perhatikan juga kebersihannya, hindari adanya kotoran yang menempel. Pembersihan telur sangat penting untuk mencegah penyebaran penyakit yang dapat menempel pada permukaan cangkang.

- Warna kulit telur

Telur berwarna gelap seringkali lebih cocok untuk ditetaskan dari ayam dan bebek. Telah dibuktikan bahwa cangkang telur dengan warna lebih gelap dapat berkembang lebih cepat dibandingkan dengan warna lebih terang.

- Kebersihan kulit telur

Jangan sampai ada kotoran pada kulit yang akan menetas. Kotoran ini dapat menularkan bakteri, hal ini perlu dikhawatirkan karena dapat menghambat pertumbuhan embrio atau mengganggu proses penetasan telur.

### 3.3.5. Pengujian Alat

Pengujian perangkat keras dilakukan untuk memastikan bahwa aplikasi Blynk dapat menerima data dari sensor DHT22 dan menemukan kesalahan atau kelemahan dalam rangkaian sistem elektronik. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk memastikan bahwa setiap sistem beroperasi sesuai dengan perencanaan. Untuk mengoperasikan alat, langkah-langkah berikut dilakukan:

1. Memeriksa setiap sambungan *input* maupun *output* dari tiap komponen.
2. Meletakkan telur ayam tetas pada rak penggerak.
3. Menghubungkan catu daya dengan sumber tegangan.
4. Menekan saklar *on/off* dan lampu akan otomatis menyala.
5. Membuka aplikasi blynk untuk menghidupkan motor dibagian rak geser.
6. Motor sinkron akan menggerakkan rak telur sesuai waktu yang diberikan (diatur aplikasi blynk).
7. Aplikasi blynk akan menampilkan nilai dari pembacaan suhu dan kelembaban pada ruang penetas telur.
8. Jika suhu didalam inkubator menunjukkan  $>39^{\circ}\text{C}$  maka fan akan otomatis menyala 8 jam sekali.

### 3.3.6. Teknik Analisa Data

1. Menghitung jumlah lampu

$$N = \frac{P}{W \text{ lampu}}$$

Keterangan :

N = Jumlah lampu

$P = \text{Total daya yang diperlukan}$

$W_{\text{lampu}} = \text{Daya tiap lampu}$

## 2. Kipas

$$P = V \times I$$

Keterangan :

$P = \text{Daya kipas}$

$V = \text{Tegangan}$

$I = \text{Arus}$

## 3. Perhitungan PLTS

a. Daya input : ( Persamaan 2.1)

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

Keterangan :

$P_{in} = \text{Daya input (Watt)}$

$G = \text{Intensitas matahari (Watt/m}^2\text{)}$

$A = \text{Luasan solar cell (m}^2\text{)}$

b. Daya output : ( Persamaan 2.2)

$$P_{out} = V \times I$$

Keterangan :

$P_{out} = \text{Daya output (Watt)}$

$V = \text{Tegangan (volt)}$

$I = \text{Arus (Ampere)}$

c. Effisiensi : (Persamaan 2.3)

$$\eta = (P_{out}/P_{in}) \times 100\%$$

Keterangan :

$\eta$  = Effisiensi system (%)

$P_{out}$  = Daya keluaran (Watt)

$P_{in}$  = Daya masukan (Watt)

- Daya yang dihasilkan PLTS

$$P = V \times I$$

Dimana :

$P$  = Daya pada PLTS

$V$  = Tegangan

$I$  = Arus

- Energi beban = Daya  $\times$  Lama Pemakaian

### 3.3.7. Parameter PLTS dan Penetas Telur Yang di Ukur

Tabel 3. 2 Parameter PLTS dan Penetas Telur yang diukur

No	Parameter	Simbol	Satuan	Keterangan
1	Intensitas Cahaya Matahari	I	W/m <sup>2</sup>	Piranometer
2	Tegangan keluaran Panel Surya	V	V	Clamp Meter
3	Arus keluaran Panel Surya	I	A	Clamp Meter
4	Daya Keluaran Panel Surya	P	W	Perhitungan Teoritis
5	Tegangan Keluaran Inverter	V	V	Clamp Meter
6	Arus Keluaran Inverter	I	I	Clamp Meter
7	Suhu	°C	°C	DHT22
8	kelembaban	%	%	DHT22

### 3.3.8. Analisa hasil uji coba

Setelah melakukan pengujian akan terdeteksi baik dan buruknya alat ini atau kesalahan dan kekurangan alat, maka akan dilakukan evaluasi Kembali dan dilakukan perawatan terhadap alat ini agar tetap dapat digunakan tanpa ada kendala.



## BAB V

### KESIMPULAN

#### 5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang di peroleh sebagai berikut:

1. Keberhasilan Rancang Bangun: Alat penetas telur unggas berbasis IoT dengan suplai daya PLTS berhasil dirancang dan dioperasikan. Sistem ini mampu menjaga suhu inkubator pada kisaran 38–39 °C dan kelembaban optimal, serta dapat memantau kondisi secara real-time melalui aplikasi Blynk
2. Efisiensi Energi Terbarukan: Hasil pengujian PLTS menunjukkan daya keluaran rata-rata ~150 W dengan efisiensi sekitar 5,01 %, cukup untuk menyuplai beban lampu pijar (15 W total) dan`d komponen IoT, sekaligus mengurangi ketergantungan pada listrik PLN
3. Peningkatan Tingkat Penetasan: Fitur otomatis seperti pembalikan rak telur dan pengaturan kipas/lampu meningkatkan distribusi panas yang merata, sehingga peluang penetasan ayam dan bebek menjadi lebih tinggi dibandingkan metode manual

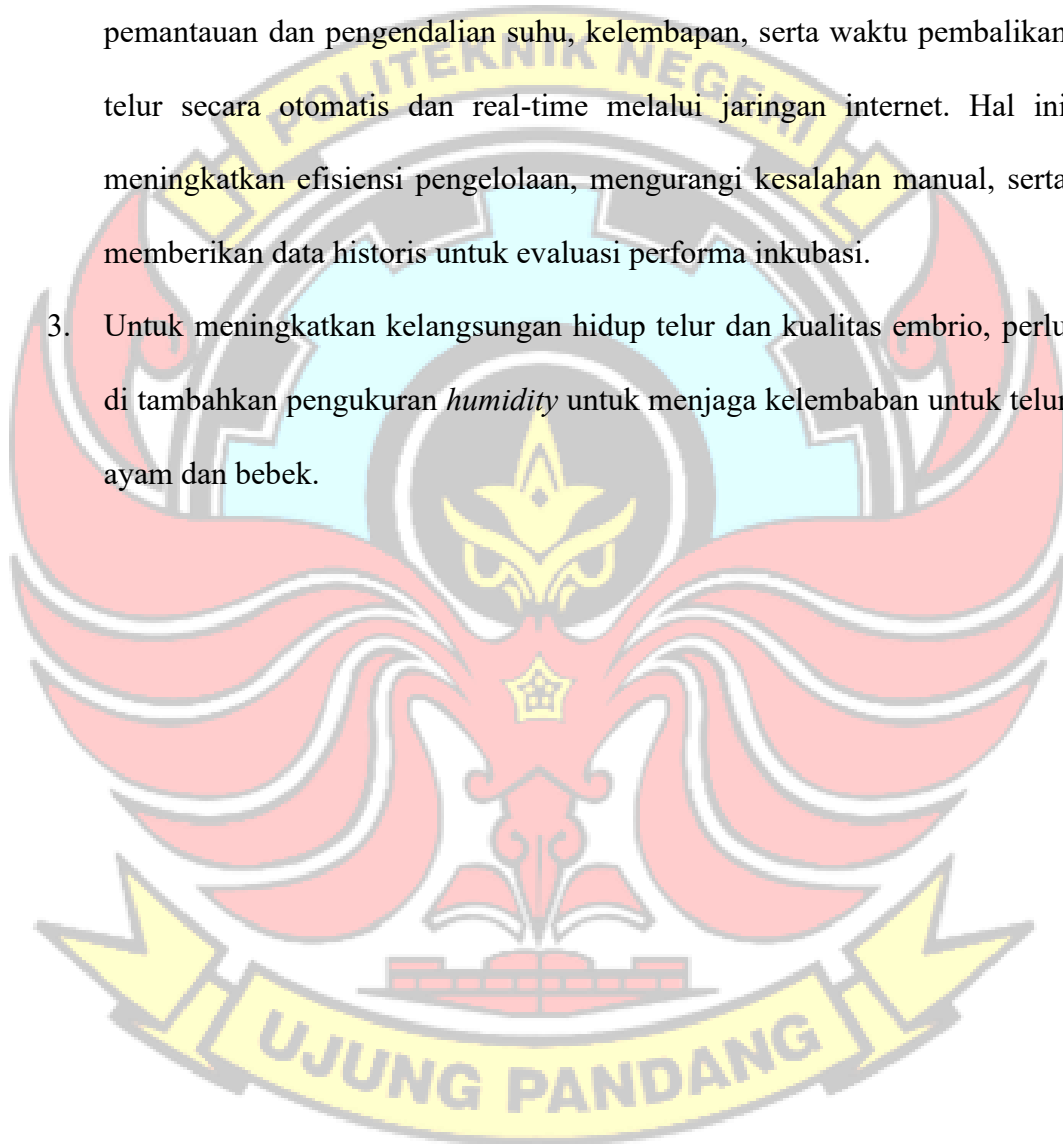
#### 5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan unruk penelitian selanjutnya, antara lain:

1. Perancangan alat penetas telur unggas berbasis PLTS dapat dilakukan dengan mengoptimalkan sistem catu daya dari panel surya yang disesuaikan dengan kebutuhan daya inkubator. Penggunaan sistem penyimpanan energi

(baterai) memungkinkan alat tetap berfungsi saat malam hari atau ketika intensitas cahaya matahari rendah, sehingga proses penetasan tetap stabil dan efisien secara energi.

2. Penerapan teknologi IoT pada alat penetas telur unggas memungkinkan pemantauan dan pengendalian suhu, kelembapan, serta waktu pembalikan telur secara otomatis dan real-time melalui jaringan internet. Hal ini meningkatkan efisiensi pengelolaan, mengurangi kesalahan manual, serta memberikan data historis untuk evaluasi performa inkubasi.
3. Untuk meningkatkan kelangsungan hidup telur dan kualitas embrio, perlu di tambahkan pengukuran *humidity* untuk menjaga kelembaban untuk telur ayam dan bebek.



## DAFTAR PUSTAKA

- Anisah, Siti, Rahmadhani Fitri, Albert Kenedy Butar Butar, and Zuraidah Tharo. 2022. "Study of the Potential of New Renewable Energy Generation (Hibryd Solar and Wind) As an Alternative Energy Source." : 144–50.
- Anto, Wisnu Rini, Dani Pamungkas. 2019. "Sumber Pln Dan Genset." *Sistem Operasi Saklar Otomatis ATS 1 FASA 2200 Watt melayani sumber PLN dan Genset* 12: 9–13.
- Efendi, Yoyon. 2018. "Internet of Things ( Iot ) Sistem Pengendalian Lampu." *Jurnal ilmiah ilmu komputer* 4(1): 19–26.
- ESDM, Yudiarto, Anindhita, Agus Sugiyono, Laode M.A. Wahid, and Adiarso. 2016. "Outlook Energy Indonesia 2018." *Pusat Pengajian Industri Proses Energi* 53(9): 1–94.
- Fadilah, Fadilah, Sofiah S, and Angga Rikardo. 2023. "Analisis Kerja Lvd (Low Voltage Disconnect) Multisistem Pada Akumulator 12 Volt Pada Panel Surya." *Jurnal Surya Energy* 7(2): 54–59. doi:10.32502/jse.v7i2.5757.
- Haqiqi, Aditya Ainul, Tundung Subali Patma, and Fathoni Fathoni. 2022. "Perancangan Sistem Hybrid Solar Cell Dan PLN Menggunakan Solar Charger Controller Dan Voltage Sensor." *Jurnal Elektronika dan Otomasi Industri* 9(3): 256. doi:10.33795/elk.v9i3.422.
- Hasan, Hasnawiya. 2012. "Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Pulau Saugi." *Jurnal Riset dan Teknologi Kelautan (JR TK)* 10: 169–80.
- Imran, Al, and Muh Rasul. 2020. "Pengembangan Tempat Sampah Pintar Menggunakan Esp32." *Jurnal Media Elektrik* 17(2): 2721–9100.

<https://ojs.unm.ac.id/mediaelektrik/article/view/14193>.

Irwan, Gordianus, and Ragut Nim. 2023. “Skripsi Karakteristik Perpindahan Panas Pada Penetas Telur Dengan Menggunakan Inkubator Kapasitas 30 Butir Telur.”

Julisman, Andi, Ira Devi Sara, and Ramdhan Halid Siregar. 2017. “Prototipe Pemanfaatan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Pada Sistem Otomasi Atap Stadion Bola.” *Kitekro* 2(1): 35–42.

Junaldy, Muhammad, Sherwin R U A Sompie, and S Patras. 2019. “Rancang Bangun Alat Pemantau Arus Dan Tegangan Di Sistem Panel Surya Berbasis Arduino Uno.” *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer* 8(1): 9–14.

KONE, Tiémoman, Nogbou Georges ANOH, Blé Germain YATANAN, Yapi ange Anderson BROU, N’da Josue AHOUTOU, and Jean David Aman ALLOU. 2024. “Design and Development of an Iot-Based Intelligent Incubator.” *Engineering and Technology Journal* 9(01): 3396–3401. doi:10.47191/etj/v9i01.21.

Marpuah, D W I, Program Diploma, I I I Ilmu, Fakultas Matematika, D A N Ilmu, Pengetahuan Alam, and Universitas Sebelas Maret. 2010. “Digilib . Uns . Ac . Id.”

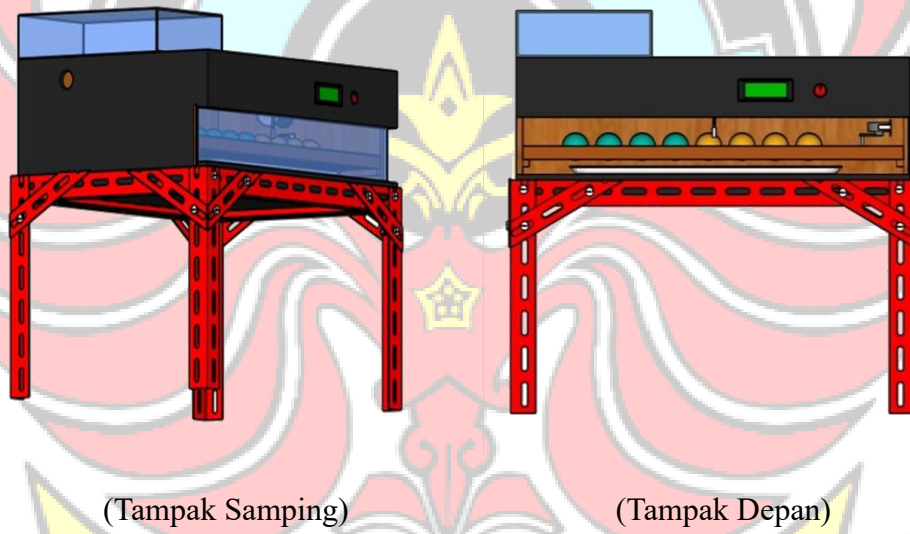
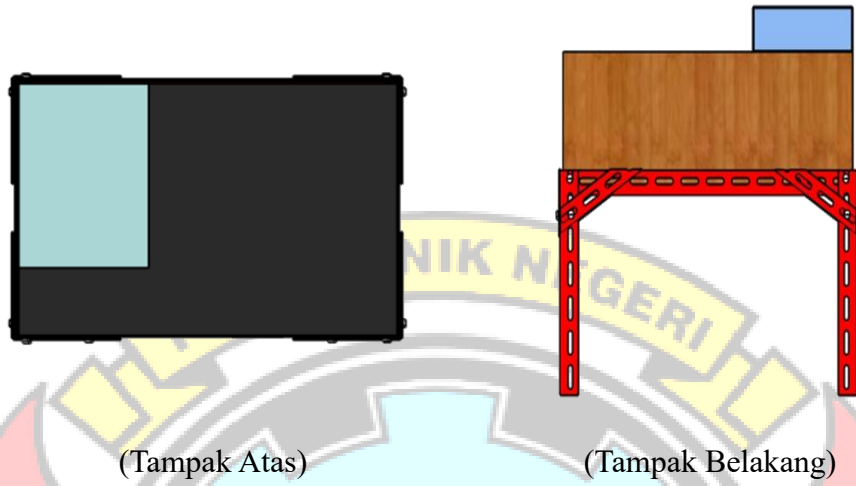
Mousa, Karim, Hamzah AlZu’bi, and Ali Diabat. 2010. “Design of a Hybrid Solar-Wind Power Plant Using Optimization.” *2010 2nd International Conference on Engineering System Management and Applications, ICESMA 2010* (May 2016).

Nawaz, S. Aaquib, S. Satheeskumaran, C. Venkatesan, A.R. Suhas, and L.

- Niranjan. 2021. "Design and Implementation of Chicken Egg Incubator for Hatching Using IoT." *International Journal of Computational Science and Engineering* 24(4): 363. doi:10.1504/ijcse.2021.10039967.
- Rif'an, M, Sholeh HP, Mahfudz Shidiq, and Rudy Yuwono. 2012. "Optimasi Pemanfaatan Energi Listrik Tenaga Di Jurusan Teknik Elektro Universitas." *Electrics, Electronics, Communications, Controls, Informatics, Systems (EECCIS)* 6(1): 44–48.
- Safrizal. 2017. "Rancangan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Listrik Pada Gedung Fakultas Sains Dan Teknologi UNISNU Jepara." *Disprotek* 8: 75–81.
- Suduri, As Fiyaa U, Subuh Isnur Haryudo, Joko, and Mahendra Widyartono. 2021. "Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 80 Wp Untuk Alat Penetas Telur Berbasis IoT RANCANG BANGUN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA KAPASITAS 80 WP UNTUK ALAT PENETAS TELUR BERBASIS As Fiyaa U Suduri Subuh Isnur Haryudo ., Joko ., Mahendra." *Jurnal Teknik Elektro* 10 No 3(Vol 10 No 3 (2021): SEPTEMBER 2021): 587–96.
- Tharo, Zuraidah, Erwin Syahputra, and Rahmad Mulyadi. 2022. "Analysis of Saving Electrical Load Costs With a Hybrid Source of Pln-Plts 500 Wp." *Journal of Applied Engineering and Technological Science* 4(1): 235–43. doi:10.37385/jaets.v4i1.1024.
- Widiyanto, Wahyu. 2021. "Penetasan Telur Secara Otomatis Berbasis Arduino Dan Sms Gateway."
- Zirana, Marw. 2023. "Prototype Alat Penetas Telur Berbasis Iot Proyek Akhir."



**Lampiran 1 Gambar Rancangan Penetas Telur Otomatis**



## Lampiran 2 Dokumentasi Pembuatan Alat



(Pembuatan alat penetas telur)



(Pembuatan rangka PLTS)



(Pengeboran panel box)



(Perakitan alat penetas telur)

### Lampiran 3 Dokumentasi Pembuatan Koding

```
#define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPL6zkv2-Gei"
#define BLYNK_TEMPLATE_NAME "RizzSatoru"
#define BLYNK_AUTH_TOKEN "lwvj4SzBl2fgvKlqxovgSqoz5hzJXHy2"
#define BLYNK_PRINT Serial

#include <WiFi.h>
#include <WiFiClient.h>
#include <BlynkSimpleEsp32.h>
#include <DHT.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>

// --- Pin dan Konstanta ---
#define RELAY_ON LOW
#define RELAY_OFF HIGH

#define RELAY_1 13 // Lampu
#define RELAY_2 32 // Kipas
#define RELAY_3 19 // Motor (via Blynk V3)

#define DHTPIN 26
#define DHTTYPE DHT22

// --- Inisialisasi objek ---
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 20, 4); // LCD 20x4

char auth[] = BLYNK_AUTH_TOKEN;
char ssid[] = "TPE-21";
char pass[] = "Bismillah Lulus 24";

BlynkTimer timer;
// Variabel untuk hemat data Blynk
float lastSuhu = -100;
float lastLembab = -100;
float thresholdSuhu = 0.5; // kirim kalau beda >= 0.5 °C
float thresholdLembab = 1.0; // kirim kalau beda >= 1 % RH
unsigned long lastSendTime = 0;
unsigned long sendInterval = 30000; // 30 detik

// --- Setup awal ---
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  Blynk.begin(auth, ssid, pass);
  dht.begin();
```

```

lcd.init();
lcd.backlight();

// Inisialisasi pin relay
pinMode(RELAY_1, OUTPUT);
pinMode(RELAY_2, OUTPUT);
pinMode(RELAY_3, OUTPUT);

digitalWrite(RELAY_1, RELAY_OFF);
digitalWrite(RELAY_2, RELAY_OFF);
digitalWrite(RELAY_3, RELAY_OFF);

// Sinkronisasi tombol motor dari Blynk
Blynk.syncVirtual(V3);

// Jadwal pembacaan sensor tiap 2 detik
timer.setInterval(2000L, updateSensorData);

// Tampilan awal LCD
lcd.setCursor(2, 1);
lcd.print("PROYEK TUGAS AKHIR");
lcd.setCursor(3, 2);
lcd.print("IoT PENETAS TELUR");
delay(3000);
lcd.clear();
}

// --- Loop utama ---
void loop() {
  Blynk.run();
  timer.run();
}

// --- Fungsi update sensor ---
void updateSensorData() {
  float suhu = dht.readTemperature();
  float lembab = dht.readHumidity();

  if (isnan(suhu) || isnan(lembab)) {
    Serial.println("Gagal membaca dari sensor DHT!");
    return;
  }

  // Logika kontrol relay otomatis
  if (suhu < 38) { //ON
    digitalWrite(RELAY_1, RELAY_ON); // Lampu ON
  }
}

```

```

digitalWrite(RELAY_2, RELAY_OFF); // Kipas OFF
delay(500);
} else if (suhu > 39) { //OFF
digitalWrite(RELAY_1, RELAY_OFF); // Lampu OFF
digitalWrite(RELAY_2, RELAY_ON); // Kipas ON
delay(500);
}
// Jika suhu 38-39: relay tetap seperti sebelumnya

// Kirim ke Blynk jika sudah waktunya dan ada perubahan signifikan
unsigned long currentMillis = millis();
if (currentMillis - lastSendTime >= sendInterval) {
  if (fabs(suhu - lastSuhu) >= thresholdSuhu || fabs(lembab - lastLembab) >=
    thresholdLembab) {
    lastSuhu = suhu;
    lastLembab = lembab;
    lastSendTime = currentMillis;

// Tampilkan ke LCD
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print(" IoT Penetas Telur");

lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("Status: Otomatis");

lcd.setCursor(0, 2);
lcd.print("Suhu: ");
lcd.print(suhu, 1);
lcd.print((char)223); // simbol derajat
lcd.print("C ");

lcd.setCursor(0, 3);
lcd.print("Kelembaban: ");
lcd.print(lembab, 1);
lcd.print(" % ");

// Kirim ke Blynk
Blynk.virtualWrite(V4, suhu); // Suhu ke V0
Blynk.virtualWrite(V5, lembab); // Kelembaban ke V1

// Debug serial
Serial.print("Suhu: ");
Serial.print(suhu);
Serial.print(" C | Kelembaban: ");
Serial.print(lembab);
Serial.println(" %");

```

```
}  
}  
}  
// --- Kontrol Motor dari Blynk ---  
BLYNK_WRITE(V3) {  
  int relayState = param.asInt();  
  digitalWrite(RELAY_3, relayState);  
  Serial.print("Motor (RELAY_3) diatur dari Blynk: ");  
  Serial.println(relayState == HIGH ? "ON" : "OFF");  
}  
  
// --- Sinkronisasi status motor ke Blynk ---  
void updateRelay() {  
  int relayState = digitalRead(RELAY_3);  
  Blynk.virtualWrite(V3, relayState);  
}
```



**Lampiran 4 . Foto Peletakan Telur Pada Alat Penetas Telur**

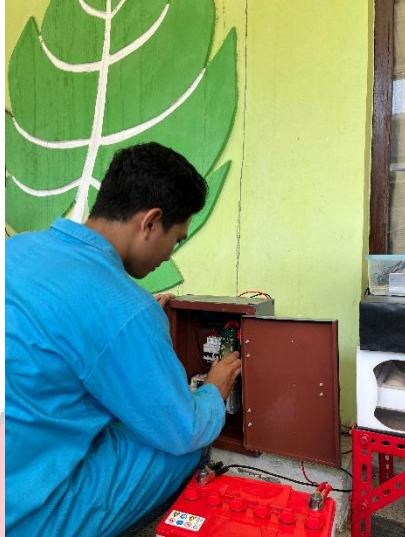


(Peletakan telur ayam dan bebek kedalam inkubator)



(Posisi telur di dalam inkubator)

## Lampiran 5 Pengambilan Data Pengambilan Data



(Pengambilan data tegangan dan arus)



(Pengambilan data intensitas Cahaya matahari)



(Pengambilan data suhu lingkungan)



(pengambilan data suhu dan kelembaban)

**Lampiran 6 Foto Telur Ayam dan Bebek Fertil dan Infertil**



(Telur ayam fertil)



(Telur ayam infertil)



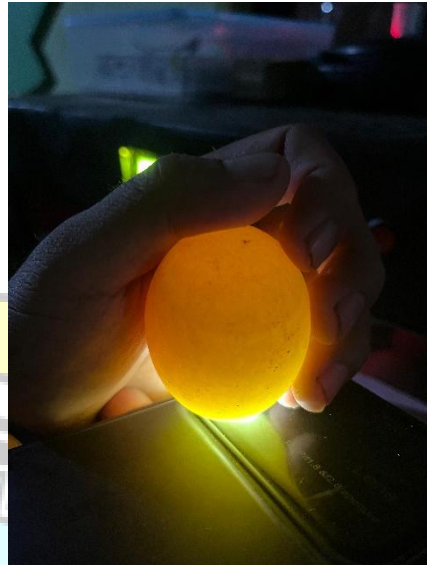
(Telur ayam fertil dalam 18 hari)



(Menetas)



(Telur Bebek fertil)



(Telur Bebek infertil)



(Telur Bebek fertil dalam 20 hari)



(Menetas)

## Lampiran 7 Berita Acara Seminar Judul Tugas Akhir (Skripsi)

### Lampiran Berita Acara Seminar Judul Tugas Akhir (Skripsi)

I. Judul yang diterima : ~~Baterai~~ Rancang Bangun Alat Pemasang Telur Unggas (Ayam dan Kalkun) Berbasis Internet & Energi Murni  
PLTS

### II Perbaikan/Tambahan :

1. ESD : 1). Revisi "Bahan" di cet kembali  
2). Beberapa penulisan typo diperbaiki  
3). Gambar kuram di perbaiki  
4). Cet kembali schematic diagram

2. ELM : 1). dituliskan rangkaian untuk alat pemasang telur & Ayam  
2). Mekanisme Monitoring I<sub>oF</sub> diperbaiki  
3). Mekanisme tambahan pemasangan diperbaiki  
4). Spesifikasi komponen yg digunakan dituliskan  
5). Rangkaian di cet kembali, harus dicantumkan  
6). Pemilihan lampu 5 watt dituliskan  
3. Torsi dasar struktur telur tidak perlu dicantumkan  
8). Tabel 2.3 ditambahkan referensi

3. ESN : 1). ~~Perbandingan~~ Perbandingan Pemilihan (Indikator) telur dicantumkan  
2). Tabel 2.3 ditambahkan referensi  
3). Indikator suhu dan kelembaban cantumkan referensi jurnal.  
4). Rangkaian kontrol mekanis juga tidak dituliskan  
5). Alasan pemilihan lampu untuk pemanasan dituliskan di buku  
6). Tambahkan referensi penelitian terkait

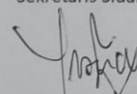
4. ERM : 1). Tingkat plastisitas di cet kembali (10%) harus < 25 %  
2). Cet kembali aspek 2  
3). Tambahkan jurnal penelitian terkait  
4). ~~Sensor~~ rangkaiannya dilengkapi 4 Mekanisme hybrid Grid  
5). Akurasi sensor foto diuji

### Kontrak Penyelesaian (Skripsi)

Maret - Akhir Juli 2025

1. A. Astar Magfirah (44221021) *Ats*
2. Muh. Fikwan (44221031) *Puay*

- EPR :
- 1). Dasar pemilihan lampu pijar dituliskan
  - 2). Disajikan analisis keseimbangan Energi
  - 3). Desain sensor pada alat dituliskan
  - 4). Desain rak telur ayam dan bobot
  - 5). Flowchart diperbaiki
- Sekretaris Sidang,



Muhammad Ruswandi Djalal, S.ST., M.T.  
NIP

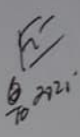
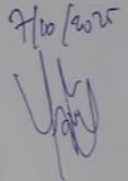
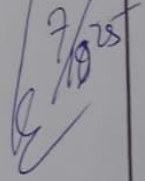
EPR : 6). Indikator di hari 4 Ayam & Bobot

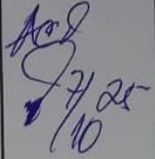
## Lampiran 8 Revisi Judul Skripsi

### LEMBAR REVISI JUDUL SKRIPSI

Nama Mahasiswa : A. Asfar Magfira 44221021  
 : Muh. Rizwan 44221031

Catatan Daftar Revisi Penguji :

No.	Nama	Uraian	Tanda Tangan
1	Prof. Dr. Ir. Firman, M.T.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Skenario Pengambilan Data direvisi</li> </ul>	 7/10/2021
2	Muhammad Ruswandi Djalal, S.ST., M.T.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gambar di analisis diteliti penjelasan</li> <li>• Sajian dilengkapi di analisis</li> <li>• Diagram otomatis di pengulas</li> </ul>	 7/10/2021
3	Ir. La Ode Musa, M.T.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Penjelasan hasil telur yang revisi di revisi</li> <li>• Ditambahkan penjelasan pemeliharaan telur di awal</li> <li>• Diagram alir jenis sturpe diperbaiki</li> <li>• Spesifikasi bahan ditampikan</li> </ul>	 7/10/21

No.	Nama	Uraian	Tanda Tangan
4	Sonong, S.T., M.T.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Spesifikasi bahan diperlukan</li> <li>• perhitungan daya tumpu dan tigas</li> </ul>	 7/25/10
5	Ir. Chandra Bhuana, M.T.		
6	Muhammad Sidiq Dwi Putra, S.T., M.T.		

Selasa, 30 September 2025  
Ketua/Sekretaris Panitia Ujian Skripsi,



Prof. Dr. Ir. Firman, M.T.  
NIP

Catatan: Jika ada perubahan Judul Skripsi, konfirmasi secepatnya ke bagian Akademik

## Lampiran 9 Plagiarime

### Progress Rancang Bangun PLTS IOT SEMHAS.docx

#### ORIGINALITY REPORT

<b>7</b> %	<b>7</b> %	<b>2</b> %	<b>4</b> %
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

#### PRIMARY SOURCES

<b>1</b>	<b>repository.poliupg.ac.id</b> Internet Source	<b>4</b> %
<b>2</b>	<b>Submitted to Fakultas Teknik</b> Student Paper	<b>&lt;1</b> %
<b>3</b>	<b>text-id.123dok.com</b> Internet Source	<b>&lt;1</b> %
<b>4</b>	<b>jurnal.poliupg.ac.id</b> Internet Source	<b>&lt;1</b> %
<b>5</b>	<b>Submitted to Sriwijaya University</b> Student Paper	<b>&lt;1</b> %
<b>6</b>	<b>mafiadoc.com</b> Internet Source	<b>&lt;1</b> %
<b>7</b>	<b>www.indozone.id</b> Internet Source	<b>&lt;1</b> %
<b>8</b>	<b>archive.org</b> Internet Source	<b>&lt;1</b> %
<b>9</b>	<b>repository.upi.edu</b> Internet Source	<b>&lt;1</b> %

### Biodata Penulis



Nama : A. Asfar Magfira  
Nim : 44221021  
Tempat, Tanggal Lahir : Bontojai, 24 November 2002  
Alamat : Dusun Maroangin

### Pendidikan:

2009 - 2015 : SD Inpres 6/75 Bontojai, Kabupaten Bone  
2015 - 2018 : SMP Satu Atap Terasa, Kabupaten Sinjai  
2018 - 2021 : SMK 10 Makassar  
2021 - 2024 : Politeknik Negeri Ujung Pandang, Kota Makassar

Email: [andifikram2002@gmail.com](mailto:andifikram2002@gmail.com)

Telepon: +62 853-4094-9552

### Biodata Penulis



Nama : Muh. Rizwan  
Nim : 44221031  
Tempat, Tanggal Lahir : Pinrang, 24 Februari 2003  
Alamat : JL. A. Makkasau

### Pendidikan:

2009 - 2015 : SDN 194 PINRANG  
2010 - 2018 : SMPN 1 PATAMPANUA  
2018 - 2021 : SMKN 1 PINRANG  
2021 - 2024 : Politeknik Negeri Ujung Pandang, Kota Makassar

Email: [sarjanaterapan2003@gmail.com](mailto:sarjanaterapan2003@gmail.com)

Telepon: +62 831-1134-5377