



INSTITUT TEKNOLOGI DEL

Produk Jadi Mesin Tetas Telur Ayam berbasis *IoT*

TUGAS AKHIR

NIM	NAMA
13321031	Jeremy Fatric M Pardede
13321036	Brian Daniel Napitupulu
13321049	Trisna P Lumban Raja

FAKULTAS VOKASI

PROGRAM STUDI TEKNOLOGI KOMPUTER

**INSTITUT TEKNOLOGI DEL
2024**



INSTITUT TEKNOLOGI DEL

Produk Jadi Mesin Tetas Telur Ayam berbasis *IoT*

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar A.Md.T

NIM	NAMA
13321031	Jeremy Fatric M Pardede
13321036	Brian Daniel Napitupulu
13321049	Trisna P Lumban Raja

FAKULTAS VOKASI
PROGRAM STUDI DIII TEKNOLOGI KOMPUTER

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	3
DAFTAR TABEL.....	7
DAFTAR GAMBAR.....	8
BAB I PENDAHULUAN.....	9
1.1 Latar Belakang	9
1.2 Tujuan.....	10
1.3 Rumusan Masalah	11
1.4 Batasan Penelitian	11
1.5 Hasil yang diharapkan.....	11
1.6 Sistematika Penyajian	11
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	13
2.1 Landasan Teori.....	13
2.1.1 <i>Internet of Things (IoT)</i>	13
2.1.2 Prinsip Kerja Mesin Tetas Telur	13
2.1.3 Sistem Kontrol dan Automasi.....	14
2.1.4 Desain dan Pengembangan Produk.....	14
2.2 Manajemen Perangkat	14
2.3 Perangkat Keras.....	15
2.3.1 ESP32.....	15
2.3.2 Sensor.....	17
2.3.2.1 Sensor Suhu.....	17
2.3.2.2 Sensor Kelembaban.....	17
2.3.2.3 <i>Water Level Sensor</i>	18
2.3.3 Thermostat Digital	19
2.3.4 <i>Hygrometer</i>	19

2.3.5	LCD.....	20
2.3.6	Kabel Jumper	21
2.3.7	Lampu Pijar.....	22
2.3.8	Pompa Air	23
2.3.9	Dinamo Gerak.....	24
2.3.10	Relay	24
2.3.11	Adaptor	25
2.3.12	DH48s-s	26
2.4	Related Work.....	26
2.4.1	Sistem Monitoring Suhu Mesin Penetas Telur Aym kampung berbasis <i>IoT</i> (<i>Internet of Things</i>) Menggunakan <i>API Thingspeak</i>	26
2.4.2	Rancangan Bangun Rak Penetas Telur Otomatis Pada Mesin Tetas Bertenaga <i>Hybrid</i>	27
2.4.3	Sistem Monitoring Suhu dan Pencahayaan Berbasis <i>Internet of Thing (IoT)</i> Untuk Penetasan Telur Ayam.....	28
2.4.4	Rancangan Bangun Pengendali Suhu dan Kelembaban Alat Tetas Telur berbasis Arduino Uno	29
2.4.5	Pengatur Kestabilan Suhu Pada <i>Egg Incubator</i> berbasis Arduino.....	30
2.4.6	Sistem Penetasan Telur berbasis PLC.....	31
BAB III ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM		33
3.1	Analisis.....	33
3.1.1	Analisis Masalah.....	33
3.1.2	Analisis Pemecahan Masalah.....	33
3.1.3	Analisis Kebutuhan Sistem	34
3.1.3.1	Analisis Kebutuhan Perangkat Keras (<i>Hardware</i>).....	34
3.1.3.2	Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak (<i>Software</i>)	39
3.2	Perancangan Sistem.....	39

3.2.1	Diagram Blok Sistem	39
3.3	Desain	40
3.3.1	Desain Arsitektur Sistem	40
3.3.2	Desain Skematik Perangkat Keras	41
3.3.3	Desain Produk Mesin Tetas Telur	43
3.4	<i>Flowchart</i>	44
3.4.1	<i>Flowchart Penjadwalan</i>	45
3.4.2	<i>Flowchart Water Level Sensor</i>	45
3.4.3	<i>Flowchart Sistem</i>	46
3.5	Skenario Pengujian	47
3.5.1	Skenario Pengujian Perangkat Keras	47
3.5.1.1	Skenario Pengujian Sensor Suhu dan Kelembaban	48
3.5.1.2	Skenario Pengujian LCD	49
3.5.1.3	Skenario Pengujian Pompa Air	49
3.5.1.4	Skenario Pengujian Dinamo Gerak	49
3.5.1.5	Skenario Pengujian Water Level Sensor	49
3.5.1.6	Skenario Pengujian Penjadwalan Perputaran Telur	50
BAB IV IMPLEMENTASI		51
4.1	Implementasi	51
4.1.1	Implementasi Software	51
4.1.1.1	Instalasi Arduino IDE	51
4.1.1.2	Instalasi Library Sensor DHT22	52
4.1.1.3	Instalasi Library Water Level Sensor	52
4.1.1.4	Instalasi Library LCD	53
4.1.2	Implementasi Hardware	53
4.1.2.1	Implementasi ESP32 dengan Sensor DHT22	53

4.1.2.2	Implementasi ESP32 dengan Water Level Sensor	54
4.1.2.3	Implementasi <i>ESP32</i> dengan LCD.....	55
4.1.2.4	Implementasi ESP32 dengan Relay	56
4.1.2.5	Implementasi Relay dengan Pompa Air.....	56
4.1.2.6	Implementasi Dinamo Gerak menggunakan DH48S-S	57
4.1.2.7	Implementasi Thermostat Digital dengan Lampu 1 dan 2	57
4.1.2.7	Implementasi Thermostat Digital dengan Hygrometer.....	60
4.2	Pengujian.....	61
4.2.1	Pengujian Lampu 1 dan 2 dengan Thermostat Digital pada Sistem	61
4.2.2	Pengujian Sensor Suhu dan Kelembaban (DHT22).....	62
4.2.3	Pengujian Pompa Air dan <i>Water Level Sensor</i>	63
4.2.4	Pengujian Penjadwalan Perputaran Telur dengan Dinamo gerak	65
4.2.5	Pengujian Penetasan Telur	67
4.3	Hasil Pengujian Sistem Secara Keseluruhan.....	67
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		69
5.1	Kesimpulan.....	69
5.2	Saran.....	69
Daftar Pustaka dan Rujukan.....		70
LAMPIRAN A: Source Code		72

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi ESP32	16
Tabel 3.1 Kebutuhan Perangkat Keras	34
Tabel 3.2 Kebutuhan Perangkat Lunak	39
Tabel 3.3 Skenario Perangkat Keras	47
Tabel 3.4 Pengujian Sensor Suhu dan Kelembaban.....	48
Tabel 3.5 Pengujian Water Level Sensor.....	50
Tabel 4.1 Pengujian Lampu 1 dan 2 dengan Thermostat Digital pada Sistem.....	61
Tabel 4.2 Data Pengujian Lampu 1 dan 2 dengan Thermostat Digital	62
Tabel 4.3 Pengujian Sensor Suhu dan Kelembaban (DHT22)	62
Tabel 4.4 Hasil Data Pengujian Sensor Suhu dan Kelembaban Udara.....	63
Tabel 4.5 Pengujian Pompa Air dan Water Level Sensor	63
Tabel 4.6 Hasil Data Pengujian Pompa Air dengan Water Level Sensor	64
Tabel 4.7 Pengujian Perputaran Telur Dinamo Gerak.....	65
Tabel 4.8 Hasil Data Pengujian Penjadwalan Perputaran	66
Tabel 4.9 Pengujian Penetasan Telur	67
Tabel 4.10 Hasil Pengujian Penetasan Telur.....	68

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 ESP32.....	15
Gambar 2.2 Pin Out ESP32	16
Gambar 2.3 Sensor Suhu dan Kelembaban	18
Gambar 2.4 Water Level Sensor	18
Gambar 2.5 Thermostat Digital.....	19
Gambar 2.6 Hygrometer	20
Gambar 2.7 LCD.....	21
Gambar 2.8 Kabel Jumper.....	21
Gambar 2.9 Lampu Pijar	23
Gambar 2.10 Pompa Air	23
Gambar 2.11 Dinamo Gerak.....	24
Gambar 2.12 Relay	25
Gambar 2.13 Adaptor.....	25
Gambar 2.14 DH48s-s.....	26
Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem.....	39
Gambar 3.2 Desain Arsitektur Sistem	40
Gambar 3.3 Desain Skematik Thermostat Digital.....	41
Gambar 3.4 Desain Skematik DH48s-s.....	42
Gambar 3.5 Desain Skematik Sistem	42
Gambar 3.6 Tampilan Produk Pintu Terbuka	43
Gambar 3.7 Tampilan dalam Produk.....	44
Gambar 3.8 Tampilan Produk Pintu Tertutup.....	44
Gambar 3.9 Flowchart Penjadwalan	45
Gambar 3.10 Flowchart Water Level Sensor.....	45
Gambar 3.11 Flowchart sistem.....	46
Gambar 4.1 Implementasi ESP32 dengan Sensor DHT22.....	54
Gambar 4.2 Implementasi ESP32 dengan Water Level Sensor	55
Gambar 4.3 Implementasi ESP32 dengan LCD	55
Gambar 4.4 Implementasi Relay dengan Pompa Air.....	56
Gambar 4.5 Implementasi Dinamo Gerak dengan DH48S-S	57
Gambar 4.6 Implementasi Thermostat Digital dengan Lampu 1 dan 2 (1)	58
Gambar 4.7 Implementasi Thermostat Digital dengan Lampu 1 dan 2 (2)	58
Gambar 4.8 Implementasi Thermostat Digital dengan Lampu 1 dan 2 (3)	59
Gambar 4.9 Implementasi Thermostat Digital dengan Lampu 1 dan 2 (4)	59
Gambar 4.10 Implementasi Thermostat Digital dengan Lampu 1 dan 2 (5)	60
Gambar 4.11 Implementasi Thermostat Digital dengan Hygrometer.....	60
Gambar 4.12 Telur yang telah menetas.....	68

BAB I

PENDAHULUAN

Bagian ini mengandung penjelasan mengenai alasan memilih topik masalah yang akan diselesaikan, tujuan dari pelaksanaan Tugas Akhir, cakupan pekerjaan yang akan dilakukan, cakupan pekerjaan yang akan dibangun, metode pendekatan, dan strategi penyelesaiannya. Serta memberikan gambaran mengenai susunan laporan yang digunakan dalam penulisan Tugas Akhir "Produk Jadi Mesin Tetas Telur Ayam Berbasis *IoT (Internet of Things)*".

1.1 Latar Belakang

Di era teknologi yang semakin maju ini, kita memerlukan suatu sistem yang dapat memantau bahkan mengendalikan segala sesuatu yang menyebabkan terjadinya pembangunan di dunia yang dapat mempermudah kehidupan manusia. Perkembangan sektor peternakan pun berusaha mengimbangi perkembangan tersebut. Salah satunya terutama terkait dengan sektor konsumsi masyarakat, khususnya peternakan ayam yang masih sangat digemari oleh para pedagang karena tingginya kebutuhan akan kebutuhan sehari-hari. Salah satu tugas peternakan dalam ketahanan pangan adalah menyediakan sumber protein hewani. Misalnya saja ayam yang menghasilkan daging dan telur, dimana protein yang terkandung dalam daging dan telur merupakan bagian penting dalam gizi manusia, sehingga memberikan kontribusi terhadap pertumbuhan dan perkembangan organisme. Saat ini, banyak negara sedang berupaya memenuhi kebutuhan dasar ini dengan cara mengakibatkan banyak peternak dan pedagang menyewa spesialis untuk merawat ayam, dengan tujuan meningkatkan produksi telur dan menghasilkan keuntungan yang lebih besar[1].

Banyak peternakan yang masih mengelola inkubasi telur. Pada umumnya cara yang digunakan bersifat semi manual, yaitu memeriksa air secara manual untuk mengetahui sisa kelembaban. Meskipun cara ini terbukti tidak efektif, namun perbaikan yang signifikan masih mungkin dilakukan. Masalah umum dalam inkubasi telur adalah fluktuasi suhu dan kelembapan yang tidak terkontrol karena sulitnya memantau rentang suhu dan kelembapan secara terus-menerus sehingga peternak tidak dapat mengontrol jumlah air yang tersedia untuk menjaga kelembapan maka para peternak mulai melakukan berbagai upaya untuk meningkatkan produksi dan perawatan ayam, termasuk pembangunan fasilitas penetasan ayam dengan berbagai metode[2]. Oleh karena itu, diperlukan inovasi untuk

menyederhanakan proses penetasan telur bagi para peternak, yang dapat diwujudkan dalam bentuk mesin penetas telur. *Egg Incubator* merupakan alat penunjang inkubasi telur. Pada awalnya alat ini hanya berupa alat sederhana yang menggunakan lampu sebagai pembangkit panas dan tidak mempunyai alat pendukung lainnya. Secara konvensional hanya digunakan oleh peternak skala kecil sehingga seiring berjalannya waktu tempat penetasan ini telah dikembangkan untuk meningkatkan daya tetas telur dan menjadi kondisi yang menguntungkan untuk mengamati penetasan telur[3].

Telur memerlukan sekitar 21 hari untuk diinkubasi dan selama periode ini, telur hanya dapat ditetaskan 10-12 butir telur sekaligus pada suhu dan tingkat kelembapan yang berbeda[4]. Suhu dan kelembapan ideal yang diperlukan untuk inkubasi adalah 37-40°C dan kelembapan udara 55-65%. Suhu dan kelembapan pada inkubator sangat penting, proses pengendalian mesin merupakan pengendalian langsung untuk mengetahui kinerja mesin dan posisi horizontal kisi-kisi yang bergerak naik turun di dalam mesin penetas telur[5].

Penelitian ini masih belum optimal karena proses pengendalian penetasan harus dilakukan secara manual dengan melakukan pengujian pada setiap sistem pengendalian dan memantau pergerakan naik turun rak serta jumlah air yang tersedia untuk menjaga kelembapan dapat menyebabkan telur menetas dengan buruk. Salah satu solusi untuk permasalahan ini adalah dengan menambahkan sistem pemantauan dan kontrol berbasis *Internet of Things (IoT)* pada tempat penetasan, yang memungkinkan tempat penetasan berinteraksi dengan antarmuka pengguna.

Dan penelitian ini merupakan lanjutan dari penelitian sebelumnya, dimana penggunaan *ESP32* yang dirancang untuk menyebarkan sensor dan aktuator sesuai kebutuhan untuk menciptakan produk akhir dari mesin penetas telur berbasis *IoT (Internet of Things)*. Penelitian ini diharapkan dapat membantu para peternak untuk lebih mudah mengontrol masa inkubasi telur. Kemudahan ini memungkinkan petani mengontrol suhu, mengontrol kelembapan air, dan menambahkan air secara otomatis jika terjadi kekurangan air, serta mengontrol dari jarak jauh tanpa harus berada di dekat inkubator.

1.2 Tujuan

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam pelaksanaan Tugas Akhir ini adalah untuk: Mengembangkan mesin tetas telur ayam berbasis *IoT (Internet of Things)* yang mampu memantau suhu, kelembapan, dan putaran telur secara real-time.

1.3 Rumusan Masalah

Bagaimana implementasi teknologi *IoT (Internet of Things)* pada Produk Jadi Mesin Tetas Telur Ayam berbasis *IoT (Internet of Things)* dapat meningkatkan pengontrolan penetasan telur?

1.4 Batasan Penelitian

Untuk tidak memperluas penelitian ini, maka diperlukan adanya batasan masalah. Berikut batasan-batasan yang akan diterapkan.

1. Alat ini dirancang hanya untuk peternak ayam.
2. Alat ini dirancang dengan menggunakan *ESP 32*.
3. Kapasitas telur yang ditampung pada rak adalah 20 telur ayam karena case alat dibeli.

1.5 Hasil yang diharapkan

Hasil yang diharapkan dalam pengerjaan proyek ini adalah sebuah Produk Jadi Mesin Tetas Telur Ayam yang siap digunakan tanpa terdapat kendala dengan sistem monitoring dan kontroling yang terdapat pada alat berbasis *Internet of Things (IoT)* yang akan mempermudah peternak ayam dalam mengendalikan suhu, kelembaban, perputaran telur secara otomatis, dan pengontrolan air secara otomatis untuk kelembaban. Sistem ini dapat memberikan pemantauan terhadap kondisi telur selama proses penetasan.

1.6 Sistematika Penyajian

Secara garis besar dokumen Tugas Akhir ini dibagi menjadi 6 bab yang disusun secara terurut dan sistematis antara lain sebagai berikut:

1. BAB I PENDAHULUAN

Bagian ini memberikan penjelasan mengenai konteks awal, perumusan permasalahan, tujuan dan nilai dari pembuatan sistem, cakupan atau batasan dalam sistem, hasil yang diinginkan, dan pengaturan berurutan dalam penyajian Tugas Akhir.

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bagian ini mengandung dasar teori yang mendasari, penjelasan yang berisi kutipan atau ringkasan dari referensi yang digunakan dalam penelitian ini.

3. BAB III ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM

Dalam bab ini, akan diuraikan analisis dan perancangan sistem yang akan direalisasikan sesuai dengan perencanaan yang telah disusun dalam penelitian ini.

4. BAB IV IMPLEMENTASI

Bab ini mencakup pelaksanaan dan pengujian terhadap proyek atau sistem yang telah dikembangkan.

5. BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini, akan dijelaskan mengenai hasil yang dihasilkan setelah menjalani tahap implementasi dan pengujian terhadap sistem yang telah dibuat, termasuk pembahasannya.

6. BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan yang dicapai setelah selesainya Tugas Akhir ini dan mencakup saran untuk pengembangan lebih lanjut dari proyek yang sedang berjalan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Pada bagian tinjauan Pustaka menjelaskan teori-teori yang mendukung dalam pengerjaan tugas akhir mengenai Produk Jadi Alat Tetas Telur berbasis *IoT (Internet of Things)* menggunakan *ESP 32* sebagai mikrokontroler.

2.1 Landasan Teori

Pada sub-bab ini akan diuraikan secara ringkas mengenai komponen-komponen yang digunakan dalam membangun Produk Alat Tetas Telur Ayam berbasis *IoT (Internet of Things)*.

2.1.1 *Internet of Things (IoT)*

Internet of Things (IoT) adalah sebuah jaringan yang menghubungkan berbagai objek dengan cara mengenali identitas dan alamat IP, memungkinkan objek tersebut berkomunikasi satu sama lain serta berbagi informasi mengenai diri sendiri dan juga informasi yang mereka peroleh dari lingkungan sekitar. *IoT (Internet of Things)* memungkinkan pengguna untuk mengendalikan serta mengoptimalkan perangkat listrik dan elektronik melalui koneksi *internet*. Salah satu contoh penerapan dari *IoT (Internet of Things)* yaitu penerapan dari *smart classroom* yang menggunakan konsep mengintegrasikan beberapa sensor, actuator, mikrokontroler yang dipadukan dengan portal *learning management system (LMS)* dan sistem ini menggunakan teknologi yang berjalan secara otomatis[6]. Di masa kini, komunikasi antara perangkat komputer dan perangkat elektronik diperkirakan akan mampu bertukar informasi tanpa perlu campur tangan manusia, dan ini juga akan meningkatkan jumlah pengguna internet dengan berbagai layanan dan utilitas yang terhubung melalui internet. Salah satu tantangan terbesar dalam perkembangan *IoT (Internet of Things)* adalah mengatasi kesenjangan antara dunia fisik (objek fisik) dan dunia informasi (data digital)[7].

2.1.2 Prinsip Kerja Mesin Tetas Telur

Mesin tetas telur ayam bekerja dengan menginkubasi telur dalam kondisi lingkungan yang optimal untuk mendukung proses penetasan. Sistem ini mengontrol suhu, kelembaban, ventilasi, dan pembalikan telur secara presisi. Suhu di dalam mesin diatur

sekitar 37.5°C menggunakan elemen pemanas yang dikendalikan oleh termostat dan sensor suhu. Kelembaban dijaga antara 50-55%[5] pada tahap awal inkubasi dengan bantuan wadah air dan *hygrometer*. Ventilasi yang baik disediakan oleh lubang ventilasi atau kipas kecil untuk memastikan pertukaran udara segar yang cukup, sehingga oksigen dapat masuk dan karbon dioksida dikeluarkan. Selain itu, telur perlu dibalik beberapa tiga kali sehari untuk mencegah embrio menempel pada cangkang dan memastikan perkembangan yang merata, yang dilakukan oleh mekanisme pembalik telur otomatis.

2.1.3 Sistem Kontrol dan Automasi

Sistem kontrol dan automasi mesin tetas telur ayam berbasis IoT (*Internet of Things*) menggunakan sensor untuk mengukur suhu dan kelembaban di dalam mesin. Data dari sensor dikirim ke mikrokontroler kemudian menganalisisi dan mengatur lampu sebagai pemanas untuk menjaga kondisi agar tetap optimal. Kemudian dinamo gerak memutar telur setiap 8 jam sekali dalam sehari dan memastikan pemanas merata.

2.1.4 Desain dan Pengembangan Produk

Desain dan pengembangan mesin tetas telur ayam berbasis IoT (*Internet of Things*) melibatkan langkah penting untuk membangun alat yang mudah untuk digunakan. Salah satunya semua komponen dirancang agar bekerjasama untuk menjaga kondisi normal ideal bagi penetasan telur melalui mikrokontroler diprogram untuk mengontrol semua komponen. Dengan desain yang baik dan teknologi modern, sisitem mesin tetas telur ayam ini pun lebih mudah untuk digunakan.

2.2 Manajemen Perangkat

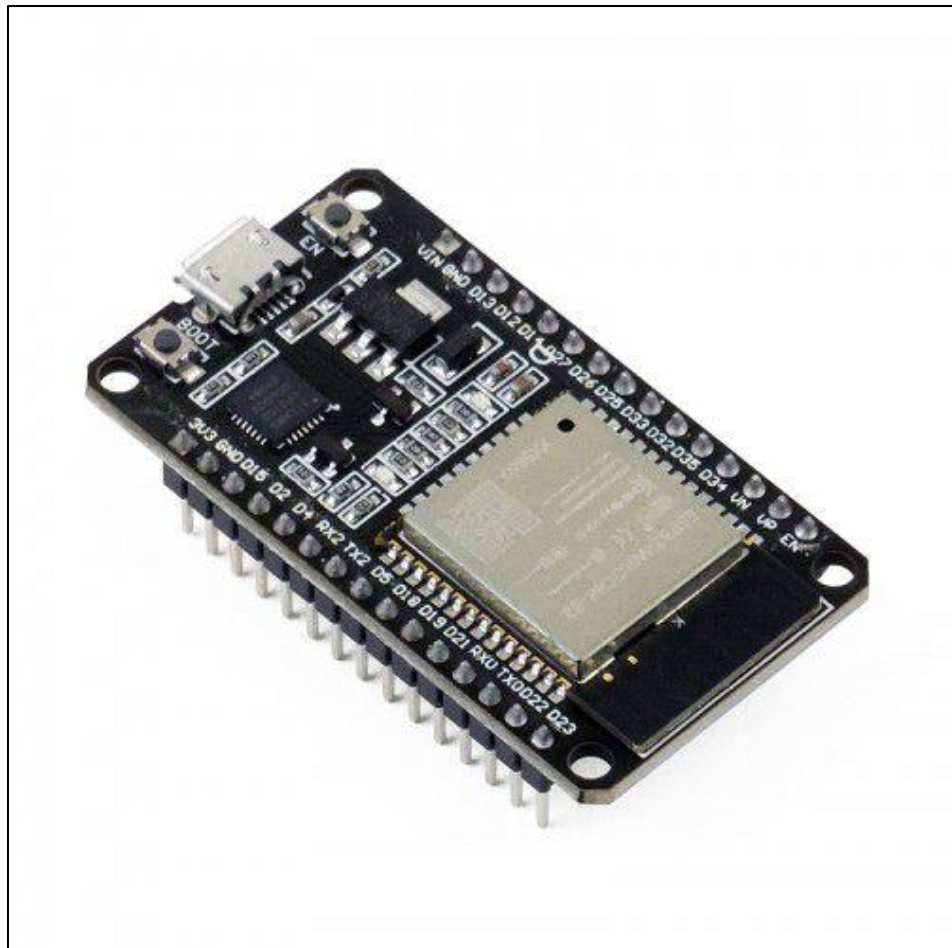
Device management atau manajemen perangkat adalah proses yang mencakup penyediaan, pengelolaan, pemantauan, dan diagnosis perangkat yang diperlukan sebagai tindakan perbaikan. *Device management* digunakan untuk mengontrol perangkat *IoT* (*Internet of Things*) yang dibuat. *Device management* adalah titik akhir arsitektur TI yang berisi data perangkat lunak, sensor, dan aktuator untuk memungkinkan lingkungan TI berkomunikasi dengan lingkungan eksternal. *Device management* diperlukan untuk melakukan tugas seperti manajemen perangkat. *Device management* mencakup inisialisasi dan aktivasi perangkat. Konfigurasi mencakup menentukan sistem operasi dan pengaturan perangkat[8].

2.3 Perangkat Keras

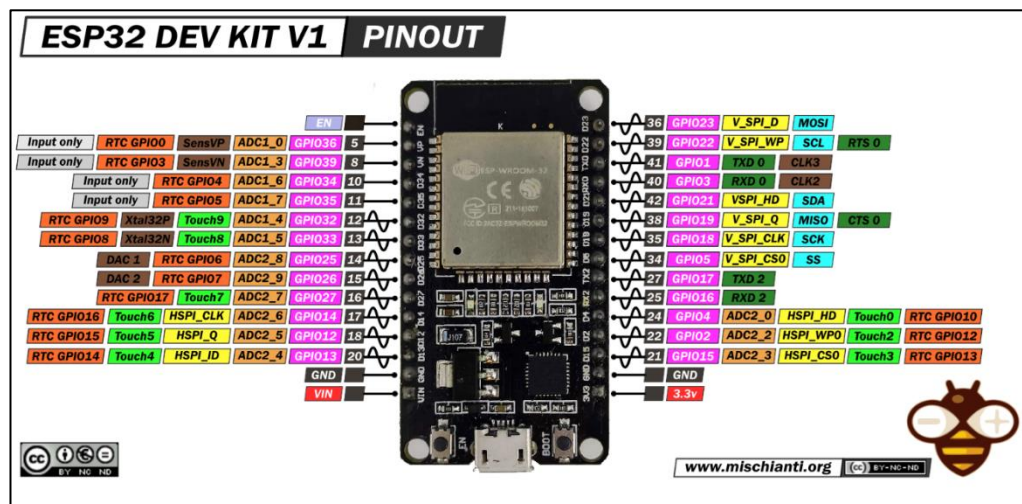
Dalam bagian ini, akan diuraikan mengenai komponen fisik yang diperlukan dalam pembuatan alat ini.

2.3.1 ESP32

ESP32 merupakan sebuah mikrokontroler yang dikenalkan oleh ekspresif sistem dan merupakan penerus dari mikrokontroler *ESP8266*. Salah satu kelebihan yang dimiliki oleh *ESP32* adalah sudah terdapat *Wi-Fi* dan *Bluetooth* di dalamnya, yang akan sangat mempermudah pembuatan sistem *IoT (Internet of Things)* yang memerlukan koneksi *wireless*. Fitur-fitur tersebut tidak ada di dalam *ESP8266*, sehingga *ESP32* merupakan sebuah *upgrade* dari *ESP8266*[9].



Berikut pin out dari *ESP 32* :



Gambar 2.2 Pin Out ESP32

(Sumber: <http://student-activity.binus.ac.id/himtek/wp-content/uploads/sites/5/2022/07/Picture1.png>)

Tabel 2.1 Spesifikasi ESP32

Komponen	Spesifikasi
CPU	Tensilica Xtensa LX6 32 bit Dual-Core di 160/240MHz
SRAM	520KB SRAM + 4M PSRAM
FLASH	2MB (max. 64MB)
Tegangan input	2.2V-3.6V
Arus input	6-20mA
Ukuran	27×40.5×4.5mm
Jangkauan spektrum	2412-2484MHz
Wi-Fi	802.11 b/g/n
Bluetooth	4.2BR/EDR + BLE
GPIO	32
SPI	4
I2C	2
PWM	8
ADC	18 (12-bit)
DAC	2 (8-bit)

2.3.2 Sensor

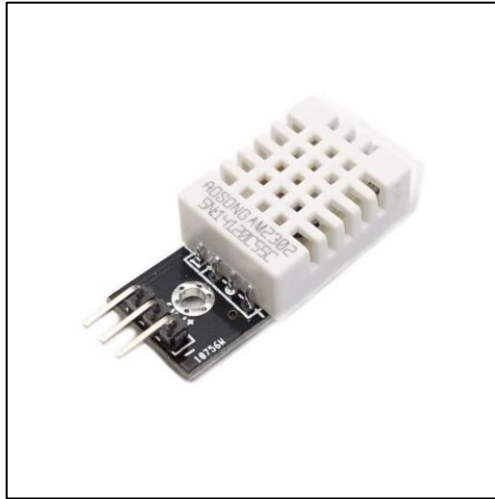
Sensor adalah suatu perangkat yang berfungsi untuk mendeteksi perubahan dalam berbagai besaran fisik seperti tekanan, gaya, parameter listrik, intensitas cahaya, gerakan, kelembaban, suhu, kecepatan, dan berbagai fenomena lingkungan lainnya. Setelah mengidentifikasi perubahan tersebut, data yang dikumpulkan oleh sensor ini diubah menjadi keluaran yang dapat dimengerti oleh manusia melalui perangkat sensor itu sendiri atau dikirimkan melalui jaringan secara elektronik untuk kemudian ditampilkan atau diolah menjadi informasi yang bermanfaat bagi manusia. Secara prinsip, sensor dapat diklasifikasikan sebagai transduser masukan karena mampu mengubah energi fisik seperti cahaya, tekanan, pergerakan, suhu, atau bentuk energi lainnya menjadi sinyal listrik atau hambatan listrik, yang selanjutnya dapat diubah kembali menjadi tegangan atau sinyal listrik[10].

2.3.2.1 Sensor Suhu

Sensor suhu, yang juga disebut sensor temperatur, merupakan komponen yang dapat mengubah energi panas menjadi besaran listrik untuk mendeteksi perubahan suhu pada suatu objek. Sensor suhu mengukur jumlah energi panas atau dingin yang dipancarkan oleh objek tersebut, sehingga memungkinkan kita untuk mengidentifikasi atau mendeteksi fluktuasi suhu dalam bentuk keluaran baik analog maupun digital. Prinsip kerja sensor suhu dapat dimengerti dengan mengukur jumlah energi panas atau dingin yang dimiliki oleh objek, yang kemudian memungkinkan pengguna untuk menentukan suhu aktual dari objek tersebut[11].

2.3.2.2 Sensor Kelembaban

Sensor kelembaban adalah perangkat yang dirancang khusus untuk mengukur tingkat kelembaban lingkungan atau udara. Kelembaban mengacu pada kandungan uap air di udara dan digambarkan sebagai persentase kelembaban relatif (RF), yang mengukur sejauh mana udara di sekitar kita mengandung air. Cara operasi dari sensor ini melibatkan penghubungan sensor kelembaban dengan *ESP32*, di mana data suhu yang dihasilkan oleh sensor akan dipindahkan ke *ESP32*[12].



Gambar 2.3 Sensor Suhu dan Kelembaban

(Sumber : <https://images.app.goo.gl/MQev5HiiPyNMPnqN8>)

2.3.2.3 *Water Level Sensor*

Water level sensor merupakan sebuah sensor yang berfungsi untuk mendeteksi ketinggian suatu aliran baik berupa bahan *liquid* (cair). Fungsi level sensor pada dasarnya adalah memberikan informasi baik berupa data maupun sinyal karena adanya perubahan ketinggian dalam tanki dikarenakan adanya perubahan aliran dari material tersebut. Pengukuran ketinggian ini bisa dilakukan secara terus menerus sesuai dengan perubahan ketinggian. Cara kerja sensor ini yaitu pada saat ketinggian air mencapai batas maksimal dari sensor, maka secara otomatis bandul magnet akan tertarik juga, dan ketika magnet berada pada level sensor berikutnya maka sensor akan aktif dan menyalakan pompa air. Jarak jangkauan *sensor water level* yakni bisa mendeteksi tinggi air dari 1-4 cm[13].



Gambar 2.4 Water Level Sensor

(Sumber : <https://images.app.goo.gl/Payuuv166hJAF6XB8>)

2.3.3 Thermostat Digital

Thermostat merupakan suatu perangkat yang dapat memutus dan menyambungkan arus listrik pada saat mendeteksi perubahan suhu di lingkungan sekitarnya sesuai dengan pengaturan suhu yang ditentukan. Adapun fungsi utama dari thermostat digital ini yaitu mengatur sirkulasi pendinginan mesin untuk mencegah terjadinya *overheat* pada mesin[14].



Gambar 2.5 Thermostat Digital

(Sumber: <https://images.app.goo.gl/5BE9SM4Yh9po7YN97>)

2.3.4 Hygrometer

Hygrometer merupakan alat yang digunakan untuk pengukuran kelembaban relatif udara, kelembaban mutlak (jumlah kelembaban) atau jumlah air yang tidak terlihat dalam suatu lingkungan.



Gambar 2.6 Hygrometer

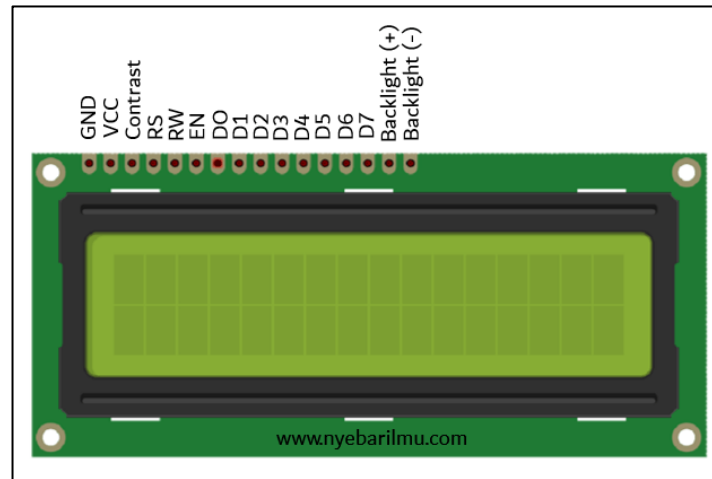
(Sumber: <https://images.app.goo.gl/QtUwxeVWfH6Ks4Xu9>)

2.3.5 LCD

Layar kristal cair (*LCD*) adalah jenis perangkat tampilan yang memanfaatkan kristal cair untuk menghasilkan gambar yang ditampilkan. Teknologi *Liquid Crystal Display* (*LCD*) telah banyak digunakan dalam berbagai produk seperti laptop, ponsel cerdas, monitor komputer, jam tangan digital, multimeter, televisi, monitor permainan video portabel, termometer digital, dan berbagai perangkat elektronik lainnya. Umumnya, produk *LCD* atau layar kristal cair terdiri dari dua komponen utama, yaitu lampu latar (*backlight*) dan layar kristal cair itu sendiri. Sebagaimana dijelaskan sebelumnya, layar *LCD* tidak menghasilkan cahaya sendiri, melainkan memantulkan dan mengatur cahaya yang melaluinya. Oleh karena itu, layar *LCD* memerlukan sumber cahaya tambahan, yang sering kali berwarna putih. Sedangkan kristal cair itu sendiri adalah cairan organik yang terletak di antara dua panel kaca dengan permukaan yang dapat menghantarkan cahaya[15].

Komponen-komponen dari *LCD* atau *Liquid Crystal Display* meliputi:

- Film Polar 1 (*Polarizing Film 1*)
- Elektroda Positif (*Positive Electrode*)
- Lapisan Liquid Crystal (*Liquid Crystal Layer*)
- Elektroda Negatif (*Negative Electrode*)
- Film Polar 2 (*Polarizing Film 2*)
- Lampu Latar atau Cermin (*Backlight or Mirror*)



Gambar 2.7 LCD

(Sumber : <https://i0.wp.com/www.nyebarilmu.com/wp-content/uploads/2017/09/LCD-16x2-dan-pin-out.png?w=630&ssl=1>)

2.3.6 Kabel Jumper

Kabel jumper adalah kabel dengan diameter kecil yang umumnya digunakan dalam bidang elektronika untuk menghubungkan dua titik atau lebih, serta untuk menghubungkan berbagai komponen elektronik. Kabel jumper ini dilengkapi dengan pin koneksi pada kedua ujungnya yang memungkinkan untuk menghubungkan komponen-komponen terkait dengan Arduino tanpa perlu melakukan proses *soldering*. Secara prinsip, kabel jumper berfungsi sebagai penghantar listrik yang menghubungkan sirkuit listrik[16].



Gambar 2.8 Kabel Jumper

(Sumber : <https://images.app.goo.gl/qDAGkg65rzfFUYMZ8>)

2.3.7 Lampu Pijar

Lampu pijar, disebut juga bola lampu, adalah lampu yang menghasilkan cahaya dengan mengalirkan arus listrik melalui filamen yang dipanaskan. Berbeda dengan sumber cahaya *LED* yang memancar dari bohlam, cahaya yang dihasilkan tidak menghasilkan panas, melainkan bohlam pijar memiliki ciri khas dari bentuknya yaitu seperti bola kaca yang berisi filamen. Meski tidak secemerlang lampu *LED*, namun tetap populer karena harganya yang sangat terjangkau[17]. Untuk mengetahui jumlah lampu pijar yang dibutuhkan oleh sistem maka dapat dihitung dengan pendekatan sebagai berikut:

Dik:

Kalor jenis udara(c) : 1000 J/kg°C

Massa Jenis udara (m) : 1,2 kg/m³

Volume (v) : 37cm × 37cm × 27cm=36963cm³ = 0,036963 m³

Jadi,

$$m = \text{massa jenis udara} \times \text{volume}$$

$$= 1,2 \times 0.036963$$

$$= 0,0443556 \text{ kg}$$

$$Q = m.c.\Delta T = 0,0443556 \times 1000 \times (40-37)$$

$$= 133,06 \text{ J}$$

$$Q=W$$

$$W= P \times t$$

$$P = \frac{w}{t} = \frac{133,06}{10 \text{ detik}} = 13,306 \text{ Watt}$$

Dengan demikian maka menggunakan 2 buah lampu berdaya 15 watt sebagai penstabil suhu dan kelembaban[18].



Gambar 2.9 Lampu Pijar

(Sumber : <https://images.app.goo.gl/kQ49wENLXj2JpBzo9>)

2.3.8 Pompa Air

Pada dasarnya pompa air biasanya bekerja dengan menggunakan impeler untuk memindahkan sejumlah air melalui ruang isap ke dalam ruang pembuangan. Dengan cara ini seluruh ruang udara terisi air dan menimbulkan tekanan, sedangkan cairan dihisap oleh pompa air melalui dasar sumber air menuju tempat yang telah ditentukan, sehingga air di dalam impeler digerak oleh mesin dan air didorong ke pompa distribusi hingga impeler berputar. Pompa air merupakan perangkat yang mengedarkan air dari dalam tanah ke berbagai kran dalam rumah dengan menarik air dari lapisan bawah tanah[19].



Gambar 2.10 Pompa Air

(Sumber : <https://images.app.goo.gl/XzRiHE8JSArnYt88>)

2.3.9 Dinamo Gerak

Dinamo atau generator adalah sebuah perangkat yang berfungsi untuk menghasilkan energi listrik dari energi mekanik awalnya. Perangkat ini bekerja dengan mengubah energi mekanik menjadi energi listrik dan beroperasi berdasarkan prinsip elektromagnetik. Dinamo memanfaatkan prinsip ini untuk mengkonversi energi mekanik menjadi energi listrik. Kegunaan dinamo sangat beragam dan perangkat ini digunakan dalam berbagai jenis peralatan elektronik[20]. Pada sistem ini dinamo digunakan untuk perputaran telur yang dilakukan sedikitnya yaitu 3 kali dalam 24 jam, untuk mencegah embrio telur melekat pada selaput membran bagian telur, akan tetapi dalam mesin ini akan bergerak sesuai kondisi suhu dalam sistem[21].



Gambar 2.11 Dinamo Gerak

(Sumber : <https://images.app.goo.gl/kSS1uEM9TuH4NG5T8>)

2.3.10 Relay

Relay adalah sebuah saklar yang dikendalikan oleh arus. Relay memiliki sebuah kumparan tegangan rendah yang dililitkan pada sebuah inti. Terdapat sebuah besi yang akan tertarik menuju inti apabila arus mengalir melewati kumparan. Rangkaian elektronika membutuhkan relay sebagai eksekutor sekaligus *interface* antara beban dan sistem kendali elektronik yang berbeda sistem power supplynya[22].



Gambar 2.12 Relay

(Sumber : <https://images.app.goo.gl/qRYBwauCvPhST8TM9>)

2.3.11 Adaptor

Adaptor merupakan sebuah rangkaian yang digunakan untuk mengubah tegangan AC yang tinggi menjadi DC yang rendah. Adaptor juga merupakan alternatif pengganti dari tegangan DC (seperti; baterai dan Aki). Maka secara umum Adaptor diartikan rangkaian elektronika yang berfungsi untuk mengubah tegangan AC (arus bolak-balik) yang tinggi menjadi tegangan DC (arus searah) yang lebih rendah[23].



Gambar 2.13 Adaptor

(Sumber: <https://images.app.goo.gl/t4DMNqS3JeWCz6TK9>)

2.3.12 DH48s-s

DH48s-s merupakan alat yang digunakan untuk mengatur waktu dengan menggunakan teknologi digital pada suatu sistem. Alat ini juga berfungsi menunda waktu, membatasi durasi atau memberi jeda operasi suatu proses.



Gambar 2.14 DH48s-s

(Sumber: <https://images.app.goo.gl/77WgRBNd9ooHQsTk8>)

2.4 Related Work

Dalam bagian ini, akan diuraikan mengenai literatur yang relevan dengan sistem yang akan dikembangkan. Berikut adalah jurnal-jurnal yang relevan dengan sistem yang akan dibangun.

2.4.1 Sistem Monitoring Suhu Mesin Penetas Telur Ayam kampung berbasis *IoT* (*Internet of Things*) Menggunakan API *Thingspeak*

[24] Perkembangan teknologi terus berlangsung dengan cepat, salah satunya adalah melalui komponen elektronik yang telah mempermudah aktivitas sehari-hari masyarakat. Teknologi *Internet of Things (IoT)* telah diterapkan dalam berbagai industri, termasuk dalam bidang pertanian, seperti pemeliharaan ayam kampung. Dalam usaha produksi telur ayam kampung secara mandiri, pengaturan suhu yang konsisten menjadi faktor penting untuk memastikan kualitas hasil produksi. Jika suhu di kandang tidak dijaga sesuai dengan kebutuhan telur ayam kampung, maka produktivitasnya akan menurun seiring berjalannya waktu. Jika suhu tidak segera diatasi, telur ayam kampung dapat menjadi rusak dan tidak lagi menghasilkan. Untuk mempertahankan produksi yang baik, suhu kandang harus dijaga

dalam kisaran ideal, yaitu antara 38,5 °C hingga 39 °C. Pengaturan suhu kandang secara teratur menjadi bagian penting dalam pemeliharaan ayam kampung dan produksi telur yang optimal. Namun, kendala muncul ketika peternak harus secara fisik hadir di kandang untuk menjaga suhu konsisten, yang seringkali memerlukan perjalanan jauh dan kurangnya kemampuan untuk mengontrol suhu dari jarak jauh.

Untuk menghadapi masalah ini, peneliti telah merancang *Thingspeak*, sebuah perangkat pengendalian suhu otomatis yang menggunakan teknologi *Internet of Things (IoT)*. Perangkat ini terintegrasi dengan modul sensor suhu *DHT11 NodeMCU ESP8266*, yang berfungsi sebagai indikator suhu di kandang. Layar LCD menampilkan hasil pemantauan suhu, dan relay digunakan untuk mengaktifkan atau mematikan pemanas sesuai dengan nilai suhu yang telah ditetapkan.

Prinsip kerja pengendali suhu adalah sebagai berikut: Alat ini menggunakan sensor suhu *DHT11* sebagai input untuk memonitor suhu lingkungan di kandang ayam kampung. Sistem ini juga memiliki output berupa layar *LCD 16×2* dan *relay* yang digunakan untuk mengatur suhu kandang dengan mengaktifkan atau mematikan pemanas. Sensor *DHT11* berfungsi untuk mengukur suhu di sekitar kandang ayam. Dalam penelitian ini, sistem pemantauan suhu kandang menggunakan input yang sama dari sensor suhu *DHT11*, yang kemudian diolah oleh *NodeMCU* untuk menghasilkan output melalui *ESP8266*, yang terhubung dengan aplikasi *Thingspeak*. Pengendali suhu lingkungan berbasis *Internet of Things (IoT)* ini dapat dioperasikan dari jarak jauh melalui mikrokontroler *NodeMCU ESP8266* yang terhubung ke *Internet*, dan dilengkapi dengan sensor yang dapat disesuaikan. Perangkat keras dalam alat ini dirancang untuk menghubungkan semua komponen, dimulai dari menghubungkan pin *Arduino Uno* ke pin *LCD 16x2*, dan juga menghubungkan sensor *DHT11* ke pin yang menghubungkan antara *Arduino Uno* dan *LCD*.

2.4.2 Rancangan Bangun Rak Penetas Telur Otomatis Pada Mesin Tetas

Bertenaga Hybrid

[25] Seiring pertumbuhan penduduk Indonesia yang terus meningkat, penting juga untuk memastikan ketersediaan pangan yang cukup untuk memenuhi kebutuhan protein yang tinggi. Produk unggas lebih diminati dibandingkan ternak besar dan daging unggas sendiri merupakan sumber protein yang kaya. Oleh karena itu, untuk meningkatkan produktivitas peternakan, penggunaan inkubator menjadi solusi yang sangat dibutuhkan. Salah satu pendekatan untuk mengatasi masalah ini adalah dengan mengubah peran inkubator

tradisional menjadi versi otomatis, yang akan membuat proses inkubasi telur menjadi lebih sederhana, efisien, dan memberikan hasil penetasan yang lebih baik. Sebagai contoh, telah dikembangkan struktur inkubator semi-otomatis 25 watt yang dirancang untuk mengerami 102-150 telur dengan memerlukan rotasi manual menggunakan bahan konvensional. Selain itu, juga berhasil dikembangkan struktur inkubator otomatis berbasis mikrokontroler Atmega8585.

Prinsip pengoperasian Rak penetas telur adalah sebagai berikut: Keadaan mesin penetas telur sebelum otomatis suhu lingkungan 37°C-38°C, di dalamnya dilengkapi dengan 4 buah bola lampu yang mempunyai sumber listrik 20 watt, setiap bohlam memiliki kapasitas 5 watt. Energi yang dibutuhkan untuk menyalakan bola lampu tersebut diambil dari listrik PLN. Selain listrik PLN, sumber lain juga bisa diperoleh dari tenaga surya dengan menggunakan panel surya yang disimpan pada baterai, sebagai pengganti sementara jika sumber listrik PLN mati dan memutar tempat telur bertujuan untuk memastikan panas dapat disalurkan secara merata ke permukaan telur, dan juga membantu mencegah embrio di dalam telur menempel pada salah satu sisi cangkang telur. Pada penelitian ini digunakan sistem rak telur yang otomatis bergerak ke kanan dan ke kiri, yaitu memutar telur agar hangatnya merata.

2.4.3 Sistem Monitoring Suhu dan Pencahayaan Berbasis *Internet of Thing (IoT)* Untuk Penetasan Telur Ayam

[26] Saat ini, telur telah menjadi keperluan dasar bagi masyarakat karena tersedia dengan mudah di berbagai tempat dan dengan harga yang terjangkau. Selain itu, telur dapat berfungsi sebagai alternatif makanan pokok. Dalam perkembangan saat ini, peternakan ayam memerlukan teknologi yang dapat mempercepat proses pengumpulan ayam dan menghasilkan bibit yang lebih berkualitas daripada telur yang dipanen. Sebelum adanya teknologi peternakan ayam, peternak biasanya melakukan proses ini secara manual atau dengan cara tradisional, dan waktu pemeliharaan ayam biasanya mencapai 21-30 hari. Hal ini menjadi masalah bagi peternak ayam dengan sumber daya terbatas. Beberapa metode telah diusulkan untuk mengurangi waktu pemeliharaan ayam, mulai dari perangkat rumit hingga solusi yang lebih sederhana, dengan tingkat keberhasilan yang bervariasi tergantung pada model yang digunakan. Beberapa teknik berbeda telah digunakan untuk menciptakan inkubator yang dapat menghasilkan kapasitas inkubasi maksimum dan memungkinkan pemantauan yang mudah melalui perangkat komputer. Salah satu teknik yang banyak

digunakan adalah penyemaian, yang memperpanjang masa panen. Beberapa parameter keberhasilan inkubator termasuk penggunaan bohlam 25 *watt* untuk mengontrol suhu dan pencahayaan, dengan suhu harus dijaga antara 37 hingga 40 derajat *Celsius*. Penelitian lain telah melibatkan penggunaan lampu dan pencahayaan hibrida surya. Teknik pemanasan juga dapat diotomatisasi dengan menggunakan mikrokontroler AVR ATmega8535. Dengan bantuan mikrokontroler AVR ATmega8535, suhu, kelembaban, sirkulasi udara, dan pemeliharaan telur di dalam inkubator dapat diatur secara otomatis. Inkubator ini kemudian dapat terus diuji untuk mengukur efektivitasnya. Hasil penelitian ketiga menunjukkan bahwa saat *Internet of Things* diperkenalkan, pengiriman informasi membutuhkan waktu yang lama karena kandang ayam sering berada di lokasi yang jauh dari pemukiman, sehingga koneksi *internet* lemah dan tidak mendukung jaringan 4G.

Cara sistem ini bekerja adalah sebagai berikut: Secara khusus, sensor *DHT11* mengukur suhu dan mengirimkan data ke *database*. Aplikasi kemudian menerima data ini dan memberi notifikasi kepada pengguna. Ketika mikrokontroler *NodeMCU* menerima informasi penting dari *database*, dan suhu mencapai level yang ditentukan, *relay* akan otomatis menyala. Pada saat yang bersamaan, lampu dan kipas juga akan menyala sesuai dengan suhu yang telah ditentukan. Ketika suhu berada di bawah 36°C, kipas akan dimatikan dan lampu akan dinyalakan. Sebaliknya, jika suhu melebihi 38°C, lampu akan dimatikan dan kipas pendingin akan diaktifkan.

2.4.4 Rancangan Bangun Pengendali Suhu dan Kelembaban Alat Tetas Telur berbasis Arduino Uno

[27] Pengaturan suhu dan kelembapan saat melakukan proses penetasan telur menjadi krusial. Pengendalian manual saat ini tidak lagi efektif, sehingga dalam penelitian ini, sebuah sistem pengaturan suhu dan kelembapan untuk mesin penetas telur dirancang. Dalam penelitian ini, modul *Arduino Uno* digunakan sebagai pemantau suhu dan kelembapan dengan menggunakan sensor *DHT11*, dan hasil data yang diukur oleh sensor ini ditampilkan pada layar *LCD*. Seiring dengan itu, modul relai digunakan sebagai saklar untuk mengontrol dua lampu. *Arduino Uno* adalah sebuah papan mikrokontroler yang berbasis pada ATmega328. *Arduino Uno* menyertakan 14 pin I/O digital (di antaranya, 6 dapat digunakan sebagai *output* PWM) dan 6 input analog. Papan ini juga dilengkapi dengan resonator keramik berfrekuensi 16 MHz, antarmuka *USB*, konektor daya, *port ICSP* standar, dan tombol reset. *Arduino Uno* dirancang untuk memenuhi kebutuhan pengguna

mikrokontroler, bisa ditenagai melalui koneksi *USB* ke komputer atau dengan adaptor daya atau baterai.

Cara kerja dari alat ini sebagai berikut: Sistem kerja perancangan berikut ini adalah sensor suhu dan kelembaban yang akan mendeteksi suhu dan kelembaban kemudian mengirimkannya ke modul mikrokontroler sehingga melalui mikrokontroler data ditransmisikan ke *output* tampilan yaitu *LCD*. Jika data suhu sudah mencapai data preset, maka *relay* kendali *on-off* lampu akan aktif. Jika data kelembaban sudah mencapai data preset, *relay* akan mengontrol kipas hidup dan mati Sesuai waktu yang ditentukan dan mikrokontroler akan menghidupkan motor pemosisian telur. Sistem dapat menampilkan nilai suhu dan kelembaban pada lingkungan inkubasi telur dan melakukan pemeriksaan berdasarkan hasil yang ditampilkan di layar. Sistem ini juga mampu melakukan radiasi terjadwal. Sistem dapat menampilkan informasi tentang suhu, kelembaban, tanggal dan waktu. Pengguna dapat memasukkan pengaturan awal untuk kontrol suhu dan kelembaban otomatis. Perangkat keras yang dibangun terdiri dari dua bagian, yaitu bagian elektronik yang berfungsi sebagai sensor dan pengolah data penginderaan serta stand inkubator yang berbentuk kotak.

2.4.5 Pengatur Kestabilan Suhu Pada *Egg Incubator* berbasis Arduino

[28] Mesin penetas telur, yang lebih umum dikenal sebagai alat penetas telur, adalah suatu perangkat yang digunakan untuk mengatur kondisi lingkungan yang sesuai dengan proses penetasan telur, seperti pada telur ayam, angsa, bebek, dan burung puyuh. Alat ini digunakan untuk meningkatkan produktivitas saat melakukan pembiakan burung. Ketika induk burung sedang mengerami telurnya, induknya tidak dapat terus bertelur. Dengan menggunakan mesin penetas telur, induk dapat tetap bertelur sementara telurnya tetap dalam kondisi yang memungkinkan penetasan. Namun, pada saat ini, tingkat kematian embrio dalam proses ini cukup tinggi, dan hal ini bisa menyebabkan kerugian bagi para peternak. Banyak faktor yang dapat mempengaruhi proses penetasan telur, salah satunya adalah suhu dalam ruang inkubasi. Karena sebagian besar penyesuaian suhu dilakukan dengan metode *on-off*, perubahan suhu dapat mengakibatkan kematian embrio.

Dalam penelitian ini, perangkat keras atau unit kontrol hanya dirancang untuk mengendalikan stabilitas suhu dalam inkubator dengan menggunakan kontrol PID. Oleh karena itu, perangkat yang digunakan memiliki fungsi yang terbatas. Namun, setelah

penelitian ini, dapat dikembangkan kontroler yang lebih komprehensif untuk mengatur berbagai variabel yang diperlukan dalam pengoperasian inkubator untuk penetasan telur.

Kontroler ini terdiri dari beberapa komponen, termasuk catu daya yang digunakan untuk Arduino dan perangkat pendukung lainnya. *Arduino Uno* berfungsi sebagai sistem kontrol minimum, dilengkapi dengan sensor yang digunakan untuk membaca suhu dalam inkubator, *LCD* untuk menampilkan data yang diolah oleh *arduino*, *relay* untuk menghubungkan komponen dalam sistem minimum, lampu bohlam yang digunakan sebagai pemanas dalam inkubator, dan tombol untuk mengoperasikan layar *LCD*.

2.4.6 Sistem Penetasan Telur berbasis PLC

[29]Permintaan akan daging ayam, terutama daging ayam konsumsi, terus menjadi perhatian utama masyarakat Indonesia. Makanan ini tersedia dengan mudah di berbagai tempat seperti pasar, restoran, warung nasi, dan bahkan *snack bar*. Fakta ini menunjukkan bahwa dengan prospek bisnis yang baik, permintaan akan produk unggas tetap tinggi. Namun, perlu diketahui bahwa di balik ketersediaan di pasar, peran produsen, baik peternak konvensional maupun peternak mandiri, sangat penting dalam memenuhi permintaan tersebut.

Saat ini, ada beragam sistem penetas telur yang dapat berupa manual, semi otomatis, dan sepenuhnya otomatis yang kemudian berkembang menjadi apa yang kita sebut sebagai mesin penetas telur. Mesin-mesin ini tersedia di toko-toko konvensional dan online. Penulis ingin memberikan kontribusi dalam mengembangkan artikel atau ulasan yang berhubungan dengan penelitian sebelumnya tentang sistem inkubasi ini dengan peningkatan yang beragam. Dengan melakukan penelitian lebih lanjut, penulis berharap sistem ini dapat menjadi modifikasi dari sistem penetas telur yang telah ada, dapat diterapkan, dan tentunya memberikan banyak manfaat.

Menurut definisi dari *National Electrical Manufacturers Association* (NEMA), PLC (*Programmable Logic Controller*) adalah perangkat elektronik digital yang menggunakan memori yang dapat diprogram untuk menyimpan instruksi yang digunakan dalam mengontrol fungsi-fungsi tertentu seperti logika, urutan, waktu, perhitungan, dan aritmatika dalam mengendalikan mesin proses. PLC dirancang untuk menggantikan sistem kendali konvensional, dengan ide utama adalah menggantikan penggunaan relay kendali, pengatur waktu, dan penghitung yang digunakan dalam mengimplementasikan rangkaian kendali.

Cara kerja alat ini adalah sebagai berikut:

Mesin penetas telur ini dapat beroperasi secara otomatis karena pengaturan putaran telur, suhu, dan kelembaban dapat dikendalikan melalui *PLC Omron CPM1A* dan pengontrol WSK-303. Dengan menggunakan input dari saklar batas dan menggerakkan motor AC 220V, pengontrol *Omron CPM1A* memungkinkan penanganan yang efisien ketika karton telur bergerak ke kiri/kanan setiap tiga jam. Sementara itu, pengontrol WSK-303 menggunakan input dari sensor SHT 10, lampu pemanas, dan *humidifier* untuk merespon suhu antara 37 °C hingga 38,5 °C dan tingkat kelembaban antara 50% hingga 70% yang diperlukan selama proses inkubasi. Perbedaan rata-rata antara pengukuran suhu dan kelembaban yang dihasilkan oleh alat ini dengan termometer digital HTC-2 adalah sekitar 1,2 °C untuk suhu dan 0,8% untuk kelembaban relatif.

BAB III

ANALISIS DAN PERANCANGAN SISTEM

Pada bab ini berisi tentang analisis yang dilakukan dengan sistem perangkat keras dan juga tahapan perancangan perangkat lunak yang mencakup analisis masalah, analisis pemecahan masalah, analisis kebutuhan sistem, perancangan dan desain yang akan dibangun dan diimplementasikan secara jelas dan terperinci dalam Tugas Akhir ini.

3.1 Analisis

Analisis yang akan dibahas pada sub bab ini mengenai analisis terhadap sistem yang dibangun, analisis pemecahan masalah, analisis kebutuhan sistem untuk menentukan solusi pemecahan terhadap masalah yang terjadi.

3.1.1 Analisis Masalah

Perkembangan teknologi pada saat ini sudah semakin maju dan pesat sehingga peternak ayam membutuhkan alat yang dapat membantu pekerjaan mereka yaitu mesin tetas telur. Alat mesin tetas telur ini sudah pernah dibuat sebelumnya namun masih perlu untuk dikembangkan sehingga peneliti mengembangkan alat yang sudah ada agar lebih baik dari alat sebelumnya dan akan lebih meringankan pekerjaan manusia. Permasalahan dari alat sebelumnya yaitu dalam pengontrolan air yang menjaga kelembaban udara di alat masih dilakukan secara manual. Kemudian ketidakstabilan suhu dan kelembaban yang dapat merugikan tingkat penetasan telur. Hal ini disebabkan oleh gangguan pada sensor suhu dan kelembaban, serta potensi ketidakstabilan lingkungan. Masalah lainnya muncul juga dari ketidakakuratan pengukuran karena sensor yang rusak atau kalibrasi yang tidak benar. Kesalahan koneksi *IoT* dapat menghambat jaringan atau masalah perangkat keras.

3.1.2 Analisis Pemecahan Masalah

Untuk mengatasi sejumlah masalah yang dihadapi oleh mesin tetas telur ayam berbasis *IoT*, beberapa langkah pemecahan masalah dapat diimplementasikan. Pada produk jadi mesin tetas telur ayam akan dibuat dapat mengontrol wadah tempat air, jika air sudah hampir habis maka akan diisi secara otomatis sesuai dengan kapasitas wadah. Perlunya dilakukan pembaharuan perangkat keras yang rutin supaya alat yang digunakan tetap dengan kualitas yang baik dan semakin meningkatkan kinerja dari alat ini.

3.1.3 Analisis Kebutuhan Sistem

Pada sub bab ini dijelaskan mengenai kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak apa saja yang digunakan dalam membangun Produk Jadi Mesin Tetas Telur Ayam berbasis *IoT*.

3.1.3.1 Analisis Kebutuhan Perangkat Keras (*Hardware*)

Perangkat keras merupakan komponen penting dalam kegiatan analisis dan implementasi yang dibutuhkan dalam pengembangan proyek ini. Perangkat keras (*Hardware*) yang dibutuhkan dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3.1 Kebutuhan Perangkat Keras

No	Perangkat Keras	Spesifikasi	Deskripsi
1	Laptop	<ul style="list-style-type: none">- <i>Operating System: Windows 11</i>- <i>Processor: 11th Gen Intel(R) Core (TM) i5-1135G7 @ 2.40GHz 2.42 GHz</i>	<ul style="list-style-type: none">- Digunakan untuk membuat dokumen tugas akhir- Melakukan coding untuk program
2	ESP32	<ul style="list-style-type: none">- <i>Operating voltage: 3.3 V</i>- <i>Input Voltage: 7-12V (Vin)</i>- <i>Digital IO Pin (DIO): 25</i>- <i>Analog Input Pin (ADC): 6</i>- <i>Analog Output Pin (DAC): 2</i>- <i>UART: 3</i>- <i>SPI: 2</i>- <i>I2C: 3</i>	Digunakan sebagai mikrokontroler untuk perangkat yang dibangun dalam pengerjaan proyek <i>management inventory</i> perangkat <i>IoT</i> .

No	Perangkat Keras	Spesifikasi	Deskripsi
		<ul style="list-style-type: none"> - <i>Flash Memory: 4 MB</i> - <i>SRAM: 520 KB</i> - <i>Clock Speed: 240 Mhz</i> - <i>Wi-Fi: IEEE 802.11 b/g/n/e/i</i> - <i>Mode supported: AP,STA,AP+STA</i> - <i>CP2102 USB controller</i> 	
3	Sensor Suhu dan	<ul style="list-style-type: none"> - Rentang pengukuran kelembaban: 20%-95% ($0^{\circ} \geq 50^{\circ}$) - Tegangan operasi : 3.3V-5V - Jenis Output Keluaran Digital dengan lubang baut tetap untuk pemasangan yang mudah - Piring Kecil ukuran PCB: 3.2cm×1.4cm - Spesifikasi antarmuka dua modul (3 kabel) - VCC eksternal: 3.3V-5V - GND eksternal : 2 GND 	Digunakan untuk mendeteksi suhu dan kelembaban pada alat mesin tetas telur.
4	Water Level Sensor	<ul style="list-style-type: none"> - Ukuran : 20×62×8 mm - Tipe Sensor : analog 	Digunakan untuk mendeteksi air yang terdapat pada wadah.

No	Perangkat Keras	Spesifikasi	Deskripsi
		<ul style="list-style-type: none"> - Luas area deteksi : 16×40 mm suhu kerja : 10-30 °C - Tegangan Kerja : 3-5 VDC - Arus Kerja : <20mA Max Output: 2.5V (saat sensor terendam semua) 	
5	Thermostat Digital	<ul style="list-style-type: none"> - Model:W3001 - Tegangan: AC 220V - Ukuran: 60×45×31 mm - Suhu kerja: -59-110°C 	Untuk mengatur sirkulasi pendinginan mesin untuk mencegah terjadinya overheat pada mesin.
6	Hygrometer	<ul style="list-style-type: none"> - Kisaran kelembaban : 20%-99% - Kisaran suhu : dalam ruangan: -10°C-50°C (14-122°F); suhu udara diluar: -50°C-70°C (-58-158°F) - Akurasi: \pm -0,1°C (-20°C-60°C); \pm 2°C (lainnya); Kelembaban: \pm 5% RH (20%-99%) 	Untuk mengukur kelembaban relative udara, atau jumlah uap air yang tak terlihat dalam suatu lingkungan tertentu.
7	LCD	<ul style="list-style-type: none"> - Ukuran LCD 16×2 - Antarmuka:12C - Fitur: Built in 12C module - Warna Backlight: 12C 	Digunakan untuk menampilkan suhu dan kelembapan dari udara.

No	Perangkat Keras	Spesifikasi	Deskripsi
8	Kabel Jumper	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Female to female</i> - <i>Male to Female</i> - <i>Male to male</i> 	Digunakan untuk menyambungkan komponen.
9	Lampu Pijar	<ul style="list-style-type: none"> - Warna: Bening/Transparan - Daya: 15watt 	Digunakan untuk menyinari telur.
10	Pompa Air	<ul style="list-style-type: none"> - Tegangan Kerja; 3-5V - Batas Tegangan: 2.5-6V - Konsumsi Arus: 120-330mA - Kapasitas Pompa: 80-120L/H 	Digunakan untuk mengisi air dan membuang air yang berlebih.
11	Dinamo Gerak	<ul style="list-style-type: none"> - Arus: 220-240V - Frekuensi: 50/60 Hz - Daya: 4 watt - Kecepatan: 5/6 RPM - Cara kerja: CCW/CW/ 2 arah 	Digunakan untuk menggerakkan rak.
12	Relay	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Maximum load: AC 250V/10A, DC 30V/10A</i> - <i>Trigger current: 5mA</i> - <i>Working voltage: 5V</i> - DC+: catu daya positif (VCC) - DC-:catu daya negative (GND) 	<ul style="list-style-type: none"> - Digunakan untuk mengalirkan Listrik pada lampu. - Untuk mengendalikan sirkuit tegangan tinggi dengan bantuan dari sinyal tegangan.

No	Perangkat Keras	Spesifikasi	Deskripsi
12	Relay	<ul style="list-style-type: none"> - IN: dapat berupa Relay control level tinggi atau rendah - NO: antarmuka Relay biasanya terbuka - COM: Relay antarmuka umum - NC: ANTARMUKA Relay yang biasanya tertutup 	
13	Adaptor	<ul style="list-style-type: none"> - Tegangan Output: 5V - Ukuran :5,5mm×2,1mm - Arus Output: 3A (maks) - Type : USB mikro - Input: AC 100-240 Volt - Frekuensi: 50/60 Hz 	Untuk mengubah tegangan listrik yang besar menjadi tegangan listrik lebih kecil, atau rangkaian untuk mengubah arus bolak-balik (arus AC) menjadi arus searah (arus DC).
14	DH48s-s	<ul style="list-style-type: none"> - Tipe : DH48S-S - Dimensi : 123×48×48 mm - Kapasitas Kontak: AC250V 5 A - Frekuensi : 50/60Hz - Akurasi : 0,3 +/- 0,05 dtk 	Digunakan untuk mengatur waktu dan berfungsi menunda waktu, membatasi durasi atau memberi jeda operasi suatu proses.

3.1.3.2 Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak (*Software*)

Kebutuhan perangkat lunak yang dibutuhkan untuk membangun Sistem Produk Jadi Mesin Tetas Telur Ayam berbasis *IoT* dapat dilihat pada tabel berikut ini.

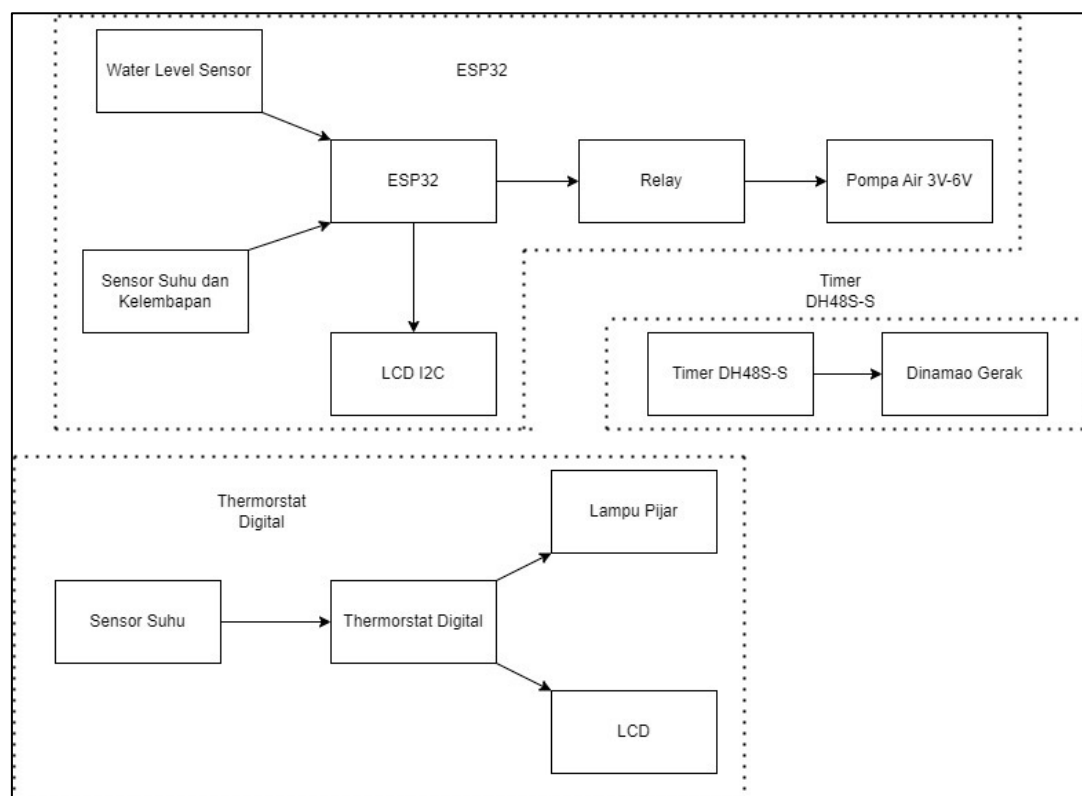
Tabel 3.2 Kebutuhan Perangkat Lunak

Perangkat Lunak		Keterangan
Programming	Aplikasi Arduino Uno	Text editor yang digunakan untuk pemrograman code
Design	<ul style="list-style-type: none">- Solidworks- Draw.io- fritzing	Digunakan untuk mendesain produk yang akan dibangun

3.2 Perancangan Sistem

Pada bagian ini menjelaskan mengenai gambaran umum dari sistem ini. Perancangan sistem merupakan tahap awal yang dijadikan sebagai acuan untuk membangun sistem dan pembuatan program. Dengan adanya tahapan perancangan ini, segala kemungkinan yang dapat menghambat pengerjaan sistem ini dapat diminimalisir.

3.2.1 Diagram Blok Sistem



Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem

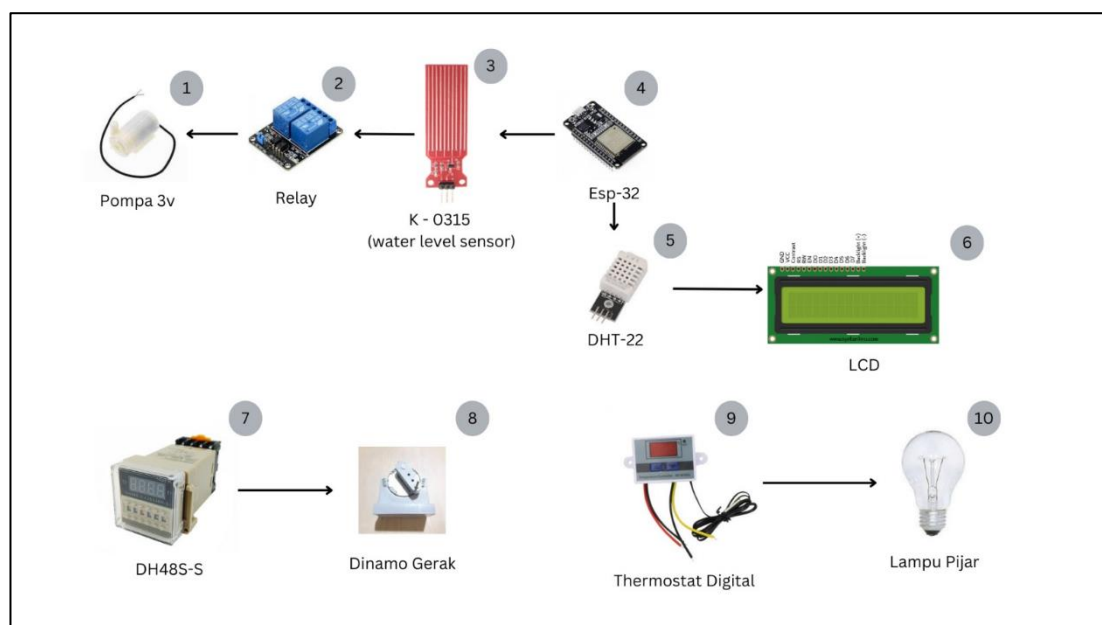
Berdasarkan gambar diagram blok diatas dapat dijelaskan bahwa input awal diagram blok diagram terdapat sensor suhu dan kelembaban udara. Dari sensor tersebut kemudian mengirimkan data berupa suhu dan kelembaban ke *ESP32* sebagai kontroler utama. Dari *ESP32* kemudian perintah terakhir akan di eksekusi oleh lampu dan pompa air. Kemudian semua keadaan tersebut ditampilkan ke LCD. Selain ke LCD data juga dikirimkan ke *ESP32*.

3.3 Desain

Bagian ini akan menjelaskan mengenai desain atau gambaran dari sistem ini. Bagian Desain adalah bagian awal yang dijadikan sebagai acuan dalam membangun sistem serta program. Dengan adanya desain akan mempermudah proses pembuatan sistem karena telah adanya acuan dan rancangan kasar mengenai sistem yang akan dibangun.

3.3.1 Desain Arsitektur Sistem

Gambaran umum dalam membangun sistem ini mencakup keseluruhan dari sistem yang akan dibangun. Bagian ini akan menjelaskan desain arsitektur sistem “Produk Jadi Mesin Tetas Telur Ayam berbasis *IoT (Internet of Things)*”. Gambar desain arsitektur sistem dapat dilihat pada Gambar berikut.



Gambar 3.2 Desain Arsitektur Sistem

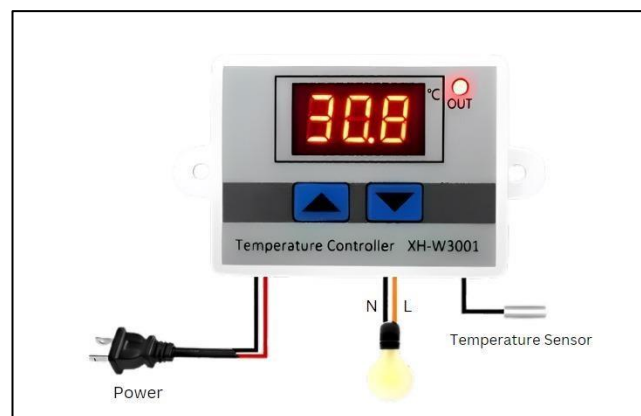
Pada Proyek Produk jadi Mesin Tetas Telur ayam berbasis *IoT* ini terdapat 3 system yang digabungkan menjadi satu sistem keseluruhan. Sistem yang pertama yaitu system untuk menjalankan *water level sensor*, DHT22 (Sensor Suhu dan Kelembaban), dan pompa

untuk mengisi wadah air untuk menjaga kelembaban. Sistem yang kedua yaitu system untuk menggerakkan rak telur untuk berputar dan terjadwal menggunakan DH48s-s sedangkan yang terakhir yaitu sistem untuk menghidupkan lampu menggunakan thermostat digital yang dimana lampu akan menyala pada suhu $< 37^{\circ}\text{C}$ dan mati jika mencapai suhu $> 38^{\circ}\text{C}$.

Catatan:

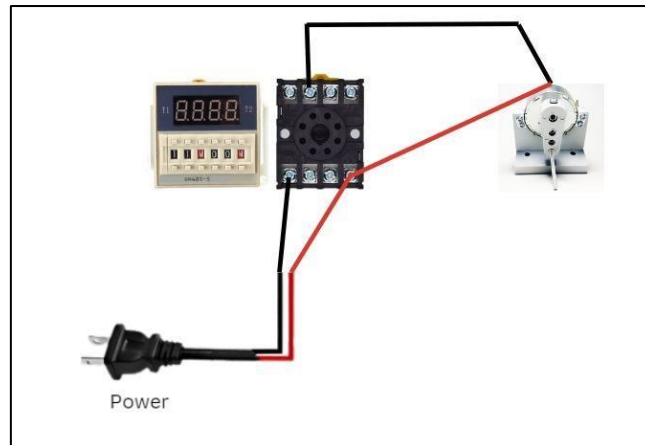
1. Pompa Air
2. Relay
3. K-0315 (Water Level Sensor)
4. ESP32
5. DHT22
6. LCD
7. DH48S-S
8. Dinamo Gerak
9. Thermostat Digital
10. Lampu Pijar

3.3.2 Desain Skematik Perangkat Keras



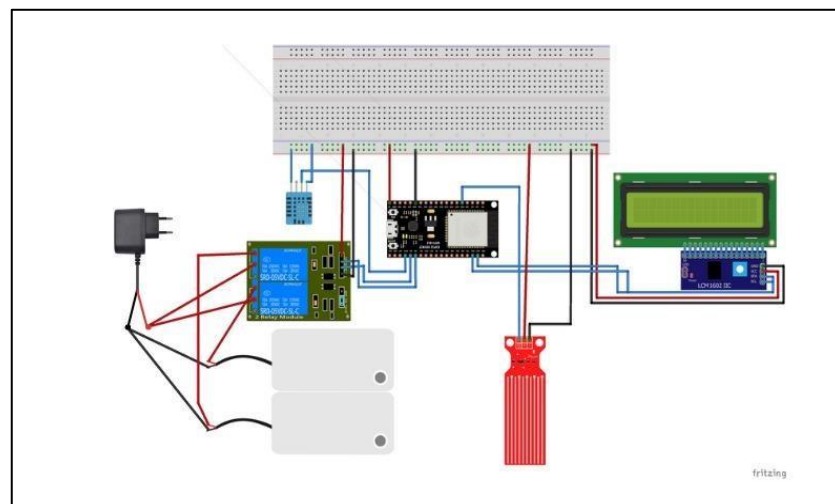
Gambar 3.3 Desain Skematik *Thermostat Digital*

Gambar diatas merupakan Desain Skematik dari sistem untuk menghidupkan 2 lampu yang menggunakan Thermostat Digital. Pada sistem ini juga terhubung dengan sensor suhu dan kelembaban. Pada sistem ini dapat mengatur suhu minimum dan maksimal dimana jika suhu mencapai suhu maksimal lampu akan mati dan jika suhu mencapai suhu minimal lampu akan menyala.



Gambar 3.4 Desain Skematik DH48s-s

Pada gambar diatas merupakan Desain skematik dari sistem untuk menggerakkan rak telur yang menggunakan dinamo sebagai penggerak. Sistem ini dirancang untuk berputar secara terjadwal seperti yang dijadwalkan pada DH48s-s sehingga telur yang akan ditetaskan memperoleh panas yang merata.



Gambar 3.5 Desain Skematik Sistem

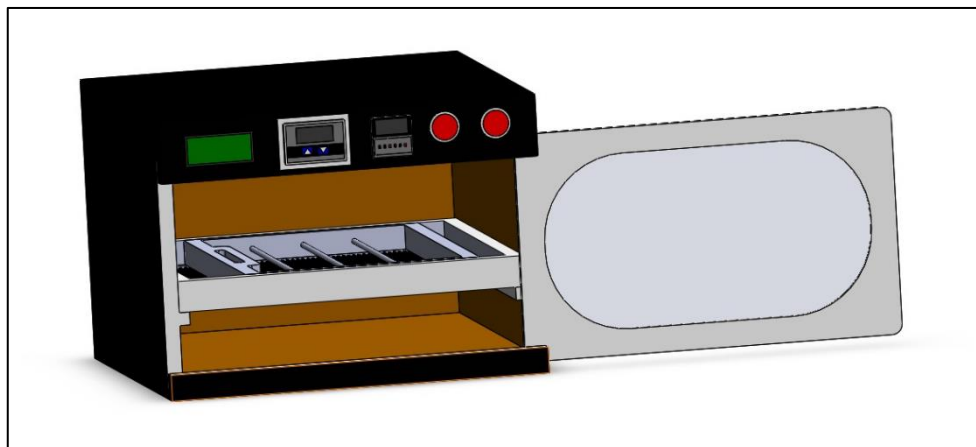
Pada gambar diatas, *ESP32* berfungsi sebagai unit pengendali mikrokontroler yang terkoneksi dengan sensor *DHT22*. Sensor ini berperan dalam mendeteksi suhu dan kelembapan lingkungan di dalam inkubator. Setelah mendeteksi parameter tersebut, mikrokontroler akan mengambil data dan meneruskannya ke modul *LCD*. Modul *LCD* berfungsi sebagai antarmuka tampilan untuk menampilkan hasil pengukuran suhu dan kelembapan yang diperoleh dari sensor. Selain itu, sistem ini juga melibatkan sensor *K-0135* untuk mengukur ketinggian air di dalam tempat penampungan. Informasi ini

memungkinkan pengukuran kapasitas air dan dapat memicu pompa untuk menyala, mengisi penampungan air, dan menjaga kelembapan udara di kisaran 55-65%.

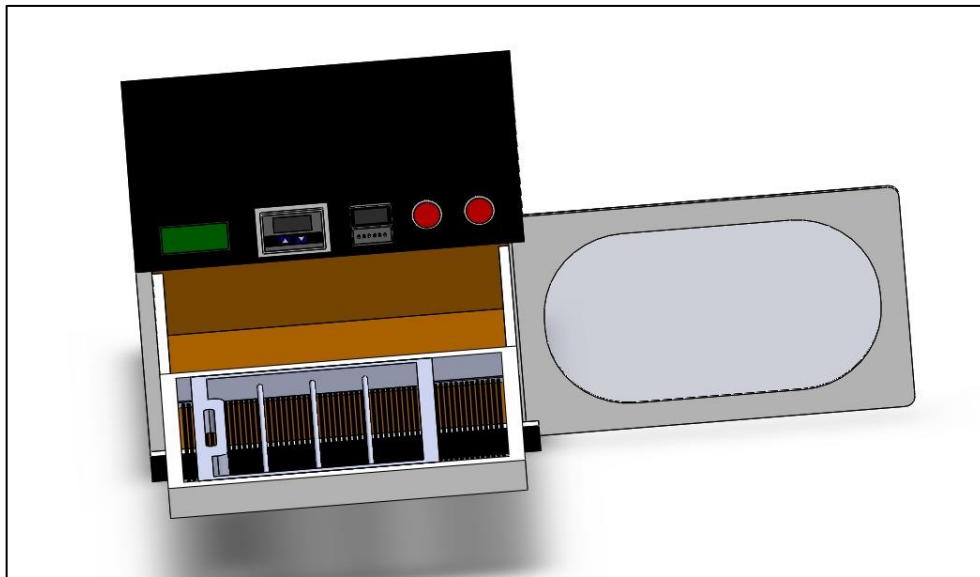
Adapun elemen lain yang terhubung dengan mikrokontroler meliputi lampu, yang bertugas untuk menjaga suhu inkubator tetap dalam kisaran 37-40 °C. Secara keseluruhan, sistem ini menggabungkan fungsi sensor dan kendali mikrokontroler untuk menciptakan lingkungan yang optimal di dalam inkubator, dengan tujuan menjaga suhu dan kelembapan dalam batas yang diinginkan untuk mendukung kondisi yang ideal bagi proses yang sedang berlangsung.

3.3.3 Desain Produk Mesin Tetas Telur

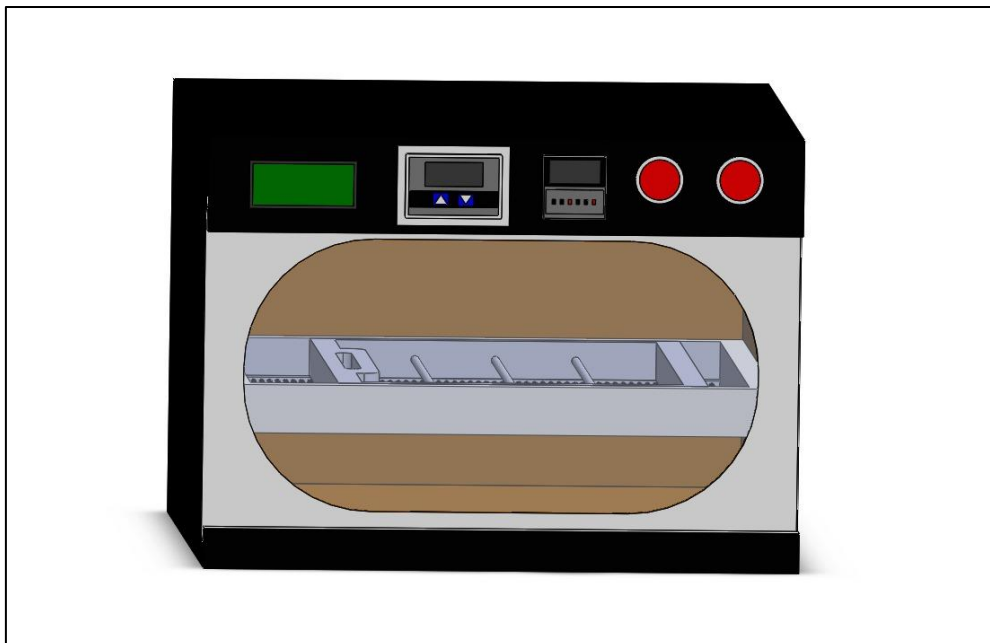
Berikut merupakan desain dari Produk jadi mesin tetas telur ayam yang akan dibangun. Produk yang kami bangun memiliki panjang : 37 cm , lebar: 37 cm , dan tinggi: 27 cm. Case dari sistem ini terbuat dari kayu dan berwarna hitam. Dimana pada tampilan depan design yang telah dibuat terdapat dua buah persegi panjang kecil yang dibuat untuk tempat LCD yang menampilkan suhu dan kelembaban yang ada didalam sistem. Kemudian dengan hanya menggeser kesebelah kanan maka pintu dari case ini akan terbuka. Ditengah pintu terdapat kaca yang berfungsi untuk melihat kedalam. Didalam sistem terdapat rak yang dapat bergerak untuk memutar telur, kemudian terdapat juga 2 wadah tempat air agar kelembaban dari sistem tetap terjaga.



Gambar 3.6 Tampilan Produk Pintu Terbuka



Gambar 3.7 Tampilan dalam Produk

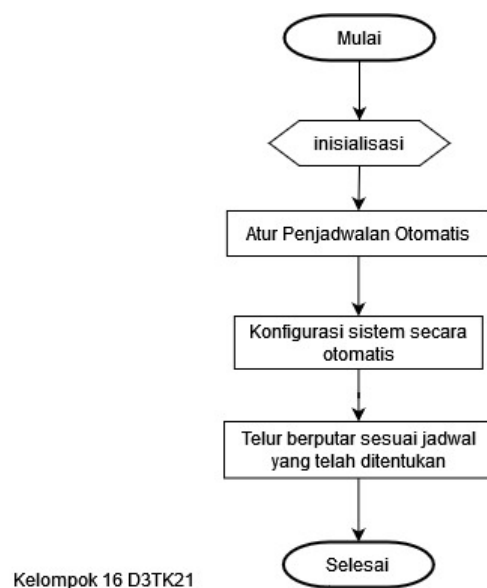


Gambar 3.8 Tampilan Produk Pintu Tertutup

3.4 Flowchart

Pada penelitian ini akan dipaparkan mengenai diagram alur yang diperlukan dalam penelitian ini. Diagram alur ini berfungsi untuk menjelaskan bagaimana proses teknis sistem yang akan dibuat. Dalam flowchart ini akan dijelaskan cara kerja dari sistem.

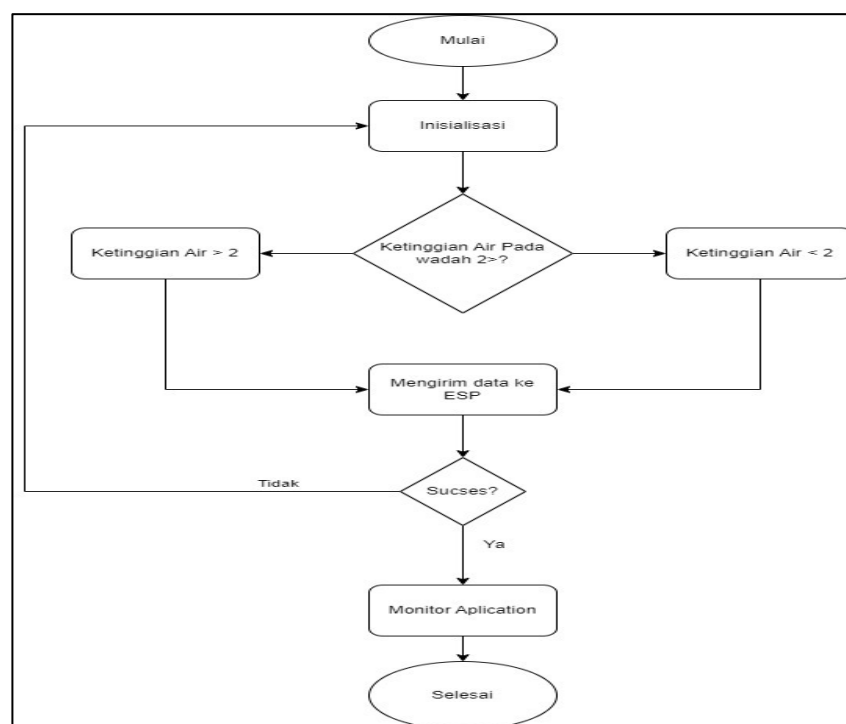
3.4.1 Flowchart Penjadwalan



Gambar 3.9 Flowchart Penjadwalan

Berawal dengan sistem akan melakukan inisialisasi untuk penjadwalan putaran telur. Penjadwalan yang digunakan yaitu penjadwalan otomatis. Kemudian melakukan konfigurasi pada program dan mengatur frekuensi perputaran telur. Setelah itu telur akan berputar sesuai jadwal yang telah ditentukan.

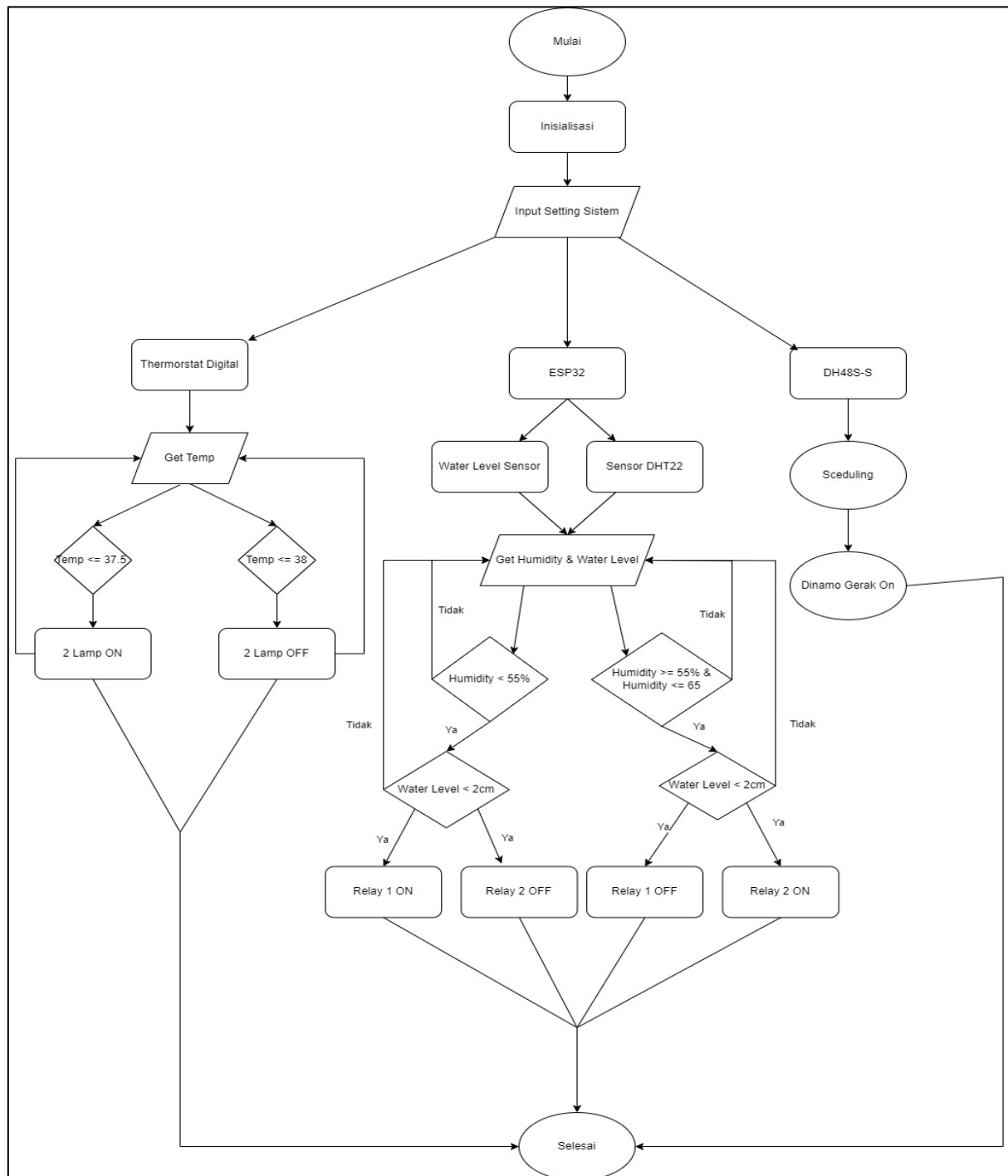
3.4.2 Flowchart Water Level Sensor



Gambar 3.10 Flowchart Water Level Sensor

Dimulai dengan dilakukannya inisialisasi pada water level sensor. Setelah itu water level sensor mengecek ketersediaan air pada wadah. Kemudian terdapat 2 kondisi dimana setelah di cek jika air pada wadah memiliki level > 2 cm maka pompa akan mengisi wadah tempat air sesuai kapasitas yang telah ditentukan. Jika level air tidak > 2 cm maka pompa tidak akan menyala.

3.4.3 Flowchart Sistem



Gambar 3.11 Flowchart sistem

Sistem dimulai dengan dilakukan inisialisasi dan input setting sistem. Kemudian akan menampilkan Suhu dan kelembaban ke LCD. Jika suhu lebih besar dari 38°C maka lampu 1 dan 2 akan Off selanjutnya jika suhu < 37°C maka lampu 1 dan 2 akan On. Pada dinamo gerak akan adanya penjadwalan dimana mengatur oenjadwlan secara otomatis. Setelah itu dilakukan konfigurasi pada program sistem dan mengatur frekuensi peprutaran telur. Setelah itu telur akan berputar sesuai jadwal yang telah ditentukan. Pada water level sensor mengecek ketersediaan air pada wadah. Kemudian terdapat 2 kondisi dimana setlah di cek jika air pada wadah memiliki level > 3 cm maka pompa akan mengisi wadah tempat air sesuai kapasitas yang telah ditentukan. Jika level air tidak > 3 cm maka pompa tidak akan menyala. Maka langkah terakhir, telur akan berputar Setiap 8 jam sekali dimana yang digerakkan oleh dinamo gerak berputar selama 15 detik[30][31][32].

3.5 Skenario Pengujian

Pada subbab ini akan menjelaskan tentang scenario pada sistem yang dibangun. Skenario pengujian ini dilakukan untuk melihat kemampuan sistem. Adapun scenario pengujian.

3.5.1 Skenario Pengujian Perangkat Keras

Pengujian yang dilakukan pada sistem ini adalah melakukan pengukuran terhadap sensor dan actuator yang digunakan dengan mikrokontroler *ESP32*. Pengujian ini dilakukan untuk membuktikan bahwa perangkat yang digunakan dapat berjalan sesuai dengan fungsinya masing-masing. Pengguna merangkai semua perangkat *IoT (Internet of Things)* yang digunakan. Kemudian memastikan semua *ESP32* sudah terhubung dengan sensor dan actuator dan sistem menyala. Berikut tabel rencana pengujian perangkat keras yang digunakan untuk mengetahui fungsionalitas dari perangkat keras tersebut.

Tabel 3.3 Skenario Perangkat Keras

No	Item yang diuji	Hasil yang diharapkan
1	ESP32	Dapat terhubung dengan semua komponen yang digunakan.
2	Sensor Suhu dan Kelembaban	Dapat mendeteksi suhu dan kelembaban udara.
3	Water Level Sensor	Dapat mengukur ketinggian air.
4	Thermostat Digital	Dapat mengatur sirkulasi pendinginan mesin agar tercegah dari overhead.

5	Hygrometer	Dapat mengukur kelembaban relative udara dalam sistem.
6	LCD	Dapat menampilkan suhu dan kelembaban.
7	Kabel Jumper	Dapat menghubungkan komponen satu dan komponen lainnya.
8	Lampu Pijar 5 watt	Dapat menghidup dan matikan sesuai kebutuhan.
9	Pompa Air 5V	Dapat menjalankan air.
10	Dinamo Gerak	Dapat menggerakkan rak.
11	Relay	Dapat menyalakan dan mematikan lampu dan pompa air.
12	Adaptor	Dapat mengubah tegangan listrik arus bolak-balik (arus AC) menjadi arus searah (arus DC).
13	DH48s-s	Dapat mengatur waktu dengan baik.

3.5.1.1 Skenario Pengujian Sensor Suhu dan Kelembaban

Pengujian sensor suhu dan kelembaban dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran sensor DHT22 dengan *thermometer* analog. DHT22 memiliki fitur kalibrasi yang sangat akurat. Dari hasil tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa kelembaban yang terukur dari DHT22 mendekati kelembaban yang terukur dari *thermometer*, dengan rata-rata persentase kesalahan rata-rata adalah 0,24%. Dari hasil pengujian menunjukkan sensor DHT22 dalam kondisi baik dan layak digunakan.

Tabel 3.4 Pengujian Sensor Suhu dan Kelembaban

No.	Sensor (°C)	Thermometer (°C)	Selisih Error (%)
1	34.7	34.8	0.1
2	35.5	35.0	0.5
3	36.4	36.2	0.2
4	37.0	37.4	0.4
5	38.0	38.0	0
Rata-rata Error			0.24

3.5.1.2 Skenario Pengujian LCD

Proses pengujian pada LCD (*Liquid Crystal Display*) ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah LCD dapat menampilkan karakter sesuai keinginan. Pada pengujian ini LCD dilakukan untuk menampilkan hasil dari pengukuran suhu dan kelembaban dari sensor suhu DHT22.

3.5.1.3 Skenario Pengujian Pompa Air

Penggunaan pompa air ini dimaksudkan untuk menaikkan kelembaban dengan cara mensupply air, jika kelembaban kurang dari setting point, sehingga perannya sangat penting dalam proses penetasan telur. Standard untuk kelembaban relatif (*relatif humidity*) untuk mesin incubator "penetas" atau periode 18 hari pertama harus sebelum penetasan, kelembaban udara harus dinaikkan menjadi 60-65%. Kelembaban yang rendah menyebabkan anak ayam sulit memecah kulit telur karena lapisannya menjadi keras dan berakibat anak ayam melekat/lengket di selaput bagian dalam telur dan mati. Akan tetapi kelembaban yang terlalu tinggi dapat menyebabkan anak ayam didalam telur juga sulit untuk memecahkan kulit telur.

3.5.1.4 Skenario Pengujian Dinamo Gerak

Penggunaan Dinamo gerak ini sebagai pemutar rak telur sangat efektif digunakan. Rak telur dapat berputar sendiri dengan energi yang digunakan. Dengan demikian penggunaan manusia sudah tidak diperlukan lagi. Efektifitas ini juga berpengaruh pada segi biaya untuk tenaga kerja. Perputaran rak telur dengan dinamo gerak untuk satu kali putaran membutuhkan waktu ± 9 detik, sehingga perputaran tersebut sudah cukup pelan dalam pemutaran rak telur demi keamanan telur agar telur tidak mengalami keretakan ataupun pecah, sehingga bibit ayam akan tetap terjaga dengan aman.

3.5.1.5 Skenario Pengujian Water Level Sensor

Pengujian water level sensor pada alat tetas telur berbasis *IoT (Internet of Things)* yang dilengkapi dengan pompa untuk mengisi air memerlukan serangkaian langkah untuk memastikan kinerja yang optimal. Pengujian dimulai dengan mengosongkan wadah air dan secara bertahap menambahkan air sambil memperhatikan respons sensor terhadap perubahan tingkat air. Selanjutnya, pompa diuji untuk memastikan bahwa dapat diaktifkan saat tingkat air mencapai level minimum dan berhenti saat mencapai level maksimum yang

diinginkan. Selama pengujian keseluruhan sistem, seluruh siklus tetas telur disimulasikan untuk memastikan interaksi yang tepat antara sensor dan pompa.

Tabel 3.5 Pengujian Water Level Sensor

No	Tes Kondisi	keterangan
1	Level < 2cm	Air pada wadah penuh.
2	Level =2cm	Air pada wadah setengah.
3	Level > 2cm	Air pada wadah hampir habis.

3.5.1.6 Skenario Pengujian Penjadwalan Perputaran Telur

Pengujian Penjadwalan Perputaran Telur pada mesin tetas telur ayam akan dilakukan skenario pengujian selama beberapa hari secara berturut-turut. Setiap telur-telur akan diputar sebanyak 3 kali dalam seharinya yaitu setiap 8 jam sekali dengan perputaran sebesar 45° ke arah kanan dan 90° ke kiri sehingga total perputaran 180°. Pada hari pertama, perputaran dilakukan pada pukul 00:00, dilanjutkan pada pukul 08:00, dan terakhir pada pukul 16:00. Pengujian ini melibatkan pemantauan sudut perputaran dan status dinamo pada setiap waktu penjadwalan. Selama pengujian berlangsung, suhu dan kelembaban dalam mesin tetas juga dipantau secara terus-menerus untuk memastikan bahwa kondisi tetap optimal bagi perkembangan embrio telur ayam.

BAB IV

IMPLEMENTASI

Pada bab ini akan menjelaskan mengenai implementasi serta pengujian terhadap *hardware* dan *software* yang digunakan dalam pengerjaan Tugas Akhir. Implementasi dan pengujian yang digunakan berupa proses instalasi *software*, konfigurasi dan pengujian terhadap hardware yang digunakan.

4.1 Implementasi

Pada subbab ini menjelaskan mengenai proses saat melakukan implementasi terhadap sistem. Proses implementasi pada bab ini dilakukan berdasarkan rancangan sistem pada bab sebelumnya. Implementasi yang dilakukan mencakup implementasi dari setiap perangkat lunak maupun perangkat keras yang membangun sistem.

4.1.1 Implementasi Software

Pada bagian ini akan dijelaskan tentang proses instalasi *software* yang digunakan, yaitu *Arduino IDE*, *library Sensor DHT22*, *library Water Level Sensor*, dan *library LCD*.

4.1.1.1 Instalasi Arduino IDE

Arduino IDE (*Integrated Development Enviroment*) adalah software yang digunakan untuk memprogram board arduino. Arduino IDE dapat melakukan pengecekan kesalahan pada program, mengkompilasi, mengedit suatu program, dan menguji hasil kerja Arduino melalui serial monitor. Berikut adalah Langkah-langkah untuk menginstal Arduino IDE pada sistem operasi *Windows*:

1. *Download installer Arduino IDE* dari situs resmi Arduino di <https://www.arduino.cc/en/software>
2. Buka file *installer* yang sudah di *download*.
3. Pilih Opsi “*I Agree*” pada bagian “*License Agreement*”.
4. Pilih folder tempat untuk menginstal Arduino IDE pada bagian “*select Destination Location*”.
5. Pilih komponen yang ingin diinstal pada bagian “*Select Components*”. Secara *default*, semua komponen akan dipilih.

6. Klik “*install*” untuk memulai proses instalasi. Tunggu hingga proses instalasi selesai.
7. Klik “*Close*” untuk menyelesaikan proses instalasi.

4.1.1.2 Instalasi Library Sensor DHT22

Library sensor DHT22 merupakan sekumpulan kode program yang ditulis dalam Bahasa programman C++, dirancang untuk memudahkan penggunaan sensor DHT22 pada platform Arduino IDE. Dengan menggunakan library sensor DHT22 pengguna dapat lebih mudah untuk mengakses dan membaca data dari sensor DHT 22, seperti mengukur suhu dan kelembaban pada ruang.

Berikut adalah Langkah-langkah untuk menginstal library sensor DHT22 pada Arduino IDE:

1. Buka Arduino IDE.
2. Pilih menu “*sketch*” -> “*Include Library*” -> “*Manage Libraries*”.
3. Cari “*Sensor DHT22*” dikotak pencarian dipojok kanan atas. Pastikan bahwa “*All*” terpilih pada “*Type*” dan “*Up to date*” pada “*Library Manager*”.
4. Setelah menemukan “*Sensor DHT22*” pada hasil pencarian, klik pada nama *library* tersebut.
5. Pilih versi *library* yang ingin diinstal, kemudian klik tombol “*install*”.
6. Tunggu hingga proses instalasi selesai. Setelah itu, “*Sensor DHT22*” akan ditambahkan ke dalam daftar *library* pada Arduino IDE.

4.1.1.3 Instalasi Library Water Level Sensor

Library Water Level Sensor merupakan sekumpulan kode program yang ditulis dalam Bahasa programman C++, dirancang untuk memudahkan penggunaan *Water Level Sensor* pada platform Arduino IDE. Dengan menggunakan *library Water Level Sensor* pengguna dapat lebih mudah untuk mengakses dan membaca data dari *Water Level Sensor*, seperti mendeteksi ketinggian air.

Berikut adalah Langkah-langkah untuk menginstal *library Water Level Sensor* pada Arduino IDE:

1. Buka Arduino IDE.
2. Pilih menu “*sketch*” -> “*Include Library*” -> “*Manage Libraries*”.

3. Cari “*Water Level Sensor*” dikotak pencarian dipojok kanan atas. Pastikan bahwa “*All*” terpilih pada “*Type*” dan “*Up to date*” pada “*Library Manager*”.
4. Setelah menemukan “*Water Level Sensor*” pada hasil pencarian, klik pada nama *library* tersebut.
5. Pilih versi *library* yang ingin diinstal, kemudian klik tombol “*install*”.
6. Tunggu hingga proses instalasi selesai. Setelah itu, “*Water Level Sensor*” akan ditambahkan ke dalam daftar *library* pada Arduino IDE.

4.1.1.4 Instalasi Library LCD

Library LCD merupakan sekumpulan kode program yang ditulis dalam Bahasa programman C++, dirancang untuk memudahkan penggunaan sensor DHT22 pada platform Arduino IDE. Dengan menggunakan library LCD pengguna dapat lebih mudah untuk mengakses dan membaca data dari sensor DHT22 dan Water Level Sensor, seperti mengukur suhu, kelembaban pada ruang dan mendeteksi ketinggian dari air pada suatu wadah.

Berikut adalah Langkah-langkah untuk menginstal library LCD pada Arduino IDE:

1. Buka Arduino IDE.
2. Pilih menu “*sketch*” -> “*Include Library*” -> “*Manage Libraries*”.
3. Cari “*Sensor DHT22*” dikotak pencarian dipojok kanan atas. Pastikan bahwa “*All*” terpilih pada “*Type*” dan “*Up to date*” pada “*Library Manager*”.
4. Setelah menemukan “*Sensor DHT22*” pada hasil pencarian, klik pada nama *library* tersebut.
5. Pilih versi *library* yang ingin diinstal, kemudian klik tombol “*install*”.
6. Tunggu hingga proses instalasi selesai. Setelah itu, “*Sensor DHT22*” akan ditambahkan ke dalam daftar *library* pada Arduino IDE.

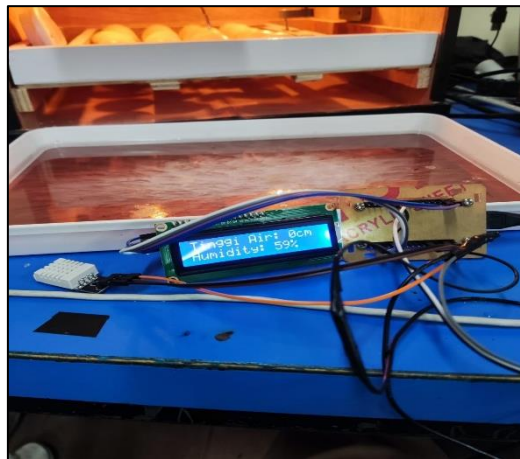
4.1.2 Implementasi Hardware

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai proses implementasi dari perangkat keras yang menyusun sistem yang akan dikembangkan.

4.1.2.1 Implementasi ESP32 dengan Sensor DHT22

Implementasi *ESP32* dengan sensor DHT22 dimana sensor tersebut akan dapat mengontrol suhu yang ada pada sistem sehingga dengan menggunakan *ESP32* dapat

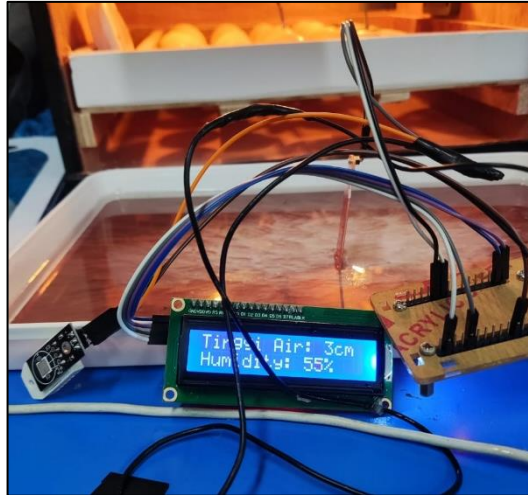
mengumpulkan data suhu dan kelembaban dari sensor DHT22. Pada *ESP32* terdapat beberapa pin yang akan dihubungkan dengan sensor DHT22. Pin data DHT 22 dihubungkan ke salah satu pin GPIO pada *ESP32*. Pin GPIO digunakan untuk komunikasi antara *ESP32* dan DHT22. Kemudian Pin VCC pada DHT22 terhubung ke pin 3.3 V pada *ESP32*. Sementara Pin GND pada DHT22 akan dihubung ke pin GND pada *ESP32*.



Gambar 4.1 Implementasi ESP32 dengan Sensor DHT22

4.1.2.2 Implementasi ESP32 dengan Water Level Sensor

ESP32 dengan *water level sensor* merupakan Solusi untuk memastikan kondisi kelembaban yang optimal selama proses penetasan. Dengan menggunakan *ESP32* dapat memantau tingkat air dalam wadah pelembab secara real-time, sehingga memastikan bahwa mesin tetas telur ayam memiliki kelembaban yang cukup untuk mendukung penetasan telur. *Water level sensor* akan mengirimkan data ke *ESP32*, yang kemudian dapat digunakan untuk memberi tahu bahkan secara otomatis mekanisme pengisian ulang air ketika tingkat air terlalu rendah. Pada *Water Level Sensor* terdapat beberapa pin yang akan terhubung dengan *ESP32* seperti, Pin VCC terhubung ke pin 3.3V. Setelah itu akan menghubungkan pin GND pada *ESP32* hingga yang terakhir menghubungkan pin Output ke salah satu pin GPIO pada *ESP32* untuk mendeteksi perubahan status air.



Gambar 4.2 Implementasi ESP32 dengan *Water Level Sensor*

4.1.2.3 Implementasi *ESP32* dengan LCD

LCD digunakan untuk memantau dan mengontrol proses penetasan. Dengan *ESP32* data seperti suhu, kelembaban dan waktu penetasan dapat ditampilkan secara *real-time* layer LCD sehingga memberikan informasi instan tanpa perlu perangkat tambahan. Pada layar LCD akan menunjukkan parameter-parameter utama, seperti suhu didalam mesin, tingkat kelembaban. *ESP32* juga integrasi dengan sensor-sensor lain, seperti DHT22 untuk suhu dan kelembaban sehingga data yang ditampilkan selalu akurat dan *up-to-date*. Untuk menghubungkan *ESP32* dengan LCD dapat menghubungkan Pin SDA pada LCD pada *ESP32*. Selanjutnya menghubungkan Pin SCL pada *ESP32*. Pin VCC pada LCD dihubungkan ke pin 3.3V dan terakhir yaitu menghubungkan pin GND pada *ESP32*.



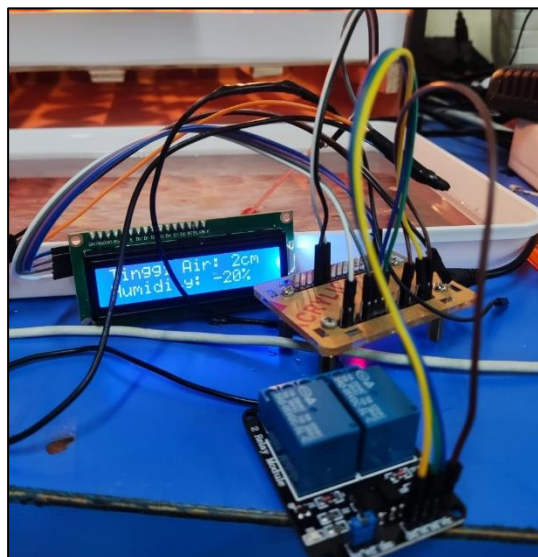
Gambar 4.3 Implementasi *ESP32* dengan LCD

4.1.2.4 Implementasi ESP32 dengan Relay

ESP32 sebagai kontrol utama, relay dapat digunakan untuk menghubungkan dan mengendalikan perangkat listrik dengan sinyal digital. *ESP32* mengaktifkan dan menonaktifkan perangkat elemen pemanas seperti lampu untuk menjaga suhu dan kelembaban selama proses penetasan telur ayam. Pada relay dan *ESP32* terdapat pin-pin yang akan saling dihubungkan. Pin sinyal terdapat pada relay dihubungkan ke salah satu pin GPIO pada *ESP32* yang berguna untuk mengendalikan relay dari *ESP32*. Kemudian Pin GND juga dihubungkan ke *ESP32* dan yang terakhir Pin VCC dihubungkan ke pin 3.3V pada *ESP32* untuk memberikan daya ke relay.

4.1.2.5 Implementasi Relay dengan Pompa Air

Relay berfungsi sebagai saklar elektronik yang dapat diaktifkan oleh sinyal kontrol dari *ESP32*. Setelah relay dan *ESP32* sudah terhubung maka selanjutnya menghubungkan relay ke pompa air dengan menyambungkan kabel daya pompa air ke kontak relay dan kabel GND pompa air ke system. Kemudian relay diprogram untuk mengaktifkan pompa air, jika kelembaban turun dibawah tingkat yang diperlukan maka relay akan mengaktifkan pompa untuk menambahkan air ke dalam mesin tetas.



Gambar 4.4 Implementasi Relay dengan Pompa Air

4.1.2.6 Implementasi Dinamo Gerak menggunakan DH48S-S

DH48S-S merupakan salah satu jenis *timer* elektronik yang dapat digunakan untuk mengatur waktu operasional dinamo, sehingga dapat menggerakkan komponen-komponen mesin tetas secara terjadwal dan otomatis. Dinamo gerak dengan DH48S-S dapat digunakan untuk mengontrol mekanisme pembalikan telur secara otomatis. Dengan menggunakan DH48S-S dapat mengatur interval waktu untuk mengaktifkan dinamo yang kemudian akan menggerakkan mekanisme pembalik telur sesuai jadwal yang ditentukan.



Gambar 4.5 Implementasi Dinamo Gerak dengan DH48S-S

4.1.2.7 Implementasi Thermostat Digital dengan Lampu 1 dan 2

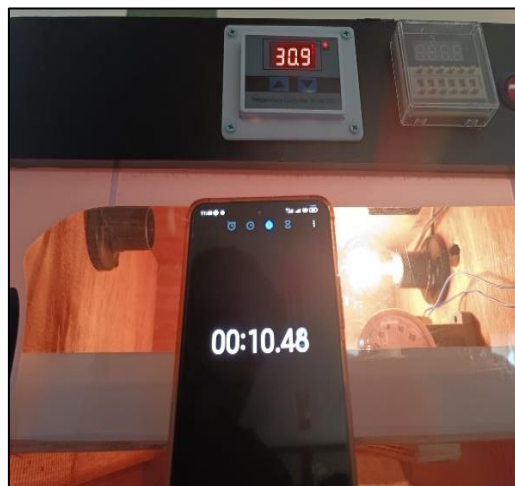
Implementasi thermostat digital dengan lampu memberikan kontrol suhu yang presisi dan sumber panas untuk menjaga kondisi yang optimal selama proses penetasan. Dengan menggunakan thermostat digital suhu dalam mesin tetas dapat dipantau dan dikendalikan secara otomatis sedangkan lampu sebagai elemen pemanas yang dapat dinyalakan atau matikan berdasarkan kebutuhan. Jika suhu turun dibawah titik yang diinginkan, thermostat akan mengirim sinyal untuk menyalakan lampu, yang kemudian memanaskan ruang sekitar telur. Sebaliknya jika suhu mencapai atau melebihi batas atas, thermostat akan mematikan lampu untuk mencegah suhu berlebihan. Sistem otomatis akan membantu menjaga suhu dalam kisaran aman dan mendukung perkembangan embrio. Pada

sistem ini akan menggunakan 2 buah lampu pijar dengan daya 5 watt. Berikut gambar implementasi dari thermostat digital dengan lampu 1 dan 2.



Gambar 4.6 Implementasi *Thermostat Digital* dengan Lampu 1 dan 2 (1)

Gambar diatas merupakan gambar lampu 1 dan 2 yang baru menyala selama 4 menit sehingga suhu yang terdapat pada sistem mencapai 30° C. Kemudian pada menit ke 10 lampu 1 dan 2 menyala suhu naik menjadi 30.9° C.



Gambar 4.7 Implementasi *Thermostat Digital* dengan Lampu 1 dan 2 (2)

Setelah 41 menit lampu 1 dan 2 menyala suhu dalam sistem juga menjadi naik menjadi 34.9° C, dikarenakan lampu baru dinyalakan maka suhu masih rendah.



Gambar 4.8 Implementasi *Thermostat Digital* dengan Lampu 1 dan 2 (3)

Maka dari itu untuk menit atau jam selanjutnya masih dilakukan pemantauan terhadap suhu agar terus naik sehingga setelah 3 jam lampu 1 dan 2 menyala suhu sudah naik menjadi 35.1 °C.



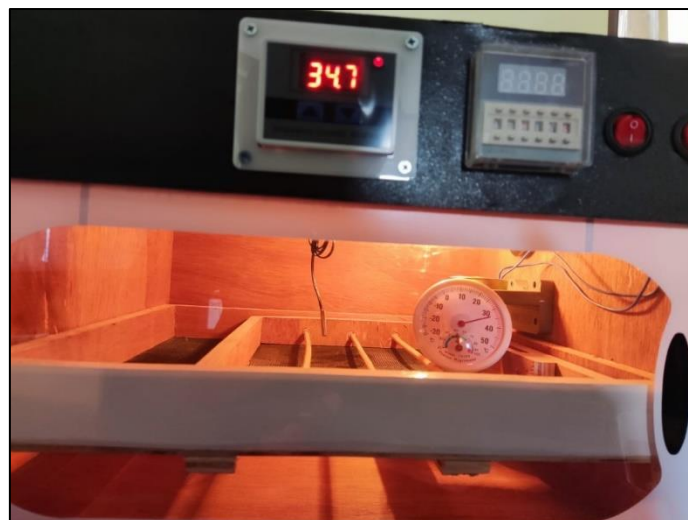
Gambar 4.9 Implementasi *Thermostat Digital* dengan Lampu 1 dan 2 (4)

Pada pemantauan selanjutnya setelah 7 jam lampu menyala, suhu berubah menjadi 37°C maka suhu akan naik terus sesuai dengan suhu normal yang ditentukan yaitu 37-40°C.



Gambar 4.10 Implementasi *Thermostat Digital* dengan Lampu 1 dan 2 (5)

4.1.2.7 Implementasi Thermostat Digital dengan Hygrometer



Gambar 4.11 Implementasi *Thermostat Digital* dengan *Hygrometer*

Pada gambar diatas merupakan implementasi kalibrasi dari thermostat digital dengan hygrometer dilakukan agar mampu mengendalikan suhu dan kelembaban secara bersamaan.

4.2 Pengujian

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai pengujian implementasi yang telah dilakukan untuk melihat dan memastikan bahwa perangkat yang telah dibangun dapat berjalan dengan baik atau tidak. Pengujian yang dilakukan yaitu pengujian terhadap sensor yang telah dirancang pada bab sebelumnya.

4.2.1 Pengujian Lampu 1 dan 2 dengan Thermostat Digital pada Sistem

Pada pengujian dengan kasus uji Lampu 1 dan 2 dengan thermostat digital mampu menyala dan padam pada waktu yang telah ditentukan terdapat pada Tabel 7 berikut.

Tabel 4.1 Pengujian Lampu 1 dan 2 dengan Thermostat Digital pada Sistem

Identifikasi	TS-01
Nama Butir Uji	Pengujian Lampu 1 dan 2 dengan Thermostat Digital pada system
Tujuan Pengujian	Menguji Lampu pada system apakah dapat hidup sesuai dengan yang telah ditentukan?
Skenario Pengujian	<ul style="list-style-type: none"> - Sistem harus dalam keadaan aktif - Semua komponen sudah saling terhubung dengan komponen lainnya - Lampu sudah terhubung dengan thermostat
Hasil yang diharapkan	Lampu 1 dan 2 dapat menyala dan padam sesuai dengan ketentuan suhu yang telah diatur pada sistem
Hasil Pengujian	Lampu 1 dan 2 berhasil menyala jika suhu $< 37^{\circ}\text{C}$ dan jika suhu $> 40^{\circ}\text{C}$ maka Lampu 1 dan 2 akan padam

Berikut adalah hasil data pengujian lampu 1 dan 2 dengan thermostat digital pada sistem mesin tetas telur ayam dapat dilihat pada Tabel 8 berikut.

Tabel 4.2 Data Pengujian Lampu 1 dan 2 dengan Thermostat Digital

Sampel	Waktu (Menit)	Suhu Lampu 1 (°c)	Suhu Lampu 2 (°c)	Status Lampu 1 dan 2 (°c)
1	0	36	36.5	ON
2	5	36.5	36.8	ON
3	10	37.4	37	ON
4	15	37.6	37.2	ON
5	20	37.8	37.4	ON
6	25	38.	37.6	ON
7	30	38.2	37.8	ON
8	35	38.4	38	OFF
9	40	38.6	38.1	OFF
10	45	38.8	38.2	OFF

4.2.2 Pengujian Sensor Suhu dan Kelembaban (DHT22)

Pada pengujian dengan kasus uji Sensor suhu dan kelembaban udara (DHT22) dapat mendeteksi suhu dan kelembaban yang terdapat didalam system dan menampilkan data suhu pada DH48S-S sedangkan kelembaban udara ditampilkan pada LCD yang dapat dilihat pada Tabel 9 berikut.

Tabel 4.3 Pengujian Sensor Suhu dan Kelembaban (DHT22)

Identifikasi	TS-02
Nama Butir Uji	Pengujian Sensor Suhu dan Kelembaban udara (DHT22)
Tujuan Pengujian	Menguji sensor untuk mendeteksi suhu pada sistem Menguji sensor untuk mendeteksi kelembaban udara pada sistem
Skenario Pengujian	<ul style="list-style-type: none"> - Sistem harus dalam keadaan aktif - Semua komponen sudah saling terhubung dengan komponen lainnya - Mendeteksi suhu dan kelembaban lingkungan pada sistem - Mengambil data sensor yang terhubung dengan ESP32

	- Menampilkan data pada LCD.
Hasil yang diharapkan	Sensor dapat mendeteksi suhu dan kelembaban udara pada sistem dan menampilkan data pada LCD.
Hasil Pengujian	Sensor berhasil mendeteksi suhu dan kelembaban udara pada sistem hingga data tampil pada LCD.

Berikut adalah hasil data pengujian sensor suhu dan kelembaban udara pada sistem mesin tetas telur ayam dapat dilihat pada Tabel 10 berikut.

Tabel 4.4 Hasil Data Pengujian Sensor Suhu dan Kelembaban Udara

Sampel	Waktu (Menit)	Suhu (°c)	Kelembaban (%)
1	0	37.5	55
2	5	37.6	55.2
3	10	37.7	55.3
4	15	37.8	55.3
5	20	37.9	55.5
6	25	38	55.6
7	30	38.1	55.7
8	35	38.2	55.8
9	40	38.3	55.9
10	45	38.4	56

4.2.3 Pengujian Pompa Air dan *Water Level Sensor*

Pada pengujian dengan kasus uji *Water Level Sensor* pada sistem mampu mendeteksi ketinggian air yang terdapat pada wadah hingga menampilkan data ketinggian air pada LCD terdapat pada Tabel 11 berikut.

Tabel 4.5 Pengujian Pompa Air dan *Water Level Sensor*

Identifikasi	TS-03
Nama Butir Uji	Pengujian Pompa dan <i>Water Level Sensor</i>

Tujuan Pengujian	Menguji sensor untuk mendeteksi ketinggian air/tingkat air yang terdapat pada wadah.
Skenario Pengujian	<ul style="list-style-type: none"> - Sistem harus dalam keadaan aktif - Semua komponen sudah saling terhubung dengan komponen lainnya - Mendeteksi ketinggian air yang terdapat pada wadah - Mengambil data sensor yang terhubung dengan ESP32 - Menyalakan pompa air jika ketinggian air < 2cm dan mengisi wadah air - Membuang air jika berlebih atau kelembaban udara tinggi
Hasil yang diharapkan	<ul style="list-style-type: none"> - Sensor dapat mendeteksi ketinggian air yang terdapat pada wadah dan menampilkan data pada LCD. - Pompa menyala dengan baik dan mengisi wadah tempat air. - Pompa membuang air jika berlebih atau kelembaban udara tinggi.
Hasil Pengujian	<ul style="list-style-type: none"> - Sensor berhasil mendeteksi ketinggian air yang terdapat pada wadah dan menampilkan data pada LCD. - Pompa berhasil menyala dengan baik dan mengisi wadah tempat air. - Pompa berhasil membuang air yang berlebih pada wadah.

Berikut adalah hasil data pengujian pompa air dengan water level sensor pada sistem mesin tetas telur ayam dapat dilihat pada Tabel 12 berikut.

Tabel 4.6 Hasil Data Pengujian Pompa Air dengan Water Level Sensor

Sampel	Hari	Status Pompa 1 dan 2 Air (On/Off)	Ketinggian Air (cm)
1	1	Pompa 1 dan 2 Off	2.0
2	2	Pompa 1 dan 2 Off	1.8
3	3	Pompa 1 dan 2 Off	1.6
4	4	Pompa 1 dna 2 Off	1.4
5	5	Pompa 1 dan 2 Off	1.2

6	6	Pompa 1 On dan Pompa 2 Off	2.8
7	7	Pompa 1 Off dan Pompa 2 On	2.5
8	8	Pompa 1 dan 2 Off	2.0
9	9	Pompa 1 dan 2 Off	1.9
10	10	Pompa 1 dan 2 Off	1.8

4.2.4 Pengujian Penjadwalan Perputaran Telur dengan Dinamo gerak

Pada pengujian dengan kasus perputaran telur pada sistem dinamo dapat menggerakkan rak tempat telur agar telur dapat berputar pada waktu yang telah ditentukan terdapat pada

Tabel 13 berikut.

Tabel 4.7 Pengujian Perputaran Telur Dinamo Gerak

Identifikasi	TS-04
Nama Butir Uji	Pengujian Penjadwalan Perputaran Telur
Tujuan Pengujian	Menguji dinamo gerak apakah dapat bergerak untuk memutar telur yang akan ditetaskan sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan yaitu tiga kali dalam sehari sehingga rak tempat telur berputar setiap delapan jam sekali.
Skenario Pengujian	<ul style="list-style-type: none"> - Sistem harus dalam keadaan aktif. - Semua komponen sudah saling terhubung dengan komponen lainnya. - Rak berputar pada waktu yang telah ditentukan yaitu 3 kali - dalam sehari yang digerakkan oleh dinamo gerak.
Hasil yang diharapkan	Dinamo dapat bergerak untuk memutar telur selama 3 kali dalam sehari pada jadwal yang telah ditentukan.
Hasil Pengujian	Dinamo berhasil menggerakkan rak telur untuk memutar telur selama 3 kali dalam sehari dengan jadwal yang telah ditentukan.

Berikut adalah hasil data pengujian penjadwalan perputaran telur dengan dinamo gerak pada sistem mesin tetas telur ayam dapat dilihat pada Tabel 14 berikut.

Tabel 4.8 Hasil Data Pengujian Penjadwalan Perputaran

Sampel	Hari	Waktu Penjadwalan	Sudut Perputaran Telur (°c)	Status Dinamo (On/Off)
1	1	00.00	0	On
		08.00	90	On
		16.00	180 (0)	On
2	2	00.00	90	On
		08.00	180 (0)	On
		16.00	90	On
3	3	00.00	180 (0)	On
		08.00	90	On
		16.00	180 (0)	On
4	4	00.00	90	On
		08.00	180 (0)	On
		16.00	90	On
5	5	00.00	180 (0)	On
		08.00	90	On
		16.00	180 (0)	On
6	6	00.00	90	On
		08.00	180 (0)	On
		16.00	90	On
7	7	00.00	180 (0)	On
		08.00	90	On
		16.00	180 (0)	On
8	8	00.00	90	On
		08.00	180 (0)	On
		16.00	90	On
9	9	00.00	180 (0)	On
		08.00	90	On

		16.00	180 (0)	On
10	10	00.00	90	On
		08.00	180 (0)	On
		16.00	90	On

4.2.5 Pengujian Penetasan Telur

Pada pengujian dengan kasus penetasan telur pada sistem keseluruhan dapat menetas telur secara baik dalam waktu 21 hari terdapat pada Tabel 15 berikut.

Tabel 4.9 Pengujian Penetasan Telur

Identifikasi	TS-05
Nama Butir Uji	Pengujian Penetasan Telur
Tujuan Pengujian	Menguji keseluruhan dari alat dan sistem apakah sudah dapat berjalan dengan baik untuk menetas keseluruhan telur ayam yang berjumlah 20 butir telur ayam kampung.
Skenario Pengujian	<ul style="list-style-type: none"> - Sistem harus dalam keadaan aktif. - Semua komponen sudah saling terhubung dengan komponen lainnya. - Rak berputar pada waktu yang telah ditentukan yaitu 3 kali dalam sehari yang digerakkan oleh dinamo gerak. - Menunggu telur menetas hingga jangka waktu 21 hari.
Hasil yang diharapkan	Semua telur yang ada didalam alat tetas dengan jumlah 20 butir telur dapat menetas dengan baik dalam waktu 21 hari.
Hasil Pengujian	Dari hasil pengujian terdapat 12 buah butir telur yang berhasil menetas dengan baik sesuai dengan waktu yang telah ditentukan.

4.3 Hasil Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

Dari semua percobaan alat yang dilakukan, mesin penetas ini sudah cukup bagus karena sistem secara keseluruhan ini dilakukan dengan menggabungkan semua peralatan kedalam sebuah sistem sudah dapat berjalan dan bekerja dengan baik. Adapun

dilakukannya seperti itu dengan tujuan untuk mengetahui bahwa rangkaian yang dirancang telah bekerja sesuai yang diharapkan. Dari hasil pengujian penetasan telur ini juga sudah bagus karena memiliki tingkat keberhasilan penetasan diatas 50%. Pada Tabel 16 diketahui bahwa jumlah telur yang menetas yaitu 60% dari 20 telur pada percobaan penetasan.

Tabel 4.10 Hasil Pengujian Penetasan Telur

Hasil Pengujian Penetasan Telur (20 telur)			
Telur Menetas			Telur Tidak Menetas
13 (65 %)			
Normal	Cacat	Mati	7 telur (35%)
12	0	1	
60%	0	5%	



Gambar 4.12 Telur yang telah menetas

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan dijelaskan tentang kesimpulan dan saran yang didapat mengenai Tugas Akhir yang telah dikerjakan.

5.1 Kesimpulan

Dari hasil implementasi dan pengujian alat, maka dapat diambil suatu kesimpulan bahwa perancangan dan pembuatan alat penetas telur ayam otomatis berbasis *IoT (Internet of Things)* yang dalam penelitian ini menggunakan teknologi *ESP32* sebagai mikrokontroler sistem berhasil bekerja dengan baik. Maka dapat ditarik kesimpulan dari uraian di atas sebagai berikut :

1. Dari hasil penelitian ini dapat menciptakan alat penetas telur otomatis berbasis *IoT*.
2. Alat dapat bekerja sebagai pengontrol suhu dan kelembaban pada ruang telur. Dimana sensor DHT22 mendeteksi suhu dengan baik. Begitu juga dengan dinamo gerak mampu untuk menggerakkan rak telur untuk berputar sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan.
3. Jumlah telur yang ditetaskan sekitar 20 butir selama 21 hari yang dimana 12 telur menetas serta 1 telur mati dalam cangkang. Untuk presentase keberhasilan dapat dilihat dari hasil pengujian sistem secara keseluruhan.

5.2 Saran

Berikut adalah beberapa saran dari pengembangan Produk Jadi Mesin Tetastelur Ayam Berbasis *IoT (Internet of Things)*:

1. Mengecek embrio pada telur apakah telur tersebut fertil atau tidak fertil sebelum dimasukkan ke mesin penetasan telur karena pemilihan telur sangat berpengaruh agar telur dapat menetas secara sempurna. Penggabungan telur fertil dan tidak fertil jika tidak diketahui dapat mengkontaminasi telur sehingga tidak bisa menetas dengan sempurna pada mesin tetastelur ayam.
2. Pada saat melakukan penetasan telur sebaiknya alat tetastelur ayam ini diletakkan ditempat yang aman agar tidak terganggu oleh hal-hal lainnya.
3. Sebaiknya menambahkan sumber daya listrik cadangan untuk mencegah jika terjadinya pemadaman listrik secara tiba-tiba sehingga proses penetasan telur ayam pada alat tersebut tidak terganggu.

Daftar Pustaka dan Rujukan

- [1] M. D. F. M Rifhaldy Rizky, Sita Masita, Isminarti, “Sistem Kontrol & Monitoring Mesin Penetas Telur Berbasis Iot (Internet Of Things),” *Maple(Mechatronics J. Prof. Entrep.*, vol. 3, No. 2, 2021, [Online]. Available: <https://jurnal.politeknikbosowa.ac.id/index.php/JMAPLE/article/view/290>
- [2] I. W. Suryo Budi Santoso, Satriyo Adhy, Nurdin Bahtiar, “Development of The Smart Chicken Eggs Incubator Based on Internet of Things Using The Object Oriented Analysis and Design Method,” 2020.
- [3] R. A. dan S. Akuba, “Rancang bangun alat penetas telur semi otomatis,” vol. Vol 3 No.1, 2018, [Online]. Available: <https://doi.org/10.30869/jtpg.v3i1.168>
- [4] A. M. O. Ajani Adegbenro Sunday, Olusoji Amos Ogunbode, Egbeyale Godwin Babatunde, “DESIGN AND CONSTRUCTION OF AUTOMATED EGGS INCUBATOR FOR SMALL SCALE POULTRY FARMERS,” vol. 5, 2020.
- [5] C. F. H. Fery Ardiansyah, Muh Fainal Lawasi, “Sistem Monitoring Inkubator Penetas Telur Berbasis Android,” *Zetroem*, vol. Vol. 1 No., 2019, [Online]. Available: <https://ejournal.unibabwi.ac.id/index.php/Zetroem/article/view/596>
- [6] R. H. Hardyanto, “Konsep Internet Of Things Pada Pembelajaran Berbasis Web,” *J. Din. Inform.*, vol. 6, no. 1, pp. 87–97, 2017.
- [7] S. S. Adani Farhan, “INTERNET OF THINGS : SEJARAH TEKNOLOGI DAN PENERAPANNYA,” vol. 14, No.2, 2019, [Online]. Available: <https://www.ejournal.sttmandalabdg.ac.id/index.php/JIT/article/view/162/141>
- [8] A. K. Agung Pradana Wanardi, “Implementasi Algoritma Analytical Hierarchy Process Pada Aplikasi IoT Device Management (Studi Kasus Perusahaan IT Di Tangerang Selatan),” *J. Ilm. Ilmu Komput.*, vol. Vol 14, No, 2019, [Online]. Available: <https://e-journals.unmul.ac.id/index.php/JIM/article/view/1791>
- [9] V. F. Fu, “ESP32.” [Online]. Available: <https://student-activity.binus.ac.id/himtek/2022/07/27/esp32/>
- [10] M. K. Teguh Setiadi S.Kom, “Macam-macam Sensor dan Jenisnya yang Perlu Diketahui untuk remote control.” [Online]. Available: <https://sistem-komputer-s1.stekom.ac.id/informasi/baca/Macam-macam-Sensor-dan-Jenisnya-yang-Perlu-Diketahui-untuk-remote-control/dc8b57eaba544e461fe7c5650f5893605f8ce11f>
- [11] I. G. S. Widharma, “Sensor Suhu dalam Telemetry berbasis IoT,” *Politek. Negeri Bali*, 2021.
- [12] Khabib, “Pengertian Sensor Kelembaban: Prinsip Kerja, Jenis-jenis dan Penggunaan,” Superrangkum. [Online]. Available: <https://www.superrangkum.my.id/2022/01/pengertian-sensor-kelembaban-prinsip.html>
- [13] Moh.Fikullah Habibi, “Rancangan Bangun Sistem Monitoring Deteksi Dini Untuk Kawasan Rawan Banjir berbasis Arduino,” vol. 2 No.2, 2018.
- [14] Dickson Kho, “Pengertian Termostat (Thermostat) dan Prinsip Kerja Termostat.” [Online]. Available: <https://teknikelektronika.com/category/elektronika/>
- [15] Kumara, “Pengertian LCD (Liquid Crystal Display),” K-komputer Your Partner IT Solution. [Online]. Available: <https://www.k-komputer.com/lcd-proyektor.html>
- [16] E. A. Prastyo, “Pengertian, Jenis dan Cara Kerja Kabel Jumper Arduino,” *Arduino Indoensia member of TEKNOLAB.* [Online]. Available: <https://www.arduinoindonesia.id/2022/11/pengertian-jenis-dan-cara-kerja-kabel-jumper-arduino.html>
- [17] “Lampu Pijar,” *Ensiklopedia Dunia.* [Online]. Available:

- https://p2k.stekom.ac.id/ensiklopedia/Lampu_pijar
- [18] W. Taufik Ismail, AR, Nasrun Hariyanto, “Perancangan Dan Realisasi Alat Penetas Telur Dengan Catu Daya Pembangkit Listrik Tenaga Surya Berbasis Arduino Uno R3,” *Reka Elkomika*, vol. 3, 2015.
 - [19] M.Pratomo, “Jenis-Jenis Pompa,” *Univ. Diponegoro*, vol. 6–18, 2015.
 - [20] R. Abadi, “Dinamo: Pengertian, Fungsi, Komponen, Jenis, Prinsip Kerja,” *Thecityfoundry*. [Online]. Available: <https://thecityfoundry.com/dinamo/>
 - [21] G. Tia Astiyah Hasan, Jamaludin indra, “Prototipe Mesin Penetas Telur Otomatis Berbasis Mikrokontroler Atmega328 menggunakan Sensor DHT11,” vol. 1, 2016.
 - [22] D. A. O. Turang, “PENGEMBANGAN SISTEM RELAY PENGENDALIAN DAN PENGHEMATAN PEMAKAIAN LAMPU BERBASIS MOBILE,” *Semin. Nas. Inform.*, 2015, [Online]. Available: <https://media.neliti.com/media/publications/174003-ID-pengembangan-sistem-relay-pengendalian-d.pdf>
 - [23] D. P. M. K. Alex Sander, Rusidi M.Kom, “MEMBANGUN PERANGKAT BILIK MASKER OTOMATIS UNTUK PENCEGAHAN COVID-19,” *Tek. Inform. Mahakarya*, vol. 5, 2022.
 - [24] R. Dwipandita, “SISTEM MONITORING SUHU MESIN PENETASAN TELUR AYAM KAMPUNG BERBASIS IOT MENGGUNAKAN API THINGSPEAK,” *Manaj. dan Teknol. Informawasi*, vol. 12, 2022, [Online]. Available: <https://zendy.io/pdf-viewer/10.5281%2Fzenodo.7177804>
 - [25] J. P. Ferry Budhi Susetyo, Wayan Sugita, Basori, Muhammad Naufal Rifqi, Rois Wardiana, “Rancang Bangun Rak Penetas Telur Otomatis Pada Mesin Tetes Bertenaga Hybrid,” *Ilm. GIGA*, vol. 23, 2020, [Online]. Available: <https://zendy.io/pdf-viewer/10.47313%2Fjig.v23i2.915>
 - [26] A. R. B. Fenty Ariani, Robby Yuli Endra, Erlangga, Yuthsi Aprlinda, “Sistem Monitoring Suhu dan Pencahayaan Berbasis Internet of Thing (IoT) untuk Penetasan Telur Ayam,” *Manaj. Sist. Inf. dan Teknol.*, no. 10 No.2, 2020, [Online]. Available: <https://zendy.io/title/10.36448%2Fjmsit.v10i2.1602>
 - [27] M. F. S. H. Antonius Managam Simamora, Kolombus Siringo-ringo, “RANCANG BANGUN PENGENDALI SUHU DAN KELEMBABAN ALAT TETAS TELUR BERBASIS ARDUINO UNO,” *Sains dan Teknol. ISTP*, vol. 17, No.1, 2022, [Online]. Available: <https://zendy.io/title/10.59637%2Fjsti.v17i1.145>
 - [28] S. S. Abel Putra Hidayah, “PENGATUR KESTABILAN SUHU PADA EGG INCUBATOR BERBASIS ARDUINO,” *J. Tek.*, vol. 6, No.1, 2017, [Online]. Available: <https://zendy.io/title/10.31000%2Fjt.v6i1.318>
 - [29] A. W. Waryani, Marina Artiyasa, Denden Muhammad Taufik, “SIS TEM PENETAS A N TELUR B E R B A S I S P L C,” *Rekayasa Teknol. Nusa Putra*, vol. 7, No. 1, 2020, [Online]. Available: <https://zendy.io/title/10.52005%2Frekayasa.v7i1.64>
 - [30] A. I. Rudi Hartono, M.Fathuddin, “Perancangan dan Pembuatan Alat Penetas Telur Otomatis Berbasis Arduino,” vol. 7, 2017.
 - [31] M. D. M.Rifhaldy Rizky Jusman, Sita Masita, Isminarti, “SISTEM KONTROL & MONITORING MESIN PENETAS TELUR BERBASIS IOT (Internet Of Things),” *Maple(Mechatronics J. Prof. Entrep.*, vol. 3, 2021.
 - [32] E. P. Imam Nurhadi, “RANCANG BANGUN MESIN PENETAS TELUR OTOMATIS BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA8 MENGGUNAKAN SENSOR SHT 11,” 2020.

LAMPIRAN A: Source Code

```
#include <LiquidCrystal_I2C.h>

#include <Wire.h>

#include <DHT.h>

#define DHTPIN 4
#define DHTTYPE DHT22
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);

#define POWER_PIN 32 // ESP32 pin GPIO17 connected to
sensor's VCC pin
#define SIGNAL_PIN 35 // ESP32 pin GPIO36 (ADC0) connected
to sensor's signal pin
#define Relay1 18
#define Relay2 19

int value = 0; // variable to store the sensor value

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2); // Alamat I2C modul
LCD, dengan ukuran 16 kolom dan 2 baris

void setup() {
    Serial.begin(9600);
    lcd.init(); // Inisialisasi LCD
    lcd.backlight(); // Nyalakan backlight LCD
    pinMode(POWER_PIN, OUTPUT); // Konfigurasi pin
    sebagai OUTPUT
    digitalWrite(POWER_PIN, LOW); // Matikan sensor
    pinMode(Relay1, OUTPUT);
    pinMode(Relay2, OUTPUT);
    Serial.println("Deteksi Suhu dan Kelembaban");
    dht.begin();
}

void turnSensorOn() {
    digitalWrite(POWER_PIN, HIGH); // Hidupkan sensor
    delay(10); // Tunggu 10 milidetik
}

void turnSensorOff() {
    digitalWrite(POWER_PIN, LOW); // Matikan sensor
}

void printSensorValue(int value) {
    Serial.print("The water sensor value: ");
    Serial.println(value);
}
```



```

void printTemperatureAndHumidity(int temperature, int
humidity) {
    Serial.print("Humidity: ");
    Serial.print(humidity);
    Serial.print(" %\t");
    Serial.print("Temperature: ");
    Serial.print(temperature);
    Serial.println(" *C ");
}

void controlRelays(int adjustedHumidity, int value) {
    if (adjustedHumidity < 55) {
        if(value < 2){
            digitalWrite(Relay1, HIGH);
            digitalWrite(Relay2, LOW);
            delay(5000);
            digitalWrite(Relay1, HIGH);
            digitalWrite(Relay2, HIGH);
            delay(5000);
        }else{
            digitalWrite(Relay1, HIGH);
            digitalWrite(Relay2, HIGH);
        }
    } else if (adjustedHumidity >= 55 && adjustedHumidity <= 65) {
        digitalWrite(Relay1, HIGH);
        digitalWrite(Relay2, HIGH);
    } else if (adjustedHumidity > 65) {
        if(value < 2){
            digitalWrite(Relay2, HIGH);
            digitalWrite(Relay1, LOW);
            delay(5000);
            digitalWrite(Relay2, HIGH);
            delay(5000);
        }else{
            digitalWrite(Relay1, HIGH);
            digitalWrite(Relay2, HIGH);
        }
    }
}

void loop() {
    delay(2000);
    turnSensorOn();
    value = analogRead(SIGNAL_PIN); // Baca nilai analog dari sensor
    turnSensorOff();
    int adjustedValue = value / 475;
}

```

```

printSensorValue(adjustedValue);

int temperature = dht.readTemperature();
int humidity = dht.readHumidity();

if (isnan(humidity) || isnan(temperature)) {
    Serial.println("Sensor tidak terbaca!");
    return;
}

int adjustedTemperature = temperature - 0.80;
int adjustedHumidity = humidity - 20;

printTemperatureAndHumidity(adjustedTemperature,
adjustedHumidity);

controlRelays(adjustedHumidity, adjustedValue);

// Menampilkan data pada LCDn
lcd.clear(); // Bersihkan tampilan LCD

// Tampilkan value pada LCD
lcd.setCursor(0, 0); // Pindahkan kursor ke kolom 0, baris 0
lcd.print("Tinggi Air: ");
lcd.print(adjustedValue);
lcd.print("cm");

// Tampilkan adjusted humidity pada LCD
lcd.setCursor(0, 1); // Pindahkan kursor ke kolom 0, baris 1
lcd.print("Humidity: ");
lcd.print(adjustedHumidity);
lcd.print("%");

delay(1000);
}

```