

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

PERANCANGAN SISTEM PENYORTIRAN TELUR AYAM RAS BERDASARKAN BERAT, UKURAN, DAN KUALITAS MENGGUNAKAN ESP32

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi



UIN SUSKA RIAU

Oleh :

MHD FITRA DHARMA
11950511614

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU
PEKANBARU**

2025

LEMBAR PERSETUJUAN

PERANCANGAN SISTEM PENYORTIRAN TELUR AYAM RAS BERDASARKAN BERAT, UKURAN DAN KUALITAS MENGUNAKAN ESP32


TUGAS AKHIR

Oleh:


MHD FITRA DHARMA
11950511614

telah diperiksa dan disetujui sebagai Laporan Tugas Akhir Program Studi Teknik Elektro
di Pekanbaru, Pada Tanggal 17 Desember 2025

Ketua Program Studi Teknik Elektro


Dr. Hj. Illiana, S.T., M.Eng
NIP: 1981012 200312 2 004

Pembimbing


Jufrizul, S.T., M.T.
NIP: 197407192006041001

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

LEMBAR PENGESAHAN

PERANCANGAN SISTEM PENYORTIRAN TELUR AYAM RAS BERDASARKAN BERAT, UKURAN DAN KUALITAS MENGUNAKAN ESP32

TUGAS AKHIR

Oleh :

Mhd Fitra Dharma
11950511614

Telah dipertahankan di depan Sidang Dewan Penguji
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
di Pekanbaru, pada tanggal 17 Desember 2025

Pekanbaru, 17 Desember 2025

Mengesahkan,

Dean Fakultas Sains dan Teknologi

Ketua Program Studi Teknik Elektro

Dr. Yuslenita Muda, S.Si M.Sc
NIP. 19770103 200710 2 001

Dr. Hj. Liliana, ST., M.Eng
NIP. 19781012 200312 2 004

Dewan Penguji :

Ketua : Dr. Liliana, S.T., M.Eng.

Setretaris : Jufrizel, S.T., M.T.

Anggota I : Dr. Dian Mursyitah, S.T., M.T.

Anggota II : Hilman Zarory, S.T., M.Eng.

LEMBAR ATAS KELAYAKAN INTELEKTUAL

Tugas Akhir yang tidak diterbitkan ini terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada penulis. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau ringkasan hanya dapat dilakukan dengan mengikuti kaidah pengutipan yang berlaku.

Penggunaan atau penerbitan sebagian atau seluruh Tugas Akhir ini harus memperoleh izin dari Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Perpustakaan yang meminjamkan Tugas Akhir ini untuk anggotanya diharapkan untuk mengisi nama, tanda peminjaman dan tanggal pinjam.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Mhd Fitra Dharma
NIM : 11950511614
Tempat/Tgl. Lahir : Sedinginan, 15 September 2000
Fakultas : Sains dan Teknologi
Prodi : Teknik Elektro
Judul Artikel :

PERANCANGAN SISTEM PENYORTIRAN TELUR AYAM RAS BERDASARKAN BERAT, UKURAN DAN KUALITAS MENGGUNAKAN ESP32

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa:

1. Penulis Artikel dengan judul sebagaimana tersebut di atas adalah hasil pemikiran dan penelitian saya sendiri.
2. Semua kutipan pada Karya Tulis saya ini sudah disebutkan sumbernya.
3. Oleh karena itu Artikel saya ini sah, saya nyatakan bebas dari plagiasi.
4. Apabila dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam Artikel saya tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan perundang-undangan.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan tanpa paksaan dari pihak manapun juga.

Pekanbaru, 17 Desember 2025

Yang membuat pernyataan,



Mhd Fitra Dharma
NIM. 11950511614

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

HALAMAN PERSEMBAHAN



Perjalanan seribu mil dimulai dengan satu langkah kecil. Demikian pula perjalanan akademik ini, yang telah mengajarkan bahwa ketekunan adalah kunci, dan setiap tantangan adalah kesempatan untuk bertumbuh. Di ujung perjuangan ini, saya menyadari bahwa pencapaian ini bukanlah hasil upaya tunggal, melainkan buah dari kasih sayang dan dukungan yang tak terhingga.

"Education is not the filling of a pail, but the lighting of a fire." (W.B. Yeats)

Segala puji syukur kehadiran Allah SWT. atas rahmat, hidayah, dan kekuatan yang dilimpahkan sehingga karya sederhana ini dapat terselesaikan. Keyakinan bahwa 'setelah kesulitan pasti ada kemudahan' adalah pendorong utama di setiap saat keraguan melanda. Dengan segala kerendahan hati, karya ini kupersembahkan kepada jiwa-jiwa yang telah menjadi mercusuar dalam hidupku

Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan, sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. (QS. Al-Insyirah: 5-6)

Dengan segala kerendahan hati, kupersembahkan karya tulis sederhana ini sebagai tanda bukti tulus kepada keluarga yang merupakan motivator terbesarku dalam menjalani perkuliahan, kepada kedua saudara kandungku yang selalu menjadi support system tak tergantikan, serta kepada teman-teman seperjuangan yang senantiasa memberikan semangat, dukungan, dan doa hingga terselesainya Tugas Akhir ini.

"Kesuksesan bukanlah kebetulan. Ia adalah kerja keras, ketekunan, pembelajaran, pengororbanan, dan yang paling penting, cinta akan apa yang sedang atau akan kamu lakukan."

MHD FITRA DHARMA

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

PERANCANGAN SISTEM PENYORTIRAN TELUR AYAM RAS BERDASARKAN BERAT, UKURAN, DAN KUALITAS MENGUNAKAN ESP32

MHD FITRA DHARMA
11950511614

Tanggal Sidang : 17 Desember 2025

Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau
Jl.Soebrantas No.155 Pekanbaru

ABSTRAK

Proses penyortiran telur ayam ras merupakan tahapan penting dalam menjaga mutu dan nilai jual telur sebelum dipasarkan. Namun, pada peternakan skala kecil hingga menengah, penyortiran masih banyak dilakukan secara manual sehingga memerlukan waktu lama, tingkat kelelahan tinggi, serta berpotensi menimbulkan kesalahan klasifikasi. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem penyortiran telur ayam ras secara otomatis berdasarkan berat, ukuran, dan kualitas menggunakan mikrokontroler ESP32. Sistem ini memanfaatkan sensor *Load Cell* untuk mengukur berat telur, sensor ultrasonik untuk menentukan ukuran (tinggi) telur, serta sensor cahaya BH1750 untuk menilai kualitas telur berdasarkan intensitas cahaya yang menembus cangkang. Sensor proximity digunakan untuk mendeteksi keberadaan telur, sedangkan motor DC dan motor servo berfungsi sebagai aktuator dalam proses pemindahan dan pengelompokan telur ke dalam wadah yang sesuai. Seluruh proses dikendalikan oleh ESP32 dan dimonitor secara real-time melalui platform *Internet of Things* (IoT) menggunakan aplikasi Blynk. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu melakukan penyortiran telur secara otomatis dengan tingkat akurasi yang baik sesuai kategori yang telah ditentukan, serta meningkatkan efisiensi waktu dan konsistensi hasil penyortiran. Dengan demikian, sistem ini diharapkan dapat menjadi solusi alternatif untuk meningkatkan efisiensi operasional dan kualitas hasil produksi pada peternakan ayam petelur.

Kata Kunci: ESP32, Penyortiran Telur, *Load Cell*, Sensor BH1750, *Internet of Things* (IoT)

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

DESIGN OF A CHICKEN EGG SORTING SYSTEM BASED ON WEIGHT, SIZE, AND QUALITY USING ESP32

MHD FITRA DHARMA
11950511614

Session Date : 17 December 2025

*Department Electrical Engineering
Faculty of Science and Technology
State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau
Jl. Soebrantas No. 155 Pekanbaru*

ABSTRACT

The sorting process of commercial chicken eggs is a crucial stage in maintaining egg quality and market value before distribution. However, in small- to medium-scale poultry farms, egg sorting is still largely performed manually, resulting in longer processing time, higher labor fatigue, and a greater risk of classification errors. This study aims to design and develop an automatic chicken egg sorting system based on weight, size, and quality using an ESP32 microcontroller. The system utilizes a Load Cell sensor to measure egg weight, an ultrasonic sensor to determine egg size (height), and a BH1750 light sensor to assess egg quality based on the intensity of light transmitted through the eggshell. A proximity sensor is employed to detect the presence of eggs, while DC motors and servo motors function as actuators for transferring and sorting eggs into the appropriate containers. The entire process is controlled by the ESP32 and monitored in real time through an Internet of Things (IoT) platform using the Blynk application. The test results indicate that the system is capable of performing automatic egg sorting with good accuracy according to the predefined categories, while also improving time efficiency and consistency in the sorting process. Therefore, this system is expected to serve as an alternative solution to enhance operational efficiency and production quality in layer poultry farms.

Keywords: ESP32, Egg Sorting, Load Cell, BH1750 Sensor, Internet of Things (IoT)

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

KATA PENGANTAR



Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat, karunia serta hidayahnya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan *Tugas Akhir* ini dengan waktu. Atas karunia Allah SWT, Tugas Akhir dengan judul **“Perancang Sistem Penyortiran Telur Ayam Ras Berdasarkan Berat, Ukuran, Dan Kualitas Menggunakan ESP”** dapat diselesaikan penulis tepat waktu Dalam penulisan Tugas Akhir ini, bimbingan dan pengarahan diberikan oleh orang-orang yang memiliki pengetahuan, wawasan, dan pengalaman luar biasa, sehingga penulisan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan penuh kesederhanaan. Dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini, penulis menerima banyak bantuan, dorongan, dan motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penghargaan dan ucapan terima kasih yang tak terhingga disampaikan kepada :

1. Allah SWT, dengan rahmat-Nya dan hidayah-Nya, telah memberikan segala yang terbaik dan petunjuk sehingga penyusunan laporan ini dapat berjalan dengan lancar.
2. Kepada kedua orang tua Astami Tambusai S.Sos dan ibunda Yusni S.Pd. Terimakasih telah selalu mendoakan dan semua pengorbanan, kepercayaan, dan nasehat yang diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Terima kasih saya sampaikan kepada diri sendiri, atas usaha keras dan keteguhan untuk bertahan sejauh ini. Kemampuan dalam mengatur waktu, tenaga, dan pikiran memungkinkan penyelesaian Tugas Akhir ini tepat waktu.
4. Kepada kedua saudara kandung, kakak Ns. Harmiella Yuwita S.Kep dan abang Ridho Fierdhana S.T. Terimakasih atas segala doa, motivasi, dan semangat nya dalam proses penulisan Tugas Akhir ini.
5. Ibu Prof. Dr. Hj. Leny Nofianti, MS., SE., M.SI., Ak selaku Rektor Uin Suska Riau beserta kepada seluruh staf dan jajarannya..
6. Ibu Dr. Yuslenita Muda S.Si., M.Sc selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Uin Suska Riau beserta kepada seluruh Staf dan jajarannya.
7. Ibu Dr. Liliana, ST., M.Eng selaku Ketua Prodi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi Uin Suska Riau.
8. Bapak Jufrizel, S.T., M.T selaku dosen pembimbing yang telah banyak meluangkan waktu serta pemikirannya dengan ikhlas dalam memberikan

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

penjelasan dan masukan yang sangat berguna sehingga penulis menjadi lebih mengerti dalam menyelesaikan Proposal Tugas Akhir ini. Bapak Dr. Alex Wenda, ST., M.Eng. Selaku Dosen Pembimbing Akademik selama perkuliahan penulis dari awal semester hingga akhir semester.

9. Kepada teman setia Lusi Nurlaila S.M. Terimakasih atas segala doa, dukungan, motivasi, dan semangat nya dalam proses penyelesaian penulisan Tugas Akhir ini.
10. Kepada rekan-rekan ku Serigala Terakhir. Terimakasih telah menemani dan memberi semangat penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Sebagai manusia biasa penulis menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini masih terdapat kekurangan dan jauh dari kata sempurna karena keterbatasan ilmu pengetahuan, kemampuan dan pengetahuan yang dimiliki penulis. Semua kekurangan hanya datang dari penulis dan kesempurnaan hanya milik Allah SWT, hal ini yang membuat penulis menyadari bahwa dalam pembuatan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaa.

Wassalamu 'alaikum wr.wb

Pekanbaru, 12 November 2025

Mhd Fitra Dharma

UIN SUSKA RIAU

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR ATAS KELAYAKAN INTELEKTUAL	ii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vi
KATA PENGHANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	xv
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Perumusan Masalah.....	I-3
1.3 Tujuan Penelitian.....	I-3
1.4 Batasan Masalah.....	I-3
1.5 Manfaat Penelitian.....	I-4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	II-1
2.1 Penelitian Terdahulu.....	II-1
2.2 Telur Ayam	III-3
2.3 <i>Internet of Things</i> (IoT).....	II-4
2.4 ESP32	II-5
2.5 <i>Driver</i> Motor L298N.....	II-7
2.6 <i>Load Cell</i>	II-7
2.7 Sensor BH1750	II-9
2.8 Penguat <i>Load Cell</i> Modul HX711.....	II-10
2.9 Motor Servo.....	II-11
2.10 Motor DC	II-11
2.11 Sensor <i>Proximity</i>	II-13
2.12 LCD.....	II-13
2.13 <i>Aluminium Composite Panel</i> (ACP).....	II-14

- Hak Cipta Ditanggung Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2.14	Penggunaan Rumus	II-14
------	------------------------	-------

BAB III METODE PENELITIAN III-1

3.1	Metode Penelitian.....	III-1
3.2	Flowchart Penelitian.....	III-1
3.3	Desain Alat.....	III-4
3.4	Alat dan Bahan.....	III-6
3.5	Data Penelitian	III-8
3.6	Integrasi Blynk	III-9
3.8	Desain Penelitian.....	III-11

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN IV-1

4.1	Hasil Perancangan.....	IV-1
4.1.1	Perakitan Komponen	IV-1
4.1.2	Hasil Perancangan Mekanik	IV-4
4.1.3	Hasil Perancangan Skematik Rangkaian	IV-5
4.2	Pengujian Alat.....	IV-6
4.2.1	Pengujian Sensor <i>Load Cell</i>	IV-6
4.2.2	Pengujian Sensor Ultrasonik	IV-7
4.2.3	Pengujian Sensor BH1750.....	IV-8
4.2.4	Pengujian Tampilan Dashboard	IV-9
4.3	Hasil Pengamatan Operasional	IV-12
4.3.1	Hasil Pengamatan Pada Box Premium	IV-12
4.3.2	Hasil Pengamatan Pada Box Standar - Kualitas Rendah.....	IV-13
4.3.3	Hasil Pengamatan Pada Box Ekonomi - Ukuran Kecil/Berat Kurang	IV-14
4.3.4	Hasil Pengamatan Pada Box Tidak Layak Jual	IV-15

BAB V PENUTUP V-1

5.1	Kesimpulan	V-1
5.2	Saran	V-1

DAFTAR PUSTAKA

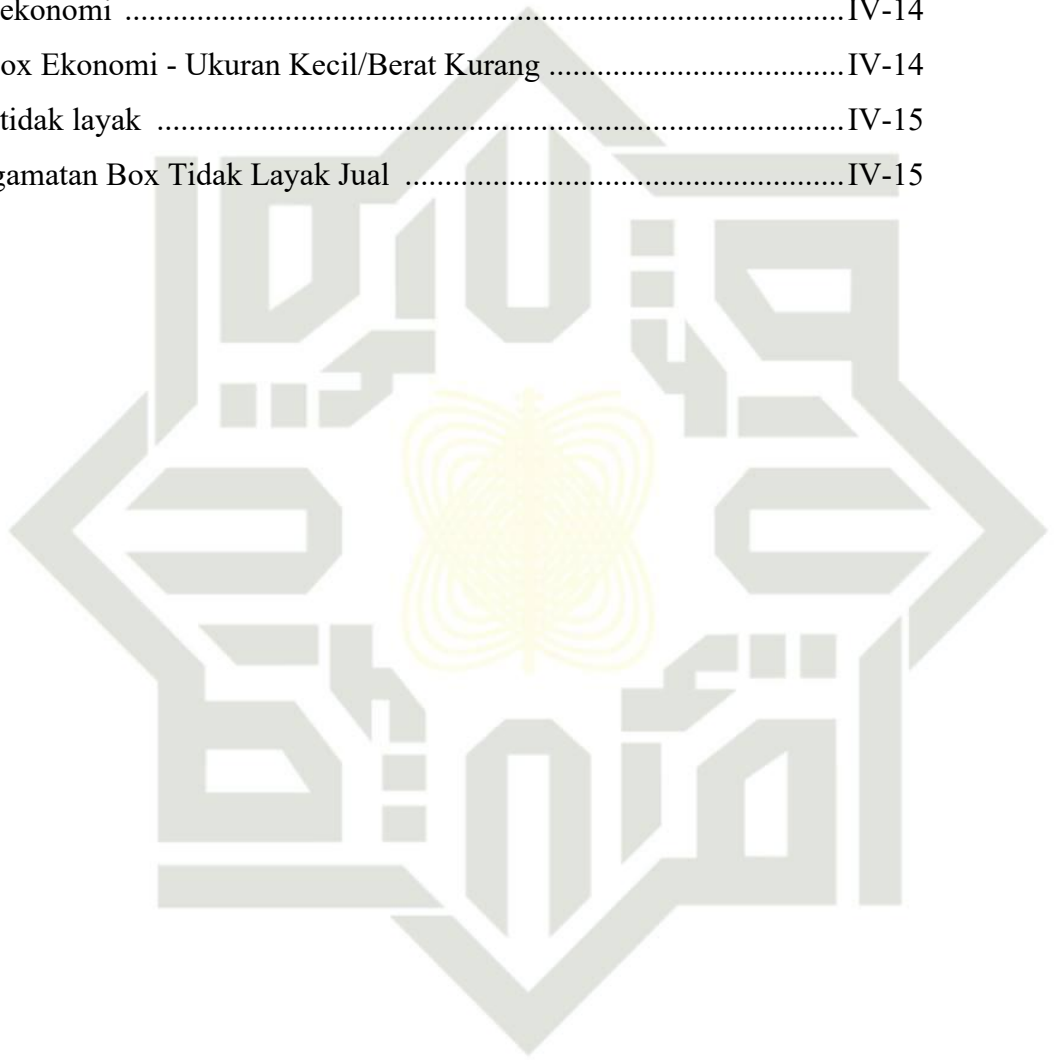
LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Telur ayam (Irawan, 2024)	II-4
2.2 Internet of Things (Kurniawan, 2024)	II-5
2.3 ESP32 (Mardianto, 2023)	II-6
2.4 Pinout ESP32	II-6
2.5 Driver Motor L298N (Yosua, 2018)	II-7
2.6 Load Cell (Mahfud , 2023)	II-8
2.7 Sensor BH1750	II-9
2.8 Penguat Load Cell Modul HX711 (Chandra, 2020)	II-10
2.9 Motor Servo (Hilal, 2015)	II-11
2.10 Motor DC (Nugrogo, 2015)	II-12
2.11 Sensor proximity (Guntara, 2017)	II-13
2.12 LCD (Simbar, 2017)	II-14
2.13 Blok Perancangan Alat Kontrol	II-4
3.1 Flowchart Sistem	III-2
3.2 Pembuatan Akun Blynk	III-5
3.3 Konfigurasi Perangkat IoT dan Template	III- 6
3.4 Tampak Depan	III-11
3.5 Sensor IR, Ultrasonik, Load Cell, BH1750 dan Lampu	III-12
3.6 Menetapkan Servo	III-12
3.7 Tampak Belakang	III-13
4.1 HC-SR04	IV-2
4.2. ESP 32 dan BH175	IV-2
4.3 ESP32 dan Sensor <i>Load Cell</i>	IV-2
4.4 ESP32 dan Motor DC	IV-2
4.5 ESP32 dan LCD	IV-3
4.6 Perakitan pada papan PCB	IV-3
4.7 Perakitan dalam box	IV-3
4.8 Diagram block Perancangan <i>Hardware</i>	IV-4
4.9 Perancangan Skematik Rangkaian	IV-5
4.10 Tampilan <i>Dashboard</i>	IV-10

Hak Cipta Ditindungi Undang-Undang

4.11 Hasil Pengujian Tampilan <i>Dashboard</i>	IV-11
4.12 Gambar telur kualitas premium	IV-12
4.13 Gambar Pengamatan Box Premium	IV-12
4.14 Gambar telur kualitas standar	IV-13
4.15 Pengamatan Box Standar - Kualitas standar	IV-13
4.16 Telur kualitas ekonomi	IV-14
4.17 Pengamatan Box Ekonomi - Ukuran Kecil/Berat Kurang	IV-14
4.18 Telur kualitas tidak layak	IV-15
4.19 Gambar Pengamatan Box Tidak Layak Jual	IV-15



UIN SUSKA RIAU

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Ditangguhkan Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
3.1 Alat Penelitian	I-7
3.2 Bahan Penelitian.....	III-8
3.3 Pengujian Sensor Load Cell	III-9
3.4 Pengujian Sensor Ultrasonik	III-10
3.5 Pengujian Sensor BH1750	III-11
4. 1 Tabel Kalibrasi Sensor Load Cell	IV-7
4. 2 Tabel Kalibrasi Sensor Ultrasonik	IV-8
4. 3 Tabel Kalibrasi Sensor BH175	IV-9
4. 4 Hasil Pengujian Alat	IV-16
4. 5 Hasil Keberhasilan Penyortiran Telur	IV-19

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri peternakan ayam petelur merupakan salah satu sektor strategis yang berperan penting dalam memenuhi kebutuhan protein masyarakat, terutama melalui produksi telur ayam. Telur ayam adalah salah satu sumber protein hewani yang terjangkau, bergizi, dan mudah diolah (Azis, 2024). Menurut data Kementerian Pertanian, produksi telur ayam ras di Indonesia mencapai sekitar 5,92 juta ton pada tahun 2022, dengan konsumsi per kapita yang terus meningkat setiap tahunnya. Pengusaha telur berperan penting dalam menjaga ketersediaan dan kualitas produk melalui manajemen produksi yang efisien, termasuk pemilihan pakan, kesehatan ternak, dan distribusi hasil panen. Selain itu, faktor ekonomi seperti fluktuasi harga pakan dan daya beli konsumen turut memengaruhi keberlanjutan usaha ini. Seiring meningkatnya permintaan telur di pasar, diperlukan inovasi dalam proses produksi untuk memastikan kualitas dan kuantitas produk yang dihasilkan tetap memenuhi standar yang diinginkan (Hartati, 2024).

Salah satu proses penting dalam pengelolaan telur ayam adalah tahap penyortiran. Proses ini bertujuan untuk memisahkan telur berdasarkan kriteria tertentu, seperti ukuran, berat, dan kualitas fisik, sebelum dipasarkan. Penyortiran telur yang dilakukan dengan baik dapat membantu peternak menjaga konsistensi mutu produk, meningkatkan kepercayaan konsumen, dan memaksimalkan nilai jual telur (Thohari, 2018). Namun, di banyak peternakan, proses penyortiran ini masih dilakukan secara manual. Metode manual memiliki sejumlah kelemahan, seperti waktu pengerjaan yang lebih lama, tingkat akurasi yang bervariasi, serta risiko kelelahan pada tenaga kerja yang dapat menyebabkan kesalahan dalam proses sortir (Sobari, 2019). Dalam sistem penyortiran telur ayam, kelengkapan telur ditentukan berdasarkan beberapa parameter utama, yaitu berat, ukuran, dan kualitas cangkang. Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) 3926:2008 tentang mutu telur ayam ras, telur diklasifikasikan dalam beberapa kategori berdasarkan beratnya, yaitu kecil (<50 gram), sedang (50–59 gram), besar (60–69 gram), dan ekstra besar (>70 gram) (Distya, 2020).

Dalam mengatasi tantangan ini, diperlukan inovasi berupa teknologi yang dapat membantu mempercepat dan meningkatkan akurasi penyortiran telur. Rancang bangun alat sortir telur ayam berbasis teknologi merupakan salah satu solusi yang diusulkan

(Pangestu,2024). Alat ini dirancang untuk melakukan penyortiran secara otomatis dengan menggunakan kombinasi sensor, sistem penggerak mekanis, dan perangkat kontrol berbasis mikrokontroler. Teknologi ini diharapkan mampu menyortir telur secara efisien berdasarkan parameter tertentu, seperti berat dan ukuran, dengan tingkat presisi yang tinggi. Selain itu, alat sortir otomatis dapat mengurangi ketergantungan terhadap tenaga kerja manual, sehingga lebih hemat biaya dalam jangka panjang (Maheswari, 2024).

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem penyortiran telur otomatis menggunakan berbagai teknologi. Misalnya, penelitian oleh Rahmadani et al. (2020) mengembangkan sistem berbasis Arduino dengan sensor *Load Cell* untuk mengukur berat telur dan motor servo untuk pemindahan telur. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sistem mampu meningkatkan akurasi penyortiran hingga 85%, namun memiliki keterbatasan dalam pemantauan jarak jauh dan kendala dalam stabilitas sistem.

Penelitian tentang fotometer berbasis instrumentasi telah dilakukan menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 dan modul sensor GY-302 BH1750 yang ditempatkan di antara dua lampu, data hasil eksperimen ditampilkan menggunakan *software Parallax data acquisition*, tetapi pergerakan sensor dan lampu uji masih dilakukan secara manual Wijaya et al. (2021). sensor ultrasonik HC-SR04 dan modul sensor GY-302 BH1750 yang ditempatkan di antara dua lampu akan digunakan sebagai pendeteksi kualitas telur, prinsip kerja dari alat ini adalah dengan menggantikan pengamatan manusia secara langsung dengan cara menyinari telur menggunakan lampu.

Perkembangan teknologi otomasi dan *Internet of Things* (IoT) juga memungkinkan penerapan sistem penyortiran telur berbasis mikrokontroler dengan pemantauan jarak jauh. Salah satu perangkat yang dapat digunakan untuk sistem ini adalah ESP32, yang memiliki kemampuan pemrosesan tinggi serta konektivitas WiFi yang dapat diintegrasikan dengan platform IoT seperti Blynk. Dengan adanya sistem ini, pemantauan proses penyortiran dapat dilakukan secara *real-time* melalui perangkat *mobile*, sehingga mempermudah pengguna dalam mengawasi produksi (Simanjuntak, 2023).

Inovasi dalam teknologi penyortiran telur juga relevan dalam mendukung transformasi digital di sektor agribisnis, terutama di era revolusi industri 4.0. Pemanfaatan teknologi otomatisasi tidak hanya meningkatkan efisiensi operasional tetapi juga memberikan peluang untuk mengintegrasikan data produksi dalam sistem manajemen peternakan yang lebih modern. Dengan demikian, proses produksi dapat dipantau

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

secara *real-time*, memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih cepat dan berbasis data (Aini, 2025).

Dalam sistem penyortiran ini, sensor *proximity* (IR) digunakan untuk mendeteksi keberadaan telur pada jalur penyortiran. Selanjutnya, sensor *Load Cell* 5kg digunakan untuk mengukur berat telur secara akurat, yang kemudian akan diklasifikasikan ke dalam kategori tertentu berdasarkan standar industri. *Motor stepper* digunakan sebagai penggerak eskalator untuk memindahkan dan menyortir telur ke wadah yang sesuai dengan kategorinya. Seluruh sistem ini dikendalikan oleh ESP32, yang bertanggung jawab untuk mengelola sensor, aktuator, serta komunikasi dengan platform Blynk sebagai media monitoring.

Berdasarkan uraian latar belakang yang telah dijelaskan, penelitian ini mengusung judul Perancangan Sistem Penyortiran Telur Ayam Ras Berdasarkan Berat, Ukuran, dan Kualitas Menggunakan ESP32. Sistem yang dirancang akan mengintegrasikan tiga fungsi sensor secara bersamaan. Melalui pendekatan ini, alat yang dikembangkan tidak hanya meningkatkan efisiensi proses penyortiran, tetapi juga memberikan kontribusi nyata dalam mendorong produktivitas, kualitas produk, dan daya saing peternakan ayam petelur di Indonesia.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah: Bagaimana merancang sistem penyortiran telur ayam ras berbasis NodeMCU ESP32 yang mampu memilah telur secara akurat berdasarkan ukuran, berat, dan kualitas, guna meningkatkan efisiensi dan hasil produksi peternakan ayam petelur

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang sistem penyortiran telur ayam ras berbasis NodeMCU ESP32 yang mampu bekerja secara otomatis, efektif, dan efisien dalam memilah telur berdasarkan berat dan ukuran. Sistem ini ditujukan untuk mendukung kebutuhan peternakan ayam petelur skala kecil hingga menengah, sehingga dapat meningkatkan efisiensi operasional dan kualitas hasil produksi.

1.4 Batasan Masalah

Dalam penulisan skripsi ini, berbagai batasan yang ditetapkan agar memudahkan

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

pembahasan dan memfokuskan pada hal yang ingin di teliti saja. Adapun batasan masalah yang ditetapkan adalah :

1. Penelitian ini difokuskan pada pengembangan alat sortir telur yang ditujukan untuk peternakan skala kecil hingga menengah, sehingga tidak mencakup kebutuhan atau kapasitas produksi peternakan skala besar.
2. Sortir telur dibatasi pada parameter ukuran, berat, dan kualitas telur tanpa mempertimbangkan faktor-faktor lain seperti kesegaran atau kandungan nutrisi telur.
3. Uji coba alat dilakukan dalam kondisi ideal di lingkungan peternakan lokal tertentu dan mungkin tidak mencerminkan performa alat di lokasi dengan kondisi berbeda (misalnya, variasi suhu atau tingkat kelembapan).
4. Penelitian hanya berfokus pada pengujian tingkat akurasi alat dalam mengukur berat jika dibandingkan dengan timbangan digital, waktu yang diperlukan alat dalam 1 kali siklus proses penyortiran pada masing-masing kelompok telur ayam dan tingkat akurasi alat dalam melakukan pengelompokan telur ayam.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Membantu peternak dalam menyortir telur secara lebih cepat dan akurat, mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja manual.
2. Meningkatkan efisiensi operasional peternakan dengan mempercepat proses penyortiran dan mengurangi kesalahan dalam pemilahan telur.
3. Mengoptimalkan kualitas telur yang dipasarkan dengan memastikan konsistensi ukuran dan berat sesuai standar yang ditetapkan.

UIN SUSKA RIAU

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian yang relevan juga membahas mengenai rancang bangun sistem penyortiran telur ayam berdasarkan berat dan ukuran menggunakan nodemcu ESP32: Peneliti Rafly Hadi Pangestu, tahun 2024 melakukan penelitian dengan judul “Rancang Bangun Purwarupa Alat Penyortir Kualitas Telur Ayam Berbasis Arduino Uno”. penelitian ini berhasil menunjukkan efektivitas kinerja dari sensor LDR dan sensor *Load Cell* dalam menilai kualitas dan berat telur. Pengujian sensor LDR menunjukkan hasil yang memuaskan dengan nilai persentase error terendah sebesar 0% dan persen error tertinggi 1% serta memiliki nilai rata- rata persentase error sebesar 0,72%. Hal ini menunjukkan bahwa sensor ini efektif dalam mendeteksi intensitas cahaya yang melewati cangkang telur. Jika intensitas cahaya terdeteksi kurang dari 500 lux maka kondisi telur dianggap buruk dan sebaliknya jika intensitas cahaya lebih dari 500 lux maka kondisi telur dianggap baik. Kemudian pengujian sensor *Load Cell* menunjukkan kemampuan yang baik dalam mengukur berat telur, dengan nilai persentase error terendah sebesar 0% dan tertinggi 2,2% serta memiliki nilai rata-rata persen error sebesar 1,1%. Hal ini menunjukkan bahwa sensor *Load Cell* dapat diandalkan untuk menentukan berat telur secara akurat, sehingga hanya telur dengan berat lebih dari 50 gram dikategorikan sebagai telur besar, sedangkan telur dengan berat kurang dari 50 gram dikategorikan sebagai telur kecil. Secara keseluruhan sistem penyortiran telur berbasis Arduino uno dapat beroperasi secara efektif dalam menilai kualitas telur dan berat telur. Dengan demikian sistem ini memberikan solusi otomatis yang lebih efisien dalam proses penyortiran telur secara akurat.

Penelitian yang dilakukan oleh Andini Pratiwi tahun 2024 yang berjudul “*Database System* pada Mesin Penyortir Telur Menggunakan Teknik *Counter* Berbasis *Iot*” mengatakan Berdasarkan dari penelitian dan pengujian diatas, alat penyortir telur dapat bekerja dengan maksimal serta dapat menyortir telur – telur berdasarkan beratnya menggunakan sensor loadcell. Hasil yang didapat menunjukan *database* bekerja dengan maksimal, dapat menyimpan, mengubah, serta menghapus data telur. Pada alat ini menggunakan *database MySQL*. Dan hasil analisa dari alat ini. Teknik *counter* sangat cocok sekali diterapkan pada alat sortir telur.

Selanjutnya peneliti Aditya Arya Pradnyana tahun 2022 melakukan penelitian

Hak Cipta Ditindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

dengan judul “Alat Penyortir Telur Ayam Berdasarkan Berat Berbasis IoT”. Hasil dari pengujian perbandingan tingkat akurasi pengukuran berat menunjukkan bahwa nilai akurasi dari keseluruhan sample yang diperoleh sangat tinggi yaitu sebesar 98,63%. Tingkat akurasi yang sangat tinggi tersebut menunjukkan bahwa pengukuran berat telur ayam dari alat dapat dikatakan sangat akurat karena hasil pengukuran berat telur ayam yang diperoleh sangat mendekati dengan hasil pengukuran berat telur ayam pada timbangan digital.

Kemudian peneliti Egantara Satria Utama tahun 2022 juga melakukan penelitian dengan judul “Perancangan Alat Penyortir Telur Ayam Berbasis Arduino Menggunakan Sensor LDR (*Light Dependent Resistor*) Dan Sensor Berat (*Load Cell*)”. Penelitian ini telah berhasil membangun alat sortir telur ayam berdasarkan kualitasnya dengan menggunakan mikrokontroler berbasis Arduino dengan sensor berat *Load Cell* sebagai penghitung berat telur dan sensor LDR sebagai pendeteksi baik atau buruknya kualitas telur berdasarkan intensitas cahaya yang diterima, dan motor servo sebagai penentu keputusan dari telur yang disortir. Pengujian sistem alat secara keseluruhan menunjukkan bahwa alat dapat berjalan dengan baik yaitu menyortir kualitas telur dengan mikrokontroler Arduino Uno.

Peneliti Kurnia tahun 2022 juga meneliti “Alat Pembersih dan Penyortir Telur Bebek Berdasarkan Ukuran Besar dan Kecil menggunakan Mikrokontroler dan IoT”. Aplikasi Kodular berhasil mendeteksi berapa jumlah telur kecil, telur besar, dan telur busuk. Sensor LDR dapat mendeteksi telur busuk jika di dalam ruang yang gelap dan kondisi isi telur redup atau memang telur sudah benar-benar busuk. Jika didalam cangkang telur terang maka sensor LDR mendeteksi telur terang atau telur memang tidak busuk ditambah jika percobaan dilakukan ditempat yang terang.

Berdasarkan beberapa penelitian terkait, dapat disimpulkan bahwa sistem penyortiran telur ayam berbasis mikrokontroler dengan memanfaatkan sensor *Load Cell* dan sensor LDR telah terbukti mampu bekerja secara efektif dan akurat dalam menyortir telur berdasarkan berat dan kualitas. Hasil penelitian-penelitian tersebut menunjukkan tingkat akurasi pengukuran berat yang tinggi serta kemampuan sensor cahaya dalam membedakan kondisi telur baik dan buruk, bahkan telah dikembangkan hingga terintegrasi dengan database dan IoT untuk pencatatan data. Namun demikian, sebagian besar penelitian masih memiliki keterbatasan, antara lain penggunaan mikrokontroler dengan kapasitas terbatas seperti Arduino Uno, fokus penyortiran yang umumnya hanya pada satu atau dua parameter (berat atau kualitas cahaya saja), serta belum mengintegrasikan analisis

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

ukuran fisik telur secara lebih komprehensif dalam satu sistem terpadu. Keterbatasan tersebut menjadi nilai tambah dalam penelitian ini, karena sistem yang dikembangkan tidak hanya menggabungkan parameter berat, ukuran, dan kualitas telur secara bersamaan, tetapi juga memanfaatkan ESP32 yang memiliki performa lebih tinggi serta potensi pengembangan IoT yang lebih luas, sehingga diharapkan mampu menghasilkan sistem penyortiran telur yang lebih optimal, modern, dan aplikatif untuk kebutuhan industri maupun peternak.

2.2 Telur Ayam

Telur adalah salah satu sumber protein hewani yang memiliki rasa yang lezat, mudah dicerna, dan bergizi tinggi. Telur dapat dimanfaatkan sebagai lauk, bahan pencampur berbagai makanan, tepung telur, obat, dan lain sebagainya. Telur kaya dengan protein yang sangat mudah dicerna. Beberapa hewan dapat menghasilkan telur, tetapi hanya jenis telur tertentu yang biasa diperdagangkan dan dikonsumsi manusia yaitu telur ayam, telur bebek, telur puyuh dan telur ikan. Pada kenyataannya telur ayam yang paling populer dikalangan konsumen. Ada dua jenis telur ayam yaitu telur ayam kampung (buras) dan telur ayam negeri (ras). Demikian pula untuk telur bebek ada dua macam yang berwarna biru dan berwarna putih, berasal dari bebek yang berbeda (Irawan, 2024). Telur adalah salah satu sumber protein hewani yang memiliki rasa yang lezat, mudah dicerna, dan bergizi tinggi. Telur dapat dimanfaatkan sebagai lauk, bahan pencampur berbagai makanan, tepung telur, obat, dan lain sebagainya. Telur kaya dengan protein yang sangat mudah dicerna. Beberapa hewan dapat menghasilkan telur, tetapi hanya jenis telur tertentu yang biasa diperdagangkan dan dikonsumsi manusia yaitu telur ayam, telur bebek, telur puyuh dan telur ikan.



Gambar 2. 1 Gambar Telur ayam (Irawan, 2024)

Pada kenyataannya telur ayam yang paling populer dikalangan konsumen. Ada dua jenis telur ayam yaitu telur ayam kampung (buras) dan telur ayam negeri atau ras (Armadani, 2015). telur dikategorikan sebagai telur berkualitas baik apabila memiliki berat ≥ 60 gram, diameter atau ukuran ≥ 55 mm, serta intensitas cahaya tembus cangkang ≥ 500 lux. Kombinasi ketiga parameter tersebut menunjukkan bahwa telur memiliki ukuran yang proporsional, massa yang sesuai standar konsumsi, serta kondisi internal yang baik yang ditandai dengan tingkat kecerahan cahaya yang tinggi saat diuji menggunakan sensor cahaya, sehingga telur layak diklasifikasikan sebagai telur berkualitas baik. Masyarakat pada umumnya tidak terlalu memperhatikan berapa lama waktu penyimpanan yang baik untuk tetap menjaga kualitas telur, sehingga masyarakat tidak sadar akan kualitas telur yang disimpan pada suhu ruang dalam jangka waktu tertentu. Menurut Masitoh (2022), telur segar memiliki daya simpan yang relatif pendek. Jika dibiarkan dalam udara terbuka (suhu di atas 20°C) hanya dapat bertahan kurang lebih 2 minggu atau sekitar 10 sampai 14 hari. Apabila lewat waktu tersebut akan mengakibatkan terjadinya penguapan cairan dan gas dalam telur semakin banyak.

2.3 Internet of Things (IoT)

IoT (*Internet of Things*) merupakan istilah yang merujuk pada suatu jaringan yang menghubungkan objek-objek fisik ke internet. Jaringan ini memungkinkan objek-objek tersebut untuk saling berkomunikasi dan bertukar data tanpa perlu campur tangan manusia. Objek-objek fisik ini dapat berupa berbagai perangkat elektronik, seperti sensor, kamera, lampu, mesin, dan peralatan lainnya yang terkoneksi melalui jaringan internet. Dengan adanya koneksi ini, objek-objek tersebut dapat saling berkomunikasi dan bertukar

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

informasi untuk kemudian melakukan tindakan berdasarkan data yang diperoleh. Dalam implementasinya, IoT memberikan manfaat berupa pengumpulan data yang lebih akurat, pemantauan yang lebih efisien, serta pengambilan keputusan yang lebih cepat dan tepat berdasarkan data yang diperoleh (Kurniawan, 2024). Ilustrasi IoT dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Gambar *Internet of Things* (Kurniawan, 2024)

Seperti namanya, *Internet of Things* bergantung pada Internet sebagai konektivitas antara sensor atau perangkat yang akan saling berkomunikasi di *cloud*. Data dari sensor yang dikirim ke *cloud* akan diproses oleh *software* yang akan menentukan *action* selanjutnya. *Action* ini bisa berbentuk pengiriman alarm, penyesuaian jadwal, penutupan akses pada alat, atau lainnya.

2.4 ESP32

ESP32 adalah mikrokontroler yang dikenalkan oleh *Espressif System* merupakan penerus dari mikrokontroler ESP8266. Pada mikrokontroler ini sudah tersedia modul WiFi dalam chip, sehingga sangat mendukung untuk membuat sistem aplikasi *Internet of Things*. Untuk spesifikasi dari ESP32 dapat dilihat pada gambar 2.3 dan pada gambar 2.4 merupakan *pinout* dari ESP32. Pin tersebut dapat dijadikan *input* atau *output* untuk menyalakan LCD, lampu, bahkan untuk menggerakkan motor DC (Mardianto, 2023).

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

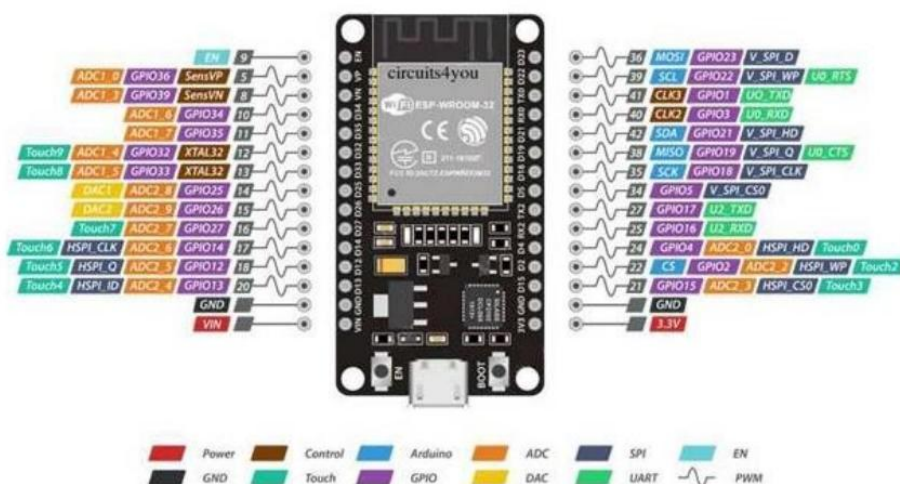


Gambar 2. 3 Gambar ESP32 (Mardianto, 2023)

Spesifikasi modul ESP32-WROOM-32 :

1. *Microprosesor Xtensa Dual-Core 32 Bit LX6*
2. *Freq Clock up to 240 MHz*
3. *SRAM 520 kB*
4. *Flash memory 4 MB*
5. *11b/g/n WiFi transceiver*
6. *Bluetooth 4.2/BLE*
7. *48 pin GPIO*
8. *15 pin channel ADC (Analog to Digital Converter)*
9. *25 pin PWM (Pulse Width Modulation)*
10. *2 pin channel DAC (Digital to Analog Converter)*

Padahal Gambar 2.4 merupakan *pinout* dari ESP32 :



Gambar 2. 4 Gambar *Pinout* ESP32

ESP32 Dev Kit V1 adalah sebuah board pengembangan (*development board*) yang

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

didukung oleh mikrokontroler Tensilica 32-bit *Single-/Dual-core* CPU Xtensa LX6 dengan kecepatan *clock* 240 Mhz. *Board* ini dilengkapi dengan 520 KiB SRAM dan 4 MB *flash memory* untuk menyimpan program dan data. *Board* ini juga memiliki 25 *digital input/output* (DIO) pins, 6 *analog input* (ADC) pin, dan 2 *analog output* (DAC) pin yang dapat digunakan untuk berbagai keperluan seperti mengendalikan perangkat elektronik atau membaca sensor. Selain itu, ESP32 Dev Kit V1 juga dilengkapi dengan 3 UARTs, 2 SPI, dan 3 I2Cs, yang memungkinkan board ini untuk berkomunikasi dengan perangkat lain secara serial atau menggunakan protokol komunikasi seperti SPI dan I2C. *Board* ini juga dilengkapi dengan Wi-Fi yang mendukung standar IEEE 802.11 b/g/n/e/, sehingga *board* ini dapat terhubung ke jaringan Wi-Fi dan berkomunikasi dengan perangkat lain melalui jaringan tersebut. Dengan ukuran 51.5x29x5mm, board ini cukup kecil dan mudah untuk diintegrasikan ke dalam proyek- proyek yang lebih kompleks. Keseluruhan, ESP32 Dev Kit V1 adalah *board* pengembangan yang kuat dan serbaguna, yang cocok untuk berbagai aplikasi *Internet of Things* (IoT) atau proyek-proyek elektronika yang membutuhkan konektivitas Wi-Fi.

2.5 Driver Motor L298N

Driver motor L298N merupakan *Driver motor* yang paling populer digunakan untuk mengontrol kecepatan dan arah pergerakan motor terutama pada robot *line foller/line tracer*. Kelebihan dari *Driver motor* L298N ini adalah cukup presisi dalam mengontrol motor. Selain itu, kelebihan *Driver motor* L298N adalah mudah untuk dikontrol. Untuk mengontrol *Driver* L298N ini dibutuhkan 6 buah pin mikrokontroler. Dua buah untuk pin *Enable* (satu buah untuk motor pertama dan satu buah yang lain untuk motor kedua. Karena *Driver* L298N ini dapat mengontrol dua buah motor DC) 4 buah untuk mengatur kecepatan motor motor tersebut. Skematik rangkaian *Driver* motor L298N harus ditambahkan beberapa komponen lagi agar dapat bekerja. Yang pertama berupa rangkaian regulator yang berada dibagian atas skematik. dan yang kedua adalah rangkaian pendukung *Driver motor* yang berupa beberapa diode (Yosua, 2018).

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2. 5 Gambar *Driver Motor L298N* (Yosua, 2018)

2.6 *Load Cell*

Menurut Prakarsa (2023) *Load Cell* berisi sebuah pegas (spring) logam mekanik dengan mengaplikasikan beberapa *foil metal strain gauge* (SG). Strain dari pegas mekanik muncul sebagai pengaruh dari pemberian beban yang kemudian pada *strain gauge*. Pengukuran sinyal yang dihasilkan dari *Load Cell* adalah dari perubahan resistansi *strain gauge* yang *linier* dengan gaya yang diaplikasikan.

Load Cell juga banyak diaplikasikan dalam berbagai sistem otomasi industri, termasuk dalam sektor agribisnis dan peternakan. Dalam konteks penyortiran telur ayam, sensor ini dapat digunakan untuk mengukur berat masing-masing telur secara presisi, yang kemudian menjadi dasar dalam proses klasifikasi atau pemilahan. Dengan integrasi ke mikrokontroler seperti NodeMCU ESP32, data dari *Load Cell* dapat diolah secara real-time dan dikombinasikan dengan sensor lain untuk menghasilkan sistem sortir otomatis yang efisien dan akurat. Penggunaan teknologi ini sejalan dengan perkembangan industri 4.0 yang menekankan pada digitalisasi dan otomatisasi proses produksi (Mahfud, 2023)



Gambar 2. 6 Gambar *Load Cell* (Mahfud , 2023)

Keterangan gambar:

1. Kabel merah adalah input tegangan sensor
2. Kabel hitam adalah *input ground* sensor
3. Kabel hijau adalah *output positif* sensor

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- Kabel putih adalah *output ground* sensor.

Gambar 2.8 adalah konfigurasi kabel dari sensor *Load Cell*. Yang terdiri dari tabel berwarna merah, hitam, biru, dan putih. Kabel merah merupakan input tegangan sensor, kabel hitam merupakan input ground pada sensor, kabel warna biru/hijau merupakan output positif dari sensor dan kabel putih adalah output ground dari sensor. Nilai tegangan output dari sensor ini sekitar 1,2 mV.

2.7 Sensor BH1750

Modul sensor intensitas cahaya BH1750 merupakan sensor cahaya digital yang dirancang untuk mengukur tingkat pencahayaan secara langsung dan akurat. Sensor ini menghasilkan keluaran berupa sinyal digital, sehingga tidak memerlukan proses konversi atau perhitungan tambahan untuk mendapatkan nilai intensitas cahaya. Hal ini menjadikannya lebih praktis dan efisien dibandingkan dengan sensor analog seperti foto diode dan Light Dependent Resistor (LDR), yang memerlukan rangkaian tambahan dan perhitungan matematis untuk memperoleh data intensitas cahaya yang akurat (Pamungkas, 2015).

Keunggulan utama BH1750 terletak pada kemampuannya dalam memberikan hasil pengukuran dalam satuan lux (lx) secara langsung, yang merupakan satuan standar untuk intensitas cahaya. Sensor ini juga memiliki sensitivitas tinggi dan mampu bekerja dalam berbagai kondisi pencahayaan, mulai dari cahaya redup hingga terang, sehingga cocok digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk sistem sortir telur berbasis kualitas visual. Dengan integrasi ke mikrokontroler seperti NodeMCU ESP32, BH1750 dapat digunakan untuk mendeteksi tingkat pencahayaan permukaan telur sebagai salah satu parameter dalam proses klasifikasi kualitas. Ilustrasi penggunaan sensor BH1750 dapat dilihat pada Gambar 2.1



Gambar 2. 7 Gambar Sensor BH1750

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2.8 Penguat Load Cell Modul HX711

Modul HX711 merupakan modul timbangan yang memiliki prinsip kerja mengkonversi perubahan resistansi yang terbaca dalam perubahan dan mengkonversinya ke dalam besaran tegangan melalui rangkaian yang ada. Modul ini memiliki struktur yang sederhana, mudah digunakan, hasilnya stabil dan reliabel, memiliki sensitivitas tinggi, dan mampu mengukur perubahan dengan cepat (Chandra, 2020).

HX711 adalah sebuah komponen terintegrasi dari “AVIA SEMICONDUCTOR”, HX711 presisi 24-bit *analog to digital converter* (ADC) yang didesain untuk sensor timbangan digital dan *industrial control* aplikasi yang terkoneksi sensor jembatan. HX711 adalah modul timbangan, yang memiliki prinsip kerja mengkonversi perubahan yang terukur dalam perubahan resistansi dan mengkonversinya ke dalam besaran tegangan melalui rangkaian yang ada. Modul melakukan komunikasi dengan computer/mikrokontroller melalui TTL232. Struktur yang sederhana, mudah dalam penggunaan, hasil yang stabil dan *reliable*, memiliki sensitivitas tinggi, dan mampu mengukur perubahan dengan cepat. HX711 biasanya digunakan pada bidang *aerospace*, mekanik, elektrik, kimia, konstruksi, farmasi dan lainnya, digunakan untuk mengukur gaya, gaya tekanan, perpindahan, gaya tarikan, torsi, dan percepatan (Fauzi, dkk, 2020). Spesifikasinya adalah sebagai dibawah berikut :

1. *Differential input voltage* : $\pm 40\text{mV}$ (*Full-scale differential input voltage* $\pm 40\text{mV}$)
2. *Data accuracy* : 24 bit (24 bit A / D converter chip)
3. *Refresh frequency* : 80 Hz
4. *Operating Voltage* : 5V DC
5. *Operating current* : $<10\text{ Ma}$
6. *Size* : 38mm x 21mm x 10mm



Gambar 2. 8 Gambar Penguat Load Cell Modul HX711 (Chandra, 2020)

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2.9 Motor Servo

Motor servo adalah sebuah motor dengan sistem *closed feedback* di mana posisi dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo. Motor ini terdiri dari sebuah motor, serangkaian *gear*, potensiometer dan rangkaian kontrol. Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas sudut dari putaran servo. Sedangkan sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor. Motor Servo merupakan sebuah motor DC yang memiliki rangkaian control elektronik dan internal gear untuk mengendalikan pergerakan dan sudut angularnya (Hilal, 2015).

Motor DC Servo adalah motor yang mampu bekerja dua araha, *clockwise* dan *counter clockwise*. Arah dan sudut pergerakan rotor motor DC servo dapat dikendalikan hanya dengan memberikan pengaturan *duty cycle* sinyal *pulse width modulation* pada bagian pin kontrolnya (Hilal, 2015).



Gambar 2. 9 Gambar Motor Servo (Hilal, 2015)

Motor servo dikendalikan dengan sinyal *Pulse Width Modulation* (PWM) dari. Lebar sinyal (pulsa) yang diberikan inilah yang akan menentukan posisi sudut putaran dari poros motor servo. Lebar sinyal dengan waktu 1,5 ms akan memutar poros motor servo ke posisi sudut 90°. Bila sinyal lebih pendek dari 1,5 ms maka akan berputar 13 industri posisi 0° atau ke kiri (berlawanan dengan arah jarum jam), sedangkan bila sinyal yang diberikan lebih lama dari 1,5 ms maka poros motor servo akan berputar 13 industri posisi 180° atau ke kanan (searah jarum jam).

2.10 Motor DC

Motor DC merupakan suatu perangkat yang mengubah energi listrik menjadi energi industri atau gerakan. Motor DC memerlukan *supply* tegangan yang searah pada kumparan

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

medan untuk diubah menjadi energi mekanik. Bagian utama motor DC adalah stator dan rotor dimana kumparan medan pada motor dc disebut stator (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut rotor (bagian yang berputar). Prinsip dari arus searah adalah membalik phasa ndustry dari gelombang sinusoidal menjadi gelombang yang mempunyai nilai positif dengan menggunakan komutator, dengan demikian arus yang berbalik arah dengan kumparan jangkar yang berputar dalam medan magnet dihasilkan tegangan (GGL) (Nugrogo, 2015).

Motor DC yaitu peralatan elektromekanik dasar yang berfungsi untuk mengubah tenaga listrik menjadi tenaga mekanik. Motor DC merupakan jenis motor yang menggunakan tegangan searah sebagai sumber tenaganya. Dengan memberikan beda tegangan pada kedua terminal tersebut motor akan berputar pada satu arah, dan bila polaritas dari tegangan tersebut dibalik maka arah putaran motor akan terbalik pula. Polaritas dari tegangan yang diberikan pada dua terminal menentukan kecepatan motor. Bagian-bagian Motor DC sebagai berikut :

1. Kutub medan, secara sederhana bahwa interaksi dua kutub magnet akan menyebabkan perputaran pada motor DC. Motor DC memiliki kutub medan yang stasioner dan dynamo yang menggerakkan bearing pada ruang diantara kutub medan.
2. Rotor, Bila arus masuk menuju rotor (bagian motor yang bergerak), maka arus ini akan menjadi electromagnet. Rotor yang terbentuk silinder, dihubungkan ke as penggerak untuk menggerakkan beban.
3. Komutator, komponen ini terutama ditemukan dalam motor DC. kegunaan-kegunaannya adalah untuk membalikkan arah arus listrik dalam dynamo.



Gambar 2.10 Gambar Motor DC (Nugrogo, 2015)

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

2.11 Sensor Proximity

Sensor *proximity* merupakan alat pendeteksi yang sistem kerjanya mendeteksi jarak objek terhadap sensor. Sensor ini memiliki karakter yang dapat mendeteksi objek kerja dengan jarak yang cukup dekat. Umumnya alat ini memiliki tegangan antara 10-30 Vdc dan ada juga yang memiliki tegangan 100-200 Vac.

Sensor *proximity* adalah suatu komponen yang berfungsi untuk mendeteksi ada atau tidaknya suatu objek. Sensor *proximity* jenis induktif banyak digunakan untuk mendeteksi adanya benda logam pada jarak tertentu tanpa harus menyentuh benda tersebut. Sensor induktif menggunakan arus induksi oleh medan magnet untuk mendeteksi benda logam di dekatnya (Guntara, 2017).

Sensor *proximity* adalah sensor untuk mendeteksi ada atau tidaknya suatu objek, bila objek berada di depan sensor dan bagian terjangkau oleh sensor maka *output* rangkaian sensor akan berlogika “1” atau high yang berarti obyek “ada”. Sebaliknya jika obyek berada pada posisi yang tidak terjangkau oleh sensor maka *output* rangkaian sensor akan bernilai “0” atau “low” yang berarti obyek “tidak ada”.



Gambar 2. 11 Gambar Sensor proximity (Guntara, 2017)

2.12 LCD

LCD adalah salah satu jenis *display* elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS *logic*

yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap *front-lit* atau mentransmisikan cahaya dari *back-it* (Simbar, 2017).

Kegunaan LCD banyak sekali dalam perancangan suatu sistem dengan menggunakan mikrokontroler. LCD (*Liquid Crystal Display*) dapat berfungsi untuk menampilkan suatu nilai hasil sensor, menampilkan teks, atau menampilkan menu pada aplikasi mikrokontroler. Pada praktek proyek ini, LCD yang digunakan adalah LCD 16x2 yang

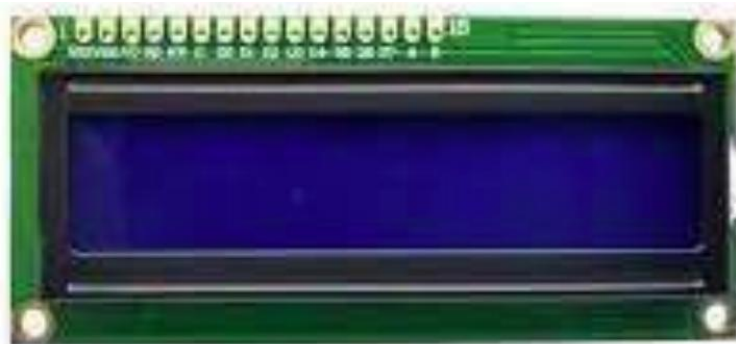
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

artinya lebar display 2 baris 16 kolom dengan 16 Pin konektor.



Gambar 2. 12 Gambar LCD (Simbar, 2017)

2.13 Aluminium Composite Panel (ACP)

Aluminium composite panel (ACP) merupakan material yang terdiri dari tiga lapisan utama dimana lapisan atas ACP berupa lembaran aluminium tipis yang telah di *coating*, lapisan kedua ACP berupa *polyethylene core*, dan lapisan ketiga berupa lembar aluminium tipis yang di berikan *coating*. Sifat dari acp sendiri tersebut ringan namun kuat, dimana material ini sudah memiliki warna sehingga saat proses pemasangan tidak membutuhkan waktu dan biaya yang banyak, namun setelah proses pemasangan ACP selesai, menyisakan sisa potongan, yang kurang dapat di maksimalkan. Sehingga pada penelitian ini, peneliti menggunakan metode penelitian eksperimen untuk mengetahui sabunggan yang sesuai, struktur dan sifat dari ACP tersebut, agar potongan ACP tersebut dapat dimanfaatkan kembali salah satunya menjadi produk *work station* (Bahari, 2019).

2.14 Penggunaan Rumus

Untuk mengevaluasi kinerja sensor dalam sistem penyortiran telur, dilakukan perhitungan error dan akurasi guna mengetahui sejauh mana hasil pengukuran sensor mendekati nilai sebenarnya. Perhitungan error menggunakan rumus:

- Rumus perhitungan Error Aristianto (2020):

$$Error = \frac{\text{selisih}}{\text{Pembacaan Sensor}} \times 100\% \quad (2.1)$$

$$\text{Rata - rata error} = \frac{\sum \text{error}}{\sum \text{Pengujian}} \times 100\% \quad (2.2)$$

Rumus ini digunakan untuk menentukan selisih antara hasil pengukuran sensor

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

dengan alat ukur standar, sehingga dapat diketahui tingkat kesalahan yang terjadi. Selain itu untuk mengetahui sejauh mana sensor dapat memberikan hasil yang benar, digunakan perhitungan akurasi dengan rumus:

3. Rumus perhitungan akurasi:

$$akurasi = \frac{100}{\text{Pembacaan sensor}} \times \text{telur masuk ketempat yang benar} \times 100\%$$

(2.3)

$$\text{Rata - rata keberhasilan} = \frac{\sum akurasi}{\sum \text{Pengujian}}$$

(2.4)

Semakin kecil nilai error yang diperoleh, maka semakin tinggi akurasi sensor yang digunakan. Perhitungan ini diterapkan pada sensor *Load Cell* untuk pengukuran berat telur, sensor *proximity* (IR) untuk deteksi keberadaan telur, dan sensor BH1750 untuk analisis kualitas telur. Dengan metode ini, sistem dapat dikalibrasi secara optimal agar dapat berfungsi dengan akurasi yang tinggi dalam proses penyortiran telur berdasarkan berat, ukuran, dan kualitasnya

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

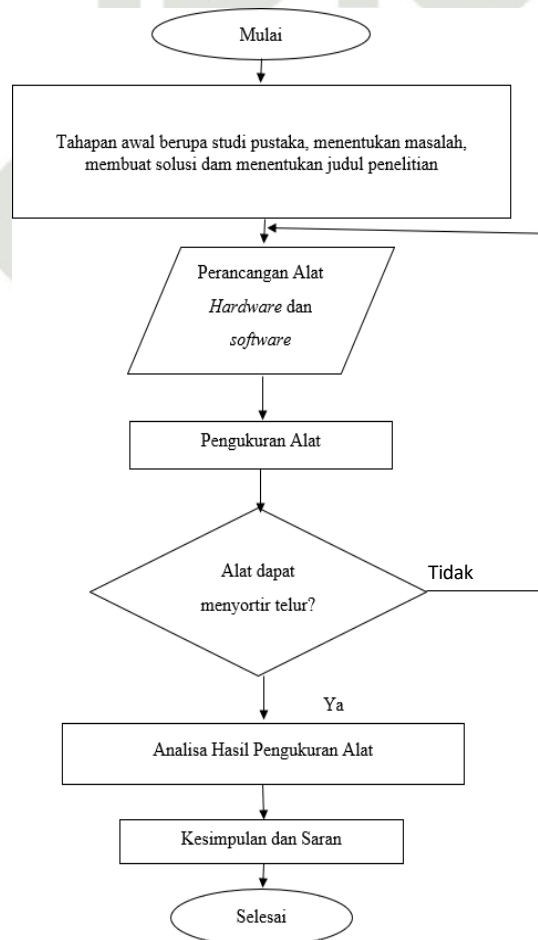
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian yang berbasis *Research and Development* (R&D). Menurut Budiyo (2017) Metode *Research and Development* (R & D) adalah metode penelitian yang menghasilkan sebuah produk dalam bidang keahlian tertentu, yang diikuti produk sampingan tertentu serta memiliki efektifitas dari sebuah produk tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem penyortiran telur ayam berdasarkan berat dan ukuran dengan menggunakan ESP32 sebagai kontrol utama.

3.2 Flowchart Penelitian



Gambar 3. 1 *Flowchart* Alur Penelitian

Dalam metode ini membahas mengenai monitoring kecepatan angin, Metode pengumpulan data diperoleh melalui referensi terkait dengan pembahasan. Tahap pengumpulan data yaitu:

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

1. Studi Pustaka

Studi Pustaka Studi pustaka dilakukan untuk mengumpulkan informasi dari berbagai sumber, seperti jurnal, buku, dan penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penyortiran telur otomatis, penggunaan sensor *proximity* dan *Load Cell*, serta implementasi mikrokontroler dalam sistem otomatisasi. Studi ini bertujuan untuk memahami teknologi yang telah ada dan mengidentifikasi peluang pengembangan lebih lanjut.

Setelah melakukan studi pustaka, langkah selanjutnya adalah mengidentifikasi permasalahan yang ada dalam proses penyortiran telur secara konvensional. Permasalahan yang ditemukan meliputi ketidakkonsistenan dalam penyortiran, efisiensi waktu yang rendah, serta kurangnya pemantauan yang akurat terhadap hasil sortir.

Berdasarkan masalah yang telah diidentifikasi, solusi yang ditawarkan dalam penelitian ini adalah pengembangan sistem penyortiran telur otomatis menggunakan ESP32 dengan kombinasi sensor *proximity* (IR) untuk deteksi telur dan sensor *Load Cell* untuk pengukuran berat telur. Sistem ini juga akan dilengkapi dengan motor stepper sebagai penggerak eskalator dan pemantauan *real-time* melalui aplikasi Blynk.

Setelah solusi yang diusulkan dirancang, tahap terakhir dalam tahapan awal adalah menentukan judul penelitian yang mencerminkan tujuan dan metode yang digunakan. Judul yang dipilih adalah “Rancang Bangun Sistem Penyortiran Telur Ayam Berdasarkan Berat dan Ukuran Menggunakan NodeMCU ESP32”.

2. Perancangan *Hardware* dan *Software*

Pada tahap ini, dilakukan perancangan sistem perangkat keras dan perangkat lunak yang akan digunakan dalam penelitian. Perancangan hardware meliputi pemilihan komponen utama seperti ESP32 sebagai mikrokontroler, sensor *Load Cell* 5kg untuk mengukur berat telur, sensor *proximity* (IR) untuk mendeteksi keberadaan telur, motor stepper sebagai aktuator untuk menggerakkan eskalator penyortiran, modul *Driver motor* untuk mengontrol pergerakan *motor stepper*, serta modul IoT Blynk untuk memantau proses penyortiran secara *real-time*.

Selain itu, perancangan *software* dilakukan dengan menggunakan Arduino IDE untuk pemrograman ESP32. Blynk App digunakan sebagai *platform* pemantauan berbasis IoT, sementara kalibrasi sensor dilakukan untuk memastikan akurasi pengukuran berat dan deteksi telur. Semua aspek perancangan ini dilakukan secara sistematis agar sistem dapat bekerja secara optimal dan sesuai dengan kebutuhan penelitian.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

3. Pengukuran dan Pengambilan Data

Setelah sistem dirancang dan diuji, dilakukan pengukuran dan pengambilan data untuk menilai kinerja sistem. Pengujian sensor *Load Cell* dilakukan dengan mengukur berat beberapa sampel telur dengan berbagai ukuran dan membandingkan hasil pengukuran dengan alat ukur standar untuk validasi. Selanjutnya, pengujian sensor *proximity* (IR) dilakukan dengan menguji akurasi deteksi keberadaan telur pada *conveyor* serta mengukur waktu respon sensor dalam mendeteksi telur. Sensor BH1750 dilakukan untuk menguji kualitas telur secara langsung dengan cara menyinari telur menggunakan lampu.

Pengujian *motor stepper* juga menjadi bagian penting dalam penelitian ini, di mana kecepatan dan ketepatan dalam menggerakkan eskalator diamati untuk memastikan motor bekerja sesuai perintah dari ESP32. Setelah semua data dikumpulkan, dilakukan analisis untuk menilai akurasi sistem penyortiran berdasarkan data yang diperoleh serta mengevaluasi efektivitas penggunaan IoT dalam pemantauan sistem. Hasil analisis ini akan digunakan untuk menyempurnakan sistem agar lebih akurat dan efisien dalam proses penyortiran telur.

4. Analisa Hasil Pengukuran

Analisa Hasil Pengukuran Alat adalah proses evaluasi data yang diperoleh dari pengujian atau pengukuran suatu alat untuk menilai kinerjanya serta kesesuaian dengan spesifikasi yang telah ditetapkan. Tahap ini melibatkan pengolahan, interpretasi, dan perbandingan data dengan parameter yang diharapkan atau standar acuan. Analisa dilakukan untuk mengidentifikasi sejauh mana alat memenuhi tujuan yang telah dirancang, mengungkap kekurangan, dan memberikan wawasan terkait perbaikan atau penyempurnaan yang diperlukan. Proses analisa mencakup langkah-langkah seperti pengolahan data mentah, visualisasi data dalam bentuk grafik atau tabel, dan perhitungan statistik untuk mendapatkan kesimpulan yang akurat. Selain itu, analisa ini juga mempertimbangkan faktor-faktor yang memengaruhi hasil pengukuran, seperti kondisi lingkungan, kalibrasi alat, atau kesalahan sistematis. Hasil dari analisa ini menjadi dasar untuk mengevaluasi keefektifan alat, menyempurnakan desain, atau bahkan merancang ulang sistem jika diperlukan. Dengan demikian, analisa hasil pengukuran alat adalah tahapan kritis dalam memastikan bahwa alat yang dikembangkan mampu berfungsi optimal dan memberikan manfaat sesuai dengan tujuannya.

Setelah melalui proses pengukuran berat, deteksi keberadaan, dan uji kualitas cahaya,

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

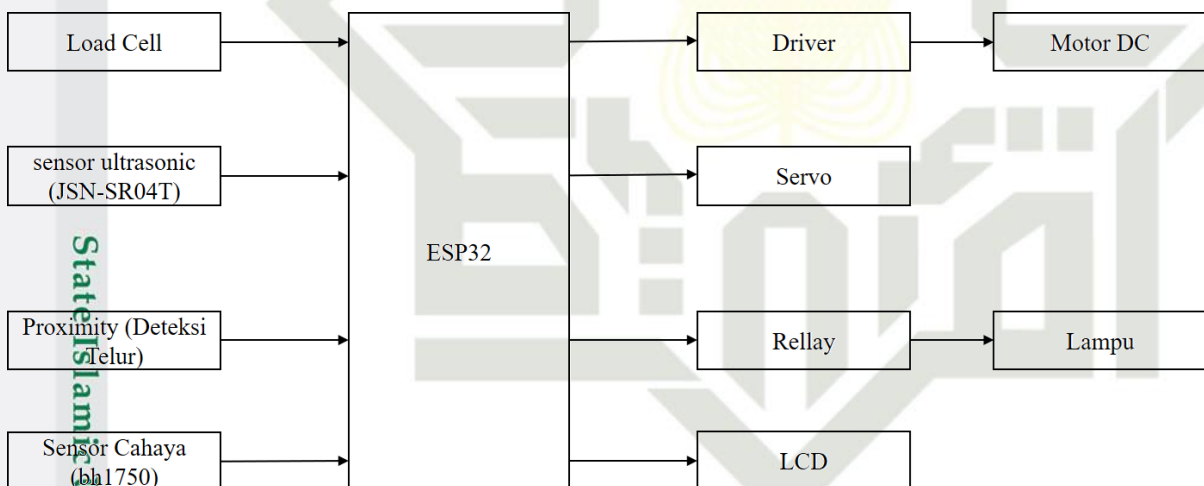
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

telur akan dikategorikan berdasarkan hasil analisis sensor. Telur yang memenuhi kriteria standar, seperti berat yang sesuai, ukuran yang proporsional, serta cangkang yang bersih dan kuat, akan diarahkan ke wadah telur layak konsumsi. Sementara itu, telur yang terdeteksi memiliki kecacatan, seperti cangkang retak, bobot tidak sesuai, atau hasil uji cahaya menunjukkan tanda-tanda kebusukan, akan dipisahkan ke wadah khusus untuk telur tidak layak jual. Proses ini memastikan bahwa hanya telur berkualitas baik yang diteruskan ke tahap distribusi, sedangkan telur yang tidak memenuhi standar dapat diproses lebih lanjut untuk keperluan lain, seperti pakan ternak atau industri makanan olahan.

5. Kesimpulan dan Laporan Akhir

Tahapan kesimpulan dan laporan akhir dilakukan untuk membuat laporan dari perancangan simulasi, pengujian simulasi dan analisa data akan dituliskan pada laporan akhir. Hasil pada penelitian disusun dalam bentuk laporan skripsi mulai dari BAB I hingga BAB V

3.3 Desain Alat



Gambar 3.2 Blok Perancangan Alat Kontrol

Berdasarkan Gambar 3.2 adalah rangkain alat penyortir telur ayam otomatis. Sensor proximity mendeteksi keberadaan telur, loadcell untuk mengukur berat dari telur, servo sebagai actuator penyortir, motor dc untuk menggerakkan konveyor, *Driver* motor untuk mengatur kecepatan (pwm) motor *conveyor*. *Proximity*, ultrasonic, sensor cahaya dan *loadcell* sebagai input, *Driver* motor, motor dc, motor servo, dan lcd sebagai output. Berikut merupakan fungsi dari masing-masing perangkat keras yang digunakan:

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

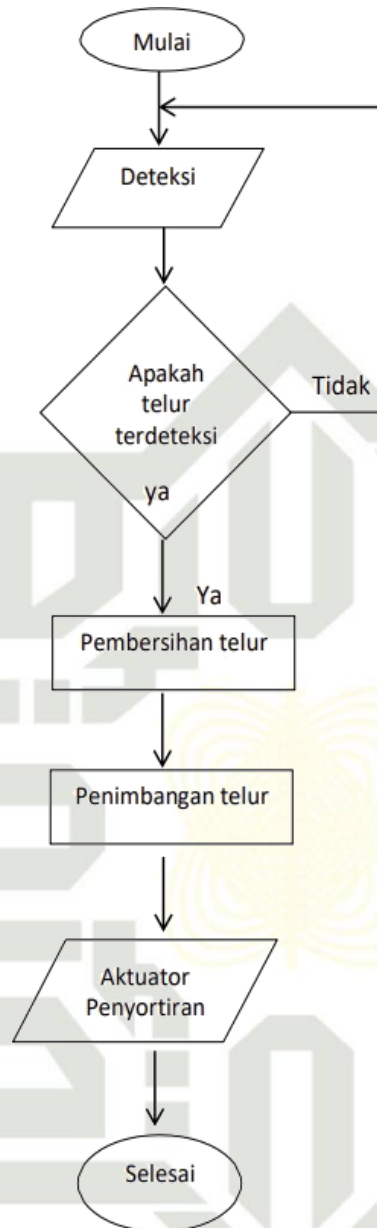
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

1. Sensor *proximity* (IR), untuk mendeteksi telur yang sedang disortir. Sensor *Load Cell*, untuk mendeteksi berat dari telur.
2. Modul penguat *Load Cell*, untuk membantu program sensor *Load Cell*
3. Sensor ultrasonik, untuk mendeteksi ketinggian dari telur.
4. Sensor cahaya, untuk mendeteksi kualitas dari telur.
5. Sensor BH1750 untuk mendeteksi kualitas telur.
6. Motor servo untuk mengarahkan telur sesuai penyortiran.
7. Motor DC sebagai Conveyor yang menjalankan telur.
8. LCD sebagai indikator antar muka alat dan pengguna
9. ESP32, merupakan mikrokontroler dengan tipe esp8266, yang berfungsi sebagai pengendali utama pada alat ini
10. *Relay*, berfungsi sebagai sakelar yang akan memberikan perintah nyala atau mati pada pompa.
11. Motor Driver, untuk menjalankan atau menggerakkan telur secara otomatis
12. Kabel jumper, untuk menghubungkan beberapa komponen elektronika.
13. *Projectboard*, sebagai tempat untuk menyusun rangkaian.
14. Box komponen, wadah untuk menyusun komponen dan melindunginya agar tidak mudah rusak.

Proses perancangan sistem ini dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Arduino IDE sebagai platform utama untuk menulis dan mengunggah program ke board mikrokontroler, dalam hal ini NodeMCU ESP32. Selain itu, aplikasi Blynk digunakan untuk merancang antarmuka sistem berbasis *Internet of Things* (IoT), sehingga pengguna dapat memantau dan mengendalikan sistem secara real-time melalui perangkat mobile. Dalam membuat program pada arduino proses diawali dengan inisialisasi sistem untuk mendeklarasi pin mana saja yang digunakan. Proses dimulai dengan arduino melakukan inisialisasi sistem. Sistem ini memiliki dua kendali, secara manual dan secara otomatis. Kendali otomatis dijalankan melalui proses pengolahan oleh ESP32. Berikut disajikan diagram alir pengontrolan kecepatan angin yang lebih jelas digambarkan pada diagram alir (*flowchart*) seperti pada Gambar 3.3 berikut:

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 3. 3 Flowchart Sistem

3.4 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.1 dan Tabel 3.2.

Tabel 3.1 Alat Penelitian

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

Alat	Fungsi
Smartphone	Untuk akses hotspot internet bagi sistem
Software	Untuk membuat desain skema
Fruizing	pengkabelan antar komponen
Gunting	Untuk memotong kabel
Lem tembak	Untuk merekatkan komponen
Obeng	Untuk membuka dan memasang baut
Software Corel	Untuk membuat gambar desain
Draw	perancangan alat
Laptop	untuk mendesain alat, membuat program, merekam data pengujian, dan untuk membuat laporan

Bahan	Tipe	Jumlah
<i>Software</i> Arduino IDE	Arduino 1.8.5	1
Aplikasi <i>Blynk</i>	2.27.11	1
ESP32	-	1
<i>Driver Motor</i>	L298N	1
Motor Dc 12 V	-	1
Motor Dc 5 V	-	1
Servo	5 kg	1
Adaptor	12 v DC	1
<i>Load Cell</i>	20 kg	1
<i>Aluminium Composite Panel</i> (ACP)	-	1
Kabel Jumper	-	1
<i>Breadboard</i>	-	1
Siku L	-	1
Mur Baut	-	1
Box Penyimpanan Telur	-	1

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

3.5 Data Penelitian

Pada penelitian ini, sistem penyortiran telur ayam konsumsi dirancang untuk mengklasifikasikan telur berdasarkan tiga parameter utama, yaitu berat, ukuran (tinggi), dan kualitas. Data yang ingin dicapai dalam penelitian ini dijelaskan sebagai berikut:

1. Berat telur

Berat telur menjadi salah satu faktor utama dalam klasifikasi, di mana telur dikategorikan ke dalam dua grade berdasarkan standar konsumsi umum.

2. Ukuran tinggi telur

Tinggi telur diukur untuk menentukan ukuran telur dalam dua kategori yang berbeda. Kualitas telur

Kualitas telur dinilai berdasarkan sensor BH1750 yang mengukur intensitas cahaya (lux) dari lampu yang menembus telur. Nilai ini digunakan untuk menentukan apakah telur memiliki kualitas baik atau kurang baik.

Berikut adalah tabel kategori yang digunakan:

Tabel 3. 3 Data Kategori yang Ingin Dicapai

Kategori	Berat Telur	Tinggi Telur	Kualitas Telur (Lux)	Box Penyortiran
1	≥ 60 gram	≥ 55 mm	≥ 500 lux	Box 1 (Premium)
2	≥ 60 gram	< 55 mm	≥ 500 lux	Box 1 (Premium)
3	≥ 60 gram	≥ 55 mm	< 500 lux	Box 2 (Standar)
4	≥ 60 gram	< 55 mm	≥ 500 lux	Box 2 (Standar)
5	≥ 60 gram	< 55 mm	< 500 lux	Box 2 (Standar)
6	< 60 gram	≥ 55 mm	≥ 500 lux	Box 3 (Ekonomi)
7	< 60 gram	< 55 mm	≥ 500 lux	Box 3 (Ekonomi)
8	< 60 gram	≥ 55 mm	< 500 lux	Box 4 (Tidak Layak Jual)
9	< 60 gram	< 55 mm	< 500 lux	Box 4 (Tidak Layak Jual)

Penjelasan Box Penyortiran:

Box 1 (Premium) → Telur dengan ukuran besar, berat cukup, dan kualitas baik.

Box 2 (Standar - Kualitas Rendah) → Telur dengan ukuran besar dan berat cukup,

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

tetapi kualitas cahaya kurang baik.

Box 3 (Ekonomi - Ukuran Kecil/Berat Kurang) → Telur yang memiliki ukuran kecil atau berat kurang, tetapi masih berkualitas baik.

Box 4 (Tidak Layak Jual) → Telur yang memiliki ukuran kecil atau berat kurang serta kualitas cahaya rendah.

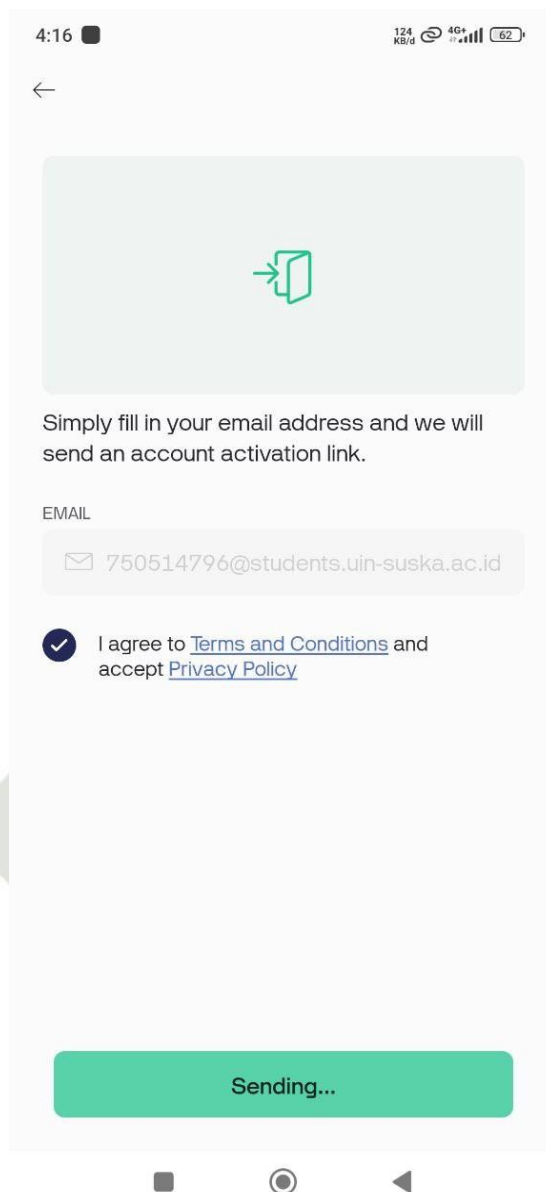
Dengan kategori ini, sistem tetap mempertimbangkan semua kemungkinan kondisi telur tetapi dengan jumlah box yang lebih sedikit untuk efisiensi penyortiran.

3.6 Integrasi Blynk

Integrasi dengan Blynk merupakan aspek krusial dalam sistem ini untuk menyediakan antarmuka pengguna yang interaktif dan informatif. Melalui integrasi ini, pengguna dapat memantau penyortiran telur melalui aplikasi Blynk di *smartphone* Android Untuk memulai Blynk yaitu pertama-tama kita harus membuat akun pada *platform* tersebut dengan alamat email kita. Berikut gambar halaman pendaftaran akun Blynk:

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

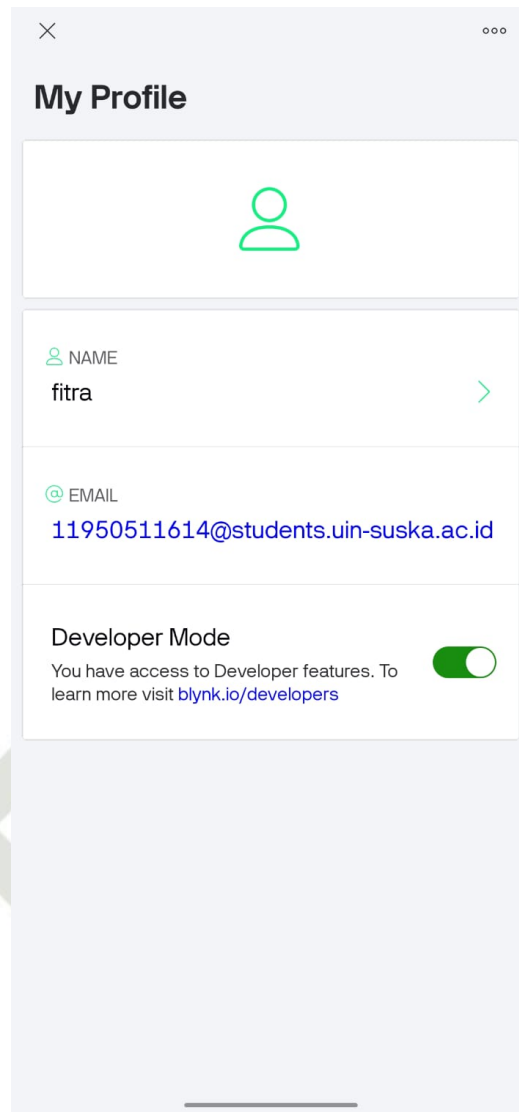


Gambar 3. 4 Gambar Pembuatan Akun Blynk

Setelah memiliki akun pada *platform* tersebut, langkah selanjutnya yaitu untuk membuat konfigurasi perangkat IoT dan *template* untuk atau tampilan awal dengan perangkat yang kita gunakan. Berikut gambar yang menunjukkan halaman saat konfigurasi perangkat IoT dan *template*

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

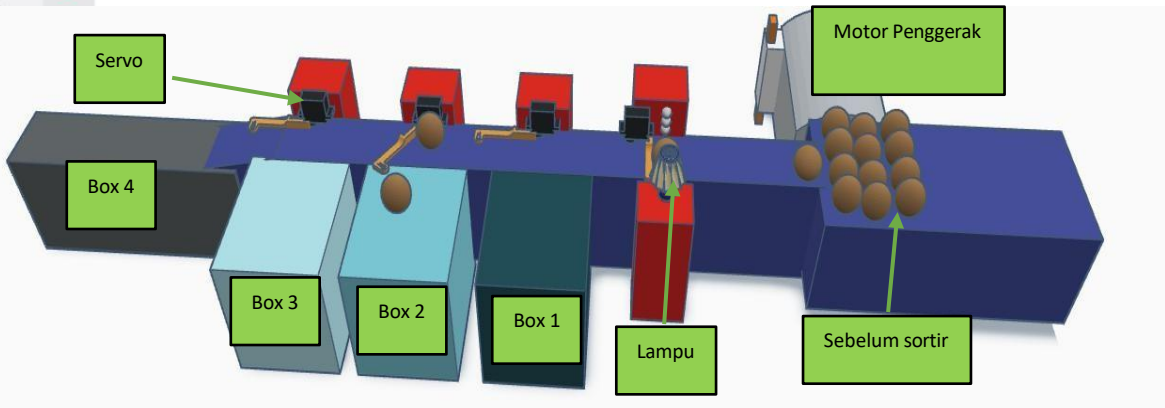


Gambar 3. 5 Gambar Konfigurasi Perangkat IoT dan *Template*

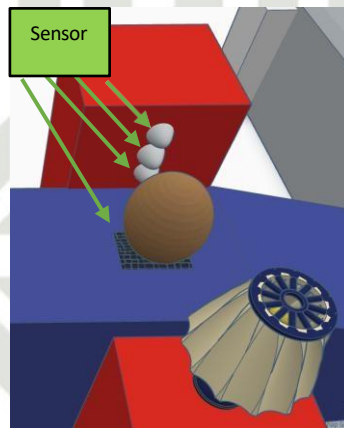
3.7 Desain Penelitian

Desain penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan sistem penyortiran telur ayam berbasis otomatisasi dengan menggunakan sensor dan mikrokontroler. Penelitian ini melibatkan tahapan perancangan perangkat keras dan perangkat lunak yang mendukung proses penyortiran berdasarkan berat, ukuran, dan kualitas telur. Metode yang digunakan dalam penelitian ini mencakup analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, serta pengujian kinerja alat untuk memastikan keakuratan dan efisiensi penyortiran. Desain penelitian dapat dilihat pada Gambar.

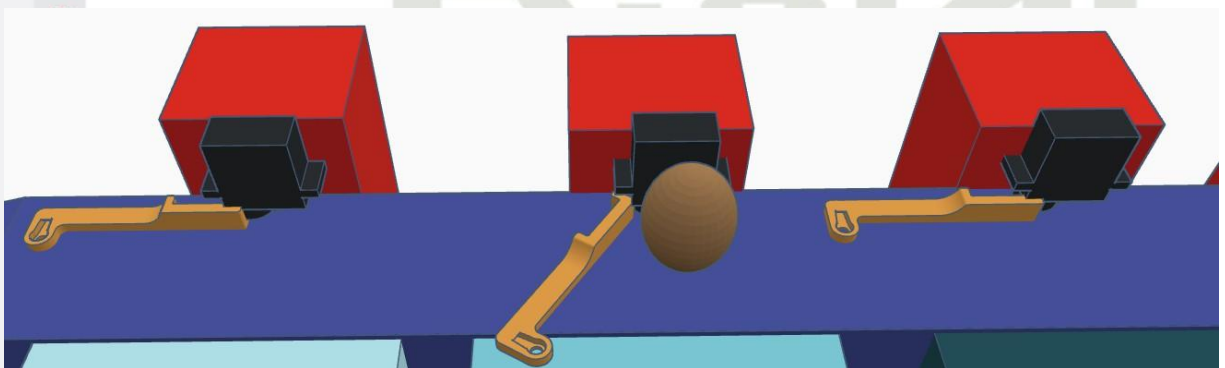
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



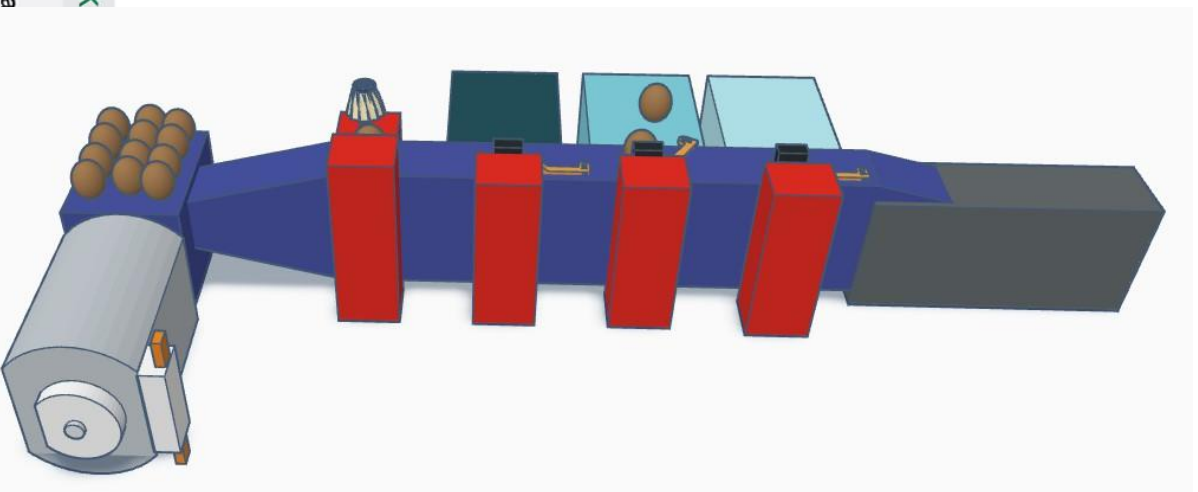
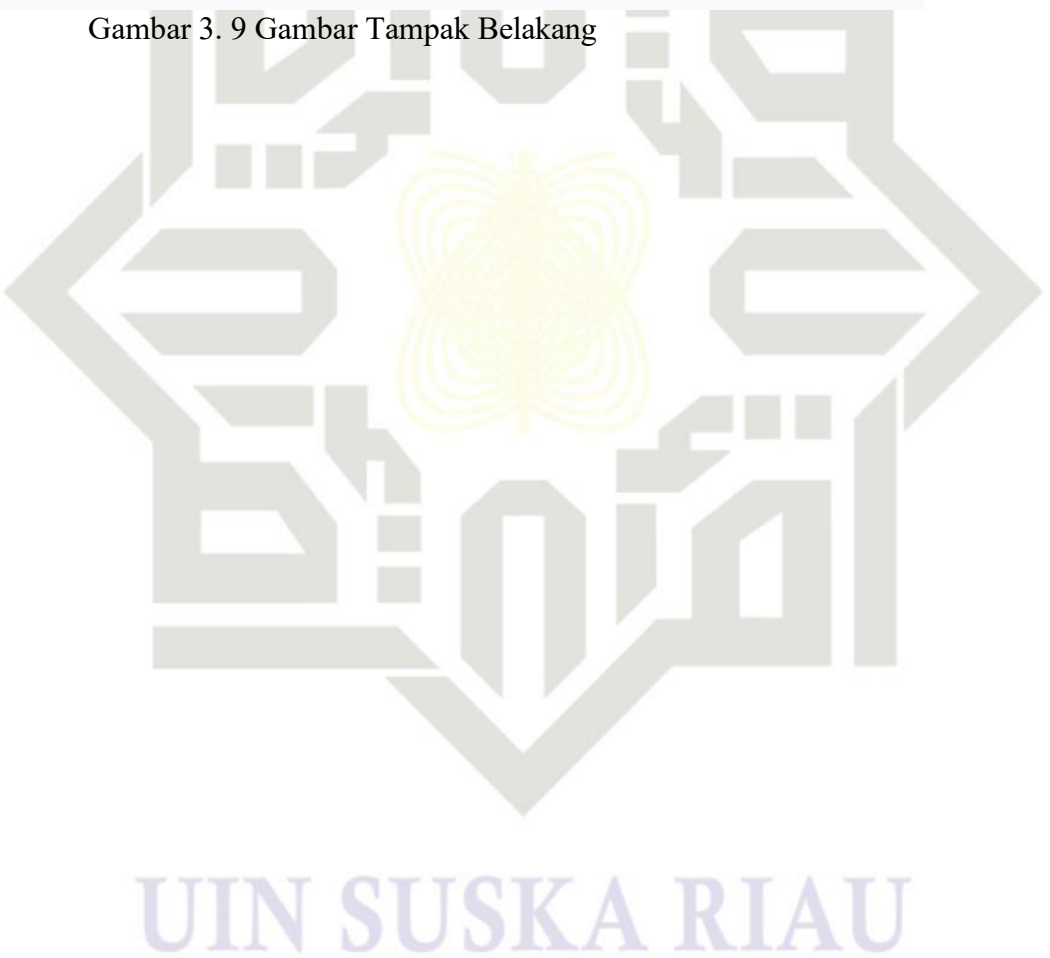
Gambar 3. 6 Gambar Tampak Depan



Gambar 3. 7 Gambar Sensor IR, Ultrasonik, Load Cell, BH1750 dan Lampu



Gambar 3. 8 Gambar Peletakan Servo



Gambar 3. 9 Gambar Tampak Belakang

© Hak

Hak Cipta

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, pembuatan, dan pengujian sistem penyortiran telur ayam ras berbasis NodeMCU ESP32, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem penyortiran telur yang dirancang berhasil bekerja secara otomatis, efektif, dan efisien dalam memilah telur ayam ras berdasarkan tiga parameter utama, yaitu berat, ukuran, dan kualitas cahaya.
2. Sensor ultrasonik mampu membaca tinggi atau ukuran telur dengan tingkat keakuratan yang baik untuk membedakan kategori besar dan kecil. Sensor load cell berfungsi dengan baik dalam mengukur berat telur, sehingga mampu mengklasifikasikan telur sesuai standar bobot yang telah ditentukan. Sedangkan sensor BH1750 berhasil mendeteksi intensitas cahaya pantulan dari telur, sehingga dapat digunakan untuk menentukan kualitas telur (baik atau rendah).
3. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu menyortir telur secara tepat sesuai kondisi nyata di lapangan dengan tingkat keberhasilan yang baik, sehingga berpotensi digunakan oleh peternak ayam ras skala kecil hingga menengah untuk meningkatkan efisiensi kerja dan mutu hasil produksi.

5.2 Saran

Agar sistem dapat dikembangkan dan dioptimalkan di masa mendatang, maka penulis memberikan beberapa saran sebagai berikut:

1. Kalibrasi sensor (ultrasonik, *Load Cell*, dan BH1750) perlu dilakukan secara berkala agar hasil pengukuran lebih akurat dan konsisten pada berbagai kondisi lingkungan.
2. Dapat ditambahkan sensor warna atau kamera vision system untuk mendeteksi cacat pada permukaan cangkang telur, sehingga penilaian kualitas menjadi lebih menyeluruh.
3. Mekanisme konveyor dan lengan pemisah dapat disempurnakan menggunakan motor servo atau aktuator linear agar proses pemindahan telur lebih halus dan aman dari kerusakan.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad H. 2012. Pemamfaatan Motor Servo Sebagai Penggerak CCTV Untuk Melihat Alat Alat Monitor Dan Kondisi Pasien Diruang ICU.
- Aini, N. Q., & Septaningsih, A. C. (2025). Artificial Intelligence untuk Peningkatan Produktivitas Ternak: Pendekatan Inovatif dalam Peternakan: Artificial Intelligence for Improved Livestock productivity: Innovative Approaches in Animal Husbandry. *Jurnal Ilmiah Peternakan Halu Oleo*, 7(1), 9-17.
- Andri . 2021. Rancang Bangun Alat Pemilah Telur Ayam Otomatis Berdasarkan Berat, *Jurnal Universitas Muhammadiyah Pare-Pare*. Vol.2 No.1.
- Aristanto, I. F., Ramdhani, M., & Wibawa, I. P. D. (2020). Rancang Bangun Sistem Sortir Telur Ayam. *eProceedings of Engineering*, 7(2).
- Armadani, Taring F. 2015. Rancang Bangun Mesin Pembersih Telur Bebek Kapasitas 15 Butir/Menit, Politeknik Negeri Medan.
- Azis, A. R. A., Hamka, M. S., Bilyaro, W., & Dani, M. (2024). Optimalisasi Peluang Pertumbuhan: Analisis Strategis Pengembangan Usaha Peternakan Ayam Petelur di Kabupaten Rejang Lebong. *Journal of Agriculture and Animal Science*, 4(1), 33-40.
- Azmi, K., Sara, I. D., & Syahrizal, S. (2017). Desain dan Analisis Inverter Satu Fasa dengan Menggunakan Metode SPWM Berbasis Arduino. *Jurnal Komputer, Informasi Teknologi, Dan Elektro*, 2(4).
- Bahari, R., & Anam, C. (2019, August). Pemanfaatan Potongan Aluminium Composite Panel (ACP) Sebagai Work Station. In *Prosiding Seminar Teknologi Perencanaan, Perancangan, Lingkungan dan Infrastruktur* (Vol. 1, No. 1, pp. 355-359).
- Chandra, Y. I., & Kosdiana, K. (2020). Rancang Bangun Purwarupa Pendeteksi Berat Muatan Bus Transjakarta Menggunakan Metode Incremental Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno. *Innovation in Research of Informatics (INNOVATICS)*, 2(1).
- Guntara, R. G., & Famytra, R. A. (2017). Pembangunan Aplikasi Panduan Memasak Menggunakan Sensor Proximity Sebagai Fitur Air Gesture Pada Platform Android. *J. Ilm. Komput. dan Inform*, 1(1), 1-9.
- Hila, A., & Manan, S. (2015). Pemanfaatan Motor Servo Sebagai Penggerak Cctv Untuk Melihat Alat-Alat Monitor Dan Kondisi Pasien Di Ruang Icu. *Gema Teknologi*,

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

17(2).

- Irawan, L., Yuliani, N. D., Rizky, A., Ilham, R. N., & Abriyani, E. (2024). Analisis Keanekaragaman Protein pada Telur Ayam menggunakan Metode Spektrometri Massa: Tinjauan Literatur. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 10(20), 484-493.
- Isna, R. (2023). *Analisis Kemampuan Psikomotorik Siswa Terhadap Materi Produktif Di SMKN 2 Banda Aceh* (Doctoral dissertation, UIN Ar-Raniry Fakultas Tarbiyah dan Keguruan).
- Kurnia, F. D., Sumardiono, A., Illahi, N. A., & Prasetya, V. (2022). Alat Pembersih dan Penyortir Telur Bebek Berdasarkan Ukuran Menggunakan *Internet of Things*. *E-JOINT (Electronica and Electrical Journal Of Innovation Technology)*, 3(2), 79-84.
- Hartati, Hartati, Awal Indut Prakasa, Nur Kholis, and Ihsan Hilmi. "Pengaruh Populasi, Jumlah Pemotongan, Hasil Produksi Ternak Terhadap Produk Domestik Bruto (Pdb), Dan Penanaman Modal Dalam Negeri (Pmdn): Pengaruh Populasi, Jumlah Pemotongan, Hasil Produksi Ternak Terhadap Produk Domestik Bruto (Pdb), Dan Penanaman Modal Dalam Negeri (Pmdn)." *Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Peternakan* 27, no. 2 (2024): 137-52.
- Kurniawan, W., Rohman, M., Sudrajat, W., Yana, H. H., Nawawi, M. L., & Najah, S. (2024). Analisis Kompetensi Guru Pendidikan Islam Dalam Pengembangan Kurikulum Merdeka Menuju Local Genius 6.0 Ideas *Internet of Things* (IoT). *An-Nawa: Jurnal Studi Islam*, 6(1), 103-118.
- Mardianto, D. S. (2023). *Purwarupa Sistem Kendali Perangkat Cerdas Pada Ruangan Laboratorium Berbasis Jaringan Studi Kasus Kampus Stie Sbi Yogyakarta* (Doctoral dissertation, Universitas Teknologi Digital Indonesia).
- Maheswari, M. A. (2024). *Perancangan Urban Farming dengan Pendekatan Bioklimatik di Cempaka Putih, Jakarta Pusat* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Indonesia).
- Muhammad N, Wahyudi, Abdur R. 2017. perbandingan nilai ukur sensor *Load Cell* pada alat penyortir buah otomatis terhadap timbangan manual, *Jurnal Politeknik negeri sriwijaya*.
- Muhammad S. 2019. Rancang Bangun Alat Pembersih Dan Penyortir Ukuran Telur Asin Berbasis Arduino Mega 2560 .
- Mulyani, S., & Sumariyah, S. (2020). Aplikasi Modul Sensor Cahaya Gy-302 Bh1750 Dan

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Sensor Jarak Ultrasonik Hc-Sr04 Pada Eksperimen Fotometer Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno. *Berkala Fisika*, 23(4), 142-150.

Mahfud, A., & Nasution, M. A. K. (2023). Prototype Sistem Penimbangan Otomatis Pada Model Kernel Bulk Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Teknologi*, 15(1), 43-50.

Masitoh, M., Nova, K., Sutrisna, R., & Riyanti, R. R. (2022). Pengaruh Lama Penyimpanan Telur Herbal Ayam Ras Fase Kedua pada Suhu Ruang Terhadap Penurunan Berat Telur, Diameter Rongga Udara, dan Indeks Albumen. *Jurnal Riset dan Inovasi Peternakan (Journal of Research and Innovation of Animals)*, 6(1), 1-7.

Mustofa, M. L. (2015). Monitoring dan evaluasi: konsep dan penerapannya bagi pembinaan kemahasiswaan.

Novella F, Ratna W. 2017. Pembuatan pengukur tekanan pada klem arteri mosquito berbasis sensor proximity .

Nugroho, N., & Agustina, S. (2015). Analisa motor DC (Direct Current) sebagai penggerak mobil listrik. *vol*, 2, 28-34.

Nusyirwan D . 2019. Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Kejuruan (JIPTEK).

Pamungkas, M., Hafiddudin, H., & Rohmah, Y. S. (2015). Perancangan dan realisasi alat pengukur intensitas cahaya. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 3(2), 120.

Pangestu, R. H., & Ch, S. (2024). Rancang Bangun Purwarupa Alat Penyortir Kualitas Telur Ayam Berbasis Arduino Uno. *Bulletin of Computer Science Research*, 5(1), 52-60.

Pradnyana, M. A. A., Purnama, I. B. I., & Santiary, P. A. W. (2022). Alat Penyortir Telur Ayam Berdasarkan Berat Berbasis IoT. *Repository Politeknik Negeri Bbali*.

Prakarsa, F. B., & Edidas, E. (2022). Rancang bangun alat sortir panen ikan lele berbasis Arduino UNO R3. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 6(1), 1202-1218.

Pratiwi, A., Pane, U. F. S. S., & Purwadi, P. (2024). Database System pada Mesin Penyortir Telur Menggunakan Teknik Counter Berbasis Iot. *Jurnal Sistem Komputer Triguna Dharma (JURSIK TGD)*, 3(5), 183-190.

Rahmadani, A., Suryani, T., & Pratama, Y. (2020). *Sistem Penyortiran Telur Otomatis Berbasis Arduino dengan Sensor Load Cell*. *Jurnal Teknologi dan Rekayasa*, 8(2), 112-120.

Simanjuntak, L. F. R., & Hanifi, R. (2023). Rancang bangun sistem penyortir dan

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

penghitung lele sangkal berbasis IoT. *JTTM: Jurnal Terapan Teknik Mesin*, 4(1), 36-46.

Simbar, V., Sandra, R., & Syahrin, A. (2017). Prototype sistem monitoring temperatur menggunakan Arduino Uno R3 dengan komunikasi wireless. *Jurnal Teknik Mesin Mercu Buana*, 5(4), 175-180.

Sugriawan. 2011. Timbangan Berbasis Arduino Dengan output Lcd dan Suara.

Sobari, E. (2019). Dasar-Dasar Proses Pengolahan Bahan Pangan. *Politeknik Negeri Subang*.

Distya, Yosha Dima, and Agung Prijo Budijono. "Sistem Kontrol Mesin Egg Grader Berbasis Berat Menggunakan Kontroler Arduino Mega 2560." *Jurnal Teknik Mesin* 8, no. 1 (2020).

Teguh S. 2022. Belajar Arduino Untuk Pemula Lengkap penjelasan program, *Jurnal Universitas Tekom*.

Thohari, I. (2018). *Teknologi Pengolahan dan Pengawetan Telur*. Universitas Brawijaya Press.

Utama, E. S., & Poerbaningtyas, E. (2022). Perancangan Alat Penyortir Telur Ayam Berbasis Arduino Menggunakan Sensor LDR (Light Dependent Resistor) Dan Sensor Berat (*Load Cell*). *J-INTECH (Journal of Information and Technology)*, 10(2), 73-81.

Widarto D. 2018. Sistem Penggerak Robot Beroda Vacuum Cleaner Berbasis Mini Computer Raspberry pi .

Wijaya, R., Nugroho, H., & Setiawan, B. (2021). *Penerapan Pengolahan Citra dalam Penyortiran Telur Otomatis*. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 9(1), 55-63.

LAMPIRAN

```
#include <ESP32Servo.h>
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <BH1750.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include "HX711.h"
#include <BlynkSimpleEsp32_SSL.h> // Untuk Blynk 2.0 / Blynk.Cloud (SSL)
// ----- BLYNK (isi sesuai akunmu) -----
#define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPL6PqKKvyl4"
#define BLYNK_TEMPLATE_NAME "monitoringtelur"
#define BLYNK_AUTH_TOKEN "NbEe4liBMy_fjBYjl4dVrMcpjQeTJnqs"
#define BLYNK_VPIN_COUNT V0

// ----- Sensors & Display -----
BH1750 lightMeter;
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 20, 4); // alamat I2C umum 0x27 (ubah jika perlu)

Servo servo1;
Servo servo2;
Servo servo3;
Servo servo4;
Servo servo5;

HX711 scale;
const int HX711_DT = 33;
const int HX711_SCK = 32;

// Ultrasonic pins
const int trigPin = 27;
const int echoPin = 26;

// Calibration & thresholds
float calibration_factor = -7050.0; // contoh, ganti sesuai kalibrasi
const float weight_detect_threshold = 20.0; // gram; ambang deteksi ada telur (>20g)
const float weight_min_for_category = 60.0; // gram pada tabel
const float height_threshold_mm = 55.0; // mm
const float lux_threshold = 500.0; // lux

// Debounce / state
bool egg_present = false;
unsigned long lastEggMillis = 0;
const unsigned long egg_hold_time = 2000; // ms, tunggu stabil saat membaca
unsigned long lastSendMillis = 0;
const unsigned long blynkSendInterval = 2000; // ms

// Counters
unsigned long totalEggs = 0;
// helper
float readWeightGram() {
```

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.


```

long raw = scale.read();
float grams = (raw) / calibration_factor; // depends on calibration sign
return grams;
}

long readUltrasonicMM() {
    // trigger 10us pulse
    digitalWrite(trigPin, LOW);
    delayMicroseconds(2);
    digitalWrite(trigPin, HIGH);
    delayMicroseconds(10);
    digitalWrite(trigPin, LOW);
    // read echo
    long duration = pulseIn(echoPin, HIGH, 30000); // timeout 30ms
    if (duration == 0) return -1; // no object
    // speed of sound: 343 m/s = 0.343 mm/us. Distance = duration/2 * 0.343
    mm/us
    float distance_mm = duration * 0.1715; // duration/2 * 0.343
    return (long)distance_mm;
}

float readLux() {
    float lux = lightMeter.readLightLevel();
    return lux;
}

// classify according to table, returns category number and box
void classifyEgg(float weight, float height_mm, float lux, int &category,
String &box) {
    bool w_ge_60 = (weight >= weight_min_for_category);
    bool h_ge_55 = (height_mm >= height_threshold_mm);
    bool lux_ge_500 = (lux >= lux_threshold);

    if (w_ge_60 && h_ge_55 && lux_ge_500) { category = 1; box = "Box 1
(Premium)"; }
    else if (w_ge_60 && !h_ge_55 && lux_ge_500) { category = 2; box = "Box 1
(Premium)"; }
    else if (w_ge_60 && h_ge_55 && !lux_ge_500) { category = 3; box = "Box 2
(Standar)"; }
    else if (w_ge_60 && !h_ge_55 && lux_ge_500) { category = 4; box = "Box 2
(Standar)"; }
    else if (w_ge_60 && !h_ge_55 && !lux_ge_500) { category = 5; box = "Box 2
(Standar)"; }
    else if (!w_ge_60 && h_ge_55 && lux_ge_500) { category = 6; box = "Box 3
(Ekonomi)"; }
    else if (!w_ge_60 && !h_ge_55 && lux_ge_500) { category = 7; box = "Box 3
(Ekonomi)"; }
    else if (!w_ge_60 && h_ge_55 && !lux_ge_500) { category = 8; box = "Box 4
(Tidak Layak Jual)"; }
    else /*(!w_ge_60 && !h_ge_55 && !lux_ge_500)*/ { category = 9; box = "Box
4 (Tidak Layak Jual)"; }
}

```

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak Cipta Diminungui Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

```
int pos = 0;

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  // Attach servo to pins
  servo1.attach(13);
  servo2.attach(12);
  servo3.attach(14);
  servo4.attach(27);
  servo5.attach(26);

  // Set initial position
  servo1.write(0);
  servo2.write(70);
  servo3.write(0);
  servo4.write(75);
  servo5.write(30);

  // HX711
  scale.begin(HX711_DT, HX711_SCK);
  scale.set_scale(calibration_factor);
  scale.tare(); // nolkan

  lightMeter.begin(BH1750::CONTINUOUS_HIGH_RES_MODE);
  Wire.begin(21, 22); // SDA=21, SCL=22 (default ESP32)

  lcd.begin(); // Inisialisasi LCD
  lcd.backlight(); // Hidupkan lampu LCD

  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("Monitoring");

  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("Telur");

  lcd.setCursor(0, 2);
  lcd.print("Fitra");

  lcd.setCursor(0, 3);
  lcd.print(" ");
  delay(1000);
}

void loop() {

  Blynk.run();

  // read sensors
  float weight = readWeightGram();
  long height_mm = readUltrasonicMM();
  float lux = readLux();

  // Display on LCD (line per line)
  lcd.setCursor(0,0);
```

```

lcd.printf("W:%.1fg H:%ldmm L:%.0flux", weight, height_mm>0?height_mm:-1,
(long)lux);

// detection logic: jika berat melewati threshold maka ada telur
if (!egg_present && weight >= weight_detect_threshold) {
    // muncul telur -> tunggu stabil sebentar
    unsigned long t0 = millis();
    delay(200); // singkat stabilisasi
    float weight2 = readWeightGram();
    if (weight2 >= weight_detect_threshold) {
        egg_present = true;
        lastEggMillis = millis();
        // saat egg hadir, ambil bacaan final setelah sedikit delay
        delay(500);
        float finalWeight = readWeightGram();
        long finalHeight = readUltrasonicMM();
        float finalLux = readLux();

        // safety: jika ultrasonic gagal (-1), biarkan nilai -1 diproses
        // (asumsi < or >= 55 can't be evaluated)
        int category; String box;
        // if ultrasonic returned -1, set to 0 to categorize as <55 mm
        if (finalHeight < 0) finalHeight = 0;
        classifyEgg(finalWeight, finalHeight, finalLux, category, box);

        // increment counter: as "jumlah telur yang sudah terisi"
        totalEggs++;

        // update LCD additional lines
        lcd.setCursor(0,1);
        lcd.printf("Cat: %d %s", category, "");
        lcd.setCursor(0,2);
        lcd.print(box);
        lcd.setCursor(0,3);
        lcd.printf("Total: %ld", totalEggs);

        Serial.printf("Egg detected: W=%.1fg H:%ldmm L:%.0flux -> Cat %d ->
%s\n",
                                finalWeight, finalHeight, (long)finalLux, category,
box.c_str());

        // send to Blynk (send totalEggs to V0)
        Blynk.virtualWrite(V0, (int)totalEggs);
        lastSendMillis = millis();
    }
}

// detect egg removed to allow next detection
if (egg_present && weight < (weight_detect_threshold * 0.6)) {
    // egg diambil
    egg_present = false;
    // clear LCD top line after removal
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("
    );

```

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.


```

    lcd.setCursor(0,2);
    lcd.print("                ");
}

// Periodic update LCD with real-time sensor values & total
// top line already printed; update second lines if not currently showing
last classification
if (!egg_present) {
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.printf("W:%.1fg H:%ldmm", weight, height_mm>0?height_mm:-1);
    lcd.setCursor(0,2);
    lcd.printf("L:%.0flux", (long)lux);
    lcd.setCursor(0,3);
    lcd.printf("Total: %ld", totalEggs);
}

// Optional: periodic Blynk heartbeat (in case missed)
if (millis() - lastSendMillis > 10000) {
    Blynk.virtualWrite(V0, (int)totalEggs);
    lastSendMillis = millis();
}

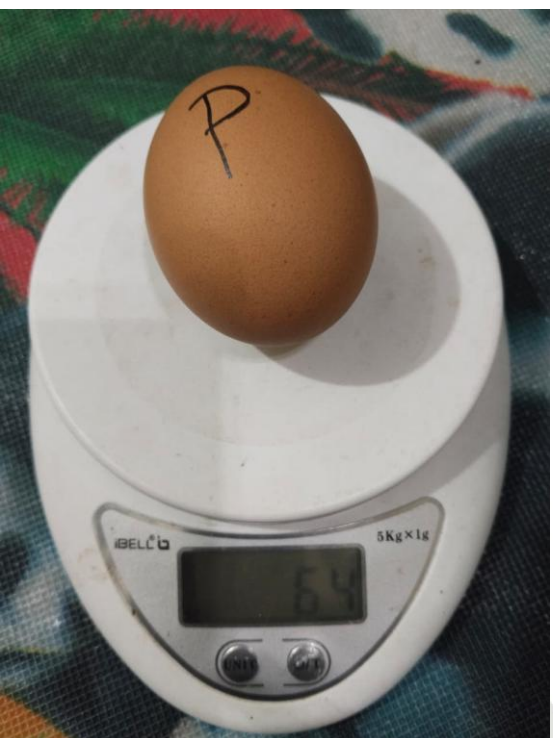
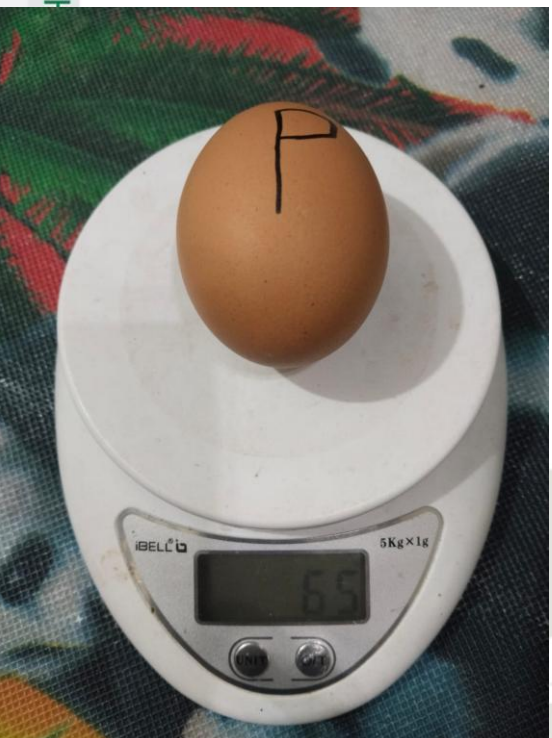
delay(200); // loop pace
}

```



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

