RANCANG BANGUN ALAT PENYORTIR TELUR AYAM BERBASIS ARDUINO MENGGUNAKAN SENSOR FOTODIODE DAN SENSOR BERAT (*LOAD CELL*)

(Skripsi)

Oleh

AHMAD RIDWAN

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS LAMPUNG

BANDAR LAMPUNG

2024

ABSTRAK

RANCANG BANGUN ALAT PENYORTIR TELUR AYAM BERBASIS ARDUINO MENGGUNAKAN SENSOR FOTODIODE DAN SENSOR BERAT (*LOAD CELL*)

Oleh

AHMAD RIDWAN

Telur merupakan salah satu sumber nutrisi yang banyak dicari karena memiliki kandungan gizi yang cukup lengkap seperti protein, vitamin dan mineral yang dapat membantu perkembangan otak. Kekurangan dari telur adalah sifatnya yang mudah diserang oleh mikroorganisme melalui pori-pori nya sehingga kualitas telur dapat menurun secara signifikan. Sehingga telur perlu disortir agar mengurangi telur dengan kualitas buruk beredar di pasaran. Selain dari kualitasnya telur juga perlu disortir berdasarkan beratnya karena berat telur sangat mempengaruhi harga telur tersebut di pasaran. Telur yang lebih besar cenderung lebih mahal dari telur yang berukuran lebih kecil. Selama ini pengusaha telur menggunakan plong untuk mengelompokkan ukuran telur dan senter untuk menerawang isi dari telur. Proses penyortiran ini dilakukan satu persatu sehingga memerlukan keterampilan dan waktu yang lama. Pada penelitian ini akan dilakukan perancangan prototipe alat penyortir telur ayam berbasis Arduino menggunakan sensor fotodiode dan sensor berat *(load cell)*. Hasil rata-rata *error* pada sensor *load cell* dalam melakukan penimbangan telur adalah 0,13% dan nilai rata- rata akurasi pengukuran sebesar 99,87%. Nilai akurasi fotodiode dalam menentukan kualitas telur bernilai 90%. Nilai akurasi dari keseluruhan sistem dalam melakukan penyortiran telur adalah 83,33%.

Kata kunci : Telur, Fotodiode, *Load Cell*

ABSTRACT

DESIGN AND CONSTRUCTION OF A BASED CHICKEN EGG SORTING EQUIPMENT ARDUINO USES PHOTODIODE AND SENSOR WEIGHT (LOAD CELL)

By

AHMAD RIDWAN

Eggs are one of the most sought-after sources of nutrition because they contain complete nutrients, such as protein, vitamins and minerals that can help brain development. The disadvantage of eggs is that they are easily attacked by microorganisms through their pores so that the quality of eggs can decrease significantly. So eggs need to be sorted in order to reduce eggs with poor quality circulating in the market. Apart from the quality, eggs also need to be sorted by weight because the weight of the egg greatly affects the price of the egg in the market. Larger eggs tend to be more expensive than smaller eggs. During this time, egg entrepreneurs use a plong to classify the size of the eggs and a flashlight to reveal the contents of the eggs. This sorting process is done one by one so it requires skill and a long time. In this study, a prototype design of an Arduino-based chicken egg sorter will be carried out using a photodiode sensor and a weight sensor (load cell). The average error on the load cell sensor in weighing eggs is 0.13% and the average measurement accuracy value is 99.87%. The accuracy value of photodiode in determining egg quality is 90%. The accuracy value of the whole system in sorting eggs is 83.33%.

Kata kunci : Telur, Fotodiode, *Load Cell*

RANCANG BANGUN ALAT PENYORTIR TELUR AYAM BERBASIS ARDUINO MENGGUNAKAN SENSOR FOTODIODE DAN SENSOR BERAT (*LOAD CELL*)

Oleh

AHMAD RIDWAN

Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk mendapat gelar
SARJANA TEKNIK

pada

Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik
Universitas Lampung

FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024

Judul Skripsi	:	**RANCANG BANGUN ALAT PENYORTIR TELUR AYAM BERBASIS ARDUINO MENGGUNAKAN SENSOR FOTODIODE DAN SENSOR BERAT (*LOAD CELL*)**
Nama Mahasiswa	:	**Ahmad Ridwan**
Pokok Mahasiswa	:	2015031084
Jurusan	:	Teknik Elektro
Fakultas	:	Teknik

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Dr. Ir. Sri Ratna Sulistiyanti. S.T., M.T	**Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc.**
NIP. 19651021 199512 2 001	NIP. 19750928 200112 1 002

2. Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Elektro	Ketua Program Studi Teknik Elektro
Herlinawati, S.T., M.T	**Sumadi, S.T., M.T.**
NIP. 19710314 199903 2 001	NIP. 19731104 200003 1 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : **Dr. Ir. Sri Ratna Sulistiyanti. S.T., M.T** .....

Sekertaris : **Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc.** .....

Penguji : **Dr. Eng F.X. Arinto Setyawan, S.T., M.T** .....

2. Dekan Fakultas Teknik

Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc.
NIP. 19750928 200112 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **14 Juni 2024**

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah dilakukan orang lain dan sepanjang sepengetahuan saya tidak terdapat atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini sebagaimana yang disebutkan dalam daftar pustaka. Selain itu, saya menyatakan pula bahwa skripsi ini dibuat oleh saya sendiri.

Apabila pernyataan saya tidak benar, maka saya bersedia dikenai sangsi sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 10 Juli 2024

Ahmad Ridwan
NPM. 2015031084

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Teluk Betung, pada tanggal 03 Oktober 2001. Penulis merupakan anak kedua dari dua bersaudara dari pasangan Bapak Chairi dan Ibu Anani. Penulis memulai pendidikan di SD Negeri 02 Talang pada tahun 2008 hingga 2014, SMP Negeri 25 Bandar Lampung pada tahun 2014 hingga 2017, dan SMAN 4 Bandar Lampung pada tahun 2017 hingga 2020.

Penulis menjadi mahasiswa Jurusan Teknik Elektro, Universitas Lampung pada tahun 2020 melalui jalur SBMPTN. Selama menjadi mahasiswa, penulis berkesempatan menjadi asisten praktikum mata kuliah dasar elektronika, elektronika lanjut dari tahun 2022 dan tergabung dalam keanggotaan asisten Laboratorium Elektronika dari tahun 2022, Selain itu, penulis tergabung dalam lembaga kemahasiswaan yang ada di Jurusan Teknik Elektro (HIMATRO) sebagai Anggota Divisi Kerohanian pada tahun 2020 dan sebagai Kepala Departemen Pendidikan dan Pengembangan diri selama satu periode kepengurusan pada tahun 2021. Pada 19 Juni – 07 Agustus 2023 penulis melaksanakan kerja praktik (KP) di PT. Bukit Asam Tbk Pelabuhan Tarahan Divisi perawatan listrik dengan mengangkat judul Analisis Perbandingan Motor Pada Positioner Rotary Car Dumper (Rcd) Satu Dan Tiga Pt Bukit Asam Tbk. Unit Pelabuhan Tarahan. Pada tanggal 14 Agustus – 31 Desember 2024, penulis melaksanakan magang kampus merdeka di Direktorat Jenderal Perumahan Kementerian PUPR dalam kegiatan Pendampingan Pembangunan Rumah Susun di Provinsi Kalimantan Timur (IKN).

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَٰنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillah, Atas Izin Allah yang Maha Kuasa

KUPERSEMBAHKAN KARYA INI UNTUK

Bapak dan Ibu Tercinta

Chairi dan Anani

Abang Tersayang

Arief Pratama

Keluarga Besar, Dosen, Teman dan Almamater

MOTTO

Barang siapa bertakwa kepada Allah maka Dia akan menjadikan jalan keluar baginya, dan memberinya rezeki dari jalan yang tidak ia sangka, dan barang siapa yang bertawakal kepada Allah maka cukuplah Allah baginya, Sesungguhnya Allah melaksanakan kehendak-Nya, Dia telah menjadikan untuk setiap sesuatu kadarnya.

(Ath-Thalaq ayat 2-3)

"Angin tidak berhembus untuk menggoyangkan
pepohonan, melainkan menguji kekuatan
akarnya."

(Ali bin Abi Thalib)

"Apapun yang menjadi takdirmu, akan mencari jalannya menemukanmu."

(Ali bin Abi Thalib)

"To make something special you just have to believe it's special."

(PO)

last but not least, i wanna thank me, i wanna thank me for believing in me, i wanna thank me for doing all this hard work, i wanna thank me having no days off, i wanna thank me for never quitting .

SANWACANA

Segala puji bagi Allah SWT, atas limpahan nikmat-Nya yang diberikan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Shalawat dan salam senantiasa dicurahkan kepada Nabi Muhammad saw. suri teladan yang mampu membuka sesuatu yang terkunci, penutup dari semua yang terdahulu, penolong kebenaran dengan jalan yang benar, dan petunjuk kepada jalan-Mu yang lurus.

Tugas Akhir dengan judul "Rancang Bangun Alat Penyortir Telur Ayam Berbasis Arduino Menggunakan Sensor Fotodiode dan Sensor Berat (Load Cell)" ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., I.P.M., ASEAN Eng Selaku Rektor Universitas Lampung.
2. Bapak Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc.. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung serta selaku pembimbing pendamping yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan nilai-nilai kehidupan kepada penulis dengan baik dan ramah.
3. Ibu Herlinawati, S.T., M.T. sebagai Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung
4. Bapak Sumadi, S.T., M.T. sebagai Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Lampung.

5. Ibu Dr. Ir. Sri Ratna Sulistiyanti. S.T., M.T selaku pembimbing utama yang telah memberikan bimbingan rutin, motivasi dan arahan kepada penulis dengan baik dan ramah

6. Bapak Dr. Eng F.X. Arinto Setyawan, S.T., M.T selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan, kritik dan saran yang membangun kepada penulis dalam pengerjaan skripsi ini.

7. Bapak Herman Halomoan S, S.T.,M.T. sebagai Dosen Pembimbing Akademik. yang telah memberikan nasihat, arahan, dan bimbingan bagi penulis dalam mempersiapkan diri menjadi seorang Sarjana Teknik.

8. Segenap Dosen di Jurusan Teknik Elektro yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat, wawasan, dan pengalaman bagi penulis

9. Segenap Staff di Jurusan Teknik Elektro dan Fakultas Teknik yang telah membantu penulis baik dalam hal administrasi dan hal-hal lainnya.

10. Kepada Support System Hani Khuzaimala yang telah memberikan dukungan semangat kepada penulis, terimakasih segalanya.

11. Rekan-rekan mahasiswa Teknik Elektro Universitas Lampung Angkatan 2020 (Helios'20) yang telah banyak memberi dukungan moril untuk saya.

12. Sahabat seperjuangan Kos depok Hafiz, jumhur, Anto, Mas wi, Jabran dan PP yang telah banyak membantu, memberikan semangat, pengalaman, cerita, suka dan duka, nasehat dan saran sehingga kehidupan kuliah penulis sangat berwarna.

13. Segenap Keluarga Besar Laboratorium Elektronika; Kak Yudi atas kerjasama dan nasihatnya selama studi; Rekan Asisten ELKA 2020 Bagus, Ajom, Rahmat, Andres, Ryandi dan Anisa yang telah memberikan semangat untuk berjuang dan mewarnai hari-hari di lab; dan adik-adik asisten angkatan 2021 dan 2022 yang telah banyak membantu.

14. Segenap keluarga besar HIMATRO yang telah mengajarkan berorganisasi dan mengajarkan banyak hal dan juga menjadi rumah yang sangat nyaman selama kuliah. Sukses selalu Himpunanku HIMATRO Luar Biasa.

15. Semua pihak yang terlibat dalam menyelesaikan laporan Skripsi yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Penulis mengharapkan kritik dan saran konstruktif dari semua pihak demi kemajuan bersama. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Bandarlampung, 10 Juli 2024

Ahmad Ridwan

DAFTAR ISI

ABSTRAK ..... **ii**
ABSTRACT ..... **iii**
LEMBAR PENGESAHAN ..... **vi**
SURAT PERNYATAAN ..... **vii**
RIWAYAT HIDUP ..... **viii**
MOTTO ..... **x**
SANWACANA ..... **xi**
DAFTAR ISI ..... **xiv**
DAFTAR GAMBAR ..... **xvi**
DAFTAR TABEL ..... **xviii**
I. PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 4
1.3 Batasan Masalah 4
1.4 Tujuan Penelitian 4
1.5 Manfaat Penelitian 5
1.6 Sistematika Penulisan 5
II. TINJAUAN PUSTAKA **7**
2.1 Penelitian Terkait 7
2.2 Telur 9
2.3 Sistem Sortir Telur Ayam 10
2.4 Sensor Berat (*Load Cell*) 11
2.5 Modul Penguat HX711 13
2.6 Sensor Fotodiode 14
2.7 *LED* HPL 16
2.8 Motor Servo 17
2.9 Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) 18
2.10 LCD *(Liquid Crystal Display)* 16x2 19

2.11 Arduino *UNO* 20
2.12 Perhitungan Akurasi 21
III. METODE PENELITIAN 24
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian 24
3.2 Alat dan Bahan 24
3.3 Spesifikasi alat 25
3.4 Prosedur Penelitian 25
3.5 Diagram Blok Penelitian 27
3.6 Perancangan Alat 28
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN 32
4.1 Prinsip Kerja alat 32
4.2 Pengujian Komponen 37
4.2.1 Kalibrasi Sensor *Load Cell* 37
4.2.2 Pengujian Sensor Fotodiode 41
4.2.3 Pengujian Mikrokontroler Arduino *UNO* 47
4.3 Pengujian Alat Keseluruhan 50
V. KESIMPULAN 54
5.1 Kesimpulan 54
5.2 Saran 55
DAFTAR PUSTAKA 56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Telur Ayam 9
Gambar 2.2 Plong 10
Gambar 2.3 Sensor Load Cell 11
Gambar 2.4 Strain Gauge Pada Permukaan Load cell 12
Gambar 2.5 Konsep Jembatan Wheatstone Pada Load cell 12
Gambar 2.6 Modul HX711 13
Gambar 2.7 Bentuk Fisik Dan Simbol Fotodiode 15
Gambar 2.8 LED HPL 16
Gambar 2.9 Motor Servo SG90s 17
Gambar 2.10 Tampilan Arduino IDE 19
Gambar 2.11 LCD (*Liquid Crystal Display*) 16X2 20
Gambar 2.12 Arduino UNO 20
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian 26
Gambar 3.2 Diagram Blok Penelitian 28
Gambar 3.3 Rancangan Sistem Alat 28
Gambar 3.4 Tampak Atas Rancangan Alat 29
Gambar 3.5 Diagram Alir Perancangan Alat 31
Gambar 4.1 Rangkaian *Skematik* Alat Keseluruhan 34
Gambar 4.2 Realisasi Alat Tampak Atas 34
Gambar 4.3 Realisasi Alat Dengan Tambahan Penutup Atas 35
Gambar 4.4 Sistem Pada Alat Penyortir Telur Ayam 35
Gambar 4.5 Realisasi Sensor *Load Cell* 37
Gambar 4.6 Hasil Pembacaan *Load Cell* 38
Gambar 4.7 Visualisasi Regresi Linear Sensor Load Cell 40
Gambar 4.8 Telur Dengan Kualitas Baik Ketika Disinari Cahaya 42
Gambar 4.9 Hasil Pembacaan Fotodiode Pada Telur Dengan Kualitas Baik 43

Gambar 4.10 Kuning Telur Kualitas Baik.....43
Gambar 4.11 Telur Dengan Kualitas Buruk Ketika Disinari Cahaya 44
Gambar 4.12 Hasil Pembacaan Fotodiode Pada Telur Dengan Kualitas Buruk ..45
Gambar 4.13 Kuning Telur Kualitas Buruk 45
Gambar 4.14 Tampilan LCD Pada Telur Yang Memiliki Nilai ADC >400 46
Gambar 4.15 Tampilan Awal *Software* Arduino IDE 2.3.2 48
Gambar 4.16 Submenu *Board* Pada Arduino IDE 2.3.2 48
Gambar 4.17 Submenu *Port* Pada Arduino IDE 48
Gambar 4.18 Jendela Editor Pada Arduino IDE 49
Gambar 4.19 Proses *Compiling* Program 49

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Penelitian Terdahulu 2
Tabel 2.1 Spesifikasi Sensor *Load Cell* 1 Kg..... 11
Tabel 2.2 Spesifikasi HX711..... 14
Tabel 2.3 Spesifikasi Arduino Uno 21
Tabel 4.1 Pengujian Sensor *Load Cell* Untuk 15 Butir Telur Ayam 39
Tabel 4.2 Pengujian Sensor *Load Cell* Untuk 8 Butir Telur Ayam 40
Tabel 4.3 Pengujian Tingkat Akurasi Pengukuran Berat Telur Ayam..... 41
Tabel 4.4 Pengujian Nilai ADC Fotodiode Telur Kondisi Baik..... 42
Tabel 4.5 Pengujian Nilai ADC Fotodiode Telur Kondisi Buruk 44
Tabel 4.6 Pengujian Fotodiode..... 46
Tabel 4.7 Pengujian Alat Secara Keseluruhan 50

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam industri pertanian, produksi telur ayam menjadi sektor krusial yang memerlukan peningkatan efisiensi untuk memastikan ketersediaan produk berkualitas di pasar konsumen. Dengan tingginya konsumsi telur sebagai sumber protein, vitamin, dan mineral, kualitas telur menjadi faktor kunci dalam keberlanjutan rantai pasok makanan. Manfaat telur sebagai sumber nutrisi utama bagi manusia menempatkannya sebagai komoditas yang sangat dicari. Protein lengkap, vitamin, dan mineral dalam telur mendukung kesehatan tubuh dan perkembangan otak.

Telur bermanfaat sebagai sumber nutrisi utama bagi manusia sehingga telur berperan sebagai komoditas yang sangat dicari. Protein lengkap, vitamin, dan mineral yang ada pada telur mendukung kesehatan tubuh dan perkembangan otak. Kekurangan dari telur adalah sifatnya yang mudah diserang oleh mikroorganisme melalui pori-pori telur. Sehingga kualitas dari telur tersebut menurun secara signifikan sehingga telur tidak layak untuk dikonsumsi [1].

Telur harus disortir sebelum dipasarkan untuk memastikan kualitas dan kesesuaiannya bagi konsumen. Salah satu indikator untuk menyortir telur ialah berdasarkan beratnya. Berat dari telur sangat mempengaruhi harga dari telur tersebut di pasaran, telur yang lebih besar cenderung lebih mahal dari telur yang berukuran lebih kecil.

Berdasarkan SNI No. 3926 tahun 2008, telur ayam konsumsi diklasifikasikan menjadi tiga ukuran: besar, sedang, dan kecil. Telur besar memiliki berat lebih dari 60 gram, telur sedang memiliki berat antara 50 hingga 60 gram, sedangkan telur berukuran kecil memiliki berat kurang dari 50 gram [2].

Pengusaha telur biasanya menggunakan cara manual dalam melakukan penyortiran telur. Plong biasa digunakan untuk mengelompokkan telur berdasarkan ukurannya. Plong digunakan dengan cara menyocokan telur satu persatu ke lubang yang ada.

Untuk melihat kualitas dari telur apakah masih baik atau tidak pengusaha biasanya menggunakan cahaya matahari atau senter untuk menerawang isi dari telur. Proses penyortiran ini dilakukan secara satu persatu sehingga memerlukan ketelitian yang tinggi serta waktu yang sangat lama [3].

Berdasarkan permasalahan tersebut, telah dilakukan beberapa penelitian untuk membuat suatu alat yang dapat menyortir berat dan kualitas telur ayam secara otomatis seperti yang dilihat pada Tabel 1.1

Tabel 1.1 Penelitian Terdahulu

No.	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Tema Penelitian
1	I Made Adi Muliana, I Gde Nyoman Sangka, Lalu Febrian Wiranata (2022)	Rancang Bangun Alat Penyortir Telur Berdasarkan Kualitas Telur Menggunakan Sensor Fotodiode	Pada penelitian ini merancang sebuah alat penyortir kualitas telur otomatis menggunakan sensor fotodiode yang akan menangkap pancaran cahaya dari telur yang disinari oleh cahaya LED HPL .
2	Tesalonika Nova Sianturi (2023)	Rancang Bangun Prototipe Sortir Telur Ayam Negeri Berdasarkan Berat Telur	Penelitian ini menggunakan Sensor *load cell* dan modul amplifier HX711 digunakan sebagai sensor yang dapat menimbang berat telur kemudian telur tersebut dikelompokkan menjadi tiga kelompok berdasarkan berat.
3	Imrotul Karimah, Indri Yanti dan Muh Pauzan (2023)	Rancang Bangun Alat Pendeteksi dan Penyortir Kualitas Telur Unggas Berbasis Arduino Nano	Penelitian ini berhasil untuk merancang alat yang dapat melakukan pendeteksian dan penyortiran kualitas telur unggas menggunakan Arduino Nano dan sensor fotodiode.

Tabel 1.1 Penelitian Terdahulu (lanjutan)

No.	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Tema Penelitian
4	Egantara Satria Utama, Poerbaningtyas E (2022)	Perancangan Alat Penyortir Telur Ayam Berbasis Arduino Menggunakan Sensor *LDR (Light Dependent Resistor)* Dan Sensor Berat *(Load Cell)*	Penelitian ini berhasil untuk merancang alat penyortir telur menggunakan alat sortir telur ayam berdasarkan kualitasnya dengan Arduino sebagai mikrokontroler dan sensor berat *load cell* sebagai penghitung berat telur serta sensor LDR *(Light Dependent Resistor)* sebagai pendeteksi baik atau buruknya kualitas telur berdasarkan intensitas cahaya yang diterima.
5	Muhamad Aditya, Afrian Zukhruf dan Titin Fatimah (2022)	Prototipe Sistem Otomatisasi Perhitungan dan Penyortiran Berat Pada Telur ayam	Penelitian ini membahas mengenai perancangan sebuah prototipe alat perhitungan serta penyortiran berat pada telur ayam menggunakan sensor *load cell* dan sensor *infrared.*

Berdasarkan penelitian tersebut menunjukkan bahwa diperlukan pengembangan alat sortir telur yang lebih presisi untuk meningkatkan kualitas telur yang dipasarkan. Pengembangan alat sortir telur yang lebih presisi akan menguntungkan peternak, distributor, dan konsumen. Pada penelitian ini akan dilakukan perancangan prototipe alat penyortir telur ayam berbasis Arduino menggunakan sensor fotodiode dan sensor berat *(load cell)*. Sehingga diharapkan dengan adanya alat ini dapat mempermudah para pengusaha telur serta mempercepat proses penyortiran telur ayam berdasarkan berat dan kualitas telur tersebut dengan tingkat akurasi yang tinggi.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang prototipe penyortir telur ayam berbasis arduino menggunakan sensor fotodiode dan sensor berat (*load cell*) yang memiliki akurasi tinggi dalam melakukan penyortiran telur.
2. Bagaimana Mendapatkan nilai akurasi yang tinggi serta *error* yang rendah dalam pengukuran melakukan pengukuran berat menggunakan sensor *load cell*.
3. Bagaimana mendapatkan nilai akurasi yang tinggi dalam menentukan baik dan buruknya kualitas telur menggunakan sensor fotodiode.

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah membuat prototipe sortir telur ayam negeri yang dapat digunakan untuk melihat kualitas telur dan mengukur berat serta menyortir telur ke dalam tiga kelompok kemudian menampilkan keluaran kualitas telur dan pengukuran berat telur serta kelompok ukuran telur pada LCD (*Liquid Crystal Digital*).

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Merancang prototipe penyortir telur ayam berbasis arduino menggunakan sensor fotodiode dan sensor berat (*load cell*) yang memiliki tingkat akurasi yang tinggi dalam melakukan penyortiran telur.
2. Mendapatkan nilai akurasi yang tinggi serta *error* yang rendah dalam pengukuran melakukan pengukuran berat menggunakan sensor *load cell*.
3. Mendapatkan nilai akurasi yang tinggi dalam menentukan baik dan buruknya kualitas telur menggunakan sensor fotodiode.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah melalui prototipe yang dirancang mampu mempermudah para pengusaha telur ayam untuk mengelompokkan berat telur ayam negeri serta menyortir kualitas telur secara otomatis tanpa harus memilah telur ayam negeri secara konvensional dengan menggunakan alat bantu pemilah telur yang akan memakan waktu yang lama.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan Laporan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Berisi mengenai latar belakang, tujuan penelitian, perumusan masalah, batasan masalah, manfaat penelitian, hipotesis, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Berisi tentang beberapa teori pendukung dan referensi materi yang diperoleh dari berbagai sumber buku, jurnal, *data sheet* dan penelitian ilmiah yang digunakan untuk penulisan laporan tugas akhir ini.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Berisi tentang waktu dan tempat, alat dan bahan, metode penelitian dan pelaksanaan serta pengamatan dalam pengerjaan tugas akhir.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Berisi tentang proses pengambilan data, hasil yang didapatkan saat penelitian dan analisis data dari hasil penelitian.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi tentang kesimpulan dari penelitian yang dilakukan dan saran yang didasarkan pada hasil data mengenai perbaikan dan pengembangan lebih lanjut agar didapatkan hasil lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terkait

Penelitian ini menggunakan beberapa contoh penelitian yang telah dilakukan sebagai pedoman.

a. Rancang Bangun Alat Penyortir Telur Berdasarkan Kualitas Telur Menggunakan Sensor Fotodiode

Peneliti dari Politeknik Negeri Bali telah mengembangkan alat sortir telur otomatis berdasarkan kualitasnya. Alat ini menggunakan sensor fotodiode dan LED HPL untuk mendeteksi kualitas telur. Mikrokontroler Arduino *UNO* digunakan untuk mengendalikan proses penyortiran, dan motor servo digunakan untuk memisahkan telur yang baik dan buruk. Alat ini dapat membantu peternak dan distributor telur untuk meningkatkan efisiensi, produktivitas penyortiran telur, dan membantu meningkatkan kepercayaan konsumen terhadap kualitas telur yang dipasarkan.

Sensor fotodiode digunakan untuk mendeteksi kualitas telur. Cahaya LED HPL digunakan untuk menyinari telur. Nilai ADC dari telur yang disinari Cahaya LED HPL lebih dari 400 menunjukkan bahwa telur tersebut memiliki kualitas yang buruk. Nilai ADC dari telur yang disinari cahaya LED HPL kurang dari 400 menunjukkan bahwa telur tersebut memiliki kualitas yang baik. Penelitian ini menghasilkan sistem sortir telur dengan tingkat akurasi 97,7%. Sistem ini diuji dengan 30 butir telur dan berhasil mendeteksi kualitas telur dengan benar pada 29 butir telur[4].

b. Rancang Bangun Prototipe Sortir Telur Ayam Negeri Berdasarkan Berat Telur

Tesalonika Nova Sianturi dari Universitas Lampung telah merancang alat sortir telur ayam negeri berdasarkan berat telur. Alat ini membagi telur menjadi 3 kategori berdasarkan beratnya Kategori A (58-67 gram), Kategori B (<58 gram), dan Kategori C (>67 gram). Alat ini menggunakan sensor berat (*load cell*) untuk mengukur berat telur, modul HX711 untuk mengubah sinyal analog menjadi digital, Arduino *UNO* digunakan sebagai mikrokontroler, serta *display* LCD 16x2 untuk menampilkan data berat telur dan kategorinya. [5].

c. Rancang Bangun Alat Pendeteksi dan Penyortir Kualitas Telur Unggas Berbasis Arduino Nano

Penelitian oleh Imrotul Karimah, Indri Yanti, dan Muh Pauzan (2023) merancang alat pendeteksi dan penyortir kualitas telur unggas. Alat ini menggunakan Arduino Nano sebagai mikrokontroler dan sensor fotodiode untuk mendeteksi serapan cahaya telur yang disinari LED HPL 5 watt. Telur dengan tegangan terbaca oleh fotodiode kurang dari 4 volt dikategorikan sebagai telur berkualitas baik, sedangkan telur dengan tegangan 4 volt atau lebih dikategorikan sebagai telur berkualitas buruk [1].

d. *Prototype* Sistem Otomatisasi Perhitungan dan Penyortiran Berat Pada Telur ayam

Muhamad Aditya, Afrian Zukhruf, dan Titin Fatimah (2022) merancang prototipe alat perhitungan dan penyortiran berat telur ayam. Alat ini menggunakan sensor *load cell* untuk menimbang berat telur, sensor *infrared* untuk menghitung dan mendeteksi telur, nodeMCU sebagai mikrokontroler, dan motor driver L298N untuk menggerakkan motor DC. Data yang masuk ke nodeMCU disimpan dalam database *MySQL* dan ditampilkan pada aplikasi berbasis web [6].

e. Perancangan Alat Penyortir Telur Ayam Berbasis Arduino Menggunakan Sensor LDR (*Light Dependent Resistor*) Dan Sensor Berat (*Load Cell*)

Egantara Satria Utama dan Poerbaningtyas E (2022) merancang alat sortir telur ayam berdasarkan kualitasnya. Alat ini menggunakan mikrokontroler berbasis Arduino, sensor berat *load cell* untuk menghitung berat telur, dan sensor LDR untuk

mendeteksi kualitas telur berdasarkan intensitas cahaya yang diterima. Telur dengan berat dan kualitas yang sesuai akan diteruskan, sedangkan telur yang tidak sesuai akan dibuang. [7].

2.2 Telur

Telur ayam merupakan sumber protein yang populer di Indonesia, selain ikan dan daging. Telur banyak digunakan sebagai bahan baku berbagai jenis makanan, seperti pempek, lenggang, dan kue. Telur ayam memiliki kandungan gizi yang cukup lengkap, seperti protein, vitamin A, vitamin D, vitamin E, vitamin B12, kolin, dan mineral. Selain itu, telur ayam juga merupakan sumber energi yang murah dan mudah diolah. Oleh karena itu, telur ayam merupakan bahan makanan yang penting dalam berbagai masakan Indonesia.

Gambar 2.1 Telur Ayam

Pada Gambar 2.1 dapat dilihat telur yang biasa beredar di masyarakat, telur terdiri atas tiga bagian yaitu kerabang atau cangkang telur, kuning telur dan putih telur. Tingginya kadar air, protein dan lemak pada telur menjadikan telur sebagai tempat pertumbuhan bakteri yang baik sehingga umur simpannya yang relatif singkat. Selain dari pori-pori telur yang besar hingga mudah terkena bakteri telur juga memiliki sifat rapuh dan mudah rusak [8]. Dari karakteristik sifat telur tersebut diperlukan alat untuk menyortir telur tersebut agar telur yang rusak tidak beredar di pasaran.

2.3 Sistem Sortir Telur Ayam

Sistem sortir telur ayam hingga saat ini masih banyak menggunakan cara manual. Penyortiran telur secara manual dilakukan dengan cara memilah telur secara langsung dengan tangan atau pengusaha telur ayam tradisional umumnya menggunakan alat yang biasa disebut dengan plong untuk menyortir besar kecil telur ayam berdasarkan diameter lingkaran dari telur ayam tersebut.

Gambar 2.2 Plong

Gambar 2.2 merupakan alat konvensional yang biasa disebut plong. Alat ini digunakan dalam proses penyortiran telur menjadi 3 ukuran yaitu kecil, sedang dan besar. Sedangkan untuk melihat kualitas dari telur apakah masih baik atau tidak pengusaha biasanya menggunakan cahaya matahari atau senter untuk menerawang isi dari telur.

Telur ayam yang tampak terang menandakan bahwa telur tersebut berkualitas baik, begitu juga sebaliknya apabila telur ayam tampak gelap, maka dapat dipastikan telur tersebut berkualitas buruk atau busuk. Metode manual dalam penyortiran telur seperti ini memerlukan waktu yang cukup lama, karena prosesnya yang dilakukan satu persatu, bahkan tingginya tingkat kesalahan karena faktor keterbatasan indera penglihatan (*human error*) [4].

2.4 Sensor Berat (*Load Cell*)

Sensor yang umum digunakan untuk membaca berat atau tekanan suatu beban adalah sensor *load cell*. Sensor *load cell* biasa digunakan pada timbangan digital serta jembatan timbangan yang memiliki fungsi untuk menimbang berat dari truk pengangkut barang. Pengukuran pada *load cell* menggunakan prinsip tekanan [9].

Gambar 2.3 Sensor *Load Cell*

Gambar 2.3 merupakan bentuk fisik dari sensor *load cell* 1 kg. Sensor *load cell* memiliki 4 kabel berwarna merah, hitam, putih, dan hijau. Untuk kabel berwarna merah merupakan *masukan* tegangan sensor, kabel hitam merupakan *masukan ground* sensor, kabel hijau merupakan *keluaran* positif sensor dan kabel putih merupakan *keluaran ground* sensor.

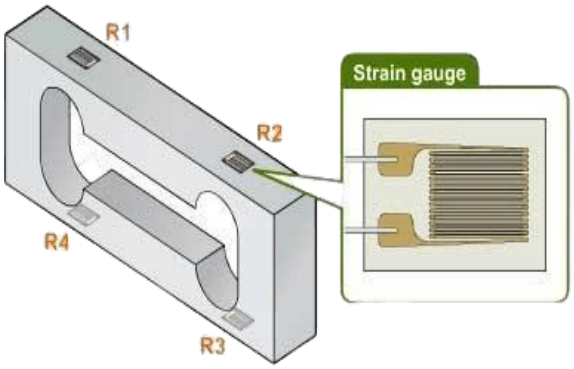
Selama proses penimbangan beban yang diberikan mengakibatkan reaksi terhadap elemen logam pada *load cell* dan mengakibatkan perubahan bentuk secara elastis. Gaya yang ditimbulkan oleh regangan dikonversikan ke dalam sinyal listrik oleh *strain gauge* (pengukur regangan).

Adapun spesifikasi dari sensor *load cell* 1 kg dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Spesifikasi Sensor *Load Cell* 1 Kg[10].

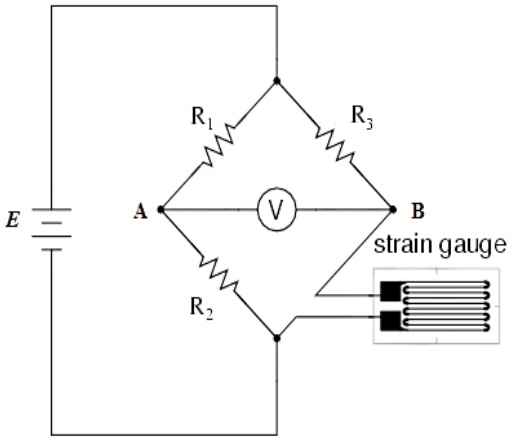
Supply voltage	2.6 ~ 5.25 V
Current consumption	< 1.5 mA
Interface Serial	2-wire
Dimensions	80 x 15 x 14.2 mm
Cable length	25 cm

Strain gauge merupakan konduktor yang diatur dalam pola *zig-zag* di atas permukaan *membrane*. Saat *membrane* meregang maka resistansinya meningkat. *Strain gauge* adalah sensor yang digunakan untuk mengukur berat beban suatu benda. *Strain gauge* berupa *grid metal foil* tipis yang diletakkan diatas permukaan *Load Cell*. Jadi, apabila *load cell* diberi beban, maka terjadi *strain* yang kemudian akan ditransmisikan ke *foil grid.*



Gambar 2.4 *Strain Gauge* Pada Permukaan *Load cell*

Pada Gambar 2.4 menunjukkan *Strain Gauge* yang berada di permukaan *load cell* arena perubahan tahanan yang sangat kecil pada *strain* gauge maka diperlukan bantuan suatu rangkaian yang sensitif dengan perubahan nilai resistansi yaitu rangkaian jembatan *wheatstone*.



Gambar 2.5 Konsep Jembatan *Wheatstone* Pada *Load cell*

Gambar 2.5 menunjukkan konsep jembatan *wheatstone pada load cell* Secara teori, prinsip kerja *load cell* berdasarkan pada jembatan *Wheatstone* dimana saat *load cell* diberi beban terjadi perubahan pada nilai resistansi, nilai resistansi R1 dan R3 akan turun sedangkan nilai resistansi R2 dan R4 akan naik. Ketika posisi setimbang, *Vout load cell* = 0 volt, namun ketika nilai resistansi R1 dan R3 naik maka akan terjadi perubahan *Vout* pada *load Cell*. Pada *load cell* keluaran data (+) dipengaruhi oleh perubahan resistansi pada R1, sedangkan keluaran (-) dipengaruhi oleh perubahan resistansi R3 [9].

2.5 Modul Penguat HX711

Modul HX711 merupakan komponen elektronika yang terintegrasi "*AVIA SEMICONDUCTOR"*. Modul ini memiliki fungsi sebagai penguat hasil dari pembacaan sensor *load cell* berupa sinyal *analog* yang diubah ke dalam bentuk sinyal digital (ADC) 24-*bit*. Prinsip kerja dari modul HX711 adalah mengonversikan perubahan yang terukur dalam perubahan resistansi dan mengonversinya ke dalam sinyal *digital* yang selanjutnya akan diolah oleh mikrokontroler [11].

Gambar 2.6 Modul HX711

Gambar 2.6 menunjukkan gambar fisik dari modul HX711 *Load cell*, HX711 digunakan untuk menghubungkan *load cell* ke Arduino *UNO*. HX711 memperkuat sinyal *load cell* menjadi 5V digital, memungkinkan Arduino *UNO* untuk memprosesnya dengan tepat.

Adapun spesifikasi dari sensor *load cell* 1 kg dapat dilihat pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Spesifikasi HX711

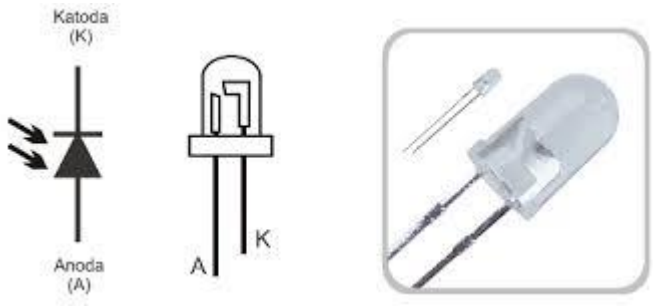
Modul pengkondisi sinyal	HX711
Tegangan masukan	DC 5 V
Arus	10 mA
Masukan	2 Channel analog dari load cell
Keluaran	TTL (serial sinkronisasi, DI dan SCK)
Akurasi	24 bit (ADC)
Frekuensi pembacaan	80 Hz

2.6 Sensor Fotodiode

Sensor fotodiode adalah jenis sensor yang mengubah energi cahaya menjadi energi listrik. Sensor ini terbuat dari bahan semikonduktor, seperti silikon, *germanium, indium gallium arsenida,* dan *gallium arsenida fosfida.* Sensor fotodiode memiliki dua komponen utama, yaitu sambungan PN dan anoda-katoda. Sambungan PN adalah daerah di mana dua jenis material semikonduktor, yaitu tipe P dan tipe N disatukan.

Material semikonduktor tipe P memiliki kelebihan elektron, sedangkan material semikonduktor tipe N memiliki kekurangan elektron. Saat kedua material ini disatukan, elektron-elektron dari material tipe N akan berpindah ke material tipe P [12]. Perpindahan elektron ini akan membentuk daerah di sekitar sambungan PN yang disebut daerah penipisan.

Daerah penipisan adalah daerah yang tidak mengandung elektron. Saat sensor terkena cahaya, elektron-elektron dalam daerah penipisan akan ter eksitasi dan bergerak ke arah anoda. Gerakan elektron-elektron ini akan menghasilkan arus listrik. Sambungan PN memiliki sifat yang unik, yaitu dapat menghantarkan arus listrik hanya dalam satu arah. Anoda dan katoda adalah dua terminal yang digunakan untuk mengalirkan arus listrik dari sensor. Anoda adalah terminal positif, sedangkan katoda adalah terminal negatif.



Gambar 2.7 Bentuk Fisik dan Simbol Fotodiode

Pada Gambar 2.7 dapat dilihat bentuk fisik dan simbol dari fotodiode. Prinsip kerja sensor fotodiode adalah saat sensor terkena cahaya, elektron-elektron dalam sambungan PN akan ter eksitasi dan bergerak ke arah anoda. Gerakan elektron elektron ini akan menghasilkan arus listrik.

Besarnya arus listrik yang dihasilkan akan sebanding dengan intensitas cahaya yang diterima sensor. Intensitas cahaya yang diterima sensor dapat diukur dengan cara mengukur besarnya arus listrik yang dihasilkan. Semakin besar intensitas cahaya yang diterima sensor, maka semakin besar pula arus listrik yang dihasilkan. Sambungan PN adalah daerah di mana dua jenis material semikonduktor, yaitu tipe P dan tipe N yang disatukan.

Sambungan PN memiliki sifat yang unik, yaitu dapat menghantarkan arus listrik hanya dalam satu arah. Besarnya arus listrik yang dihasilkan oleh sensor fotodiode akan sebanding dengan intensitas cahaya yang diterima sensor. Intensitas cahaya adalah jumlah energi cahaya yang diterima oleh sensor dalam satuan waktu. Semakin besar intensitas cahaya yang diterima sensor, maka semakin banyak

elektron yang ter eksitasi dan bergerak ke arah anoda. Akibatnya, arus listrik yang dihasilkan juga semakin besar.

2.7 *LED* HPL

LED HPL (*High Power LED*) adalah jenis LED yang memiliki daya yang lebih tinggi dibandingkan LED konvensional. LED HPL terdiri dari dua komponen utama, yaitu Chip LED dan Driver LED . Chip LED adalah komponen utama yang menghasilkan cahaya. Chip LED terbuat dari bahan semikonduktor yang dilapisi dengan fosfor. Saat chip LED dialiri arus listrik, elektron-elektron dalam chip LED akan ter eksitasi dan menghasilkan cahaya. Sedangkan *driver* LED adalah komponen yang berfungsi untuk memberikan tegangan dan arus yang sesuai untuk chip LED. Driver LED biasanya menggunakan sirkuit elektronik yang dirancang khusus untuk LED HPL [13].

Gambar 2.8 LED HPL

Gambar 2.8 merupakan gambar LED HPL yang digunakan pada penelitian ini. Dengan dimensi 5 x 9,4 cm dan sudah di sertai *heatsink*. LED tersebut membutuhkan daya 20 watt dengan tegangan masukan 12 volt dan arus masukan 1,6 Ampere. Cahaya *lumens* yang dihasilkan berkisar 1800 – 2000 lumen.

Prinsip kerja LED HPL adalah saat chip LED dialiri arus listrik, elektron-elektron dalam chip LED akan ter eksitasi dan menghasilkan cahaya. Cahaya yang dihasilkan oleh chip LED akan dipancarkan ke arah reflektor.

2.8 Motor Servo

Motor servo merupakan sebuah aktuator putar atau motor yang dibentuk dengan sistem kontrol *loop* tertutup (*closed loop*) sehingga, posisi sudut dari poros *keluaran* motor dapat diatur. Motor servo dikendalikan dengan memberikan sinyal modulasi lebar pulsa PWM melalui kabel kontrol yang akan menentukan posisi sudut putaran dari poros motor servo [14].

Komponen yang terdapat di dalam motor servo adalah motor DC kecil. Motor tersebut memiliki dinamo yang berputar di medan magnet yang terbentuk dari kutub selatan dan utara. Kemudian terdapat pula komutator yang merupakan komponen dalam konverter mekanik yang berfungsi dalam menyelaraskan arah listrik AC menuju ke DC.

Berdasarkan arus yang digunakan motor servo terbagi menjadi dua jenis yaitu motor servo AC dan motor servo DC. Untuk motor servo AC umumnya memiliki bentuk yang besar dan memiliki nilai torsi yang tinggi. Motor jenis ini biasa digunakan untuk kebutuhan pabrik/industri dalam skala besar yang menggunakan tegangan/arus yang tinggi sehingga sering ditemukan pada mesin industri. Motor servo DC memiliki ukuran dan torsi yang lebih kecil apabila dibandingkan dengan servo AC. Karena menggunakan arus DC, maka masukan daya dapat berasal dari adaptor maupun baterai. Penggunaan motor ini banyak dijumpai pada rangkaian lengan robot dan otomasi skala kecil.

Gambar 2.9 Motor Servo SG90s

Ada beberapa jenis dan merk servo yang tersedia di pasaran dengan berbagai spesifikasi. Motor servo tipe SG90s adalah jenis motor servo yang sering digunakan. Motor servo SG90s dapat dilihat pada Gambar 2.9. Servo jenis ini memiliki ukuran kecil, berwarna biru memiliki *gearbox* yang terbuat dari plastik dengan spesifikasi *operating voltage* sebesar 5V, torsi 2,5 kg/cm, *rotation* 0˚-180˚, berat 9gr dan kecepatan pengoperasian sebesar 0,1s/60˚.

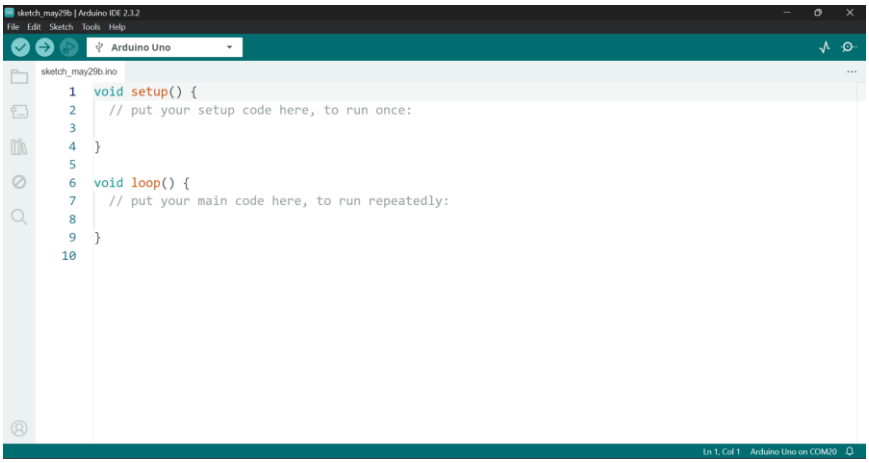
Pada perancangan *prototipe* sortir telur ini menggunakan motor servo dengan jenis MG90s yang memiliki tingkat kemampuan torsi sebesar 1,8 kg/cm hingga 2,2 kg/cm, tipe *gear* terbuat dari metal dengan sudut rotasi 0˚-180˚ kecepatan pengoperasian sebesar 0,1s/60˚ dengan berat 13,4 gr[15]. Kemampuan torsi pada motor servo MG90s lebih tinggi dibanding dengan motor servo SG90 dan juga harga dari servo MG90s relatif lebih terjangkau dari berbagai jenis motor servo yang lainnya.

2.9 Arduino IDE (*Integrated Development Environment*)

IDE merupakan kependekan dari *Integrated Development Environment,* atau secara bahasa mudahnya merupakan lingkungan terintegrasi yang digunakan untuk melakukan pengembangan. Disebut sebagai lingkungan karena melalui *software* inilah Arduino dilakukan pemrograman untuk melakukan fungsi-fungsi yang dibenamkan melalui sintaks pemrograman. Arduino menggunakan bahasa pemrograman sendiri yang menyerupai bahasa C [16].

Bahasa pemrograman Arduino (*Sketch*) sudah dilakukan perubahan untuk memudahkan pemula dalam melakukan pemrograman dari bahasa aslinya. Sebelum dijual ke pasaran, IC mikrokontroler Arduino telah ditanamkan suatu program bernama *Bootloader* yang berfungsi sebagai penengah antara *compiler* Arduino dengan *mikrokontroller.* Arduino IDE dibuat dari bahasa pemrograman *JAVA*. Arduino IDE juga dilengkapi dengan *library* C/C++ yang biasa disebut *Wiring* yang membuat operasi masukan dan keluaran menjadi lebih mudah. Pada penelitian ini

menggunakan Arduino IDE versi 2.3.2 yang memiliki tampilan awal seperti Gambar 2.10.

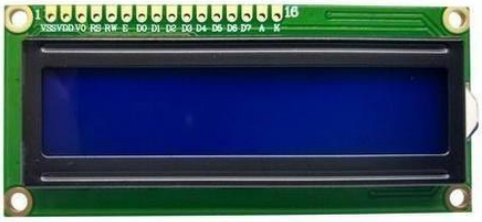


Gambar 2.10 Tampilan Arduino IDE

2.10 LCD *(Liquid Crystal Display)* 16x2

Penampil (*display*) merupakan komponen elektronika yang dirancang untuk menampilkan angka, huruf, atau simbol lainnya. LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah salah satu tampilan elektronika yang paling umum digunakan. LCD dibuat dengan logika *CMOS* yang bekerja dengan memantulkan cahaya sekitar ke arah lampu depan atau mentransmisikan cahaya dari lampu latar, bukan menghasilkan cahaya.

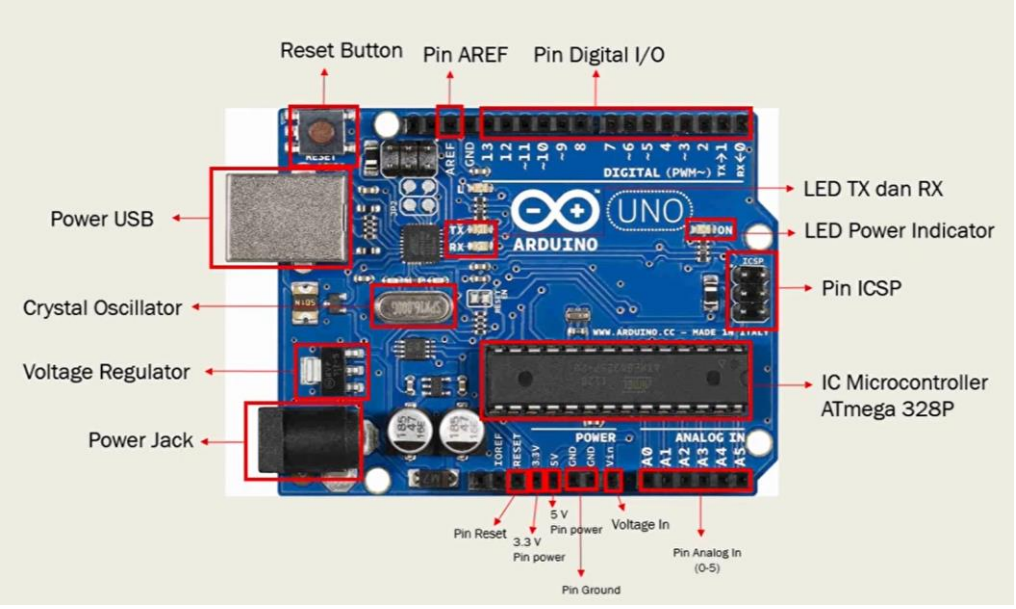
Jumlah karakter yang dapat ditampilkan pada layar kristal cair bervariasi tergantung spesifikasinya. Penggunaan LCD pada alat ini menggunakan LCD karakter (2 baris 16 karakter), dimana memiliki 16 nomor pin, setiap pin memiliki tanda dan fungsi masing-masing[17]. LCD 16x2 beroperasi pada catu daya (*power supply*) +5V yang terlihat pada Gambar 2.11



Gambar 2.11 LCD *(Liquid Crystal Display)* 16X2

2.11 Arduino *UNO*

Arduino *UNO* merupakan sebuah *board* mikrokontroler berbasis ATmega328 yang memiliki 14 pin *masukan* maupun *keluaran* dimana 6 pin yang dapat digunakan sebagai *keluaran* PWM, 6 *analog masukan*, sebuah *crystal* osilator 16 MHz, koneksi USB, *jack power*, kepala ICSP, dan tombol *reset* [18]. Arduino *UNO* merupakan mikrokontroler yang dapat dikoneksikan dengan komputer menggunakan kabel USB dan bisa disuplai dengan sebuah adaptor AC ke DC atau menggunakan baterai untuk memulainya seperti yang dapat dilihat pada Gambar 2.12.



Gambar 2.12 Arduino *UNO*

Arduino dapat di-*supply* dari USB atau *power supply* tambahan yang pilihan *power* secara otomatis berfungsi tanpa saklar. Kabel eksternal (non-USB) seperti

menggunakan adaptor AC ke DC atau baterai dengan konektor *plug* ukuran 2,1 mm polaritas positif di tengah ke jack power di board. Jika menggunakan baterai dapat disematkan pada pin GND dan Vin di bagian power konektor. Papan arduino ini dapat memberikan tegangan kerja antara 6 sampai 20 volt, jika *power supply* di bawah tegangan standar 5V board akan tidak stabil, jika dipaksakan ke tegangan regulator 12 Volt mungkin board arduino cepat panas (*overheat*) serta merusak board. Sehingga, sangat direkomendasikan tegangannya antara 7-12 volt..

Masing-masing dari 14 pin Arduino *UNO* dapat digunakan sebagai *masukan* maupun *keluaran*, dengan menggunakan fungsi *pinMode*(), *digitalWrite*(), dan *digitalRead*() dengan tegangan operasi yang digunakan sebesar 5 volt. Masing-masing pin dapat menerima arus maksimum sebesar 40 mA dan mempunyai resistor *internal pull up (*diputus secara *default*) sebesar 20-30 Kohm. Arduino *UNO* memiliki 6 *analog masukan* tertulis di label A0 hingga A5, masing-masing memberikan 10 bit resolusi (1024).

Adapun spesifikasi dari Arduino uno dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Spesifikasi Arduino uno

Mikrokontroller	ATMega328
Tegangan kerja	5 V
Tegangan masukan (rekomendasi)	7-12 V
Tegangan masukan (batas)	6-20 V
Pin I/O digital	14 (6 diantaranya adalah keluaran PWM)
Pin masukan analog	6
Arus DC per pin I/O	40 mA
Arus DC di pin 3,3 V	50 mA
Flash Memory	32 KB (0,5 KB digunakan

2.12 Perhitungan Akurasi

Sebelum menghitung tingkat Akurasi perlu untuk mengetahui nilai *error* atau galat. Galat dari suatu alat atau sistem merupakan perbedaan numerik nilai dari alat atau

sistem dengan nilai dari alat atau sistem yang telah terkalibrasi. Galat dapat dituliskan secara matematis seperti pada Persamaan 2.1 hingga 2.3.

$$E = |a - a^*| \quad (2.1)$$

$$e = \frac{E}{a} = \frac{|a-a*|}{a} \quad (2.2)$$

$$\xi a = e \,.\, 100\% \quad (2.3)$$

Dimana keterangan dari Persamaan matematika 2.1 hingga 2.3 adalah sebagai berikut:

E = Kesalahan (*Error*)

a = Nilai Alat yang telah terkalibrasi (*kalibrator*)

a^* = Nilai Alat yang di uji

e = Galat Relatif

ξa = Persentase Galat (%)

Akurasi adalah ukuran seberapa baik suatu model atau hasil pengukuran dalam melakukan klasifikasi atau memprediksi sesuatu. Nilai akurasi dapat dituliskan secara matematis seperti pada Persamaan 2.4.

$$\%\text{Akurasi} = \frac{\text{Jumlah data benar}}{\text{Total jumlah data}} \text{X } 100\% \quad (2.4)$$

Misalnya, jika terdapat 90 prediksi benar dari total 100 data, maka akurasinya adalah 90%. Nilai akurasi berbanding terbalik dengan nilai galat semakin besar nilai akurasi maka semakin kecil nilai galatnya. Persentase nilai akurasi juga dapat ditulis dituliskan secara matematis seperti pada Persamaan 2.5.

$$\%\text{ Akurasi} = 100\% - \%\text{ Galat} \quad (2.5)$$

Untuk meningkatkan nilai akurasi suatu sensor perlu dilakukan kalibrasi. Metode yang dilakukan dalam pengkalibrasian ini yaitu dengan metode regresi linear. Regresi linier adalah suatu analisis yang mempelajari hubungan ketergantungan

antara satu variabel yang disebut variabel terikat terhadap variabel lain yang disebut variabel bebas. Dengan analisis regresi dapat diperhitungkan besarnya pengaruh dari perubahan satu variabel terhadap lain. Regresi linier pun dapat membentuk hubungan antara variabel bebas terhadap variabel terikat secara linier[17].

Adapun regresi linear ini dapat dituliskan melalui Persamaan secara seperti pada Persamaan 2.6.

$Y = a + b \times x$ .....(2.6)

Dimana keterangan dari Persamaan matematika 2.7 adalah sebagai berikut.

Y = variabel dependen (variabel terikat)

x = variabel independen (variabel bebas)

a = konstanta

b = koefisien regresi

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Pelaksanaan dan pembuatan tugas akhir ini dilakukan di Laboratorium Terpadu Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung pada bulan Januari 2024 hingga Mei 2024

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Satu unit Laptop- Acer Swift 1 dengan spesifikasi 11th Gen yang telah ter-*install software* arduino IDE
2. Arduino *UNO*
3. Konverter *load cell* HX711
4. Sensor *load cell* 1000 gram
5. Sensor fotodiode
6. LED HPL 20 Watt
7. LCD 16 x 2
8. Empat buah motor servo SG90
9. Kabel Jumper secukupnya
10. Mur, baut dan paku secukupnya
11. Papan kayu dan triplek secukupnya
12. Dua buah adaptor 12 volt
13. Lem tembak
14. *Double tape*

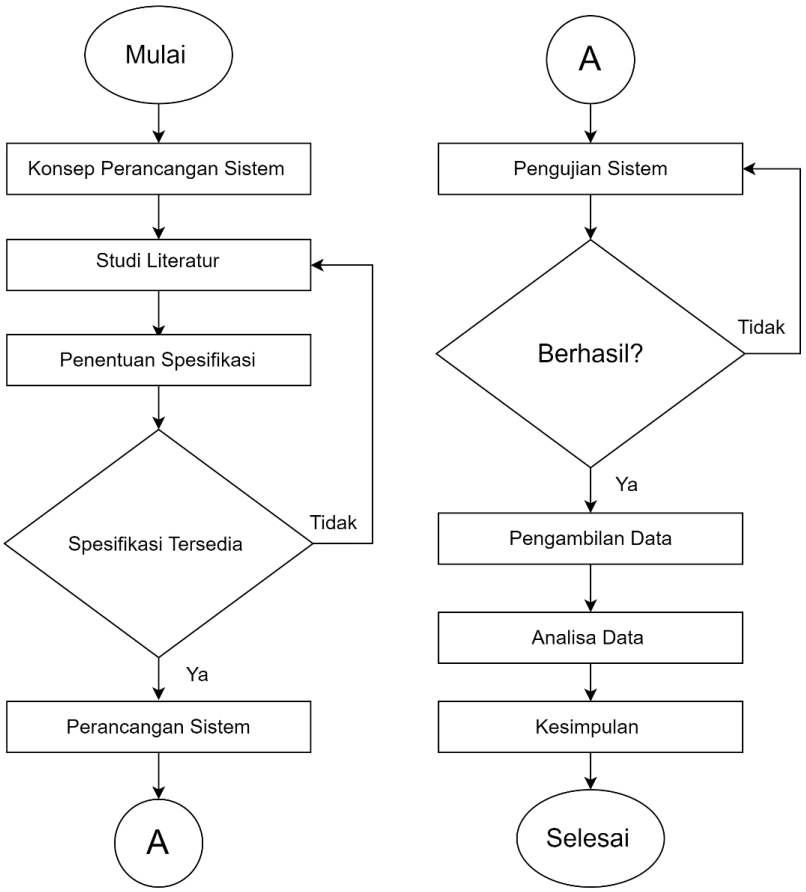
3.3 Spesifikasi alat

Adapun spesifikasi alat pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Laptop Laptop-Acer *Swift* 1 berfungsi untuk memprogram Arduino *UNO* melalui software Arduino IDE.
2. Arduino *UNO* digunakan sebagai pengendali utama untuk pemrosesan alat
3. LED HPL digunakan untuk menyinari telur
4. Sensor fotodiode digunakan untuk mengukur kualitas telur
5. Sensor *load cell* digunakan untuk mengukur berat telur
6. LCD (Liquid Crystal Display) digunakan untuk menampilkan data hasil pengukuran yang telah diproses arduino *UNO*
7. Konverter *load cell* HX711 digunakan untuk mengondisikan sinyal analog dari sensor *load cell* dan mengonversikannya menjadi sinyal digital
8. Motor servo SG90 digunakan untuk mengarahkan telur ke penampung yang sesuai

3.4 Prosedur Penelitian

Adapun prosedur yang akan dilakukan pada penelitian ini dijelaskan melalui diagram alir dengan tujuan untuk mempermudah penjelasan mengenai langkah-langkah yang akan dikerjakan pada penelitian ini.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

Berdasarkan pada Gambar 3.1 merupakan diagram alir penelitian dapat dijelaskan bahwa pada penelitian iniyang dimulai dengan mencari konsep atau ide dari sistem yang akan dirancang. Kemudian, masuk ke proses studi literatur yang dimana pada proses ini studi literatur sebagai bahan acuan yang berasal dari berbagai sumber seperti jurnal, buku, tugas akhir, internet dan sebagainya. Untuk penelitian yang telah pernah dilakukan sebelumnya, sehingga untuk mempelajari teori-teori yang berhubungan pada alat ini. Setelah itu, dilanjutkan dengan tahap menentukan spesifikasi sisem. Apabila spesifikasi sistem tersebut tidak tersedia, maka menuju ke proses studi literatur kembali. Selanjutnya, tahap perancangan alat dan sistem. Kemudian, setelah tahap proses perancangan alat dan sistem, maka dilakukan pengujian pada sistem, apabila telah berhasil maka selanjutnya dilakukan pengambilan data. Namun, apabila belum berhasil pengujian yang tidak sesuai dengan parameter yang diperlukan maka perlu dilakukan pengujian ulang pada

sistem tersebut. Setelah melakukan pengambilan data, dilanjutkan dengan melakukan analisi dari data yang telah diambil atau diamati. Selanjutnya, ketahap melakukan pembuatan laporan yang telah dinuat dengan benar ataupun sesuai.

3.5 Diagram Blok Penelitian

Alat ini akan bekerja pada saat adaptor yang diberikan tegangan sehingga LED HPL dan LCD akan menyala yang menandakan alat telah siap. Kemudian telur akan diletakan diantara LED HPL dan fotodiode, dimana sensor fotodiode akan membaca nilai Panjang pancaran sinar dari LED HPL yang telah melewati telur.

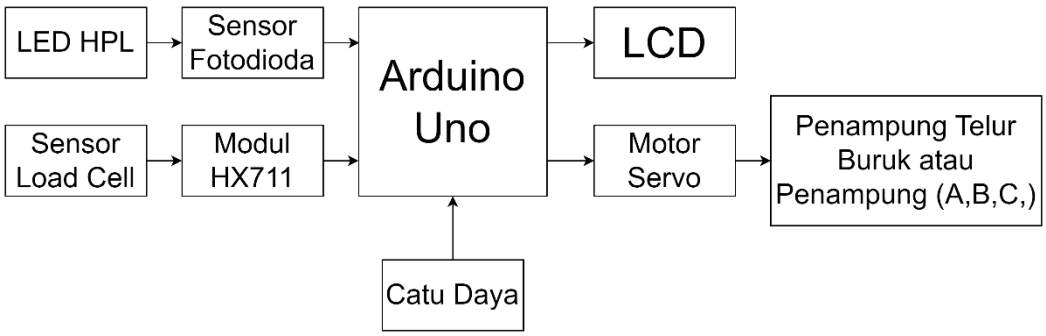
Keluaran dari panjang pancaran gelombang yang sudah diubah menjadi tegangan akan dibaca oleh Arduino kemudian hasilnya akan ditampilkan pada LCD apakah telur tersebut dalam kondisi baik atau buruk. Saat telur dalam kondisi baik sensor *load cell* akan bekerja.

Sensor *load cell* pada alat ini memiliki fungsi untuk membaca berat telur kemudian telur akan diarahkan servo pertama kemudian diteruskan menuju lintasan telur lalu servo dua, servo tiga dan empat yang akan bekerja sebagai penghalang telur agar dapat masuk ke dalam tiap penampung telur yang memiliki berbagai berat yang telah ditentukan.

Sinyal yang dibaca oleh sensor *load cell* berupa sinyal analog dan memiliki nilai resistansi yang kecil sehingga arduino *UNO* tidak dapat membaca sinyal yang diteruskan hanya melalui *load cell*, maka modul HX711 dibutuhkan untuk mengubah sinyal analog menjadi sinyal digital serta menguatkan sinyal tersebut sebelum diteruskan menuju arduino *UNO*.

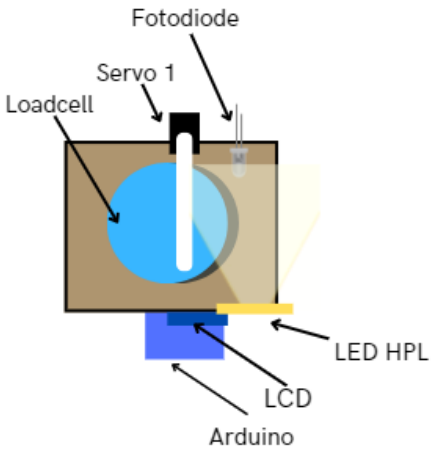
Setelah pemrosesan inti terjadi pada arduino *UNO*, keluaran berupa ukuran berat telur serta pengelompokan telur akan ditampilkan melalui LCD

kemudian motor servo akan mengarahkan telur untuk masuk ke jalur penampung tiap kelompok yang telah ditentukan. Seperti yang dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Diagram Blok Penelitian

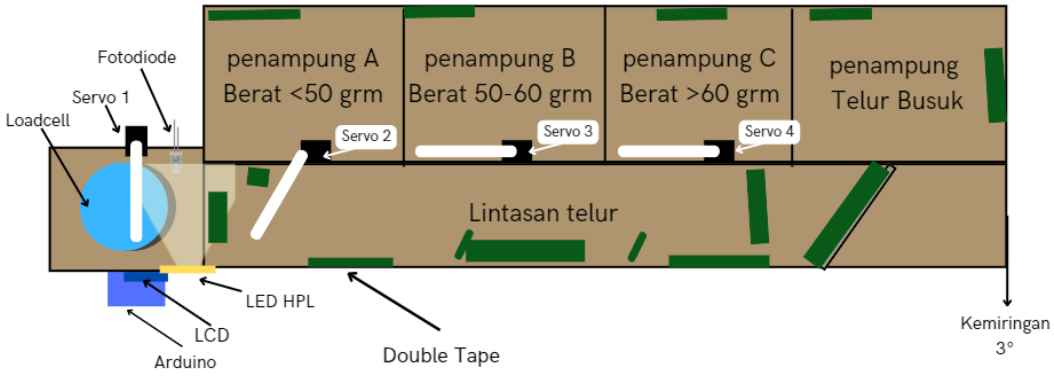
3.6 Perancangan Alat



Gambar 3.3 Rancangan Sistem Alat

Berdasarkan Gambar 3.3 merupakan rancangan sistem yang akan dibuat dimana LED HPL akan memancarkan cahaya yang diarahkan ke telur kemudian hasil pancaran cahaya dari telur akan diterima oleh fotodiode. Fotodiode akan membaca pancaran cahaya yang akan di proses oleh Arduino. Sensor *load cell* akan membaca berat telur dalam satuan gram.

Perancangan alat diawali dengan inisialisasi sistem dimana semua komponen yang digunakan pada perancangan ini diberi inisial untuk pengenalan terhadap program yang dibuat. Terdapat empat servo yang bekerja dimana servo pertama berfungsi untuk mengarahkan telur ke lintasan telur, servo dua berfungsi untuk mengarahkan telur yang terdeteksi berat < 50 gram ke penampung A, servo tiga berfungsi untuk mengarahkan telur yang terdeteksi berat 50-60 gram untuk ke penampung B, servo empat berfungsi untuk ukuran telur yang beratnya terdeteksi > 60 gram ke penampung C dan telur dengan kualitas buruk ke akan terus maju menuju penampung D.



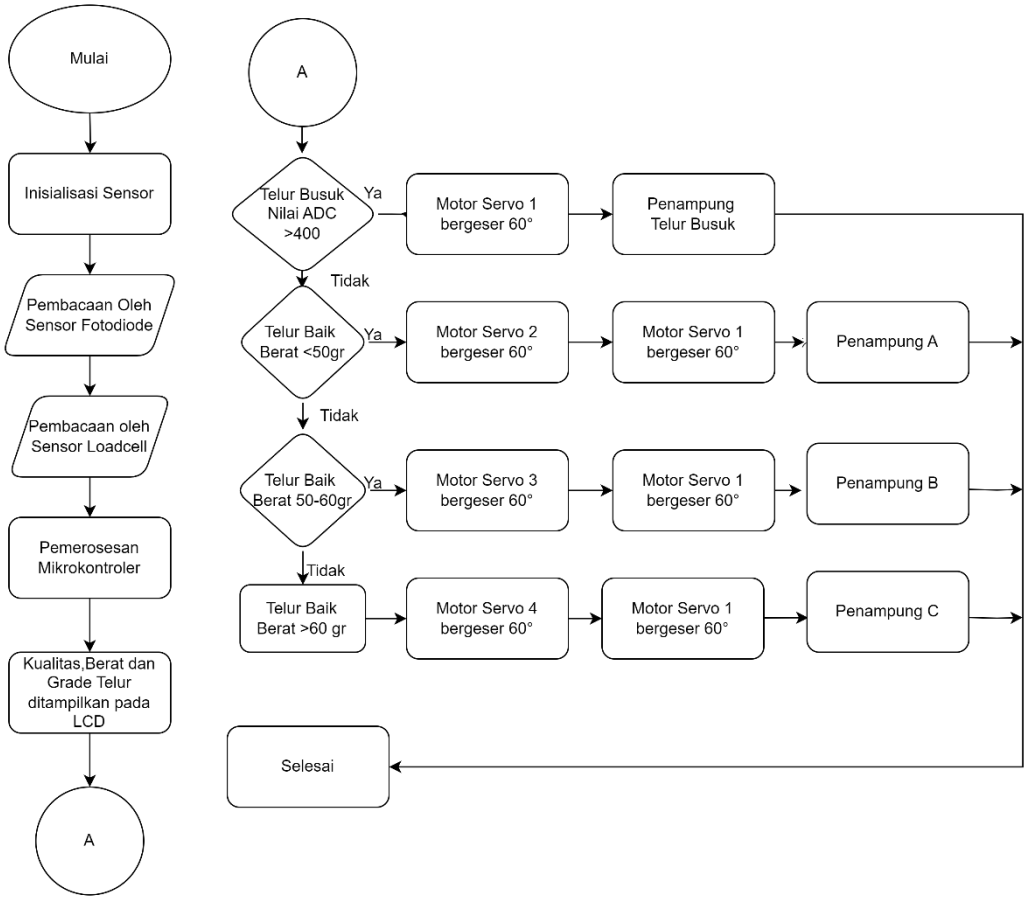
Gambar 3.4 Tampak Atas Rancangan Alat

Gambar 3.4 menunjukkan tampak atas rancangan alat yang akan dibuat pada penelitian ini. Pada perancangan alat ini LCD akan menampilkan kata-kata berupa "Letakan Telur" kemudian telur diletakkan diatas penampang *load cell*. Jika telur dalam kualitas baik dan terukur berat telur < 50 gram maka LCD yang semula menampilkan kata-kata berupa "Letakkan Telur" akan berubah menjadi informasi berat telur serta kategori telur A. Setelah 0,5 detik servo dua akan bergeser sebesar 60° dan 0,5 detik kemudian servo satu akan bergeser sebesar 60° untuk menggeser telur menuju lintasan telur kemudian telur akan menggelinding dan motor servo dua akan menghalang jalan telur dan telur akan terjatuh ke penampung B 0,5 detik kemudian Servo pertama akan kembali ke posisi awal disusul 2 detik kemudian servo dua juga kembali ke posisi awal.

Jika telur dalam kualitas baik dan terukur berat telur 50-60 gram maka LCD yang semula menampilkan kata-kata berupa “Letakkan Telur” akan berubah menjadi informasi berat telur serta kategori telur B. Setelah 0,5 servo tiga akan bergeser sebesar 60° dan 0,5 detik kemudian servo pertama akan bergeser sebesar 130° untuk menggeser telur menuju lintasan telur kemudian telur akan menggelinding dan motor servo tiga akan menghalang jalan telur dan telur akan terjatuh ke penampung B 0,5 detik kemudian Servo satu akan kembali ke posisi awal disusul 4 detik kemudian servo dua juga kembali ke posisi awal.

Jika telur dalam kualitas baik dan terukur berat >60 gram maka LCD yang semula menampilkan kata-kata berupa “Letakkan Telur” akan berubah menjadi informasi berat telur serta kategori telur C. Setelah 0,5 servo empat akan bergeser sebesar 60° dan 0,5 detik kemudian servo pertama akan bergeser sebesar 130° untuk menggeser telur menuju lintasan telur kemudian telur akan menggelinding dan motor servo empat akan menghalang jalan telur dan telur akan terjatuh ke penampung C 0,5 detik kemudian Servo satu akan kembali ke posisi awal disusul 6 detik kemudian servo dua juga kembali ke posisi awal.

Untuk pengelompokan telur berkualitas buruk hanya motor servo satu yang bekerja untuk mengarahkan telur ke lintasan telur dan diteruskan langsung ke penampung D. Seperti yang dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Diagram Alir Perancangan Alat

V. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian pada prototipe alat sortir telur berdasarkan kualitas dan beratnya dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Telah terancangnya alat sortir telur ayam berbasis Arduino menggunakan sensor fotodiode dan sensor *load cell* dengan empat servo untuk memilah kualitas telur dan berat telur lalu hasil pengukuran dan pengelompokan telur ditampilkan pada *Liquid Crystal Display* (LCD) berukuran 16X2 dan mendapatkan nilai akurasi sebesar 83,33%.%. Data ini didapatkan dengan melakukan percobaan terhadap 60 telur berbeda yang diuji satu persatu.
2. Dari percobaan yang telah dilakukan sensor *load cell* yang terdapat pada alat ini memiliki rata-rata nilai error sebesar 0,13% dan rata-rata nilai akurasi pengukuran sebesar 99,87%. Data ini didapatkan dengan melakukan pengujian terhadap 8 telur ayam dan tiap telur diukur sebanyak tiga kali.
3. Berdasarkan data hasil penelitian pada sensor fotodiode yang digunakan pada alat ini memperoleh nilai akurasi sebesar 90%. Data ini didapatkan dengan melakukan percobaan pada 30 telur ayam dimana terdapat 10 telur ayam dengan kualitas buruk dan 20 telur dengan kualitas baik. Tiap telur diuji sebanyak 3 kali.

5.2 Saran

Berdasarkan prototipe alat sortir telur ayam negeri berdasarkan kualitas dan berat yang telah dibuat terdapat beberapa saran perbaikan pada penelitian selanjutnya sebagai berikut :

1. Pada perancangan selanjutnya dapat menambahkan sistem yang dapat mengumpulkan dan merekam data berat serta pengelompokan telur yang telah disortir sehingga data tersebut dapat digunakan sewaktu waktu.
2. Pada perancangan selanjutnya dapat melakukan pengujian terhadap jenis telur lain yang memiliki berat dan ketebalan yang berbeda dengan telur ayam ras.
3. Pada perancangan selanjutnya dapat membuat sistem yang lebih efisien dalam mendeteksi kualiatas dan grade telur.

DAFTAR PUSTAKA

[1] I. Karimah, I. Yanti, and M. Pauzan, "Rancang bangun alat pendeteksi dan penyortir kualitas telur unggas berbasis arduino nano," *JIPI (Jurnal Ilm. Penelit. dan Pembelajaran Inform.*, vol. 8, no. 4, Hal. 1388–1399, 2023.

[2] SNI 01-3926:2008, "SNI 3926:2008 Telur Ayam Konsumsi," *Standar Nasional Indonesia*, 2008. http://blog.ub.ac.id/ cdrhprimasanti90/ files/2012/05/13586_SNI-3926_2008-Telur-Konsumsi.pdf.

[3] A. K. Nalendra, E. H. Candrapuspa, A. Komunitas, N. Putra, and S. Fajar, "Penerapan Logika Fuzzy Pada Alat Pendeteksi Kualitas Telur Berbasis Mikrokontroler Arduino," Generation Journal, vol. 7, no. 1, Hal. 8–13, 2023.

[4] I. M. A. Muliana, I. G. N. Sangka, and L. F. Wiranata, "Rancang Bangun Alat Penyortir Telur Berdasarkan Kualitas Telur Menggunakan Sensor Photo Dioda- Pendahuluan / Introduction Metode / Method," Hal. 1–8, 2022, [Online]. Available: http://repository.pnb.ac.id/id/eprint/3719.

[5] T. N. Sianturi, "Rancang Bangun Prototipe Sortir Telur Ayam Negeri Berdasarkan Berat Telur," *Univ. Lampung*, 2023.

[6] M. Aditya, A. Zukhruf, and T. Fatimah, "Prototype Sistem Otomatiasasi Perhitungan Dan Penyortiran Berat Pada Telur Ayam," *Semin. Nas. Mhs. Fak. Teknol. Inf. Jakarta-Indonesia*, no. September, Hal. 777–785, 2022.

[7] E. S. Utama and P. E, "Perancangan Alat Penyortir Telur Ayam Berbasis Arduino Menggunakan Sensor Ldr (Light Dependent Resistor) Dan Sensor Berat (Load Cell)," *J-Intech*, vol. 10, no. 2, Hal. 73–81, 2022, doi: 10.32664/j-intech.v10i2.764.

[8] Z. Wulandari and I. I. Arief, “Review: Tepung Telur Ayam: Nilai Gizi, Sifat Fungsional dan Manfaat,” *J. Ilmu Produksi dan Teknol. Has. Peternak.*, vol. 10, no. 2, Hal. 62–68, 2022, doi: 10.29244/jipthp.10.2.62-68.

[9] I. F. Aristianto, M. Ramdhani, and I. G. Prasetya Dwi Wibawa, “Rancang Bangun Sistem Sortir Telur Ayam,” *e-Prociding Eng.*, vol. 7, no. 2, Hal. 3017–3024, 2020, [Online]. Available: https://openlibrarypublications. telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/viewFile/13660/13398

[10] “Load cell,” *Encycl. Dict. Polym.*, Hal. 581–581, 2007, doi: 10.1007/978-0-387-30160-0_6885.

[11] AviaSemiconductor, “Datasheet - HX711,” *Sensores*, vol. 1, no. 1, Hal. 1–9, 2017, [Online]. Available: https://cdn.sparkfun.com/datasheets/ Sensors/ForceFlex/hx711_english.pdf.

[12] W. Electronics Inc, “AN-LD17: Photodiode Basics: Selection & Operation,” *Appl. Note*, no. 406, Hal. 1–4, 2020, [Online]. Available: www.teamWavelength.com.

[13] I. N. G. Suryadinatha, M. S. J. Dwipayana, M. K. Anam, K. A. Yasa, and I. B. I. Purnama, “Desain Smart High Power Led (HPL) untuk Kontrol Pencahayaan Aquascape Berbasis Internet Of Things,” *Resist. (Elektronika Kendali Telekomun. Tenaga List. Komputer)*, vol. 5, no. 1, Hal. 73, 2022, doi: 10.24853/resistor.5.1.73-80.

[14] M. Irfan, S. Retno Andani, and I. Gunawan, “BEES: Bulletin of Electrical and Electronics Engineering Pemilahan dan Pendeteksi Kualitas Telur Ayam Terbaik Berbasis Mikrokontroler Menggunakan Arduino Nano,” vol. 2, no. 1, Hal. 21–28, 2021.

[15] P. Cheung, “Servo Motor SG90,” *Micro Mot.*, vol. 1, no. 2, Hal. 180, 2018, [Online]. Available: http://www.ee.ic.ac.uk/pcheung/teaching/DE1_EE /stores/sg90_datasheet.pdf.

[16] I. Y. Basri, D. Novaliendry, and I. M. Tania, “Design and Development of Inductive Sensor Mini Trainer Based on Arduino,” *J. Teknol. Inf. dan Pendidik.*, vol. 15, no. 1, Hal. 38–49, 2022, doi: 10.24036/jtip.v15i1.561.

[17] M. Data and A. M. Ratings, “Lcd-020n004l Vishay 20 X 4 Character Lcd Standard Value Unit Electrical Characteristics Condition Unit Lcd-020n004l,” *Datasheet*, Hal 1–3, 2016.

[18] A. Yuliani, Y. Away, J. Tgk, S. Abdurrauf, and B. Aceh, “Prototipe Sistem Monitoring Dan Peringatan Dini Kondisi Tubuh Manusia Berdasarkan Suhu Dan Denyut Nadi Berbasis Mikrokontroler 328P,” *J. Komputer, Inf. Teknol. dan Elektro*, vol. 2, no. 4, Hal. 9–14, 2017.