

Alat Penyortir Telur Bebek Otomatis Berdasarkan Bobot

Wiwin Styorini^{1*}, Nisrina Nurul Anisah², Noptin Harpawi³, M. Suhairi⁴

^{1,2,4}Program Studi Teknik Elektronika Telekomunikasi, Jurusan Teknik Industri, Politeknik Caltex Riau

*E-mail : wiwin@pcr.ac.id

ABSTRAK

Pada umumnya penyortiran telur di UMKM produsen telur bebek dilakukan secara manual oleh manusia, sehingga membutuhkan tenaga kerja dan waktu yang lebih lama serta kurang efisien. Selain itu, kesalahan manusia dalam menentukan bobot telur juga dapat mempengaruhi akurasi dalam proses penyortiran. Dalam penelitian ini dibuat sebuah alat penyortir telur bebek otomatis berdasarkan bobot. Dengan alat ini diharapkan dapat memberikan solusi atas permasalahan yang ada. Alat yang telah dibuat menggunakan konveyor untuk membawa telur secara otomatis ke sensor *load cell* untuk ditimbang, dan motor servo sebagai pemilah telur berdasarkan bobot yang telah ditimbang oleh sensor *load cell*. Hasil telur yang disortir terbagi menjadi 3 klasifikasi bobot yaitu ringan, sedang, dan berat. Data bobot-bobot telur yang telah terukur akan masuk kedalam *microsoft excel* dengan bantuan *software PLX-DAQ*. Alat penyortir telur bebek otomatis ini membutuhkan waktu 8,73 detik per butir dengan keakurasian bobot 98,36%.

Kata Kunci : sortir telur, sensor *load cell*, *software PLX-DAQ*.

ABSTRACT

Egg sorting in small and medium-sized enterprises (UMKM) producing duck eggs is typically carried out manually by humans, necessitating more labor and time, and resulting in less efficiency. Additionally, human errors in determining egg weight can also affect the accuracy of the sorting process. In this research, an automatic duck egg sorting tool based on weight was developed. With this tool, it is hoped that this device will offer a solution to the existing issues. The created device employs a conveyor to automatically transport eggs to a load cell sensor for weighing, and a servo motor functions as an egg sorter based on the weight measured by the load cell sensor. The sorted eggs are categorized into three weight classifications: light, medium, and heavy. The weight data of the eggs that have been measured will be inputted into Microsoft Excel with the PLX-DAQ software. This automatic duck egg sorting

device requires 8.73 seconds per egg with a weight accuracy of 98.36%.

Keywords: egg sorter, load cell sensor, PLX-DAQ software.

1. PENDAHULUAN

Penyortiran telur secara manual merupakan proses yang memakan banyak tenaga kerja dan waktu, serta rentan terhadap kesalahan manusia yang dapat memengaruhi kualitas produksi industri. Solusinya adalah penggunaan timbangan, terutama timbangan digital dengan *Load Cell* dengan akurasi yang lebih baik dan kemudahan dalam proses pengukuran berat telur [1].

Meskipun Indonesia merupakan produsen telur bebek yang signifikan, UMKM di daerah seperti Kabupaten Bengkalis masih menghadapi tantangan dalam penyortiran telur bebek secara manual. Dalam UMKM tersebut, penyortiran 900 butir telur bebek setiap harinya membutuhkan waktu sekitar satu setengah jam. Untuk mengatasi tantangan tersebut, dirancang sebuah alat penyortir telur bebek otomatis berdasarkan bobot dengan menggunakan sensor *load cell*. Dengan sistem ini, telur bebek dapat diklasifikasikan ke dalam tiga kelompok berat yang sesuai dengan standar SNI yaitu ringan, sedang, dan berat.

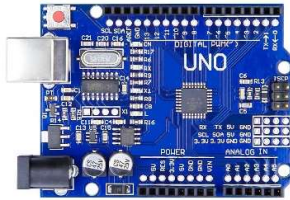
Klasifikasi ringan yaitu telur dengan bobot dibawah 50 gram, klasifikasi sedang dengan bobot telur di antara 50 gram hingga 60 gram, dan klasifikasi berat dengan bobot telur diatas 60 gram yang memungkinkan proses penyortiran yang lebih akurat dan efisien [2]. Alat ini menggerakkan telur melalui konveyor dan memandu mereka ke tempat yang sesuai berdasarkan bobotnya dengan bantuan motor servo setelah ditimbang oleh sensor *load cell*, membantu UMKM meningkatkan produktivitas dan kualitas. Alat ini bertujuan untuk dapat menyortir telur bebek otomatis dengan mengurangi kesalahan manusia (*human error*) dan meningkatkan efisiensi waktu.

2. METODE RISET

2.1 Dasar Teori

2.1.1 Arduino Uno

Gambar 1 adalah arduino merupakan perangkat kontrol yang dapat diisi dengan program sebagai perintah untuk menjalankan atau mengontrol plan yang terkoneksi. Pada papan arduino memiliki beberapa pin yang meliputi untuk koneksi *power supply*, *input output* (I/O), USB port serta masih banyak lagi fitur yang dimilikinya [3].



Gambar 1. Arduino Uno

2.1.2 Sensor Load Cell

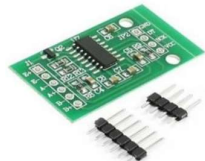
Gambar 2 Sensor *load cell* merupakan transduser yang bekerja sebagai konversi dari berat benda menjadi elektrik. *Load cell* merupakan sensor yang dirancang untuk mendeteksi tekanan atau berat sebuah beban, sensor *load cell* umumnya digunakan sebagai komponen utama pada sistem timbangan digital, pengukuran yang dilakukan oleh *load cell* menggunakan prinsip tekanan [3].



Gambar 2. Sensor Load Cell

2.1.3 Modul HX711

Gambar 3 adalah Modul *HX711* merupakan modul amplifier yang biasa digunakan dalam rangkaian timbangan digital sebagai modul konversi sinyal analog ke digital pada *load cell*. Prinsip kerja dari modul *HX711* ini yaitu sebagai penguat tegangan pada *load cell* saat *load cell* bekerja [4].



Gambar 3. Modul HX711

2.1.4 Motor Servo

Gambar 4 adalah Motor servo yang 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 [3].



Gambar 4. Motor Servo

2.1.5 Relay

Gambar 5 adalah *Relay* yaitu sebuah saklar yang dikendalikan oleh arus. *Relay* dibutuhkan dalam rangkaian elektronika sebagai eksekutor sekaligus *interface* antara beban dan sistem kendali elektronik yang berbeda sistem *power supply*-nya. Secara fisik antara saklar atau kontaktor dengan elektromagnet *relay* terpisah sehingga antara beban dan sistem kontrol terpisah [5].



Gambar 5. Relay

2.1.6 Konveyor

Gambar 6 adalah Konveyor merupakan *mechanical hardware* yang berfungsi sebagai perangkat transportasi dari muatan yang bekerja secara sistematis, efisien dan efektif untuk menghantarkan material dari suatu lokasi ke lokasi lainnya yang dituju. Sistem *conveyor* ini umumnya banyak digunakan di beberapa industri termasuk di bidang pertanian, pengemasan, otomotif dan pengolahan makanan. Beberapa individu bahkan menggunakannya sebagai sarana penting dalam area operasi seperti seperti transportasi, akumulasi dan penyortiran [6].



Gambar 6. Konveyor

2.1.7 Software PLX-DAQ

Gambar 7 adalah *Software* PLX-DAQ digunakan sebagai *interface* antara mikrokontroller dengan

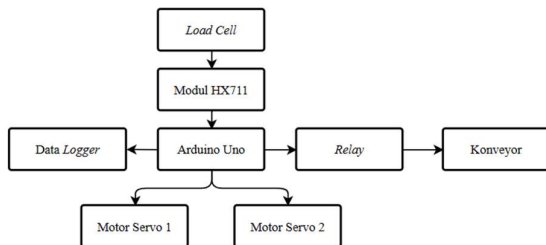
Microsoft Excel untuk menulis pada excel dengan cepat. Program akuisisi ini dapat membaca parameter eksperimental karakteristik pada arduino dan dapat menghasilkan *output* yang memadai tanpa mengkompilasi ulang seluruh kode program. *Software* PLX-DAQ terdiri atas *control*, posisi *port* dari arduino yang digunakan dan *Baud* COM port *serial* yang digunakan oleh arduino [7].



Gambar 7. Software PLX-DAQ

2.2 Blok Diagram

Gambar 8 adalah Blok diagram sistem digunakan untuk mengetahui dengan mudah alur kerja alat yang akan digunakan.



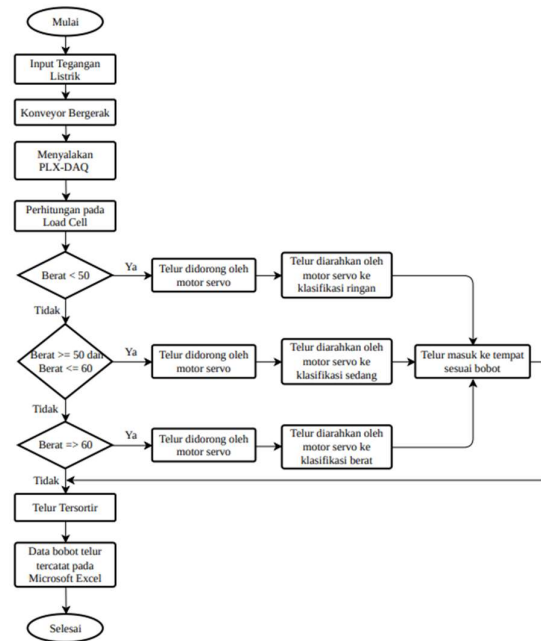
Gambar 8. Blok Diagram

Arduino Uno berfungsi sebagai mikrokontroler yang akan memberikan perintah kepada komponen lainnya. Sensor *load cell* merupakan komponen yang akan menimbang dan memberikan data bobot telur yang diukur dengan bantuan modul HX711 untuk dapat mengirimkan data bobot telur ke Arduino. *Relay* berfungsi sebagai perantara antara arduino dengan konveyor untuk dapat memberi perintah ke konveyor agar bergerak sesuai kebutuhan. Motor servo 1 akan mendorong telur ke arah klasifikasi bobot dan motor servo 2 akan mengarahkan ke tempat sesuai bobot yang telah terukur sebelumnya dan data bobot berat telur akan tersimpan pada microsoft excel tanpa koneksi internet dengan bantuan *software* PLX-DAQ.

2.3 Diagram Alir

Diagram alir merupakan flowchart sistem kerja alat saat bekerja. Terlihat pada Gambar 9 alat diberikan tegangan untuk memulai operasinya. Saat tegangan diberikan, konveyor akan bergerak dan telur siap diletakkan di atasnya, kemudian jatuh ke *load cell* untuk ditimbang beratnya. Berat telur akan diklasifikasikan berdasarkan standar SNI menjadi tiga *grade*: *Grade A*

untuk telur kurang dari 50 gram, *Grade B* untuk telur 50-60 gram, dan *Grade C* untuk telur di atas 60 gram. Telur akan didorong oleh motor servo sesuai dengan klasifikasinya, dan data bobot telur yang disortir akan direkam menggunakan *software* PLX-DAQ pada Microsoft Excel. Dengan selesainya proses ini, penyortiran telur selesai dilaksanakan.



Gambar 9. Diagram Alir

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dilakukan dengan menguji satu per satu alat yang digunakan secara bergantian, sebelumnya melakukan kalibrasi pada sensor *load cell* agar dapat mengukur bobot telur bebek dengan benar. Pada pengujian konveyor akan dilihat apakah konveyor dapat bekerja dengan baik dengan melihat berhenti dan berjalan sesuai perkiraan kapan telur bebek akan ditimbang oleh sensor *load cell* dan sudah siap disortir oleh motor servo. Pada pengujian akurasi sensor *load cell* dilakukan, sensor *load cell* sudah kalibrasi sebelumnya agar bobot telur yang terukur sudah sesuai bobot aslinya. Alat pembanding yang digunakan alat timbangan digital yang dapat menghasilkan data yang konsisten dan dapat diukur secara tepat. Pada pengujian motor servo akan melihat bagaimana gerak motor servo untuk mendorong dan memilah telur bebek yang telah sesuai dengan perancangan sebelumnya. Pada pengujian penggunaan *software* PLX-DAQ akan melihat bagaimana *software* ini akan mengirimkan data bobot-bobot telur bebek yang telah disortir untuk masuk ke Microsoft Excel.

3.1 Hasil Perancangan

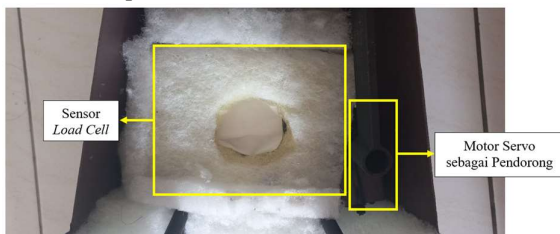
Hasil perancangan alat penyortir telur bebek otomatis berdasarkan bobot terlihat pada Gambar 10, Gambar 11,

Gambar 12, dan secara keseluruhan terdapat pada Gambar 13 dan Gambar 14. Pada Gambar 10 terlihat hasil perancangan pada motor servo sebagai pemilah yang akan membantu mengarahkan telur ke klasifikasi yang telah diatur pada perintah arduino.



Gambar 10. Motor Servo sebagai Pemilah

Pada Gambar 11 terlihat terdapat sensor *load cell* yang akan menimbang bobot telur dan motor servo sebagai pendorong yang akan mendorong telur ke arah motor servo pemilah.



Gambar 11. Motor Servo sebagai Pendorong dan Sensor Load Cell

Pada Gambar 12 terlihat konveyor yang bergerak untuk membawa telur hingga sampai ke sensor *load cell* yang akan menimbang bobot telur.



Gambar 12. Konveyor

Secara keseluruhan alat akan tampak pada Gambar 13 dan Gambar 14. Pada Gambar 13 akan terlihat alat dari tampak samping dan pada Gambar 14 alat dari tampak depan.

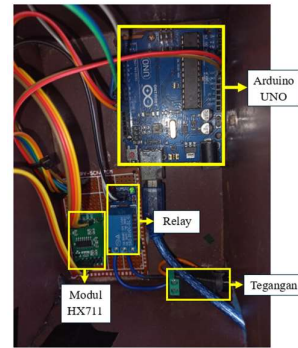


Gambar 13. Alat Tampak Samping



Gambar 14. Alat Tampak Depan

Pada Gambar 15 terlihat isi dari panel *box* yang berisi komponen-komponen seperti Arduino UNO, *relay*, dan modul HX711.



Gambar 15. Rangkaian pada Panel Box

3.2 Pengujian Sensor Load Cell

Pengujian ini akan dilakukan dengan melihat apakah sensor ini akan bekerja dengan baik. Berikut adalah salah satu telur yang ditimbang menggunakan sensor load cell yang terlihat pada Gambar 16.



Gambar 16. Timbangan Digital

DATA, Telur 12, 66.446 gram, Berat

Gambar 17. Data Bobot Telur Menggunakan Sensor Load Cell

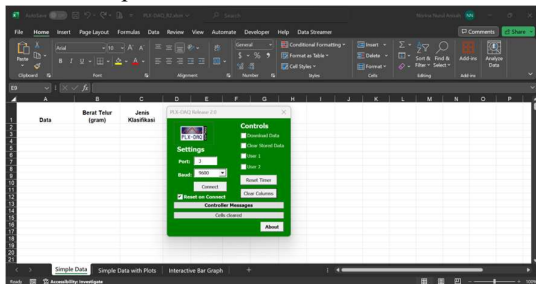
Terlihat pada Gambar 17 sensor *load cell* data bobot telur yang dihasilkan adalah 66,446 gram dan dilakukan perbandingan dengan timbangan digital yang terlihat pada Gambar 15 adalah telur yang sama dengan menghasilkan nilai 66 gram. Nilai selisih yang dihasilkan adalah 0,446 gram. Hal ini bisa disebabkan oleh timbangan digital yang tidak memiliki nilai keakuratan sehingga tidak dapat menimbang dengan akurat.

3.3 Pengujian Konveyor dan Motor Servo

Pada pengujian motor servo ini melihat sudut yang digunakan untuk mendorong telur agar terjatuh ke motor servo pemilah dan sudut untuk motor servo pemilah dengan 3 klasifikasi sesuai bobot standar SNI yaitu ringan, sedang, dan berat. Pada motor servo yang berfungsi sebagai pendorong dibuat 90° pada perintah agar dapat mendorong telur dengan baik. Saat *load cell* mendeteksi telur yang memiliki bobot dibawah 50 gram maka servo pemilah akan mengarahkan ke klasifikasi ringan dengan sudut 60°. Saat *load cell* mendeteksi telur di antara 50 gram hingga 60 gram maka servo akan tetap berada di posisi tengah atau mengarahkan telur ke klasifikasi sedang dengan sudut 94° dan saat *load cell* mendeteksi bahwa telur memiliki bobot diatas 60 gram maka motor servo akan mengarahkan ke klasifikasi berat dengan sudut 120°.

3.4 Pengujian Pengiriman Data Secara Offline

Pada pengujian pengiriman data secara *offline* ini menggunakan *software* PLX-DAQ ini melihat data-data yang tersimpan dalam microsoft excel. Saat *software* ini sudah selesai diunduh maka *software* ini akan memberikan microsoft excel tersendiri yang dimana sudah terdapat *software* PLX-DA di dalam microsoft excel terlihat pada Gambar 18.



Gambar 18. Tampilan Microsoft Excel dengan *Software* PLX-DAQ

Hasil pengukuran bobot telur akan tercatat dalam microsoft excel dengan bantuan *software* PLX-DAQ. Data akan terlihat seperti Gambar 19.

Data	Berat Telur (gram)	Jenis Klasifikasi
Telur 1	64.252 gram	Berat
Telur 2	60.512 gram	Berat
Telur 3	56.582 gram	Sedang
Telur 4	62.286 gram	Berat
Telur 5	66.749 gram	Berat
Telur 6	60.797 gram	Berat
Telur 7	65.239 gram	Berat
Telur 8	58.524 gram	Sedang
Telur 9	57.045 gram	Sedang
Telur 10	0 gram	Tidak ada Telur
Telur 11	0 gram	Tidak ada Telur
Telur 12	0 gram	Tidak ada Telur
Telur 13	62.605 gram	Berat
Telur 14	65.572 gram	Berat
Telur 15	57.793 gram	Sedang
Telur 16	69.873 gram	Berat
Telur 17	55.256 gram	Sedang
Telur 18	60.651 gram	Berat

Gambar 19. Data Telur pada *Software* PLX-DAQ

3.5 Pengujian Pengiriman Data Secara Online

Pada pengujian pengiriman data secara *online* ini dilakukan dengan penggunaan *spreadsheet* dengan bantuan mikrokontroller tambahan yaitu ESP32 yang menghubungkan komponen dengan *spreadsheet* khususnya sensor *load cell* yang akan memberikan data bobot telur ke *spreadsheet*. Penggunaan data *logger* secara *online* juga membuat data terkirim lebih cepat tanpa memerlukan *delay* yang lama seperti penggunaan *software* PLX-DAQ. Terlihat pada Gambar 20 data bobot telur yang tercatat dalam *spreadsheet* sebagai berikut.

Data Log			
File	Edit	View	Insert
Format	Data	Tools	Extensi
100%	Rp	%	0.00 123
17			
	A	B	C
1	Data	Berat	Jenis Klasifikasi
2	1	0.00	Nihil
3	2	67.85	Berat
4	3	70.70	Berat
5	4	61.01	Berat
6	5	55.15	Sedang
7	6	65.24	Berat
8			

Gambar 20. Data Bobot Telur Pada *Spreadsheet*

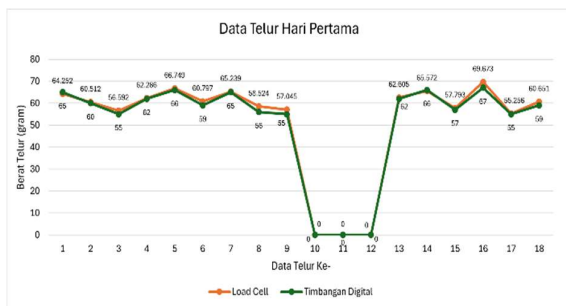
Untuk pengiriman data secara *online* ini membutuhkan 2 macam perintah yang diatur pada Arduino IDE yang akan dikirim ke ESP32 dan diatur pada *Apps Script* pada *Google Spreadsheet*-nya langsung agar dapat menerima data dari ESP32 secara *realtime*.

3.6 Pengujian Alat Penyortir Telur Bebek Otomatis Berdasarkan Bobot dan Analisa

TABEL 1.
DATA TELUR PERTAMA

DataT elur Ke-	Load Cell		Timbangan Digital		Seli sih	Nil ai Err or (%)	Nilai Akur asi (%)
	Ber at Tel ur (gra m)	Jenis Klasifi kasi	Ber at Tel ur (gra m)	Jenis Klasifi kasi			
1	64,2 52	Berat	65	Berat	0,74 8	1,1 5	98,8 5
2	60,5 12	Berat	60	Sedang	0,51 2	0,8 5	99,1 5
3	56,5 92	Sedang	55	Sedang	1,59 2	2,8 9	97,1 1
4	62,2 86	Berat	62	Berat	0,28 6	0,4 6	99,5 4
5	66,7 49	Berat	66	Berat	0,74 9	1,1 3	98,8 7
6	60,7 97	Berat	59	Sedang	1,79 7	3,2 0	96,8 0
7	65,2 39	Berat	65	Berat	0,23 9	0,3 6	99,6 4
8	58,5 24	Sedang	56	Sedang	2,52 4	4,5 0	95,5 0
9	57,0 45	Sedang	55	Sedang	2,04 5	3,7 1	96,2 9
10	0	Tidak ada Telur	-	-	-	-	-

Data Telur Ke-	Load Cell		Timbangan Digital		Selisih	Nilai Error (%)	Nilai Akurasi (%)
	Berat Telur (gram)	Jenis Klasifikasi	Berat Telur (gram)	Jenis Klasifikasi			
11	0	Tidak ada Telur	-	-	-	-	-
12	0	Tidak ada Telur	-	-	-	-	-
13	62,605	Berat	62	Berat	0,605	0,97	99,03
14	65,572	Berat	66	Berat	0,428	0,65	99,35
15	57,793	Sedang	57	Sedang	0,793	1,37	98,63
16	69,673	Berat	67	Berat	2,673	3,90	96,10
17	55,256	Sedang	55	Sedang	0,256	0,46	99,54
18	60,651	Berat	59	Sedang	1,651	2,70	97,30



Gambar 21. Grafik Perbandingan Berat Telur Hari Pertama

Rumus nilai error menggunakan rumus :

$$\begin{aligned} \text{Nilai Error} &= \left| \frac{\text{Nilai selisih}}{\text{Nilai timbangan digital}} \right| \times 100\% \\ &= \left| \frac{0,748}{65} \right| \times 100\% \\ &= 0,01150 \times 100\% \\ &= 1,15\% \end{aligned}$$

Rumus nilai akurasi menggunakan rumus :

$$\begin{aligned} \text{Nilai Akurasi} &= 100\% - \text{Nilai Error} \\ &= 100\% - 1,15\% \\ &= 98,85\% \end{aligned}$$

Pada tabel 1 dan Gambar 21 terlihat terdapat 6 buah telur yang memiliki selisih antara nilai *load cell* dengan nilai timbangan digital diatas 1,000 gram yaitu telur ke-3, 6, 8, 9, 16, dan 18 dan nilai error yang didapatkan juga cukup tinggi. Hal ini disebabkan oleh vibrasi konveyor yang mempengaruhi sensitivitas *load cell* yang langsung menyatu dengan kerangka. Penyebab kedua bisa saja disebabkan oleh timbangan digital tidak memiliki nilai keakurasian bahkan 0,1 gram. Contohnya seperti percobaan pada telur ke-4 nilai yang terhitung saat menggunakan *load cell* adalah 62,286 gram dan saat

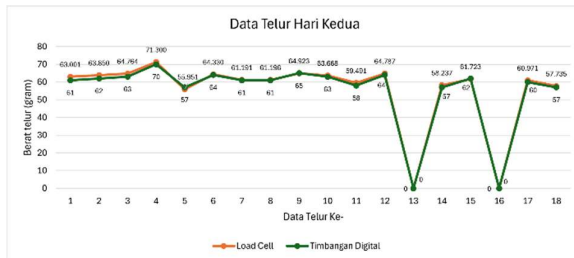
menggunakan timbangan digital nilai yang didapatkan adalah 62 gram. Dengan tidak adanya nilai akurasi pada timbangan digital membuatnya pasti terjadinya error walaupun kecil yaitu dibawah 1,000 gram. Terdapat 3 buah telur yang seharusnya masuk klasifikasi sedang menjadi klasifikasi berat seperti telur ke-2, 6, dan 18 yang artinya sebanyak 16,67% telur 3 dari 18 butir telur mengalami kegagalan dalam pengklasifikasian bobot telur.

Pada percobaan telur ke-10 hingga 12 terdapat nilai 0 (nol), hal ini disebabkan oleh telur yang lolos yang tidak dapat tertahan di posisi penyangga *load cell* membuat telur meluncur bebas ke bawah. Pengujian untuk sensor *load cell* ini sudah dapat bekerja dengan cukup baik walaupun masih terdapat error yang cukup tinggi dengan persentase 66,67% atau sekitar 12 dari 18 pengujian ini sudah berhasil dilakukan dengan baik dan rata-rata nilai keakurasian mencapai 98,10%. Pada UMKM produsen telur bebek ini tidak terdapat telur dengan klasifikasi ringan karena saat proses penyortiran yang dilakukan di UMKM, bobot telur yang ditemui paling kecil adalah diatas 50 gram.

TABEL 2.
DATA TELUR KEDUA

Data Telur Ke-	Load Cell		Timbangan Digital		Selisih	Nilai Error (%)	Nilai Akurasi (%)
	Berat Telur (gram)	Jenis Klasifikasi	Berat Telur (gram)	Jenis Klasifikasi			
1	63,001	Berat	61	Berat	2,001	3,28	96,72
2	63,850	Berat	62	Berat	1,850	2,98	97,02
3	64,764	Berat	63	Berat	1,764	2,80	97,20
4	71,300	Berat	70	Berat	1,300	1,86	98,14
5	55,951	Sedang	57	Sedang	1,049	1,84	98,16
6	64,330	Berat	64	Berat	0,330	0,52	99,48
7	61,191	Berat	61	Berat	0,191	0,31	99,69
8	61,196	Berat	61	Berat	0,196	0,32	99,68
9	64,923	Berat	65	Berat	0,077	0,12	99,88
10	63,668	Berat	63	Berat	0,668	1,06	98,94
11	59,491	Sedang	58	Sedang	1,491	2,57	97,43
12	64,787	Berat	64	Berat	0,787	1,23	98,77
13	0	Tidak ada Telur	-	-	-	-	-
14	58,237	Sedang	57	Sedang	1,237	2,17	97,83
15	61,723	Berat	62	Berat	0,277	0,44	99,56

Data Telur Ke-	Load Cell		Timbangan Digital		Selisih	Nilai Error (%)	Nilai Akurasi (%)
	Berat Telur (gram)	Jenis Klasifikasi	Berat Telur (gram)	Jenis Klasifikasi			
16	0	Tidak ada Telur	-	-	-	-	-
17	60,971	Berat	60	Berat	0,971	1,62	98,38
18	57,735	Sedang	57	Sedang	0,735	1,29	98,71



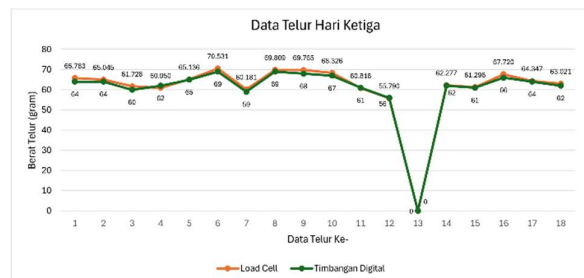
Gambar 22. Grafik Perbandingan Berat Telur Hari Kedua

Pada data Tabel 2 dan Gambar 22 memiliki perbedaan nilai antara nilai timbangan digital dengan nilai load cell yang cukup tinggi sehingga menghasilkan error yang cukup tinggi juga. Hanya 9 dari 18 butir telur yang memiliki selisih dibawah 1,000 gram sehingga menghasilkan nilai error yang tidak begitu jauh. Terdapat 7 dari 18 butir memiliki selisih yang cukup besar yaitu diatas 1,000 gram sehingga menghasilkan error yang cukup jauh yaitu sekitar 2,17% hingga 3,28%. Pada pengambilan data hari ke-2 ini tidak terdapat kesalahan dalam pengklasifikasian bobot telur. Sehingga pada percobaan dapat disimpulkan bahwa data bobot telur memiliki error yang cukup banyak daripada error pada ditabel 2, dan pengklasifikasian bobot telur pada hari kedua sesuai dengan klasifikasi bobot telur yang sebenarnya dan rata-rata nilai akurasi pada hari kedua adalah 98,47%. Pada saat table 1 dan 2 tidak terdapat telur dengan klasifikasi ringan.

TABEL 2.
DATA TELUR KETIGA

Data Telur Ke-	Load Cell		Timbangan Digital		Selisih	Nilai Error (%)	Nilai Akurasi (%)
	Berat Telur (gram)	Jenis Klasifikasi	Berat Telur (gram)	Jenis Klasifikasi			
1	65,783	Berat	64	Berat	1,783	2,79	97,21
2	65,045	Berat	64	Berat	1,045	1,63	98,37

Data Telur Ke-	Load Cell		Timbangan Digital		Selisih	Nilai Error (%)	Nilai Akurasi (%)
	Berat Telur (gram)	Jenis Klasifikasi	Berat Telur (gram)	Jenis Klasifikasi			
3	61,728	Berat	60	Berat	1,728	2,88	97,12
4	60,950	Berat	62	Berat	1,050	1,69	98,31
5	65,136	Berat	65	Berat	0,136	0,21	99,79
6	70,531	Berat	69	Berat	1,531	2,22	97,78
7	60,181	Berat	59	Sedang	1,181	2,00	98,00
8	69,809	Berat	69	Berat	0,809	1,17	98,83
9	69,765	Berat	68	Berat	1,765	2,60	97,40
10	68,326	Berat	67	Berat	1,326	1,98	98,02
11	60,816	Berat	61	Berat	0,194	0,32	99,68
12	55,790	Sedang	56	Sedang	0,210	0,38	99,62
13	0	Tidak ada Telur	-	-	-	-	-
14	62,277	Berat	62	Berat	0,277	0,45	99,55
15	61,296	Berat	61	Berat	0,296	0,49	99,51
16	67,720	Berat	66	Berat	1,720	2,61	97,39
17	64,347	Berat	64	Berat	0,347	0,54	99,46
18	63,021	Berat	62	Berat	1,021	1,65	98,35



Gambar 23. Grafik Perbandingan Berat Telur Hari Ketiga

Pada Tabel 3 dan Gambar 23 terdapat 7 butir telur yang memiliki selisih dibawah 1,000 gram, akan tetapi nilai selisih yang dihasilkan tidak terlalu jauh sehingga menghasilkan nilai error yang tidak begitu besar daripada sebelumnya. Rata-rata nilai akurasi yang didapatkan pada percobaan ini tidak jauh berbeda daripada pengambilan data sebelumnya yaitu 98,49%. Sama halnya dengan pengambilan data di tabel 1 dan 2, di tabel 3 juga tidak terdapat telur dengan klasifikasi ringan.

Efisiensi waktu diuji pada 1 papan telur yang disortir menggunakan alat dan penyortiran dilakukan secara manual. Pada saat penyortiran menggunakan alat dibutuhkan waktu kurang lebih 4 menit 22 detik atau

sekitar 8,73 detik per butir telurnya dan saat penyortiran telur dilakukan secara manual dibutuhkan waktu kurang lebih 3 menit 3 detik yang memiliki selisih kurang lebih 79 detik atau 1 menit 19 detik lebih lambat menggunakan alat. Sehingga alat ini dari segi efisiensi waktu masih perlu untuk dikembangkan, tetapi dari segi akurasi bobot alat penyortir ini memiliki akurasi 98,36% dan sudah sangat bagus.

4. Penutup

Setelah semua proses pembuatan serta pengujian dan pengambilan data dilakukan maka kesimpulan dari penelitian ini adalah:

1. Nilai keakurasian sensor *load cell* mampu membaca bobot telur dengan rata-rata 98,36% dan tidak terdapat klasifikasi ringan sesuai standar SNI.
2. Proses penyortiran membutuhkan waktu kurang lebih 8,73 detik per butir menggunakan alat dan kurang efisien karena 79 detik lebih lambat daripada secara manual.
3. Motor servo mampu bekerja dengan baik untuk mengarahkan telur sesuai klasifikasi dan mendorong telur dengan benar.
4. *Software* PLX-DAQ sama dengan *serial monitor* pada Arduino IDE dan lebih lambat menerima data bobot telur daripada *serial monitor*.
5. Penggunaan *spreadsheet* lebih cepat dalam proses penerimaan data dibandingkan dengan penggunaan *software* PLX-DAQ.

REFERENSI

- [1] Thakkar, P. K. H. (2013). Performance Evaluation of Strain Gauge Based Load Cell to Improve Weighing Accuracy. *International Journal of Latest Trends in Engineering and Technology (IJLTET) Performance*, 2(1), 103–107.
- [2] Distya, Y. D., Ludfi, Z., Sari, D., Cahya, B., & Putra, E. (2019). “EGG-GRADING” Mesin Klasifikasi Telur Ayam (Berat Telur dan Telur Rusak) Otomatis Berbasis Microcontroller. Prosiding Nasional Rekayasa Teknologi Industri Dan Informasi XIV Tahun 2019 (ReTII), 2019(November), 380–385.
- [3] Muslimin, Wahidah, M. L. (2022). Desain Sistem Pembersih Cangkang Dan Pemilah Telur Ayam Berbasis Arduino. *JEAT: Journal of Electrical and Automation* ..., 1(2), 80–87. <https://journal.atim.ac.id/index.php/jeat/article/view/404%0Ahttps://journal.atim.ac.id/index.php/jeat/article/download/404/311>
- [4] Wahyudi, Abdur Rahman, & Muhammad Nawawi. (2017). Perbandingan Nilai Ukur Sensor Load Cell pada Alat Penyortir Buah Otomatis terhadap Timbangan Manual. *Jurnal ELKOMIKA*, 5(2), 207–220.
- [5] Alexander, D., & Turang, O. (2015). Pengembangan Sistem Relay Pengendalian Dan Penghematan Pemakaian Lampu. *Seminar Nasional Informatika, 2015*(November), 75–85.
- [6] Ian Hardianto Siahaan, Ninuk Jonoaji, A., & Chandra. (n.d.). *Pemanfaatan Roller dan Belt Conveyor pada Pembuatan Prototipe Mesin untuk Proses Sortasi Telur*. <https://garuda.kemdikbud.go.id/documents/detail/3148212>
- [7] Fachri, M. R., Sara, I. D., & Away, Y. (2015). Pemantauan Parameter Panel Surya Berbasis Arduino secara Real Time. *Jurnal Rekayasa ElektriKa*, 11(4), 123. <https://doi.org/10.17529/jre.v11i3.2356>
- [8] Utama, E. S., & E, P. (2022). Perancangan Alat Penyortir Telur Ayam Berbasis Arduino Menggunakan Sensor Ldr (Light Dependent Resistor) Dan Sensor Berat (Load Cell). *J-Intech*, 10(2), 73–81. <https://doi.org/10.32664/j-intech.v10i2.764>
- [9] Lestariningsih, D., Pranjoto, H., Agustine, L., Werdani, Y. D. W., & Teja, B. (2021). Aplikasi Load Cell Untuk Sistem Monitoring Volume Cairan Infus. *Jurnal Penelitian Saintek*, 26(2), 165–177. <https://doi.org/10.21831/jps.v26i1.34441>
- [10] Agus Wibowo, & Lawrence Adi Supriyono. (2019). Analisis Pemakaian Sensor Loadcell Dalam Perhitungan Berat Benda Padat Dan Cair Berbasis Microcontroller. *Elkom : Jurnal Elektronika Dan Komputer*, 12(1), 1–5. <https://doi.org/10.51903/elkom.v12i1.102>
- [11] Sibrani, D. (2019). Pengisian Otomatis Menggunakan Load Cell Untuk Beberapa Jenis Ukuran Botol Berbasis Scada. Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar, 10(1), 175–185.
- [12] Andri. (2022). *Rancang Bangun Alat Pemilah Telur Ayam Otomatis Berdasarkan Berat*. 2(1), 2775–5274. <http://jurnal.umpar.ac.id/index/jmosfet>