

RANCANG BANGUN SISTEM SORTIR TELUR AYAM

DESIGN OF CHICKEN EGG SORT SYSTEM

Irfan Fauzi Aristianto¹, Mohamad Ramdhani², IG. Prasetya Dwi Wibawa³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹irfanfauzia@student.telkomuniversity.ac.id,

²mohamadramdhani@telkomuniversity.ac.id, ³prasdwiwibawa@telkomuniversity.ac.id

Abstract

Based on Indonesian National Standards SNI No. 33926: 2008, Egg weight is divided into 3 groups, namely small less than 50 g, medium 50 g to 60 g and greater than 60 g. With these criteria, the grouping is done manually so that the results of egg grouping are not uniform because it depends on the subjects who do the sorting and the time used is relatively longer. The use of grading machines is a solution to overcome the problem.

This research consisted of the design phase, the manufacturing stage and the performance test stage for the egg grading system. The design begins by determining the criteria and system specifications. The chicken egg sorting system uses a load cell sensor to identify egg weight and drive the servo motor.

The egg grading machine can work with an accuracy of a load cell of 98.28% and a 100% rectifier accuracy is successful. So that the eggs can be sorted according to weight criteria which are divided into 3 groups, namely small, medium and large.

Keywords : Telur, mesin grading, load cell.

1. Pendahuluan

Telur konsumsi adalah telur ayam yang belum mengalami proses fortifikasi, pendinginan, pengawetan, dan proses pengeraman. Telur ayam konsumsi diklasifikasi berdasar warna kerabang yaitu sesuai galurnya dan bobot telur. Bobot telur dibedakan menjadi 3 kelompok yaitu kecil kurang dari 50 g, sedang 50 g sampai 60 g dan besar lebih dari 60 g.[1]

Produksi telur di Indonesia pada tahun 2016 mencapai 2,0 juta ton.[2] Dengan jumlah produksi tersebut maka pengklasifikasian telur secara manual memerlukan tenaga kerja yang sangat besar. Selain itu penyortiran secara manual dapat menyebabkan hasil pengelompokan telur tidak seragam karena tergantung pada subjek yang melakukan grading dan waktu yang digunakan relatif lebih lama. Penggunaan mesin grading merupakan suatu pemecahan untuk mengatasi masalah tersebut. Proses grading telur secara manual dilakukan dengan memisahkan telur dari penampungan menggunakan tangan dengan pengukuran secara visual yang selanjutnya telur dimasukkan ke dalam kemasan atau tray.[3]

Mesin grading yang ada selama ini merupakan hasil produksi luar negeri. Kapasitas dari mesin grading bervariasi mulai dari 30 telur/menit sampai 360 telur/menit. Untuk mesin grading semi otomatis dengan kapasitas 60 telur/menit memiliki harga berkisar antara US\$ 4 500 sampai US\$ 5 000/set.[3] Harga mesin tersebut masih sangat mahal, sehingga diperlukan desain baru dengan mekanisme dan bahan yang lebih sederhana dari komponen - komponen lokal yang lebih murah. Oleh karena itu perlu dilakukan perancangan mesin grading telur dengan akurasi tinggi, teruji dan menemukan kondisi optimum agar mesin mencapai kapasitas maksimum. Dari hasil studi lapangan, dapat dilakukan penelitian dengan membuat mesin grading semi otomatis. Dikarenakan kandang ayam yang sudah paten dan tidak dapat dirubah. Sehingga peneliti menawarkan kepada pemilik usaha peternakan ayam untuk membuat mesin grading telur semi otomatis untuk mengurangi kebutuhan tenaga kerja dan meningkatkan pendapatan pengusaha.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Sistem Sortir Telur Ayam

Penyortiran telur secara manual dilakukan dengan memisahkan dari penampungan menggunakan tangan dengan pengukuran secara visual yang selanjutnya telur dimasukan ke dalam kemasan atau tray. Penyortiran secara manual dapat menyebabkan hasil pengelompokan telur tidak seragam karena tergantung pada subjek yang melakukan grading dan waktu yang relatif lebih lama. Subjek itu sendiri adalah pekerja peternakan ayam. Untuk mesin grading, selama ini merupakan hasil produksi luar negeri. Dan untuk harga mesin grading buatan luar negeri ini sangat mahal dengan mesin grading semi

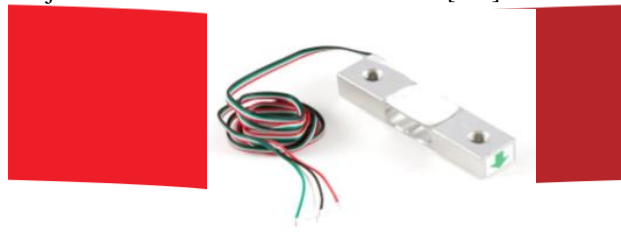
otomatis dengan kapasitas 60 telur/menit memiliki harga berkisar antara US\$ 4500 sampai US\$ 5000/set. Sehingga diperlukan desain baru dengan mekanisme dan bahan yang lebih sederhana dari komponen-komponen lokal yang lebih murah.[3]

2.2. Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah alat pengendali (kontroler) berukuran mikro atau sangat kecil yang dikemas dalam bentuk *chip*. Sebuah mikrokontroler pada dasarnya bekerja seperti sebuah *mainboard* pada komputer. Bagian-bagian mikrokontroler antara lain : CPU (*Central Processing Unit*), memori program, memori data, alat pemrograman, input/output, dan modul tambahan.

2.3. Sensor Berat (*Load Cell*)

Sensor 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 dan dapat diaplikasikan pada jembatan timbangan yang berfungsi untuk menimbang berat dari truk pengangkut bahan baku, pengukuran yang dilakukan oleh Load Cell menggunakan prinsip tekanan. Gambar II - 1 menunjukkan bentuk fisik sensor Load Cell.[4-7]

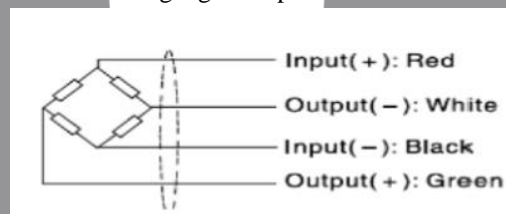


Gambar II - 1 Sensor Load Cell [10]

Keterangan gambar :

- Kabel merah adalah input tegangan sensor
- Kabel hitam adalah input ground sensor
- Kabel hijau adalah output positif sensor
- Kabel putih adalah output ground sensor

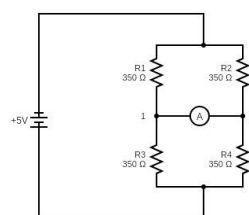
Gambar II - 2 adalah konfigurasi kabel dari sensor load cell. Yang terdiri dari kabel berwarna merah, hitam, biru, dan putih. Kabel merah merupakan input tegangan sensor, kabel hitam merupakan input ground pada sensor, kabel warna biru / hijau merupakan output positif dari sensor dan kabel putih adalah output ground dari sensor. Nilai tegangan output dari sensor ini sekitar 1,2 mV.



Gambar II - 1 Konfigurasi Kabel Sensor *Load Cell*

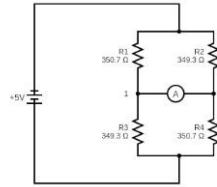
2.3.1. Prinsip Kerja *Load Cell*

Selama proses penimbangan akan mengakibatkan reaksi terhadap elemen logam pada load cell yang mengakibatkan gaya secara elastis. Gaya yang ditimbulkan oleh regangan ini dikonversikan kedalam sinyal elektrik oleh strain gauge (pengukur regangan) yang terpasang pada load cell.[4] Prinsip kerja load cell berdasarkan rangkaian Jembatan Wheatstone dapat dilihat pada Gambar II - 3.



Gambar II - 3 Rangkaian Jembatan Wheatstone Tanpa Beban

Pada Gambar II - 4 nilai $R = 350 \Omega$, arus yang mengalir pada $R1$ dan $R3 =$ arus yang mengalir di $R2$ dan $R4$, hal ini dikarenakan nilai semua resistor sama dan tidak ada perbedaan tegangan antara titik 1 dan 2, oleh karena itu rangkaian ini dikatakan seimbang. Jika rangkaian jembatan Wheatstone diberi beban, maka nilai R pada rangkaian akan berubah, nilai $R1 = R4$ dan $R2 = R3$ seperti gambar III - 4.



Gambar II - 4 Rangkaian Jembatan Wheatstone Dengan Beban

Sehingga membuat sensor load cell tidak dalam kondisi yang seimbang dan membuat beda potensial. Beda potensial inilah yang menjadi outputnya. Untuk menghitung V_{out} atau A seperti pada gambar, maka rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$V_o = \left(V_s \times \left(\frac{R1}{R1 + R4} \right) \right) - \left(V_s \times \left(\frac{R2}{R2 + R3} \right) \right)$$

$$V_o = \left(10 \times \left(\frac{349,3}{349,3+350,7} \right) \right) - \left(10 \times \left(\frac{350,7}{350,7+349,3} \right) \right)$$

$$V_o = (10 \times (0,499)) - (10 \times (0,501))$$

$$V_o = 4,99 - 5,01$$

$$V_o = -0,02 \times 10$$

$$V_o = 2 \text{ mV}$$

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, V_{out} load cell = 0 volt, namun ketika nilai resistansi $R1$ dan $R3$ naik maka akan terjadi perubahan V_{out} pada load cell. Pada load cell output data (+) dipengaruhi oleh perubahan resistansi pada $R1$, sedangkan output (-) dipengaruhi oleh perubahan resistansi $R3$. [8-9]

2.3.2. Modul Penguat HX711

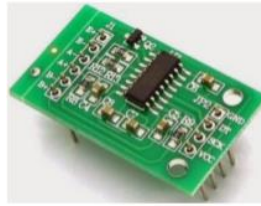
HX711 adalah sebuah komponen terintegrasi dari "AVIA SEMICONDUCTOR", HX711 presisi 24-bit *analog to digital converter* (ADC) yang didesain untuk sensor timbangan digital dan *industrial control* aplikasi yang terkoneksi sensor jembatan.

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/mikrokontroler* melalui TTL232. Struktur yang sederhana, mudah dalam penggunaan, hasil yang stabil dan reliable, memiliki sensitivitas tinggi, dan mampu mengukur perubahan dengan cepat. [12]

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. Spesifikasinya adalah sebagai dibawah berikut : [11]

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

Bentuk fisik Modul Penguat HX711 ditunjukkan pada Gambar II - 5.



Gambar II - 5 Modul Penguat HX711

Untuk rumus perhitungan konversi input analog ke digital yang berbentuk heksadesimal dapat digunakan rumus sebagai berikut :

$$Out = \frac{input - (-40)}{80} \times 2^{24}$$

Contoh :

$$Out = \frac{0,3 - (-40)}{80} \times 16777216$$

$$Out = 8451522 \text{ heksadesimal}$$

Bilangan heksadesimal diatas lah yang kemudian yang dapat diolah mikrokontroler yang kemudian dikonversikan kembali menjadi satuan berat.[12]

2.4. Motor Servo

Motor servo merupakan motor listrik dengan sistem *closed loop* yang digunakan untuk mengendalikan kecepatan, akselerasi dan posisi akhir dari sebuah motor listrik dengan keakuratan yang tinggi. Motor servo terdiri dari tiga bagian utama, yaitu: motor, sistem kontrol dan *potensiometer/encoder* yang terhubung dengan satu set roda gigi ke poros *output*. *Potentiometer* atau *encoder* ini lah yang berfungsi sebagai sensor yang memberikan sinyal umpan balik (*feedback*) ke sistem kontrol apakah posisi targetnya sudah benar atau belum.[13] Gambar II – 6 menunjukan bentuk fisik servo motor.



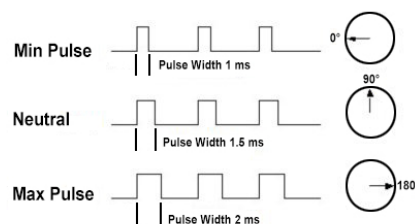
Gambar II - 6 Bentuk Fisik Motor Servo [15]

Keterangan gambar :

- Kabel orange adalah PWM
- Kabel merah adalah VCC
- Kabel coklat adalah Ground

2.4.1. Prinsip Kerja Motor Servo

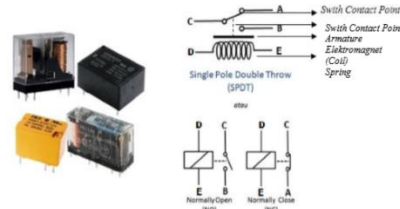
Motor servo dikendalikan dengan sinyal PWM dari *encoder/potentiometer*. Lebar sinyal (pulsa) yang diberikan inilah yang akan menentukan posisi sudut putaran dari poros motor servo. Sebagai contoh, lebar sinyal dengan waktu 1,5 ms (*mili second*) akan memutar poros motor servo ke posisi sudut 90°. Bila sinyal lebih pendek dari 1,5 ms maka akan berputar ke arah 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 ke arah posisi 180° atau ke kanan (searah jarum jam). Lebih jelasnya perhatikan gambar II – 7 berikut ini[13]:



Gambar II - 7 Sinyal PWM Motor Servo

2.5. Relay

Relay adalah saklar (*switch*) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen *electromechanical* yang terdiri dari 2 bagian utama yaitu elektromagnet (*coil*) dan mekanikal (seperangkat kontak saklar/*switch*). Relay menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontak saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. Gambar Relay ditunjukkan pada gambar II - 8.



Gambar II - 8 Bentuk dan Cara Kerja Relay

Berdasarkan Gambar II - 9 prinsip kerja relay pada dasarnya, relay terdiri dari 2 kontak poin (Contact Point) yaitu :

- *Normally-Close (NC)* yaitu kondisi awal sebelum diaktifkan akan selalu tersambung dengan kontak sumber (*Common*) ketika posisi saklar (*switch off*) terletak pada titik A.
- *Normally-Open (NO)* yaitu kondisi akan tersambung dengan kontak sumber (*Common*) ketika posisi saklar (*switch on*) terletak pada titik A.

Apabila elektromagnet (*coil*) diberikan arus listrik melalui titik D dan E, maka akan timbul gaya elektromagnet maka *spring* akan merenggang yang kemudian menarik *armature* untuk berpindah dari posisi sebelumnya *Normally-Close* di titik A ke posisi baru *Normally-Open* di titik B sehingga menjadi saklar yang dapat menghantarkan arus listrik di posisi baru *Normally-Open*.

Beberapa fungsi Relay yang telah umum diaplikasikan ke dalam peralatan Elektronika diantaranya adalah :

- Relay digunakan untuk menjalankan Fungsi Logika (*Logic Function*)
- Relay digunakan untuk memberikan Fungsi penundaan waktu (*Time Delay Function*)
- Relay digunakan untuk mengendalikan Sirkuit Tegangan tinggi dengan bantuan dari Sinyal Tegangan rendah.
- Ada juga Relay yang berfungsi untuk melindungi Motor ataupun komponen lainnya dari kelebihan Tegangan ataupun hubung singkat (*Short*).

2.6. Conveyor

Conveyor adalah jenis mesin pengangkut atau pemindah yang berfungsi untuk mengangkut atau memindahkan bahan-bahan industri yang berbentuk padat dari suatu tempat ke tempat lain dengan arah yang telah ditentukan. Conveyor bekerja secara horizontal atau vertical dan digerakkan oleh motor penggerak atau gravitasi. Conveyor dapat mempercepat proses transportasi material atau produk dan membuat jalannya proses produksi menjadi lebih efisien. Pengoperasian conveyor membutuhkan sumber daya, tenaga kerja, dan perawatan yang relatif rendah. Ada beberapa macam jenis conveyor antara lain : belt conveyor, chain conveyor, dan screw conveyor. Gambar II - 9 merupakan contoh jenis-jenis conveyor yang umum dipakai.[16]



Gambar II - 9 Jenis-jenis Konveyor

3. Perancangan Sistem

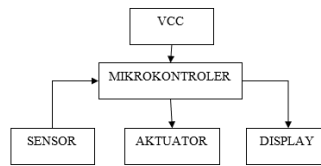
3.1. Desain Sistem

Pada penelitian ini, alat fokus memisahkan berat telur ayam berdasarkan berat. Dikelompokkan menjadi 3 kelompok. Dimana sensor *Load Cell* membaca berat telur. Jika berat telur sesuai dengan

klasifikasi maka *servo motor* akan bekerja untuk mengarahkan telur menuju tempat terakhir yang sudah disediakan.

3.2. Diagram Blok Sistem

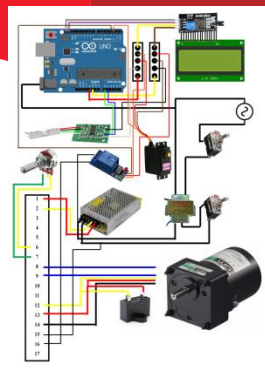
Diagram blok sistem pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar III – 1.



Gambar III - 1 Diagram Blok Sistem

Pada diagram blok sistem terdapat 2 output yaitu aktuator dan *display*. Indikator digunakan untuk mengetahui berapa banyak telur yang sudah tersortir. Aktuator pada sistem ini terdapat 2, yaitu aktuator pertama adalah aktuator pada sistem digunakan untuk menggerakkan *conveyor* pada sistem sortir telur ayam, dan aktuator kedua yaitu aktuator pada sistem untuk mengarahkan telur pada kelompoknya. Display berfungsi sebagai alat interaksi antara pengguna dan sistem, melalui tampilan LCD.

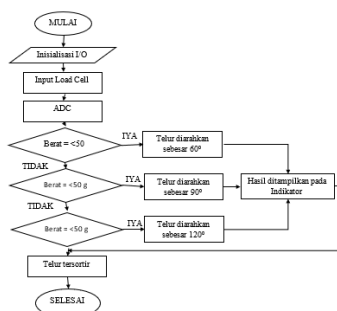
3.3. Desain Perangkat Keras



Gambar III - 2 Wiring Komponen

3.4. Desain Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar III - 12 diagram alir (Flowchart) yang akan dibuat dan diimplementasikan pada controller sistem grading telur ayam. Tahapan kerja pada diagram alir sistem grading telur ayam dimulai dari inisialisasi port-port yang akan digunakan sebagai input dan output. Selanjutnya input dari Load Cell yang membaca adanya telur untuk dibaca berat dari telur. Setelah Load Cell membaca maka sinyal akan di convert menjadi digital yang akan diolah oleh modul Arduino. Dari Arduino membaca Load Cell, jika pada Load Cell membaca telur yang sesuai klasifikasinya maka motor servo akan mengarahkan sesuai dengan klasifikasinya. Dimana jika berat telur dibawah 50 g maka sistem sortir akan mengarahkan sebesar 60°, jika berat telur 50-60 g maka sistem sortir akan mengarahkan sebesar 90°, dan jika berat telur diatas 60 g maka sistem sortir akan mengarahkan 120°.



Gambar III - 17 Flowchart Sistem

4. Percobaan dan Analisa

4.1. Pengujian Kalibrasi Sensor *Load Cell* dalam Keadaan *Conveyor* diam

Tujuan Pengujian :

Pengujian kalibrasi sensor ini bertujuan untuk mengetahui apakah sensor *load cell* dapat bekerja sesuai dengan membandingkan nilai yang keluar dari timbangan digital dan sensor *load cell*.

4.2. Pengujian Kalibrasi Sensor *Load Cell* dalam keadaan *Conveyor* berjalan

Tujuan Pengujian :

Pengujian ini bertujuan untuk membandingkan nilai kalibrasi sensor *load cell* saat keadaan *conveyor* berjalan dengan keadaan *conveyor* diam yang sebelumnya sudah dilakukan pengujian dengan membandingkan nilai dari timbangan digital dengan sensor *load cell* pada pengujian sebelumnya.

4.3. Pengujian Menyortir Telur Sesuai Dengan Kelompoknya

Tujuan Pengujian :

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah sensor *load cell* dan motor servo sudah berjalan sesuai untuk menyortir telur berdasarkan kelompoknya.

4.4. Pengujian Jumlah Telur Tersortir dalam 1 Menit

Tujuan pengujian :

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kapasitas sortir telur ayam dalam menyortir telur dalam waktu 1 menit sesuai dengan kelompoknya.

4.5. Pengujian Indikator LCD

Tujuan Pengujian :

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui nilai yang ditampikan pada LCD yang berguna sebagai indikator pada sistem sortir telur ayam.

4.6. Pengujian Daya yang Diperlukan untuk Alat ini Bejerja

Tujuan Pengujian :

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui daya yang diperlukan untuk menjalankan sistem sortir telur ayam.

5. Kesimpulan dan Saran

Dari hasil pengujian dan analisa dari Tugas Akhir dengan judul “RANCANG BANGUN SISTEM SORTIR TELUR AYAM” didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Penggunaan 1 sensor dan 1 aktuator yaitu sensor *load cell* dan aktuator motor servo sangat cocok pada sistem alat ini. Memaksimalkan hasil dengan penggunaan 1 sensor dan 1 aktuator untuk meminimalkan biaya dalam produksi alat ini.
2. Penggunaan sensor *Load Cell* 1 kg sangat cocok dalam sistem alat ini, dengan nilai akurasi sensor *load cell* 99.25 % disaat keadaan *conveyor* diam dan 98.28 % dalam keadaan *conveyor* berjalan maka hasil akurasi yang tinggi menghasilkan penyortiran telur ayam berhasil.
3. Penggunaan motor servo sebagai pengarah telur sesuai dengan kelompoknya sangat cocok yang dapat dilihat dari data pengujian dimana tingkat keberhasilan untuk menyortir sesuai dengan kelompoknya berhasil 100%.
4. Penggunaan mekanik *conveyor* pada sistem sortir telur ayam ini sangat cocok sehingga peternak tidak perlu memilah dengan tenaga manusia atau manual sehingga menghasilkan nilai akurasi yang lebih tinggi dan dapat digunakan dalam penyortiran parameter lain dengan sortir berdasarkan berat.
5. Dalam 1 menit alat ini dapat menyortir telur sebanyak 14 telur tanpa retak sesuai dengan kelompoknya dengan kecepatan motor 72.5 rpm dan jeda sensor *load cell* untuk mendapatkan hasil yang terbaik dalam menimbang selama 1 detik.
6. Daya yang diperlukan untuk menjalankan alat ini sebesar 191,2 watt sehingga alat ini sangat cocok bagi peternak ayam petelur rumahan yang tidak memerlukan daya besar untuk menjalankan alat ini.

Pengembangan yang dapat dilakukan untuk Tugas Akhir dengan judul “RANCANG BANGUN SISTEM SORTIR TELUR AYAM” selanjutnya adalah sebagai berikut :

1. Di sarankan menggunakan sensor 100 gram untuk menghasilkan nilai error yang lebih kecil dan nilai akurasi yang lebih tinggi.

2. Untuk menghasilkan jumlah telur yang tersortir dalam 1 menit lebih banyak sebaiknya ditambahkan lagi untuk jumlah sensor dan aktuator dengan kondisi yang sama, yaitu sistem 1 sensor 1 aktuator dapat menyortir telur dalam 3 kelompok.
3. Untuk sistem alat ini dapat dikembangkan lagi dengan menambahkan fitur penyortir kondisi telur retak ataupun telur busuk, selain itu fitur yang dapat ditambahkan dari sistem alat ini adalah fitur pembersih telur agar telur yang tersortir bersih dari kotoran ayam.

Daftar Pustaka :

- [1] [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 2008. Standar Nasional Indonesia (SNI) No:3926:2008 Mutu dan Kualitas Telur Ayam Ras. Jakarta (ID) : BSN
- [2] Dirjen Peternakan dan Kesehatan Hewan. 2017. Statistik Peternakan dan Kesehatan Hewan Tahun 2017. Jakarta (ID) : Kementerian Pertanian.
- [3] Nopriandi, Febi. 2015. "Desain dan Kinerja Mesin Grading Telur Ayam", Agustus 2015. Skripsi. S2 Teknik Mesin dan Pangan. Institut Pertanian Bogor.
- [4] Ishida. 2011."Load Cell", <http://www.ishida.com/technologies/loadcell/html.html>, diakses pada 27 Oktober 2018 pukul 4.20.
- [5] Erlangga, W.B. 2011. "Rancang Bangun Timbangan Digital Dengan Pemilihan Jenis Buah". Skripsi. Jurusan Teknik Elektro, Universitas Negeri Malang, Malang.
- [6] Rukmana, Arief Cipta Indra dan Abdul Ro'uf. 2014."Aplikasi Sensor Load Cell pada Purwarupa Sistem Sortir Barang", April 2014. IJEIS (Indonesian Journal of Electronics and Instrumentations System). Vol.4, No.1.
- [7] Ariandana, Debit Zein. " Rancang Bangun Konveyor Untuk Sistem Sortir Berdasarkan Berat Barang (Hardware)". Skripsi. Jurusan Elektro Industri. Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Surabaya.
- [8] Rebbi Fudi Alecander. 2013. "Aplikasi Sensor Berat Load Cell Pada Alat Pengereng Herbal".
- [9] Rosyidi, Muhammad Sa'ad. "Rancang Bangun Alat Pembersih dan Penyortir Ukuran Telur Asin Berbasis Arduino Mega 2560". Skripsi. Institut Teknologi Nasional, Malang, Indonesia.
- [10] Load Cell. www.ricelake.com Load Cell and Weight (AmericaModule H : 2010)
- [11] Modul Penguat HX711. (<http://indo-ware.com/data-sheet-hx7111-loadcell/>)
- [12] Pambudi GW. 2018. "Cara Menggunakan Modul Sensor Berat/Loadcell HX711 Dengan Arduino" <https://www.cronyos.com/cara-menggunakan-modul-sensor-berat-loadcell-hx711-dengan-arduino/>
- [13] Motor Servo. <http://www.insinyoer.com/cara-kerja-motor-servo/>
- [14] Arduino. Arduino UNO. <http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>
- [15] MG946R. Motor Servo. <http://www.towerpro.com.tw/product/mg946r/>
- [16] Pratama, Mardika Aji Setya. 2011."Rancang Bangun Pengaturan Kecepatan Konveyor Untuk Sistem Sortir Barang". Skripsi. D3 Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Surabaya.
- [17] Aiman, Habibie. 2015."Perancangan Mesin Penyortir Barang Menurut Berat Menggunakan Sensor Load Cell (Software). Politeknik Negeri Madiun.
- [18] Rahmatullah, Rizky. 2016."Rancang Bangun Sistem Sortir Produk Kemasan Berdasarkan Berat Berbasis PLC". Skripsi. D3 Otomasi Sistem Instrumentasi. Universitas Airlangga, Surabaya.
- [19] Haris, Abdul, Dine Tiara Kusuma dan Rifki Nugraha Pratama. 2018."Sistem Penyortiran Buah Apel Manalagi Menggunakan Sensor Loadcell dan TCS3200 Berdasarkan Berat dan Warna Berbasis Arduino Uno", 1 Maret 2018. Jurnal PETIR. Vol.11.
- [20] Yohanes C Saghoa, Sherwin R, Sompie, dan Novi M. Tulung, "Kotak Penyimpanan Uang Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno," 2018.
- [21] Maralatu, Muhamad Irfan. 2019. "Perancangan Sistem Alat Pemberi Pakan Ayam Petelur Otomatis Berbasis Real Time Clock". Skripsi. S1 Jurusan Teknik Elektro, Universitas Telkom, Bandung.