

SISTEM KONTROL MESIN EGG GRADER BERBASIS BERAT MENGGUNAKAN KONTROLER ARDUINO MEGA 2560

Yosha Dima Distya

S1 Teknik Mesin Manufaktur, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

E-mail: yoshadistya16050754020@mhs.unesa.ac.id

Agung Prijo Budijono

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

E-mail: agungbudijono@unesa.ac.id

Abstrak

Berdasarkan Standar Nasional Indonesia SNI No. 3926:2008, Berat telur dibagi menjadi 3 ukuran yaitu kecil dengan berat 50g, sedang dengan berat 50gram hingga 60gram dan ukuran besar berat diatas 60gram. Hingga saat ini cara sortir dilakukan secara konvensional hal tersebut menyebabkan hasil sortasi telur tidak konsisten dan lama karena tergantung pada subjek yang melakukan sortasi. Adanya mesin Egg Grader ini akan menjadi solusi akan permasalahan tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah mendesain dan membuat suatu sistem kontrol otomatis yang dapat mensortasikan berat telur sesuai dengan standart yang telah ditentukan menggunakan kontroler Arduino mega 2560 dengan kelengkapan mekanik mesin Egg Grader telah tersedia. Dalam perancangan ini menggunakan jenis penelitian (R&D) Research and Development atau penelitian pengembangan berbasis eksperimen. Pada kasus ini peneliti melakukan rancang bangun sistem kontrol pada mesin egg grader otomatis. Proses perancang diawali dengan melakukan desain sistem kontrol, kemudian dibuat algoritme berdasarkan desain yang telah di buat. Algoritme digunakan sebagai pemandu saat membuat listing program kemudian tahap akhir adalah uji peforma. pengambilan data peforma sistem kontrol dilakukan dengan beberapa tahap yaitu, pengujian sensor *infrared*, pengujian sensor berat, pengujian perangkat lunak arduino, pengujian akurasi klasifikasi, pengujian *respon time*. Hasil penelitian ini adalah mesin sortasi dapat menyortir dengan akurasi 87,93 % dengan kapasitas kurang lebih 15 butir/menit. *Respon time* dari sensor *infrared* jenis optocoupler membutuhkan waktu 0,114062 detik. *Respon time* dari sensor berat dengan driver H711 membutuhkan waktu 0,442057 detik. Mesin Egg Grader menggunakan kontroler Arduino 2560 sebagai prosesor, sensor *infrared* digunakan sebagai sensor kedatangan, sensor berat *loadcell* dengan driver HX711 untuk menimbang telur dan menggunakan 4 *servo* sebagai penggerak gerbang dan lengan klasifikasi dapat berjalan dan berfungsi baik dengan waktu yang dibutuhkan dalam satu kali siklus sortiran membutuhkan waktu 3,806871 detik. Algoritma pekerjaan yang dilakukan dalam memilah kelas telur ayam pada mesin Egg Grader melalui 3 tahap yaitu antrian, menimbang dan memilah. Pada proses antrian sensor *infrared* dapat mendeteksi keberadaan telur. Kemudian pada tahap menimbang telur ditimbang kemudian telur diklasifikasi beratnya dan sudah terklasifikasi menurut kelas beratnya.

Kata kunci: Mesin sortasi telur, Sortasi telur, Kontroler Arduino.

Abstract

Based on the Indonesian National Standard SNI No. 3926: 2008, Weight of Egg is divided into 3 sizes, they are small with a weight of 50g, medium with a weight of 50gram to 60gram and a large size of weight above 60gram. It is been a long time the conventional sorting method has caused the results of egg sorting to be inconsistent and long because it depends on the subject doing the sorting. Egg Grader machine will be the solution to these problems. The purpose of this study is to design and create an automatic control system that can sort the weight of eggs according to a predetermined standard using an Arduino mega 2560 controller with mechanical equipment Egg Grader machine available. In this design using the type of research (R&D) Research and Development or experimental-based development research. In this case the researcher did the control system design on the automatic egg grader machine. The design process begins with designing a control system, then an algorithm based on the design that has been created. The algorithm is used as a guide when creating program listings and the final stage is the performance test. Performance data retrieval control system is done in several stages, such as infrared sensor testing, weight sensor testing, Arduino software testing, classification accuracy testing, response time testing. The results of this study are the sorting machines can sort with an accuracy of 87.93% with a capacity of approximately 15 eggs/minute. The response time of the optocoupler type infrared sensor takes 0.114062 seconds. The response time of the weight sensor with the H711 driver takes 0.442057 seconds. The Egg Grader machine uses an Arduino 2560 controller as a processor, an infrared sensor is used as a proximity sensor, a loadcell weight sensor with an HX711 driver for weighing eggs and uses 4 servo as a gate and arm classification classification can run and function well with the time needed in one sorting cycle takes 3.806871 seconds.

Algorithm of the work done in sorting the chicken egg class on the Egg Grader machine through 3 stages, such as queuing, weighing and sorting. In the infrared sensor queue process can detect the presence of eggs. Then in the weighing phase the eggs are weighed and then the eggs are classified by weight and have been classified according to their weight class.

Keywords: Egg Sortator Machine, Egg Sortator, Arduino Mega 2560 Controller.

PENDAHULUAN

Telur ayam yang akan dijual di pasar baik pasar domestik maupun yang akan diekspor ke negara lain harus mempunyai standar mutu yang sesuai dengan yang diinginkan. Berdasarkan Standar Nasional Indonesia SNI No. 3926: 2008, Bobot telur dibedakan menjadi 3 kelompok yaitu kecil kurang dari 50 g, sedang 50 g sampai 60 g dan besar lebih dari 60 g. Produksi telur di Indonesia pada tahun 2013 mencapai 1,223,718 ton (Dirjen Perternakan 2013). 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 sortasi dan waktu yang digunakan relatif lebih lama.

Penggunaan mesin sortasi merupakan suatu pemecahan untuk mengatasi masalah tersebut. Proses sortasi telur secara manual dilakukan dengan memisahkan telur dari penampungan menggunakan tangan dengan pengukuran secara visual yang selanjutnya telur dimasukkan kedalam kemasan atau tray. Mesin sortasi yang ada selama ini merupakan hasil produksi luar negeri. Kapasitas dari mesin sortasi bervariasi mulai dari 30 butir/ menit sampai 360 butir/menit. Semakin tinggi kapasitas dari mesin sortasi maka harganya semakin mahal. Untuk mesin sortasi semi otomatis dengan kapasitas 60 butir/menit memiliki harga berkisar antara US\$4,500 sampai US\$5,000/ set (Feby Nopriand, 2015: 153-154). Oleh karena itu perlu dilakukan perancangan mesin sortasi telur dengan akurasi tinggi, teruji dan menemukan kondisi optimum agar mesin mencapai kapasitas maksimum. Penelitian ini berfokus pada mendesain dan membuat suatu sistem kontrol otomatis dengan kelengkapan mekanis yang sudah tersedia. Kontroler yang digunakan dalam membuat mesin ini adalah menggunakan kontroler arduino Mega 2560. Sistem kontrol ini di desain sebagai berikut:

- Desain Sistem Antrian
- Desain Penimbangan
- Desain Pengklasifikasian

Diharapkan dengan terwujudnya mesin *egg grader* otomatis dapat melakukan pemilahan telur lebih ringan, lebih mudah, lebih cepat, hasil sortasi lebih konsisten dan meminimalkan kesalahan dalam proses pemilahan sehingga memudahkan operator dalam bekerja.

METODE

Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian (R&D) Research and Development atau penelitian

pengembangan berbasis eksperimen. Research & Development difahami sebagai kegiatan penelitian yang dimulai dengan research (pengulangan pencarian) dan diteruskan dengan development (pengembangan).

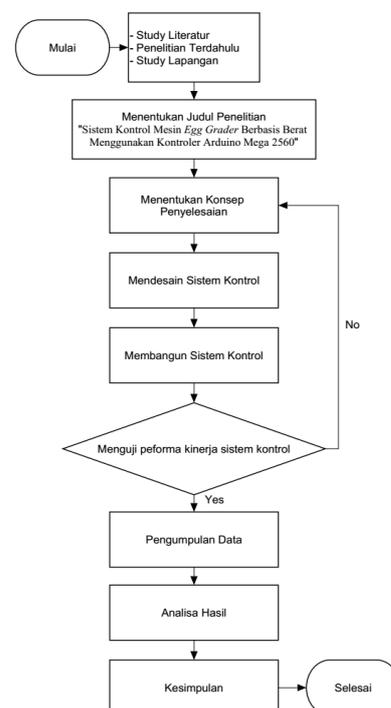
Kegiatan research dilakukan untuk mendapatkan informasi tentang kebutuhan pengguna (needs assessment) dalam kata lain kebutuhan pengusaha telur dan peninjauan dari penelitian sebelumnya yang berhubungan dengan sortasi makanan sedangkan kegiatan development dilakukan untuk menghasilkan penyempurnaan sistem sortasi telur dengan berbasis 3 bottom line R&D yaitu Studi Pendahuluan, Pengembangan Model, dan Uji Coba Model dengan rangkaian kegiatan: menentukan target penelitian, menentukan konsep penyelesaian, mendesain sistem, membangun sistem dan menguji peforma kinerja sistem. Pada kasus ini peneliti melakukan rancang bangun sistem kontrol pada mesin *egg grader* otomatis.

Tempat dan Waktu Penelitian

- Tempat penelitian
Penelitian ini dilaksanakan di Laboraturium Mekatronika terletak di A9 Lantai 4 kampus ketintang Universitas Negeri Surabaya.
- Waktu Penelitian
Waktu penelitian dilakukan mulai bulan November 2019 sampai Januari 2020.

Rancangan penelitian

Flowchart Penelitian



Gambar 1 Flowchart Proses Penelitian

Studi Pendahuluan

Kajian terdahulu terkait judul penelitian ini sebelumnya pernah dilakukan oleh Feby Nopriandi dengan judul” Desain dan Pengujian Mesin Sortasi Telur ayam “. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membuat suatu instrumen mesin sortator telur ayam untuk memilah telur ayam berdasarkan standar mutu yang telah ditetapkan Standar Nasional Indonesia SNI No. 3926: 2008, Hasil pengujian yang dilakukan menunjukkan Mesin yang dirancang oleh Feby Nopriandi dapat menyortir telur dengan akurasi 83 % tanpa adanya keretakan pada telur. Dari permasalahan yang anda peneliti menentukan judul yaitu “Sistem Kontrol Mesin *Egg Grader* Berbasis Berat Menggunakan Kontroler Arduino Mega 2560

Menentukan konsep penyelesaian

Penyelesaian mesin *egg grader* dengan cara mendesain dan membangun sistem kontrol. Dalam pelaksanaannya peneliti mengintegrasikan komponen-komponen sistem kontrol hingga terintegrasi yaitu desain sistem antrian, penimbang dan penyortiran.

Menguji Peforma Kinerja Sistem Kontrol

Teknik pengumpulan data pada penelitian ini dengan study literatur, pengujian dan pengukuran. Metode ini dilakukan untuk mendapatkan data melalui perangkat yang telah dirancang. Pengujian sistem kontrol mesin *egg grader* ada beberapa pengujian diantaranya Pengujian Sensor Berat, Pengujian Sensor *Infrared*. Pengujian Perangkat Pengolah Data, Pengujian LCD, Pengujian Perangkat Lunak Arduino, dan Pengujian *respon Time* antara pembacaan sensor dengan kerja actuator

Analisa hasil dan Kesimpulan

Analisis pada penelitian ini dilakukan dengan pengambilan data dari alat ukur, maka hasil dari pengukuran yang diperoleh dimasukkan dalam tabel untuk selanjutnya dihitung secara teoritis dan disajikan dalam bentuk tabel serta grafik sehingga hasil dari penelitian mudah dipahami.

Analisis ini dipakai untuk mengetahui bagaimana peforma dan akurasi mesin *egg grader* setelah didapatkan hasil dari seluruh pengujian hasil pengujian lalu di analisa untuk mendapatkan kesimpulan dari penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Mesin *Egg Grader*

Mesin *Egg Grader* merupakan mesin yang berguna untuk memilah kualitas telur ayam ras berdasarkan berat. Mesin pemilah telur yang digunakan sebagai studi kasus dari penelitian ini adalah mesin *Egg Grader*. Mesin tersebut memilah kualitas telur ayam berdasarkan berat di bagi menjadi beberapa berat telur, yaitu: pengelasan A dengan berat di bawah 50gram, pengelasan B dengan berat di antara 50gram hingga 60gram dan pengelasan C dengan berat di atas 60 gram. Mesin ini menggunakan basis berat yang dikonversi ke

nilai digital sebagai pembanding nilai yang dibandingkan dengan nilai berat yang sudah ditentukan klasifikasi beratnya oleh pengguna.



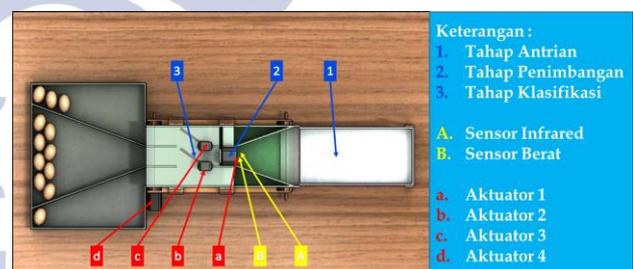
Gambar 2 Unit Mesin Filler Tepung

Tabel 1 Unit Mesin Filler Tepung

No	Keterangan	Spesifikasi
1	Nama Mesin	<i>Egg Grader</i>
2	Kapasitas	1200 telur/menit
3	Tegangan kerja	5 Volt
4	Daya	15 Watt
5	Sensor	Berat dan Cahaya
6	Dimensi	215mm x 210mm x 315mm

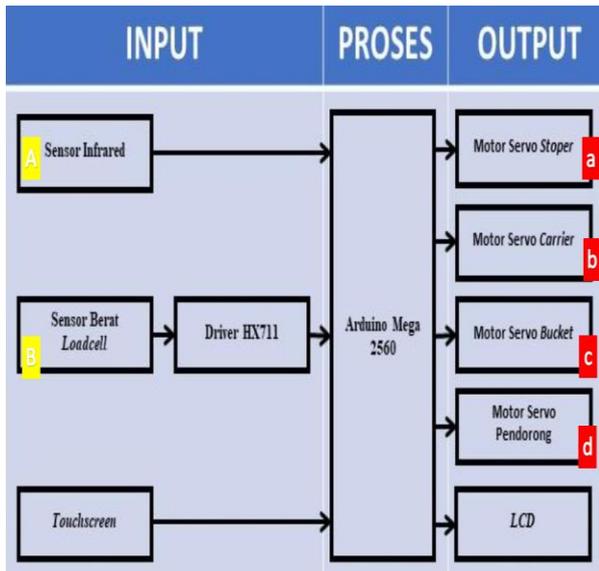
Perancangan Desain Sistem Kontrol Mesin *Egg Grader*

Sistem kontrol mesin *Egg Grader* terbagi dari tiga bagian pekerjaan, yaitu tahap antrian, tahap penimbangan, dan tahap pengklasifikasian.



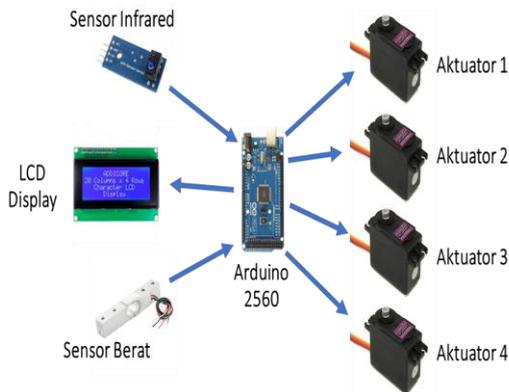
Gambar 3 Layout Tahap Pekerjaan Mesin *Egg Grader*

Pada gambar 3 menjelaskan tahapan-tahapan pekerjaan yang telah di jabarkan. Pada penomoran angka 1 menjelaskan tahap antrian pada tahap tersebut telur diantrikan, pada penomoran angka 2 menjelaskan tahap penimbangan pada tahap tersebut telur ditimbang, dan pada penomoran angka 3 menjelaskan tahap pengklasifikasian pada tahap tersebut telur diantrikan. Urutan prosesnya terlihat pada gambar 4.



Gambar 4 Pemetaan Sistem Kontrol Mesin Egg Grader

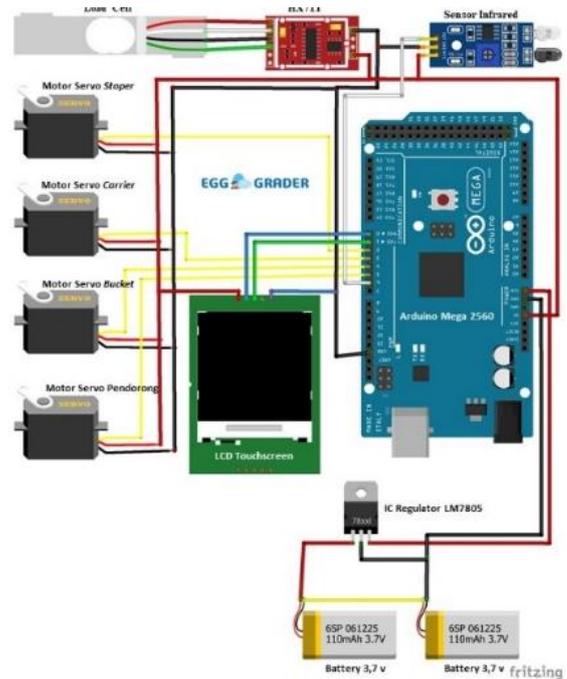
Adapun hardware dalam membuat sistem kontrol mesin Egg Grader yang digunakan adalah kontroler arduino 2560, Sensor Berat, LCD dan 4 Servo terlihat pada gambar 5.



Gambar 5 Hardware Mesin Egg Grader 2560

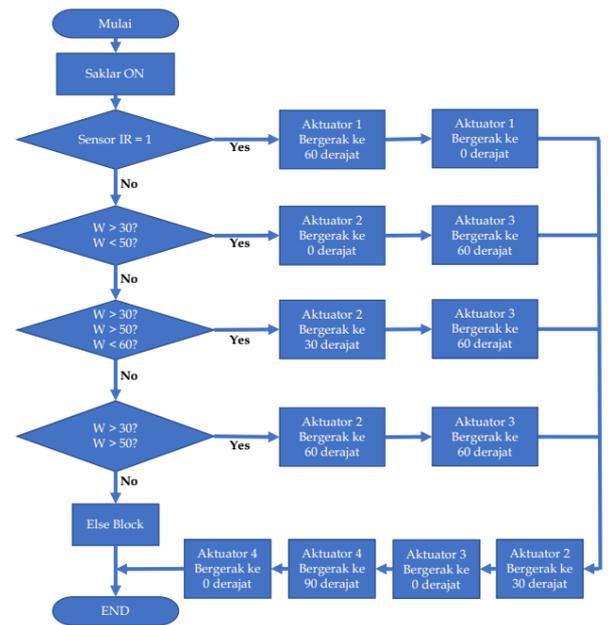
Pada bagian antrian (tahap 1) adalah tahap awal mesin bekerja, telur dikondisikan diantrikan pada hoover lalu kedatangan telur dibaca oleh sensor infrared kemudian telur yang dihentikan oleh motor servo stoper (Aktuator 1) dipersilakan dengan membuka aktuator 1. Parameter kedatangan telur dibaca oleh sensor infrared dengan memberi informasi data berupa tegangan yang dikonversikan ke dalam nilai ADC dengan rentang panjang nilai data 0-1024. Bagian penimbangan (tahap 2), yaitu menggunakan sensor berat dengan driver HX711 sebagai inputan berat dan bagian pengklasifikasian (tahap 3) menggunakan motor servo carrier (Aktuator 2) sebagai penggerakannya. Ketika aktuator 2 sudah pada lajur kelas sesuai dengan berat telur maka motor servo bucket (Aktuator 3) berputar membuka pada sudut 90 derajat. Terakhir telur jatuh pada bilik A, B, dan C lalu motor servo pendorong

(aktuator 4) bergerak maju. Layout wiring komponen terilustrasikan pada gambar 6.



Gambar 6 Wiring Diagram sistem Kontrol Egg Grader

Perancangan Algoritme Sistem Kontrol Mesin Egg Grader

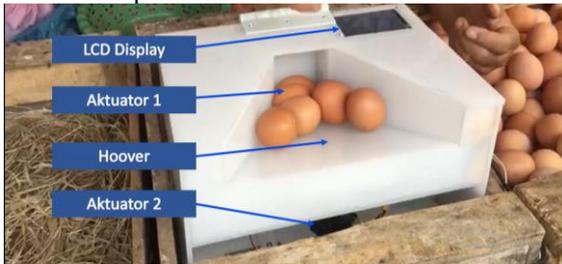


Gambar 7 Wiring Diagram sistem Kontrol Egg Grader

Dari gambar diatas, diketahui bahwa secara keseluruhan sistem mesin Egg Grader ini terdiri dari beberapa masukan dan keluaran. Adapun sumberdaya utama yang digunakan adalah catu daya dengan tegangan 5 V dengan rangkaian power sebagai sumberdaya seluruh

sistem yang ada. Mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino mega 2560 sebagai mikro utama. Mikrokontroler ini yang akan mengolah data masukan dan memberikan keluaran kepada aktuator. Adapun masukan dalam sistem ini berupa data dari sensor *Infrared* sebagai pembaca kedatangan telur yang ada pada bagian hoover serta *Load Cell* sebagai pembaca berat telur. Kemudian dikirim ke mikrokontroler untuk di olah dan selanjutnya memberikan keluaran ke aktuator berupa *servo* untuk membuka palang gerbang. Sehingga kita perlu mempertimbangkan peforma dari algoritme sistem kontrol yang telah di buat. Algoritme yang di bangun oleh penulis dibagi menjadi 3 tahapan pekerjaan, yaitu tahap antrian, tahap penimbangan lalu tahap pengklasifikasian.

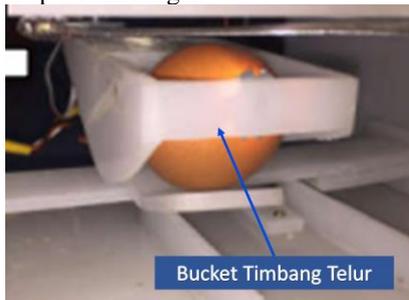
1. Tahap Antrian



Gambar 8 Tahap Antrian Mesin *Egg Grader*

Perancangan algoritme pada tahap antrian merupakan bagian penting dalam perancangan sistem kontrol mesin *Egg Grader*. Pada tahap ini adalah tahap awal sebagai pemicu mesin mulai mengeksekusi pekerjaan berikutnya yaitu proses penimbangan. Pada tahap ini yang memutuskan blok pekerjaan penimbangan bekerja ataukah tidak. Pada tahap antrian sensor *infrared* bekerja untuk mendeteksi keberadaan telur. Sensor infra merah pada dasarnya menggunakan infra merah sebagai media untuk komunikasi data antara receiver dan transmitter. Sensor akan bekerja jika sinar infra merah yang dipancarkan terpantulkan oleh suatu benda yang mengakibatkan sinar infra merah tersebut dapat terdeteksi oleh penerima. Pemancar pada sistem ini terdiri atas sebuah LED infra merah dengan rangkaian yang membangkitkan data untuk dikirimkan melalui sinar infra merah, sedangkan pada bagian penerima terdapat foto fotodiode yang berfungsi untuk menerima sinar inframerah yang dikirimkan oleh pemancar.

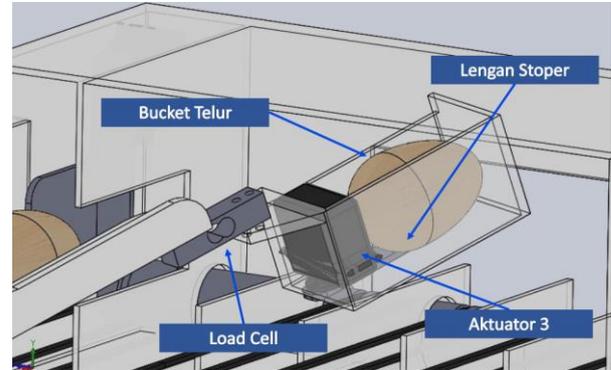
2. Tahap Penimbangan



Gambar 9 Tahap Penimbangan Mesin *Egg Grader*

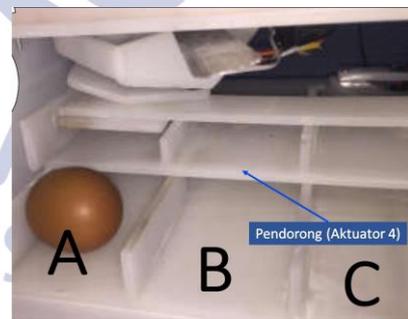
Tahap penimbangan merupakan bagian utama dalam tahap pengklasifikasian telur. Pada tahap ini telur

diidentifikasi beratnya, sebelum ditimbang proses penimbangan dipicu ketika adanya signal kedatangan yang dibaca oleh sensor *infrared* pada tahap antrian, lalu *delay* selama 300 microsecond selanjutnya diteruskan proses penimbangan. Pada saat proses penimbangan didapatkan data berat diinisiasi dengan GRAM data tersebut digunakan untuk pembanding guna pengklasifikasian kelas telur.



Gambar 10 Proses Penimbangan Mesin *Egg Grader*

Proses penimbangan menggunakan sensor berat (*Load cell*) dengan menggunakan driver HX711. *Load Cell* adalah alat electromekanik yang biasa disebut Transducer, yaitu gaya yang bekerja berdasarkan prinsip deformasi sebuah material akibat adanya tegangan mekanis yang bekerja, kemudian merubah gaya mekanik menjadi sinyal listrik. Untuk menentukan tegangan mekanis didasarkan pada hasil penemuan Robert Hooke, bahwa hubungan antara tegangan mekanis dan deformasi yang diakibatkan disebut regangan. Regangan ini terjadi pada lapisan kulit dari material sehingga memungkinkan untuk diukur menggunakan sensor regangan atau Strain Gauge.



Gambar 11 Tahap Pengklasifikasian Mesin *Egg Grader*

Tahap pengklasifikasian adalah tahap akhir dalam rangkaian proses pengklasifikasian. Pada tahap ini telur diklasifikasikan menurut kelas berdasarkan beratnya menggunakan motor *servo* sebagai penggeraknya (Aktuator 2) yaitu, Kelas A dibawah 50gram, Kelas B diantara 50-60gram, dan kelas C di atas 60 gram. Jika pada pembacaan menunjukkan angka berat di bawah 50gram maka aktuator 2 bergerak ke sudut 0 derajat. Jika pada pembacaan menunjukkan angka berat diantara 50gram sampai 60gram maka aktuator 2 bergerak ke

sudut 30 derajat. Jika pada pembacaan menunjukkan angka berat diatas 60gram maka aktuator 2 bergerak ke sudut 60 derajat. Telur yang baik berada di kelas B karena pada kelas tersebut telur tidak terlalu besar atau terlalu kecil. Setelah itu ketika aktuator 2 sudah pada lajur kelas sesuai dengan berat telur maka gate penggerak (Aktuator 3) berputar membuka pada sudut 90 derajat. Terakhir telur jatuh pada bilik A, B, dan C lalu pendorong (aktuator 4) bergerak maju.

Listing Program Sistem Kontrol Mesin Egg Grader

Pada perancangan desain sistem kontrol pekerjaan yang dilakukan adalah membangun program. Membuat program (Listing Program) sendiri mengacu pada algoritme yang telah dibuat. Pekerjaan ini adalah pekerjaan meng-inject kecerdasan buatan ke dalam microprocesor Arduino 2560. Program yang telah dimasukkan akan bekerja secara berulang-ulang (looping) selama mesin di-nyalakan. Listing program pada mesin *Egg Grader* terdiri dari 3 tahap sesuai algoritme yang telah di buat yaitu tahap antrian, tahap penimbangan, dan tahap pengklasifikasian.

Uji Peforma Sistem Kontrol Mesin Egg Grader

Pengujian Sensor Infrared

Pengujian sensor *infrared* bertujuan untuk mengetahui apakah sensor *Infrared* telah berfungsi dengan baik dan sesuai dengan perancangan yang telah dibuat atau tidak. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui resolusi perbandingan antara nilai ADC yang terbaca sensor *infrared* dengan nilai tegangan yang terukur. Pin input analog dapat mengubah nilai analog berbentuk sinyal voltase ke dalam bentuk digital. Pin input analog pada Arduino memiliki resolusi nilai ADC sebesar 10 bit. Artinya tegangan 0-5V mampu dikonversikan kedalam data digital berkisar dari 0-1023. Pengujian ini menggunakan potensio sebagai sampel input tegangan. Pada pin input analog akan dimasukkan tegangan mulai dari 0V sampai 5V. Pengujian ini menggunakan beberapa sampel yang dijadikan sebagai acuan

Tabel 2 Pengujian Sensor *Infrared* Mesin Egg Grader

No	Serial	ADC Report	Hasil Pengukuran (volt)
1	I0AZ1	555,335	2,72
2	I0BZ2	543,521	2,65
3	I0CZ3	552,466	2,69
4	I0DZ4	552,376	2,70
5	I0EZ5	553,901	2,70
6	I0FZ6	544,578	2,67
7	I0GZ7	537,756	2,63
8	I0HZ8	536,500	2,63
9	I0IZ9	535,243	2,60
10	I1AZ0	549,837	2,70
11	I1AA1	539,959	2,65
12	I1AB2	554,410	2,70
13	I1AC3	555,207	2,73

No	Serial	ADC Report	Hasil Pengukuran (volt)
14	I1AD4	554,685	2,70
15	I1AE5	554,706	2,73
16	I1AF6	554,423	2,72
17	I1AG7	557,709	2,73
18	I1AH8	556,817	2,75
19	I1AI9	557,428	2,71
20	I2BZ0	557,271	2,75
21	I2BA1	556,627	2,74
22	I2BB2	558,879	2,74
23	I2BC3	556,038	2,72
24	I2BD4	556,607	2,75
25	I2BE5	556,705	2,74
26	I2BF6	556,752	2,71
27	I2BG7	556,579	2,73
28	I2BH8	557,129	2,72
29	I2BI9	557,178	2,73
30	I3CZ0	556,552	2,73
Rata Rata		552,439	2,71

Berdasarkan data tersebut bahwa kedatangan telur di tandai berubahnya nilai ADC sebesar 552 maka dapat ditetapkan nilai ADC diatas 400 menandakan bahwa adanya keberadaan telur pada Hoover antrian.

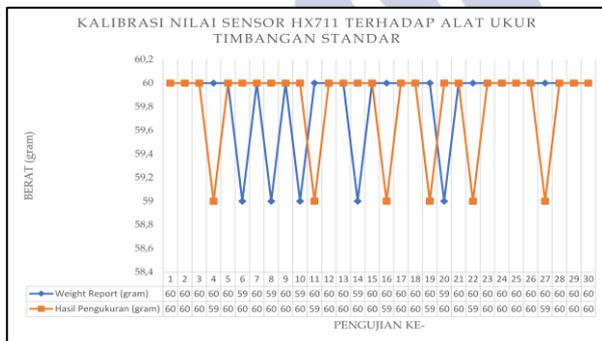
Pengujian Sensor berat

Pengujian sensor Berat bertujuan untuk mengetahui apakah sensor berat telah berfungsi dengan baik dan sesuai dengan perancangan yang telah dibuat atau tidak. Proses pengujian dilakukan dengan merekam terlebih dahulu nilai berat pada sampel menggunakan sensor berat. Kemudian sampel diukur kembali menggunakan alat ukur timbangan Standart lalu dibandingkan dengan nilai yang didapatkan dari sensor berat.

Tabel 3 Pengujian Sensor *Infrared* Mesin Egg Grader

No	Serial	Hasil pengukuran sensor berat (gram)	Hasil Pengukuran Standart (gram)
1	W0AZ1	60	60
2	W0BZ2	60	60
3	W0CZ3	60	60
4	W0DZ4	60	59
5	W0EZ5	60	60
6	W0FZ6	59	60
7	W0GZ7	60	60
8	W0HZ8	59	60
9	W0IZ9	60	60
10	W1AZ0	59	60
11	W1AA1	60	59
12	W1AB2	60	60
13	W1AC3	60	60
14	W1AD4	59	60

No	Serial	Hasil pengukuran sensor berat (gram)	Hasil Pengukuran timbangan Standart (gram)
15	W1AE5	60	60
16	W1AF6	60	59
17	W1AG7	60	60
18	W1AH8	60	60
19	W1AI9	60	59
20	W2BZ0	59	60
21	W2BA1	60	60
22	W2BB2	60	59
23	W2BC3	60	60
24	W2BD4	60	60
25	W2BE5	60	60
26	W2BF6	60	60
27	W2BG7	60	59
28	W2BH8	60	60
29	W2BI9	60	60
30	W3CZ0	60	60
Rata Rata		59,833	59,800



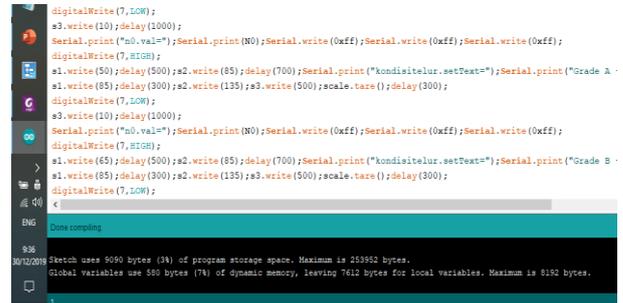
Gambar 12 Grafik Kalibrasi Nilai Sensor HX711 Terhadap Alat Ukur Timbangan Standar

Pada table 3 dan gambar 12 dapat dilihat bahwa grafik nilai pembacaan sensor berat berbanding lurus dengan nilai alat ukur timbangan standart. Dengan simpangan kurang lebih 1gram. Sehingga mempengaruhi ketelitian penimbangan. Solusinya telur yang di timbang pada tahap penimbangan ditambahkan *delay* sebesar 300 microsecond dalam program sehingga pada saat menimbang telur lebih stabil hingga didapatkan nilai dengan akurasi yang lebih tinggi.

Pengujian Perangkat Lunak Arduino

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah source code program yang digunakan pada Arduino dapat memproses data hasil pembacaan sensor dan mengeksekusinya dengan baik. Pengujian ini dilakukan untuk melihat respon eksekusi program yang dilakukan Arduino. Sebelum meng-*upload listing* program keseluruhan, terlebih dahulu harus menentukan Board dan Port yang digunakan pada perangkat lunak Arduino. Pada pengujian ini menggunakan pilihan Board Arduino Mega 2560

dan Port COM. Hal ini dilakukan agar perangkat lunak Arduino dapat melakukan komunikasi dengan perangkat keras Arduino setelah program siap *upload* terlebih dahulu program di-*compile* untuk menguji bahwa program tersebut tidak ada *bug* dalam meng-*upload*-nya



Gambar 13 Hasil *Compile* program arduino IDE mesin *Egg Grader*

Pada *taks bar* program arduino IDE dapat dilihat bahwa program sudah *tercompile* dan tidak ditemukan adanya *bug* pada program sehingga listing program dapat di *up-load* ke dalam microprocessor Arduino 2560.

Pengujian Akurasi Klasifikasi

Pengujian Akurasi bertujuan untuk mengetahui seberapa akurasi sistem kontrol *Egg Grader* dalam memilah telur. Pada pengujian ini digunakan 20 sampel telur yang dikondisikan dengan 5 kali pengulangan. Pada pengujian yang dilakukan Menggunakan Berat telur yaitu, berisi 4 telur di kelas A 61gram, 64gram, 62gram, 61gram, berisi 8 telur di kelas B 59gram, 57gram, 53gram, 52gram, 53gram, 55gram, 53gram, 52gram, 51gram, 50gram, dan berisi 4 telur di kelas C 49gram, 48gram, 47gram, 46gram. Pengkondisian sampel tersebut dimaksudkan untuk mengetahui tingkat kesalahan pada masing-masing grade. Akurasi dapat dihitung dengan membandingkan jumlah telur yang berhasil dikelompokan dengan jumlah yang seharusnya terkelompok.

Tabel 4 Pengujian Akurasi Klasifikasi

Akurasi	Ulangan					Rata-rata %
	1 (%)	2 (%)	3 (%)	4 (%)	5 (%)	
Grade A (%)	100	67	80	100	67	82,8
Grade B (%)	90	90	80	90	100	90
Grade C (%)	75	80	100	100	100	91
Akurasi mesin						87,93

Dari pengujian 20 telur sebanyak 5 kali pengulangan, dapat diketahui kesalahan dalam penyortiran terjadi pada bobot telur yang mendekati batas dari grade. Nilai akurasi dari mesin sortasi ini adalah sebesar 87.93 %. Kurangnya tingkat akurasi dikarenakan titik berat dari telur yang tidak selalu berada di tengah sehingga penimbangan bobot. Jika kita amati pada pengujian ada beberapa nilai akurasi yang muncul selisihnya jauh dari hasil lainnya hal tersebut disebabkan antara grade A, B dan C ada beberapa telur yang beratnya mendekati nilai batasannya sehingga telur lebih mudah teridentifikasi beratnya ke dalam kategori kelas sebelahnya.

Pengujian *Respon Time*

Pengukuran Respon Time Sensor Infrared

Pengukuran *respon time* sensor *infrared* bertujuan untuk mengetahui seberapa respon sensor *infrared*. Proses pengukuran dilakukan dengan menguji sensor *infrared* yang telah terpasang pada mikrokontroler dengan mencatat waktu di setiap eksekusinya. Proses pencatatan waktu dilakukan dengan cara mencatat waktu dari *clock* mikroprosesornya dengan menggunakan program PLX-DAQ sebagai data aquisition untuk merekam setiap waktu sesuai dengan baudratanya ke aplikasi excel. Kemudian data yang didapat dianalisa *transient* responnya. Lalu selisih waktunya digunakan untuk mendapatkan waktu dari respon sensor. Kemudian diambil 30 sampel untuk mendapatkan data yang halus lalu di rata-rata *respon timenya*. Pengukuran *respon time sensor infrared data* dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5 Pengukuran *Respon Time Sensor Infrared*

No	Serial	Respon Time (s)	ADC Report
1	I0AZ1	0,089844	555,335
2	I0BZ2	0,179687	543,521
3	I0CZ3	0,191406	552,466
4	I0DZ4	0,183593	552,376
5	I0EZ5	0,082032	553,901
6	I0FZ6	0,097656	544,578
7	I0GZ7	0,089844	537,756
8	I0HZ8	0,085937	536,500
9	I0IZ9	0,1875	535,243
10	I1AZ0	0,1875	549,837
11	I1AA1	0,101562	539,959
12	I1AB2	0,1875	554,410
13	I1AC3	0,082031	555,207
14	I1AD4	0,09375	554,685
15	I1AE5	0,09375	554,706
16	I1AF6	0,09375	554,423
17	I1AG7	0,09375	557,709
18	I1AH8	0,089844	556,817

No	Serial	Respon Time (s)	ADC Report
19	I1AI9	0,078125	557,428
20	I2BZ0	0,1875	557,271
21	I2BA1	0,089844	556,627
22	I2BB2	0,09375	558,879
23	I2BC3	0,09375	556,038
24	I2BD4	0,089844	556,607
25	I2BE5	0,09375	556,705
26	I2BF6	0,09375	556,752
27	I2BG7	0,109375	556,579
28	I2BH8	0,09375	557,129
29	I2BI9	0,09375	557,178
30	I3CZ0	0,09375	556,552
Rata Rata		0,114062	552,439

Pada tabel 5 didapatkan kesimpulan *respon time* dari sensor *infrared* jenis optocoupler membutuhkan waktu 0,114062 detik

Pengukuran Respon Time Sensor Berat

Pengukuran *respon time sensor* berat bertujuan untuk mengetahui seberapa respon sensor berat dalam mendapatkan data yang stabil. Proses pengukuran dilakukan dengan menguji sensor berat yang telah terpasang pada mikrokontroler dengan mencatat waktu di setiap eksekusinya. Kemudian data yang didapat dianalisa *transient* responnya. Lalu selisih waktunya digunakan untuk mendapatkan waktu dari respon sensor. Kemudian diambil 30 sampel untuk mendapatkan data yang halus lalu di rata-rata *respon timenya*. Pengukuran *respon time sensor berat data* dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6 Pengukuran *Respon Time Sensor Berat*

No	Serial	Respon Time (s)	Weight Report (gram)
1	W0AZ1	0,562500	60
2	W0BZ2	0,371094	60
3	W0CZ3	0,363282	60
4	W0DZ4	0,371093	60
5	W0EZ5	0,484375	60
6	W0FZ6	0,464844	59
7	W0GZ7	0,375000	60
8	W0HZ8	0,457031	59
9	W0IZ9	0,371094	60
10	W1AZ0	0,375000	59
11	W1AA1	0,472656	60
12	W1AB2	0,468750	60
13	W1AC3	0,371094	60
14	W1AD4	0,468750	59
15	W1AE5	0,382813	60
16	W1AF6	0,464844	60
17	W1AG7	0,464844	60
18	W1AH8	0,457031	60
19	W1AI9	0,472656	60

No	Serial	Respon Time (s)	Weight Report (gram)
20	W2BZ0	0,468750	59
21	W2BA1	0,371094	60
22	W2BB2	0,457031	60
23	W2BC3	0,468750	60
24	W2BD4	0,460937	60
25	W2BE5	0,457032	60
26	W2BF6	0,472656	60
27	W2BG7	0,562500	60
28	W2BH8	0,460938	60
29	W2BI9	0,476562	60
30	W3CZ0	0,386719	60
Rata Rata		0,442057	59,833

Pada tabel 7 didapatkan kesimpulan *respon time* dari sensor berat dengan driver H711 membutuhkan waktu 0,442057 detik.

Pengukuran Waktu Eksekusi Program Satu Siklus

Pengukuran waktu eksekusi program satu siklus bertujuan untuk mengetahui seberapa lama sistem kontrol setiap satu siklus. Proses pengukuran dilakukan dengan mencatat waktu di setiap eksekusinya. Kemudian data yang didapat dianalisa *transient* responnya. Lalu selisih waktunya digunakan untuk mendapatkan waktu dari setiap satu siklus prosesnya. Kemudian diambil 30 sampel untuk mendapatkan data yang halus lalu di rata-rata waktu eksekusinya. Pengukuran waktu eksekusi program dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 7 Pengukuran Waktu Eksekusi Program Satu Siklus

No	Clock	Timer	Time
1	02:37:09	1,997070	0,000000
2	02:37:12	5,799805	3,802735
3	02:37:16	9,612305	3,812500
4	02:37:20	13,408200	3,795895
5	02:37:24	17,220700	3,812500
6	02:37:28	21,033200	3,812500
7	02:37:31	24,829100	3,795900
8	02:37:35	28,642580	3,813480
9	02:37:39	32,454100	3,811520
10	02:37:43	36,250000	3,795900
11	02:37:47	40,063480	3,813480
12	02:37:50	43,875000	3,811520
13	02:37:54	47,671880	3,796880

No	Clock	Timer	Time
14	02:37:58	51,484380	3,812500
15	02:38:02	55,296880	3,812500
16	02:38:06	59,093750	3,796870
17	02:38:09	62,905270	3,811520
18	02:38:13	66,701170	3,795900
19	02:38:17	70,514650	3,813480
20	02:38:21	74,326170	3,811520
21	02:38:25	78,138670	3,812500
22	02:38:28	81,935550	3,796880
23	02:38:32	85,747070	3,811520
24	02:38:36	89,544920	3,797850
25	02:38:40	93,356450	3,811530
26	02:38:44	97,168950	3,812500
27	02:38:48	100,980500	3,811550
28	02:38:51	104,777300	3,796800
29	02:38:55	108,589800	3,812500
30	02:38:59	112,386700	3,796900
RATA RATA			3,806871

Pada tabel 7 didapatkan kesimpulan bahwa waktu yang dibutuhkan mesin *egg grader* untuk memproses penyeleksian telur berdasarkan beratnya dalam satu kali siklus membutuhkan waktu 3,806871 detik.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan yaitu:

- Desain mesin *Egg Grader* dibangun menggunakan kontroler Arduino 2560 sebagai prosesor, sensor *infrared* digunakan sebagai sensor kedatangan, sensor berat *loadcell* dengan driver HX711 untuk menimbang telur dan menggunakan 4 *servo* sebagai penggerak gerbang dan lengan klasifikasi.
- Algoritma pekerjaan yang dilakukan dalam memilah kelas telur ayam pada mesin *Egg Grader* melalui 3 tahap yaitu antrian, menimbang dan memilah. Pada proses antrian telur diantrikan kedalam hoover. Adanya telur diteksi keberadaannya oleh sensor *infrared* dan memicu membukanya aktuator 1 dan memicu proses penimbangan. Pada tahap menimbang telur yang jatuh di tangkap bucket lalu di timbang beratnya kemudian aktuator 2 bergerak menyesuaikan sudut telur diklasifikasikan

selanjutnya aktuator 3 membuka dan menutup kembali setelah *delay* 200 *microsecond*. lalu telur yang sudah jatuh di bilik klasifikasi selanjutnya telur di dorong menuju hoover keluaran.

- Sistem kontrol *Egg Grader* telah berhasil dirancang dan diuji coba. Mesin sortasi ini dapat menyortir dengan akurasi 87,93 % dengan kapasitas kurang lebih 15 butir/menit. *Respon time* dari sensor *infrared jenis* optocoupler membutuhkan waktu 0,114062 detik. *Respon time* dari sensor berat dengan driver H711 membutuhkan waktu 0,442057 detik. Waktu yang dibutuhkan dalam satu kali siklus sortiran membutuhkan waktu 3,806871 detik.

Saran

- Diperlukan kajian lebih lanjut mengenai analisa gangguan interferensi dari gelombang elektromagnetik yang dihasilkan dari motor penggerak (*servo*) dan power supply
- Diperlukan percobaan untuk jenis telur lain contohnya telur bebek, telur ayam kampung, telur puyuh dan telur lainnya.
- Untuk meningkatkan akurasi sebaiknya dilakukan kajian lebih lanjut pada tahapan penimbangan telur dengan membenahi dari sisi mekaniknya.

DAFTAR PUSTAKA

- Alif, Totok Nur dan H Budi Sugeng. 2013. Dasar Kontrol Konvensional. Probolinggo. SMK Negeri 2 kota Probolinggo
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 2008. Standar Nasional Indonesia (SNI) No: 3926: 2008 Mutu dan Kualitas Telur Ayam Ras. Jakarta (ID): BSN.
- Dirjen Peternakan dan Kesehatan Hewan. 2013. Statistik Peternakan dan Kesehatan Hewan Tahun 2013. Jakarta (ID): Kementrian Pertanian
- Earle, R.L. and Earle, M.D. (2003). Unit Operations in Food Engineering. New Zealand: The New Zealand Institute of Food Science and Technology Inc.
- Fellows, P. (2000). Food Processing Technology: Principles and Practices. Cambridge, England: Woodhead Publishing Limited.
- Grandison, A.S. (2006). Postharvest Handling and Preparation of Foods for Processing in Brennan, J.G (Ed.) Food Processing Handbook. Weinheim: Wiley VCH Verlag GmbH and Co.
- Hilal, Feby. 2013. "Pemanfaatan Motor *Servo* Sebagai Penggerak". Jurnal Gema Teknologi. Vol. 17 (2): hal. 95-97.
- Kurniawan, Wahyu Dwi dan Budjiono Agung Pridjo. 2017. "Panduan Praktikum Kontrol". Surabaya. Universitas Negeri Surabaya.
- Kemendikbud. 2013. Sistem Kontrol Terprogram
- McCabe, W.L, Smith, J.C. and Harrott, P. (1985). Unit Operation of Chemical Engineering. Singapore: McGraw – Hill International Book Co.
- Nopriandi, Feby. 2015. "Desain dan Pengujian Mesin Sortasi Telur Ayam". Jurnal Keteknik Pertanian. Vol. 3 (2): hal. 153-154.

Pressman, R. S. 2010 Rekayasa Perangkat Lunak Pendekatan Praktisi, Edisi 7, Yogyakarta: Andi: hal. 45-60.

Putra, Guyup Mahardhian Dwi dkk. 2018. "Rancang Bangun Sistem Sortasi Kematangan Buah Semi Otomatis Berbasis Arduino". Jurnal Teknotan. Vol. 12 (1): hal. 57.

Rao, M.A. and Rizvi, S.S.H. (1995). Engineering Properties of Foods. New York: Marcell Dekker Inc.

Santoso, H. 2015, "Panduan Praktis Arduino Untuk Pemula", Jakarta: Elang Sakti: hal. 23-25.

Singh, R.P and Heldman, D.R. (2001). Introduction to Food Engineering. United Kingdom: Academic Press.

Toledo, R.T. (1991). Fundamentals of Food Process Engineering. 2nd Ed. New York: van Nostrand Reinhold.

Widjiantoro, Bambang L. dkk. 2012. Sistem Pengendalian Otomatis. Surabaya. Institut Teknologi Sepuluh Nopember