

Prototipe Alat Penyortir Telur Berdasarkan Warna dan Ukuran

¹Nurul Lailatulfath*), ¹Maila Rahmah, ¹Willi Sutanto & ²Vebi Nadhira

¹Akademi Metrologi dan Instrumentasi

²Institut Teknologi Bandung

*) *nurullailatulfath123@gmail.com*

Abstrak

Berdasarkan survei di Peternakan PT Johnson's Farm, kegiatan sortir telur dilakukan secara manual mengandalkan subjektivitas manusia. Untuk mengatasi hal tersebut, prototipe alat penyortir telur telah dibuat untuk memilah telur berdasarkan warna dan ukuran agar didapatkan hasil seragam. Prototipe ini dilengkapi dengan sensor inframerah sebagai pendeteksi keberadaan telur, sensor warna TCS3200 sebagai pendeteksi warna kerabang telur, sensor jarak HC-SR04 sebagai pendeteksi diameter minor telur, dan motor servo SG-90 sebagai pemilah hasil sortir. Prototipe ini terpasang pada sebuah sistem konveyor agar penyortir berjalan secara otomatis. Sensor jarak HC-SR04 dan sensor warna TCS3200 diletakkan pada bagian awal konveyor dengan ketinggian yang tetap untuk mendeteksi karakteristik telur. Hasil sortir dipisahkan ke dalam enam kategori. Keenam kategori tersebut yakni telur coklat jumbo, telur putih jumbo, telur coklat normal, telur putih normal, telur coklat kecil, dan telur putih kecil. Dalam menyortir 21 sampel telur yang bervariasi, sensor HC-SR04 memiliki persentase keberhasilan sebesar 98,1% dan sensor TCS3200 memiliki persentase keberhasilan sebesar 72,4%. Prototipe telah bekerja dengan baik dengan persentase rata-rata keberhasilan sebesar 72,4%. Hasil tersebut sangat dipengaruhi oleh keberhasilan kedua sensor dalam mendeteksi telur.

Kata Kunci: Telur, sortir, sensor jarak HC-SR04, sensor warna TCS3200, konveyor

1 Pendahuluan

Telur merupakan salah satu sumber protein hewani yang menjadi primadona di masyarakat [1]. Hal ini didukung oleh banyaknya kandungan gizi yang terdapat dalam telur, harganya yang relatif terjangkau, dan mudah didapatkan baik di pasar modern maupun pasar tradisional. Terdapat berbagai macam telur yang lazim dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia, seperti telur ayam ras, telur ayam kampung, telur bebek, dan telur ayam puyuh.

Najemah telah melakukan penelitian mengenai rancang bangun sistem penyortir kualitas telur ayam berbasis mikrokontroler [2]. Penelitian ini menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 sebagai pendeteksi ukuran telur dan menggunakan sensor *LDR (Light Dependent Resistance)* yang berfungsi sebagai pendeteksi baik atau buruknya kualitas telur. Adapun sampel telur diambil secara acak di pasaran. Selain itu, Sidiq & Irmawati telah meneliti terkait pengolahan citra untuk identifikasi telur berdasarkan ukuran [3]. Penelitian tersebut menggunakan citra digital dengan media *interface GUI (Graphical User Interface)* yang memanfaatkan *software* Matlab. Sandra et al juga melakukan penelitian berbasis pengolahan citra untuk memprediksi kematangan pisang [4]. Penelitian tersebut menggunakan sensor warna TCS3200 yang menghasilkan akurasi 100% untuk level 1 dan 5, 80% untuk level 3, dan 60% untuk level 7. Selanjutnya, Sholihin & Rohman telah melakukan penelitian mengenai klasifikasi kualitas mutu telur ayam ras berdasarkan fitur warna dan tekstur [5]. Pada penelitian ini, digunakan *K-Nearest Neighbor* dengan rata-rata akurasi tertinggi yang didapatkan sebesar 82,3%.

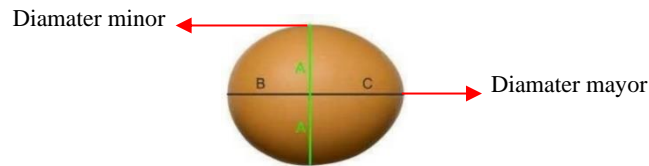
Berdasarkan uraian tersebut, menarik untuk dilakukan pengembangan terhadap prototipe yang telah ada. Pertama, objek yang diteliti adalah telur ayam ras *Lohmaan brown* [6]. Untuk memperbaiki pemilihan sampel telur yang kurang spesifik pada penelitian sebelumnya, sampel telur yang digunakan pada penelitian ini berasal dari PT Johnson's Farm. Perusahaan ini bergerak di bidang penyortiran telur dan merupakan salah satu penyuplai telur ayam ras *Lohmaan brown* terbesar di Bandung. Selanjutnya, berdasarkan studi kasus di PT Johnson's Farm, telur dipisahkan menggunakan standar performa *Lohmaan brown* dan dilakukan secara manual berdasarkan subjektivitas manusia. Oleh karena itu, pada penelitian ini, akan dibuat prototipe alat penyortir telur berdasarkan warna menggunakan sensor TCS3200 dan ukuran menggunakan sensor HC-SR04. Penelitian ini diharapkan dapat mengatasi kelemahan pada kegiatan penyortiran di PT Johnson's Farm sekaligus menjadi inovasi baru dari penelitian sebelumnya.

2 Metode

2.1 Spesifikasi Prototipe dan Objek Ukur

Objek ukur yang digunakan yakni jenis telur ayam ras *Lohmann brown* yang diasumsikan dalam kondisi bersih dari kotoran, tidak retak, dan tidak berbintik. Objek ukur tersebut diletakkan secara manual pada tatakan

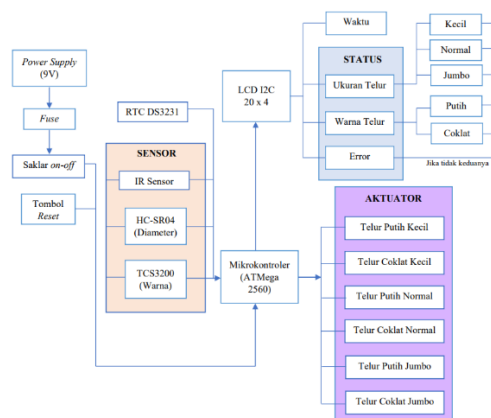
setebal 1 mm di atas konveyor. Digunakan tiga buah tatakan dengan jarak yang sama dan diasumsikan rata dengan karet konveyor. Konveyor terus berjalan kontinyu sesuai kecepatan yang telah diatur di awal. Sementara itu, di atas konveyor, diletakkan sensor TCS3200 dan HC-SR04 dengan ketinggian yang tetap. Kedua sensor tersebut berturut-turut digunakan untuk mengukur warna dan diameter objek ukur. Warna objek ukur dikategorikan ke dalam dua kelompok, yakni telur coklat dan putih [7], sedangkan diameter objek ukur dikategorikan ke dalam 3 ukuran, yakni telur kecil, normal, dan jumbo. Diameter objek ukur yang dihitung hanya diameter minor (Gambar 1).



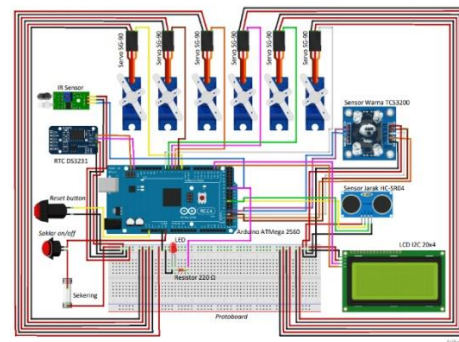
Gambar 1. Posisi diameter telur yang diukur
Sumber: Sugiarto, 2017

2.2 Rancang Bangun Prototipe

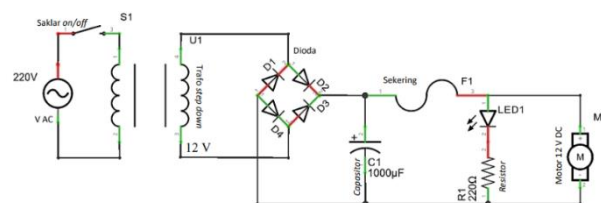
Prototipe dirancang dan dibangun berdasarkan kasus yang ditemui di PT Johnson's Farm, Arjasari – Banjarnegara, dengan mengesampingkan Standard Nasional Indonesia (SNI) [8]. Adapun sistem kerja prototipe ini mengikuti diagram blok pada Gambar 2 dan komponen penyusunnya berupa perangkat keras yang dirangkai seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 3. Selain itu, sistem konveyor terpisah mengikuti skematik pada Gambar 4.



Gambar 2. Diagram blok sistem penyortir



Gambar 3. Skematik rangkaian penyortir



Gambar 4. Skematik rangkaian konveyor

Berdasarkan skematik tersebut, untuk mempermudah pengukuran, sensor HC-SR04 dan sensor TCS3200 diletakkan pada ketinggian dan posisi yang tetap yakni berturut-turut 15 cm dan 6,4 cm. Titik ini diambil dari hasil pengujian karakteristik masing-masing sensor. Sensor HC-SR04 diprogram untuk dapat mendeteksi 35 titik diameter saat sebuah telur berjalan di atas konveyor. Kemudian 1 titik terbesar akan dinyatakan sebagai diameter minor telur. Sensor TCS3200 diletakkan di dalam sebuah kotak supaya intensitas cahaya yang ditangkap oleh fotodiode tidak dipengaruhi oleh cahaya sekitar. Sensor diprogram untuk dapat mendeteksi 10 nilai RGB saat sebuah telur berjalan di atas konveyor. Selanjutnya 1 nilai RGB terendah dinyatakan sebagai nilai kadar coklat dari telur tersebut.

2.3 Teknik Pengujian

Rangkaian pengujian prototipe diawali dengan pengujian karakteristik data kedua sensor. Sensor warna TS3200 diuji untuk mendeteksi kertas dengan warna dasar (merah, biru, dan hijau) dalam 3 kondisi yakni

kondisi gelap, cahaya ruang, dan cahaya matahari. Jarak sensor terhadap kertas uji yakni 0 – 5 cm. Selain itu, citra dari setiap kertas diambil dengan menggunakan kamera HP Asus Zenfone 2 Laser dan pengukuran nilai RGB dilakukan dengan menggunakan software Matlab. Selanjutnya, sensor HC-SR04 diuji dengan menggunakan komparator sidang pada rentang 2 – 15 cm. Kemudian diameter minor sebagai objek ukur akan diukur dengan menggunakan jangka sorong. Setelah hasil pengujian karakteristik didapatkan, seluruh rangkaian prototipe dikonfigurasi sesuai Gambar 3 dan Gambar 4. Selanjutnya dilakukan pengambilan data yang hasilnya akan dibandingkan dengan karakteristik data setiap sensor.

3 Hasil & Diskusi

Hasil dan pembahasan rancang bangun prototipe dibahas dalam tiga tahapan. Tahap pertama yakni sisi *hardware*, tahap kedua sisi *software*, dan pada tahap terakhir yakni sisi hasil pengukuran.

3.1 Prototipe dan Objek Ukur dari Sisi *Hardware*

Hasil perancangan prototipe dari sisi *hardware* dapat dilihat pada Gambar 5. Berdasarkan gambar tersebut, prototipe dibagi ke dalam dua sistem utama yakni sistem konveyor dan sistem sensor penyortir. Sistem konveyor terdiri dari bagian motor penggerak, sabuk konveyor, dan kotak hasil sortir. Bagian ini memiliki sistem kontrol yang terpisah dengan sistem sensor penyortir. Hal ini dikarenakan saat konveyor dinyalakan, sabuk konveyor akan berjalan terus menerus dengan kecepatan yang telah ditetapkan di awal. Pada bagian kotak pengontrol sistem konveyor dirangkai sedemikian rupa sesuai skematik Gambar 4. Adapun komponen-komponen penyusunnya di antara lain trafo *step down*, dioda, sekering, kapasitor, resistor, lampu indikator, dan motor penggerak.

Pada sistem sensor penyortir terdiri dari 2 sensor utama yakni sensor jarak HC-SR04 sebagai pendeteksi ukuran dan sensor warna TCS3200 sebagai pendeteksi warna kerabang telur. Selain itu terdapat 3 komponen pendukung yakni sensor inframerah sebagai pendeteksi keberadaan telur di atas konveyor, RTC DS3231 sebagai penampil waktu ketika pengambilan data, dan motor servo SG-90 sebagai pemilah hasil sortir [9]. Komponen-komponen tersebut dirangkai sedemikian rupa sesuai skematik Gambar 3. Seluruh komponen tersebut dikemas dalam sebuah kotak pengontrol dan dihubungkan dengan tombol *on/off* dan *reset*.

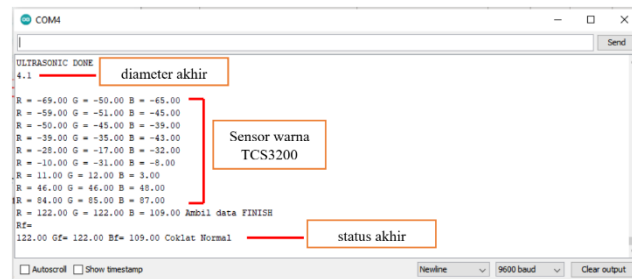


Gambar 5. Diagram blok sistem penyortir

3.2 Hasil Prototipe dari Sisi *Software*

Pada sisi *software*, terbagi ke dalam 2 kategori yakni sistem sensor penyortir dan sistem konveyor. Pada sistem sensor penyortir, mikrokontroler yang digunakan yakni Arduino ATmega 2560 yang diprogram dengan menggunakan software Arduino IDE versi 1.8.42 agar prototipe tersebut dapat dioperasikan secara otomatis. Seluruh komponen yang dihubungkan dengan kotak pengontrol sistem sensor penyortir dipengaruhi oleh hasil pemrograman. Apabila tombol *on/off* pada kotak pengontrol tersebut diakifkan maka mikrokontroler memerintahkan sensor inframerah untuk terus menembak objek di depannya agar dapat mendeteksi ada tidaknya telur yang lewat di atas konveyor. Jika terdapat telur yang melintas, maka lampu indikator menyala dan mengaktifkan sensor jarak HC-SR04. Sensor ini bekerja [10, 11] berdasarkan prinsip jarak tempuh saat tidak ada telur yang telah diatur dengan ketinggian tetap (15 cm) dikurangkan dengan jarak tempuh saat telur melintas. Kemudian sensor mulai melakukan pengukuran diameter minor telur sebanyak 35 titik pada kondisi telur terus berjalan dengan kecepatan konstan. Selanjutnya mikrokontroler memilih 1 nilai tertinggi. *Output* ini menjadi *input* untuk mengaktifkan sensor warna TCS3200 dalam mengukur nilai RGB telur tersebut. TCS3200 mengambil 10 sampel nilai RGB dalam 1 butir telur dan nilai RGB terendah menjadi penentu kategori warna telur tersebut. Proses diakhiri dengan pemilahan telur yang dilakukan oleh motor servo SG-90. Pada prototipe ini menggunakan 6 buah motor servo SG-90 untuk memisahkan tiap kategori telur. Keenam kategori tersebut yakni telur coklat jumbo, telur putih jumbo, telur coklat normal, telur putih normal, telur coklat kecil, dan telur putih kecil. Hasil kategori telur beserta besar diameter minor dan jenis warna kemudian ditampilkan pada

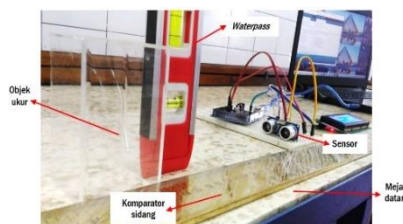
display yang disajikan pada kotak pengontrol. Hasil pemilahan telur yang disortir juga dapat dilihat pada serial monitor seperti pada Gambar 6.



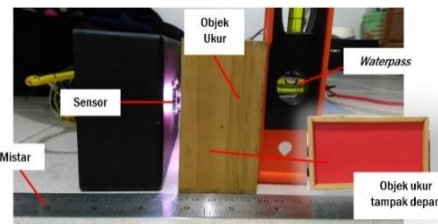
Gambar 6. Tampilan serial monitor

3.3 Hasil Prototipe dari Sisi Karakteristik Pengukuran

Sebelum digunakan untuk mengukur karakteristik telur, prototipe yang telah dibuat diuji karakteristik pengukurannya terlebih dahulu. Karakteristik yang diuji adalah akurasi pengukuran jarak HC-SR04, penentuan jarak optimum pengukuran TCS3200, dan pengaruh cahaya sekitar terhadap pembacaan nilai RGB TCS3200. Pengujian karakteristik sensor HC-SR04 dapat dilihat pada Gambar 7. Sensor tersebut dipasang horizontal [12] dan ditetapkan titik nolnya. Uji karakteristik [13] ini dibandingkan dengan komparator sidang 100 cm dengan ketelitian 1 mm. Pada pengujian ini dilakukan pada rentang 2 cm hingga 15 cm dengan selisih antar titik sebesar 0,3 cm, sedangkan pada sensor TCS3200 diuji dengan menggunakan sampel kertas warna dasar [14] yang diletakkan di depan sensor pada rentang 0 – 4 cm sesuai Gambar 8.

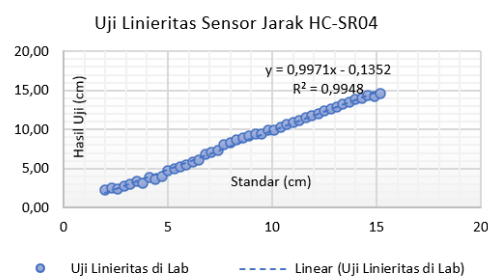


Gambar 7. Pengujian karakteristik HC-SR04



Gambar 8. Pengujian karakteristik TCS3200

Data yang disajikan pada penelitian ini merupakan data sekunder, representasi penelitian proyek akhir Lailatulfath dan Rahmah pada tahun 2020 yang berjudul Prototipe Alat Penyortir Telur Berdasarkan Warna dan Ukuran [15]. Berdasarkan Tabel 1, dapat diketahui bahwa pembacaan sensor jarak HC-SR04 kurang stabil pada rentang pengukuran kurang dari 6,5 cm. Pada grafik pada Gambar 9 dapat dilihat bahwa hasil pengukuran sensor memiliki persamaan regresi linier sebesar $y = 0,9971x - 0,1352$ dan koefisien determinasi sebesar $R^2 = 0,9948$. Maka penggunaan sensor jarak HC-SR04 ditempatkan pada ketinggian yang tetap yakni 15 cm. Titik ini dipilih karena cukup stabil untuk mendeteksi diameter minor sampel telur terkecil yakni 3,59 cm dan diameter minor sampel telur terbesar yang didapatkan yakni 5,11 cm.



Gambar 9. Linieritas sensor HC-SR04

Tabel 1. Data karakteristik sensor HC-SR04

Standar (cm)	Rata-rata Hasil Pengujian (cm)	Galat (cm)	Galat (%)
-----------------	---	---------------	--------------

2,0	2,3	0,3	14,6
3,8	3,1	0,7	18,4
5,6	5,3	0,3	5,9
7,7	8,0	0,3	4,1
9,5	9,5	0,0	0,3
11,3	11,2	0,1	1,0
13,1	12,9	0,1	1,3
14,9	14,3	0,7	4,4
Maksimum		0,7	18,4
Minimum		0,0	0,3

Pada pengujian jarak optimum sensor TCS3200 dilakukan dengan membandingkan sampel kertas berwarna merah, hijau, biru, dan 4 gradasi warna coklat terhadap pengolahan citra oleh *software* Matlab sesuai pada Tabel 2. Sebagai contoh, hasil pengujian sampel kertas berwarna merah dapat dilihat pada Tabel 3. Pengukuran dilakukan pada titik 0 – 4 cm dengan perubahan titik sejauh 0,1 cm. Dapat dilihat bahwa kesalahan pembacaan akan semakin tinggi saat objek semakin jauh dari sensor. Oleh karena itu, ketinggian sensor warna diatur sedekat mungkin dengan objek yakni pada 6,4 cm. Titik ini dipilih karena cukup stabil untuk mendeteksi warna kerabang telur yang memiliki diameter minor sampel telur terkecil yakni 3,59 cm dan diameter minor sampel telur terbesar yang didapatkan yakni 5,11 cm.

Tabel 2. Pengukuran citra kertas berdasarkan Matlab

Warna	Software Matlab		
	Red	Green	Blue
merah	203.9	18.9	13.1
hijau	100.5	151.1	15.1
biru	48.1	86.0	173.4
hitam	33.6	30.6	28.5
putih	164.8	165.4	172.0
coklat 1	173.2	113.1	44.4
coklat 2	183.3	139.1	74.2
coklat 3	186.8	149.7	92.2
coklat 4	174.1	158.4	128.0

Tabel 3. Hasil pengukuran nilai RGB pada kertas merah

Jarak (mm)	Rata-rata total			Galat (%)		
	R	G	B	R	G	B
0	255	199	206	25.1	951.9	1467.0
5	244	187	194	19.7	888.4	1375.7
10	221	140	145	8.3	641.0	1001.1
15	193	100	105	5.2	427.9	700.6
20	167	70	73	18.3	269.2	457.2
25	143	50	52	29.9	164.6	295.6
30	121	32	33	40.9	68.0	151.0
35	100	16	21	51.1	16.6	55.9
40	87	14	19	57.6	28.6	40.7
45	73	7	14	64.2	63.0	2.7

Selanjutnya sensor TCS3200 dilakukan pengujian terhadap pengaruh cahaya di sekitar. Pengujian ini dilakukan pada tiga kondisi yakni kondisi gelap, kondisi cahaya ruang dan kondisi di bawah terik matahari. Penentuan ketiga lokasi tersebut dilakukan dengan menggunakan luxmeter. Berdasarkan data pada Tabel 4 kondisi paling ideal yakni pada saat gelap atau tidak terpengaruh oleh cahaya dari luar.

Tabel 4. Karakteristik TCS3200 terhadap cahaya

Jarak (mm)	Lumen	Gelap			Lumen	Ruang			Lumen	Matahari		
		R	G	B		R	G	B		R	G	B
10	0	182	145	101	30	193	153	111	956	207	171	131
20	0	93	40	0	30	105	54	0	1222	175	124	84
30	0	3	0	0	30	20	0	0	1300	173	116	79
40	0	0	0	0	30	0	0	0	1251	171	120	85

3.4 Hasil Prototipe dari Sisi Pengukuran Objek Ukur

Pada pengujian ini digunakan 21 sampel telur, yang terdiri dari 13 sampel telur berasal dari PT Johnson's Farm dan 8 sampel telur berasal dari sampel acak yang ditemui di pasar modern. Seluruh sampel yang dipakai mencakup seluruh kategori telur. Keseluruhan sampel telur tersebut diukur dengan pengulangan sebanyak 5 kali. Setiap sampel telur yang diperoleh dari PT Johnson's Farm diberi nomor telur. Adapun inisial J digunakan untuk sampel telur yang didapatkan secara acak di pasar, sehingga dinilai sebagai hasil *judgement* dan tidak dianggap sebagai standar. Hasil yang didapatkan dapat dilihat pada Tabel 5 di bawah ini.

Tabel 5. Hasil pengujian

No. Telur	Personal Judgement		Rata-rata Hasil Pengujian					Hasil Sortir
	Ukuran	Warna	Diameter (cm)		Warna			
			HC-SR04	Standar	TCS3200			
					R	G	B	
4	Jumbo	Coklat	5,1	4,97	208	180	155	Sesuai
3	Jumbo	Coklat	5,3	4,98	189	149	118	Sesuai
2	Jumbo	Putih	5,1	5,11	228	220	192	Sesuai
5	Jumbo	Putih	5,6	4,95	228	215	192	Sesuai
9	Normal	Coklat	4,6	4,44	161	118	70	Sesuai
10	Normal	Coklat	4,6	4,51	172	131	97	Sesuai
7	Normal	Putih	4,1	4,58	210	208	249	Sesuai
12	Normal	Putih	4,5	4,29	198	189	231	Sesuai
16	Kecil	Coklat	3,9	3,90	98	49	40	Sesuai
15	Kecil	Putih	3,9	4,02	151	104	76	Tidak sesuai
17	Kecil	Putih	3,0	3,72	28	3	0	Sesuai
18	Kecil	Putih	3,2	3,86	64	84	7	Tidak sesuai
19	Kecil	Coklat	3,9	3,95	116	95	48	Tidak sesuai
J1	Normal	Coklat	4,7	-	186	135	109	Sesuai
J2	Normal	Coklat	4,1	-	174	158	77	Sesuai
J3	Normal	Coklat	4,1	-	140	92	54	Sesuai
J4	Normal	Putih	3,9	-	140	112	85	Tidak sesuai
J5	Normal	Putih	4,2	-	136	113	91	Tidak sesuai
J6	Normal	Coklat	4,5	-	175	129	97	Sesuai
J7	Normal	Coklat	4,6	-	127	58	44	Sesuai
J8	Normal	Coklat	4,5	-	161	85	58	Sesuai

Masing-masing telur yang diuji pada prototipe ini dipisahkan berdasarkan klasifikasi pada Tabel 6. Telur akan disortir berdasarkan ukuran terlebih dahulu, jika telah memenuhi salah satu kriteria rentang diameter yang telah ditentukan, maka dilanjutkan pada syarat nilai RGB yang harus dipenuhi. Rentang nilai RGB tidak dipisahkan

berdasarkan kelompok warna saja, tetapi rentang nilai RGB ditentukan berdasarkan warna telur coklat dan warna telur putih berdasarkan besar diameter minor telur karena hal ini memengaruhi jarak keterbacaan sensor warna TCS3200 terhadap objek yang diukur. Pada kolom hasil sortir pada Tabel 5, telur dinyatakan sesuai apabila hasil pembacaan diameter minor oleh sensor HC-SR04 dan warna kerabang oleh TCS3200 sesuai dengan klasifikasi pada Tabel 6.

Tabel 6. Rentang klasifikasi telur

Ukuran	Syarat	Status
Diameter ≤ 4.04	nilai $R \geq 80$, $40 \leq \text{nilai } G \leq 90$, dan nilai $B \leq 83$	Coklat Kecil
Diameter ≤ 4.04	$66 \leq \text{nilai } R \leq 163$, nilai $G \leq 183$, dan nilai $B \leq 120$	Putih Kecil
Diameter ≤ 4.60	$110 \leq \text{nilai } R \leq 210$, $50 \leq \text{nilai } G \leq 180$, dan $30 \leq \text{nilai } B \leq 185$	Coklat Normal
Diameter ≤ 4.60	$185 \leq \text{nilai } R \leq 255$, dan nilai $G \geq 165$, dan nilai $B \geq 150$	Putih Normal
Diameter ≥ 4.60	$100 \leq \text{nilai } R \leq 215$ dan $100 \leq \text{nilai } G \leq 195$	Coklat Jumbo
Diameter ≥ 4.60	nilai $R > 215$ dan nilai $G \geq 196$	Putih Jumbo

Berdasarkan ketentuan pada Tabel 6, 76 dari 105 data, hasil sortir dinyatakan sesuai, sedangkan 29 data dinyatakan tidak sesuai. Hal ini dikarenakan sistem penyortir telur harus membaca diameter minor telur dan nilai RGB yang dihasilkan dengan benar. Apabila salah satu parameter mengakuisisi data dengan salah, maka akan mempengaruhi hasil pengklasifikasian telur yang diinginkan. Pada Tabel 5, galat yang ditimbulkan oleh kesalahan pengukuran sensor HC-SR04 akan mempengaruhi galat pembacaan pada pengukuran nilai RGB oleh sensor TCS3200.

Tabel 7. Persentase keberhasilan prototipe

Keterangan	Sensor Jarak HC-SR04	Sensor Warna TCS3200			Keberhasilan Alat
		Salah Deteksi Warna	Tidak Masuk Rentang	Total Respon TCS3200	
Salah	2	16	13	29	29
Benar	103	89	92	76	76
Galat	1,9 %	15,2 %	12,4 %	27,6 %	27,6 %
Keberhasilan	98,1 %	84,8 %	87,6 %	72,4 %	72,4 %

Berdasarkan data yang disajikan pada Tabel 7, total keberhasilan sensor jarak HC-SR04 dalam mendeteksi diameter minor telur yakni 98,1%. Kemudian sensor warna memiliki tingkat keberhasilan dalam mendeteksi warna kerabang telur sebesar 72,4% dengan rincian 15,2% salah mendeteksi warna telur dan 12,4% nilai yang didapatkan tidak masuk rentang yang telah ditentukan pada Tabel 6. Selanjutnya keberhasilan sistem dalam melakukan proses penyortiran telur berdasarkan warna dan ukuran adalah sebesar 72,4%. Besar diameter telur yang berbeda-beda dan posisi telur yang terus bergerak kontinyu mempengaruhi daya baca sensor warna TCS3200. Selain itu, banyaknya sinyal yang dikirimkan oleh sensor HC-SR04 dalam mendeteksi diameter minor telur terbilang lebih banyak yakni 35 titik jika dibandingkan dengan sinyal yang dikirimkan oleh sensor TCS3200 hanya 10 titik saja. Hal ini terjadi dipengaruhi oleh panjang lintasan yang cukup pendek. Di samping itu, meskipun telur memiliki permukaan yang halus, tetapi bentuk penampang telur adalah oval. Hal ini akan menimbulkan kesalahan acak sistem yang dipengaruhi oleh arah pantul sinyal yang diterima sensor. Hal ini menyebabkan mikrokontroler mengalami kegagalan sistem dalam mengklasifikasikan kategori telur yang diinginkan.

4 Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, prototipe alat penyortir telur berdasarkan warna dan ukuran telah berhasil mendeteksi warna kerabang telur dan diameter minor telur dengan baik. Untuk pengujian diameter telur, sensor HC-SR04 dapat mendeteksi diameter minor telur dengan keberhasilan sebesar 98,1%, sedangkan untuk pengujian warna telur, sensor TCS3200 dapat mendeteksi warna telur dengan keberhasilan sebesar 72,4%. Selain itu, keberhasilan keenam motor servo SG-90 dalam memilah hasil sortir sebesar 100%. Oleh karena itu, secara keseluruhan keberhasilan prototipe mencapai 72,4%.

Dari kesimpulan yang diperoleh, saran untuk pengembangan prototipe ini lebih lanjut dengan dapat menggunakan lebih dari 1 sensor pendeteksi diameter telur agar dapat diukur diameter mayor sekaligus. Selain itu, dapat menggunakan sebuah aktuator untuk mengatur sensor TCS3200 dapat naik/turun dalam mendeteksi nilai RGB telur agar didapatkan hasil yang lebih stabil. Selain itu, pengambilan data pada sensor TCS3200 seharusnya menggunakan nilai rata-rata RGB yang didapatkan bukan menggunakan nilai RGB terendah. Kemudian mengkaji ulang pengaruh 4 LED sumber cahaya pada sensor TCS3200 saat mengenai objek telur.

5 Referensi

- [1] Subdirektorat Statistik Pariwisata, Kajian Konsumsi Bahan Pokok 2017, Jakarta: BPS RI, 2018.
- [2] N. Najemah, Rancang Bangun Sistem Penyortir Kualitas Telur Ayam Ras Berbasis Mikrokontroler, Makassar: Universitas Islam Negeri Alauddin, 2019.
- [3] S. A. Sidiq & D. Irmawati, , "Pengolahan Citra untuk Identifikasi Telur Berdasarkan Ukuran," *Jurnal Electronics, Informatics, and Vocational Education (ELINVO)*, vol. 1, no. 3, pp. 151-156, 2016.
- [4] Sandra, I. Y. Prayogi, R. Darmayanti & G. Djoyowasit, , "Design to Prediction Tools for Banana Maturity Based on Image Processing," in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 475, 2020.
- [5] M. Sholihin, & M. G. Rohman, "Klasifikasi Kualitas Mutu Telur Ayam Ras Berdasarkan Fitur Warna dan Tekstur," *Jurnal Teknika*, vol. 10, no. 2, pp. 1056-1059, 2018.
- [6] Rifaid, Kualitas dan Produksi Telur Berdasarkan Umur dan Pakan yang Digunakan, Gowa: Universitas Islam Negeri Alauddin, 2018.
- [7] F. D. Pramanta, L. W. Susilo & M. R. Fahmi, "Sistem Cerdas Penyortir Apel Berdasarkan Warna dan Ukuran Berbasis Mikrokontroler Arduino," *Prosiding Sentrinov*, vol. 3, no. 1, pp. TI216-TI225, 2017.
- [8] Panitia Teknis 67-03 Peternakan dan Produk Peternakan, SNI 3926:2008 Telur Ayam Konsumsi, Bogor: Badan Standardisasi Nasional, 2008.
- [9] M. M. Yusuf, Mardiono, & S. W. Lestari, , "Rancang Bangun Alat Pemilah Barang Berdasarkan Warna Dan Berat," *Jurnal Teknologi*, vol. 6, ed. 2, pp. 136-148, 2019.
- [10] F. M. Hutasoit, et al, "Otomatisasi Pengukuran Tinggi Badan di Puskesmas Bane Pematangsiantar Menggunakan Sensor Ultrasonic Berbasis Arduino Uno," *Building of Informatics, Technology and Science (BITS)*, vol. 1, no. 2, pp. 59-65, 2019.
- [11] Fitri Puspasari, "Sensor Ultrasonik HCSR04 Berbasis Arduino Due untuk Sistem Monitoring Ketinggian," *Jurnal Fisika dan Aplikasinya*, vol. 15, no. 2, pp. 36-39, 2019.
- [12] Willi Sutanto, et al, "Prototipe Alat Ukur Luas Lingkaran dalam Silinder Tegak Menggunakan Sensor Ultrasonik," *Jurnal Otomasi, Kontrol, dan Instrumentasi*, vol. 12, no. 1, 2020.
- [13] I. P. Indrayana, T. Julian, & K. Triyana, , "Testing Data Acquisition of Ultrasonic Sensor HC-SR04 Using Atmega 8535 Microcontroller," *Jurnal Uniera*, vol. 6, no. 1, pp. 35-40, 2017.
- [14] Rui Santos & Sara Santos, "Guide for TCS230/TCS3200 Color Sensor with Arduino," 25 April 2017. [Online]. Available: <https://randomnerdtutorials.com/arduino-color-sensor-tcs230-tcs3200/>. [Accessed 2 October 2020].
- [15] Nurul Lailatufath & Maila Rahmah, Prototipe Alat Penyortir Telur Berdasarkan Warna dan Ukuran, Bandung: Akademi Metrologi dan Instrumentasi, 2020.