

RANCANG BANGUN ALAT PENDETEKSI DAN PENYORTIR KUALITAS TELUR UNGGAS BERBASIS ARDUINO NANO

Imroatul Karimah¹⁾, Indri Yanti^{*2)}, Muh Pauzan³⁾

1. Universitas Wiralodra, Indramayu, Indonesia
2. Universitas Wiralodra, Indramayu, Indonesia
3. Universitas Wiralodra, Indramayu, Indonesia

Article Info

Kata Kunci: *Arduino*; Deteksi Telur; Sensor Fotodiode; Sortir Telur; Telur Unggas.

Keywords: *Arduino*; *Egg Detection*; *Photodiode Sensor*; *Egg Sorting*; *Egg*.

Article history:

Received 27 May 2023

Revised 10 June 2023

Accepted 24 June 2023

Available online 1 December 2023

DOI :

<https://doi.org/10.29100/jipi.v8i4.4014>

* Corresponding author.

Indri Yanti

E-mail address:

indriyanti.ft@unwir.ac.id

ABSTRAK

Telur merupakan salah satu sumber makanan yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat tetapi telur memiliki sifat mudah rusak, baik kerusakan alami, kimiawi, maupun kerusakan akibat serangan mikroorganisme melalui pori-pori telur. Oleh karena itu telur harus dicek dan disortir untuk layak dikonsumsi. Penyinaran dengan senter merupakan salah satu cara yang biasanya digunakan untuk mengecek kualitas telur. Namun cara tersebut tidak praktis jika telur yang dicek berjumlah banyak. Oleh karena itu, penelitian ini memberikan alternatif untuk pengecekan telur secara otomatis melalui alat. Alat yang telah dibuat selain mengecek juga menyortir secara otomatis telur berdasarkan kualitasnya. Alat pendeteksi dan penyortir telur ini berbasis Arduino Nano yang memanfaatkan sifat serapan media cairan oleh sensor fotodiode dengan sumber cahaya dari LED HPL. Telur dideteksi baik jika tegangan yang terbaca oleh sensor fotodiode < 4 V sedangkan telur yang buruk memiliki tegangan ≥ 4 V. Nilai akurasi yang diperoleh untuk telur ayam negeri, telur ayam kampung, dan telur puyuh oleh alat berdasarkan nilai tegangan yang dibandingkan dengan acuan yaitu sebesar 90%, 90%, dan 80% berturut-turut, sehingga nilai akurasi rata-rata dari alat yang telah dibuat sebesar 86,7%. Proses penyortiran semua jenis telur berdasarkan nilai tegangan yang terukur memiliki akurasi 100%.

ABSTRACT

Eggs are one of the food sources that are consumed by the community but eggs have easily damaged, both natural, chemical damage, and damage caused by microorganisms through egg pores. Therefore eggs must be checked and sorted to be suitable for consumption. Draining with a flashlight is one way that is usually used to check egg quality. But this method is not practical if the eggs are checked in many. Therefore, this research provides an alternative to checking eggs automatically through tools. Tools that have been made in addition to checking also sorting eggs automatically based on quality. This egg detection and sorting device is Arduino Nano which utilizes the absorption of liquid media by the photodiode sensor with a light source of HPL LEDs. Eggs are detected well if the voltage is read by the photodiode sensor < 4 V while the poor egg has a voltage of ≥ 4 V. The accuracy value obtained for domestic chicken eggs, native chicken eggs, and quail eggs by tools based on voltage values compared to the reference 90%, 90%, and 80% consecutive, so that the average accuracy value of the tools that have been made is 86.7%. The sorting process of all types of eggs based on the measured voltage value has 100% accuracy.

I. PENDAHULUAN

KEBUTUHAN masyarakat akan hasil ternak seperti daging, susu dan telur sebagai sumber protein semakin meningkat. Telur merupakan salah satu protein hewani yang bermutu tinggi serta mudah dicerna. Jenis telur ayam yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat yaitu telur ayam kampung dan telur ayam negeri [1][2]. Sedangkan telur yang berasal dari unggas jenis burung yang banyak dikonsumsi masyarakat adalah salah satunya adalah telur burung buyah [1]. Kekurangan dari telur diantaranya mudah mengalami kerusakan yang bisa terjadi secara alami, kimiawi ataupun kerusakan yang disebabkan serangan dari mikroorganisme melalui pori-pori telur [3]. Oleh karena itu telur harus disortir untuk layak dikonsumsi. Penyortiran telur biasanya dilakukan oleh

peternak untuk memisahkan telur berdasarkan kualitasnya. Sebagian besar peternak ayam mengelompokkan telur berdasarkan kualitas kuning telur [4]. Cara yang biasa dilakukan oleh peternak untuk memilah telur yaitu menggunakan senter dengan menyinari telur di tempat yang gelap. Jika telur terlihat tampak terang ketika disinari senter berarti kondisinya baik atau masih segar tetapi jika telur terlihat gelap maka kondisi telur kurang baik atau telur sudah busuk [5]. Dalam skala rumah tangga biasanya cara mengecek kualitas telur dengan memasukkan ke dalam air yaitu jika telur masih segar telur akan berada di dasar air sedangkan jika sudah mulai busuk atau busuk telur akan mengambang. Kekurangan pengecekan menggunakan senter yaitu terbatasnya mata manusia dalam melihat kuning telur, Mata manusia hanya dapat melihat cahaya tampak dengan panjang gelombang dari 400 sampai 700 nm [6][7] sedangkan kekurangan untuk pengecekan dengan memasukan ke dalam air yaitu tidak bisa digunakan dalam pengecekan skala industri dan dapat mengurangi kualitas telur.

Berdasarkan hal tersebut banyak penelitian yang berusaha membuat alat pendeteksi kualitas telur baik berbasis arduino ataupun menggunakan pengolahan citra digital. Kekurangan menggunakan analisa telur menggunakan citra digital adalah waktu yang digunakan untuk menganalisa cukup lama dan juga untuk skala industri kurang efektif serta untuk kepraktisannya sangat kurang karena satu per satu telur harus dicek melalui kamera kemudian hasil dari gambar kamera yang dihasilkan akan dikonversi menjadi data RGB lalu dikonversi lagi menjadi data *greyscale* yang selanjutnya dikonversi lagi menjadi biner. Salah satu penelitian yang terkait pengecekan kualitas telur menggunakan *image processing* yaitu penelitian yang berjudul “Identifikasi Embrio dalam Telur Berbasis Image Processing”. Penelitian tersebut menggunakan senter sebagai media dalam melihat kondisi di dalam telur yang selanjutnya webcam akan mengambil gambar kondisi internal telur tersebut untuk bahan proses pengolahan citra digital dengan cara melakukan konversi dari citra asli berupa *Red Green Blue* (RGB) menjadi citra biner dengan memberikan nilai *thresholding* (T). Nilai T tersebut akan menentukan pengolahan citra selanjutnya, *opening* dan *closing*, penipisan gambar (*thinning*), dan deteksi kontur. Deteksi kontur akan menghasilkan jumlah pendeteksian pembuluh darah yang dianggap sebagai embrio yang menjadi penentu kategori hasil dari identifikasi. Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan diperoleh persentase kesesuaian antara kondisi asli telur dengan hasil yang diperoleh pada sistem yakni 88,88 %. Pada penentuan kategori hasil, yaitu fertile atau tidak fertile, memiliki *error* sebesar 11,12 %. Persentase perkiraan tetas sendiri memiliki keberhasilan sebesar 61,11 % dengan *error* 38,89 %. Hasil penelitian yang telah diperoleh dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya kondisi telur dan perangkat pendukung pada sistem [8].

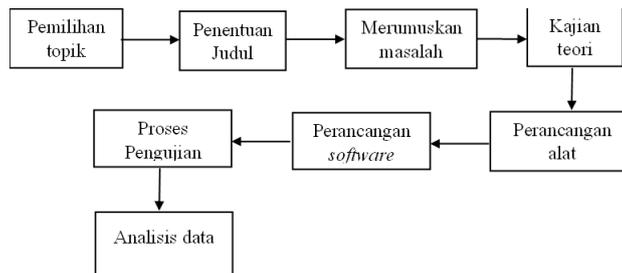
Penelitian tentang pengecekan kualitas telur berbasis Arduino diantaranya yang berjudul “Pembuatan Alat Pemilah Kualitas Telur Berbasis Android dengan Menggunakan Sensor LDR (Light Dependent Resistor)”, kualitas telur ini ditentukan oleh hasil pembacaan sensor LDR (*Light Dependent Resistor*) yang dapat dimonitoring di *website* dan bisa diakses melalui *smartphone*. Telur yang digunakan dalam penelitian tersebut yaitu telur ayam kampung dan telur ayam negeri. Alat yang dibuat mampu memilah kualitas telur dengan tingkat keberhasilan 84,6% dengan memanfaatkan pembacaan ADC[9]. Penelitian selanjutnya yaitu dengan judul “Rancang Bangun Alat Deteksi dan Sortasi Mutu Telur Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno”. Jenis telur yang dideteksi adalah telur ayam ras dan proses scan dilakukan dengan memanfaatkan sensor LDR. Kekurangan dari alat tersebut yaitu menggunakan dua buah Arduino Uno padahal jika dilihat dari komponen yang terlibat seharusnya cukup dengan sebuah Arduino Uno saja [10].

Berdasarkan uraian di atas maka masih dibutuhkan alat pengecekan kualitas telur yang lebih baik dan lebih praktis. Oleh karena itu, pada penelitian ini membuat suatu alat untuk mengecek kualitas telur berbasis Arduino Nano yang diharapkan lebih akurat, praktis dan meminimalisir kesalahan pada saat penyortiran telur. Alat yang akan dibuat ini menggunakan komponen sensor cahaya fotodiode sebagai pendeteksi telur lalu data yang diterima oleh sensor akan diolah oleh Arduino. Lampu LED (*Light Emitting Diode*) HPL 5 watt digunakan sebagai pemberi cahaya terhadap telur, intensitas cahaya yang tembus akan dibaca oleh sensor fotodiode. Kebaruan dalam penelitian ini diantara jenis telur yang dijadikan sampel uji berupa telur unggas diantaranya telur ayam negeri, telur ayam kampung, dan telur burung puyuh. Unsur kebaruan berikutnya yaitu selain sensor dan sumber cahaya yang digunakan juga terkait sistem otomasi dari alat yang telah dibuat. Pada penelitian ini, lampu LED HPL tidak menyala terus dan tidak pula harus menekan tombol apapun untuk menyalakan LED tersebut. LED akan menyala secara otomatis ketika sensor ultrasonik mendeteksi ada telur yang siap untuk dilakukan proses *scanning* dan sortir. Sehingga alat dapat bekerja secara otomatis ketika sudah ada telur di tempat *scanning*. Sistem otomasi LED HPL seperti ini belum ada pada penelitian-penelitian sebelumnya. Proses otomasi tidak hanya terkait penyalakan LED HPL dan proses *scanning* tetapi juga dalam hal proses sortir untuk menentukan kualitas telur baik atau buruk dilakukan secara otomatis dengan memanfaatkan servo. Selain itu, untuk melihat tingkat akurasi alat yang telah dibuat maka perlu dibandingkan dengan berbagai metode seperti dengan cara menyinari telur dengan senter,

memanfaatkan konsep perbandingan massa jenis benda dengan massa jenis fluida, menenggelamkan telur ke dalam air untuk melihat kondisi air tenggelam, melayang, atau mengapung, serta memecahkan telur secara langsung untuk melihat kondisi sebenarnya di dalam telur. Metode memecahkan telur secara langsung dapat dianggap sebagai metode acuan atau metode terkalibrasi karena metode tersebut yang dapat memvalidasi kondisi sebenarnya dari telur. Penelitian-penelitian sebelumnya belum ada yang menggunakan berbagai metode sebanyak yang digunakan dalam penelitian ini terutama dengan memanfaatkan konsep perbandingan antara massa jenis telur dan massa jenis air.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini merupakan jenis penelitian *experimental research*. Dalam *experimental research*, subjek penelitian diberikan suatu treatment, kemudian pengaruh treatment terhadap sistem dan subjek tersebut dipejalari dan analisis [11]. Rancangan alur penelitian ini dari awal sampai akhir ditunjukkan oleh Gambar 1.

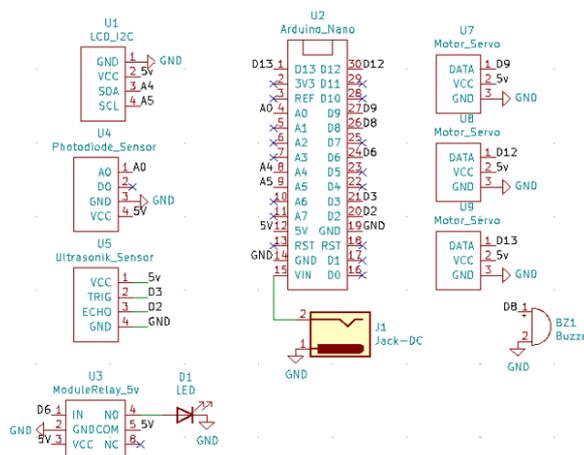


Gambar 1. Rancangan Alur Penelitian

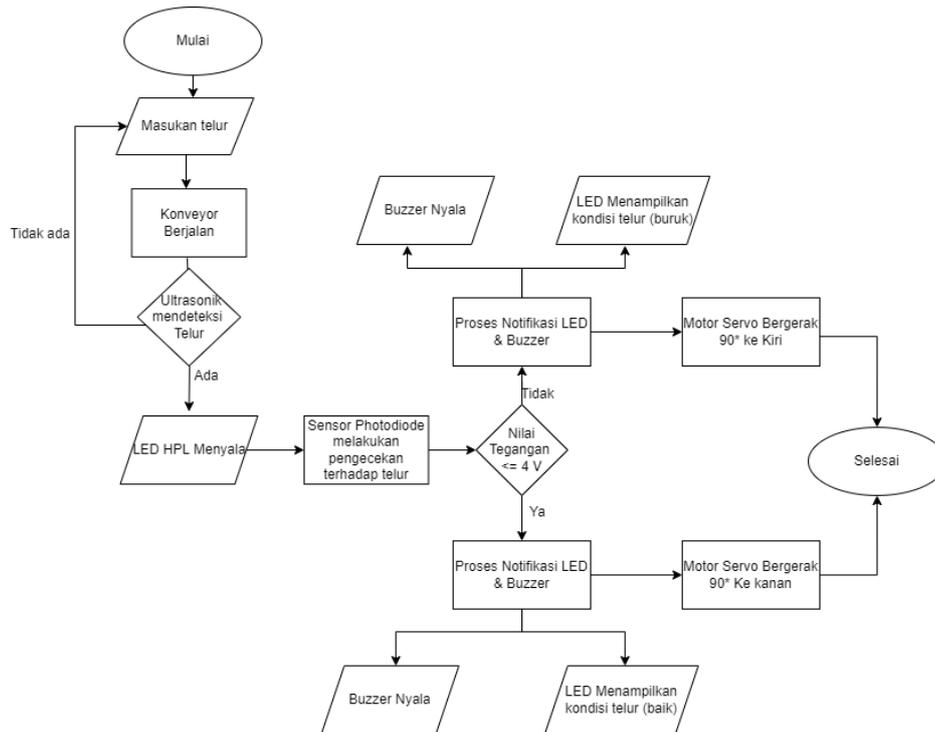
Penelitian ini diawali dengan penentuan topik dan pemilihan judul yang disertai dengan mencari rumusan masalah dari judul tersebut. Selanjutnya melakukan kajian teori dari berbagai publikasi ilmiah (meliputi jurnal, prosiding, skripsi, tesis, dan lain-lain) dan buku. Kajian teori ini penting dilakukan sebagai landasan penelitian yang dapat dipertanggungjawabkan. Tahapan berikutnya yaitu menentukan metodologi yang akan digunakan dalam penelitian kemudian dilanjutkan dengan merancang dan membuat alat dengan memanfaatkan KiCad dan Arduino IDE. Setelah alat sudah selesai dibuat maka dilakukan pengumpulan data dengan berbagai pengujian yang selanjutnya diolah, dianalisis dan ditulis dalam bentuk laporan.

Adapun komponen yang dibutuhkan untuk membuat rancang bangun alat pendeteksi dan penyortir kualitas telur diantaranya Arduino Nano, sensor fotodiode, sensor ultrasonik, LED HPL, LCD I2C 16x2, motor servo, dan buzzer. Alasan penggunaan Arduino Nano sebagai *board* karena dari dimensi ukurannya paling kecil dan lebih ekonomis dibandingkan dengan *board* Arduino lainnya [12].

Desain PCB (*Printed Circuit Board*) menjadi peran penting dalam pembuatan alat pendeteksi dan penyortir kualitas telur unggas berbasis arduino nano. Pembuatan desain PCB menggunakan aplikasi KiCad dengan diawali pembuatan skematik rangkaian. Skematik dari alat yang akan dibuat dapat dilihat pada Gambar 2 sedangkan *flowchart* kerja sistem ditunjukkan oleh Gambar 3.



Gambar 2. Skematik Alat Pendeteksi dan Penyortir Kualitas Telur



Gambar 3. Flowchart cara kerja sistem.

Cara kerja dari alat ini yaitu telur diletakkan terlebih dahulu pada tempatnya kemudian sensor ultrasonik mendeteksi keberadaan telur sehingga LED HPL akan menyala untuk memulai proses *scanning* telur, Gambar 4 menunjukkan alat *scan* dan sortir yang telah dibuat. Sensor fotodiode akan mendeteksi kualitas telur dan LCD akan memunculkan nilai tegangan (V) yang terbaca. Jika tegangan ≥ 4 volt maka kondisi telur buruk dan jika nilai tegangan < 4 volt maka kondisi telur baik. Setelah nilai tegangan dari telur diketahui maka dilanjutkan dengan proses sortir yang diawali dengan bunyi buzzer. Buzzer berfungsi sebagai notifikasi proses telah dimulai [13]. Jika telur dalam nilai tegangan ≥ 4 volt atau telur dalam kondisi buruk menurut alat maka servo akan membuka ke arah kiri dan sebaliknya jika tegangan < 4 volt maka servo membuka ke arah kanan. Kebanyakan penelitian sebelumnya yang dimunculkan adalah nilai ADC (*Analog to Digital Converter*) [14][15][16][17], tetapi pada penelitian ini yang dimunculkan pada LCD adalah nilai tegangannya. Proses mengubah sinyal analog menjadi digital (digitalisasi) memanfaatkan pin ADC pada Arduino [18], sehingga banyak penelitian yang langsung memunculkan nilai ADC pada LCD atau OLED. Pada penelitian ini, ada proses ADC untuk digitalisasi namun setelah itu di LCD akan ditampilkan nilai tegangan yang setara dengan nilai ADC. Hal ini menjadi salah satu perbedaan dengan penelitian-penelitian terdahulu.



Gambar 4. Alat pendeteksi dan penyortir kualitas telur

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi di dalam telur tidak dapat dilihat oleh mata secara langsung sehingga dibutuhkan alat atau teknologi yang dapat memprediksi kondisi atau kualitas telur. Pada penelitian ini, sampel telur yang digunakan yaitu telur ayam negeri, telur ayam kampung, dan telur ayam puyuh. Ketiga telur tersebut merupakan jenis telur yang sering dikonsumsi. Pada penelitian ini, pengecekan kualitas telur memanfaatkan sifat serapan terhadap zat cair dari sensor photodiode. Selain pengecekan kualitas telur juga dilakukan sortir secara otomatis tanpa campur tangan manusia. Proses sortir dibedakan atas nilai tegangan yang terdeteksi. Jika nilai tegangan di atas 4 maka kondisi kualitas telur buruk dan akan disortir ke sebelah kiri, sedangkan jika nilai tegangan di bawah 4 maka telur dikatakan dalam kondisi baik dan akan disortir ke sebelah kanan. Nilai tegangan tersebut ditentukan berdasarkan kalibrasi alat dengan menguji beberapa kali telur yang baik dan telur yang buruk. Hasil pengecekan dengan alat akan dibandingkan dengan jenis pengecekan yang lainnya seperti dengan senter, konsep massa jenis, kondisi telur di dalam air (terapung, melayang, atau tenggelam), dan dipecahkan secara langsung.

A. Pengujian Kualitas dan Sortir Telur Ayam Negeri

Pengujian pertama yaitu untuk sampel telur ayam negeri. Telur ayam negeri yang diuji sebanyak 10 buah. Data pengujian ditunjukkan oleh Tabel I.

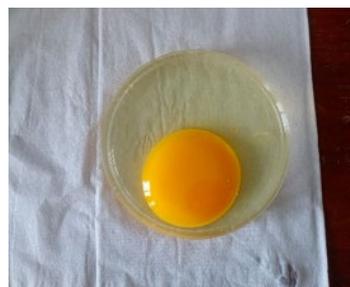
TABEL I
 DATA PENGUJIAN TELUR AYAM NEGERI

No.	Telur	Tegangan (V)	Senter	Massa (g)	Volume (ml)	ρ_{telur} (g/ml)	Dimasukkan ke air	Kondisi telur ketika dipecahkan
1.	A	4,99	Gelap	51	55	0,93	Terapung	Buruk
2.	B	0,08	Terang	66	65	1,02	Tenggelam	Baik
3.	C	0,22	Terang	57	60	0,95	Tenggelam	Baik
4.	D	0,15	Terang	62	60	1,03	Tenggelam	Baik
5.	E	3,99	Terang	60	55	1,09	Tenggelam	Buruk
6.	F	4,93	Terang	49	55	0,89	Tenggelam	Buruk
7.	G	4,75	Gelap	58	60	0,97	Tenggelam	Buruk
8.	H	0,10	Terang	56	55	1,02	Tenggelam	Baik
9.	I	0,07	Terang	59	55	1,07	Tenggelam	Baik
10.	J	4,78	Terang	48	50	0,96	Terapung	Buruk

Pengujian yang dilakukan dengan dipecahkan secara langsung ditunjukkan oleh Gambar 5.



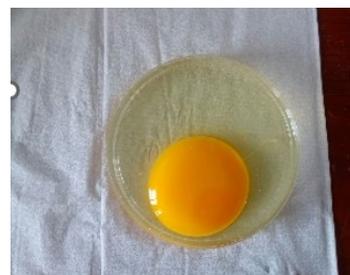
Telur Ayam Negeri A



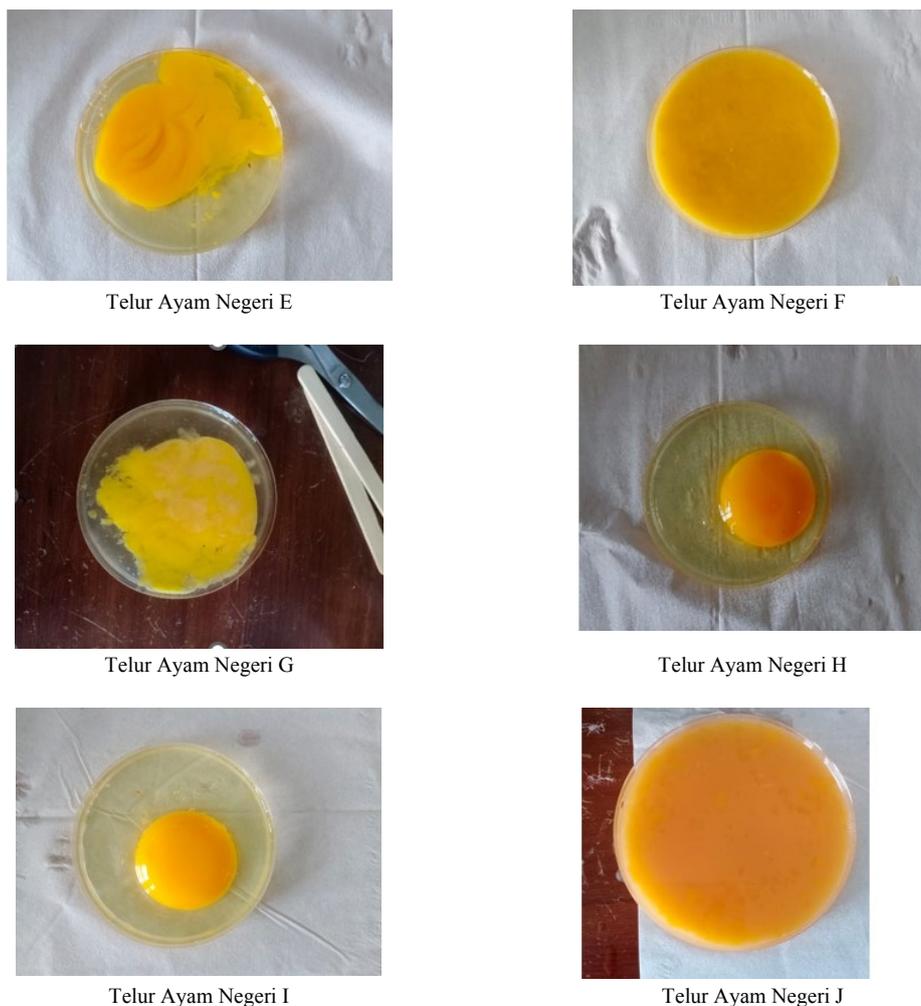
Telur Ayam Negeri B



Telur Ayam Negeri C



Telur Ayam Negeri D



Gambar. 5. Kondisi telur ayam negeri sebenarnya

Cara paling akurat dalam melihat kondisi kualitas telur sebenarnya yaitu dengan memecahkan telur secara langsung, sehingga hasil dari metode ini akan dijadikan acuan untuk menghitung akurasi dari metode yang lainnya.

Salah satu cara konvensional atau tradisional dalam mengecek kualitas telur adalah menyinari telur dengan senter, jika terang maka telur masih dalam kondisi baik dan jika gelap maka telur sudah membusuk. Gambar 6 menunjukkan kondisi telur jika disinari senter. Berdasarkan Tabel I, telur ayam negeri yang gelap ketika disinari senter adalah A dan G. Sehingga nilai akurasi yang diperoleh jika dibandingkan dengan acuan adalah sebesar 80%.



Gambar. 6. Pengujian dengan senter, (a) terang, (b) gelap.

Pengujian dengan menggunakan konsep perbandingan massa jenis telur (ρ_t) dengan massa jenis air (ρ_a) dapat menentukan kondisi telur terapung ($\rho_t < \rho_a$), melayang ($\rho_t = \rho_a$), atau tenggelam ($\rho_t > \rho_a$). Diketahui bahwa ρ_a sebesar 999 kg/m^3 atau $0,9998 \text{ g/ml}$ atau dibulatkan menjadi 1 g/ml [19]. Jika menurut konsep ini, telur yang kondisi busuk yaitu telur ayam negeri A, C, F, G, dan J. Sehingga nilai akurasi yang diperoleh jika dibandingkan dengan acuan adalah sebesar 80%.

Konsep perbandingan massa jenis telur dengan air ini sama dengan pengecekan secara konvensional yaitu jika telur terapung maka telur sudah busuk, sedangkan jika melayang maka telur bisa dalam kondisi mulai busuk, dan jika tenggelam maka kondisi telur masih baik. Gambar 7 merupakan contoh kondisi telur yang tenggelam dan terapung.



Gambar. 7. Kondisi telur, (a) terapung, (b) tenggelam

Berdasarkan Tabel I, kondisi terapung hanya terjadi pada telur ayam negeri A dan J saja. Sehingga nilai akurasi yang diperoleh jika dibandingkan dengan acuan adalah sebesar 70%.

Nilai akurasi yang diperoleh oleh alat berdasarkan nilai tegangan yang dibandingkan dengan acuan yaitu sebesar 90%. Pada telur E kondisinya sudah tidak baik dan pada alat tersortir ke kanan karena nilai tegangannya masih di bawah 4 yaitu sebesar 3,99. Namun nilai ini sudah mendekati perbatasan telur buruk jadi kemungkinan ada ralat pada pembacaan sensor fotodiode.

Proses penyortiran sepuluh telur ayam negeri berdasarkan nilai tegangan yang terukur memiliki akurasi 100%. Jadi sistem penyortiran sudah bekerja dengan sangat baik.

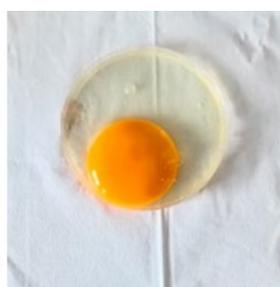
B. Pengujian Kualitas dan Sortir Telur Ayam Kampung

Pengujian kedua yaitu untuk sampel telur ayam kampung. Jika ditinjau dari segi ukuran, telur ayam kampung lebih kecil dibandingkan dengan telur ayam negeri. Telur ayam kampung yang diuji sebanyak 10 buah. Data pengujian ditunjukkan oleh Tabel II.

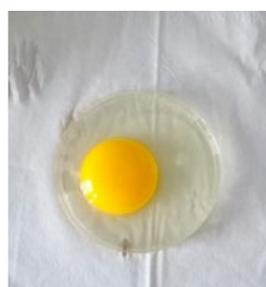
TABEL II
 DATA PENGUJIAN TELUR AYAM KAMPUNG

No.	Telur	Tegangan (V)	Senter	Massa (g)	Volume (ml)	ρ_{telur} (g/ml)	Dimasukkan ke air	Kondisi telur ketika dipecahkan
1.	A	0.10	Terang	46	50	0,92	Tenggelam	Baik
2.	B	0.77	Terang	37	35	1,06	Tenggelam	Baik
3.	C	4.80	Terang	49	45	1,09	Tenggelam	Buruk
4.	D	0.11	Terang	42	40	1,05	Tenggelam	Baik
5.	E	0.10	Terang	41	40	1,03	Tenggelam	Baik
6.	F	0.07	Terang	43	40	1,08	Tenggelam	Baik
7.	G	0.11	Terang	35	30	1,17	Tenggelam	Baik
8.	H	0.11	Terang	43	40	1,08	Tenggelam	Baik
9.	I	0.12	Terang	39	35	1,11	Tenggelam	Baik
10	J	0.19	Terang	39	35	1,11	Tenggelam	Baik

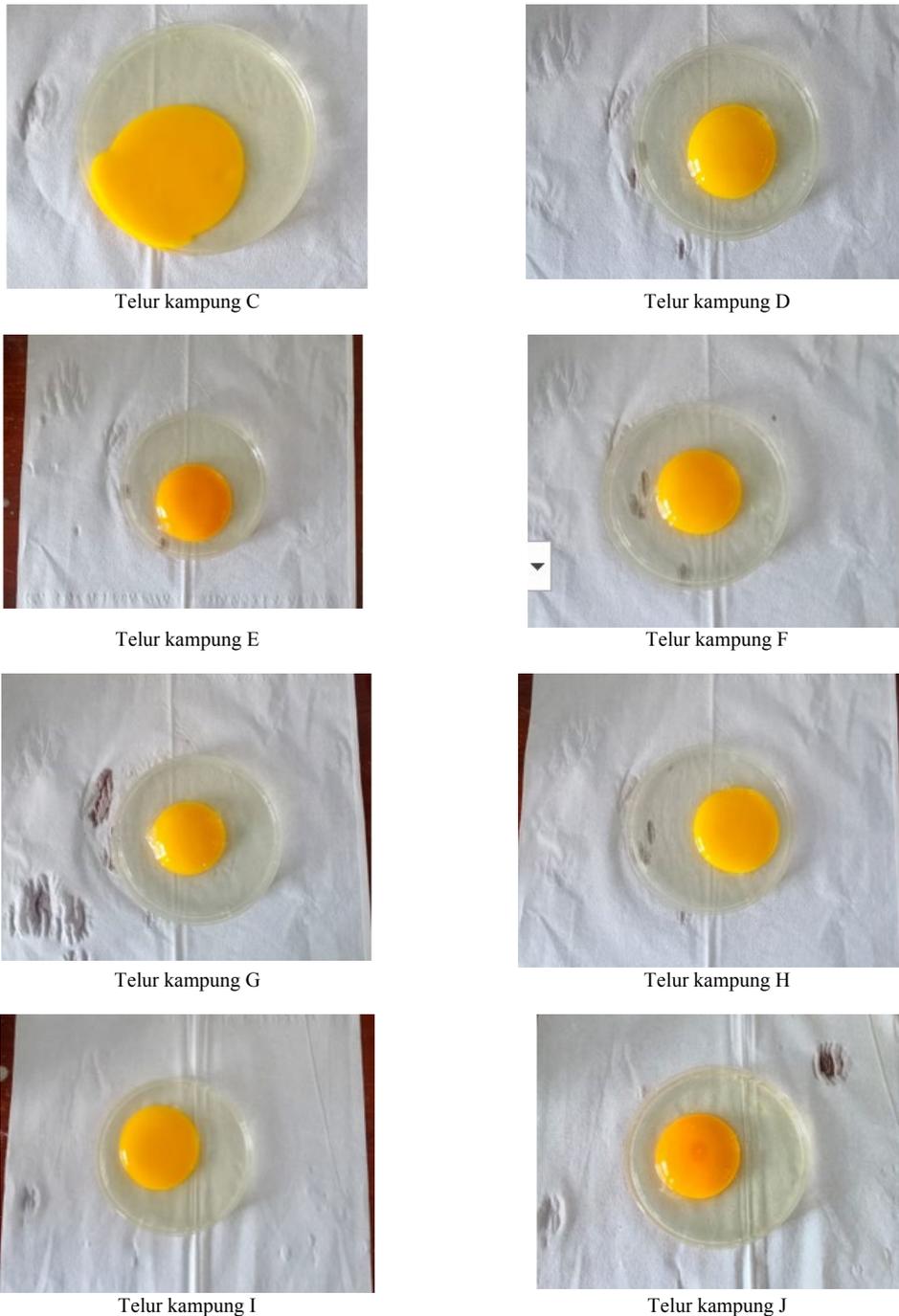
Pengujian yang dilakukan dengan dipecahkan secara langsung ditunjukkan oleh Gambar 8.



Telur kampung A



Telur kampung B



Gambar. 8. Kondisi telur ayam kampung sebenarnya

Gambar 9 menunjukkan kondisi telur kampung jika disinari senter. Berdasarkan Tabel II, sepuluh telur ayam kampung ketika disinari senter adalah menghasilkan terang. Sehingga nilai akurasi yang diperoleh jika dibandingkan dengan acuan adalah sebesar 100%.



Gambar. 9. Pengujian dengan senter dengan hasil terang

Jika menurut konsep perbandingan massa jenis antara telur dan air, maka telur dengan kondisi busuk yaitu telur ayam kampung A. Kemungkinan kesalahan terjadi ketika membaca skala pada gelas ukur sehingga data yang diperoleh berbeda dengan data dari acuan. Sehingga nilai akurasi yang diperoleh jika dibandingkan dengan acuan adalah sebesar 90%.

Hasil pengujian dengan cara memasukkan telur ke dalam air menghasilkan semua telur ayam kampung dalam kondisi tenggelam seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 10.



Gambar. 10. Kondisi telur ayam kampung yang tenggelam

Sehingga nilai akurasi yang diperoleh dari metode ini adalah sebesar 100%.

Nilai akurasi yang diperoleh oleh alat berdasarkan nilai tegangan yang dibandingkan dengan acuan yaitu sebesar 90%. Pada telur C kondisinya masih cukup baik dan pada alat tersortir ke kiri karena nilai tegangannya sudah diatas 4 yaitu sebesar 4,80.

Proses penyortiran sepuluh telur ayam kampung berdasarkan nilai tegangan yang terukur memiliki akurasi 100%. Jadi sistem penyortiran sudah bekerja dengan sangat baik.

C. Pengujian Kualitas dan Sortir Telur Puyuh

Pengujian terakhir yaitu untuk sampel telur puyuh. Jika ditinjau dari segi ukuran, telur puyuh jauh lebih kecil dibandingkan dengan telur ayam negeri dan telur ayam kampung. Telur puyuh yang diuji sebanyak 10 buah. Data pengujian ditunjukkan oleh Tabel III.

TABEL III
 DATA PENGUJIAN TELUR PUYUH

No.	Telur	Tegangan (V)	Senter	Massa (g)	Volume (ml)	ρ_{telur} (g/ml)	Dimasukkan ke air	Kondisi telur ketika dipecahkan
1.	A	0.19	Terang	12	5	2,40	Tenggelam	Baik
2.	B	4.77	Gelap	12	3	4,00	Tenggelam	Baik
3.	C	3.26	Terang	11	3	3,67	Tenggelam	Baik
4.	D	3.59	Terang	11	4	2,75	Tenggelam	Baik (sedikit pecah)
5.	E	3.83	Terang	13	5	2,60	Tenggelam	Baik
6.	F	2.35	Terang	12	5	2,40	Tenggelam	Baik
7.	G	3.45	Terang	12	5	2,40	Tenggelam	Baik
8.	H	4.88	Gelap	12	5	2,40	Tenggelam	Baik (sedikit pecah)
9.	I	3.40	Terang	13	5	2,60	Tenggelam	Baik
10	J	2.41	Terang	14	5	2,80	Tenggelam	Baik

Pengujian yang dilakukan dengan dipecahkan secara langsung ditunjukkan oleh Gambar 11.



Telur puyuh A



Telur puyuh B



Telur puyuh C



Telur puyuh D



Telur puyuh E



Telur puyuh F



Telur puyuh G



Telur puyuh H



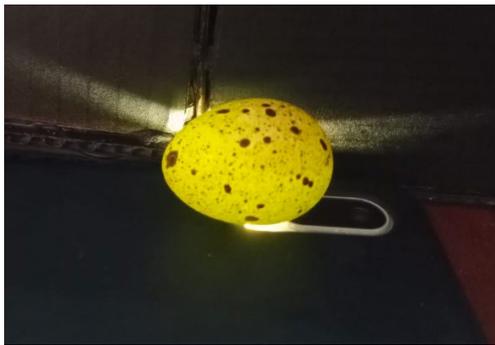
Telur puyuh I



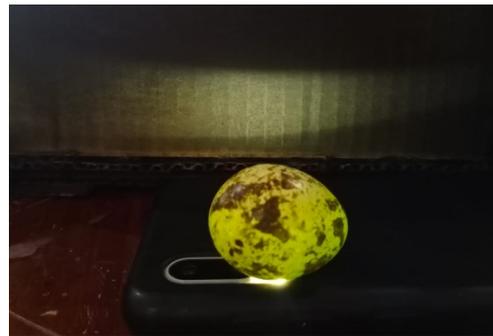
Telur puyuh J

Gambar. 11. Kondisi telur ayam kampung sebenarnya

Gambar 12 menunjukkan kondisi telur kampung jika disinari senter. Berdasarkan Tabel III, sepuluh telur ayam kampung ketika disinari senter adalah menghasilkan terang. Sehingga nilai akurasi yang diperoleh jika dibandingkan dengan acuan adalah sebesar 80%.



(a)



(b)

Gambar. 12. Pengujian dengan senter, (a) terang, (b) redup.

Jika menurut konsep perbandingan massa jenis antara telur dan air, maka semua telur dalam kondisi baik karena semua massa jenis telur (ρ_t) jauh lebih tinggi dari massa jenis air (ρ_a). Sehingga nilai akurasi yang diperoleh jika dibandingkan dengan acuan adalah sebesar 100%.

Hasil pengujian dengan cara memasukkan telur ke dalam air menghasilkan semua telur puyuh dalam kondisi tenggelam seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 13. Sehingga nilai akurasi yang diperoleh dari metode ini adalah sebesar 100%.



Gambar. 13. Kondisi telur ayam kampung yang tenggelam

Nilai akurasi yang diperoleh oleh alat berdasarkan nilai tegangan yang dibandingkan dengan acuan yaitu sebesar 80%. Pada telur B dan telur H kondisinya masih baik dan pada alat tersortir ke kiri karena nilai tegangannya sudah diatas 4 yaitu sebesar 4,77 dan 4,88 berturut-turut.

Proses penyortiran sepuluh telur puyuh berdasarkan nilai tegangan yang terukur memiliki akurasi 100%. Jadi sistem penyortiran sudah bekerja dengan sangat baik.

Nilai tegangan telur puyuh relatif besar untuk kondisi telur yang baik walaupun tetap di bawah 4 V, salah satunya karena adanya corak di kulit kuning telur yang mempengaruhi serapan dari sensor fotodiode.

Berdasarkan nilai akurasi yang diperoleh oleh alat berdasarkan nilai tegangan yang dibandingkan dengan acuan untuk tiap jenis telur yang diuji maka nilai akurasi rata-rata dari alat yang telah dibuat sebesar 86,7% sedangkan proses penyortiran dari ketika jenis telur berdasarkan nilai tegangan yang terukur memiliki akurasi rata-rata sebesar 100%. Jika dibandingkan dengan hasil akurasi yang diperoleh Fitrianda pada tahun 2020 yaitu sebesar 84,6% maka terjadi peningkatan akurasi sebesar 2,1% [9]. Perbedaan sensor, metode, otomasi sistem yang digunakan merupakan faktor munculnya perbedaan nilai akurasi.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil yang telah diperoleh maka dapat disimpulkan bahwa nilai akurasi yang diperoleh untuk telur ayam negeri oleh alat berdasarkan nilai tegangan yang dibandingkan dengan acuan yaitu sebesar 90%. Pada telur E kondisinya sudah tidak baik dan pada alat tersortir ke kanan karena nilai tegangannya masih di bawah 4 yaitu sebesar 3,99. Namun nilai ini sudah mendekati perbatasan telur buruk jadi kemungkinan ada ralat pada pembacaan sensor fotodiode. Nilai akurasi yang diperoleh untuk telur ayam kampung oleh alat berdasarkan nilai tegangan yang

dibandingkan dengan acuan yaitu sebesar 90%. Pada telur C kondisinya masih cukup baik dan pada alat tersortir ke kiri karena nilai tegangannya sudah diatas 4 yaitu sebesar 4,80. Nilai akurasi yang diperoleh untuk telur puyuh oleh alat berdasarkan nilai tegangan yang dibandingkan dengan acuan yaitu sebesar 80%. Pada telur B dan telur H kondisinya masih baik dan pada alat tersortir ke kiri karena nilai tegangannya sudah diatas 4 yaitu sebesar 4,77 dan 4,88 berturut-turut. Sehingga nilai akurasi rata-rata dari alat yang telah dibuat sebesar 86,7%. Proses penyortiran dari semua jenis telur berdasarkan nilai tegangan yang terukur memiliki akurasi 100%. Jadi sistem penyortiran sudah bekerja dengan sangat baik. Untuk penelitian berikutnya disarankan untuk menggunakan sensor pengukur intensitas cahaya yang memiliki sensitivitas lebih tinggi serta gunakan gelas ukur yang lebih teliti ukurannya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Program Studi Teknik Komputer Universitas Wiralodra yang telah memberikan fasilitas laboratorium untuk penelitian ini,

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Lupu, I. S., W. Wuri. Diana A., and R. Detha, Annytha I., "Perbandingan Kualitas Telur Ayam Kampung Yang Disimpan Pada Suhu Ruang Dan Suhu Lemari Pendingin Ditinjau Dari Tinggi Kantung Hawa, Indeks Kuning Telur, Indeks Albumin, Haugh Unit Dan Total Plate Count (Tpc)," *J. Vet. Nusant.*, vol. 1, no. 1, pp. 46–52, 2016.
- [2] I. wayan R. Widarta, "Teknologi Telur," *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2017.
- [3] N. Nuruzzakiah, H. Rahmatan, and D. Syafrianti, "Pengaruh Konsentrasi Garam Terhadap Kadar Protein dan Kualitas Organoleptik Telur Bebek," *Rev. CENIC. Ciencias Biológicas*, vol. 152, no. 3, p. 28, 2016, [Online]. Available: file:///Users/andreaataquez/Downloads/guia-plan-de-mejora-institucional.pdf%0Ahttp://salud.tabasco.gob.mx/content/revista%0Ahttp://www.revistaalad.com/pdfs/Guias_ALAD_11_Nov_2013.pdf%0Ahttp://dx.doi.org/10.15446/revfacmed.v66n3.60060.%0Ahttp://www.cenetec.
- [4] Rifaid, "Kualitas dan Produksi Telur berdasarkan Umur dan Pakan yang Digunakan," *Skripsi Has. Penelit. Progr. Stud. Peternak.*, pp. 1–2, 2018.
- [5] A. A. Firdaus *et al.*, "Sistem Sortir Telur Berbasis Arduino Base Egg Sort System," *e-Proceeding Appl. Sci.*, vol. 7, no. 2, pp. 165–177, 2021.
- [6] Mustofa, "Efek Spektrum Cahaya Terhadap Pertumbuhan *Gracilaria verrucosa* [skripsi]," *Fak. Mat. dan Ilmu Pengetah. Alam, Univ. Jember*, pp. 1-79 hal, 2013.
- [7] A. Abdillah, Luthfi, "Perbandingan Intensitas Cahaya Laptop Terhadap Jarak Pandang Dan Ukuran Berbagai Jenis Laptop," vol. 1, pp. 36–48, 2014, [Online]. Available: <repositori.uin-alauddin.ac.id/7567/1/A. Luthfi Abdillah.pdf>
- [8] N. F. Arini, A. Ubaidillah, K. A. Wibisono, and M. Ulum, "Identifikasi embrio dalam telur berbasis image processing," *J. Tek. Elektro dan Komputasi*, vol. 2, no. 1, pp. 11–19, 2020, doi: 10.32528/elkom.v2i1.3137.
- [9] D. Fitrianda, "Alat pemilih kualitas telur berbasis android," *Naskah Publ. Univ. Muhammadiyah Surakarta*, 2020.
- [10] A. B. F. Azka, M. N. Kholis, and S. N. Utama, "Rancang Bangun Alat Deteksi Dan Sortasi Mutu Telur Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno," *Agroindustrial Technol. J.*, vol. 4, no. 1, p. 41, 2020, doi: 10.21111/atj.v4i1.4301.
- [11] S. A. Widodo, K. Kustantini, K. S. Kuncoro, and F. Alghadari, "Single Subject Research: Alternatif Penelitian Pendidikan Matematika di Masa New Normal," *J. Instr. Math.*, vol. 2, no. 2, pp. 78–89, 2021, doi: 10.37640/jim.v2i2.1040.
- [12] M. Pauzan and I. Yanti, "Bel Sekolah Otomatis Berbasis Arduino yang Dikontrol Menggunakan Aplikasi Mobile (Automatic School Bell Based on Arduino Controlled By Mobile Application)," vol. 10, no. 2, pp. 163–169, 2021.
- [13] M. Pauzan and I. Yanti, "Sistem Absensi Fingerprint Berbasis Arduino dengan Data Penyimpanan di Micro SD," *Gema Wiralodra*, vol. 13, no. 2, pp. 663–679, 2022, doi: 10.31943/gemawiralodra.v13i2.273.
- [14] E. C. Theo, M. A. Anshori, and M. D. Atmadja, "Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Sortir Telur Konsumsi dengan Konveyor di Pabrik Telur Karangploso," *J. Jartel J. Jar. Telekomun.*, vol. 10, no. 4, pp. 162–167, 2020, doi: 10.33795/jartel.v10i4.91.
- [15] Y. H. Prastiyo, "Rancang bangun pendeteksi dan penyortir kondisi telur ayam dilengkapi dengan suara berbasis arduino," 2019.
- [16] M. S. Suardi and A. Wafiah, "P Enyeleksi Telur Ayam Berbasis Internet of Things," vol. 2, no. 2, pp. 20–28, 2022.
- [17] Fina Dwi Kurnia, A. Sumardiono, Novita Asma Illahi, and Vicky Prasetya, "Alat Pembersih dan Penyortir Telur Bebek Berdasarkan Ukuran Menggunakan Internet of Things," *E-JOINT (Electronica Electr. J. Innov. Technol.*, vol. 3, no. 2, pp. 79–84, 2022, doi: 10.35970/e-joint.v3i2.1700.
- [18] M. Pauzan and I. Yanti, "Penggunaan Pin ADC (Analog to Digital Converter) pada Mikrokontroler ATmega8535 untuk Menghasilkan Catu Daya Digital," *ELKHA J. Tek. Elektro Untan*, vol. 11, no. 2, pp. 122–127, 2019.
- [19] A. T. Paul and R. W. A. Alih bahasa: Lea Prasetyo, "Fisika untuk Sains dan Teknik," p. 1, 2003.