

ALAT SORTIR TELUR AYAM BERBASIS INTERNET OF THINGS MENGGUNAKAN LOGIKA FUZZY SUGENO

(Internet Of Things Based Chicken Egg Sorting Tool Using Sugeno Fuzzy Logic)

Aprilinis Ratu¹, Arini Aha Pekuwali², Leonard Marten Doni Ratu³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Informatika, Universitas Kristen Wira Wacana Sumba

E-mail: ¹wionaa307@gmail.com, ²arini.pekuwali@unkriswina.ac.id, ³leonard.ratu@unkriswina.ac.id

KEYWORDS:

Chicken Egg1, Internet Of Things (IoT) 2, Extreme Programming 3, Wemos D1 R2 4, Sugeno Fuzzy Logic 5

KATA KUNCI:

Telur Ayam1, Internet Of Things (IoT)2, Extreme Programing3, Wemos D1 R24, Logika Fuzzy Sugeno5

ABSTRACT

This research aims to design an automatic chicken egg quality sorting system based on the Internet of Things (IoT) using Sugeno fuzzy logic. The system uses LDR sensor to detect transparency and Load Cell to measure egg weight, with Wemos D1 R2 microcontroller as the controller. The measurement results are sent to the Blynk application and classified into "good" or "bad" eggs. The test results show the system is able to sort eggs accurately in an average time of 5 seconds per item. The efficiency level of the system reaches 49.19%, faster than the conventional method which takes an average time of 9.84 seconds per item. This system is considered effective in increasing the speed and accuracy of the egg sorting process, because Sugeno fuzzy logic can make the right decision based on a combination of transparency and egg weight data.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem penyortiran kualitas telur ayam otomatis berbasis Internet of Things (IoT) dengan menggunakan logika fuzzy Sugeno. Sistem ini menggunakan sensor LDR untuk mendeteksi transparansi dan Load Cell untuk mengukur berat telur, dengan mikrokontroler Wemos D1 R2 sebagai pengendali. Hasil pengukuran dikirim ke aplikasi Blynk dan diklasifikasikan ke dalam telur "baik" atau "buruk". Hasil pengujian menunjukkan sistem mampu menyortir telur secara akurat dalam waktu rata-rata 5 detik per butir. Tingkat efisiensi sistem mencapai 49,19%, lebih cepat dari metode konvensional yang membutuhkan waktu rata-rata 9,84 detik per item. Sistem ini dinilai efektif dalam meningkatkan kecepatan dan keakuratan proses penyortiran telur, karena logika fuzzy Sugeno dapat mengambil keputusan yang tepat berdasarkan kombinasi data transparansi dan berat telur.

PENDAHULUAN

Telur merupakan makanan yang kaya akan protein dan banyak dikonsumsi oleh masyarakat di seluruh dunia. Protein pada telur mengandung semua asam amino esensial dalam jumlah yang signifikan, oleh karena itu disebut protein lengkap [1]. Konsumsi telur di Indonesia terus meningkat setiap tahunnya, berdasarkan data Kementerian Pertanian melalui publikasi Statistik Konsumsi Pangan 2023 yang mengolah data Survei Sosial Ekonomi Nasional (Susenas) BPS dan Neraca Komposisi Pangan (NBM) Badan Pangan Nasional [2]. Hal ini disebabkan karena harga yang relatif terjangkau, memiliki kandungan gizi yang tinggi, serta pemanfaatan untuk berbagai macam produk olahan.

Kualitas telur yang baik mempengaruhi kandungan gizi yang terdapat di dalam telur, sehingga berdampak pada pemenuhan kebutuhan gizi tubuh. Telur dengan kualitas buruk atau yang telah membusuk

dapat mengandung mikroorganisme patogen seperti *Salmonella*, yang berpotensi membahayakan kesehatan manusia jika dikonsumsi [3]. Akan tetapi, sampai saat ini cara untuk mengetahui kualitas telur masih secara manual yaitu dengan menggunakan cahaya matahari ataupun senter [4]. Telur ayam yang memiliki warna cerah umumnya menandakan bahwa telur tersebut masih dalam kondisi baik. Sebaliknya, jika telur tampak berwarna gelap atau kehitaman, maka kemungkinan besar kualitasnya sudah menurun atau bahkan membusuk. Selain itu, ada cara lain untuk menguji kesegaran telur, yaitu dengan memasukkannya di dalam air. Jika telur tenggelam ke dasar wadah, maka hal ini menandakan bahwa telur tersebut masih segar. Namun, jika telur mengapung di permukaan air, maka tersebut sudah tidak layak konsumsi atau sudah busuk. Dalam konteks industri peternakan dan perdagangan telur yang mengelola dalam jumlah besar, metode manual dinilai kurang praktis dan tidak efisien. Hal ini disebabkan oleh proses yang memakan waktu lama karena dilakukan secara satu per satu serta melibatkan banyak tenaga kerja, yang pada akhirnya meningkatkan biaya operasional dan keterbatasan penglihatan manusia (*human error*). Oleh karena itu diperlukan solusi yang mampu mendeteksi kualitas telur secara otomatis, cepat dan akurat. Salah satunya dengan memanfaatkan teknologi *Internet Of Things* (IoT). IoT merupakan teknologi modern yang dikembangkan untuk memaksimalkan pemanfaatan koneksi internet yang selalu terhubung. Dengan IoT, berbagai benda dapat saling terhubung sehingga aktivitas sehari-hari menjadi lebih praktis dan efisien, serta mendukung penyelesaian tugas manusia dengan lebih mudah [5].

Penelitian ini merancang sistem pendeteksi kualitas telur berbasis IoT menggunakan sensor LDR untuk mengukur intensitas cahaya dan Load Cell untuk mengukur berat telur. Mikrokontroler Wemos D1 R2 digunakan sebagai otak dari alat, dan hasilnya dianalisis menggunakan logika fuzzy Sugeno untuk menentukan apakah telur tergolong “baik” atau “buruk”. Logika fuzzy Sugeno dipilih karena mampu memperbaiki kelemahan sistem fuzzy murni dengan menambahkan perhitungan matematis sederhana yaitu rata-rata tertimbang pada aturan IF–THEN. Akibatnya, keluaran yang dihasilkan bukan himpunan fuzzy tetapi konstanta atau persamaan linear [6]. Studi sebelumnya telah menunjukkan keunggulannya: Sugeno memiliki akurasi 91% dibandingkan Mamdani 82% [7], dan penelitian Elyza (2021) menemukan bahwa nilai MAPE Sugeno (3,15%) lebih rendah daripada Tsukamoto, yang menunjukkan bahwa Sugeno lebih efisien dan akurat dalam memprediksi keluaran sistem [8].

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan pentingnya pengukuran transparansi dan berat dalam menentukan kualitas telur ayam. Rafly Hadi Pangestu [9] memanfaatkan Arduino Uno sebagai mikrokontroler, tetapi proses klasifikasinya masih dilakukan secara konvensional tanpa pendekatan fuzzy. Sementara itu, penelitian M. Mujiono [10] telah menerapkan logika fuzzy, tetapi hanya menggunakan satu variabel input, yaitu transparansi. Penelitian lain oleh El Chandra [11] fokus pada sistem konveyor industri, dan belum menerapkan logika fuzzy dalam klasifikasi kualitas. Dengan demikian, penelitian ini menawarkan kontribusi lebih melalui penerapan dua input sekaligus dan klasifikasi otomatis berbasis logika fuzzy Sugeno yang terhubung dengan sistem IoT.

METODE PENELITIAN

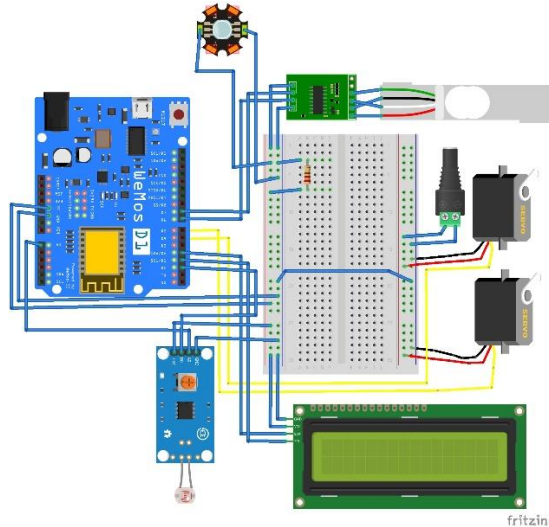
Tahapan penelitian ini terdiri dari tahapan dari metode Extreme Programming. Tahapan utama yaitu *planning*, *design*, *coding* dan *testing* yang dapat dilakukan secara bersamaan [12].



Gambar 1. Tahapan Penelitian

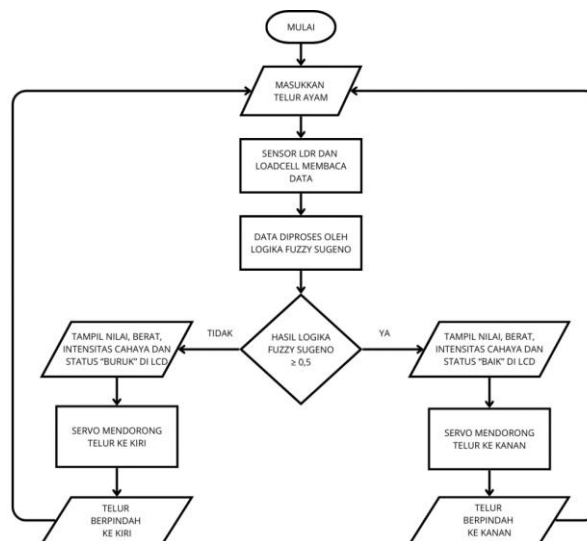
Tahap *planning*, pada tahap ini dilakukan identifikasi masalah yang ada, yaitu kurangnya metode otomatis dalam mendeteksi kualitas telur ayam. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem berbasis IoT yang dapat membantu dalam penilaian kualitas telur secara lebih efisien dan akurat.

Tahap *design*, Pada tahap ini, sistem dirancang agar mudah dikembangkan dan dihubungkan antara perangkat keras dan perangkat lunak yang terdiri dari rangkaian alat dan alur kerja sistem yang ditawarkan.



Gambar 2. Rangkaian Alat

Rangkaian ini dirancang dengan komponen utama yang digunakan meliputi Wemos D1 R2 (sebagai mikrokontroler), loadcell dengan modul HX711, breadboard, sensor LDR, monitor LCD I2C, LED HPL, resistor, dua motor servo dan kabel jumper.



Gambar 3. Alur Kerja Sistem

Langkah awal dimulai dengan persiapan sistem, memastikan semua komponen seperti sensor, mikrokontroler, dan aktuator siap digunakan. Saat sistem dihidupkan, sensor LDR mengukur transparansi telur berdasarkan intensitas cahaya yang menembus cangkang, dan sensor load cell, yang terhubung dengan modul HX711, mengukur berat telur secara real-time. Data dari kedua sensor ini dikirim oleh mikrokontroler Wemos

D1 R2 ke *platform* IoT, yaitu aplikasi Blynk, yang dapat membaca data tersebut atau memintanya melalui protokol MQTT sebagai pesan. Sistem kemudian memproses data menggunakan logika fuzzy Sugeno untuk mengklasifikasikan kualitas telur menjadi “Baik” atau “Buruk” berdasarkan kombinasi transparansi dan berat. Hasil klasifikasi ini dipublikasikan ke MQTT untuk mengatur aktuator, yaitu servo motor, serta ditampilkan pada layar LCD sebagai informasi visual. Sistem selanjutnya mengevaluasi kualitas telur: jika telur diklasifikasikan sebagai “Baik”, servo motor akan bergerak ke kanan untuk memindahkan telur ke jalur yang sesuai, sedangkan jika “Buruk”, servo motor akan bergerak ke kiri untuk memisahkan telur ke jalur lainnya. Setelah proses ini selesai, sistem akan terus melakukan looping untuk memantau dan mengklasifikasikan telur berikutnya secara berkelanjutan, memastikan proses seleksi yang cepat, akurat, dan efisien dengan pengurangan kesalahan manusia.

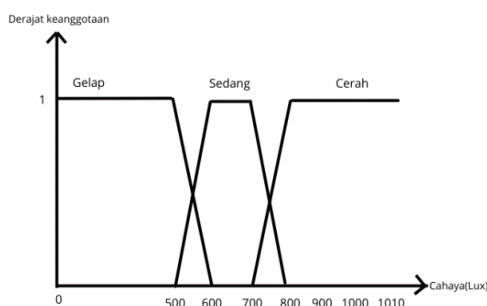
Tahap coding, dilakukan implementasi dari perancangan perangkat lunak yang telah dibuat sebelumnya. Pengkodean mencakup pemrograman mikrokontroler untuk membaca data dari sensor, mengolah data, serta mengirimkan hasil pengukuran ke blynk.

Tahap testing, dilakukan untuk memastikan bahwa sistem yang telah dikembangkan dapat berfungsi dengan baik sesuai dengan spesifikasi yang telah dirancang.

Logika Fuzzy Sugeno digunakan dalam sistem ini sebagai metode pengambilan keputusan berdasarkan dua input utama, yaitu intensitas cahaya (lux) dan berat telur (gram), untuk menghasilkan output berupa klasifikasi kualitas telur: baik (1) atau buruk (0). Tahapan metode terdiri atas *fuzzifikasi*, *Interference System* dan *defuzzifikasi* [13]:

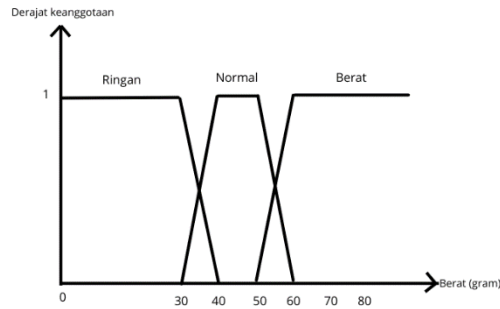
1. Fuzzifikasi

Fuzzifikasi adalah proses mengubah data crisp dari sensor menjadi derajat keanggotaan fuzzy. Adapun domain dan fungsi keanggotaan variabel adalah:



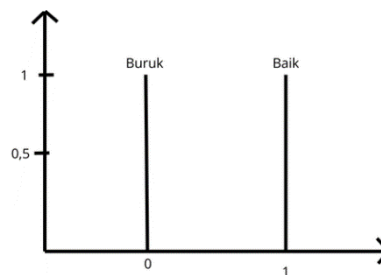
Gambar 4. Domain Variabel Cahaya

Gambar 4 menampilkan domain variabel cahaya yang terdiri dari tiga himpunan fuzzy: gelap, sedang, dan cerah. Pengelompokan ini digunakan untuk menilai tingkat intensitas cahaya yang menembus cangkang telur.



Gambar 5. Domain Variabel Berat

Pada gambar 5 menunjukkan representasi variabel berat telur yang dibagi ke dalam tiga himpunan fuzzy, yaitu ringan, normal, dan berat. Tujuan pengelompokan adalah untuk mengetahui kondisi berat pada telur.



Gambar 6. Variabel Output Motor Servo

Gambar 6 menunjukkan representasi output dari logika fuzzy Sugeno dalam sistem sortir telur. Jika hasil defuzzifikasi menghasilkan nilai $\geq 0,5$ maka telur berkualitas baik. Sebaliknya jika hasil defuzzifikasi menghasilkan nilai $< 0,5$ maka telur berkualitas buruk. Output dari logika fuzzy sugeno ini yang nantinya akan menggerakkan motor ke jalur yang sesuai baik “Buruk” maupun “Baik”.

2. Interference System

Tahap ini mengevaluasi aturan Fuzzy untuk menghubungkan input dengan output. Dalam metode Sugeno, output adalah nilai konstan (0 atau 1). Aturan menggunakan operator AND, sehingga derajat kebenaran (α -predikat) dihitung dengan mengambil nilai minimum dari derajat keanggotaan input. Format Aturan: IF Cahaya = [x] AND Berat = [y] THEN Motor Servo = [z]. Dalam proses perancangan sistem ini, ada sembilan aturan fuzzy telah ditetapkan, antara lain:

- [R1] IF Cahaya = Cerah AND Berat = Ringan THEN Motor Servo = Baik (1)
- [R2] IF Cahaya = Sedang AND Berat = Ringan THEN Motor Servo = Baik (1)
- [R3] IF Cahaya = Gelap AND Berat = Ringan THEN Motor Servo = Buruk (0)
- [R4] IF Cahaya = Cerah AND Berat = Normal THEN Motor Servo = Baik (1)
- [R5] IF Cahaya = Sedang AND Berat = Normal THEN Motor Servo = Baik (1)
- [R6] IF Cahaya = Gelap AND Berat = Normal THEN Motor Servo = Buruk (0)
- [R7] IF Cahaya = Cerah AND Berat = Berat THEN Motor Servo = Baik (1)
- [R8] IF Cahaya = Sedang AND Berat = Berat THEN Motor Servo = Buruk (0)
- [R9] IF Cahaya = Gelap AND Berat = Berat THEN Motor Servo = Buruk (0)

3. Defuzzifikasi

Tahap defuzzifikasi akan mengubah output Fuzzy menjadi output tegas (crisp) yang dapat digunakan untuk pengambilan keputusan. Nilai derajat keanggotaan (α) dari input menentukan seberapa besar kontribusi rule tersebut terhadap hasil akhir. Setelah semua rule dievaluasi, nilai output akhir Z akan berada di antara 0 dan 1. Untuk menghitung hasil akhir dari proses inferensi fuzzy, digunakan rumus defuzzifikasi rata-rata tertimbang (weighted average).

$$Z = \frac{\alpha_i \cdot z_i}{\alpha_i}$$

Keterangan:

Z = Nilai output akhir (hasil defuzzifikasi).

α_i = Nilai derajat kebenaran (predikat) dari rule ke-i.

z_i = Nilai output dari rule ke-i (nilai singleton: 0 atau 1).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah melewati tahapan *planning*, *design* dan *coding* langkah selanjutnya adalah tahap *testing*. Pada tahap ini akan melakukan uji coba terhadap sistem sortir telur ayam berbasis IoT yang telah dikembangkan.

1. Implementasi desain dan purwarupa



Gambar 7. Implementasi Hardware Pada Telur Berkualitas Baik



Gambar 8. Implementasi Hardware Pada Telur Berkualitas Buruk

Gambar 7 menunjukkan implementasi sistem saat mendeteksi telur berkualitas baik, dimana motor servo akan mendorong telur ke jalur kanan sebagai telur layak konsumsi. Sedangkan, gambar 8 menunjukkan sistem ketika mendeteksi telur berkualitas buruk, di mana motor servo akan mendorong telur ke jalur kiri sebagai telur yang tidak layak konsumsi.

2. Uji Coba Logika Fuzzy Sugeno

Tujuan dari uji coba logika fuzzy Sugeno adalah untuk menguji validitas dan akurasi metode ini dalam menentukan kualitas telur ayam. Hasil uji coba ditampilkan pada output serial monitor.

```
=== Fuzzyfikasi ===
```

```
Cahaya: 765.00 lux:
```

```
Cerah: 0.65
```

```
Sedang: 0.35
```

```
Gelap: 0.00
```

```
Berat: 57.10 gram:
```

```
Ringan: 0.00
```

```
Normal: 0.29
```

```
Berat: 0.71
```

```
=== Evaluasi Rule ===
```

```
Rule 0: min(0.650, 0.000) = 0.000
```

```
Rule 1: min(0.350, 0.000) = 0.000
```

```
Rule 2: min(0.000, 0.000) = 0.000
```

```
Rule 3: min(0.650, 0.290) = 0.290
```

```
Rule 4: min(0.350, 0.290) = 0.290
```

```
Rule 5: min(0.000, 0.290) = 0.000
```

```
Rule 6: min(0.650, 0.710) = 0.650
```

```
Rule 7: min(0.350, 0.710) = 0.350
```

```
Rule 8: min(0.000, 0.710) = 0.000
```

```
=== Defuzzifikasi ===
```

```
Numerator: 1.230
```

```
Denominator: 1.580
```

```
Output: 0.778
```

```
Status: Baik
```

```
-----
```

(a)

```
=== Fuzzyfikasi ===
```

```
Cahaya: 529.00 lux:
```

```
Cerah: 0.00
```

```
Sedang: 0.29
```

```
Gelap: 0.71
```

```
Berat: 72.00 gram:
```

```
Ringan: 0.00
```

```
Normal: 0.00
```

```
Berat: 1.00
```

```
=== Evaluasi Rule ===
```

```
Rule 0: min(0.000, 0.000) = 0.000
```

```
Rule 1: min(0.290, 0.000) = 0.000
```

```
Rule 2: min(0.710, 0.000) = 0.000
```

```
Rule 3: min(0.000, 0.000) = 0.000
```

```
Rule 4: min(0.290, 0.000) = 0.000
```

```
Rule 5: min(0.710, 0.000) = 0.000
```

```
Rule 6: min(0.000, 1.000) = 0.000
```

```
Rule 7: min(0.290, 1.000) = 0.290
```

```
Rule 8: min(0.710, 1.000) = 0.710
```

```
=== Defuzzifikasi ===
```

```
Numerator: 0.000
```

```
Denominator: 1.000
```

```
Output: 0.000
```

```
Status: Buruk
```

```
-----
```

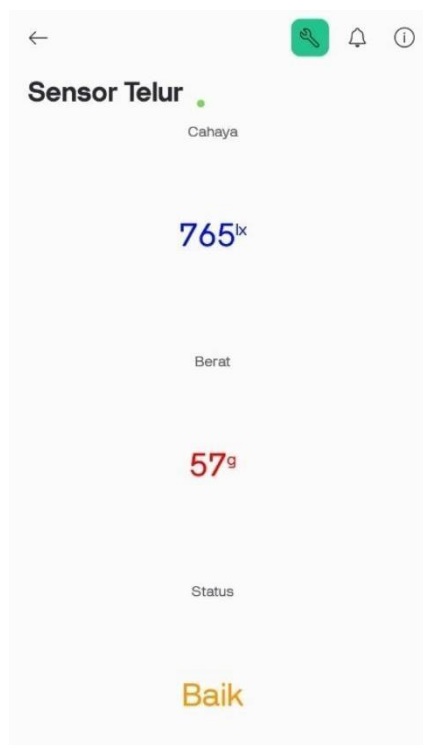
(b)

Gambar 9. Output Logika fuzzy Sugeno. (a) Telur Berkualitas Baik, (b) Telur Berkualitas Buruk

Pada gambar 9 (a) menunjukkan uji coba dengan inputan cahaya 765 lux dan berat 57,10 gram. Fuzzifikasi menghasilkan keanggotaan cahaya pada kategori cerah sebesar 0,65 dan sedang sebesar 0,35, sedangkan berat memiliki keanggotaan normal sebesar 0,29 dan berat sebesar 0,71. Rule yang aktif adalah [R4], [R5], [R7], dan [R8] dengan nilai α masing-masing 0,29; 0,29; 0,65; dan 0,35. Hasil defuzzifikasi menunjukkan nilai output sebesar 0,778. Berdasarkan hasil ini, sistem mengklasifikasikan telur sebagai baik, dan motor servo akan mendorong telur ke arah kanan menuju jalur telur layak konsumsi.

Sedangkan, Gambar 9 (b) menunjukkan uji coba dengan inputan cahaya 529 lux dan berat 72 gram. Fuzzifikasi menghasilkan keanggotaan cahaya pada kategori sedang sebesar 0,29 dan gelap sebesar 0,71, sementara berat memiliki keanggotaan penuh pada kategori berat (1,00). Rule yang aktif adalah Rule 8 dan Rule 9, masing-masing dengan nilai α sebesar 0,29 dan 0,71. Kedua rule tersebut menghasilkan output $z = 0$. Hasil defuzzifikasi menunjukkan output $Z = 0,000$. Berdasarkan hasil ini, sistem mengklasifikasikan telur sebagai buruk, dan motor servo akan mendorong telur ke arah kiri menuju jalur telur tidak layak konsumsi.

3. Monitoring pada Aplikasi Blynk



Gambar 10. Monitoring Pada Aplikasi Blynk

Pada Gambar 3.2 merupakan hasil monitoring pada aplikasi Blynk, dimana widget yang digunakan akan menampilkan nilai pembacaan sensor cahaya (LDR) dan berat telur (Load Cell). Aplikasi ini juga menampilkan hasil klasifikasi kualitas telur yang diolah menggunakan logika fuzzy Sugeno, serta perintah sistem kontrol berupa gerakan motor servo yang mengarahkan telur ke jalur “Baik” atau “Buruk”. Dengan adanya tampilan data dan kontrol ini, proses monitoring dapat berjalan secara *real-time* dan sesuai dengan program yang telah dirancang.

4. Pengujian efisiensi secara konvensional dan otomatis

Pengujian konvensional dilakukan dengan memeriksa kondisi telur menggunakan cahaya (apakah tembus atau gelap) dan air (apakah tenggelam, mengapung, atau setengah tenggelam). Setiap telur diuji satu per satu. Waktu sortir dicatat mulai dari proses pemeriksaan sampai telur diklasifikasikan kualitasnya. Pencatatan waktu dilakukan menggunakan stopwatch.

Tabel 1. Pengujian Sortir Secara Konvensional

Telur ke-	Waktu Sortir (detik)	Kondisi di Air	Kondisi Cahaya	Kondisi Telur
1	9,23	Tenggelam	Tembus	Baik
2	7,98	Tenggelam	Tembus	Baik
3	11,47	Mengapung	Gelap	Buruk
4	10,5	Tenggelam	Tembus	Baik
5	8,62	Tenggelam	Tembus	Baik
6	12,4	Mengapung	Gelap	Buruk
7	9,95	Setengah Tenggelam	Tembus	Baik
8	9,76	Tenggelam	Tembus	Baik
9	8,35	Tenggelam	Tembus	Baik
10	10,16	Tenggelam	Tembus	Baik

Berdasarkan data pada tabel, dari total 10 sampel telur, sebanyak 8 diklasifikasikan sebagai telur baik dan 2 sebagai telur buruk. Waktu sortir menunjukkan variasi antara 7,98 hingga 12,4 detik, dengan rata-rata sebesar 9,84 detik. Perbedaan durasi ini mencerminkan ketergantungan proses sortir terhadap ketelitian, kecepatan, dan subjektivitas pengguna dalam melakukan penilaian secara manual.

Tabel 2. Pengujian Sortir Secara Otomatis

Telur ke-	Waktu Sortir (detik)	Berat (gram)	Intensitas Cahaya (LDR)	Kondisi Telur
1	5,0	55,00	780	Baik
2	5,0	57,10	765	Baik
3	5,0	72,02	528	Buruk
4	5,0	53,07	792	Baik
5	5,0	49,05	759	Baik
6	5,0	69,11	554	Buruk
7	5,0	50,03	620	Baik
8	5,0	46,02	765	Baik
9	5,0	52,11	696	Baik
10	5,0	60,01	785	Baik

Tabel di atas menunjukkan waktu sortir otomatis konstan 5 detik per telur, yang menunjukkan bahwa sistem berjalan dengan cepat dan stabil. Terdapat 8 telur yang layak dikonsumsi, dan 2 telur yang tidak layak konsumsi, hal ini sama dengan pengujian konvensional.

Persentase perbandingan efisiensi waktu sortir antara kedua metode dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$\begin{aligned}
 Efisiensi &= \frac{(Waktu Konvensional - Waktu Otomatis)}{Waktu Konvensional} \times 100\% \\
 &= \frac{(9,84 - 5,0)}{9,84} \times 100\% \\
 &= \frac{4,84}{9,84} \times 100\% \\
 &= 0,4919 \times 100\% \\
 &= 49,19\%
 \end{aligned}$$

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem purwarupa pendeteksi kualitas telur ayam berbasis Internet of Things (IoT) telah berhasil dirancang dan diimplementasikan dengan baik. Hasil klasifikasi ditampilkan melalui layar LCD dan aplikasi Blynk, serta digunakan sebagai acuan untuk menggerakkan motor servo dalam memisahkan telur ke jalur yang sesuai. Sistem menunjukkan performa yang cepat dan stabil, dengan rata-rata waktu sortir sebesar 5 detik per butir telur. Hal ini jauh lebih efisien dibandingkan metode sortir konvensional yang membutuhkan waktu rata-rata 9,84 detik. Berdasarkan perhitungan efisiensi disimpulkan bahwa penggunaan alat sortir otomatis berbasis IoT dengan logika fuzzy Sugeno memberikan efisiensi waktu sebesar 49,19% lebih cepat dibandingkan metode konvensional.

Sistem yang dibuat hanya menggunakan dua input, yaitu cahaya dan berat telur, untuk menentukan kualitas telur. Untuk meningkatkan akurasi hasil, disarankan agar pada penelitian berikutnya bisa menambahkan faktor lain seperti suhu penyimpanan atau lama penyimpanan telur, karena hal tersebut juga mempengaruhi kualitas telur. Selain itu, alat ini masih berupa prototipe, sehingga perlu pengembangan lebih lanjut agar lebih stabil dan tahan lama saat digunakan. Sistem juga bisa ditambahkan fitur penyimpanan data agar pengguna bisa melihat riwayat hasil pengecekan telur secara otomatis melalui aplikasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Eridiong OO, Levi UA, Hema K, David AA, Patricia A. Ebai, Ukoha U. Kalu, Ikutal Ajigo, dan Valentine J. Owan. 2022. Protein Quality Evaluation of Some Commonly Consumed Bird Egg Varieties Using Amino Acid Scores. *Biochemistry Research International*. Volume 2022. Halaman 3.
- [2] Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. Statistik Konsumsi Pangan 2023. Jakarta: Kementerian Pertanian, 2023: 79.
- [3] Jose MM, Xavier A, Carmen RV, Pablo RS, Jose A, Ana L, Carmen MF, Alberto C. 2015. Egg and Egg-Derived Foods: Effects on Human Health and Use as Functional Foods. *Nutrients*. 7(1): 714–729. doi:10.3390/nu7010706.
- [4] Enny IS, Muhammad I. 2017. Deteksi Kualitas Telur Menggunakan Analisis Tekstur. *Indonesian Journal of Computing and Cybernetics Systems*. 11(2): 199-208.
- [5] Ayu S. 2025. Internet of Things (IoT), Sejarah, Teknologi, dan Penerapannya. *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro, Sains dan Informatika (Uranus)*. 3(1): 92-99. doi.org/10.61132/uranus.v3i1.667.
- [6] Adi S, Ama DK, Saucha D. 2023. Penyiraman Otomatis dan System Monitoring Bibit Kelapa Sawit Menggunakan Metode Fuzzy Sugeno. *Jurnal Fasilkom*. 13(3): 431-437.
- [7] Ade S, Lemi I, Pandi A, Lucky IK. 2023. Identification of Floods in Palembang Area Using Fuzzy Logic Method of Mamdani and Sugeno. *JITE*. 6(2): 434–444. doi: 10.31289/jite.v6i2.8146.
- [8] Elyza GW. 2021. *Jurnal CoreIT*. 7(2) : 94. doi: 10.24014/coreit.v7i2.15085.
- [9] Rafly HP, Syafaruddin CS. 2024. Rancang Bangun Purwarupa Alat Penyortir Kualitas Telur Ayam Berbasis Arduino Uno. *Bulletin of Computer Science Research*. 5(1): 52–60. Doi: 10.47065/bulletincsr.v5i1.428.
- [10] M Mujiono, Adimas KN, Elok HC. 2023. Penerapan Logika Fuzzy pada Alat Pendeteksi Kualitas Telur Berbasis Mikrokontroler Arduino. *Generation Journal*. 7(1): 8–13.
- [11] El CTR, Abdullah A, Martono DA. 2020. Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Sortir Telur Konsumsi dengan Konveyor di Pabrik Telur Karangploso. *Jurnal Jaringan Telekomunikasi (Jurnal Jartel)*. 10(4): 162–167.
- [12] Parjito, Oktavia R, Faruq U. 2022. Rancang Bangun Aplikasi E-Agribisnis Untuk Meningkatkan Penjualan Hasil Tanaman Holtikultura. *Jurnal Informatika dan Rekayasa Perangkat Lunak (JATIKA)*. 3(3): 354–365.
- [13] Pangga AS. 2018. Perancangan Mesin Penyiraman Taman Menggunakan Fuzzy Logic. *Inajet*. 1(012018): 28–34.