

SISTEM MONITORING PROSES PENGASINAN TELUR ASIN BERBASIS IOT

Setiawan Dwi Novantoro*¹⁾, Aulia Desy Nur Utomo²⁾, Anggi Zafia³⁾

1. Institut Teknologi Telkom Purwokerto, Indonesia
2. Institut Teknologi Telkom Purwokerto, Indonesia
3. Institut Teknologi Telkom Purwokerto, Indonesia

Article Info

Kata Kunci: NodeMCU ESP8266; Sensor; Telur Asin.

Keywords: *NodeMCU ESP8266; Sensors; Salted Egg.*

Article history:

Received 17 March 2024
Revised 31 March 2024
Accepted 14 April 2024
Available online 1 June 2024

DOI :

<https://doi.org/10.29100/jipi.v9i2.4689>

* Corresponding author.

Corresponding Author

E-mail address:

zafia@ittelkom-pwt.ac.id

ABSTRAK

Toko Telor Asin Batammas merupakan industri pembuatan telur asin yang berlokasi di Bumiayu, Kabupaten Brebes mengalami permasalahan dalam proses pengasinan telur asin dikarenakan perhitungan dan prosedur pengasinan yang berkaitan dengan kondisi-kondisi yang mempengaruhi kualitas telur asin seperti mengukur kadar keasinan adonan untuk melapisi telur bebek, menentukan suhu tempat penyimpanan, waktu pengasinan, dan penentuan kualitas telur asin, masih dilakukan secara perkiraan berdasarkan indra manusia atau manual yang menyebabkan bahan adonan tersisa banyak setelah digunakan, proses pengasinan telur asin yang gagal, dan kurangnya efisiensi waktu dalam menentukan kualitas telur asin. Dari permasalahan tersebut dibuatlah sistem untuk mengetahui kondisi saat proses pengasinan telur asin berbasis IoT menggunakan NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler dan 3 sensor pendukung yaitu sensor DHT11, sensor TDS dan sensor BH1750, dengan menggunakan metode waterfall sebagai alur pembuatan sistemnya dengan hasil dari sistem dengan nilai rata-rata suhu 27,82° C dengan status baik, kadar garam yang memerlukan 4 kali penambahan dengan total garam sebanyak 4500 gram garam untuk 64 butir(4,48 kg) telur asin yang berstatus akhir baik, serta penentuan kualitas telur asin yang baik yaitu 4500-4700 lux dengan hasil 60 butir telur asin berkualitas baik dan 4 butir telur asin berkualitas tidak baik atau rusak

ABSTRACT

Batammas Salted Egg Shop is a salted egg manufacturing industry located in Bumiayu, Brebes Regency experiencing problems in the salted egg salting process due to calculations and salting procedures related to conditions that affect the quality of salted eggs such as measuring the saltiness of dough to coat duck eggs, determining the temperature of the storage place, salting time, and determining the quality of salted eggs, It is still done by estimation based on human or manual senses which causes a lot of dough ingredients to remain after use, the failed salting egg salting process, and the lack of time efficiency in determining the quality of salted eggs. From these problems, a system was made to find out the conditions during the IoT-based salted egg salting process using NodeMCU ESP8266 as a microcontroller and 3 supporting sensors, namely DHT11 sensors, TDS sensors and BH1750 sensors, using the waterfall method as the flow of making the system with the results of a system with an average temperature value of 27.82° C with good status, salt content that requires 4 times the addition of a total salt of 4500 grams of salt for 64 grains (4.48 kg) salted eggs with good final status, as well as a good determination of the quality of salted eggs, which is 4500-4700 lux with the result of 60 salted eggs of good quality and 4 salted eggs of poor quality or damaged.

I. PENDAHULUAN

SETIAP daerah di Indonesia memiliki identitas unik yang mencerminkan karakternya, termasuk dalam hal makanan. Makanan merupakan kebutuhan penting bagi manusia untuk mendapatkan energi dan kelangsungan hidup. Salah satunya adalah makanan khas daerah, yang menjadi lambang daerah tersebut dan dikenal oleh banyak orang. Brebes merupakan salah satu contoh daerah yang terkenal karena makanan khasnya,

yaitu telur asin[1][2]. Telur asin adalah produk khas dari Brebes yang terbuat dari telur bebek, diolah dengan proses pelapisan tanah liat yang dicampur dengan garam, dan diawetkan. Satu hal yang menarik tentang telur asin adalah tingkat keasinannya, yang memberikan rasa yang khas.

Telur asin telah mengalami perkembangan yang pesat di Indonesia, mencapai tidak hanya antar pulau di negeri ini, tetapi juga mencapai mancanegara. Beberapa daerah selain Brebes yang aktif mengembangkan produksi telur asin adalah desa Kebonsari di Kabupaten Sidoarjo, desa Bukit Raya di Provinsi Riau, desa Pendem di kota Batu, Kota Semarang, dan lain-lain. Para daerah ini saling berkompetisi untuk menciptakan inovasi dalam olahan telur asin, baik dari segi rasa, teknologi, keuangan, maupun pemasaran[3][4][5][6][7]. Tak heran jika telur asin diminati oleh berbagai kalangan, karena kandungan nutrisi dan proteinnya yang sangat melimpah. Nutrisi tersebut memberikan manfaat beragam, seperti meningkatkan metabolisme, mendukung kesehatan tulang, mendukung perkembangan otak, dan banyak manfaat lainnya.

Dalam proses pengasinan telur asin, terdapat berbagai cara dan bahan yang digunakan, termasuk penggunaan abu sekam dan batu bata. Kadar keasinan yang diinginkan untuk telur asin sekitar sama dengan volume telur itu sendiri. Misalnya, untuk menghasilkan 1 kg telur asin (volume sekitar 1 liter = 12 butir telur), diperlukan sekitar 1 liter (0,1 m³) abu sekam atau bubuk batu bata. Adapun volume garam yang dibutuhkan sekitar 50% dari volume telur. Dalam contoh kasus mengasin 1 kg telur bebek, diperlukan 0,5 kg (500 gram) garam[1][8]. Untuk memastikan semua proporsi ini tepat, dibutuhkan penggunaan sensor TDS, sensor BH1750, dan sensor suhu DHT11. Sensor-sensor tersebut berperan penting dalam membantu efisiensi proses pembuatan telur asin dengan menyediakan data-data yang akurat dan valid. Dengan begitu, proses pengasinan dapat dilakukan dengan lebih efisien dan terkontrol.

Tingkat keasinan pada telur asin sangat mempengaruhi standar kualitas telur asin. Umumnya, kadar garam albumen yang diukur dengan refraktometer pada telur asin sebesar 23,05%, sedangkan untuk tingkat kemasir kuning telur pada telur asin sebesar 24,83%. Pada penelitian ini memfokuskan untuk mengukur kadar garam menggunakan sensor TDS, dimana yang diukur adalah adonan untuk membungkus telur asin pada saat proses pengasinan[14].

Umumnya, penyimpanan untuk telur asin dapat diawetkan pada suhu ruangan biasa, tetapi suhu penyimpanan yang baik untuk telur asin berkisar pada suhu 25° – 30° C dengan kelembaban ruangan 70% - 80%. Pada penelitian ini menggunakan sensor DHT11 untuk memonitoring suhu dan kelembaban pada penyimpanan telur asin[15].

Kualitas dari telur asin sangat penting dalam menentukan citarasa telur asin agar enak dan masir. Ada beberapa cara dalam menganalisis kualitas telur asin seperti dengan cara menganalisis warna dari kuning telur dan putih telur, menyinari telur asin tersebut menggunakan senter atau alat pencahayaan lain dan lain-lain. Pada penelitian ini untuk mengukur kualitas telur asin dengan cara menganalisis intensitas cahaya yang disinari lampu sorot 30Watt lalu dianalisis menggunakan sensor BH1750. Jika intensitas cahaya yang dihasilkan dari pembacaan sensor BH1750 adalah ± 530 – 630 intensitas cahaya, maka kualitasnya baik. Jika nilai dari intensitas cahaya ± 849 – 901 maka kualitas dari telur asin buruk[16].

Internet of Things, yang juga dikenal sebagai Teknologi Embedded System atau Sistem Tertanam, adalah sistem global dari jaringan komputer yang terhubung dengan protokol IP, sensor, aktuator, mesin, dan perangkat, yang menggabungkan dunia fisik ini dengan dunia virtual Internet. IoT adalah integrasi berbagai perangkat pintar, dan memengaruhi rutinitas manusia menuju e-health, e-learning, pemantauan jarak jauh, pengawasan. Demikian pula, IoT memainkan peran kunci di industri seperti otomasi dan manufaktur industri cerdas, logistik cerdas, transportasi cerdas, dan banyak lainnya[17].

Pada penelitian yang dilakukan oleh Ela Sumaryati pada tahun 2020 dengan judul “Alat Pendeteksi dan Penyortir Kualitas Telur dengan Sensor LDR berbasis Arduino”. Dengan hasil akhir dari penelitian ini menyatakan bahwa cahaya yang tembus melalui telur dan terdeteksi oleh sensor menunjukkan perbedaan yang cukup signifikan dalam situasi ketika media uji tidak mengandung telur, serta ketika telur baik atau buruk dimasukkan ke dalam media uji. Kualitas isolasi pada desain alat yang kurang optimal menyebabkan cahaya dari lingkungan luar dapat mengganggu bacaan sensor, yang akhirnya mengakibatkan hasil pemilahan telur bebek yang kurang akurat[16].

Pada penelitian yang dilakukan oleh Rian Ari Hardiansyah, Hurriyatul Fitriyah, dan Agung Setia Budi pada

tahun 2021 dengan judul “Implementasi Tingkat Keasinan Telur Asin menggunakan Metode K-Nearest Neighbor dengan Sensor TCS3200 berbasis Arduino Mega” dengan metode yang digunakan yaitu K-Nearest Neighbor. Hasil akhir dari penelitian ini yaitu Dalam pengujian pertama menggunakan sensor TCS3200, nilai rata-rata yang diperoleh adalah sebesar 4.05%, sedangkan dalam pengujian kedua menggunakan sensor TCS3200, diperoleh nilai rata-rata sebesar 8.34%. Sementara itu, ketika menganalisis akurasi metode K-NN, hasilnya mencapai 66.67%. Perbedaan hasil ini tidak terlalu mencolok, sehingga dapat disimpulkan bahwa hasil pengujian tersebut termasuk baik[18].

Toko Telur Asin Batammas merupakan industri pembuatan telur asin yang berlokasi di Jl. Raya Jenderal Soedirman, Kaliwadas, Kec. Bumiayu, Kabupaten Brebes, Jawa Tengah. Usaha ini dikelola oleh Ibu Haji Kamilah, dan setiap harinya mereka memproduksi sekitar 250 butir telur asin yang sudah dipasarkan di luar daerah Brebes. Meskipun menjadi industri rumahan, Toko Telur Asin Batammas masih menggunakan metode manual dalam mengetahui kondisi dari proses pembuatan telur asin. Beberapa tahapan, seperti mengukur kadar keasinan adonan untuk melapisi telur bebek, menentukan suhu tempat penyimpanan, waktu pengasinan, dan penentuan kualitas telur asin, semuanya masih dilakukan secara perkiraan berdasarkan indra manusia yang menyebabkan bahan adonan tersisa banyak setelah digunakan, proses pengawetan telur asin yang gagal, dan kurangnya efisiensi waktu dalam menentukan kualitas telur asin. Penggunaan metode manual ini dapat menyebabkan pemborosan bahan baku dan energi, serta memakan waktu yang cukup banyak.

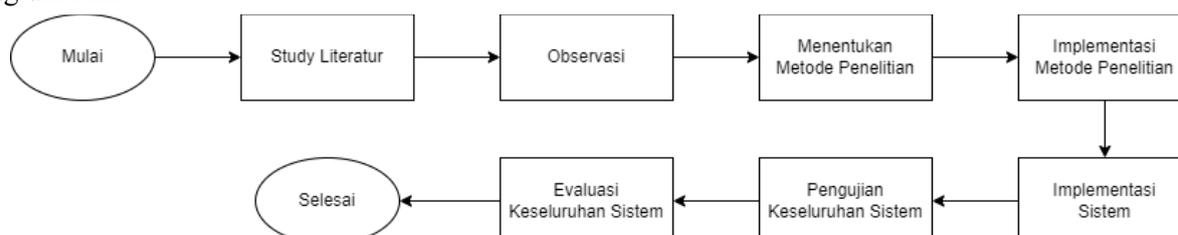
Dari permasalahan tersebut, dibuatlah penelitian untuk membuat alat monitoring dalam proses pengasinan telur asin pada Toko Produksi Telur Asin Batammas kota brebes dengan judul “RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING PADA PROSES PENGASINAN TELUR ASIN DENGAN BERBASIS IOT”. alat ini menggunakan NodeMCU dengan bantuan sensor yaitu sensor suhu DHT11, sensor TDS, dan sensor BH1750. Sistem ini dirancang dengan harapan untuk membantu proses pengasinan pada telur asin agar proses tersebut terdigitalisasi dan dapat membantu memonitoring data kondisi bahan-bahan yang digunakan dan prosesnya. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang dan menerapkan sistem monitoring dalam proses pengasinan telur asin menggunakan Internet of Things (IoT) dengan memanfaatkan sensor DHT11, sensor TDS, dan sensor BH1750, melakukan pengujian guna mengetahui kondisi suhu penyimpanan, kadar garam pada adonan, dan kualitas telur asin berdasarkan parameter intensitas cahaya, serta mengukur tingkat akurasi dari nilai suhu penyimpanan yang diukur menggunakan sensor DHT11, nilai kadar garam menggunakan sensor TDS, serta intensitas cahaya dengan sensor BH1750.

II. METODE PENELITIAN

A. Subyek dan Obyek Penelitian

Penelitian ini berfokus pada telur asin sebagai subyek penelitian. Obyek penelitian adalah lokasi pembuatan telur asin di Toko Telur Asin Batammas, Bumiayu, Brebes, Jawa Tengah. Lokasi penelitian dipilih berdasarkan latar belakang yang telah ditentukan, di mana terdapat permasalahan dalam proses pengasinan pada pembuatan telur asin. Pada proses pembuatan telur asin, terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kualitasnya, seperti kadar garam dalam adonan, suhu penyimpanan atau pengasinan, waktu pengasinan, dan penentuan kualitas yang akurat. Parameter-parameter ini menjadi fokus dalam penelitian untuk menilai kualitas telur asin. Lokasi penelitian akan digunakan sebagai uji lapangan, sehingga menjadi acuan dalam mengevaluasi kelayakan alat yang telah dibuat.

B. Diagram Alir

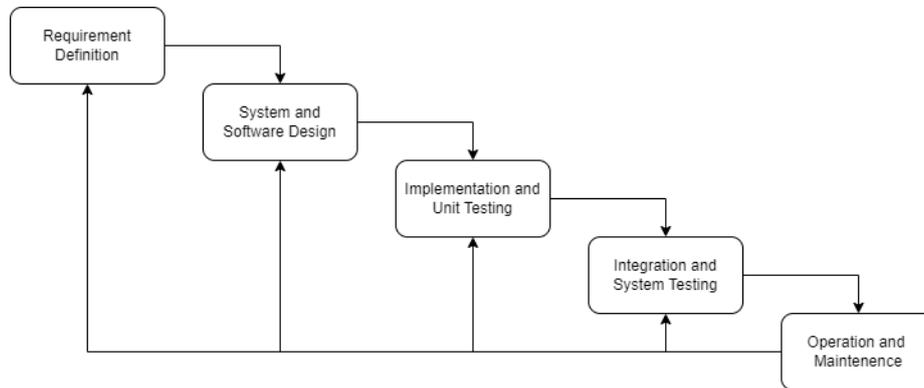


Gambar. 1. Diagram Alir Penelitian

Pada penelitian rancang bangun sistem monitoring proses pengasinan telur asin di toko telur asin Batammas daerah Brebes, dilakukan analisis terhadap masalah yang sudah ada maupun yang terjadi di lapangan. Observasi dilakukan

untuk menentukan solusi penyelesaian masalah. Data-data yang diperlukan dikumpulkan melalui penelitian sebelumnya dan data yang ada di took telur asin Batammas telur asin Brebes. Metodologi penelitian menggunakan metode waterfall. Metode ini kemudian diimplementasikan dalam pembuatan sistem monitoring untuk proses pengasinan telur asin. Selanjutnya, keseluruhan sistem diuji, dimana sistem ini berbasis IoT dan dapat dimonitor melalui aplikasi Android. Implementasi sistem dilakukan pada objek penelitian yaitu proses pengasinan telur asin. Laporan hasil penelitian ditulis, dan terakhir dilakukan evaluasi terhadap alat atau sistem yang telah dibuat.

C. Metode Waterfall



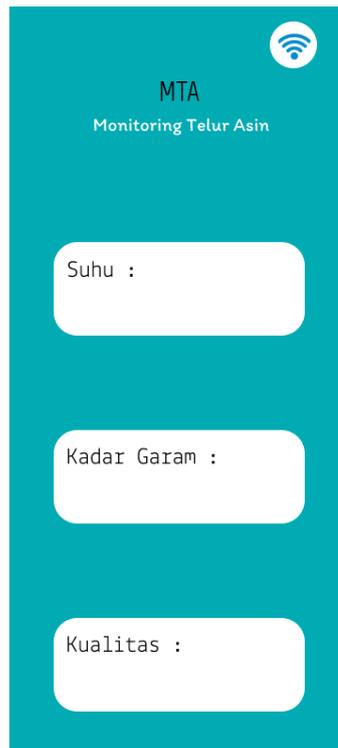
Gambar. 2. Metode Waterfall

a. Requirement Analysis

Pada konteks di atas, dijelaskan bahwa sebelum memulai proses pengembangan perangkat lunak, diperlukan pemahaman yang mendalam bagi seorang pengembang mengenai kebutuhan dan informasi dari para pengguna terkait perangkat lunak yang hendak dibuat. Metode-metode beragam, seperti diskusi, observasi, survei, wawancara, dan lainnya, dapat digunakan untuk mengumpulkan informasi ini. Setelah data terkumpul, informasi tersebut akan diolah dan dianalisis guna menghasilkan spesifikasi kebutuhan pengguna yang komprehensif terhadap perangkat lunak yang akan dikembangkan[9][10].

b. System and Software Design

Informasi tentang spesifikasi kebutuhan yang diperoleh dari fase Analisis Kebutuhan kemudian dianalisis pada tahap selanjutnya untuk diterapkan dalam proses merancang pengembangan. Langkah perancangan dilakukan dengan tujuan memberikan pandangan menyeluruh mengenai langkah-langkah yang akan dijalankan. Proses ini juga bertujuan untuk mendukung pengembang dalam menyiapkan perangkat keras yang diperlukan untuk membangun struktur keseluruhan dari sistem perangkat lunak [9][10].



Gambar. 3. Desain software

c. Implementation and Unit Testing

Pada tahap implementasi dan pengujian unit, dilakukan pemrograman untuk menguji apakah seluruh komponen berfungsi dengan baik atau tidak. Proses ini melibatkan percobaan untuk memastikan bahwa desain alat telah memenuhi kebutuhan dan harapan pengguna. Selama tahap ini, peneliti menerapkan metode pengujian kalibrasi untuk memastikan bahwa nilai yang diberikan oleh sensor pada sistem sesuai dengan nilai sebenarnya yang diharapkan oleh alat ukur [9][10].

d. Integration and System Testing

Setelah semua unit komponen diuji secara terpisah, langkah selanjutnya adalah mengintegrasikan semua komponen tersebut menjadi sistem yang utuh. Pada tahap ini juga dilakukan uji coba untuk mengecek kondisi sistem. Peneliti menggunakan metode pengujian black box yang bertujuan untuk memeriksa performa dan fungsi setiap komponen dalam sistem secara keseluruhan [9][10].

e. Operation and Maintenance

Pada tahap ini, sistem atau aplikasi yang telah dibuat oleh peneliti dioperasikan. Selain itu, developer juga melakukan pemeliharaan yang berguna untuk pengembangan aplikasi. Dalam pemeliharaan ini, dilakukan perbaikan bug pada aplikasi, peningkatan user experience, serta penambahan fitur atau elemen yang diinginkan oleh konsumen. Tujuan dari tahap ini adalah untuk terus meningkatkan kualitas dan fungsionalitas aplikasi agar lebih sesuai dengan kebutuhan dan harapan pengguna [9][10].

D. Pengujian Black Box

Black box testing merupakan jenis pengujian perangkat lunak yang difokuskan pada fungsionalitasnya. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk menemukan fungsi yang tidak berjalan dengan benar, kesalahan pada antarmuka, masalah dalam struktur data, kinerja yang kurang optimal, serta kesalahan pada proses inialisasi dan terminasi. Dalam pengujian black box, penguji tidak memperhatikan detail internal dari perangkat lunak, melainkan hanya berfokus pada input dan output yang diharapkan. Dengan demikian, penguji dapat mencoba berbagai kondisi masukan dan menjalankan pengujian untuk memverifikasi bahwa sistem berfungsi sesuai dengan kebutuhan yang diharapkan. Pengujian ini bertujuan untuk menemukan kesalahan atau error dalam perangkat lunak dan memastikan bahwa sistem layak dan siap digunakan[11]

E. Pengujian Kalibrasi

Menurut ISO/IEC Guide 17025:2005 dan Vocabulary of International Metrology (VIM), kalibrasi adalah rangkaian kegiatan yang menghubungkan nilai yang ditunjukkan oleh instrumen ukur atau sistem pengukuran, atau nilai yang diwakili oleh bahan ukur, dengan nilai-nilai yang sudah diketahui yang terkait dengan besaran yang diukur dalam kondisi tertentu. Dalam kata lain, kalibrasi merujuk pada proses yang digunakan untuk menetapkan keakuratan

nilai yang ditunjukkan oleh alat ukur dan bahan ukur dengan cara membandingkannya terhadap standar ukur yang memiliki jejak ke standar nasional atau internasional. Tujuan dari kalibrasi adalah untuk mencapai jejak pengukuran yang jelas. Dengan demikian, hasil pengukuran dapat dikaitkan dan ditelusuri kembali hingga ke standar yang lebih presisi seperti standar primer nasional atau internasional, melalui serangkaian perbandingan yang terhubung. Manfaat dari kalibrasi terletak pada dukungan terhadap sistem kualitas yang diterapkan di berbagai sektor, terutama dalam peralatan laboratorium dan produksi yang dimiliki. Melalui pelaksanaan kalibrasi, kita dapat mengidentifikasi sejauh mana perbedaan (deviasi) antara nilai yang sebenarnya dan nilai yang ditunjukkan oleh alat ukur [12] [13].

$$\text{Nilai Error (\%)} = \frac{|\text{Nilai Alat Ukur} - \text{Nilai Sensor}|}{\text{Nilai Sensor}} \times 100 \% \quad (1)$$

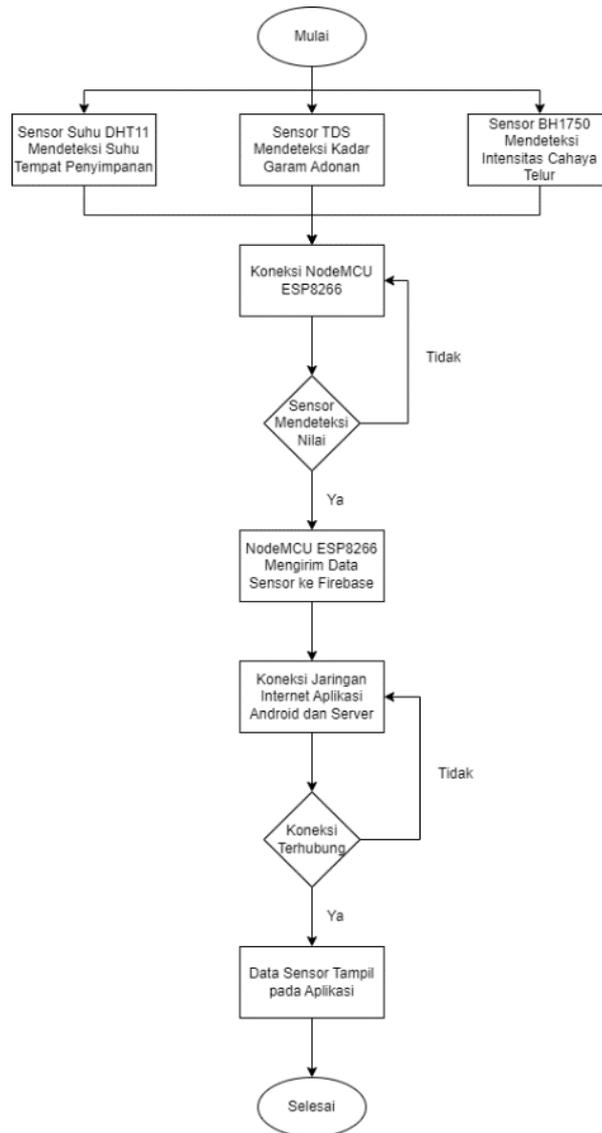
$$\text{Rata - rata} = (\text{Jumlah Nilai}) / (\text{Jumlah Pengujian}) \quad (2)$$

$$\text{Akurasi} = 100 \% - \text{Nilai Error (\%)} \quad (3)$$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahap hasil dan pembahasan terdapat proses penyusunan hardware dan software, pemrograman pada sistem, cara kerja sistem, dan pembuatan komponen. Setiap fase pengujian sistem dirancang untuk memastikan bahwa sistem sesuai dengan desainnya dan bahwa komponen di dalam sistem berfungsi dengan baik. Berikut adalah hasil pembuatan software, hardware dan hasil pengujian dari software dan hardware yang sudah dibuat.

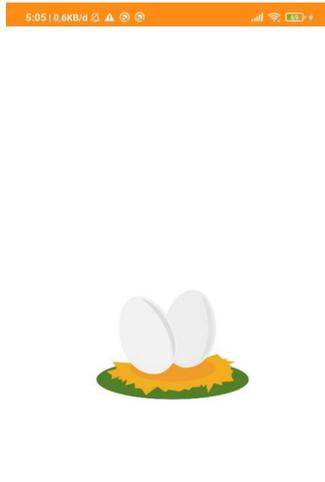
A. Flowchart



Gambar. 4. Metode Waterfall

B. Software

Untuk awal saat user masuk ke dalam aplikasi, user akan langsung menuju kehalaman utama. Ada beberapa fitur pada aplikasi yaitu tabel yang menampilkan nilai berbentuk angka dari suhu, kadar garam dan intensitas cahaya. Selanjutnya ada fitur kualitas yang berisi 3 parameter yaitu kualitas suhu yang diambil dari nilai pada tabel suhu, kualitas kadar garam yang diambil dari nilai pada tabel kadar garam, dan kualitas telur asin yang diambil dari nilai intensitas cahaya. Untuk output dari fitur kualitas ini akan menampilkan keterangan “Baik/Rusak”, hasil baik jika nilai dari tabel sesuai dengan kondisi yang ditentukan pada program, begitu juga dengan nilai buruk.



Gambar. 5. Tampilan Loading



Gambar. 6. Tampilan Halaman Awal



Gambar. 7. Tampilan Halaman Utama

C. Hardware

Pada gambar 8, 9, 10, dan 11 merupakan hasil alat untuk monitoring proses pengasinan telur asin yang terdiri dari 1 mikrokontroler yaitu Arduino uno dan komponen pendukung lainnya. Sensor yang digunakan ada yaitu Sensor suhu (DHT11), sensor kadar garam (sensor TDS), dan sensor intensitas cahaya (sensor BH1750). Untuk komponen pendukung yang digunakan antara lain modul Wi-Fi ESP-07, LCD I2C, adapter 12V, PCB, resistor 5W10Ω, tombol ON/OFF 4 buah, kabel, box plastik berukuran x untuk tempat mikrokontroler, dan box kayu untuk tempat monitoring telur asin.



Gambar. 8. Tempat Mikrokontroler



Gambar. 9. Alat Tampak Dalam



Gambar. 10. Alat Tampak Dalam

D. Hasil Pengujian Black Box

Pada TABEL I merupakan data pengujian fungsionalitas untuk komponen dan software yang digunakan. Pada data dari tabel tersebut menunjukkan bahwa alat dapat digunakan dengan aman.

TABEL I
 PENGUJIAN BLACK BOX

Komponen	Keterangan	Status
NodeMCU ESP8266	Dapat bekerja dengan baik sebagai mikrokontroler	Sesuai
LCD I2C	Dapat bekerja dengan baik dalam menampilkan hasil pembacaan dari sensor	Sesuai
Sensor DHT11	Dapat mendeteksi suhu dengan baik	Sesuai
Sensor TDS	Dapat mendeteksi kadar garam dengan baik	Sesuai
Sensor BH1750	Dapat mendeteksi intensitas cahaya dengan baik	Sesuai
Adaptor 12V	Dapat menghubungkan daya dari terminal listrik menuju mikrokontroler dengan baik	Sesuai
Firebase	Dapat menerima data yang dikirim oleh mikrokontroler dengan baik	Sesuai
Android Studio	Membuat aplikasi untuk mengambil data alat yang ada di firebase	Sesuai
Aplikasi	Dapat mengambil menampilkan data alat yang ada pada firebase	Sesuai

E. Hasil Pengujian Kalibrasi

Untuk kalibrasi pada sensor DHT11 menggunakan alat pengukur suhu yang ada pada digital hygrometer yang diletakkan bersama sensor suhu DHT11 didalam box alat dengan Panjang 30,3 cm dan tinggi 17 cm, untuk kalibrasi sensor TDS menggunakan alata bantu TDS & EC meter lalu diletakkan pada sebuah wadah yang berisi larutan garam, sedangkan untuk sensor BH1750 menggunakan Digital Lux Meter AS803. Untuk mendapat nilai kalibrasinya, dapat dilihat pada persamaan (1), (2), dan (3).

TABEL II
 PENGUJIAN KALIBRASI SENSOR DHT11

Pengujian	ALAT PENGUKUR SUHU DIGITAL	Sensor DHT11	Selisih	Nilai Error (%)
Pengujian ke-1	29,0° C	28,5° C	0,5° C	1,724 %
Pengujian ke-2	28,2° C	27,7° C	0,5° C	1,773 %
Pengujian ke-3	28,0° C	27,5° C	0,5° C	1,786 %
Pengujian ke-4	28,7° C	28,2° C	0,5° C	1,743 %
Pengujian ke-5	28,5° C	28,0° C	0,5° C	1,754 %
Pengujian ke-6	28,5° C	28,0° C	0,5° C	1,754 %
Pengujian ke-7	29,3° C	28,8° C	0,5° C	1,708 %
Pengujian ke-8	29,2° C	28,7° C	0,5° C	1,714 %
Pengujian ke-9	28,8° C	28,3° C	0,5° C	1,736 %
Pengujian ke-10	28,3° C	27,8° C	0,5° C	1,767 %
Rata-rata	28,53° C	28,35° C	0,5° C	1,746 %
Akurasi		98,254 %		

Hasil pengujian kalibrasi sensor suhu yang telah dilakukan oleh peneliti yaitu nilai akurasi dari sensor sebesar 98,254 % dengan rata-rata nilai error 1,746 %. Nilai error ini disebabkan karena nilai respon sensor DHT11 dan alat digital hygrometer terdapat perbedaan nilai dengan nilai sensor lebih besar dibanding dengan alat ukur hygrometer yang sudah terkalibrasi dan selisih nilainya sebesar 0,5°C.

Hasil yang diperoleh dari pengujian kalibrasi yang dilakukan oleh peneliti yaitu nilai akurasi dari sensor BH1750 sebesar 99,109 % dengan nilai error 0,891%. Maka sensor dapat digunakan untuk implementasi di lapangan.

TABEL III
 PENGUJIAN KALIBRASI SENSOR BH1750

Pengujian	JARAK	Alat Lux Meter	Sensor BH1750	Selisih	Nilai Error (%)
Pengujian ke-1	8,5 cm	25400 lux	25621 lux	221 lux	1,724 %
Pengujian ke-2	10,5 cm	22411 lux	22606 lux	195 lux	1,773 %
Pengujian ke-3	12,5 cm	19423 lux	19592 lux	169 lux	1,786 %
Pengujian ke-4	14,5 cm	16435 lux	16578 lux	143 lux	1,743 %
Pengujian ke-5	16,5 cm	13447 lux	13564 lux	117 lux	1,754 %
Pengujian ke-6	18,5 cm	10438 lux	10549 lux	111 lux	1,754 %
Pengujian ke-7	20,5 cm	7470 lux	7535 lux	65 lux	1,708 %
Pengujian ke-8	22,5 cm	4482 lux	4521 lux	39 lux	1,714 %
Pengujian ke-9	24,5 cm	1494 lux	1507 lux	13 lux	1,736 %
		Rata-rata			0,891 %
Akurasi			99,109 %		

Hasil yang diperoleh dari pengujian kalibrasi yang dilakukan oleh peneliti yaitu nilai akurasi dari sensor BH1750 sebesar 99,109 % dengan nilai error 0,891%. Maka sensor dapat digunakan untuk implementasi di lapangan.

TABEL IV
 PENGUJIAN KALIBRASI SENSOR TDS

Pengujian	PENAMBAHAN GARAM	Alat EC Meter	Sensor TDS	Selisih	Nilai Error (%)
Pengujian ke-1	4 gram/L	4004 ppm	4504 ppm	500 ppm	11,10 %
Pengujian ke-2	4,32 gram/L	4324 ppm	4804 ppm	500 ppm	10,10 %
Pengujian ke-3	4,51 gram/L	4515 ppm	5515 ppm	500 ppm	9,06 %
Pengujian ke-4	4,66 gram/L	4665 ppm	5165 ppm	500 ppm	9,68 %
Pengujian ke-5	4,68 gram/L	4685 ppm	5185 ppm	500 ppm	9,63 %
Pengujian ke-6	4,88 gram/L	4885 ppm	5385 ppm	500 ppm	9,29 %
Pengujian ke-7	5,12 gram/L	5125 ppm	5625 ppm	500 ppm	8,89 %
Pengujian ke-8	5,39 gram/L	5396 ppm	5896 ppm	500 ppm	8,49 %
Pengujian ke-9	5,61 gram/L	5618 ppm	6118 ppm	500 ppm	8,18 %
Pengujian ke-10	5,73 gram/L	5736 ppm	6236 ppm	500 ppm	8,02 %
Rata-rata	4,825 gram/L	5032.6 ppm	5532.6 ppm	500 ppm	9,294 %
Akurasi			90,646 %		

Hasil pengujian dari kalibrasi sensor TDS yaitu akurasinya sebesar 90,646 % dengan nilai error sebesar 9,294 %. Dari hasil tersebut sensor bisa digunakan untuk implementasi langsung dilapangan.

F. Hasil Pengujian

Hasil pengujian yang tertera pada tabel 4.5 untuk suhu menghasilkan 85,7% status “Baik”, dan 14,3% status “Tidak Baik” dan suhu rata-rata yang terjadi selama 14 hari pengujian adalah 27,82% dan pada tanggal 18/07/2023 – 26/07/2023 suhu pada tempat penyimpanan berstatus “baik” dikarenakan kondisi cuaca atau tempat penyimpanan sedang cerah, lalu pada tanggal 27/07/2023 dan tanggal 28/07/2023 suhu berstatus “Tidak Baik” karena perubahan cuaca(hujan dipagi hari) jadi suhu tempat dingin, lalu pada tanggal 29/07/2023 – 31/07/2023 suhu kembali berstatus “Baik” karena kondisi cuaca cerah jadi cuacanya panas.

TABEL V
 PENGUJIAN SUHU DILAPANGAN

Hari ke-	SUHU	Status
18/07/2023	28,2° C	Baik
19/07/2023	28,7° C	Baik
20/07/2023	29,0° C	Baik
21/07/2023	28,5° C	Baik
22/07/2023	28,3° C	Baik
23/07/2023	27,7° C	Baik
24/07/2023	27,1° C	Baik
25/07/2023	28,0° C	Baik
26/07/2023	26,5° C	Baik
27/07/2023	24,9° C	Tidak Baik
28/07/2023	23,6° C	Tidak Baik
29/07/2023	25,4° C	Baik
30/07/2023	27,6° C	Baik
31/07/2023	28,0° C	Baik
Nilai Rata-rata	27,82° C	

Hasil pengujian yang tertera pada tabel 4.6 untuk kadar garam dimana jumlah telur bebek untuk pembuatan telur asin sebanyak 64 butir (4,48 kg) dengan rasio keasinan yang ingin dibuat sama dengan volume telur bebek. Alat takar yang digunakan hanya dapat mencakup 1000 gram(1 kg) garam dan serbuk bata merah yang digunakan sebanyak 6 kg. Jadi hasilnya pengujiannya adalah jumlah garam awal yang ditambahkan adalah 1000 gram dengan menambahkan 4 kali penambahan yaitu 3500 gram, maka totalnya adalah 4500 gram. Jadi, hasil akhir jumlah garam untuk 64 butir telur (4,48 kg) berstatus “Baik” dan membutuhkan 4 kali penambahan agar hasilnya “Baik” atau sesuai dengan takaran.

TABEL VI
 PENGUJIAN KADAR GARAM DILAPANGAN

No	JUMLAH GARAM AWAL	Penambahan ke-	Jumlah Garam Akhir	Status
1	1000 gram	Garam awal	1000 gram	Tidak Baik
2	1000 gram	1	2000 gram	Tidak Baik
3	1000 gram	2	3000 gram	Tidak Baik
4	1000 gram	3	4000 gram	Tidak Baik
5	500 gram	4	4500 gram	Baik

Sebelum mendapatkan hasil pengujian kualitas telur asin, peneliti melakukan uji coba untuk mengetahui nilai telur asin dengan patokan standar dari produsen yaitu jika warnanya gelap kualitasnya “Tidak Baik”, dan “Terang” untuk kualitas baik, dan hasil uji coba mendapatkan untuk kualitas 16 butir telur asin yang baik nilai intensitas cahayanya 4500 - 4700 lux. Pada tabel 4.7 untuk hasil pengujian telur asin sebanyak 64 butir telur didapat hasil 60 butir telur berkualitas “Baik” dan 4 butir telur berkualitas “Tidak Baik”. Untuk 4 butir telur yang berkualitas “Tidak Baik” disebabkan oleh 3 butir telur mengalami pembusukan karena sudah terlalu lama, untuk 1 butir telur yang tersisa mengalami kerusakan disebabkan sering tergoncang akibatnya cangkang telur retak atau rusak.

TABEL VII
 PENGUJIAN KUALITAS TELUR DILAPANGAN

TAHAP KE-	Jumlah	Nilai Intensitas Cahaya	Status	
			Baik	Tidak
Tahap ke-1	16 butir	4543 lux	16	0
Tahap ke-2	16 butir	4211 lux	14	2
Tahap ke-3	16 butir	4032 lux	15	1
Tahap ke-4	16 butir	4301 lux	15	1
Rata-rata		4271 lux	60	4

Jadi, hasil yang didapat dari penelitian ini adalah suhu dari pengujian yang telah dilakukan selama 14 hari yaitu dari tanggal 18/07/2023 – 31/07/2023 mendapatkan rata-rata suhu 27,82° C yang artinya berstatus baik, dimana hasil pengujian dari suhu tersebut sesuai dengan data yang ada pada penelitian sebelumnya yaitu 25° C – 30° C. Sedangkan untuk hasil pengujian kadar garam adalah kadar garam total 4500 gram garam dengan 4 kali jumlah penambahan garam dengan jumlah garam awal yaitu 1000 gram (menyesuaikan dengan alat untuk menuangkan garam), untuk penambahan kedua sampai ketiga jumlah garam 1000 gram, dan penambahan garam terakhir bernilai 500 gram, hal ini tidak sesuai dengan penelitian sebelumnya dikarenakan saat pengujian dilapangan menyesuaikan dengan jumlah telur yang diuji yaitu sekitar 64 butir telur (4,48 kg). Untuk hasil pengujian nilai intensitas cahaya atau kualitas telur asin adalah 60 butir telur memiliki intensitas cahaya rata-rata sekitar 4271 lux, yang mengindikasikan kualitas yang baik. Namun, terdapat 4 butir telur dengan intensitas cahaya yang lebih rendah dan dinyatakan dalam kategori "Tidak Baik" dikarenakan telur mengalami pembusukan, untuk hasil pengujian tersebut tidak sesuai dengan penelitian sebelumnya dikarenakan tempat telur untuk menguji kualitas telur berbeda dengan penelitian sebelumnya yaitu pada penelitian ini langsung menguji 16 butir telur secara bersamaan, sedangkan pada penelitian sebelumnya dengan menguji telur satu per satu dan juga kualitas mengikuti pedoman kualitas yang dimiliki oleh pemilik tempat pengujian.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari pengujian black box yang dilakukan setelah perancangan sistem pemantauan pada proses pengasinan telur asin, diperoleh kesimpulan bahwa semua komponen, termasuk sensor DHT 11, sensor TDS, dan sensor BH1750, berhasil diintegrasikan dengan komponen lainnya dan berfungsi dengan baik. Hasil pengujian suhu menunjukkan bahwa suhu rata-rata selama proses pengasinan telur asin adalah sekitar 27,82°C. Dengan mempertimbangkan nilai ini, dapat disimpulkan bahwa kondisi suhu selama proses tersebut mendukung kualitas telur asin yang dihasilkan, dan semua telur dalam proses pengasinan dinyatakan dalam kondisi "Baik". Pengujian terkait kadar garam mengindikasikan bahwa total jumlah garam yang digunakan untuk 64 butir telur (4,48 kg) adalah sebanyak 4500 gram dengan dilakukan penambahan garam dalam 4 tahap. Berdasarkan hasil ini, diperoleh kesimpulan bahwa kualitas telur asin yang dihasilkan dari pengujian ini memenuhi standar yang diinginkan dan dikategorikan sebagai "Baik". Pengujian intensitas cahaya pada telur asin menunjukkan bahwa 60 butir telur memiliki intensitas cahaya rata-rata sekitar 4271 lux, yang mengindikasikan kualitas yang baik. Namun, terdapat 4 butir telur dengan intensitas cahaya yang lebih rendah dan dinyatakan dalam kategori "Tidak Baik". Dengan hasil-hasil pengujian tersebut, dapat disimpulkan bahwa sistem monitoring yang dirancang berhasil memberikan data dan informasi yang akurat mengenai kondisi telur asin selama proses pengasinan. Ini akan membantu dalam memastikan kualitas telur asin yang dihasilkan sesuai dengan standar yang diharapkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Engelen, "Pengaruh Lama Pengasinan Pada Pembuatan Telur Asin dengan Cara Basah," *J. Agroindustri Halal*, vol. 3, no. 2, pp. 133–141, 2017.
- [2] A. Putri, "Analisis Komparatif Perhitungan Harga Pokok Produksi Pada UMKM Telor Asin 55 Brebes," *Angew. Chemie Int. Ed.* 6(11), 951–952., vol. 5, no. 3, pp. 6–38, 2007.
- [3] D. P. Rahayu, S. D. Nugroho, and E. Priyanto, "Preferensi Konsumen dan Strategi Pemasaran Telur Asin desa Kebonsari Sidoarjo Pada Masa Pandemi COVID-19," vol. 24, no. 3, pp. 1423–1431, 2022.
- [4] A. R. Sari, C. H. Wibowo, and I. Fitriana, "Peningkatan Keterampilan Teknologi Pembuatan Telur Asin Rempah Bagi Siswa Sma Sultan Agung 3 Semarang," *J. Pasopati*, vol. 4, no. 1, pp. 77–84, 2022.
- [5] M. Si, D. L. Ajie, M. F. Irtarius, and P. Zahira, "Pengembangan Usaha Mikro Kecil dan Menengah Telur Asin di Desa Bukit Raya," vol. 4, pp. 273–280, 2022.
- [6] Hendra Iesmana, "Penerapan Laporan Keuangan Berbasis SAK EMKM Pada UMKM Telur Asin Mujijaya Di Desa Sigambir Brebes," *J. Sist. Inf. Akunt.*, vol. 1, no. 2, pp. 2776–2973, 2021.
- [7] Yunila, I. Pagala, R. Alam, and M. Pariama, "Peluang Peningkatan Pendapatan Usaha Telur Asin Melalui Pelatihan Manajemen Pemasaran Pada Ibu-ibu Kelompok Usaha Telur Asin Di Desa Puuwonua Kabupaten Konawe," *JPAI J. Peremp. dan Anak Indones.*, vol. 4, no. 1, pp. 1–8, 2022
- [8] H. Yuniati, "Efek Penggunaan Abu Gosok Dan Serbuk Bata Merah Pada Pembuatan Telur Asin Terhadap Kandungan Mikroba Dalam Telur (the Effect of Using the Ash and the Red Brick Powder in Making of the Salted Eggs to the Microbial Content of the Eggs)," *Nutr. Food Res.*, vol. 34, no. 2, pp. 131–137, 2011.
- [9] D. Mallisza, H. S. Hadi, and A. T. Aulia, "Implementasi Model Waterfall Dalam Perancangan Sistem Surat Perintah Perjalanan Dinas Berbasis Website Dengan Metode SDLC," *J. Tek. Komputer, Agroteknologi Dan Sains*, vol. 1, no. 1, pp. 24–35, 2022.
- [10] I. Nugrahanto, Sungkono, and B. Arisandi, "Rancang Bangun Alat Pembersih Telur Asin," *J. Pengabd. Masy.*, vol. 2, no. 2, pp. 57–70, 2022.
- [11] Y. D. Wijaya and M. W. Astuti, "Pengujian Blackbox Sistem Informasi Penilaian Kinerja Karyawan Pt Inka (Persero) Berbasis Equivalence Partitions," *J. Digit. Teknol. Inf.*, vol. 4, no. 1, p. 22, 2021.
- [12] F. Asrori, "Perencanaan Implementasi Sertifikat Elektronik pada Laboratorium Pengujian dan Kalibrasi Alat Kesehatan," *J. Teknol. Elektro*, pp. 1–7, 2018.
- [13] R. M. T. Zuhdi, "Pembuatan Alat Realtime Water Monitoring Dengan Parameter pH, TDS, dan Suhu," pp. 6–7, 2021.
- [14] I. Fadhlurrohman, J. Sumarmono, and T. Setyawardani, "Tingkat Kemasiran, Kadar Garam dan Kadar Air Telur Asin yang Dibuat dengan Menambahkan Tepung Jahe dan Bawang Putih pada Adonan," *Pros. Semin. Teknol. dan Agribisnis Peternak. VIII*, pp. 574–582, 2021.
- [15] "Pembuatan Telur Asin yang Tepat." http://kaltim.litbang.pertanian.go.id/ind/index.php?option=com_content&view=article&id=163&Itemid=59 (accessed Jan. 16, 2023).
- [16] E. Sumaryati and P. Studi Teknologi Komputer Kampus Kota Tegal, "Alat Pendeteksi dan Penyortir Kualitas Telur dengan Sensor LDR Berbasis Arduino," *Repos. Univ. Bina Sarana Inform.*, 2020, Accessed: Jan. 16, 2023.
- [17] M. F. S. Rushworth et al., "Attentional selection and action selection in the ventral and orbital prefrontal cortex," *J. Neurosci.*, vol. 25, no. 50, pp. 11628–11636, 2005.
- [18] R. A. Hardiansyah, H. Fitriyah, and A. S. Budi, "Implementasi Tingkat Keasinan Telur Asin menggunakan Metode K-Nearest Neighbor dengan Sensor TCS3200 berbasis Arduino Mega," vol. 5, no. 12, pp. 5622–5625, 2021.
- [19] H. Alang, M. Yunus, and A. Hasyim, "Analisis kualitas telur asin di Pasar Pa'baeng-baeng berdasarkan nutrisi dan bakteri pencemar," *Bioma J. Ilm. Biol.*, vol. 11, no. 1, pp. 89–102, 2022
- [20] N. Rahdiana, A. Hakim, and F. Majid, "Pendampingan Proses Produksi Telur Asin Asap Pada Kelompok Usaha Telur Bebek Di Desa Pasirkaliki, Rawamerta, Karawang," *J. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 27, no. 3, pp. 283–292, 2021.
- [21] E. Desyantoro, A. F. Rochim, and K. T. Martono, "Sistem Pengendali Peralatan Elektronik dalam Rumah secara Otomatis Menggunakan Sensor PIR, Sensor LM35, dan Sensor LDR," *J. Teknol. dan Sist. Komput.*, vol. 3, no. 3, p. 405, 2015.