

## Perancangan Alat Penetas Telur Ayam Otomatis Berbasis Mikrokontroler

Naufal Dimas Hartawan Kusuma, Rosalina & Emilia Roza

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka

Jl. Tanah Merdeka No. 6, Kp. Rambutan, Ps. Rebo, Jakarta Timur

Telp. (021) 87782739, Fax. (021)8400941

E-mail: [naufaldimashk@gmail.com](mailto:naufaldimashk@gmail.com)

### Abstrak

Alat penetas telur ayam otomatis adalah alat yang dibuat berdasarkan proses pengeraman telur secara alamiah yang dilakukan induk ayam. Tujuan dibuatnya alat ini adalah untuk menjaga kestabilan suhu dan kelembaban pada inkubator sesuai dengan nilai referensi yang telah ditetapkan. Penelitian ini menggunakan beberapa komponen yaitu Arduino UNO sebagai mikrokontroler, sensor DHT11 sebagai sensor pendeteksi suhu dan kelembaban udara, buzzer sebagai alarm pemantau tingkat kelembaban, lampu pijar sebagai pemanas, kipas sebagai penurun kelembaban udara, dan motor synchronous sebagai penggerak rak telur. Pengujian pada penelitian ini dilakukan dengan cara mengoperasikan alat ini dengan suhu ruangan inkubator sebelum dipanaskan yaitu sebesar 32°C sehingga lampu pijar akan memanasi suhu mencapai suhu ideal yaitu 37°C - 38°C. Saat sudah mencapai suhu 37°C, motor synchronous akan beroperasi untuk menggerakkan rak telur. Apabila kelembaban pada inkubator melebihi batas maksimal yaitu 60% kipas akan menyala untuk menurunkan kelembaban pada inkubator. Buzzer pada alat ini berfungsi sebagai alarm apabila kelembaban pada inkubator berada di bawah 50% atau di atas 60%. Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa alat ini memiliki persentase ketepatan sensor DHT11 sebesar 99.32% untuk mendeteksi suhu dan 98.3% untuk mendeteksi kelembaban, alat ini juga dapat mencapai suhu ideal dengan waktu 23 menit 11 detik menggunakan lampu pijar 5 watt dan 3 menit 46 detik menggunakan lampu pijar 10 watt serta dapat menjaga kestabilan suhu pada inkubator.

**Kata kunci:** Suhu, penetas telur ayam, DHT11, lampu pijar

### Abstract

An automatic chicken egg incubator is a tool that is made based on the natural egg incubation process carried out by the hen. This tool aims to maintain a stable temperature and humidity in the incubator by a predetermined reference value. This study uses several components, namely Arduino UNO as a microcontroller, DHT11 sensor for detecting temperature and humidity, buzzer as an alarm to monitor humidity levels, incandescent lamp as a temperature heater, fan as a dehumidifier, and asynchronous motor as an egg rack drive. The testing process in this study was carried out by operating this tool with the incubator room temperature before being heated, which was 32°C so that the incandescent lamp would heat the temperature to reach the ideal temperature of 37°C - 38°C. When it reaches 37°C of temperature, the synchronous motor will move the egg rack. The humidity incubator exceeds the maximum limit of 60%, and the fan will turn on to reduce the humidity in the incubator. The buzzer on this device functions as an alarm if the humidity in the incubator is below 50% or above 60%. The results of this test indicate that this tool has a DHT11 sensor accuracy percentage of 99.32% to detect temperature and 98.3% to detect humidity. This tool can also reach the ideal temperature of 23 minutes 11 seconds using a 5-watt incandescent lamp and 3 minutes 46 seconds using a lamp. 10-watt incandescent and can maintain temperature stability in the incubator.

**Keywords:** Temperature, chicken egg incubator, DHT11, incandescent lamp

## 1 PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi pada saat ini telah memberikan manfaat dalam kemajuan diberbagai bidang, salah satunya adalah peternakan. Dengan kemajuan teknologi yaitu adalah sistem otomasi, pekerjaan dalam berternak bisa lebih mudah dilakukan. Salah satunya adalah ternak ayam petelur, hal yang paling berperan penting adalah alat penetas telur yang merupakan pengganti induk ayam dalam menetas telur. Alat penetas telur yang beredar di pasaran saat ini masih manual, terutama saat mengubah posisi telur. Untuk kontrol suhunya menggunakan thermostat, sehingga hanya menggunakan kontrol on/off untuk penghangatnya. Maka dari itu salah satu aplikasi dari perkembangan ilmu dan teknologi yaitu dengan melakukan penerapan sistem otomasi pada alat penetas telur. Alat tersebut dibuat dengan cara mencontoh proses pengeraman secara alamiah yang dilakukan induk ayam. Dengan suhu ideal berkisar 37°C - 38°C dan kelembaban ideal sekitar 50% - 60% [1].

Faktor penting pada alat penetas telur adalah suhu dan kelembaban. Kedua faktor berperan penting untuk menentukan kesuksesan hasil tetasan telur. Selain itu telur harus rutin diubah posisinya agar proses pengeraman bisa lebih sempurna. Dengan sistem otomatis pada alat penetas telur ayam ini. Maka suhu, kelembaban, dan pemutar telur dapat diatur dengan bantuan mikrokontroler Arduino UNO yang dilengkapi dengan sensor suhu, sensor kelembaban, motor *synchronous*, lampu pijar sebagai pengatur suhunya dan *buzzer* yang berfungsi sebagai alarm saat memantau kelembaban.

Pada penelitian [2], [3] alat penetas telur otomatis yang dibuat hanya bisa mengatur suhu, dan memiliki kekurangan yaitu tidak adanya alarm untuk memantau persentase kelembaban dan pemutar telur otomatis sehingga mengurangi kesuksesan hasil tetasan telur. Kemudian pada penelitian [4] alat penetas telur otomatis yang dibuat sudah dilengkapi dengan pengatur suhu otomatis, tetapi belum dilengkapi dengan alarm untuk persentase kelembaban dan penggerak rak telur otomatis. Lalu dalam penelitian [1], [5], [6] alat yang dibuat sudah dilengkapi penggerak rak telur otomatis tetapi belum dilengkapi dengan alarm sinyal persentase kelembaban.

Untuk melengkapi kekurangan dari penelitian sebelumnya maka akan dilakukan penelitian untuk melengkapi alat penetas telur ayam otomatis dengan tiga fitur utama yaitu pengatur suhu otomatis, alarm sinyal persentase

kelembaban, penurun kelembaban, dan penggerak rak telur otomatis. Dengan Arduino UNO sebagai mikrokontroler, DHT11 sebagai sensor suhu dan kelembaban, lalu motor *synchronous* sebagai penggerak rak telur, dan perangkat-perangkat lainnya.

## 2 LANDASAN TEORI

Alat penetas telur otomatis memiliki prinsip kerja yaitu sistem pengendali yang terdiri dari sensor DHT11 sebagai pendeteksi suhu dan kelembaban, serta mikrokontroler Arduino UNO sebagai pengendali. Sumber panas ruang inkubator menggunakan lampu pijar, lalu ada *buzzer* sebagai alarm pemantau kelembaban, kipas sebagai penurun kelembaban apabila melebihi nilai referensi, dan motor *synchronous* sebagai penggerak rak telur. Ada juga alat dan bahan yang digunakan pada alat ini antara lain:

1. Mikrokontroler Arduino UNO
2. Sensor DHT11
3. Relay
4. Kipas
5. Lampu Pijar
6. Buzzer
7. Motor Synchronous
8. Breadboard
9. Kotak styrofoam

Rumus untuk menghitung persentase ketepatan sensor DHT11 saat membaca suhu dan kelembaban yaitu sebagai berikut:

$$\text{Persentase kesalahan} = \frac{X-Y}{Y} \cdot 100 \%$$

$$\% \text{ ketepatan} = 100 \% - \% \text{kesalahan}$$

$$\% \text{ ketepatan rata-rata} = \frac{\text{Jumlah suhu (kelembaban)}}{\text{banyaknya data}}$$

Keterangan:

X = Suhu/kelembaban yang terdeteksi oleh sensor DHT11

Y = Suhu/kelembaban yang terdeteksi oleh Hygrometer

100% = Untuk mendapatkan hasil persentase

## 3 METODOLOGI PERANCANGAN

Sebelum memulai proses perancangan sistem, penulis terlebih dahulu harus memenuhi kebutuhan-kebutuhan baik perangkat keras maupun perangkat lunak. Kebutuhan tersebut dapat dilihat pada tabel-tabel di bawah ini :

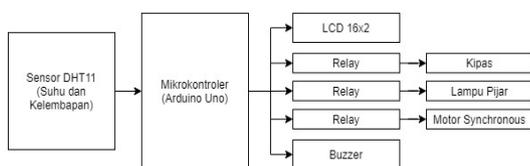
**Tabel 1** Kebutuhan Perangkat Lunak

No	Nama	Kegunaan
1	Arduino IDE	Untuk membuat program pada sistem dengan menggunakan bahasa C

Tabel 2 Kebutuhan Perangkat Keras

No	Nama Komponen	Jumlah	Fungsi
1	Mikrokontroler Arduino UNO	1	Komponen utama proses kontrol sistem
2	Motor Synchronous	1	Pemutar rak telur
3	Sensor DHT11	1	Mendeteksi suhu dan kelembapan
4	LCD 16x2	1	Layar penampil besar suhu dan kelembapan yang terdeteksi
5	Lampu Pijar	2	Sebagai pemanas suhu
6	Relay 4 Channel	1	Saklar on/off
7	Buzzer Aktif	1	Alarm
8	Kabel Jumper	Secukupnya	Menghubungkan antar komponen
9	Fitting Lampu Gantung	2	Tempat lampu pijar
10	Adaptor 9 volt	1	Sumber tegangan untuk Arduino Uno
11	Kipas	1	Penurun kelembapan
12	Styrofoam AG60	1	Kotak inkubator
13	Breadboard	1	Papan penghubung
14	Baskom	1	Wadah air
15	Rak Telur	1	Wadah telur pada inkubator
16	Kabel 5 meter	1	Penghubung lampu, kipas, motor synchronous ke listrik 220V
17	Hygrometer	1	Alat pembanding sensor DHT11

Diagram blok pada Gambar 1 adalah gambaran dasar mengenai sistem yang akan dirancang. Tiap bagian blok sistem memiliki fungsi masing-masing.



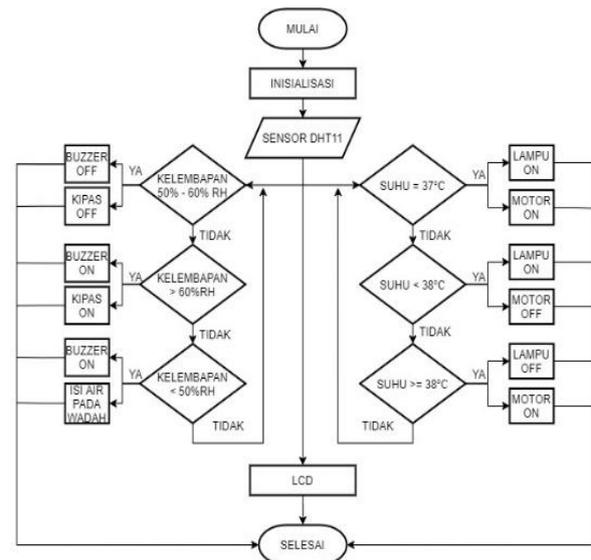
Gambar 1 Diagram Blok

Penjelasan lengkap diagram blok pada Gambar 1 adalah sebagai berikut:

- Program**  
Mikrokontroler diupload program yang sudah dibuat menggunakan perangkat lunak Arduino IDE. Program ini yang nantinya akan mengontrol seluruh sistem pada alat penetas telur ayam otomatis.
- Sensor DHT11**  
Sensor ini berfungsi untuk membaca atau mendeteksi suhu dan kelembapan pada inkubator yang nantinya akan dikirim ke mikrokontroler untuk melakukan perintah selanjutnya.
- Mikrokontroler Arduino UNO**  
Fungsi dari mikrokontroler ini sebagai otak atau pusat dari seluruh proses yang terjadi pada alat penetas telur ayam otomatis ini. Dengan adanya program yang telah diberikan maka Arduino UNO akan memerintahkan komponen lainnya untuk melakukan proses dan akan menghasilkan keluaran (*output*).
- Buzzer**  
Fungsi dari komponen ini adalah sebagai alarm untuk memberitahu kondisi kelembapan apabila tidak sesuai dengan nilai

- referensi yang telah ditentukan pada program di mikrokontroler.
- LCD 16x2**  
LCD 16x2 berfungsi untuk menampilkan jumlah suhu dan kelembapan yang terdeteksi oleh sensor DHT11.
- Relay**  
Relay berfungsi sebagai pemutus atau penghubung tegangan yang terhadap alat yang dijadikan *output* yaitu kipas, lampu pijar, dan motor *synchronous*.
- Lampu Pijar**  
Lampu pijar berfungsi sebagai pengontrol suhu pada inkubator apabila belum mencapai suhu ideal pada saat penetasan telur ayam.
- Kipas**  
Kipas berfungsi sebagai penurun kelembapan pada inkubator apabila melebihi nilai referensi.
- Motor Synchronous**  
Motor berfungsi sebagai penggerak rak telur supaya panas yang terpancar ke telur akan lebih merata.
- Inkubator**  
Inkubator berfungsi sebagai wadah tempat penetasan telur ayam.

Diagram alir pada Gambar 2 berfungsi sebagai perancangan awal dalam proses pembuatan



perangkat penetas telur ayam otomatis.

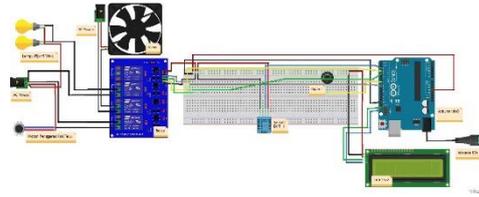
Gambar flowchart di atas merupakan blok gambar dari keseluruhan sistem yang dibuat, meliputi cara pengontrolan suhu dan kelembapan sesuai dengan yang dibutuhkan pada proses penetasan telur ayam.

Alur yang dilakukan adalah memulai inisialisasi variabel pada mikrokontroler, lalu sensor DHT11 membaca kondisi suhu dan kelembaban pada inkubator. Pada saat suhu turun menyentuh  $37^{\circ}\text{C}$  maka lampu akan menyala lagi untuk meningkatkan suhu mencapai  $38^{\circ}\text{C}$ . Apabila suhu  $< 38^{\circ}\text{C}$  maka lampu pijar akan menyala, dan pada saat menyentuh suhu  $37^{\circ}\text{C}$  maka motor *synchronous* mulai aktif beroperasi. Tetapi pada flowchart tersebut diasumsikan bahwa suhu masih  $< 37^{\circ}\text{C}$  sehingga motor *synchronous* masih belum beroperasi. Jika suhu  $\geq 38^{\circ}\text{C}$  maka lampu pijar akan mati dan motor tetap menyala, saat lampu pijar mati suhu pada inkubator akan otomatis turun. Program suhu ini akan berjalan secara berulang-ulang dengan mengontrol suhu ideal untuk penetasan telur ayam yaitu  $37^{\circ}\text{C} - 38^{\circ}\text{C}$ .

Pada program pengatur kelembaban yaitu sensor DHT11 akan membaca kondisi kelembaban pada inkubator. Jika kondisi suhu berada pada nilai yang ideal yaitu antara 50% - 60% RH maka *buzzer* dan kipas mati, ini adalah kondisi normal. Apabila kelembaban  $> 60\%$  RH maka *buzzer* yang berfungsi sebagai alarm akan menyala serta kipas juga akan menyala yang berfungsi untuk menurunkan kelembaban agar berada pada nilai yang ideal. Kemudian jika kelembaban  $< 50\%$  RH, *buzzer* akan menyala sebagai alarm bahwa kelembaban berada di bawah nilai ideal karena air habis pada wadah, maka operator harus mengisi air kembali untuk meningkatkan nilai kelembaban. Sistem pengontrolan kelembaban ini akan berjalan secara berulang-ulang agar mencapai kelembaban yang ideal dalam proses penetasan telur ayam.

Gambar 3 merupakan skema rangkaian yang akan digunakan pada perancangan alat penetas telur ayam otomatis. Pada perancangan ini ada beberapa komponen yang dihubungkan dengan mikrokontroler Arduino UNO yaitu, sensor DHT11, *buzzer*, LCD 16x2, dan relay melalui *breadboard*. Komponen itu semua bersumber tegangan listrik 5V yang diberikan oleh Arduino UNO. Arduino UNO sendiri membutuhkan sumber tegangan listrik sebesar 9V - 12V dengan menggunakan adaptor yang dihubungkan dari listrik PLN 220V.

Ada juga alat yang dihubungkan dengan relay, antara lain lampu pijar, kipas, dan motor *synchronous* yang membutuhkan sumber tegangan listrik PLN 220V.



Gambar 3 Skema Rangkaian

Program dari mikrokontroler Arduino UNO, menggunakan perangkat lunak Arduino IDE dengan bahasa pemrogramannya adalah bahasa C. Dengan adanya bahasa program, maka perangkat lunak dan perangkat keras bisa saling terhubung sesuai program yang telah dibuat.

#### 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Langkah-langkah dalam merancang alat penetas telur ayam otomatis, adalah:

1. Membuat inkubator penetas telur menggunakan *styrofoam*/gabus sintetis.
2. Merancang rangkaian lampu pijar pada inkubator sebagai pengontrol suhu.
3. Merancang kipas 220V pada inkubator sebagai penurun kelembaban apabila melewati nilai referensi.
4. Merancang rak telur pada inkubator yang akan bergerak otomatis menggunakan motor *synchronous*.
5. Merancang *buzzer* sebagai alarm pemantau persentase kelembaban.
6. Merancang sensor DHT11 sebagai pendeteksi besar suhu dan kelembaban.
7. Pengkodean program menggunakan *software* Arduino IDE.

Rancangan inkubator penetas telur yang akan dibuat sebagai sarana dalam proses penetasan telur di luar indukan dan juga terdiri dari beberapa komponen penting dalam system (gambar 4 dan 5). Bahan yang digunakan sebagai inkubator adalah gabus sintetis atau *styrofoam* dengan ukuran panjang 70 cm, lebar 49 cm, dan tinggi 40 cm.



Gambar 4 Tampak Luar Inkubator



Gambar 5 Tampak Dalam Inkubator

Pada penelitian ini digunakan 1 buah sensor DHT11 untuk mengetahui suhu dan kelembaban dari inkubator. Hasil dari pembacaan kondisi oleh sensor DHT11 digunakan untuk menghidupkan atau mematikan lampu pijar, motor *synchronous*, dan kipas. Di bawah ini adalah tabel perbandingan suhu yang terbaca oleh sensor DHT11 dengan suhu yang terbaca oleh alat hygrometer sebagai tolok ukurnya.

Tabel 3 Pengujian Ketepatan Suhu pada Sensor DHT11

No	Suhu pada DHT11 (°C)	Suhu pada Hygrometer (°C)	Ketepatan (%)
1	32	31.7	99.05
2	33	32.7	99.08
3	34	33.8	99.40
4	35	34.7	99.13
5	36	35.9	99.72
6	37	36.7	99.18
7	38	37.9	99.73
Persentase ketepatan rata-rata			99.32

Selain pengujian suhu yang terbaca oleh sensor DHT11, pada penelitian ini juga melakukan pengujian kelembaban masih dengan hygrometer sebagai tolok ukurnya. Berikut tabel perbandingannya:

Tabel 4 Pengujian Ketepatan Kelembaban pada Sensor DHT11

No	Kelembaban pada DHT11 (%)	Kelembaban pada Hygrometer (%)	Ketepatan (%)
1	69	67	97.1
2	67	66	98.5
3	64	64	100
4	62	61	98.4
5	60	60	100
6	57	55	96.4
7	54	53	98.2
Persentase ketepatan rata-rata			98.3

Berdasarkan 2 tabel sebelumnya, rumus untuk menghitung persentase ketepatannya adalah

$$\% \text{ kesalahan} = \frac{X-Y}{Y} \cdot 100\%$$

$$\% \text{ ketepatan} = 100\% - \% \text{ kesalahan}$$

Keterangan:

X = suhu yang terbaca oleh sensor DHT11

Y = suhu yang terbaca oleh hygrometer

100% = untuk mendapatkan hasil persentase

Pengujian alat penetas telur ayam otomatis yang dioperasikan sejak awal sebelum dinyalakan sampai beberapa kali mencapai suhu maksimal yaitu 38°C. Pada penelitian ini dilakukan 5 kali pengujian dengan 2 tipe lampu pijar yang berbeda, yaitu lampu pijar 5 watt (tabel 5) dan lampu pijar 10 watt (tabel 6).

Tabel 5 Hasil Pengujian dengan Lampu 5 watt

Suhu (°C)	Kelembaban(%)	Waktu	Kondisi			
			Lampu	Motor	Kipas	Buzzer
32 – 33	70.6	1 menit 54 detik	Hidup	Mati	Hidup	Hidup
33 – 34	66.8	2 menit 32 detik	Hidup	Mati	Hidup	Hidup
34 – 35	63.8	4 menit 2 detik	Hidup	Mati	Hidup	Hidup
35 – 36	60.8	3 menit 50 detik	Hidup	Mati	Hidup	Hidup
36 – 37	58.6	4 menit 53 detik	Hidup	Mati	Mati	Mati
37 – 38	57.4	6 menit 0 detik	Hidup	Hidup	Mati	Mati
38 – 37	56.2	1 menit 43 detik	Mati	Hidup	mati	mati
37 – 38	57	2 menit 4 detik	Hidup	Hidup	Mati	Mati
38 – 37	56.8	1 menit 49 detik	Mati	Hidup	Mati	Mati
37 – 38	56	1 menit 51 detik	Hidup	Hidup	Mati	Mati

Setelah melakukan pengujian alat dengan lampu pijar 5 watt, dapat ditentukan waktu kenaikan suhu dengan menjumlahkan waktu dari 32°C sampai suhu maksimal 38°C yaitu 23 menit 11 detik.

Kemudian pengujian selanjutnya masih sama tetapi menggunakan lampu pijar yang berbeda dari pengujian sebelumnya yaitu menggunakan lampu pijar 10 watt.

Tabel 6 Hasil Pengujian dengan Lampu 10 watt

Suhu (°C)	Kelembaban(%)	Waktu	Kondisi			
			Lampu	Motor	Kipas	Buzzer
32 – 33	69.4	38 detik	Hidup	Mati	Hidup	Hidup
33 – 34	65.8	34 detik	Hidup	Mati	Hidup	Hidup
34 – 35	63	42 detik	Hidup	Mati	Hidup	Hidup
35 – 36	60.2	34 detik	Hidup	Mati	Mati	Mati
36 – 37	58.4	38 detik	Hidup	Mati	Mati	Mati
37 – 38	56.8	40 detik	Hidup	Hidup	Mati	Mati
38 – 37	55.2	1 menit 8 detik	Mati	Hidup	Mati	Mati
37 – 38	56	30 detik	Hidup	Hidup	Mati	Mati
38 – 37	56.4	1 menit 12 detik	Mati	Hidup	Mati	Mati
37 – 38	56.6	29 detik	Hidup	Hidup	Mati	Mati

Setelah melakukan pengujian alat dengan lampu pijar 10 watt, dapat ditentukan waktu kenaikan suhu dengan menjumlahkan waktu dari 32°C sampai suhu maksimal 38°C yaitu 3 menit 46 detik.

## 5 KESIMPULAN

1. Persentase ketepatan sensor DHT11 yang dibandingkan dalam membaca suhu (kelembaban) dengan alat hygrometer sudah sangat baik, yaitu dengan persentase ketepatan

rata-rata pada suhu sebesar 99.32 % dan untuk persentase ketepatan rata-rata pada kelembapan sebesar 98.3 %.

2. Sistem pengontrolan suhu pada alat penetas telur ayam otomatis ini dapat menjaga suhu sesuai dengan standar penetasan telur ayam yaitu sebesar 37°C - 38°C menggunakan lampu pijar 5 watt maupun lampu pijar 10 watt tanpa adanya masalah suhu di bawah atau di atas nilai referensi.
3. Waktu rata-rata kenaikan suhu yang dibutuhkan adalah 23 menit 11 detik menggunakan lampu pijar 5 watt dan 3 menit 46 detik menggunakan lampu pijar 10 watt.

### KEPUSTAKAAN

- [1] R. Hartono, M. Fathuddin, and A. Izzuddin, "Perancangan dan Pembuatan Alat Penetas Telur Otomatis Berbasis Arduino," *Energy*, vol. 7, no. 1, pp. 30–37, 2017.
- [2] D. Nusyirwan, M. Fahrudin, and P. P. Putra Perdana, "Perancangan Purwarupa Pengatur Suhu Otomatis pada Inkubator Penetasan Telur Ayam Menggunakan Arduino Uno dan Sensor Suhu IC LM 35," *JAST J. Apl. Sains dan Teknol.*, vol. 3, no. 1, p. 60, 2019, doi: 10.33366/jast.v3i1.1315.
- [3] M. Peslinof, "Perancangan Sistem Pengontrolan Temperatur Pada Alat Penetas Telur Otomatis," *J. Online Phys.*, vol. 4, no. 2, pp. 20–24, 2019, doi: 10.22437/jop.v4i2.7571.
- [4] M. R. Wirajaya, S. Abdussamad, and I. Z. Nasibu, "Rancang Bangun Mesin Penetas Telur Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno," *Jambura J. Electr. Electron. Eng.*, vol. 2, no. 1, pp. 24–29, 2020, doi: 10.37905/jjee.v2i1.4579.
- [5] R. Nugroho, S. Santoso, R. Firmansyah, and H. A. Bazari, "RANCANG BANGUN MESIN PENETAS TELUR OTOMATIS BERBASIS MICROCONTROLLER ATMEGA16 Abstrak," *J. Inf. Syst. Manag.*, vol. 1, no. 1, pp. 23–26, 2019.
- [6] T. Y. Yulis *et al.*, "Perancangan Sistem Suhu Otomatis Dan Pengaturan Posisi Telur Pada Penetas Telur Berbasis Arduino," *J. Karya Ilm. Tek. Elektro*, vol. 3, no. 2, pp. 39–45, 2018.