

# A Real-Time Egg Incubator Monitoring System with ESP32 and Blynk

Andi Wijaya<sup>1</sup>, Syarifah Aini<sup>2\*</sup>, KMS. Wahyu Hidayat<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Teknologi Informasi, Teknik, Universitas Muhammadiyah Palembang, Palembang, 30251, Indonesia

<sup>2,3</sup> Teknologi Informasi, Teknik, Universitas Muhammadiyah Palembang, 30251, Indonesia

## Informasi Artikel

Diterima : 09 Mei 2025  
Revisi : 28 Mei 2025  
Publikasi : 20 Juni 2025

## Kata Kunci:

Egg Incubator  
IoT  
Chicken  
ESP32  
Blynk

## ABSTRAK

Usaha peternakan unggas khususnya ayam memberi kontribusi terhadap penyediaan kebutuhan pangan dunia, terutama dalam penyediaan daging dan telur ayam dalam pemenuhan protein manusia. Namun, produktivitas peternakan ayam seringkali terhambat oleh metode penetasan telur yang masih tradisional. Penetasan telur secara tradisional dilakukan oleh induk ayam, yang mempengaruhi jumlah dan kualitas anak ayam yang dihasilkan. Tujuan penelitian ini untuk meningkatkan produktivitas peternakan ayam yang seringkali terhambat oleh metode penetasan ayam yang masih tradisional, dengan penerapan Teknologi IoT (Internet of Things) sebagai solusi metode penetasan telur yang lebih modern menggunakan sensor DHT11 dan Lcd 16x2 i2c sebagai monitoring suhu dan kelembapan. Menunjukkan bahwa DHT11 mampu menjaga suhu dalam kisaran optimal 37°C–39°C dengan selisih rata-rata DHT11 dan termometer hanya 0,3°C - 0,4°C, serta kelembapan yang tetap stabil pada selisih 3% - 4%. Hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa DHT11 cukup akurat untuk mengukur suhu udara di lingkungan yang stabil.

## ABSTRACT

Poultry farming, especially chicken, contributes to the provision of world food needs, especially in the provision of chicken meat and eggs to fulfill human protein. However, the productivity of chicken farming is often hampered by traditional egg hatching methods. Egg hatching is traditionally done by the mother hen, which affects the number and quality of chicks produced. The purpose of this research is to increase the productivity of chicken farms which are often hampered by traditional methods of hatching chickens, by applying IoT (Internet of Things) Technology as a solution to more modern egg hatching methods using DHT11 sensors and Lcd 16x2 i2c as temperature and humidity monitoring. It shows that DHT11 is able to maintain temperature in the optimal range of 37°C-39°C with an average difference between DHT11 and thermometer of only 0.3°C - 0.4°C, and humidity that remains stable at a difference of 3% - 4%. The results of this study indicate that the DHT11 is accurate enough to measure air temperature in a stable environment.

This is an open-access article under the [CC BY-SA](#) license



## \*Penulis Koresponden

Email: [syarifahaini\\_ft@um-palembang.ac.id](mailto:syarifahaini_ft@um-palembang.ac.id)

Cara sitasi IEEE::

A. Wijaya, S. Aini, dan KMS. W. Hidayat, "A Real-Time Egg Incubator Monitoring System with ESP32 and Blynk," *Journal of Artificial Intelligence and Software Engineering (J-AISE)*, vol. 5, no. 2, p. 616-625, Bulan tahun. doi:10.30811/jaise.v5i2.6874.

## 1. PENDAHULUAN

Usaha peternakan unggas khususnya ayam memberi kontribusi terhadap penyediaan kebutuhan pangan dunia, terutama dalam penyediaan daging dan telur ayam dalam pemenuhan protein manusia [1]. Namun, produktivitas peternakan ayam seringkali terhambat oleh metode penetasan telur yang masih tradisional[2]. Penetasan telur secara tradisional dilakukan oleh induk ayam, yang mempengaruhi jumlah dan kualitas anak ayam yang dihasilkan[3]. Induk ayam biasanya melakukan pengeraman telurnya hingga menetas, dengan waktu sekitar 21-22 hari [4]. Suhu optimal untuk proses penetasan telur ayam adalah antara 37°C hingga 39°C. Sepanjang proses penetasan, suhu tidak boleh turun di bawah 37°C karena suhu yang lebih rendah dapat menyebabkan kematian embrio dalam telur [5].

Penetasan telur tradisional memerlukan perhatian dan kontrol yang cermat terhadap suhu dan kelembapan yang optimal sekitar 52%-55% selama penetasan telur berlangsung [6]. Peternak sering kali harus melakukan pengawasan pada induk ayam. Beberapa faktor penyebab rendahnya tingkat keberhasilan penetasan dapat dipengaruhi oleh perubahan suhu dan kelembapan yang tidak stabil. Satu diantara solusi yang bisa diberikan atas permasalahan ini ialah dengan mengganti metode penetasan telur secara tradisional jadi metode modern atau otomatis. Salah satu metode yang bisa dipakai ialah *Internet of Thing* (IoT) [7]. IoT banyak dipakai dalam berbagai bidang, seperti pertanian dan peternakan. IoT memungkinkan untuk memantau dan melakukan kontrol sistem otomatis secara *real time* [8]. Contohnya dalam penetasan telur, IoT dapat digunakan untuk mengontrol proses pemutaran telur, pengaturan suhu kelembapan, serta *monitoring* suhu dan kelembapan secara *real time* [9]. Dengan memanfaatkan IoT dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas para peternak ayam dalam berbagai proses.

Pengembangan sistem penetas telur otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT). Sistem ini memanfaatkan sensor DHT11, RTC DS3231, dan LCD I2C sebagai monitoring suhu dan kelembapan. Selain itu, modul *relay* digunakan untuk menampung arus lampu pijar, kipas, dan *stepper motor*. Semua sensor tersebut dikendalikan melalui ESP32 sebagai *microcontroller* utama. Fokus utama penelitian ini adalah bagaimana sistem merespon perubahan suhu lingkungan yang terjadi secara alami seperti di pagi, siang, dan malam hari. Selain itu, penelitian ini juga mengevaluasi bagaimana fluktuasi suhu dan kelembapan lingkungan sekitar dapat memengaruhi kondisi internal mesin penetas, yang berpotensi mengganggu proses penetasan telur.

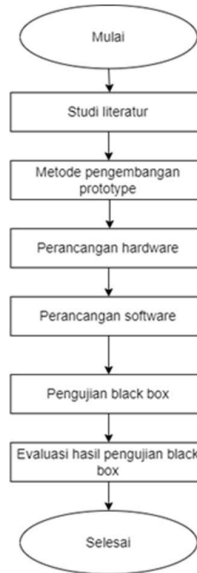
## 2. METODE

### 2.1 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir atau yang lebih dikenal dengan *flowchart* yang menggambarkan langkah-langkah yang harus dilakukan dalam suatu penelitian yang dapat diamati oleh Gambar 1 [10]. Penelitian pengembangan alat penetas telur berbasis IoT menggunakan ESP32 dilakukan melalui beberapa tahapan. Tahap pertama adalah studi literatur yang bertujuan mendapatkan referensi relevan dari jurnal terkait ayam, mesin penetas telur, dan IoT. Selanjutnya, sistem dikembangkan menggunakan pendekatan *prototype* yang melibatkan pembuatan model awal untuk diuji sebelum menghasilkan hasil yang diharapkan [11].

Perancangan *hardware* dilakukan dengan menentukan bentuk komponen, alat, dan bahan yang akan digunakan. Komponen yang digunakan meliputi ESP32, DHT11, RTC DS3231, LCD I2C, *stepper motor*, lampu pijar, *relay*, *power supply*, kipas, *breadboard*, dan kabel jumper. Perancangan *software* dilakukan dengan memanfaatkan Blynk IoT sebagai pengontrol alat penetas dan untuk penyimpanan data ke *cloud*. Program pengiriman dan penerimaan data ESP32 dirancang menggunakan Arduino IDE, memastikan komponen terhubung sesuai harapan.

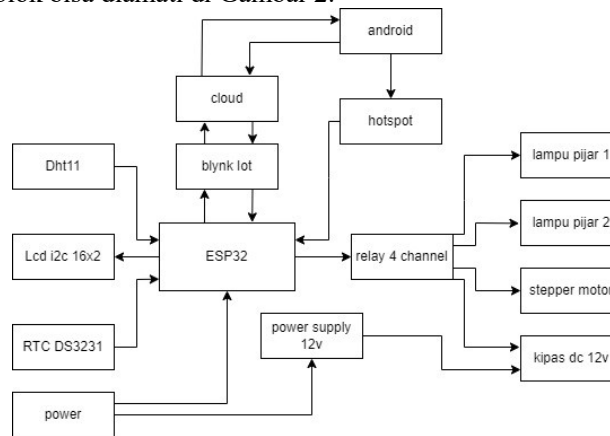
Sistem diuji menggunakan pendekatan *black box* untuk memastikan fungsi sistem berjalan sebagaimana mestinya tanpa memeriksa struktur kode perangkat lunak. Hasil pengujian dianalisis untuk mengevaluasi kinerja sistem, seperti kestabilan suhu dan kelembapan, waktu penetasan, serta akurasi data yang dikirim ke Blynk IoT.



Gambar 1. Rancangan Diagram Alir Penelitian

**2.2 Diagram Blok**

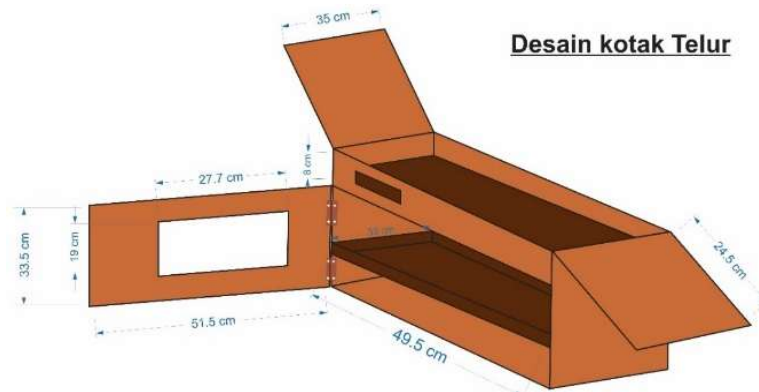
Diagram blok adalah satu diantara metode yang digunakan dalam perancangan dan pembuatan alat untuk memperjelas mekanisme kerja alat yang akan diuji secara lengkap [12]. Berikut ini ilustrasi diagram blok bisa diamati di Gambar 2.



Gambar 2. Rancangan Diagram Blok

**2.3 Rancangan Tempat Mesin Penetas Telur**

Rancangan Tempat mesin penetas telur ini bisa dilihat di Gambar 3 – Gambar 5 dan penjelasan fungsi rancangan di Tabel 1 - Tabel 3.



Gambar 3. Rancangan tempat mesin penetas telur

Tabel 1. Rancangan Tempat Mesin Penetas Telur

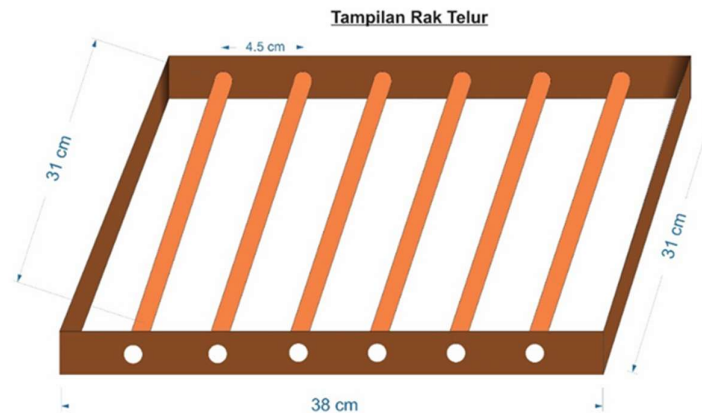
No	keterangan	Panjang	Lebar	Tinggi
1.	Kotak telur	51,5 cm	43 cm	36,5 cm
2.	Panel kontrol	24,5 cm	35 cm	-
3.	Rak telur	49,5 cm	33 cm	-
4.	Penutup rak telur	51, cm	35,5 cm	-
5.	Akrilik untuk monitor	27,7 cm	19 cm	-



Gambar 4. Rancangan Depan Dan Samping Mesin Penetas Telur

Tabel 2. Rancangan Tempat Mesin Penetas Telur

No	keterangan	Panjang	Lebar	Tinggi
1.	Tampilan depan	51,5 cm	-	33,5 cm
2.	Tampilan samping	-	36,5 cm	3,5 cm
3.	Jarak atas dengan rak telur	-	-	21,5 cm
4.	Jarak bawah air dengan rak telur	-	-	8 cm



Gambar 5. Rancangan Rak Telur

Tabel 3. Rancangan Tempat Mesin Penetas Telur

No	keterangan	Panjang	Lebar	Tinggi	jarak	diameter
1.	Rak telur	38 cm	31 cm	3,5 cm	-	-
2.	Lidi rak	-	36,5 cm	3,5 cm	4,5 cm	4 mm

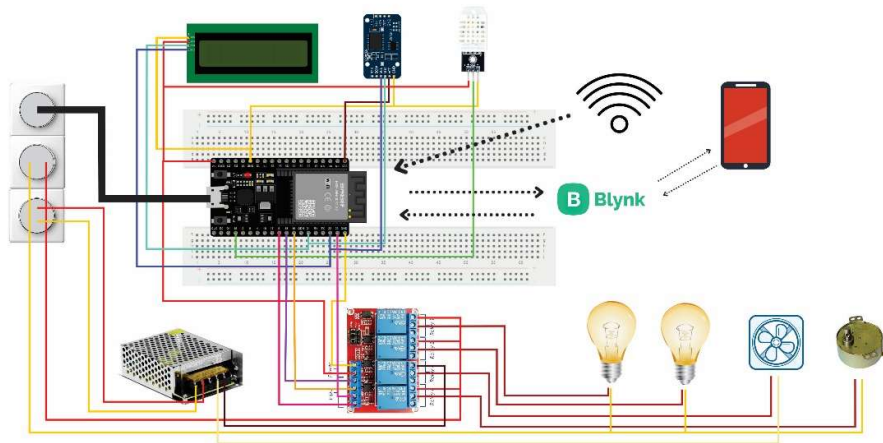
Tabel 4. Fungsi Rancangan Tempat Mesin Penetas Telur

No	Keterangan	Fungsi
1.	Ruang kontrol ESP32	Berfungsi sebagai pengendali utama dalam rangkaian elektrik yang mendukung pergerakan alat
2.	Stepper motor	Berfungsi sebagai penggerak rak pada mesin penetas
3.	Lampu	Berfungsi sebagai penghangat/pemanas
4.	Kipas	Untuk merakatakan panas dan kelembapan pada mesin penetas
5.	Wadah air	Berfungsi sebagai wadah untuk menyimpan air untuk membantu menjaga kelembapan
6.	Rak telur	Berfungsi sebagai peletakkan telur penetas

## 2.4 Arsitektur Sistem Keseluruhan

Perancangan perangkat keras terdiri dari merancang sistem penggerak telur, *monitoring*, dan kontrol suhu dan kelembapan, dan perancangan sistem secara umum. Perancangan sistem penggerak telur mencakup menggunakan triplek kayu dengan ketebalan 9 mm, panjang 50 cm, lebar 35 cm, dan tinggi 43 cm. Triplek kayu menjadi penting dalam pembuatan mesin penetas telur dikarenakan lebih tahan retak, susut, atau bengkok [13]. Selain itu, triplek kayu juga mudah untuk di rancang untuk membentuk kotak maupun struktur lainnya. Untuk meratakan panas dan mencegah kuning telur menempel pada cangkang, digunakan rak telur geser yang digerakkan oleh *stepper motor* dengan sudut pergerakan 180°. Lampu pijar 10 Watt digunakan untuk menjaga suhu di dalam mesin penetas.

ESP32 digunakan sebagai *microcontroller* untuk memantau dan mengontrol suhu serta kelembapan pada mesin penetas terhubung dengan sensor DHT11 (sensor suhu dan kelembapan) sebagai *input* (masukkan), sementara *output* (keluaran) ESP32 terhubung ke LCD. Modul RTC DS3231 terhubung ke *stepper motor* untuk pengaturan waktu yang akurat untuk menggerakkan rak telur pada waktu yang telah ditentukan oleh Blynk IoT. Selain itu, kipas yang terhubung dengan *power supply* 12v berfungsi untuk meratakan panas di dalam mesin. *Relay* digunakan sebagai *switch on/off* pada lampu pijar, *stepper motor* dan kipas. Untuk lebih jelasnya, rancangan perangkat keras bisa diamati di Gambar 6.



Gambar 6. Rancangan Perangkat Keras

Gambar 6 menggambarkan cara kerja keseluruhan dari sistem mesin penetas telur. Dalam sistem ini, modul ESP32 terhubung ke internet melalui jaringan *Wi-Fi*. Sensor DHT11 digunakan untuk memantau suhu dan kelembapan di dalam mesin, lalu mengirimkan data tersebut ke ESP32. Data yang diterima kemudian ditampilkan secara langsung di layar LCD I2C dan juga bisa dipantau melalui aplikasi Blynk di *smartphone*. Selain itu, data juga tersimpan secara otomatis di database aplikasi Blynk. Selama proses penetasan berlangsung, jika suhu atau kelembapan berada di bawah batas yang telah ditentukan, sistem akan secara otomatis menyalakan lampu pemanas dan kipas DC untuk menjaga kondisi lingkungan tetap stabil. Selain itu, *stepper motor* akan berputar secara otomatis sesuai dengan interval waktu yang telah diatur melalui aplikasi Blynk, guna memastikan telur-telur tetap berputar secara merata.

## 2.5 Perancangan perangkat lunak

Perancangan perangkat lunak dimulai dengan memprogram ESP32 menggunakan aplikasi editor arduino IDE menggunakan bahasa C++. Persiapan pertama sebelum *input* program adalah menghubungkan ESP32 ke PC melalui *port* usb type C. selanjutnya adalah membuka *software* arduino IDE dan memprogram *software* untuk penetas telur. Flowchart dari rancangan perangkat lunak penetas telur dapat dilihat pada Gambar 7.

Setelah penulisan program selesai, langkah selanjutnya adalah mengcompile program untuk memasukan program yang sudah dibuat ke ESP32 untuk menjalankan fungsi program yang sudah

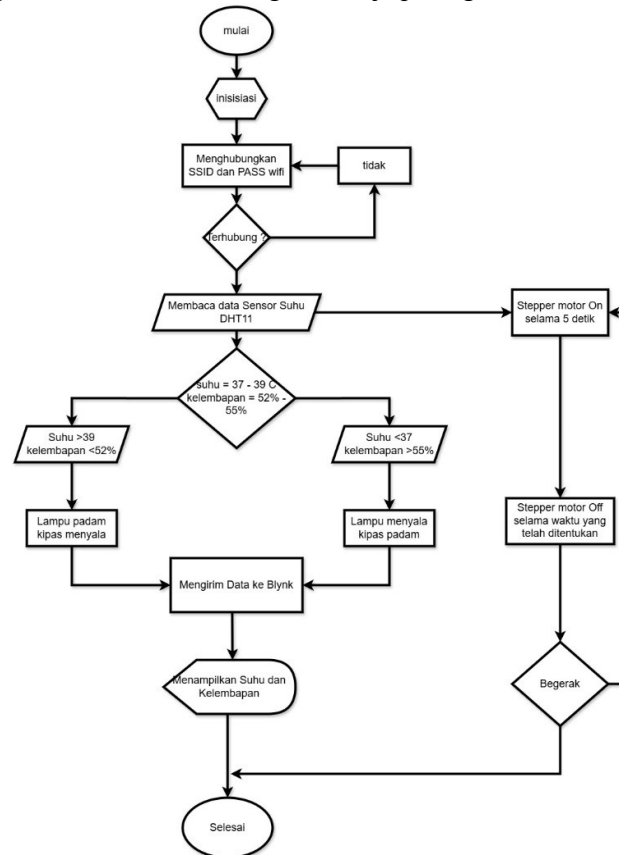
dibuat. Pada saat mengcompile, di UI *output* tampil kode *connecting*, tekan tombol *BOOT* yang ada pada *board* modul ESP32. Program yang dipakai pada proses menjalankan mesin penetas telur adalah seperti dibawah:

Corel draw : dipakai untuk perancangan rangkaian komponen

Arduino IDE : dipakai guna memprogram ESP32

Blynk Iot : digunakan untuk program yang mengontrol serta monitoring alat

Draw Io : digunakan untuk merancang alur kerja perangkat



Gambar 7. Rancangan Perangkat Lunak Mesin Penetas Telur

Rancangan perangkat lunak mesin penetas telur di mulai dengan inisiasi terlebih dahulu. Setelah itu, sistem mencoba terhubung ke jaringan Wi-Fi menggunakan SSID dan password. Jika koneksi tidak berhasil, maka sistem akan terus mencoba terhubung. Namun, jika koneksi berhasil terhubung, sistem akan melanjutkan dengan membaca data suhu dan kelembapan dari sensor DHT11. setelah memperoleh data, sistem akan melakukan analisis terhadap nilai suhu dan kelembapan tersebut. Jika suhu lebih dari 39 derajat Celsius dan kelembapan kurang dari 52 persen, maka sistem akan mematikan lampu dan menyalakan kipas untuk menaikkan kelembapan. Sebaliknya, jika suhu kurang dari 37 derajat Celsius dan kelembapan melebihi 55 persen, maka sistem akan menyalakan lampu dan mematikan kipas. Selain itu, motor stepper akan diaktifkan selama 5 detik sesuai dengan interval waktu yang telah ditentukan, kemudian dinonaktifkan kembali secara otomatis.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Hasil Rancangan Tempat Mesin Penetas Telur

Pada Gambar 8 adalah hasil rancangan yang telah dibuat sebelumnya telah disesuaikan dengan pemasangan berbagai *part* komponen pada mesin penetas telur. Alat ini dirancang agar dapat terhubung ke internet, sehingga pengguna atau operator dapat mengendalikannya melalui *smartphone*. Berikut ini adalah tampilan akhir alat tersebut, baik dari sisi luar maupun dalam:



Gambar 8. Tampilan Depan Mesin Penetas Telur

### 3.2 Hasil Rancangan Blynk IoT di Smartphone

Hasil rancangan Blynk IoT merupakan bagian terpenting dari mesin penetas mesin telur ayam. Cara kerja Blynk, yaitu pengguna dapat dengan mudah mengontrol dan monitoring suhu dan kelembapan dari mesin penetas telur apabila suhu dan kelembapan terlalu rendah ataupun tinggi. Blynk juga bisa dikontrol dari jarak jauh tanpa mesti ketempat mesin penetas. Yang dimana sistem ini dapat mempermudah pengguna untuk memantau mesin jikalau kondisi yang tidak memungkinkan untuk pengguna untuk pergi ke mesin penetas. Hasil rancangan Blynk disajikan pada Gambar 9.



Gambar 9. Tampilan Rancangan Blynk

### 3.3 Hasil Pengujian

Hasil uji suhu dan kelembapan sensor DHT11 bisa lihat di Tabel 5 sampai Tabel 6. Setelah semua komponen alat sudah dirangkai dan bekerja dengan baik, maka tahap selanjutnya dikerjakan pengujian sensor DHT11 seperti yang ada pada metode pengujian. Pengujian ini menggunakan perbandingan sensor suhu digital dengan sensor DHT11 yang di letakkan pada tengah mesin dan berjarak 5 cm dari lampu pijar. Hasil pengujian ini dilakukan pada pukul 15:03 – 22:11 dapat di lihat di Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Uji Data Sensor Suhu Dan Kelembapan 1

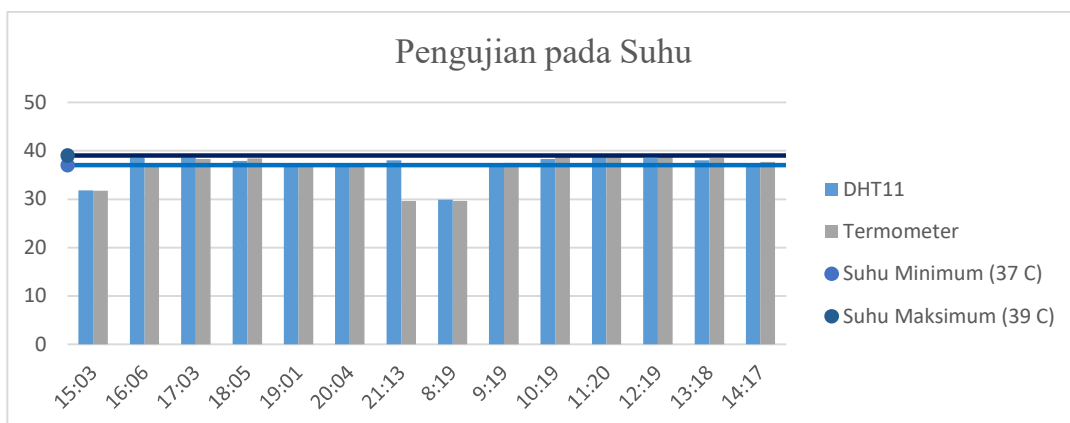
no	Waktu	Sensor DHT11		Termometer		Selisih	
		suhu	kelembapan	Suhu	Kelembapan	Suhu	kelembapan
1.	15:03	31,8 C	71%	31,7 C	67%	0,1 C	4%
2.	16:06	38,6 C	60%	37,0 C	56%	0,4 C	4%
3.	17:03	38,6 C	56%	38,3 C	58%	0,3 C	2%
4.	18:05	37,9 C	53%	38,4 C	55%	0,5 C	2%
5.	19:01	37,2 C	52%	37,0 C	54%	0,2 C	2%
6.	20:04	37,2 C	51%	37,2 C	54%	-	3%
7.	21:13	38,0 C	48%	37,7 C	51%	0,3 C	3%
Rata-rata selisih						0,3 C	3%

Berdasarkan hasil uji coba sensor suhu dan kelembapan (DHT11) yang dikomparasikan dengan sensor digital (*Hygrometer*) diperoleh perbedaan rata-rata suhu senilai 0,3°C dan selisih rata-rata kelembapan senilai 3%.

Tabel 6. Hasil Uji Data Sensor Suhu Dan Kelembapan 2

no	Waktu	Sensor DHT11		Termometer		Selisih	
		suhu	kelembapan	Suhu	Kelembapan	Suhu	kelembapan
1.	08:19	29,9	85%	29,6	90%	0,3	5%
2.	09:19	37,1	68%	37,5	72%	0,4	4%
3.	10:19	38,3	64%	38,9	66%	0,6	2%
4.	11:20	38,7	65%	38,9	67%	0,2	2%
5.	12:19	38,5	63%	38,8	65%	0,3	3%
6.	13:18	38	62%	38,5	64%	0,5	2%
7.	14:17	37,2	65%	37,7	68%	0,5	3%
Rata-rata selisih						0,4 C	4%

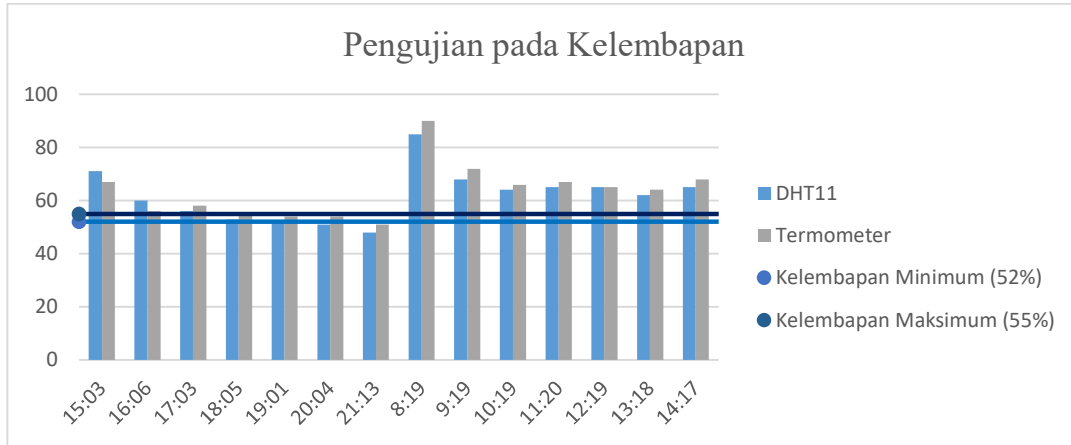
Pengujian ini dilakukan besok hari pada jam 08:19 – 14:17 yang bisa diamati di Tabel 6. Diperoleh rata-rata selisih suhu 0,4 C sementara selisih rata-rata kelembapan yang didapatkan senilai 4%. Hasil kedua pada data Tabel 5 dan Tabel 6, dapat disimpulkan bahwa nilai selisih untuk Sensor DHT11 dengan termometer memberikan hasil cukup mendekati. Selisih rata-rata suhu berada dalam kisaran 0,3 C hingga 0,4 C dan selisih rata-rata kelembapan berkisar antara 3% hingga 4%. Dengan perbedaan suhu dan kelembapan DHT11 dan termometer yang tidak terlalu jauh dapat disimpulkan DHT11 cukup akurat untuk mengukur suhu udara di lingkungan yang stabil [14].



Gambar 10. Grafik Keseluruhan Pengujian Suhu

Gambar 11 dan Gambar 12 menampilkan Grafik kondisi keseluruhan serta informasi ideal yang mendukung keberhasilan dalam proses penetasan telur. Suhu optimal untuk penetasan sekitar 37 C hingga 39

C, dengan kelembapan relatif antara 52% hingga 55%. Mesin penetas telah dikalibrasi dengan toleransi suhu dan kelembapan sebesar  $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$  untuk menjaga stabilitas lingkungan penetasan.



Gambar 11. Grafik Keseluruhan Pengujian Kelembapan

Pada pengujian kelembapan mesin penetas telur terdapat masalah dalam mencapai kelembapan yang diinginkan. Berdasarkan pada Tabel 5, kelembapan stabil pada rata-rata 53%, sementara Tabel 6 menunjukkan kelembapan stabil rata-rata mencapai 66%. Perbedaan ini terjadi akibat variasi suhu yang dipengaruhi oleh waktu pengujian, yakni perbedaan suhu pada waktu pagi hari menjelang siang dan menjelang malam. Kelembapan pada pagi hari menjelang siang cukup rendah dan pada malam hari kelembapan cukup tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa ketidakstabilan suhu dilingkungan mempengaruhi kestabilan kelembapan mesin penetas [15].

### 3.4 Hasil Pengujian Stepper Motor

Berdasarkan pengujian *stepper motor* didapatkan hasil sebagaimana yang ada di tabel 7.

Tabel 7. Hasil Uji Data Perputaran Sudut *Stepper Motor*

NO	Jam	Sudut 0	Sudut1
1.	15:27	45°	40°
2.	15:57	90°	85°
3.	16:27	135°	130°
4.	16:57	180°	175°

Sudut 0 : sudut stepper motor yang diinginkan  
 Sudut 1 : sudut pada Stepper motor

Pada Tabel 7, perputaran *stepper motor* dilakukan 30 menit sekali, pada pukul 15:27 – 16:57. Perputaran pada sudut *stepper motor* mengalami sedikit kurangnya tingkat presisi perputaran stepper motor yang dapat dilihat pada jam 15:27 dengan perputaran sudut 40°, dimana seharusnya perputaran sudut *stepper motor* adalah 45°. Ketidaksesuaian *stepper motor* ini disebabkan oleh kondisi beban pada rak penggerak dan juga telur yang mempengaruhi tingkat presisi *stepper motor*. Servo digunakan sebagai penggerak utama pada rak geser yang bertugas membalik telur. Akurasi pergerakan servo sangat penting agar telur dapat berputar dengan sempurna.

## 4. KESIMPULAN

Pengembangan alat penetas telur berbasis IoT menggunakan ESP32 berhasil dilakukan dengan menggunakan 2 buah lampu dengan daya 10watt guna mengontrol suhu, kipas DC 12v diletakkan bagian belakang mesin untuk sirkulasi udara serta wadah air dibawah rak geser untuk mengontrol kelembapan udara, *stepper motor* 180° yang berputar untuk menggerakkan telur agar suhu telur panas merata. Selain itu, sensor DHT11 dipakai sebagai sensor suhu dan kelembapan udara. Hasil pengujian suhu dan kelembapan pada alat penetas ini dapat berfungsi dan bekerja dengan

baik. Mesin dapat mencapai suhu ideal untuk telur yaitu rentang 37°C-39°C untuk menetasakan sebuah telur, dan mencapai kelembapan ideal untuk telur yaitu 52%-55%. Namun, perlu digaris bawahi bahwa suhu dan kelembapan cuaca cukup mempengaruhi kelembapan mesin penetas telur.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih saya berikan kepada Ibu Syarifah Aini, S.Kom., M.Kom., dan Bapak Kemas Muhammad Wahyu Hidayat, S.Kom., M.kom, Selaku Pembimbing dalam kajian ini. Tak lupa, ucapan terima kasih juga kepada orang tua saya yang sudah memberi inspirasi maupun material dan juga teman-teman yang sudah memberikan semangat dan bantuan.

#### REFERENSI

- [1] W. A. K. Putri and D. Sukandar, "Prakiraan Produksi Daging Ayam Ras dan Telur Ayam Ras untuk Mewujudkan Ketahanan Pangan Jawa Tengah Melalui Pemenuhan Protein Hewani," *J. Ilmu Gizi dan Diet.*, vol. 2, no. 3, pp. 149–159, 2023, doi: 10.25182/jigd.2023.2.3.149-159.
- [2] S. Wanti *et al.*, "Peningkatan Pengetahuan Peternak pada Pemanfaatan Mesin Tetas Hemat Listrik dalam Rangka Mendukung Budidaya Ayam di Kelurahan Lalodati Kecamatan Puuwatu Kota Kendari PENDAHULUAN peran penting dalam perekonomian masyarakat di Kelurahan Lalodati , Kecamatan," no. September, pp. 504–510, 2024.
- [3] L. O. Nafiu, M. Rusdin, and A. S. Aku, "Daya Tetas Dan Lama Menetas Telur Ayam Tolaki Pada Mesin Tetas Dengan Sumber Panas Yang Berbeda," *J. Ilmu dan Teknol. Peternak. Trop.*, vol. 1, no. 1, p. 32, 2015, doi: 10.33772/jitro.v1i1.359.
- [4] V. Anarusliana, "Perancangan Dan Pembuatan Mesin Penetas Telur Yang Dilengkapi Dengan Sistem Deteksi Penetasan Berbasis Arduino Mega 2560," *Progr. Stud. Tek. Elektron. Fak. Teknol. Ind. Inst. Teknol. Nas. Malang*, 2017.
- [5] K. Karsid, "Sistem Kontrol Suhu dan Kelembaban Udara pada Alat Penetas Telur Menggunakan Arduino Uno," *Elektriese J. Sains dan Teknol. Elektro*, vol. 14, no. 01, pp. 25–32, 2024, doi: 10.47709/elektriese.v14i01.3734.
- [6] Putri Lestari, Pradipta Bayu Aji Pramono, and Mikael Sihite, "Pengaruh Letak Telur terhadap Persentase Daya Hidup Embrio, Lama Menetas dan Gagal Menetas," *Pros. Semin. Nas. Pembang. dan Pendidik. Vokasi Pertan.*, vol. 2, no. 1, pp. 177–185, 2021, doi: 10.47687/snppvp.v2i1.185.
- [7] N. M. A. Mahardika, I. K. Darminta, and I. M. S. Yasa, "Rancang Bangun Sistem Alat Penetas Telur Ayam Berbasis IoT," 2023.
- [8] I. Rahayu, H. Soesanto, S. Wahjuni, and A. Tanti, "Artikel Review : Implementasi Sistem Internet of Things ( IoT ) Pada Industri Perunggasan," vol. 4, no. 1, pp. 235–245, 2024.
- [9] G. Heru Sandi and Y. Fatma, "Pemanfaatan Teknologi Internet of Things (IoT) Pada Bidang Pertanian," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.*, vol. 7, no. 1, pp. 1–5, 2023, doi: 10.36040/jati.v7i1.5892.
- [10] Kus Indrani Listyoningrum, Danise Yunaini Fenida, and Nurhasan Hamidi, "Inovasi Berkelanjutan dalam Bisnis: Manfaatkan Flowchart untuk Mengoptimalkan Nilai Limbah Perusahaan," *J. Inf. Pengabd. Masy.*, vol. 1, no. 4, pp. 100–112, 2023, doi: 10.47861/jipm-nalanda.v1i4.552.
- [11] S. Peambonan and K. Palopo, "Rancang Bangun Penetas Telur Bebek Menggunakan Metode IoT," vol. 12, no. 3, 2024.
- [12] M. R. R. Jusman, S. Masita, and M. Dzarfaraby, "Sistem Kontrol & Monitoring Mesin Penetas Telur Berbasis IoT (Internet Of Things)," *Mechatronics J. Prof. Entrep.*, vol. 3, no. 2, pp. 64–71, 2021.
- [13] M. Syarif, S. N. Ahmad, and D. P. Sari, *Material Konstruksi Tohar Media*, no. August. 2024. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/382871319>
- [14] D. A. Via Khusnul Pratifi, Ananto Tri Sasongko, "MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science Integration of DHT11 and PIR Sensors in Indoor Temperature Automation and Motion Detection System Using Arduino Nano Microcontroller Integrasi Sensor DHT11 dan PIR dalam Sistem Otomatisas," vol. 4, no. 3, pp. 1148–1159, 2024.
- [15] D. Tetas *et al.*, "Pengaruh Suhu Penetasan Terhadap Fertilitas , Mortalitas Dan," vol. 1, no. 1, pp. 23–28, 2021.