

DETEKSI SUHU DAN KELEMBAPAN PADA INKUBATOR TELUR BERBASIS IOT

Yohanes Aditya Wisnu Wardana

Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Jl. Semolowaru 45 Surabaya, 031-5931800,
informatika@untag-sby.ac.id

Abstract

Temperature and humidity in the incubation process are the two main factors (besides air circulation and egg turning) because they can determine the success of the embryo and egg hatching. In addition, based on the reference, the optimal temperature for the incubation period is 37 degrees celsius to 39 degrees celsius and the optimal humidity is 55% relative humidity up to 60% relative humidity. In this study, an IOT-based incubator will be made, this egg incubator as a medium to maintain the temperature so that the eggs can receive warm temperatures, this incubator is made using the wemos espduino-32 microcontroller. Where the wemos espduino-32 microcontroller will be combined with a temperature sensor and telegram bot as monitoring temperature and humidity in the egg incubator. When the temperature detected in the incubator is above a maximum of 39 degrees Celsius, the incandescent lamp will turn off and if the temperature is below 37 degrees Celsius, the incandescent lamp will light up.

Keywords: Egg Incubator, Wemos Espduino-32, Temperature, Humidity, Iot

Abstrak

Suhu dan kelembapan dalam proses pengeraman merupakan dua faktor utama karena dapat menentukan keberhasilan embrio dan penetasan telur. Selain itu berdasarkan referensi, temperatur optimal masa inkubasi adalah 37derajat celcius hingga 39 derajat celcius dan kelembapan optimal yaitu 55% relative humidity hingga 60% relative humidity. Pada penelitian ini akan dibuat alat inkubator berbasis iot, inkubator telur ini sebagai media untuk menjaga suhu agar telur dapat menerima suhu yang hangat, alat inkubator ini dibuat dengan memanfaatkan alat mikrokontroler wemos espduino-32. Dimana alat mikrokontroler wemos espduino-32 akan digabungkan dengan sensor suhu dan bot telegram sebagai pemantauan suhu dan kelembapan pada inkubator telur. Ketika suhu yang terdeteksi di dalam inkubator berada diatas maksimal 39 derajat celcius, maka lampu pijar tersebut akan mati dan jika suhu berada dibawah 37 derajat celcius, maka lampu pijar akan menyala.

Kata Kunci: Inkubator Telur, Wemos Espduino-32, Suhu, Kelembapan, Iot

1. Pendahuluan

Indonesia memiliki pertumbuhan penduduk yang meningkat setiap tahun, sehingga kebutuhan pangan dalam mempertahankan kelangsungan hidup tentu juga ikut meningkat. Khususnya pada hewan unggas yang banyak diambil daging dan telurnya sebagai sumber protein utama bagi manusia (Rahman et al., 2020). Menurut BPS (Badan Pusat Statistik) pada tahun 2019 produksi ayam berjumlah 3.495.090,53ton mengalami penurunan pada tahun 2020 menjadi 3.275.325,72ton, akan tetapi untuk konsumsi daging ayam mengalami kenaikan pada tahun 2020 yang berjumlah 0,13kg perkapita seminggu sedangkan pada tahun 2019 berjumlah 0,124kg perkapita seminggu. Untuk itu di Indonesia banyak didirikan area perternakan khususnya ayam sebagai tempat budidaya hewan ternak guna memenuhi kebutuhan pangan manusia. Walaupun banyak sumber daging lainnya yang dapat dikonsumsi manusia namun, masyarakat lebih banyak memilih daging ayam sebagai sumber protein.

Hal ini tentu mengakibatkan kebutuhan akan daging ayam semakin meningkat dan menuntut pengembangbiakan ayam juga meningkat. Namun hal tersebut masih belum seimbang dengan yang ada di lapangan, sehingga proses pengembangbiakan tidak optimal. Karena dalam mengembangbiakan ayam dengan baik harus memperhatikan beberapa faktor yaitu suhu (temperatur), ventilasi (ventilitation), kelembapan udara (humidity), dan posisi telur selama inkubasi. Suhu dan kelembapan dalam proses pengeraman merupakan dua faktor utama, karena dapat menentukan keberhasilan terjadinya embrio dan penetasan telur. Selain itu berdasarkan referensi, temperatur optimal masa pengeraman yaitu 37 derajat celsius sampai dengan 39 derajat celsius dan kelembapan optimal yaitu 55% relative humidity – 60% relative humidity[1].

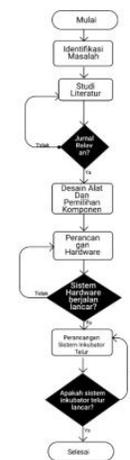
Untuk itu dari permasalahan diatas penulis menemukan sebuah ide serta solusi dalam mengatasinya, yang tertuang dalam judul penulis yaitu "Deteksi Suhu dan Kelembapan pada Inkubator Telur Berbasis IoT". Pada penelitian ini akan dibuat alat inkubator sebagai media untuk menjaga suhu agar telur dapat menerima suhu yang hangat, karena selama ini di lapangan banyak para peternak yang masih menggunakan inkubator yang terbilang konvensional dengan jarak panen sekitar 21 sampai dengan 30 hari masa panen untuk satu ayam[2]. Jadi hanya mengandalkan lampu pijar sebagai pengatur suhu didalam inkubator dan

tidak ada pemberitahuan ketika suhu turun atau naik.

Untuk menyelesaikan masalah tersebut dirancanglah inkubator dengan memanfaatkan alat mikrokontroler wemos espduino-32. Dimana alat mikrokontroler akan digabungkan dengan sensor suhu dan bot telegram untuk monitoring suhu dan kelembapan didalam inkubator. Ketika suhu yang terdeteksi di dalam inkubator berada diatas maksimal 39 derajat celsius[3], maka lampu pijar tersebut akan mati.

2. Metodologi Penelitian

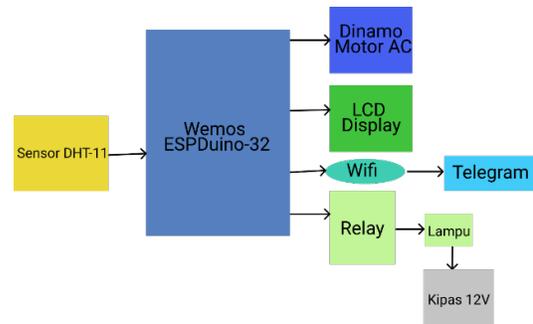
Berikut ini merupakan alur studi penelitian yang dilakukan:



Gambar 1 Alur Penelitian

2.1. Blok Diagram

Dalam merancang pembuatan inkubator telur berbasis iot ini, dapat digambarkan blok diagram sebagai alur sistem yang akan dibuat.



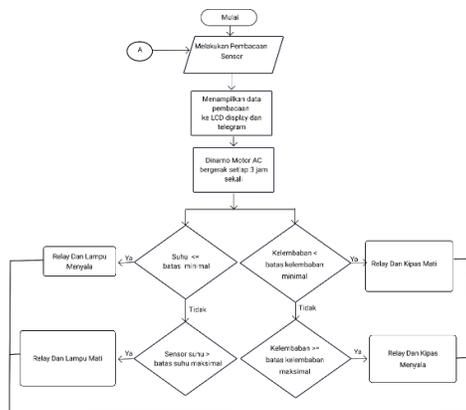
Gambar 2 Blok Diagram

Berdasarkan gambar blok diagram diatas, dapat dilihat inputan berasal dari sensor dht-11, ketika sensor dht-11 mendeteksi suhu dan kelembapan, data dari sensor dht-11 akan

dikirim ke wemos espduino-32, lalu dinamo motor ac akan bergerak setiap tiga jam sekali agar panas yang didapatkan oleh setiap telur tersebut merata. Ketika suhu terdeteksi melebihi dari batas yang telah ditentukan, maka relay dan lampu akan mati dan jika kelembapan terdeteksi tinggi maka relay dan kipas akan menyala. Telegram akan menampilkan data suhu dan kelembapan yang terdeteksi dari sensor dht-11.

2.2. Pemrograman Sistem

Berikut adalah alur sistem pada pembuatan inkubator telur berbasis iot:



Gambar 3 Flowchart Sistem

Dari flowchart sistem diatas dapat dijelaskan sebagai berikut, dimana sensor suhu dan kelembapan menjadi inputan yang kemudian data yang diperoleh akan ditampilkan melalui LCD. Jika suhu yang terbaca lebih tinggi atau dari batas suhu yang telah ditentukan maka relay dan lampu akan mati sedangkan jika suhu terbaca di bawah atau sama dengan batas yang telah ditentukan maka relay dan lampu akan tetap menyala. Begitu juga dengan pembacaan kelembapan, jika kelembapan di dalam inkubator yang terbaca tidak sesuai dengan batas kelembapan minimal maka relay dan kipas akan mati, sedangkan jika kelembapan di dalam inkubator yang terbaca diatas atau sama dengan batas maksimal kelembapan maka relay dan kipas menyala untuk menjaga kelembapan di dalam inkubator.

3. Hasil dan Pembahasan

a) Analisa Data Suhu dan Kelembapan

Pada analisa data suhu dan kelembapan ini, terdapat data suhu dan

kelembapan yang tepat untuk pengeraman telur didalam inkubator berdasarkan jurnal Wirajaya, Abdussamad and Nasibu (2020)[1], dan ada output atau aksi yang dilakukan berdasarkan beberapa kondisi suhu dan kelembapan.

Tabel 2 Range Suhu

Suhu rendah	Suhu normal	Suhu tinggi
Kurang dari 37 derajat celcius	37 – 39 derajat celcius	Lebih dari 39 derajat celcius

Tabel 3 Range Kelembapan

Kelembapan rendah	Kelembapan normal	Kelembapan tinggi
Kurang dari 55 RH	55 – 60 RH	Lebih dari 60 RH

Tabel 4 Aksi Berdasarkan kondisi suhu dan kelembapan

Suhu	Kelembapan	Aksi	
		Lampu	Blower
Rendah	Rendah	Menyala	Mati
Rendah	Normal	Menyala	Menyala
Rendah	Tinggi	Menyala	Menyala
Normal	Rendah	Menyala	Mati
Normal	Normal	Menyala	Menyala
Normal	Tinggi	Menyala	Menyala
Tinggi	Rendah	Mati	Mati
Tinggi	Normal	Mati	Menyala
Tinggi	Tinggi	Mati	Menyala

b) Pengujian Akurasi Pembacaan Suhu

Dua parameter utama yang menjadi kunci dalam project ini adalah nilai suhu dan nilai kelembapan. Data nilai suhu dan kelembapan ini yang akan digunakan sebagai acuan dalam proses selanjutnya. Maka perlu dilakukan pengujian akurasi pembacaan nilai suhu. Proses pengujian akurasi pembacaan suhu dilakukan dengan cara membandingkan hasil

pembacaan suhu dari sensor dengan alat pembanding, untuk kondisi suhu dan waktu yang sama. Lalu dihitung selisih keduanya sebagai nilai eror akurasi dari sensor suhu. Pengujian dilakukan sebanyak 25 kali dengan jeda 5 menit antar pengambilan nilai suhu, dan semua hasilnya dicatat pada tabel. Adapun alat yang digunakan sebagai pembanding dalam pembacaan nilai adalah sensor UT 333. Rumus untuk menghitung prosentase error dalam pengujian akurasi pembacaan suhu yaitu

$$100 \left(\frac{|\text{hasil pembacaan sensor dht11} - \text{hasil pembacaan sensor UT333}|}{\frac{(\text{hasil pembacaan sensor dht11} + \text{hasil pembacaan sensor UT333})}{2}} \right) (1)$$

Tabel 5 Pengujian Akurasi Pembacaan Suhu

No	Pengujian Ke	Hasil Pembacaan Suhu Pada Sensor DHT 11 (Dalam Celcius)	Hasil Pembacaan Suhu Pada Sensor UT 333 (Dalam Celcius)	Prosentase Error (%)
1	1	27,6	29,4	6,31%
2	2	30,2	28,9	4,39%
3	3	28,5	29	1,73%
4	4	28,1	29	3,15%
5	5	28,1	29,3	4,18%
6	6	28	29,6	5,55%
7	7	29,3	30	2,36%
8	8	29,3	29,8	2,03%
9	9	31,3	31	0,96%
10	10	31,3	31,3	0%
11	11	32,1	31,7	1,25%
12	12	31,8	31,8	0%
13	13	32,3	31,5	2,50%
14	14	32,3	31,6	2,19%
15	15	31,3	31,5	0,63%
16	16	30,8	30,5	0,97%
17	17	35,2	31,8	10,14%
18	18	33,3	32,4	2,73%
19	19	33,3	32,3	3,04%
20	20	33,8	31,7	6,41%
21	21	33,3	32,5	2,43%
22	22	32,8	32,3	1,53%
23	23	33,3	31	7,15%
24	24	32,4	30,3	6,69%
25	25	31,3	31,3	0%
Rata Rata Presentase Tingkat Akurasi				3.1328%

Tabel 5 menunjukkan hasil keakuratan pembacaan suhu. Setelah itu, akan diterapkan rumus persamaan (1) untuk mendapatkan nilai rata-rata persentase tingkat akurasi. Berdasarkan data suhu dari sensor dht-11 dan sensor ut-333 tersebut, didapatkan nilai rata-rata sebesar **3.1328%**.

c) Pengujian Akurasi Pembacaan Kelembapan

Proses pengujian akurasi pembacaan kelembapan dilakukan dengan cara membandingkan hasil pembacaan kelembapan dari sensor DHT 11 dengan alat pembanding yaitu Sensor UT 333, untuk kondisi kelembapan dan waktu yang sama. Lalu dihitung selisih keduanya sebagai nilai eror akurasi dari sensor kelembapan. Untuk menambah variasi data, digunakan alat humidifier untuk mengubah kondisi kelembapan ruang yang akan diukur nilai kelembapannya. Pengujian dilakukan sebanyak 25 kali dengan jeda 5 menit antar pengambilan nilai kelembapan, dan semua

hasilnya dicatat pada tabel. Adapun alat yang digunakan sebagai pembanding dalam pembacaan nilai kelembapan adalah sensor UT 333. Rumus untuk menghitung prosentase error dalam pengujian akurasi pembacaan suhu yaitu

$$100 \left(\frac{|\text{hasil pembacaan sensor dht11} - \text{hasil pembacaan sensor UT333}|}{\frac{(\text{hasil pembacaan sensor dht11} + \text{hasil pembacaan sensor UT333})}{2}} \right) (2)$$

Tabel 6 Pengujian Akurasi Pembacaan Kelembapan

No	Pengujian Ke	Hasil Pembacaan Kelembapan Pada Sensor DHT 11	Hasil Pembacaan Kelembapan Pada Sensor UT 333	Prosentase Error (%)
1	1	88	86	2.29%
2	2	80	86	18.18%
3	3	80	84,5	5.47%
4	4	80	82,1	2.59%
5	5	83	83,4	0.48%
6	6	87	79,1	9.51%
7	7	84	89,4	6.22%
8	8	85	88,9	5.63%
9	9	83	81,7	3.27%
10	10	75	80,1	6.57%
11	11	76	78,3	2.98%
12	12	77	76,7	0.39%
13	13	76	84,2	10.23%
14	14	75	81,1	7.81%
15	15	78	82,9	6.09%
16	16	79	89,6	12.57%
17	17	66	82,8	22.58%
18	18	73	80,9	10.26%
19	19	72	81,5	12.37%
20	20	72	82,4	13.47%
21	21	70	74,4	6.09%
22	22	73	78,4	7.13%
23	23	71	84	16.77%
24	24	69	75,4	8.86%
25	25	71	72	1.39%
Rata Rata Presentase Tingkat Akurasi				7.968%

Tabel 6 menunjukkan hasil keakuratan pembacaan kelembapan. Setelah itu, rumus persamaan (2) diterapkan untuk mendapatkan nilai rata - rata presentase tingkat akurasi. Berdasarkan data kelembapan dari sensor dht-11 dan sensor ut-333 tersebut, didapatkan nilai rata-rata sebesar **7.968%**.

d) Rancangan Desain 3 Dimensi Inkubator Telur



Gambar 4 Rancangan 3 Dimensi



Gambar 5 Rancangan 3 Dimensi Tampak Depan



Gambar 6 Rancangan 3 Dimensi Perspektif

Pada gambar 4 sampai gambar 6 diatas dapat dilihat gambar rancangan 3 dimensi inkubator telur dengan panjang 60 centimeter, lebar 40 centimeter, dan tinggi 45 centimeter dapat memuat 40 butir telur. Terdapat 4 buah lampu yang berfungsi sebagai penghangat didalam inkubator telur, kipas dc 12volt dibagian belakang untuk sirkulasi udara serta menjaga kelembapan dan juga sensor dht-11 terdapat di tengah – tengah bagian inkubator untuk mendeteksi suhu dan kelembapan didalam inkubator. Lcd display terdapat di bagian depan atas inkubator untuk menampilkan suhu yang didapatkan dari sensor dht-11. Terdapat dinamo motor ac dibagian pinggir inkubator yang bergerak setiap 3 jam sekali untuk memutar telur agar panas yang diterima telur merata.

e) Pengujian Keseluruhan Alat

Pada tahap ini merupakan tahap pengujian keseluruhan alat yang telah dirangkai, terdapat beberapa pengujian yang dilakukan yaitu sebagai berikut:

1. Memasukkan program ke mikrokontroller Wemos EspDuino-32
2. Sensor dht-11 mendeteksi suhu dan kelembapan di dalam inkubator

3. Lcd display menampilkan data suhu dan kelembapan yang didapat dari inputan sensor dht-11.
4. Lampu ke 1,2,3,4 menyala apabila sensor dht-11 mendeteksi suhu di dalam inkubator mencapai kurang dari 37 derajat celcius.
5. Lampu ke 1,2,3,4 mati apabila sensor dht-11 mendeteksi suhu di dalam inkubator mencapai lebih dari 39 derajat celcius.
6. Kipas akan menyala apabila sensor dht-11 mendeteksi kelembapan mencapai lebih dari 55% relative humidity.
7. Kipas akan mati apabila sensor dht-11 mendeteksi kelembapan mencapai dibawah 55% relative humidity.
8. Bot telegram menampilkan suhu dan kelembapan di dalam inkubator dengan cara menekan tombol yang ada pada bot telegram dan kemudian muncul data suhu dan kelembapan yang didapat dari inputan sensor dht-11.

Dari langkah langkah diatas dapat dijelaskan bahwa cara kerja alat adalah ketika sensor dht-11 mendeteksi suhu dan kelembapan didalam inkubator dan akan mengirimkan perintah ke relay untuk menyalakan lampu pijar dan kipas yang berada di dalam inkubator telur berdasarkan batas suhu dan kelembapan yang telah ditentukan, serta bot telegram yang dapat menampilkan data suhu dan kelembapan dari inputan sensor dht-11.

- Inkubator Tampak Depan



Gambar 7 Inkubator Telur Tampak Depan

- Inkubator Tampak Atas



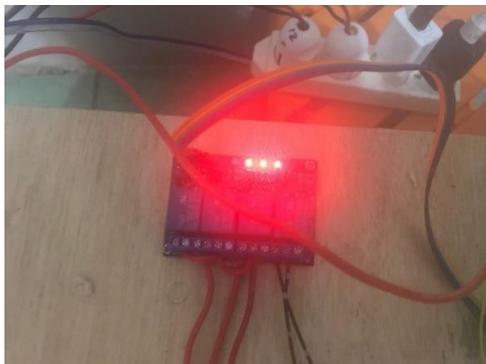
Gambar 8 Inkubator Telur Tampak Atas (Rangkaian Alat)

1. Pengujian Sensor DHT-11

Pada pengujian ini diuji apakah sensor dht-11 berhasil mendeteksi suhu dan kelembapan di dalam inkubator sehingga dengan data dari sensor dht-11 ini dapat diolah oleh mikrokontroler untuk menyalakan lampu dan kipas.



Gambar 9 Pengujian Rangkaian Alat



Gambar 10 Pengujian Rangkaian Alat



Gambar 11 Pengujian Rangkaian Alat



Gambar 12 Tampilan Bot Telegram

Pada gambar 9 sampai dengan 12 menunjukkan jika sensor dht-11 berhasil mendeteksi suhu dan kelembapan didalam inkubator, suhu yang terdeteksi dibawah batas yang ditentukan maka lampu akan menyala serta kelembapan yang terdeteksi diatas 55% relative humidity maka kipas akan menyala. Serta bot telegram yang berhasil mendapatkan data suhu dan kelembapan didalam inkubator dan menampilkan ketika tombol ditekan.

f) Pengujian Sistem

Dari data tabel 7, lampu akan mati jika suhu melebihi batas maksimal yaitu 39 derajat celcius. Pengujian data menggunakan pemanas yaitu korek api yang dapat memanaskan hingga suhu 39 derajat celcius sehingga sistem akan mematikan lampu jika suhu melebihi batas maksimal.

Tabel 7 Data Pengujian Sistem

Suhu	Kelembapan	Kondisi	Hasil
37 derajat celsius	72%RH	Lampu = Menyala, Kipas = Menyala	Sesuai
37.50 derajat celsius	70%RH	Lampu = Menyala, Kipas = Menyala	Sesuai
38 derajat celsius	69%RH	Lampu = Menyala, Kipas = Menyala	Sesuai
38.30 derajat celsius	65%RH	Lampu = Menyala, Kipas = Menyala	Sesuai
38.50 derajat celsius	65%RH	Lampu = Menyala, Kipas = Menyala	Sesuai
39 derajat celsius	60%RH	Lampu = Mati, Kipas = Menyala	Sesuai
39.10 derajat celsius	59%RH	Lampu = Mati, Kipas = Menyala	Sesuai
39.50 derajat celsius	55%RH	Lampu = Mati, Kipas = Menyala	Sesuai
40 derajat celsius	53%RH	Lampu = Mati, Kipas = Mati	Sesuai
40.10derajat celsius	51%RH	Lampu = Mati, Kipas = Mati	Sesuai

Pada Tabel 7 diatas menunjukkan sistem pada inkubator telur. Pada tabel diatas menunjukkan bahwa keadaan suhu dari normal mencapai suhu melebihi batas maksimal. Dimana ketika suhu mencapai lebih dari 39 derajat celsius maka sistem didalam inkubator akan mematikan lampu pijar yang ada di dalam ikubator, serta kelembapan yang dibawah batas minimal yang ditentukan akan mematikan kipas yang terpasang didalam inkubator. Sistem ini ditujukan untuk mencegah panas yang terlalu berlebih pada inkubator yang dapat menyebabkan telur ayam dalam kondisi buruk.

g) Pengujian Inkubator dengan Telur

Pada pengujian kali ini membahas mengenai uji coba inkubator telur terhadap telur ayam apakah telur tersebut dapat ditetaskan atau tidak menggunakan inkubator yang telah dibuat. Pada pengujian ini menggunakan 20 butir telur fertil ayam kampung joper yang akan coba ditetaskan.



Gambar 13 Pengujian Inkubator Penetasan Telur

Pada gambar diatas didalam inkubator terdapat 4 buah lampu masing masing mempunyai daya 5watt, sensor dht11 berada di tengah – tengah inkubator, kipas berada di belakang inkubator, motor penggerak untuk memutarbalikkan telur berada disebelah kiri, serta terdapat humidifier berada di bawah rak telur yang berfungsi untuk menjaga kelembapan di dalam inkubator.



Gambar 14 Telur Hari ke-4

Pada gambar 14 merupakan perubahan telur selama 4 hari di dalam inkubator, dapat dilihat bahwasannya terdapat perubahan pada telur yaitu muncul seperti akar didalam telur.



Gambar 15 Telur Hari ke-8

Kemudian untuk hari ke-5 sampai dengan hari ke-7 belum ada perubahan yang terlalu signifikan, baru pada hari ke-8 ada perubahan yaitu terlihat berakar lebih banyak dan jelas dari telur hari yang ke-4.



Gambar 16 Telur Hari ke-12

Pada gambar 16 diatas merupakan perubahasan telur pada hari ke-12 terdapat perubahan terhadap telur warna telur sudah cenderung agak gelap.



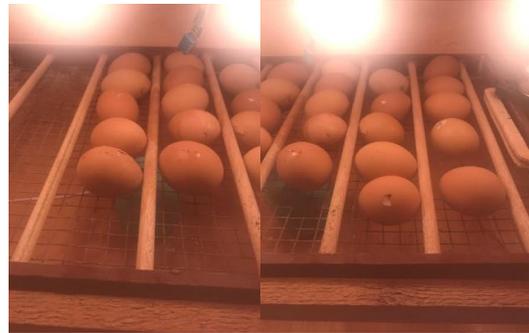
Gambar 17 Telur Hari ke-15

Pada hari ke-15, terdapat bayangan hitam pada telur yang membuat senter tidak dapat menembus untuk melihat perubahan pada telur tersebut.



Gambar 18 Telur Hari ke-18

Pada gambar 18, perubahan telur pada hari ke-18 dapat dilihat bahwa telur sudah tidak dapat ditembus lagi oleh senter karena embrio didalam telur sudah terbentuk.



Gambar 19 Telur Hari ke-20

Pada hari ke-20 sudah tampak beberapa cangkang telur yang terkelupas atau retak. Telur yang sudah terkelupas atau retak masih membutuhkan waktu satu hari untuk menetas sepenuhnya.



Gambar 20 Telur Hari ke-21

Pada hari ke-21 beberapa telur berhasil menetas dan dapat keluar akan tetapi inkubator tetap menyala untuk mengeringkan bulu ayam yang baru saja menetas.

h) Presentase Keberhasilan Inkubator

Dalam subbab ini akan dibahas mengenai tingkat presentase keberhasilan inkubator telur yang dibuat dalam menetasakan telur ayam. Telur yang menetas menggunakan inkubator yang dibuat berjumlah 8 butir telur dari 20 butir telur fertil ayam kampung joper. Sehingga presentase keberhasilan yang didapat inkubator ini dalam menetasakan telur sebesar 40% dengan perhitungan $\frac{8}{20} * 100\% = 40\%$.

Semakin banyak jumlah telur fertil yang akan coba ditetaskan maka hasil persentase tingkat keberhasilannya juga akan tinggi, namun fertilitas telur yang tinggi tidak selalu membuat keberhasilan telur menetas yang tinggi juga, karena selain fertilitas telur,

keberhasilan telur untuk menetas juga dipengaruhi oleh banyak faktor. Beberapa faktor yang mempengaruhi keberhasilan telur yaitu cara metode penyimpanan, pengaturan suhu dan kelembaban di dalam inkubator, kualitas telur, dan juga kebersihan telur. Keberhasilan telur untuk menetas juga dipengaruhi oleh faktor genetik, umur induk, ukuran telur, dan nutrisi yang baik dalam perkembangan pembentukan embrio didalam telur. Berikut tabel perbandingan penetasan telur ayam antara indukan ayam dengan inkubator berbasis IoT berdasarkan penelitian dari Ariani *et al.*, (2020)[2].

Tabel 8 Perbandingan indukan ayam dengan inkubator berbasis IoT

Uraian	Indukan Ayam	Inkubator berbasis IoT
Lama waktu yang dibutuhkan untuk menetas telur	21 – 30 hari	21 hari
Tingkat keberhasilan telur menetas dengan menggunakan 20 butir telur ayam	Kurang dari 14 butir telur yang menetas	8 butir telur yang menetas dari 20 butir telur
Tinggi tingkat suhu dalam kandang	41 derajat celcius	37 - 39 derajat celcius

Dapat dilihat bahwasannya pada tabel 8 diatas untuk waktu proses penetasan yang dibutuhkan dengan indukan ayam berkisar 21 – 30 hari, waktu tersebut lebih lama daripada dengan menggunakan inkubator berbasis iot yang hanya memerlukan waktu 21 hari. Untuk tingkat keberhasilannya dapat dikatakan sama karena beberapa faktor yang telah disebutkan sebelumnya. Untuk suhu yang diterima telur dalam proses pengeraman ini, telur yang diterami oleh indukan ayam menerima suhu yang lebih panas dari suhu optimal yang dibutuhkan oleh telur yaitu 37 – 39 derajat celcius, berbeda dengan suhu yang diterima telur dengan menggunakan inkubator berbasis iot yaitu suhu sesuai dengan suhu optimal yaitu 37 – 39 derajat celcius.

i) Perhitungan Suhu

Pada sub-bab ini akan dibahas mengenai perhitungan lama waktunya proses kenaikan suhu dari suhu rendah sampai mencapai suhu normal.

Tabel 9 Proses Perubahan Suhu

Menit ke	Suhu
1	34.10
2	34.30
3	34.70
4	35.10
5	35.30
6	35.50
7	35.80
8	36.20
9	36.50
10	36.80
11	37.00
12	37.10
13	37.30
14	37.50
15	37.80
16	38.10

Berdasarkan tabel 9 diatas dapat dilihat bahwa pada menit ke- 11 suhu pada sensor telah mencapai batas yang telah di tentukan yaitu 37 derajat celcius dan pengujian dihentikan pada menit ke – 16 karena perubahan suhu relatif stabil yaitu berada diantara 37 derajat celcius sampai dengan 39 derajat celcius.

4. Kesimpulan dan Saran

a) Kesimpulan

Dari hasil perancangan, pembuatan, pengujian inkubator telur berbasis iot ini dapat disimpulkan bahwa:

- Penggunaan mikrokontroler wemos espduino-32 bekerja dengan baik sebagai pengendali utama pada perancangan dan pembuatan inkubator telur berbasis iot.
- Alat inkubator telur berbasis iot telah berhasil dibuat dengan menggunakan sensor dht11 sebagai pendeteksi suhu dan kelembapan di dalam inkubator wemos espduino-32 sebagai mikrokontroler, lampu sebagai pemanas, dan kipas dc 12volt yang digunakan sebagai alat untuk sirkulasi udara didalam inkubator.
- Hasil analisa yang diperoleh perbandingan suhu dan kelembapan antara sensor dht11 dengan sensor UT333, menunjukkan bahwa presentase tingkat akurasi yang

didapat untuk nilai suhu sebesar 3.1328 % sedangkan untuk nilai kelembapan 7.968%. sehingga dapat dikatakan sensor dht11 untuk tingkat keakurasiannya terbilang cukup redah.

- Hasil analisa diperoleh dari pengujian inkubator bahwa suhu di dalam alat tercapai sesuai dengan batas minimal pada menit ke- 11 dan pengujian dihentikan pada menit ke- 16 karena suhu yang terdeteksi oleh sensor telah stabil pada range 37 derajat celsius sampai dengan 39 derajat celsius.
- Dari percobaan menetas 20 telur ayam di inkubator, 8 telur berhasil menetas dan 12 telur gagal menetas. Sehingga untuk persentase keberhasilan inkubator dalam menetas telur sebesar 40%.
- Bot telegram dapat digunakan sebagai pemantauan atau monitoring suhu dan kelembapan yang dapat diakses melalui telegram.

b) Saran

Berdasarkan pengujian dan analisis yang dilakukan, dapat disarankan bahwa:

- Alat inkubator ini dapat dikembangkan menjadi lebih luas, dapat digunakan untuk inkubator untuk pembesaran ayam yang baru menetas.
- Inkubator ini bergantung pada ketersediaan listrik sehingga dapat ditambahkan listrik cadangan agar inkubator dapat berjalan ketika terjadi pemadaman listrik

Daftar Pustaka

- [1] 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.
- [2] F. Ariani, R. Y. Endra, E. Erlangga, Y. Aprilinda, and A. R. Bahan, "Sistem Monitoring Suhu dan Pencahayaan Berbasis Internet of Thing (IoT) untuk Penetasan Telur Ayam," *Expert J. Manaj. Sist. Inf. dan Teknol.*, vol. 10, no. 2, p. 36, 2020, doi: 10.36448/jmsit.v10i2.1602.
- [3] A. Dian, D. F. Lalita, and N. M. Zaenudin, "Perancangan Dan Pembuatan Alat Inkubator Berbasis Mikrokontroler," *J. Ind. Elektro dan*, vol. 9, no. 1, pp. 52–62, 2020, [Online]. Available: <http://jurnal.unnur.ac.id/index.php/indep/article/view/374>.
- [4] A. D. Aris Sudaryanto, Anton Brevia Yunanda, "PENGENDALI VOLUME AIR UNTUK RUMAH KOS BERBASIS ARDUINO," vol. 14, p. 75383, 2018.
- [5] A. Sudaryanto, A. E. Wahyudianto, and A. Rizaldi, "Pengujian Stop Kontak Pintar Menggunakan ESP 32," *J. Teknol. Inf. Dan Komun.*, vol. 11, no. 2, pp. 27–30, 2020, doi: 10.51903/jtikp.v11i2.210.
- [6] A. A. D. Haris, A. Sudaryanto, and D. H. Sulistyawati, "Uji Fungsional Sistem Pengukur Suhu Tubuh Berbasis Arduino Dengan Metode Blackbox Testing," *Infotron*, vol. 1, no. 1, pp. 31–35, 2021.
- [7] N. Astriana Rahma Putri, suroso, "Perancangan Alat Penyiram Tanaman Otomatis pada Miniatur Greenhouse Berbasis IOT," *Semin. Nas. Inov. dan Apl. Teknol. di Ind. 2019*, vol. Volume 5 n, pp. 155–159, 2019, [Online]. Available: <https://ejournal.itn.ac.id/index.php/seniati/article/view/768>.
- [8] M. I. Hakiki, U. Darusalam, and N. D. Nathasia, "Konfigurasi Arduino IDE Untuk Monitoring Pendeteksi Suhu dan Kelembapan Pada Ruang Data Center Menggunakan Sensor DHT11," *Media Inform. Budidarma*, vol. 4, no. 1, p. 150, 2020, doi: 10.30865/mib.v4i1.1876.
- [9] A. Sihasani, D. Hartama, and I. Parlina, "BEES: Bulletin of Electrical and Electronics Engineering Implementasi ARDUINO UNO R3 dan SENSOR DHT 11 Pada Perancangan Inkubator Penetas Telur Ayam Berbasis Mikrokontroler ARTICLE INFO," *Media Online*, vol. 1, no. 3, pp. 101–107, 2021.

- [10] S. Siswanto, M. Anif, D. N. Hayati, and Y. Yuhefizar, "Pengamanan Pintu Ruangan Menggunakan Arduino Mega 2560, MQ-2, DHT-11 Berbasis Android," *J. RESTI (Rekayasa Sist. dan Teknol. Informasi)*, vol. 3, no. 1, pp. 66–72, 2019, doi: 10.29207/resti.v3i1.797.