

## Sistem Monitoring dan Kontrol Alat Penetas Telur Ayam Berbasis *Internet of Things* (IoT)

Kukuh Adi Septiawan<sup>1</sup>, Ayu Novia Lisdawati<sup>2\*</sup>, Rais Mu'amar<sup>3</sup>, Muhammad Aminuddin<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari Banjarmasin

Email: <sup>1</sup>kukuhadiseptiawan7@gmail.com, <sup>2</sup>noviayu57@gmail.com, <sup>3</sup>rais.muammar1993@gmail.com,

<sup>4</sup>muhammadaminuddin@mail.ugm.ac.id

\*Penulis Korespondensi

**Abstract**— The incubator is a device designed to replicate the natural conditions required for eggs to hatch optimally. These devices are widely available on the market. However, most of them still use manual systems, such as pressing buttons to control the temperature and turning the eggs, making it less efficient for poultry farmers. In addition, the egg hatching process generally lasts for 21 days, highly dependent on the stability of temperature and humidity. Power outages can cause the incubator to be unable to control temperature and humidity, resulting in a decrease in hatching success rate. This research aims to develop an incubator that can maintain temperature automatically, can be monitored remotely and is equipped with a backup power source in the form of a 12V battery. The temperature and humidity are maintained in the range of 37°C to 39°C and 60% to 70%, respectively. The results show that this tool works well, which is indicated by a hatching success rate of 70%, namely 14 out of 20 eggs successfully hatched

**Intisari**— Alat penetas telur ayam merupakan perangkat yang dirancang untuk meniru kondisi alami yang diperlukan agar telur dapat menetas dengan optimal. Meskipun alat penetas telur telah banyak tersedia di pasaran, sebagian besar masih menggunakan sistem manual, seperti menekan tombol untuk mengatur suhu dan membalikkan telur yang menjadikannya kurang efisien bagi para peternak ayam. Selain itu, proses penetasan telur umumnya berlangsung selama 21 hari yang sangat bergantung pada kestabilan suhu dan kelembapan. Pemadaman listrik dapat menyebabkan ketidakmampuan alat penetas telur dalam mengendalikan suhu dan kelembapan yang berdampak pada menurunnya tingkat keberhasilan penetasan. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan alat penetas telur ayam yang dapat menjaga suhu dengan otomatis dan dapat dipantau dari jarak jauh, serta dilengkapi dengan sumber listrik cadangan berupa aki 12V. Nilai suhu dijaga dalam rentang 37°C hingga 39°C dan nilai kelembapan dijaga dalam rentang 60% hingga 70%. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat ini berfungsi dengan baik dengan tingkat keberhasilan penetasan sebesar 70%, yaitu 14 dari 20 telur berhasil menetas.

**Kata Kunci**— Penetas Telur Otomatis, Penetas Telur Ayam, Sistem IoT, Sensor DHT11.

### I. PENDAHULUAN

Ayam dan telurnya merupakan salah satu makan pokok masyarakat di Indonesia. Pembibitan ayam sangat penting untuk dapat mencukupi permintaan dipasaran. Seekor ayam petelur mampu menghasilkan 250 hingga 300 butir telur per tahun, yang artinya ayam tersebut tidak selalu bertelur setiap harinya [1]. Induk ayam dapat mengerami sekitar 10-15 butir telur dan memiliki kecenderungan untuk melakukannya secara kolektif. Hal ini berdampak pada umur telur yang berbeda-beda saat induk ayam akan mengeraminya. Telur ayam yang

disimpan lebih dari 4 hari berpengaruh terhadap penurunan bobot telur dan bobot *day old chick* (DOC), bahkan berpotensi membuat embrio tidak dapat berkembang [2].

Perkembangan suatu usaha untuk budidaya ternak ayam sebagai penghasil daging dan telur mempunyai hambatan dalam penyediaan bibit. Untuk memperoleh suatu bibit yang banyak dengan keragaman yang sama dan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat baik dari konsumen maupun peternak maka perlu dilakukan pembiakan secara komersial menggunakan alat penetas buatan. Penetasan merupakan rekayasa pengeraman menggunakan alat tetas dengan cara menyediakan lingkungan yang sesuai untuk embrio telur sehingga dapat berkembang dengan optimal dan telur dapat menetas [3].

Alat penetas telur atau inkubator merupakan peralatan yang dirancang untuk meniru kondisi alami yang diperlukan dalam menetas telur, salah satunya telur ayam [4]. Alat ini berfokus pada pengendalian suhu dan kelembapan udara yang tepat agar telur dapat menetas dengan maksimal. Untuk memonitoring beberapa parameter seperti suhu dan kelembapan pada alat penetas telur atau inkubator dapat dimaksimalkan dengan menambahkan teknologi Internet of Things (IoT) dimana parameter suhu dan kelembapan pada alat penetas telur atau inkubator dapat dilakukan secara jarak jauh menggunakan aplikasi pada gawai yang terhubung dengan internet [5]. Inkubator memiliki kelebihan dalam kapasitas yang lebih besar, serta dapat meningkatkan persentase keberhasilan penetasan telur.

Pada mulanya alat penetas telur atau inkubator hanya sebuah alat sederhana yang hanya menggunakan lampu untuk menghasilkan panas dan tanpa instrument-instrument pendukung lainnya yang mana hanya digunakan oleh peternak-peternak tradisional dengan skala kecil [6]. Proses pengaturan suhu dan kelembapan pada alat penetas telur atau inkubator yang sudah ada masih dilakukan dengan mengoperasikan lampu secara manual sehingga dibutuhkan pengaturan suhu secara otomatis guna menghindari terjadinya fluktuasi suhu yang tinggi. Pengaturan suhu secara otomatis menggunakan sensor suhu dan kelembapan sebagai pendeteksi temperatur suhu juga kelembapan dan relay sebagai saklar otomatis lampu sesuai dengan set point suhu yang diatur [7]. Akan tetapi, inkubator dipasaran umumnya masih beroperasi secara manual, baik untuk pengaturan suhu dan kelembapan, maupun pembalikan telur. Hal tersebut menjadikan inkubator menjadi kurang efisien [4], [8].

Pada penelitian [4], Muna dkk berfokus pada pengaruh warna bola lampu terhadap suhu yang dihasilkan. Setiap warna dari bola lampu menghasilkan panas yang berbeda yang dapat dijadikan pertimbangan dalam perancangan inkubator.

Selanjutnya, penelitian [9], [10] membuat inkubator yang dikendalikan menggunakan arduino dilengkapi sensor DHT11 untuk mendeteksi nilai suhu dan kelembapan inkubator. Akan tetapi alat ini masih beroperasi dengan manual. Selain itu, kinerja dari inkubator tidak dijabarkan secara spesifik.

Berikutnya, inkubator mulai dikembangkan agar dapat beroperasi dengan otomatis serta dilengkapi sistem pemantauan yang dapat dilakukan pada jarak jauh. Pada penelitian [8], [11], [12], [13], inkubator telah dilengkapi dengan sistem *internet of things* (IoT) sehingga dapat dipantau dari jarak jauh melalui android. Suhu dikendalikan secara otomatis melalui lampu pijar untuk menghangatkan dan kipas untuk mendinginkan sehingga dapat terjaga dalam rentang yang ditentukan. Inkubator dengan sistem IoT dapat menetas telur dengan tingkat keberhasilan dalam rentang 50% hingga 84%, yang menunjukkan bahwa kinerja inkubator cukup baik. Telur yang gagal menetas umumnya disebabkan oleh embrio yang gagal berkembang, baik karena kualitas telur yang tidak baik, terlalu lama disimpan serta pengaruh suhu dan kelembapan lingkungan yang tidak tepat.

Inkubator bekerja dengan sumber daya listrik *alternating current* (AC) yang berasal dari perusahaan listrik negara (PLN). Listrik ini tidak selalu kontinu karena di Indonesia masih umum terjadi pemadaman listrik [14]. Almadani dkk [14] mengembangkan inkubator dengan 2 sumber listrik, yaitu dari listrik PLN dan dari pembangkit listrik tenaga surya (PLTS). PLTS berperan sebagai sumber energi cadangan yang dayanya disimpan pada baterai. Selain itu, inkubator dilengkapi dengan *automatic transfer switch* (ATS) untuk dapat memindahkan sumber daya secara otomatis. Adanya sumber energi cadangan dapat mencegah terjadinya kegagalan penetasan karena inkubator tidak dapat mengendalikan suhu ketika terjadi pemadaman listrik.

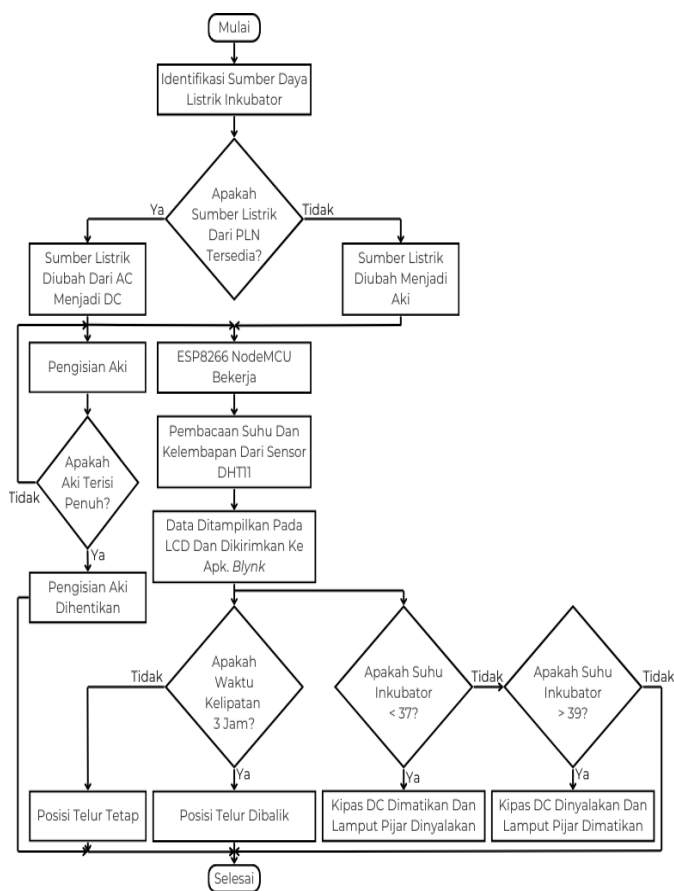
Penambahan PLTS serta baterai pada inkubator berfungsi untuk menghadirkan adanya sumber energi cadangan ketika terjadi pemadaman listrik. Hal ini dinilai kurang tepat karena menambahkan PLTS dan baterai memerlukan investasi yang tidak murah. Pada penelitian ini, fokus yang ingin dicapai adalah mengembangkan inkubator dengan sistem IoT agar dapat dipantau dari jarak jauh serta dilengkapi sumber energi cadangan yang lebih efektif dan efisien, serta lebih murah.

## II. METODOLOGI PENELITIAN

Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah *research and development* (R & D), yaitu penelitian dan pengembangan [15]. Proses dimulai dengan melakukan studi literatur pada penelitian terdahulu pada inkubator penetas telur ayam. Hal ini dilakukan untuk mengetahui perkembangan yang telah terjadi serta batasan dan kendala yang masih ditemui. Selanjutnya, dirumuskan masalah dan solusi yang diusulkan untuk menghasilkan inkubator penetas telur ayam yang lebih baik. Penelitian terbagi menjadi beberapa tahap yang dijabarkan sebagai berikut.

### A. Diagram Alir Prinsip Kerja Inkubator

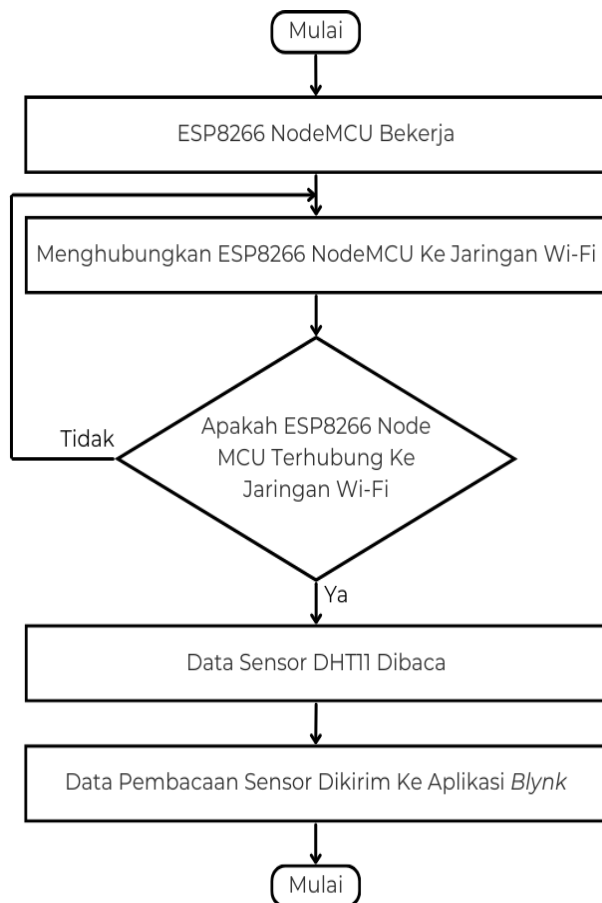
Tahap pertama adalah membuat diagram alir untuk menggambarkan prinsip kerja inkubator. Prinsip kerja menjadi bagian fundamental untuk memastikan inkubator yang dirancang dapat menjawab permasalahan yang diangkat. Diagram alir prinsip kerja inkubator disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Prinsip Kerja Inkubator.

Pada Gambar 1, proses kerja inkubator dimulai dengan mengidentifikasi sumber daya listrik yang tersedia. Ketika sumber listrik yang terbaca berasal dari PLN, maka aki tidak akan bekerja dan masuk pada kondisi pengisian. Setelah sumber listrik diubah dari AC menjadi DC, Selanjutnya listrik dialirkan menuju ESP8266 NodeMCU. Mikrokontroler ini berfungsi untuk mengendalikan lampu pijar dan kipas DC untuk menjaga suhu inkubator, serta motor sinkron untuk membalikkan posisi telur. Suhu inkubator dijaga agar selalu berada dalam rentang 37 °C hingga 39 °C, sedangkan posisi telur akan dibalik setiap 3 jam sekali. Inkubator perlu dipantau secara berkala untuk memastikan bahwa pengaturan yang dibuat berfungsi dengan semestinya. Untuk mempermudah proses pemantauan ini, inkubator akan dihubungkan dengan teknologi IoT sehingga dapat dipantau dari jarak jauh. Diagram alir dari proses inkubator yang terhubung ke IoT disajikan pada Gambar 2.

Seluruh data hasil pembacaan sensor DHT11 akan ditampilkan pada aplikasi *Blynk*. Akan tetapi, teknologi IoT yang digunakan hanya terbatas pada pemantauan jarak jauh. Pengaturan dari inkubator tidak dapat diubah melalui aplikasi *Blynk*. Setelah memiliki konsep dari prinsip kerja inkubator berbasis IoT, maka inkubator dapat dirancang.

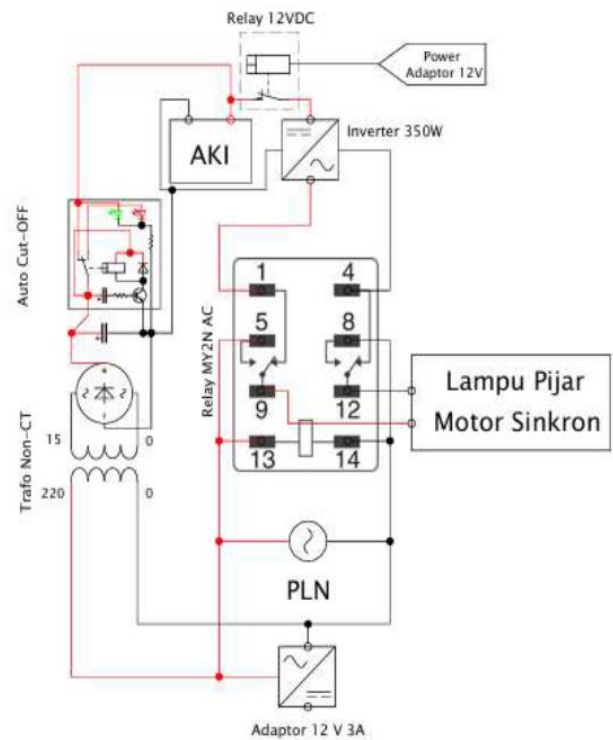


Gambar 2. Alir dari proses inkubator yang terhubung ke IoT.

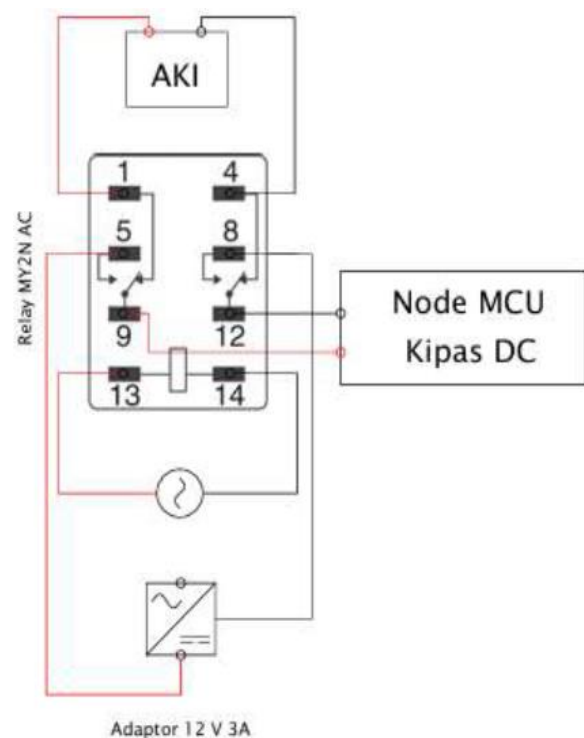
### B. Perancangan Inkubator

Pada tahap ini perancangan inkubator terbagi menjadi 2, perancangan diagram pengkabelan dan perancangan bentuk fisik inkubator. Diagram pengkabelan terdiri atas diagram sistem pada inkubator dan diagram sistem *automatic transfer switch* (ATS). Diagram sistem pada inkubator disajikan pada Gambar 2. Komponen yang digunakan pada inkubator mencakup kipas DC, modul relay, RTC DS3121, DHT11, motor sinkron, lampu pijar, LCD 16 × 2, *step down* dan ESP8266 NodeMCU. Diagram pengkabelan ATS disajikan pada Gambar 3.

ATS berfungsi untuk mengubah sumber listrik untuk menyuplai inkubator. Sistem *interlocking* AC berfungsi untuk memisahkan sumber listrik aki sehingga inkubator bekerja menggunakan sumber listrik PLN, sedangkan sistem *interlocking* DC berfungsi untuk memisahkan sumber listrik PLN sehingga inkubator bekerja menggunakan sumber listrik aki. Sumber listrik PLN merupakan sumber daya utama, sedangkan sumber listrik aki merupakan sumber daya cadangan. ATS juga berperan untuk mencegah pengisian daya listrik yang berlebihan pada aki. Ketika aki telah terisi penuh, maka ATS akan memutuskan hubungan sumber listrik PLN untuk mengisi aki. Selanjutnya, diagram pengkabelan dari keseluruhan sistem disajikan pada Gambar 3.

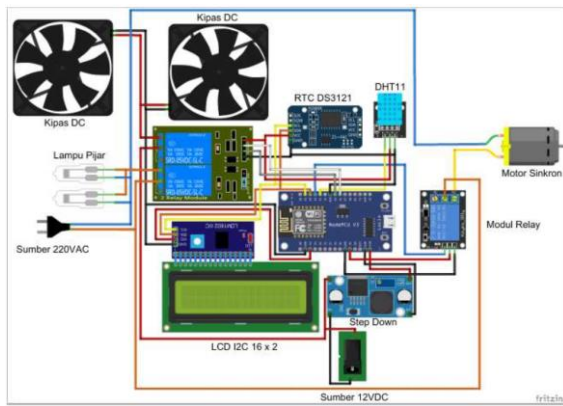


(a) Sistem Interlocking AC



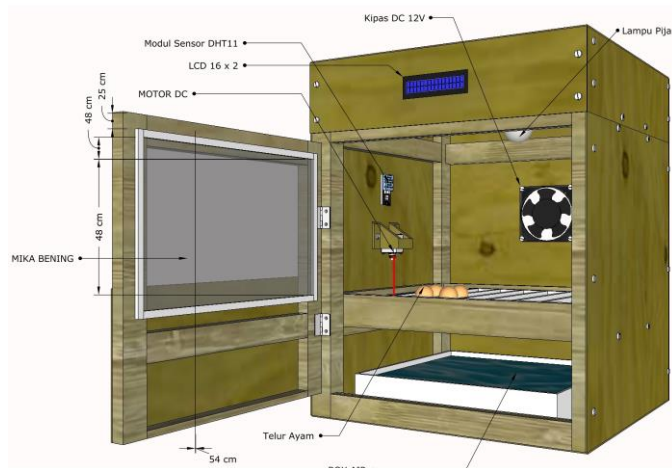
(b) Sistem Interlocking DC

Gambar. 3 Diagram Pengkabelan ATS



Gambar. 4 Diagram Pengkabelan Seluruh Sistem Inkubator

Setelah diagram pengkabelan selesai dibuat, untuk memastikan inkubator yang dirancang sesuai dengan kebutuhan, dibuatlah rancangan bentuk fisik inkubator yang disajikan pada Gambar 5.



Gambar. 5 Rancangan Fisik Inkubator Berbasis IoT

### C. Bahan Pembuatan Inkubator

Bahan yang digunakan untuk membuat inkubator berbasis IoT disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Bahan Pembuatan Inkubator

| Nama Komponen               | Jumlah |
|-----------------------------|--------|
| Modul ESP8266 NodeMCU       | 1      |
| Sensor DHT11                | 1      |
| Modul RTC                   | 2      |
| Motor Sinkron               | 1      |
| LCD 16x2                    | 1      |
| Kipas DC 12 V               | 3      |
| Lampu Pijar 5 W             | 2      |
| Aki 12 V                    | 1      |
| Inverter 350 W              | 1      |
| Stepdown                    | 1      |
| Modul Relay 1 dan 2 Channel | 1      |
| Transformator 3 A           | 1      |

## III. HASIL PENELITIAN

### A. Hasil Inkubator Berbasis IoT Dan Panduan Pemakaian

Inkubator berbasis IoT yang telah dibuat disajikan pada Gambar 6.



Gambar. 6 Inkubator Berbasis IoT

Alat ini dapat bekerja secara optimal dengan beberapa ketentuan sebagai berikut:

1. Lokasi untuk mengoperasikan inkubator berbasis IoT memiliki sumber internet berupa Wi-Fi.
2. Suhu ruang tidak ekstrem.
3. Sumber cadangan listrik tersedia (aki 12 V).

Jika ketiga kondisi tersebut terpenuhi, maka inkubator berbasis IoT dapat dioperasikan dengan panduan sebagai berikut:

1. Hubungkan inkubator ke sumber listrik PLN serta pasang sumber listrik cadangan.
2. Nyalakan inkubator dan tunggu hingga terhubung dengan Wi-Fi.
3. Siapkan air di wadah kosong, lalu letakan dibagian bawah telur. Volume air akan menentukan air kelembapan inkubator. Sesuaikan banyaknya air agar nilai kelembapan berada dalam rentang 60 % hingga 70 %.
4. Letakan telur ayam pada wadah yang tersedia di dalam inkubator.
5. Tutup inkubator dengan rapat, kemudian tunggu proses penetasan sekitar 21 hari.
6. Informasi terkait dengan proses penetasan tersedia pada LCD di bagian depan inkubator.
7. Untuk memantau proses penetasan dari jarak jauh, buka aplikasi *Blynk* dan hubungkan dengan inkubator.
8. Selama proses penetasan, periksa volume air secara berkala setiap 7 hari sekali.

### B. Pengujian Sensor DHT11

Sensor DHT11 adalah sensor yang berfungsi untuk mengukur suhu dan kelembapan. Sensor ini digunakan pada inkubator untuk memantau suhu dan kelembapan di dalamnya. Untuk mengevaluasi akurasi sensor tersebut, dilakukan pengujian dengan membandingkan hasil pengukuran sensor DHT11 dengan higrometer. Pengujian dilakukan dengan memvariasikan suhu inkubator dalam rentang 37 °C hingga 45 °C serta kelembapan dalam rentang 50% hingga 35%. Hasil pengujian disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan Hasil Pengukuran Sensor DHT11 Dan Higrometer

| No | Pembacaan Suhu (°C) |            | Pembacaan Kelembapan (%) |            |
|----|---------------------|------------|--------------------------|------------|
|    | DHT11               | Higrometer | DHT11                    | Higrometer |
| 1  | 37                  | 37,1       | 50                       | 49         |
| 2  | 38                  | 37,6       | 49                       | 49         |
| 3  | 38                  | 38,6       | 49                       | 48         |
| 4  | 39                  | 39,8       | 49                       | 49         |
| 5  | 40                  | 39,9       | 49                       | 47         |
| 6  | 41                  | 41,8       | 43                       | 43         |
| 7  | 42                  | 41,8       | 43                       | 43         |
| 8  | 43                  | 42,9       | 41                       | 40         |
| 9  | 44                  | 44,5       | 36                       | 36         |
| 10 | 45                  | 45,9       | 35                       | 34         |

Berdasarkan Tabel 3, hasil pengukuran suhu dan kelembapan menggunakan sensor DHT11 menunjukkan nilai yang mendekati hasil pengukuran higrometer. Pada pengukuran suhu, selisih terbesar antara kedua perangkat terjadi pada data ke-10, yaitu sebesar 0,9 °C. Sementara itu, pada pengukuran kelembapan, selisih terbesar terjadi pada data ke-5, yaitu sebesar 2%. Sensor DHT11 memiliki toleransi suhu  $\pm 2$  °C dan kelembapan  $\pm 5$  % sehingga hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor ini memiliki akurasi yang baik. Setelah memastikan sensor DHT11 berfungsi serta memiliki akurasi yang baik, selanjut sensor ini digunakan untuk mengukur suhu dan kelembapan selama proses penetasan telur.

### C. Pengujian Inkubator Berbasis IoT

Pengujian inkubator dilakukan untuk mengevaluasi kinerja dari alat ini dalam menetas telur, kendali kipas DC 12 V dan lampu pijar untuk menjaga suhu dan kelembapan inkubator, sumber listrik cadangan serta pemantau inkubator berbasis IoT. Telur yang digunakan adalah telur ayam sebanyak 20 butir. Pengujian pertama dilakukan pada perkembangan telur ayam hingga menetas. Hasil pengujian ini disajikan pada Tabel 4.

Pengamatan dilakukan setiap 5 hari sekali untuk memantau perkembangan embrio di dalam telur. Embrio mulai menunjukkan tanda-tanda perkembangan setelah 5 diletakan di dalam inkubator, yang ditandai dengan penyebaran embrio ke dinding cangkang. Seiring dengan perkembangan embrio, ruang kosong yang terlihat saat telur disinari lampu akan semakin berkurang. Hal tersebut terlihat pada pengamatan hari ke-15. Telur mulai menetas pada hari ke-20 hingga ke-21. Namun, dari total 20 butir telur, terdapat 6 butir yang tidak menetas. Tingkat keberhasilan yang dicapai sebesar 70%.

Tabel 4. Pengamatan Proses Perkembangan Embrio Telur

| Hasil                                                                                | Keterangan                                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | Hari pertama, telur diletakkan pada rak yang tersedia di dalam inkubator. Embrio belum mengalami perkembangan. |
|    | Hari kelima, embrio mulai mengalami perkembangan dan sebagian mulai menyebar pada dinding cangkang telur.      |
|    | Hari kesepuluh, embrio telah menyebar menutupi hampir setengah dari cangkang telur.                            |
|   | Hari kelima belas, embrio semakin berkembang serta hampir menutupi seluruh dinding dari cangkang telur.        |
|  | Hari kedua puluh hingga dua puluh satu, telur mulai retak dan menetas.                                         |

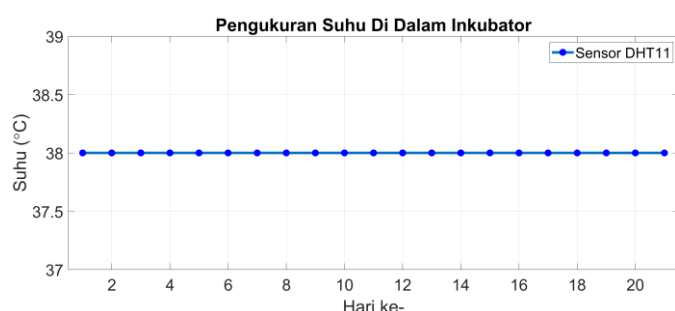
Telur yang tidak berhasil menetas disajikan pada Gambar 7. Setelah disinari dengan cahaya, terlihat bahwa telur tersebut tidak memiliki sedikit pun pembuluh darah di dalam cangkangnya. Hal ini mengindikasikan bahwa telur tersebut infertil (tidak dibuahi) atau embrio mati pada fase awal perkembangan. Kondisi lingkungan dapat mempengaruhi perkembangan telur, yang pada akhirnya menyebabkan embrio gagal berkembang hingga mati. Meskipun demikian, hanya 6 butir yang gagal menetas, sementara 14 telur lainnya berhasil menetas. Keberhasilan ini membuktikan bahwa kondisi lingkungan yang diatur sudah sesuai.

Pengujian kedua dilakukan untuk mengevaluasi kemampuan dari kipas DC 12 V dan lampu pijar dalam mempertahankan suhu dan kelembapan inkubator. Evaluasi dilakukan dengan mengukur nilai rata-rata harian suhu dan kelembapan yang disajikan pada Gambar 7.





Gambar. 6 Contoh Telur Yang Gagal Menetas



(a) Pengukuran Suhu



(b) Pengukuran Kelembapan

Gambar. 7 Pengukuran Suhu dan Kelembapan Di Dalam Inkubator

Nilai rata-rata harian suhu di dalam inkubator stabil pada 38 °C, sedangkan nilai rata-rata harian kelembapan bervariasi dalam rentang 62% hingga 68%. Kedua parameter ini memenuhi kondisi yang ditetapkan untuk lingkungan inkubator, yaitu suhu berada dalam rentang 37 °C hingga 39 °C serta kelembapan dalam rentang 60% hingga 70%. Hal ini menunjukkan bahwa kipas DC 12 V dan lampu pijar berfungsi dengan baik karena mampu menjaga stabilitas suhu dan kelembapan di dalam inkubator.

Pengujian ketiga dilakukan untuk mengevaluasi sumber listrik cadangan inkubator, meliputi kecepatan pergantian sumber listrik dan durasi maksimal daya yang dapat disuplai oleh sumber listrik cadangan. Hasil pengujian disajikan pada Tabel 4 dan 5.

Tabel 5. Pengujian Kecepatan Peralihan Sumber Listrik Inkubator

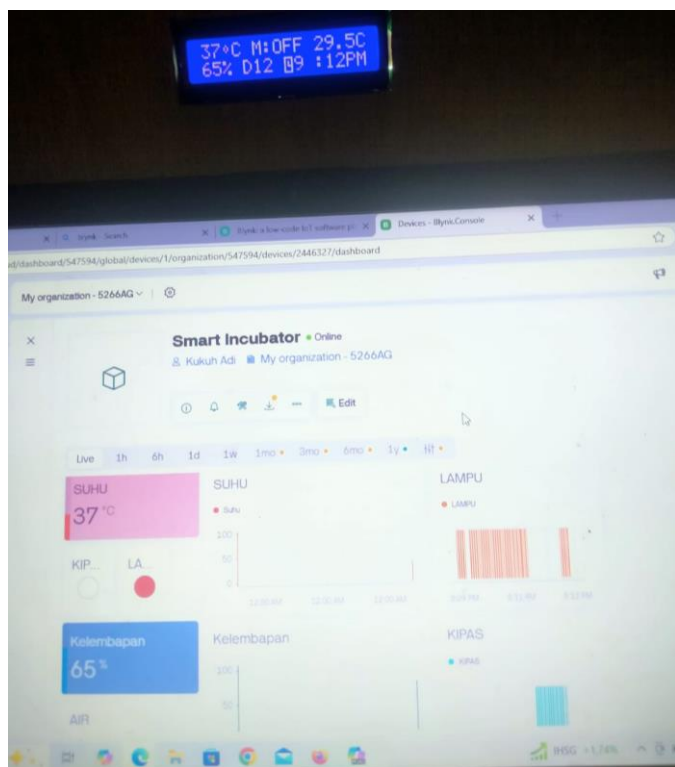
| No. Uji | Kecepatan Pergantian (detik) |
|---------|------------------------------|
| 1       | 1,15                         |
| 2       | 1,22                         |
| 3       | 1,05                         |

Tabel 6. Pengujian Durasi Sumber Listrik Inkubator

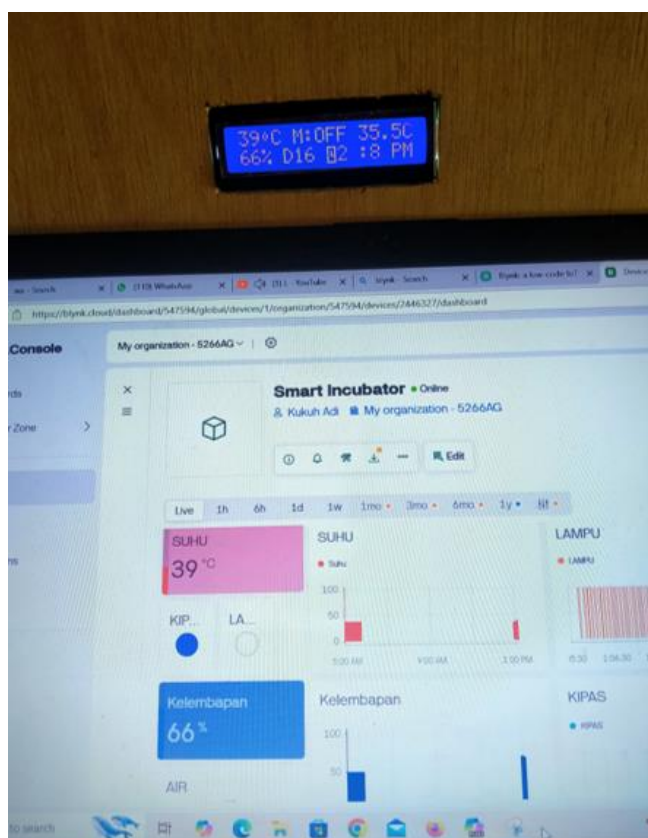
| No. Uji | Durasi Maksimal Daya (menit) |
|---------|------------------------------|
| 1       | 62                           |
| 2       | 61                           |
| 3       | 62                           |

Berdasarkan Tabel 5, peralihan sumber listrik saat terjadi pemadaman hanya memerlukan waktu sekitar 1 detik. Kecepatan peralihan ini memengaruhi kinerja sensor DHT11, kipas DC 12 V, dan lampu pijar. Peralihan yang lambat berpotensi menyebabkan suhu dan kelembapan di dalam inkubator tidak terpantau dan terkendali, sehingga dapat mengakibatkan embrio telur gagal berkembang hingga mati. Dengan waktu peralihan sekitar 1 detik, risiko tersebut dapat dicegah secara efektif. Sementara itu, berdasarkan Tabel 6, durasi maksimal daya yang dapat disuplai oleh sumber listrik cadangan adalah sekitar 1 jam. Meskipun waktu ini relatif singkat, terutama dalam situasi pemadaman listrik yang berlangsung lebih dari 1 jam, hal ini dapat diantisipasi dengan meningkatkan kapasitas atau menambah spesifikasi sumber listrik cadangan yang digunakan.

Pengujian keempat dilakukan untuk mengevaluasi data-data terkait inkubator yang dikirim ke website *blynk*. Hasil pengujian disajikan pada Gambar 7 dan Gambar 8. Pada gambar 7 menunjukkan Informasi berupa suhu dan kelembapan yang ditampilkan pada LCD 16x2 dan website *blynk* menunjukkan data yang sama, yaitu suhu dengan nilai 37 °C dan kelembapan 65%. Nilai ini mengindikasikan bahwa tidak ada perbedaan data antara tampilan langsung pada inkubator maupun pada website sehingga inkubator dapat dipantau dari jarak jauh. Pemantauan jarak jauh berbasis IoT akan mempermudah dalam mengevaluasi inkubator selama proses penetasan telur. Sedangkan pada Gambar 8. Menunjukkan Informasi yang serupa seperti pada gambar 7. yaitu berupa suhu dan kelembapan yang ditampilkan pada LCD 16x2 dan website *blynk* menunjukkan data yang sama, yaitu suhu dengan nilai 39 °C dan kelembapan 66%. Nilai ini juga mengindikasikan bahwa tidak ada perbedaan data antara tampilan langsung pada inkubator maupun pada website sehingga inkubator dapat dipantau dari jarak jauh. Pemantauan jarak jauh berbasis IoT akan mempermudah dalam mengevaluasi inkubator selama proses penetasan telur. Dengan memonitoring jarak jauh bebuat pengguna tidak perlu lagi untuk memantau secara langsung untuk mengetahui nilai suhu dan kelembapan pada ruang alat penetas telur atau inkubator karena dapat langsung dipantau melalui website *blynk* yang digunakan pada alat penetas telur atau inkubator tersebut.



Gambar. 7 Informasi Inkubator Pada LCD 16x2 Dan Website Blynk



Gambar. 8 Informasi Inkubator Pada LCD 16x2 Dan Website Blynk

#### IV. KESIMPULAN

Alat Penetas Telur atau Inkubator berbasis IoT yang dibuat bekerja dengan baik dalam menetas telur ayam. Alat ini menggunakan mikrokontroler seperti ESP6288 sebagai otak yang memberikan perintah terhadap beberapa komponen seperti sensor DHT11, Motor Sinkron, Modul RTC, Relay, LCD 16x2, dll. Sistem kerja dari alat ini ialah sebagai kontrol suhu agar dapat terjaga dengan baik, sensor DHT sebagai pendeteksi suhu dan kelembapan pada ruang incubator, Motor sinkron sebagai penggerak dari pembalik telur otomatis, relay bekerja sebagai Switch dari lampu pijar, kipas DC, dan motor sinkron. Modul RTC sebagai pengatur waktu digital yang juga digunakan sebagai pemberi waktu untuk pembalikan telur. Dari semua data yang di hasilkan oleh beberapa komponen tersebut akan ditampilkan oleh display LCD 16x2. Pengaturan kondisi lingkungan yang diterapkan untuk menjaga suhu berada dalam rentang 37 °C hingga 39 °C serta kelembapan dalam rentang 60% hingga 70% mampu membuat telur ayam menetas dengan tingkat keberhasilan yang baik, yaitu sebesar 70%. Selain itu, fitur listrik cadangan yang ditambahkan dapat menyuplai listrik selama 1 jam lebih jika terjadi pemadaman listrik. Hal tersebut dapat menjaga suhu lingkungan di dalam inkubator tidak terpengaruh meskipun terjadi pemadaman listrik. Enam butir telur yang gagal menetas disebabkan tidak ada atau gagal berkembangnya embrio. Akan tetapi, jika merujuk dari total telur menetas, pengaturan suhu dan kelembapan yang diterapkan sudah tepat dan kegagalan tersebut terjadi lebih kepada kualitas dari telur itu sendiri.

#### REFERENSI

- [1] R. Fadhilurrohman, D. F. Suarman, M. Z. Umar, dan Y. Atifah, "Pengaruh Faktor Lingkungan Terhadap Reproduksi Ayam Ras Petelur," hlm. 709–714, 2021.
- [2] T. F. Sitorus, "PENGARUH LAMA PENYIMPANAN DAN FREKUENSI PEMUTARAN TELUR TERHADAP DAYA TETAS AYAM BURAS," *jpu*, vol. 5, no. 2, hlm. 10–19, Agu 2022, doi: 10.36490/jpu.v5i2.350.
- [3] Y. Mariani dan M. A. Hamzani, "PENGARUH SUHU PENETASAN TERHADAP FERTILITAS, MORTALITAS DAN DAYA TETAS TELUR AYAM KAMPUNG (*Gallus domesticus*) PADA INKUBATOR," *AGRIPEK (Jurnal Agribisnis dan Peternakan)*, vol. 1, no. 1, Art. no. 1, Apr 2021, doi: 10.51673/agripek.v1i1.611.
- [4] M. Salsabila, M. Halim, N. Tambun, dan D. Aurora, "ALAT PENETAS TELUR SEDERHANA".
- [5] A. F. U. Suduri, S. I. Haryudo, dan M. Widyartono, "Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 80 WP Untuk Alat Penetas Telur Berbasis Internet of Things," *JURNAL TEKNIK ELEKTRO*, vol. 10, no. 3, hlm. 587–596, Jul 2021, doi: 10.26740/jte.v10n3.p587-596.
- [6] K. Muttaqin, A. Ihsan, dan H. Irawan, "PENINGKATAN PRODUKTIVITAS TERNAK AYAM MELALUI TEKNOLOGI INKUBATOR MESIN PENETAS TELUR BERBASIS INTERNET OF THING," *JMM*, vol. 6, no. 5, Okt 2022, doi: 10.31764/jmm.v6i5.10812.
- [7] H. Yoal, W. Dirgantara, dan S. Subairi, "Monitoring Suhu dan Kelembapan pada Penetas Telur Otomatis Menggunakan Metode Fuzzy Sugeno Berbasis IoT," *Blend Sains Jurnal Teknik*, vol. 2, no. 2, Art. no. 2, Okt 2023, doi: 10.56211/blendsains.v2i2.356.
- [8] M. R. R. Jusman, S. Masita, dan M. Dzarfaraby, "SISTEM KONTROL & MONITORING MESIN PENETAS TELUR BERBASIS IOT," *Mechatronica Journal in Professional and Enteprenuer*, vol. 3, no. 2, hlm. 64–71, 2021.
- [9] A. S. Dinata dan Rahayu, "RANCANG BANGUN ALAT PENETAS TELUR OTOMATIS BERBASIS ARDUINO UNO," *JIMEL*, vol. 1, no. 1, doi: <https://doi.org/10.33365/jimel.v1i1>.

- [10] I. Aditia, R. Ilham, dan J. P. Sembiring, "PENETAS TELUR OTOMATIS BERBASIS ARDUINO DENGAN MENGGUNAKAN SENSOR DHT11," *JIMEL*, vol. 1, no. 1, doi: <https://doi.org/10.33365/jimel.v1i1>.
- [11] F. Ardiansyah, M. F. Lawasi, dan C. F. Hadi, "Sistem Monitoring Inkubator Penetas Telur Berbasis Android," vol. 01, 2019.
- [12] F. Ariani, R. Y. Endra, E. Erlangga, Y. Aprilinda, dan A. R. Bahan, "Sistem Monitoring Suhu dan Pencahayaan Berbasis Internet of Thing (IoT) untuk Penetasan Telur Ayam," *Expert. Jurnal. Sistem. Inf. dan. teknologi*, vol. 10, no. 2, hlm. 36, Des 2020, doi: 10.36448/jmsit.v10i2.1602.
- [13] M. Iqbal dan O. Candra, "Rancang Bangun Alat Incubator Telur Otomatis Berbasis Internet Of Things (IOT) Menggunakan Wemos D1 R1," *JTEIN*, vol. 4, no. 2, Agu 2023, doi: 10.24036/jtein.v4i2.434.
- [14] I. F. Almadani, "Rancang Bangun Sistem Automatic Transfer Switch Antara Listrik PLN Dan PLTS Skala Kecil Untuk Alat Penetas Telur Berbasis Internet Of Things," vol. 10.
- [15] Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta, CV, 2010.