

RANCANG BANGUN ALAT PENGONTROL SUHU DAN KELEMBAPAN PADA TEMPAT PENETASAN TELUR MENGGUNAKAN SENSOR DHT22 DAN MOTOR SWING BERBASIS IoT

¹⁾ Ika Wahyu Kinnasih, ²⁾ Dzulkifli

^{1) 2)} Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya, Email: dzulkifli@unesa.ac.id

Abstrak

Penetasan telur selama 21 hari menggunakan mesin tetas ini memiliki beberapa keuntungan, serta penggunaannya menjadi lebih mudah apabila dibandingkan cara penetasan konvensional. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengembangkan dan mengaplikasikan pemanfaatan sensor DHT22 sebagai mesin penetas telur otomatis berbasis IoT. Tujuannya adalah dapat mempermudah pekerjaan para peternak dalam melakukan pemantauan kondisi telur di dalam ruang penetas dari jarak maksimal 10 m. Kelebihan mesin ini yaitu biaya perakitan lebih murah serta sudah menggunakan sensor terbaru yaitu DHT22 untuk sensor suhu dan kelembapan, motor swing untuk penggerak telur otomatis. Metode penelitian yang dilakukan yaitu menggunakan 1 buah lampu pijar/bohlam 220V/AC, digunakan 6 butir telur untuk uji coba pada mesin tetas berukuran 30x30 cm yang terbuat dari bahan triplek dengan tebal 5 cm. Dan pengaturan suhu antara 36-40 °C dengan kelembapan 45-68%. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini kemudian dianalisis dan diperoleh nilai korelasi antara suhu dan kelembapan yaitu -0,9903 yang berarti bahwa suhu dan kelembapan memiliki hubungan yang berlawanan. Nilai standart error yang kurang dari 0,1 pada variabel suhu dan nilai kurang dari 1 untuk kelembapan, hal tersebut berarti bahwa pengaturan suhu pada mesin tetas telur otomatis ini sudah cukup akurat.

Kata Kunci: Penetas Telur, Suhu, DHT22, IoT

Abstract

Hatching eggs for 21 days using a hatching machine has several advantages, and its use is easier when compared to conventional hatching methods. This research is intended to develop and apply the use of the DHT22 sensor as an IoT-based automatic egg incubator. The aim is to facilitate the work of farmers in monitoring the condition of eggs in the hatchery from a maximum distance of 10 m. The advantages of this machine are that the assembly cost is cheaper and has used the latest sensors, namely DHT22 for temperature and humidity sensors, swing motors for automatic egg propulsion. The research method used was 1 incandescent lamp/bulb 220V/AC, 6 eggs were used for testing on a 30x30 cm incubator made of plywood with a thickness of 5 cm. And the temperature setting is between 36-40 °C with 45-68% humidity. The results obtained from this study were then analyzed and the correlation value between temperature and humidity was -0.9903, which means that temperature and humidity had an opposite relationship. The standard error value is less than 0.1 for the temperature variable and the value is less than 1 for humidity, which means that the temperature setting on this automatic egg incubator is quite accurate.

Keywords: Hatching egg, Temperature, DHT22, IoT

PENDAHULUAN

1. Statistik Produksi Telur

Sektor peternakan berperan penting bagi perekonomian masyarakat di Indonesia. Dikarenakan sektor peternakan merupakan roda penggerak perekonomian dan pembangunan di wilayah pedesaan. Di Indonesia, pertumbuhan penduduk semakin meningkat juga memiliki dampak terhadap tingkat konsumsi pangan masyarakat baik produk nabati maupun hewani, salah satu kebutuhan protein hewani dapat diperoleh melalui daging unggas dan telur. menunjukkan (Jufri, et al., 2015) menyatakan bahwa kebutuhan masyarakat terhadap daging ayam semakin meningkat. Hal tersebut tentunya memberi dampak positif bagi para peternak ayam. Para peternak ayam tersebut terus melakukan upaya agar dapat meningkatkan usahanya dalam pembibitan ayam dengan tujuan untuk mencegah berkurangnya jumlah ayam pedaging dan ayam yang dibudidayakan untuk diambil telurnya.

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (2018), rata-

rata konsumsi daging ayam perkapita seminggu di Indonesia pada tahun 2013-2017 sebesar 0,100 kg dan pertumbuhan rata-rata sebesar 12,30% per tahun. Pada Tabel 1 menjelaskan bahwa kebutuhan konsumsi terhadap daging dan telur ayam semakin meningkat setiap tahunnya.

Tabel 1. Rata-rata Konsumsi Daging Ayam per Kapita Seminggu di Indonesia Tahun 2014-2018. (Sumber: BPS 2018)

No	Tahun	Konsumsi (Kg)	Perkembangan (%)
1	2014	0,078	-
2	2015	0,086	10,26
3	2016	0,103	19,77
4	2017	0,111	7,77
5	2018	0,124	11,41

Berdasarkan Tabel 1 rata-rata konsumsi daging ayam perkapita seminggu di Indonesia memiliki kecenderungan positif, dengan adanya peningkatan pada setiap tahun. Konsumsi pada daging ayam tertinggi terdapat pada tahun 2017 yaitu sebesar 0,124 kg/kapita.

Arfian (2020) menjelaskan bahwa kenaikan konsumsi telur ayam sebesar 0,19 kilogram per kapita per tahun di saat pandemi. Sehingga konsumsi menjadi sebesar 18,35 kilogram per kapita per tahun dari sebelumnya 18,16 kilogram per kapita per tahun. Terdapat perbedaan antara permintaan dan pasokan. Terhadap permintaan memang ada peningkatan yang cukup tinggi pada tahun 2021.

Berdasarkan data Dinas Peternakan provinsi Jawa Timur (2018), perkembangan produksi daging ayam kampung di Jawa Timur pada tahun 2014- 2018 ditunjukkan pada Tabel. 2.

Tabel 2. Perkembangan Produksi Daging Ayam Kampung Di Jawa Timur (Sumber : BPS 2018)

No	Tahun	Produksi (Kg)	Perkembangan (%)
1	2014	37,199,456	-
2	2015	35,885,187	-3.53
3	2016	31,566,818	-12.03
4	2017	42,114,651	33.41
5	2018	43,305,395	2.83

Berdasarkan pada Tabel 2, perkembangan produksi daging ayam kampung di Jawa Timur mengalami penurunan sebesar -3,53% dengan produksi 35.885.187 kg pada tahun 2015, -12,03% dengan produksi 31.566.818 kg pada tahun 2016. Pada tahun 2017 mengalami peningkatan sebesar 33,41% dengan produksi 42.114.651 kg dan pada tahun 2018 meningkat 2,83% dengan produksi 43.305.395 kg.

Suprijatna (2010) produksi daging ayam sempat mengalami penurunan yang cukup banyak pada tahun 2016. Produksi yang rendah dapat dipengaruhi oleh lamanya periode mengasuh anak ayam serta waktu istirahat bertelur. Satu diantara faktor yang menyebabkan produksi telur rendah yaitu ketika pemeliharaan ayam lokal hal tersebut dikarenakan terdapat sifat mengerami pada ayam yang sangat kuat (Suprijatna, 1993).

2. Penetasan Telur Konvensional & Mesin Penetas

Peternak yang masih menggunakan sistem konvensional dalam proses produksi telur memerlukan waktu yang lama. Sehingga, peternak dalam memenuhi kebutuhan pasar yang cepat membutuhkan alat yang dapat membantu proses produksi telur lebih cepat. (Nesheim *et al.*,1979) menyatakan bahwa mesin tetas merupakan mesin yang mempunyai prinsip kerja seperti induk ayam ketika mengerami telur. Mesin tetas harus memenuhi syarat-syarat yang telah ditentukan agar dapat memastikan perkembangan struktural dan fisiologi embrio anak ayam terjadi dengan baik. Ketika membuat alat tetas perlu mempertimbangkan berbagai solusi untuk mengatur parameter biologi seperti suhu, kelembapan serta sirkulasi udara.

Penetasan telur dengan menggunakan mesin penetas memiliki beberapa keuntungan serta penggunaannya lebih mudah dibandingkan dengan cara konvensional. Satu di antaranya yaitu telur dapat ditetaskan dalam jumlah banyak pada satu waktu, selain itu juga diperlukan tekun dan teliti dalam proses perancangan mesin penetas telur otomatis, seperti penyeleksian telur, cara penyimpanan telur (posisi dan letak telur), suhu dan kelembapan juga harus tetap terjaga. (Yuwanta,1983) menambahkan bahwa proses menetas telur dengan memakai mesin penetas mempunyai kelebihan dibanding dengan telur yang menetas dengan alami, seperti : dapat dilakukan kapan saja, menghasilkan anak dalam jumlah yang banyak dalam satu waktu, dapat melakukan controlling serta penyeleksian telur.

Beragam cara telah diupayakan oleh peternak maupun peneliti agar dapat menciptakan mesin penetas telur yang memiliki daya tetas yang optimal dan aplikasi yang bisa mempermudah dalam melakukan pemantauan kondisi dalam ruang mesin penetas telur. Satu di antara teknologi yang umum dipakai yaitu inkubator dengan tujuan menetas telur agar dapat meningkatkan masa panen. Di dalam mesin penetas telur otomatis terdapat beberapa faktor yang dapat ditentukan sebagai parameter keberhasilan, seperti dengan penggunaan lampu pijar 25W(watt) memiliki fungsi pengaturan temperatur serta cahaya, temperatur harus disesuaikan dengan standar 36 °C - 40 °C (Aswad, 2014).

3. Penetasan Telur dengan IoT

DHT11 merupakan sensor suhu dan kelembapan yang lebih dulu diciptakan dibandingkan sensor DHT22. DHT11 merupakan sensor suhu dan kelembapan digital dengan kabel tunggal yang dapat membaca nilai kelembapan dalam presentase (20-90% RH) dan nilai suhu dalam °C (0-50 °C). Sensor DHT22 merupakan seri terbaru. Sensor DHT22 dipergunakan sebagai alat pendeteksi temperatur ruang yang materialnya terbuat dari bahan semikonduktor berupa variabel resistor. Perubahan suhu di sekitar sensor dapat memicu perubahan nilai besaran tahanan listrik bahan tersebut. Besaran tahanan listrik tersebut kemudian terbaca oleh Arduino Uno dan diterjemahkan dalam satuan suhu derajat Celcius (Nedelkovski, 2016).

kelebihan yang dimiliki oleh Sensor DHT22 ialah kualitas yang unggul dari segi respon, kecepatan pembacaan data, ukuran yang praktis dan transmisi sinyal dengan batas 20 meter (Ada, 2016). Alat yang digunakan secara otomatis memberi umpan balik berupa besarnya temperatur udara yang dideteksi dan mikrokontroler memproses data temperatur tersebut. Selanjutnya muncul output yang telah diprogram di layar LCD. Varian sensor DHT22 selain memiliki input temperatur udara, bentuk lainnya ialah berupa sensor kelembapan udara (Nedelkovski, 2016).

Saptadi (2014) menyatakan bahwa perbandingan hasil penelitian mengenai suhu dan kelembapan antara DHT11 dan DHT22 dengan Thermo-Hygrometer sebagai acuan, terungkap bahwa DHT22 atau AM2302 menghasilkan keakuratan lebih tinggi dibanding DHT11

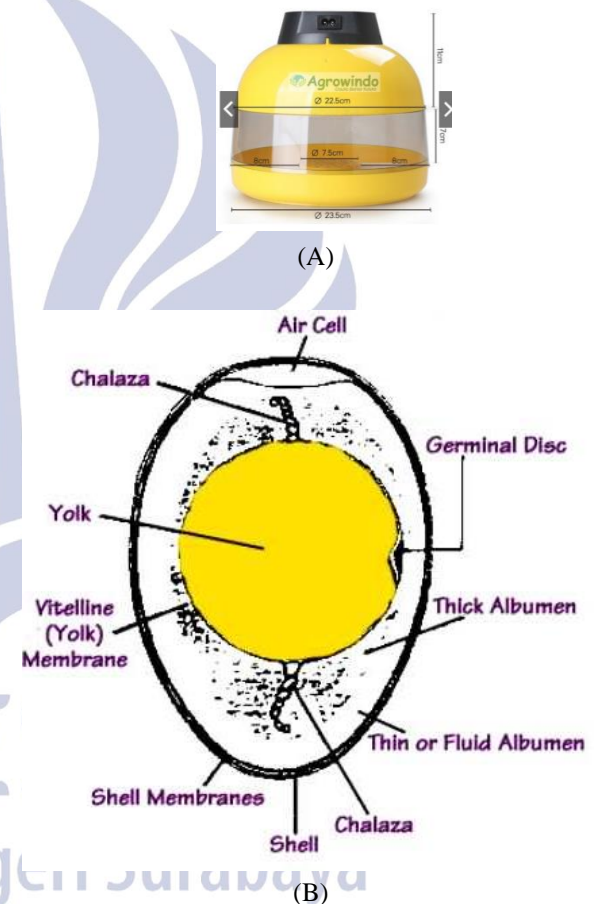
dengan galat relatif pengukuran suhu 4% (<4,5%) dan kelembapan 18% (<19,75%). Hasil penelitian ini digunakan pula untuk mengetahui DHT11 mempunyai rentangan galat/error relatif yang lebih besar yaitu 1-7% pada pengukuran suhu dan 11-35% pada pengukuran kelembapan (Selain penggunaan sensor DHT 22 sebagai pengatur temperatur pada mesin tetas telur, juga perlu diperhatikan faktor “pemutaran telur” demi hasil yang optimal.

Synchronous motor adalah motor AC tiga-fasa yang dijalankan pada kecepatan sinkron, tanpa slip. Synchronous motor adalah motor AC tiga-fasa yang dijalankan pada kecepatan sinkron, tanpa slip. Secara umum penggunaan motor sinkron difungsikan sebagai generator, akan tetapi motor sinkron tetap digunakan oleh industri yang membutuhkan ketelitian putaran dan putaran konstan. Motor sinkron ialah motor arus bolak-balik (AC) yang penggunaannya tidak selalu motor asinkron. Pada umumnya, pemanfaatan motor sinkron diperuntukkan sebagai generator, namun motor sinkron tetap dipakai oleh industri-industri yang memerlukan ketelitian putaran dan putaran regular. Sebuah motor sinkron bekerja pada kecepatan regular, dengan kondisi tanpa beban. Apabila motor diberi beban, maka motor akan berusaha berada pada putaran yang regular. Ketika pemberian beban terlalu banyak, maka motor akan melepaskan kondisi sinkronnya (*Torsi Pull-out*). Kelemahan yang dimiliki motor sinkron ketika proses start awal karena tidak adanya torsi start awal sehingga membutuhkan beberapa alat bantu untuk membantu start awal menuju kondisi yang sinkron/sesuai dengan kebutuhan (Chandra, 2010).

Ahaya dan Akuba (2018) menyatakan bahwa tersedianya alat penetas telur dengan menggunakan sistem rak putar memberikan kemudahan agar tidak perlu setiap hari melakukan rotasi telur secara manual pada proses penetasan telur. Mesin dilengkapi dengan pemanas berupa 5 buah lampu pijar dengan total 25 Watt untuk kapasitas 120-150 butir telur. Digunakan 34 telur dengan hasil pengujian 19 telur berhasil menetas, sedangkan telur tidak menetas sebanyak 15 telur. Pengaturan suhu antara 38-39°C serta memperoleh keberhasilan penetasan yang cukup memuaskan sebesar 44,11%.

Hasil penelitian alat tetas telur yang berbasis IoT oleh (Sanjaya, 2018) ialah pengembangan inkubator telur pintar untuk menetas telur puyuh. Sistem yang dibuat menggunakan sensor *Digital output Humidity Temperature* (DHT) dan mikrokontroler Arduino untuk mengontrol suhu, kelembapan, serta motor pemutar telur. Sebanyak 87,55% telur puyuh berhasil mereka tetaskan, 0,41% rusak, 1,84% menetas namun mati, dan sebanyak 10,2% tidak menetas. Dengan menggunakan 4 buah lampu 5 watt untuk meningkatkan temperatur. Alat ini dilengkapi dengan sistem IoT sehingga memudahkan peternak memonitor kondisi inkubator tanpa dilakukan secara langsung. Untuk memonitor diperlukan interface IoT dibuat dengan menggunakan Python dan Virtual Network Computing (VNC).

Perakitan mesin penetas telur ayam otomatis pada penelitian ini menghabiskan biaya yang jauh lebih ekonomis dibandingkan dengan membeli yang dijual di *e-commerce* saat ini yaitu di shopee pada Gambar 1 dengan harga Rp. 600.000 dengan kapasitas yang sama dan sudah terdapat motor swing serta menggunakan sistem yang berbasis IoT. Dengan menggunakan mesin penetas telur yang berbasis IoT ini sangat efisien dan mempermudah peternak dalam mengkondisikan temperatur di dalam inkubator tanpa perlu mengecek ke tempat penetasan telur.



Gambar 1. (A) Mesin Penetas Telur ukuran 25x25x15 cm (Sumber : Shopee, 2022) ; (B) Struktur telur (Sumber: <https://agrotek.id/hewan/telur>)

Sehubungan dengan latar belakang maka kebaruan dalam penelitian ini yaitu digunakannya motor swing untuk menggerakkan telur dikarenakan dinilai lebih stabil dan mudah diperoleh. Sistem inkubator mesin tetas telur yang masih dilakukan secara manual dengan induk ayam, dapat diganti dengan sistem inkubator penetas telur berbasis IoT (*Internet of Things*) sebagai pendukungnya. IoT ialah sistem komputerisasi yang terkoneksi dengan mesin-mesin elektronik melalui jaringan internet sehingga membantu pekerjaan manusia. IoT sangat mampu untuk dipahami oleh setiap orang (Endra *et al.*, 2019). Dengan menerapkan konsep IOT dapat mempermudah untuk memonitor temperatur

dan pencahayaan tanpa mendatangi kandang secara langsung. Hanya dengan mengkoneksikan alat dan dimonitori melalui aplikasi berbasis mobile, mampu meningkatkan masa panen dan jumlah dari telur hasil bibit unggul induk ayam yang menetas secara efektif.

METODE

1. Alat dan Bahan

Dalam Penelitian ini menggunakan beberapa komponen untuk perakitan alat pengontrol suhu dan kelembapan pada tempat penetasan telur.

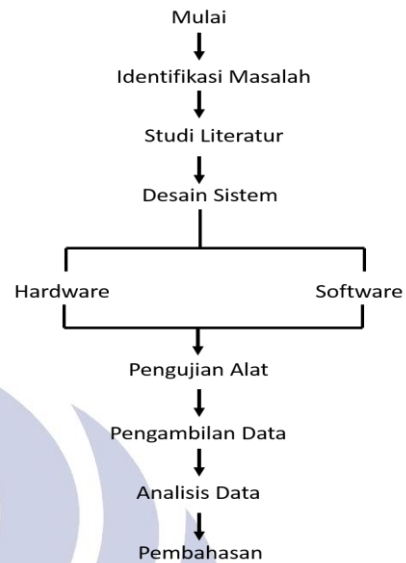
Tabel 3. Komponen perakitan alat dan fungsinya.

No.	Nama Komponen	Jumlah	Fungsi
1.	Arduino Uno	1 buah	Sebagai mikrokontroler
2.	LCD i2C	1 buah	Sebagai pembaca hasil dari sensor DHT 22 yang di proses ke Arduino Uno.
3.	Bluetooth HC05	1 buah	Sebagai modul komunikasi nirkabel.
4.	Sensor Suhu DHT 22	1 buah	Sebagai pendeteksi suhu dan kelembapan ruang.
5.	Modul Step Down LM2596	1 buah	Sebagai converter step down pada arus DC.
6.	Module Relay Channel 2	1 buah	Sebagai modul komunikasi digital output pada hasil rangkaian.
7.	Lampu Pemanas 220V	1 buah	Sebagai alat pemanas pada saat proses penelitan dilaksanakan.
8.	Motor AC 220V AC	1 buah	Sebagai penggerak mesin pada saat arus AC.
9.	Kabel Data	1 buah	Sebagai penghubung rangkaian alat dengan sumber tegangan.
10.	Kotak akrilik	1 buah	Sebagai tempat proses penetasan telur.

2. Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Januari-Maret 2022. Penelitian dilakukan di Kecamatan Pandaan. Terdapat beberapa variabel penelitian yaitu variabel manipulasi, variabel respon dan variabel Kontrol. variabel manipulasi pada penelitian ini menggunakan suhu, dan variabel responnya yaitu kelembapan dan

banyak telur yang menetas, sedangkan variabel kontrolnya yaitu kondisi telur, banyak telur, ukuran ruangan penetasan, bahan dinding tempat penetasan. Berdasarkan penjelasan tersebut, pemanfaatan sensor suhu DHT22 sebagai alat pengatur suhu berbasis IoT seperti pada penelitian seperti Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian ini.

Penelitian ini memiliki diagram alir seperti pada Gambar 2, berikut penjelasannya:

2.1 Mulai

Pada awal memulai penelitian hal yang harus dilakukan yaitu menentukan tujuan penelitian, topik penelitian kemudian dikembangkan. Pengembangan pada penelitian ini yaitu pembuatan mesin penetas telur ayam berbasis IoT agar dapat mempermudah pekerjaan peternak.

2.2 Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah dilakukan dengan melihat perbedaan antara fakta di lapangan dengan teori dalam ilmu pengetahuan. Setelah identifikasi masalah dilakukan kemudian ditentukan masalah dan bagaimana cara penyelesaiannya.

2.3 Studi Literatur

Studi literatur merupakan pengumpulan informasi, pencatatan data dan pustaka terkait dengan penelitian yang akan dilakukan kemudian mengolah bahan yang telah ditemukan dalam hal ini dikumpulkan semua data terkait dengan mesin penetas telur otomatis.

2.4 Desain Sistem

Desain sistem *hardware* terdiri dari beberapa aspek yaitu subsistem pendeteksi suhu dan kelembapan ruang, subsistem mikrokontroler dan subsistem keluaran (output). Desain sistem *software* dilakukan dengan pengaturan koding serta pengaturan bluetooth HC05 yang berbasis Arduino Uno dan IoT.

2.5 Pengujian Alat

Pengujian alat atau mesin penetas telur dilakukan selama 21 hari. Pembacaan suhu dibandingkan antara

di LCD i2c dengan aplikasi yang ada di smartphone.

2.6 Pengambilan Data

Pada bagian ini merupakan proses pemerolehan data yang dilakukan selama 21 hari sejak telur ayam pertama kali dimasukkan ke dalam mesin penetas. Data yang diperoleh berupa suhu dan kelembapan.

2.7 Analisis Data

Pada bagian ini merupakan pemaparan hasil dari analisis data yang ada.

2.8 Pembahasan

Pada bagian ini merupakan penjelasan mengenai temuan yang telah dilakukan dalam penelitian ini, kemudian dibandingkan dengan penelitian sebelumnya.

3. Desain Sistem Alat

Perancangan pada penelitian ini terdiri dari tiga subsistem utama:

3.1 Subsistem Pendeteksi Suhu dan Kelembapan Ruang.

Subsistem pendeteksi suhu ruang pada penelitian ini menggunakan sensor DHT22. DHT22 adalah seri paling baru dari sensor suhu dan kelembapan, pada mana DHT22 mempunyai resolusi yang lebih besar, sampling rate yang lebih tinggi, serta ketelitian yang lebih akurat apabila dibandingkan dengan seri sebelumnya yaitu DHT11 (Tri, 2009). DHT22 merupakan chip tunggal kelembapan relatif serta multisensor suhu yang tersusun dari modul yang telah dikalibrasi keluaran (output) digital. DHT22 merupakan chip tunggal kelembapan relatif serta multisensor suhu yang tersusun dari modul yang telah dikalibrasi keluaran (output) digital. Pada pengukuran suhu, data yang dikeluarkan dalam ukuran 14 bit, kemudian untuk kelembapan data yang dikeluarkan berukuran 12 bit. Output dari sensor DHT22 berupa data digital, agar dapat mengakses data tersebut dibutuhkan pemrograman tertentu tetapi tidak diperlukan pengkondisian sinyal atau ADC. ADC pada mikroprosesor umumnya hanya dapat menerima input tegangan positif dengan rentang tegangan terbatas. Untuk itu sinyal dari sensor perlu diperkuat/diperlemah, dan digeser supaya tepat dengan rentang tegangan ADC. Sensor DHT22 digunakan dibanding dengan sensor DHT11 dikarenakan mempunyai range pengukuran yang lebih luas antara 0-100% pada sensor kelembapan dan 40 °C - 125 °C pada sensor suhu (Saptadi, 2014).

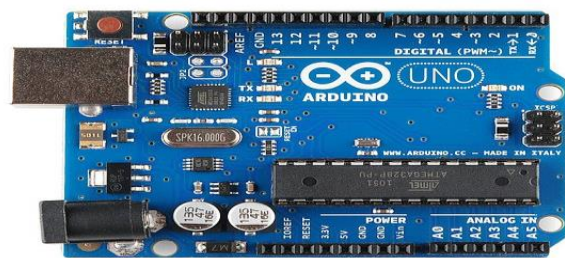


Gambar 3. Sensor DHT22
(Sumber: Data Pribadi)

Reaksi yang dihasilkan oleh sensor DHT22 digunakan oleh fan DC yang kemudian dapat berputar pada saat level kelembapan menyentuh 60% pada saat suhu >40 °C, namun hal tersebut dapat diatasi dengan mengganti nilai pada sketch. DHT22 membutuhkan supply tegangan 2.4 dan 5.5 V. Pada DHT22 juga terdapat SCK yaitu berupa data biner yang keluar dari master ke slave yang berfungsi sebagai clock pada frekuensi tertentu. SCK (Serial Clock Input) berfungsi untuk mensinkronkan komunikasi antara mikrokontroler dengan DHT22, selain itu juga memiliki fungsi untuk mentransfer data dari dan ke DHT22 (Saptadi, 2014).

3.2 Subsistem Mikrokontroler

Penelitian ini menggunakan Arduino Uno yang merupakan papan tunggal pengendali mikro dan menjadi salah satu proyek *Open Source Hardware*. Arduino dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam banyak bidang (Andrianto dan Darmawan, 2016). Arduino Uno adalah suatu mikrokontroler yang mampu melakukan proses input yang telah diberikan melalui bahasa pemrograman *open source* yang nantinya dapat menghasilkan output pada Gambar 4. Pada Arduino Uno terdapat 14 pin digital di antaranya 6 pin output PWM, 6 input analog, 16 MHz osilator kristal, sebuah koneksi USB, konektor sumber tegangan, sebuah header ICSP, dan sebuah tombol reset (Bangun dan Fahmi, 2021). Hasil dari pembacaan suhu dan kelembapan ruang oleh sensor DHT22 akan diproses Arduino sehingga dapat ditampilkan pada a Liquid Crystal Display (LCD) i2c yang berukuran 16x2 cm Gambar 5. LCD i2c merupakan salah satu modul lcd dengan pengendalian paralel serial data sinkron menggunakan protokol I2C/IIC (*Inter Integrated Circuit*) atau TWI (*Two Wire Interface*). LCD i2c ini berfungsi untuk menampilkan angka dan teks yang sudah diprogram dari Arduino (Deswar dan Pradana, 2021).



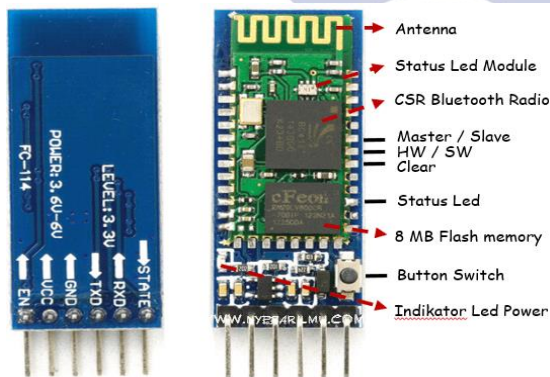
Gambar 4. Arduino Uno
(Sumber: Data Pribadi)



Gambar 5. LCD i2c
(Sumber : Data Pribadi)

Pada penelitian ini juga digunakan *bluetooth* yang merupakan sarana komunikasi yang bisa dipergunakan sebagai perantara (mediator) penghubungan satu alat elektronik dalam penelitian ini yaitu antara *smartphone* dengan alat elektronik lainnya yaitu penetas telur otomatis. Fungsi mendasar *bluetooth* yaitu memudahkan proses berbagi data baik video, audio ataupun berkas, sehingga menggantikan sarana perantara kabel dalam proses berbagi data. Module *bluetooth HC-05* adalah modul komunikasi nirkabel via *bluetooth* yang beroperasi pada frekuensi 2.4 GHz dengan pilihan dua mode konektivitas. Mode 1 berperan sebagai slave atau receiver data saja.

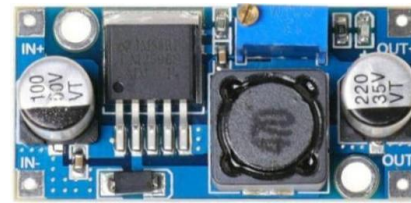
Mode 2 berperan sebagai master atau dapat bertindak sebagai *transceiver*. pengaplikasian komponen ini sangat cocok pada project elektronika dengan komunikasi nirkabel atau *wireless*. Aplikasi yang dimaksud antara lain aplikasi sistem kendali, monitoring, maupun gabungan keduanya pada Gambar 6.



Gambar 6. Bluetooth HC-05
(Sumber : nyebarilmu.com)

Penelitian ini menggunakan modul atau regulator step down IC LM2596 pada Gambar 7. IC LM2596 merupakan sirkuit terpadu atau *integrated circuit* yang memiliki fungsi untuk melakukan step down DC converter dengan current rating 3A. Modul ini terbagi menjadi beberapa jenis, IC seri ini dapat dibagi kedalam dua kelompok yaitu versi adjustable versi ini merupakan versi yang tegangan keluarannya dapat diatur, yang kedua yaitu versi fixed voltage output pada versi ini tegangan keluarannya sudah tetap atau fixed. Modul pada penelitian ini menggunakan seri

IC adjustable yang tegangan keluarannya dapat disesuaikan.



Gambar. 7 Modul step down LM2596
(Sumber : Hamdani et Al., 2019)

kelebihan modul step down LM2596 dibandingkan dengan step down tahanan resistor atau potensiometer yaitu besarnya tegangan output tidak berubah (stabil) walaupun tegangan input naik turun. Berikut merupakan gambar dari Modul step down LM2596.

3.3 Subsistem Keluaran (Output)

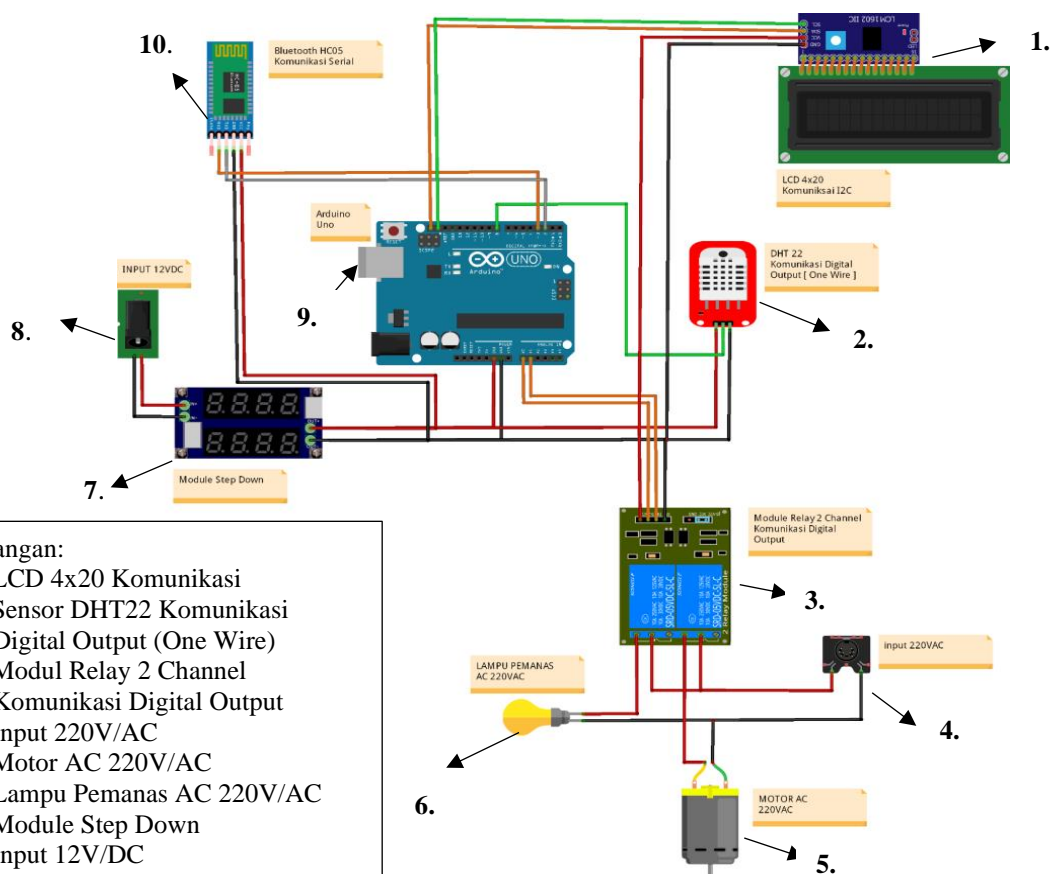
Subsistem keluaran pada mesin penetas telur otomatis ini berupa kelembaban dan nyala tidaknya lampu pijar yang terpasang pada ruang inkubator. Kelembaban tidak ditampilkan pada LCD i2c tetapi terbaca dan ditampilkan pada aplikasi di *smartphone* tetapi indikator waktu tidak terbaca di *smartphone*. Pada LCD i2c hanya dapat membaca 2 sensor sehingga ditampilkan hasil pembacaan sensor suhu dan waktu. Sehingga hanya pembacaan suhu yang terdapat pada LCD i2c dan *smartphone*. Penggunaan dua pembacaan pada layar *smartphone* dan pada LCD yaitu sebagai pembandingan seperti pada Gambar 8.



Gambar 8. Pembacaan Kelembaban dan Suhu pada Aplikasi.

4. Perakitan Alat

Merancang sistem dimulai dengan pembuatan blok diagram mesin tetas telur otomatis berbasis IoT yang menggunakan Arduino Uno sebagai mikrokontrolernya. Oleh karenanya, dibuatlah blok diagram seperti Gambar 9 yang bertujuan untuk bisa terlihat dengan jelas saat melakukan pengendalian sistem yang sesuai dengan alat yang telah dibuat, agar dapat diidentifikasi serta diketahui kekurangan yang terdapat pada alat tersebut.



Keterangan:

1. LCD 4x20 Komunikasi
2. Sensor DHT22 Komunikasi Digital Output (One Wire)
3. Modul Relay 2 Channel Komunikasi Digital Output
4. Input 220V/AC
5. Motor AC 220V/AC
6. Lampu Pemanas AC 220V/AC
7. Module Step Down
8. Input 12V/DC
9. Arduino Uno
10. Bluetooth HC05

Kabel Merah: Positif

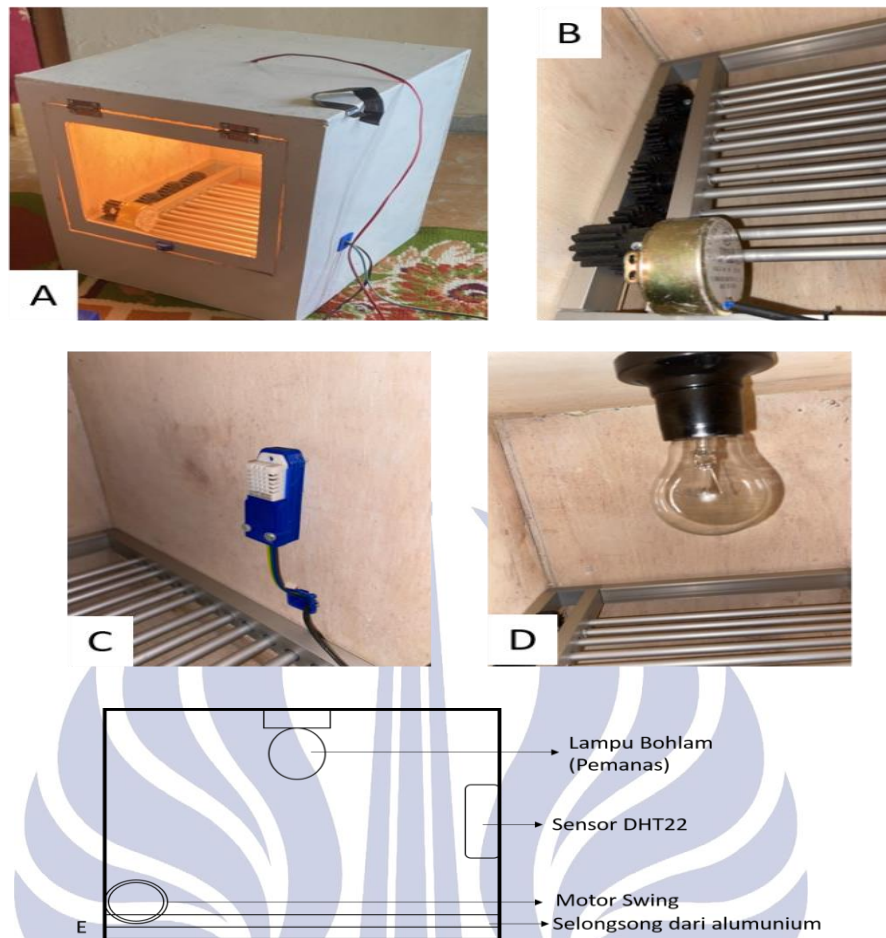
Kabel Hitam: Negatif

Kabel Orange, Hijau, Biru: Kabel Data

Gambar 9. Perakitan Alat pada Penelitian ini.

Dalam pembuatan prototype ini dilakukan dengan menyambungkan seluruh komponen pada Gambar 9 yang terdiri dari sensor suhu dan kelembapan DHT22, Arduino Uno sebagai mikrokontroler, LCD I2Ca aplikasi sebagai pembanding hasil dari hasil yang ada pad, Bluetooth HC05 sebagai modul komunikasi proses transfer data, Regulator Step Down sebagai converter tegangan arus DC, Input 12V/DC sebagai input data dari hasil pada arus DC, Modul Relay 2 Channel sebagai penghubung 2 saklar, Input 220V/AC sebagai input data dari hasil pada arus AC, Lampu Pemanas 220V/AC sebagai pemanas pada saat penelitian dilakukan dan Motor AC 220V/AC sebagai roda penggerak mesin saat penelitian. Merancang perangkat keras, pembuatan sistem implementasi mesin tetas telur lengkap dengan penambahan satu buah lampu pijar yang berfungsi untuk pemanas agar dapat menjadi penghangat bagi telur secara otomatis yang telah disesuaikan dengan

data yang terbaca pada sensor. Seperti pada Gambar 10 perancangan mesin penetas telur otomatis yang berkapasitas minimal 1 butir telur dan maksimal 10 butir telur ayam. Ukuran kotak inkubator: 30x30cm dan Kotak komponen alat: 15x13cm material kayu triplek 500mm lebih tebal dan kokoh, pada bagian depan terbuat dari akrilik untuk mempermudah pemantauan tanpa harus membuka inkubator. Jumlah selongsong 13 buah, material yang digunakan adalah aluminium dengan panjang 24 cm dan jarak antar selongsong 2 cm, jarak selongsong dengan atap 24 cm. Jenis pemanas yang digunakan yaitu lampu bohlam/pijar yang dipasang pada bagian atas ruang mesin tetas telur dikarenakan panas lebih merata dan harga lebih ekonomis. Penggunaan motor swing untuk menggerakkan telur agar panas yang diperoleh telur lebih merata terpasang pada bagian sebelah kiri bawah dekat dengan selongsong. Sensor DHT22 terpasang pada bagian dinding sebelah kanan.



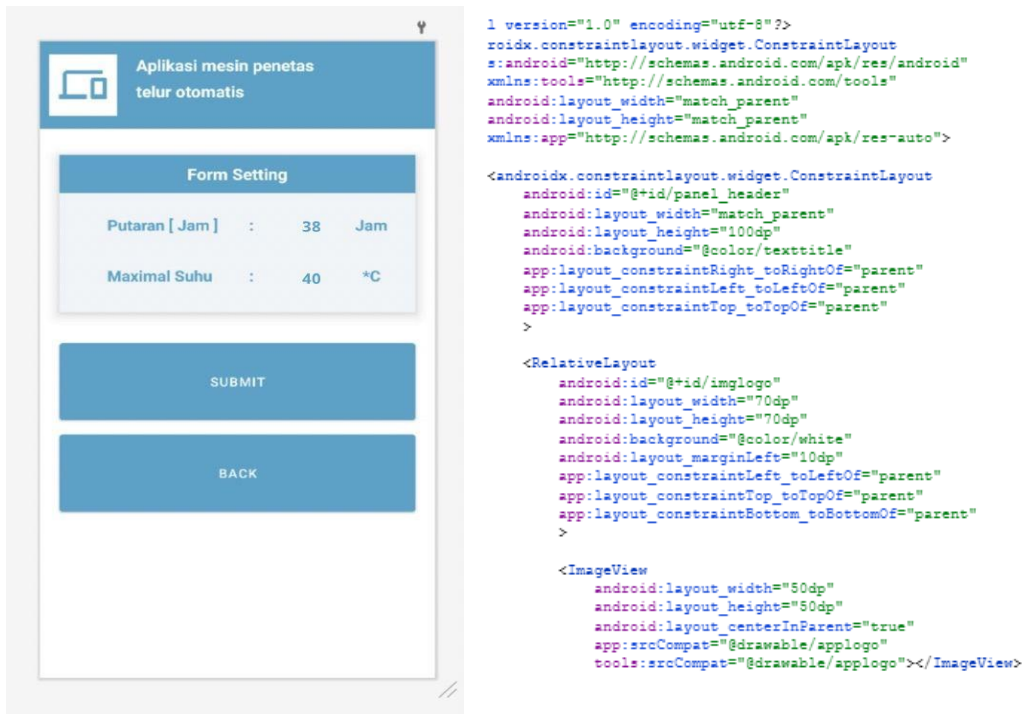
Gambar 10. a) Mesin Penetas Telur; b) Motor Swing; c) Sensor DHT22; d) Pemanas ; e) Rancang Bangun Tampak Atas Mesin Penetas Telur (Sumber : Data Pribadi)

5. Instalasi dan Pembuatan Piranti Lunak

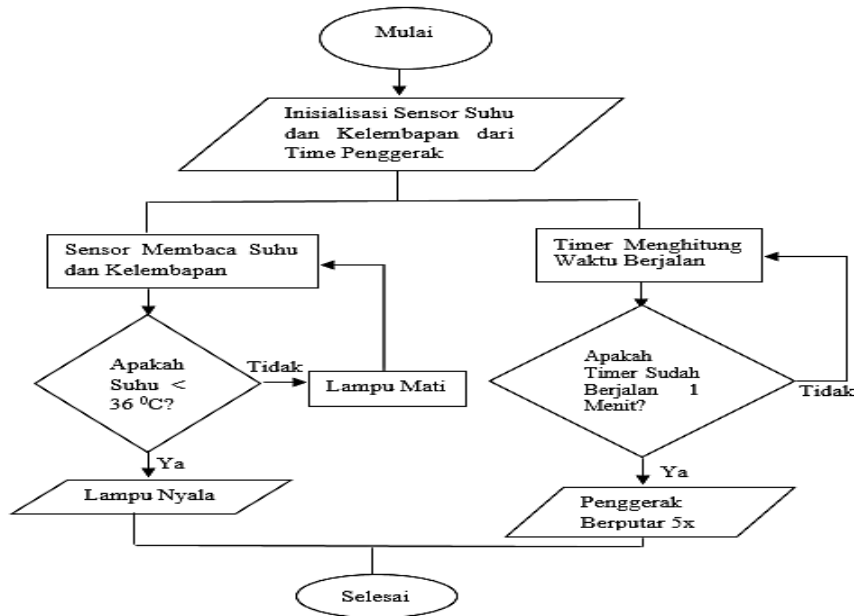
Pada penelitian ini digunakan bluetooth HC05 berbasis Arduino Uno dan IoT, merupakan sebuah ide menempatkan suatu objek mempunyai kemampuan untuk melakukan transfer data melalui jaringan tanpa membutuhkan interaksi dari manusia ke manusia maupun dari manusia ke perangkat komputer. IoT telah berkembang cukup pesat mulai dari konvergensi teknologi nirkabel, micro-electromechanical systems (MEMS), serta Internet (Suprpto *et al.*, 2019). IoT didefinisikan sebagai RFID yang merupakan sebuah metode komunikasi. IoT dapat mencakup berbagai teknologi sensor yang lain, seperti teknologi nirkabel dan kode QR yang banyak dijumpai di lingkungan sekitar (Suprpto *et al.*, 2019).

HC05 telah terinput suatu program yang sebelumnya dibuat dengan Arduino UNO yang selanjutnya akan memberi perintah kepada sensor suhu untuk dilanjutkan ke modul relay. Penggunaan modul relay serta sensor DHT22 berfungsi untuk mengatur jalannya program, lampu pijar menyala ketika suhu $<36^{\circ}\text{C}$, sedangkan lampu pijar akan padam ketika suhu $>39^{\circ}\text{C}$. Sensor suhu dapat menyalurkan informasi kepada mikrokontroler terkait kondisi suhu di dalam ruangan mesin tetas telur

kemudian mentransferkan data yang telah direkam kepada server bluetooth HC05 berformat TCP/IP. Selanjutnya data yang terdapat di dalam server bisa dimonitoring menggunakan handphone yang telah diinstal aplikasi penetas telur. Proses ini terdiri dari beberapa tahapan yaitu inialisasi merupakan tahap persiapan untuk seluruh komponen agar dapat melakukan penyimpanan yang nantinya berfungsi sebagai tempat pengolahan di dalam storage/penyimpanan. Saat proses tersebut berlangsung, time delay relay mulai melakukan persiapan agar dapat memberikan sinyal perintah kepada motor swing untuk melakukan pergerakan, kemudian sensor DHT22 memulai persiapan untuk melakukan pembacaan nilai suhu. Setelah itu proses pengolahan data yang telah diperoleh dari pembacaan data suhu, selanjutnya akan ditransferkan kepada lampu pijar/bohlam apabila suhu menunjukkan kurang dari 36°C lampu pijar otomatis menyala, apabila suhu menunjukkan angka lebih dari 39°C lampu pijar otomatis padam. Selanjutnya pada waktu yang bersamaan, ketika sensor mulai melakukan pembacaan nilai suhu, motor swing bergerak 1x putaran selama 12 detik dan 1 menit sebanyak 5x putaran. Pada Gambar 11 menunjukkan pengaturan coding dan bahasa pemrograman untuk aplikasi mesin penetasan telur ini.



Gambar 11. Pengaturan dan Coding pada Aplikasi Mesin Penetas Telur Otomatis
 Fungsi tombol *submit* : untuk mengatur suhu yang diinginkan, fungsi tombol *back* untuk keluar dari aplikasi.
 (Sumber : Data Pribadi)



Gambar 12. Flowchart Rancang Bangun Sistem Mesin Penetas Telur Otomatis Menggunakan Sensor DHT22 dan Motor Swing Berbasis IoT
 (Sumber: Data Pribadi)

6. Desain Uji Eksperimen

Pengujian alat dilakukan dengan menetapkan rentang suhu 35 o C hingga 40o C. Menurut (Pasaribu, 2018). Alat penetas telur otomatis yang telah dihasilkan dengan mengikuti kondisi suhu optimal untuk melakukan penetasan telur ayam 35,3 oC – 40,5 oC, selain itu juga memperhatikan

kelembapan di dalam ruang inkubator yaitu dengan rentang 60% - 70% yang dapat dihitung menggunakan rumus seperti Persamaan (1). Di dalam mesin penetas telur tersebut diletakkan sebanyak 6 butir telur ayam dan diinkubasi selama 21 hari untuk menguji keberhasilan.

$$\text{Kelembapan Relatif} = \frac{\text{Kelembapan mutlak}}{\text{Jumlah Uap air maksimum}} \times 100\% \dots \dots \dots (1)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengujian Mesin Penetas Telur

Proses instalasi dan perakitan telah dilakukan, sehingga diperoleh mesin tetas telur otomatis yang sudah dipasang DHT22 untuk pengaturan suhu serta motor swing yang berbasis IoT seperti pada Gambar 13.



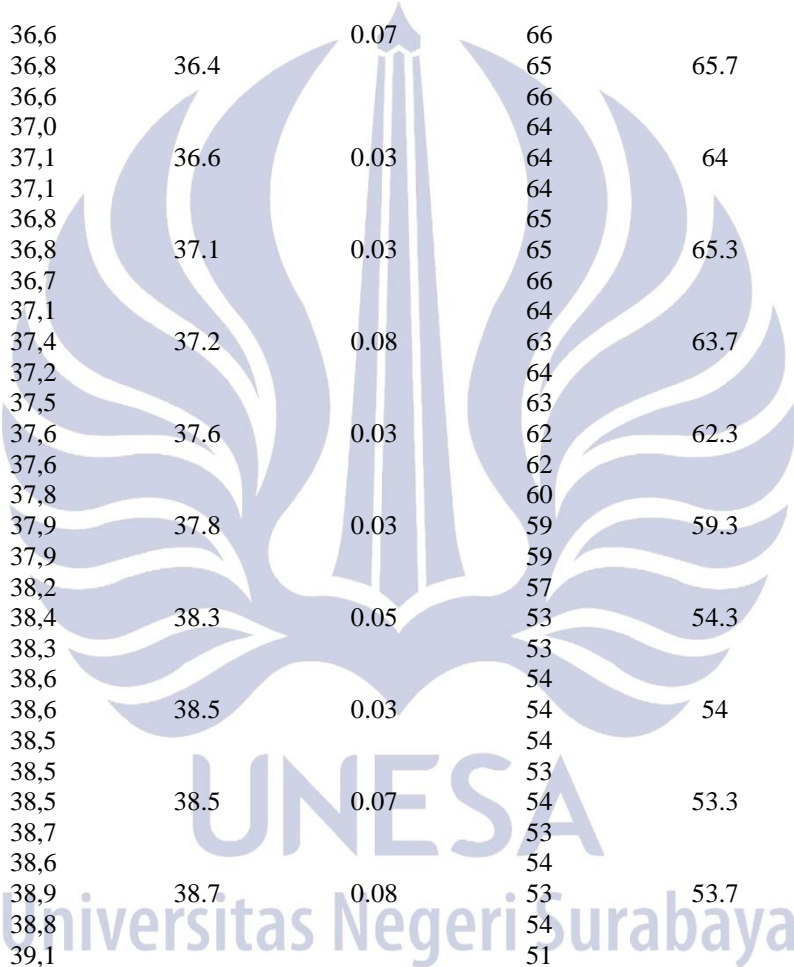
Gambar 13. Mesin Penetas Telur Otomatis
(Sumber : Data Pribadi)

Tahapan selanjutnya yaitu pengujian pembacaan suhu dan kelembapan pada mesin penetas telur otomatis. Sebanyak 6 butir telur ayam diletakkan di dalam mesin penetas selama 21 hari dengan suhu yang dimanipulasi. Terdapat hasil pengukuran suhu dan kelembapan pada

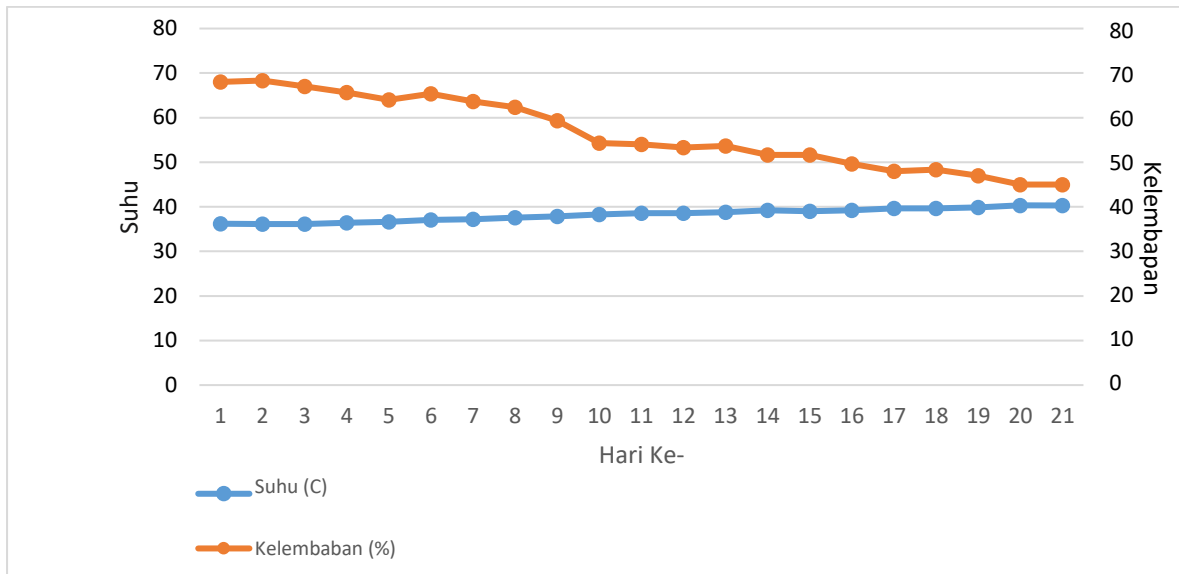
ruang tetas telur, sehingga grafik hubungan suhu dengan kelembapan pada ruang tetas telur dan hasil pembacaan suhu, kelembapan dan waktu pada LCD dan layar smartphone. Berikut merupakan hasil pengujian pada tempat penetasan telur.

Tabel 4. Pengukuran Suhu dan Kelembapan pada Ruang Penetasan Telur

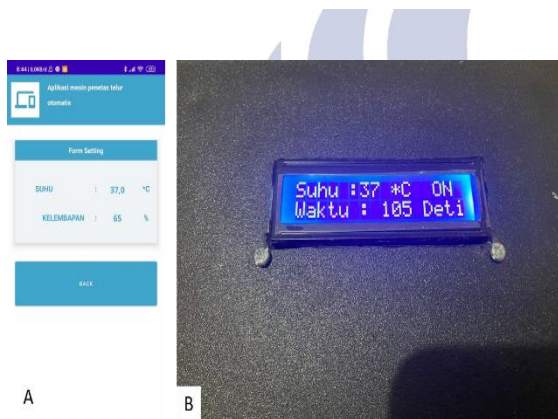
Hari	Jam (WIB)	Suhu (°C)	Rata-Rata Suhu (°C)	Standart Error Suhu	Kelembapan (%)	Rata-Rata Kelembapan (%)	Standart Error Kelembapan
1	04.00	36,2	36.2	0.03	68	68	0
	11.00	36,3			68		
	18.00	36,2			68		
2	04.00	36,0	36.1	0.06	69	68.3	0.33
	11.00	36,2			68		
	18.00	36,2			68		
3	04.00	36,3	36.1	0.06	68	67	0.57
	11.00	36,5			66		
	18.00	36,4			67		



	04.00	36,6		0,07	66		
4	11.00	36,8	36,4		65	65,7	0,33
	18.00	36,6			66		
	04.00	37,0			64		
5	11.00	37,1	36,6	0,03	64	64	0
	18.00	37,1			64		
	04.00	36,8			65		
6	11.00	36,8	37,1	0,03	65	65,3	0,33
	18.00	36,7			66		
	04.00	37,1			64		
7	11.00	37,4	37,2	0,08	63	63,7	0,33
	18.00	37,2			64		
	04.00	37,5			63		
8	11.00	37,6	37,6	0,03	62	62,3	0,33
	18.00	37,6			62		
	04.00	37,8			60		
9	11.00	37,9	37,8	0,03	59	59,3	0,33
	18.00	37,9			59		
	04.00	38,2			57		
10	11.00	38,4	38,3	0,05	53	54,3	1,33
	18.00	38,3			53		
	04.00	38,6			54		
11	11.00	38,6	38,5	0,03	54	54	0
	18.00	38,5			54		
	04.00	38,5			53		
12	11.00	38,5	38,5	0,07	54	53,3	0,33
	18.00	38,7			53		
	04.00	38,6			54		
13	11.00	38,9	38,7	0,08	53	53,7	0,33
	18.00	38,8			54		
	04.00	39,1			51		
14	11.00	39,3	39,2	0,05	52	51,7	0,33
	18.00	39,2			52		
	04.00	38,9			53		
15	11.00	39,1	39,0	0,07	51	51,7	0,67
	18.00	39,1			51		
	04.00	39,2			51		
16	11.00	39,5	39,2	0,08	49	49,7	0,67
	18.00	39,4			49		
	04.00	39,6			49		
17	11.00	39,8	39,6	0,08	47	48	0,67
	18.00	39,5			49		
	04.00	39,5			49		
18	11.00	39,7	39,6	0,07	48	48,3	0,33
	18.00	39,7			48		
	04.00	39,9			47		
19	11.00	40,0	39,9	0,05	46	47	0,57
	18.00	39,8			48		
	04.00	40,3			45		
20	11.00	40,5	40,3	0,08	44	45	0,57
	18.00	40,2			46		
	04.00	40,1			46		
21	11.00	40,4	40,2	0,08	44	45	0,57
	18.00	40,3			45		



Gambar 14. Grafik Perkembangan Suhu dan Kelembapan di Dalam Ruang Penetas Telur Otomatis.



Gambar 15. Pembacaan A) Kelembapan dan Suhu pada Aplikasi; B) Suhu pada layar LCD

Rentang pengukuran suhu yang terdapat pada Tabel. 4 merupakan rentang suhu yang disarankan pada sebuah inkubator penetas telur antara suhu 37-40 °C. Pengaturan suhu tersebut yakni diharapkan agar mendapatkan hasil yang optimal pada saat uji coba penetasan telur ayam. Kondisi suhu dan waktu rotasi telur muncul pada layar LCD yang telah disambungkan dengan alat penetas telur menggunakan kabel seperti pada Gambar 15. Penggunaan dua pembacaan pada layar smartphone dan pada LCD yaitu sebagai pembandingan. Fungsi tombol submit untuk mengatur suhu yang diinginkan, fungsi tombol back yaitu untuk keluar dari aplikasi. Berdasarkan grafik perkembangan suhu di dalam ruang penetas telur otomatis yang dilakukan selama 21 hari menunjukkan bahwa secara umum suhu mengalami peningkatan sedangkan terjadi penurunan kelembapan ruang.

Nilai korelasi antara suhu dan kelembapan yaitu 0,9903 yang berarti bahwa suhu dan kelembapan

memiliki hubungan yang berlawanan, apabila suhu meningkat maka kelembapan menurun begitu juga sebaliknya. Seperti pernyataan (Rahma, 2018) bahwa Kelembapan udara berbanding terbalik dengan suhu udara. Semakin tinggi suhu udara, maka kelembapan udara semakin kecil. Hal tersebut terjadi karena, tingginya suhu udara akan terjadi presipitasi (pengembunan) molekul. Nilai standart error pada suhu menunjukkan nilai kurang dari 0,1 dan pada kelembapan kurang dari 1, semakin kecil nilai standar error maka penduga sampel lebih akurat. Berdasarkan hal tersebut dapat dikatakan bahwa mesin penetas telur yang telah dirancang sudah cukup akurat. Pada penelitian ini kelembapan tidak dapat diatur, hanya suhu yang dapat diubah sehingga kelembapan mengikuti suhu ruang. (Rahayuningtyas *et al.*, 2016) menyatakan bahwa pada saat kelembapan udara tinggi maka suhu ruangan menjadi rendah. Kemudian setelah dilakukan uji coba tersebut selama 21 hari dihasilkan satu telur ayam yang menetas menjadi anak ayam pada Gambar 16.



Gambar 16. Satu telur pertama yang menetas menjadi ayam setelah 21 hari (Sumber: Data Pribadi)

2. Pembahasan

Pada penelitian ini telah dihasilkan mesin penetas telur otomatis berbasis IoT. Mesin penetas telur otomatis tersebut bisa membuat lampu menyala dan padam secara otomatis, hal tersebut disesuaikan dengan pengaturan suhu yang diperlukan untuk menetas telur. Kondisi suhu dan kelembaban ruang tetas dapat dipantau dari jarak maksimal 10 m melalui smartphone. Kondisi suhu dan waktu rotasi telur muncul pada layar LCD yang telah disambungkan dengan alat penetas telur menggunakan kabel. Penggunaan LCD bertujuan untuk mempermudah pembacaan suhu dan waktu rotasi. Penggunaan LCD i2c sudah sesuai untuk kebutuhan karena hanya menampilkan 2 kolom informasi berupa pembacaan suhu dan waktu rotasi.

Suhu dan kelembaban dideteksi menggunakan DHT22, jika suhu $<36^{\circ}\text{C}$ maka lampu akan menyala apabila suhu $>40^{\circ}\text{C}$ maka mikrokontroler secara otomatis mematikan lampu supaya tidak terjadi penambahan suhu ruang yang melebihi batas toleransi telur untuk dapat menetas dengan suhu $>40^{\circ}\text{C}$. Digunakan modul wireless bluetooth HC05 pada mesin tetas telur ini dengan jenis komunikasi serial SPP (Serial Port Protocol) yang dapat berfungsi pada frekuensi 2,4GHz, hal tersebut memungkinkan terjadinya komunikasi antar perangkat. Modul tersebut bisa berfungsi sebagai penerima sinyal dan sebagai master atau pengirim sinyal. Modul ini dapat dihubungkan dengan Arduino Uno, sehingga dapat menjalankan fungsinya dengan baik. Mesin penetas telur otomatis berbasis IoT dapat bekerja dengan baik dikarenakan mikrokontroler yang digunakan adalah arduino UNO yang mampu menerima input data suhu ruang mesin tetas telur kemudian menghasilkan output berupa kelembaban serta lampu pijar yang dapat menyala dan padam, indikator yang dapat menyebabkan hal tersebut yaitu tinggi rendahnya suhu ruang inkubator.

Motor swing pada mesin tetas telur otomatis juga bekerja dengan baik yaitu untuk meratakan suhu pada telur ayam, hal tersebut dapat dibuktikan bahwa telah terdaat satu butir telur yang menetas. Telur ayam menetas pada hari ke 21 hal tersebut berarti suhu serta kelembaban pada ruang tetas telur cukup optimal untuk telur dapat menetas seperti pernyataan (Maharani *et al.*, 2021) menyatakan bahwa apabila telur ayam menetas di hari ke 20 atau 21 hal tersebut berarti bahwa telur menetas pada waktu yang tepat, berarti suhu yang diatur sudah optimal dan sesuai apabila terlalu cepat menetas misalkan menetas pada hari 18-19 hal tersebut

berarti pengaturan suhu terlalu tinggi sehingga disarankan untuk menurunkan suhu ruang mesin tetas telur. (Simkiss, 1980) menambahkan bahwa pada suhu yang rendah menyebabkan lambatnya pertumbuhan embrio, sedangkan inkubasi dengan suhu tinggi berakibat pada pertumbuhan embrio yang lebih cepat namun memiliki efek samping yaitu rendahnya bobot ayam yang menetas. Sehingga pengaturan suhu di dalam ruang mesin penetas telur pada penelitian ini dapat dikatakan sesuai dan optimal untuk menetas telur ayam.

Selain suhu, kelembaban juga memiliki peranan penting dalam proses penetasan telur sehingga kelembaban tetap diamati dalam penelitian ini. Suhu dan kelembaban merupakan faktor penting untuk perkembangan embrio. Suhu yang terlalu tinggi akan menyebabkan kematian embrio ataupun abnormalitas embrio, sedangkan kelembaban mempengaruhi pertumbuhan normal dari embrio (Wulandari, 2002). Suhu dan kelembaban dalam mesin tetas harus stabil untuk mempertahankan kondisi telur agar tetap baik selama proses penetasan. Kelembaban diperlukan guna menjaga keseimbangan kadar air pada telur. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan (Suprijatna *et al.*, 2005) bahwa kelembaban memegang peranan penting dalam menetasnya telur. Kelembaban berfungsi untuk mengurangi kehilangan cairan dari dalam telur selama proses penetasan, membantu pelapukan kulit telur pada saat akan menetas sehingga anak unggas mudah memecahkan kulit telur.

Pasaribu (2018) menyatakan bahwa kelembaban pada ruang penetas telur itu relatif, umumnya pada periode pengeraman kelembaban harus berada pada 50% – 55% dan pada periode penetasan atau pada hari ke 19– 21 kelembaban udara naik sedikit yaitu berkisar 60%-70%. Pada penelitian ini kelembaban berkisar antara 45-68% bergantung pada pengaturan suhu ruang.

Kelebihan

Perangkat mesin penetas telur otomatis ini dilengkapi dengan sensor terbaru yaitu DHT22 serta adanya motor swing yang mampu mengoptimalkan kinerja mesin. Material alat yang digunakan ekonomis dan desain sederhana.

Kekurangan

Mesin penetas telur otomatis berbasis IoT pada penelitian ini berukuran kecil yang artinya kapasitas telur yang dapat ditetaskan dalam satu periode hanya sedikit. Kelembaban hanya dapat terbaca pada aplikasi android

Tabel 5. Refrensi Hasil dari pada Penetasan Telur

Refrensi (nama dan tahun)	Metode penelitiannya	Hasil (berupa menetas pada hari keberapa)
Ahaya & Akuba (2018)	Menggunakan lampu pijar 5 watt sebanyak 5 buah (suhu 38°C-40 °C) dan penggerak berupa rak putar	Telur menetas pada hari ke-21 dengan keberhasilan 44,11%
Faisal <i>et al.</i> (2020)	Menggunakan suhu 38°C-40 °C serta alat tambahan termostat dan rak geser otomatis	Telur mulai menetas pada hari ke-19 dengan persentase keberhasilan 80%
Asali dan Tan (2021)	Alat Penetas Telur Ayam Otomatis Dengan Pengiriman Data Via SMS Gateway Berbasis Arduino Nano	Telur mulai menetas pada hari ke-21 dengan keberhasilan 20%
Novianto <i>et al.</i> (2016)	Inkubator Telur Ayam Menggunakan DHT 11 Sebagai Sensor Suhu (37 °C -40 °C) dan Kelembapan	Telur mulai menetas pada hari ke-21 dengan keberhasilan 30%.
Kinnasih dan Dzulkifli (2022)	Mesin penetas telur otomatis menggunakan sensor DHT22 dan Motor Swing berbasis IoT (Suhu 36,1 – 40,3 °C)	Satu butir telur ayam dari 10 telur ayam menetas tepat pada hari ke 21 dengan keberhasilan 16,7%.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian menggunakan mesin penetas telur otomatis yang berbasis IoT yang dilengkapi dengan DHT22 dan motor swing yang

telah dirancang dan dibangun, hasil pengamatan menunjukkan bahwa Mesin Penetas Telur Otomatis Berbasis IoT mampu melakukan pekerjaan dengan cukup baik. Hal tersebut dikarenakan mikrokontroler yang digunakan berupa arduino UNO yang mampu menerima input data suhu dari mesin tetas telur kemudian menghasilkan output berupa kelembaban dan lampu yang akan menyala atau mati sesuai dengan program yang telah ditentukan. Nilai suhu dan kelembaban telah termonitoring dengan cukup baik melalui server bluetooth yang terdapat pada aplikasi di smartphone. Mesin penetas telur juga dilengkapi dengan motor swing pada bagian bawah yang berguna untuk menggerakkan telur dan mampu bergerak secara otomatis sesuai dengan waktu yang telah ditentukan pada time delay relay. Penelitian ini berhasil menetas telur pertama tepat waktu yaitu pada hari ke-21 dengan tingkat keberhasilan 16,7% seperti pada Tabel 5. Sedangkan telur lainnya belum menetas dikarenakan beberapa faktor yang mempengaruhi seperti kualitas telur yang kurang baik. Sehingga dapat dikatakan bahwa Mesin Penetas Telur Otomatis Berbasis IoT ini mampu dipergunakan dengan cukup maksimal untuk memudahkan peternak telur dalam memantau suhu dan kelembapan ruang tetas telur dari jarak yang maksimal 10 m.

SARAN

Penelitian ini terbatas pada pengujian 6 telur ayam selama 21 hari, diharapkan untuk penelitian selanjutnya lama uji coba dan kapasitas mesin penetas telur ditambah agar diperoleh hasil yang lebih akurat serta penambahan sensor kelembaban. Kemudian pembacaan pada LCD i2c terbatas pada suhu dan waktu/lama rotasi telur sedangkan variabel kelembaban hanya dapat ditampilkan menggunakan aplikasi pada smartphone sehingga diharapkan penelitian selanjutnya semua variabel dapat terbaca pada LCD maupun aplikasi. Untuk mengatasi telur yang memiliki kualitas kurang baik yaitu perlu dilakukan pemilihan telur dengan selektif dengan memperhatikan berat telur, bentuk telur, keutuhan kulit telur, kualitas kulit telur, warna kulit telur, kebersihan kulit telur, rongga udara, ratio induk, dan bau telur seluruh standart berbeda tergantung jenis telur unggas apa yang digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ada. (2016). *DHTxxSensors*. New York: Adafruit Industries.
- Ahaya, Ramdan dan Syamsu Akuba. (2018). Rancang Bangun Alat Penetas Telur Semi Otomatis. *Jurnal Teknologi Pertanian Gorontalo (JTPG)* Volume 3 No.1.
- Ardiyanto, A., Ariman, A dan Supriyadi, E. (2021). Alat Pengukur Suhu Berbasis Arduino Menggunakan Sensor Inframerah dan Alarm Pendeteksi Suhu Tubuh Diatas Normal. *SINUSOIDA*,23(1),pp.11-21.
- Arfian, Adye. 2020. Selama Pandemi Konsumsi Telur Meningkatkan, Hingga 2021 Nanti Harga Telur Ayam Diproyeksi Tetap Tinggi. <https://sigijateng.id/2020/selama-pandemi-konsumsi-telur-meningkat-hingga-2021-nanti-harga-telur-ayam-diproyeksi-tetap-tinggi/>
- Asali, Stenly dan Tan Suryani Solli. (2021). Rancang Bangun Alat Penetas Telur Ayam Otomatis Dengan Pengiriman Data Via SMS Gateway Berbasis Arduino Nano. *Jurnal Ilmiah Foristek Jurusan Teknik Elektro UNTAD* Vol. 11 No.1.
- Aswad, H. (2014). *Desain Pengujian Kontrol Suhu untuk Penetasan Telur Unggas menggunakan Lampu Dimmer*. [Online]. Available: <http://repositori.uinalauddin.ac.id/id/eprint/8064>.
- Candra, Mukhlis Eka. (2010). Design Incubators Motor Driver In Sync With Egg And Microcontroller Temperature As A Timer. *Sripsi*. Universitas Gunadharma.
- Deswar, F.A. and Pradana, R. (2021). Monitoring Suhu Pada Ruang Server Menggunakan Wemos D1, R1, Berbasis Internet of Things (IoT). *Technologia: Jurnal Ilmiah*, 12(1), pp.25-32.
- Endra, R. Y., A. Cucuc, and F. N. Affandi. (2019). The Concept and Implementation of Smart Room using Internet of Thing (IoT) for Cost Efficiency and Room Security. *J. Phys. Conf. Ser.*, Vol. 1381, No. 1.
- Faisal, M., Mohd. Isa. T. Ibrahim, dan Zulkarnain. (2020). Penggunaan Inkubator Telur Menggunakan Rak Geser Otomatis untuk Peternak Ayam di Kecamatan Kuta Baro Kabupaten Aceh Besar. *Jurnal Abdimas UNAYA*, Vol. 1, No. 1.
- Hamdani, E., Heni Puspita dan Dedy R. Wildan. (2019). Pembuatan Sistem Pengamanan Kendaraan Bermotor Berbasis Radio Frequency Identification (RFID). *INDEPT*, Vol. 8, No. 2 Juni.
- Jufril, Dhanny., Darwison, B. R., Derisma. (2015). Implementasi Mesin Penetas Telur Ayam Otomatis Menggunakan Metode Fuzzy Logic Control. *SEMNASSTEK*, Vol. 5, No. 4. Jakarta: Universitas Muhammadiyah Jakarta.
- Nedelkovski, D. (2016). *DHT 11 & DHT 22 Sensors Temperature and Humidity Tutorial using Arduino*. New York: Mechatronics.
- Nesheim, M. C., R. E. Austic dan L.E. Card. (1979). *Poultry Production*. Lea and Febiger, Philadelphia.
- Novianto, Dwi, Ika Setiyowati, dan Widitya Tri Nugraha. (2016). Rancang Bangun Inkubator Telur Ayam Menggunakan Sensor DHT 11 Sebagai Sensor Suhu dan Kelembapan. Universitas Tidar.
- Rahayuningtyas, A. dan S.I. Sari. (2016). Pengaruh Suhu dan Kelembapan Udara pada Proses Pengeringan Singkong (Studi Kasus: pengering Tipe Rak). *Jurnal Penelitian dan Pengabdian Masyarakat: 99-104*.
- Rahma. (2018). *Hubungan Kelembapan & Suhu Serta Kapasitas Udara*. Fakultas Pertanian Universitas Jambi.
- Sanjaya, W.S.M. (2018). The Development of Quali Eggs Smart Incubator for Hatching System Based on Microcontroller and Internet of Things (IoT). *Int. Conf. Inf. Commun. Technol. ICOLAT 2018*, Vol. 2018-Janua, No. March, pp. 407-411.
- Saptadi, A. H. (2014). Perbandingan Akurasi Pengukuran Suhu dan Kelembapan Antara Sensor DHT 11 dan DHT 22 Studi Komparatif pada Platform ATMEL AVR dan Arduino. *Jurnal INFOTEL ST3 Telkom Purwokerto*. Vol. 6, No. 2, November 2014.
- Simkiss, K. (1980). Eggshell Porosity and The Water Metabolism of The Chick Embryo. *Journal of Zoology*. 192; 1-8.
- Suprpto, D.E., Lestari, D., dan Aripriharta. (2019). Monitoring Temperature Trafo Distribusi 220V Dengan Arduino Berbasis IoT. *Jurnal INVONTEK POLBENG*. Vol. 9, No.1, p-ISNN: 2088-6225,e-ISNN 2580, 155-161.
- Suprijatna, E. (1998). Performans Reproduksi Ayam Kampung pada Pemberian Pakan Campuran Komersial dan Dedak Halus. *Jurnal Pengembang Peternak Tropis*. Vol. 23, No. 1:16.
- Suprijatna, E., U. Atmo Marsono dan R. Kartasudjana. (2005). Ilmu Dasar Ternak Unggas. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Suprijatna, E. (2010). Strategi Pengembangan Ayam Lokal di Indonesia. Badan Penerbit Universitas Diponegoro. Semarang.
- Tri, Hastono Djoko. (2009). Sistem Pengendali dan Pengukur Suhu pada Mesin Penetasan

Telur Berbasis Mikrokontroler AT 8951.

Semarang: Universitas Negeri Semarang.

Wulandari, A. (2002). Pengaruh Indeks dan Bobot Telur Itik Tegal Terhadap Daya Tetas. Kematian embrio dan Hasil Tetas. Skripsi Fakultas Peternakan Universitas Jenderal Soedirman. Purwokerto.

Yuwanta, Tri. (1993). Beberapa Metode Praktis Penetasan Telur. Fakultas Peternak UGM. Yogyakarta.



UNESA

Universitas Negeri Surabaya