

RANCANG BANGUN INCUBATOR PENETAS TELUR BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO UNO DILENGKAPI SENSOR DHT 22

Abdul Kodir Al bahar, Mujammil Haq

Abstrak - Indonesia adalah wilayah yang mempunyai penduduk atau masyarakat yang memiliki sebagian besar adalah peternak untuk menunjang keberhasilan dari peternakan pembibitan ayam menjadi hal yang penting. Alat penetas telur yang dilengkapi dengan peralatan pendukung yang menunjang produksi yang efektif dengan tujuan agar telur mendapatkan panas yang serupa dengan induk ayam. Penyimpanan telur tetas sebaiknya sama atau dibawah suhu tersebut Suhu yang baik untuk pertumbuhan embrio adalah berkisar diantara 36,5 - 38°C. Penetas telur ini menggunakan mikrokontroler sebagai otak dari sistem yang akan dipakai. Jenis mikrontroler yang digunakan yaitu Arduino Uno berbasis Atmega 328P SMD CH-340. Kemudian akan diprogram dalam software Arduino IDE. Menggunakan sensor DHT 22 sebagai pembaca suhu dan kelembaban. Keunggulan modul sensor DHT22 yaitu dari kualitas pembacaan data sensing yang lebih responsif yang memiliki kecepatan dalam hal membaca objek suhu dan kelembaban, dan data yang terbaca tidak mudah terinterferensi. Cara kerja alat penetas telur ini adalah sensor DHT 22 membaca suhu dalam incubator kemudian mengirimkan ke Arduino kemudian di tampilkan di LCD dan menentukan Relay high atau low untuk menyalakan lampu atau mematikan. Dari hasil uji keefektifan dari alat yang dibuat memiliki tingkat akurasi dari yang cukup baik dan layak untuk bekerja dalam alat ini hanya selisih 0,1 untuk suhu dan 4,3 % untuk kelembaban . bisa dikatakan alat ini sangat layak untuk proses penetasan telur, hanya saja perlu ditambahkan pengatur suhu untuk mengatur suhu sesuai kebutuhan dan ditambahkan baterai untukantisipasi saat pemadaman listrik PLN.

Kata kunci : Arduimo, DHT22, penetasan, IDE, Incubator

Abstract - Indonesia is an area that has a population or community that has the majority of farmers to support the success of chicken breeding farms to be important. An egg incubator equipped with supporting equipment that supports effective production with the aim that the eggs get a heat similar to that of a hen. Storage of hatching eggs should be the same or below that temperature. A good temperature for embryo growth is in the range of 36.5 - 38°C. This egg incubator uses a microcontroller as the brain of the system to be used. The type of microcontroller used is Arduino Uno based on Atmega 328P SMD CH-340. Then it will be programmed in the Arduino IDE software. Using a DHT 22 sensor as a temperature and humidity reader. The advantages of the DHT22 sensor module are the quality of reading sensing data, which is more responsive, which has speed in terms of reading temperature and humidity objects, and the data that is read is not easily interfered with. The way this egg incubator works is that the DHT 22 sensor reads the temperature in the incubator then sends it to the Arduino and then displays it on the LCD and determines the Relay high or low to turn the lights on or off. From the

results of the effectiveness test of the tool that is made to have an accuracy level of good enough and feasible to work in this tool, the difference is only 0.1 for temperature and 4.3% for humidity. it can be said that this tool is very feasible for the egg hatching process, it's just that it needs to add a temperature controller to adjust the temperature as needed and add a battery to anticipate PLN power outages.

Keywords : Arduino, DHT22, hatchery, IDE, Incubator

1. PENDAHULUAN

Indonesia adalah wilayah yang mempunyai penduduk atau masyarakat yang memiliki sebagian besar adalah peternak, baik peternakan di wilayah perairan maupun daratan. Peternakan juga biasanya dilakukan di daerah pedesaan. Karena banyaknya jumlah penduduk Indonesia tidak menutupi kurangnya penggunaan konsumsi dari hasil ternak yang dihasilkan, baik dari air ataupun darat.

Maka dari itu banyak timbul permasalahan yang dihadapi oleh para peternak dalam memproduksi bibit yang ingin dternak. Penyusun mengambil permasalahan yang terjadi di peternakan ayam, dan salah satunya adalah dalam kasus penetasan telur ayam itu sendiri. Karena dengan konsumsi ayam yang tinggi maka para peternak hanya mengandalkan ayam itu sendiri dalam proses penetasan telur. Agar perputaran konsumsi pangan di Indonesia tetap terjaga, maka dilakukanlah pembuatan alat yang mendorong proses peternakan supaya terjadi dengan cepat dan terstruktur.

Dari permasalahan yang sudah didapat maka timbul salah satu penyelesaian, dimana dibuatlah alat penetas telur yang menggunakan mesin yang sudah dirancang dengan ketetapan yang sudah dibuat dan dari sumber yang menjadi acuan dalam proses pembuatan alat itu

sendiri. Penetas telur yang dibuat dengan mesin ini memiliki banyak keuntungan dan keunggulan dari cara penetasan yang masih tradisional, salah satunya adalah mampu menetas telur dalam jumlah yang banyak dan disamping keuntungan dan keunggulan itu sendiri dibutuhkan keahlian khusus dan ketelitian dalam memilah telur sebelum masuk ke dalam incubator penetas telur, juga rutin mengontrol temperatur dan kelembaban dan posisi letak telur yang baik.

Dari latar belakang yang terdapat di atas, penyusun mencoba untuk membuat suatu mesin penetas telur menggunakan pengontrol suhu secara otomatis agar mempermudah proses penetasan serta mendapatkan hasil penetasan yang maksimal. Alat penetas telur yang dilengkapi dengan peralatan pendukung untuk mengatur kondisi suhu dan kelembaban yang bisa ditentukan sesuai keinginan bertujuan supaya telur mendapatkan panas yang serupa dengan induk ayam itu sendiri.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Suhu udara Dalam Penetasan

Embrio akan berkembang bila suhu udara di sekitar telur minimal 36,5 °C namun perkembangan ini sangat lambat. Di bawah suhu udara ini praktis embrio tidak mengalami perkembangan, sehingga penyimpanan telur tetas sebaiknya sama atau

dibawah suhu tersebut. Penyimpanan telur tetap dibawah titik beku tidak dianjurkan karena sewaktu telur dikeluarkan dari tempat penyimpanan akan terjadi pengembunan dan permukaan telur berair, sehingga kuman pada kulit telur akan masuk kedalam telur yang menyebabkan pembusukan telur sewaktu ditetaskan, akan sangat menurunkan daya tetas.[12]

Suhu yang baik untuk pertumbuhan embrio adalah berkisar diantara 36,5 - 38°C. Untuk mencapai suhu tersebut sehingga embrio dapat berkembang dengan baik. Untuk menjamin embrio mendapatkan suhu yang ideal untuk perkembangan yang normal. Kisaran suhu ini tergantung dari jenis penetasan yang didasarkan atas pengalaman dalam pembuatan penetasan untuk dapat mencapai daya tetas yang baik.[12]

Berikut ini adalah Komponen Incubator Penetas Telur :

2.2 Mikrokontroler

Arduino Uno memiliki 14 digital pin input/output (dimana 6 pin dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, kristal osilator 16 MHz, koneksi USB, jack adaptor, header ICSP, dan tombol reset. Dengan segala fitur yang dimiliki Arduino Uno memuat semua yang diperlukan sebuah mikrokontroler, untuk mengaktifkannya hanya dengan menghubungkannya ke komputer dengan kabel USB atau power adaptor AC- DC atau baterai (Arduino, n.d.). Bentuk fisik Arduino Uno dapat dilihat pada Gambar 2.5. [11]



Gambar 1. Arduino Uno Atmega 328P
SMD CH-340

2.3 Sensor DHT 22

Sensor DHT22 adalah modul sensor yang berfungsi untuk membaca nilai suhu dan kelembaban yang memiliki output tegangan analog yang dapat diolah lebih

lanjut menggunakan mikrokontroler.

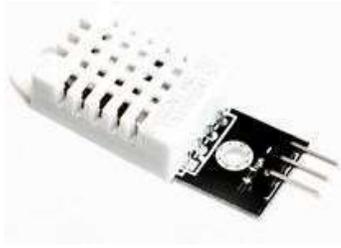
Sensor ini memiliki tingkat stabilitas yang sangat baik serta fitur kalibrasi yang sangat akurat. [4] Modul sensor ini tergolong kedalam elemen resistif seperti perangkat pengukur suhu seperti contohnya yaitu NTC. Sehingga

Mempunyai kualitas yang baik, berespon cepat, anti terinterferensi dan harga yang efektif. Setiap elemen yang ada pada sensor DHT11 sudah terkalibrasi oleh laboratorium yang teruji akurat pada kalibrasi kelembaban. Kalibrasinya terprogram di OTP memori yang digunakan pada saat sensor mendeteksi sinyal internal. Ukuran yang kecil dan

sedikit konsumsi powernya dan jangkauan sinyal transmisinya hingga 20 meter. Komponennya terdiri dari 4-pin yang berada dalam satu baris. [4]

Keunggulan modul sensor DHT22 ini dibanding modul sensor lainnya yaitu dari kualitas pembacaan data sensing yang lebih responsif yang memiliki kecepatan dalam hal membaca objek suhu dan kelembaban, dan data yang terbaca tidak mudah terinterferensi.

28 Sensor DHT22 pada umumnya memiliki fitur kalibrasi nilai pembacaan suhu dan kelembaban yang cukup akurat. [4]

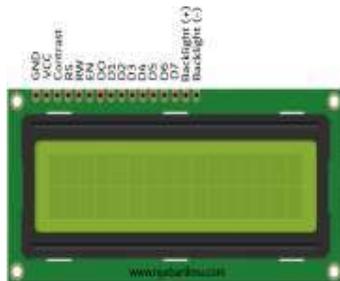


Gambar 2. Sensor DHT 22

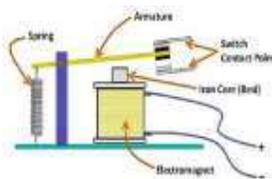
24 LCD 2 x 16

Liquid Crystal Display atau yang lebih dikenal dengan sebutan LCD merupakan sebuah komponen yang sering digunakan dalam aplikasi mikrokontroler. Arduino mendukung LCD keluarga Hitachi HD44780. Untuk aplikasi yang menggunakan LCD dibutuhkan pula sebuah potensiometer yang digunakan untuk mengatur tingkat kecerahan dari karakter yang akan ditampilkan di LCD. Pada sebuah LCD (Liquid Crystal Display) dapat ditampilkan angka-angka, huruf huruf, bahkan symbol tertentu. [3]

LCD mempunyai kegunaan yang lebih dibandingkan dengan seven-segment LED. Ada banyak variasi bentuk dan ukuran LCD yang tersedia jumlah baris 1-4 dengan jumlah karakter per baris 8,16, 20,40, dll. Display elektronik adalah salah satunya: [3]



Gambar 3. LCD 2x16



25 Lampu Pijar

Lampu pijar (incandescent) adalah lampu yang dalam hal pencahayaan sangat tidak efisien karena 90% energi listrik yang digunakan diubah menjadi panas. Namun pada penelitian ini panas yang dihasilkan lampu pijar dapat digunakan sebagai heater atau pemanas pada mesin tetas. Dengan jumlah yang sesuai lampu pijar dapat menghasilkan panas yang cukup untuk proses penetasan. Gambar 2.12 menunjukkan bentuk lampu pijar. [6]



Gambar 4. Lampu Pijar

26 Relay

Relay merupakan suatu saklar magnet yang menggunakan sifat listrik magnet yang mengubah kontak (koneksi). Relay banyak di gunakan pada pengendalian yang membutuhkan tegangan yang tinggi dan arus yang kuat. Suatu relay biasanya hanya mempunyai satu koil tetapi mempunyai banyak kontak. Ketika tidak ada arus yang melewati koil, tegangan pegas akan mengakibatkan lengan kontak menjauhi koil. Sedangkan ketika arus mengenai koil akan dihasilkan medan magnet dan mengakibatkan lengan tersebut diakibatkan karena adanya medan magnet. [1]



Gambar 5. Relay

Gambar 6. Struktur Relay

Berdasarkan gambar diatas, sebuah



Besi (Iron Core) yang dililit oleh sebuah kumparan Coil yang berfungsi untuk mengendalikan Besi tersebut. Apabila Kumparan Coil diberikan arus listrik, maka akan timbul gaya Elektromagnet yang kemudian menarik Armature untuk berpindah dari Posisi sebelumnya (NC) ke posisi baru (NO) sehingga menjadi Saklar yang dapat menghantarkan arus listrik di posisi barunya (NO). Posisi dimana Armature tersebut berada sebelumnya (NC) akan menjadi OPEN atau tidak terhubung. [1]

27 Motor Ac 5 Rpm

Motor yang digunakan sebagai pemutar telur dalam penelitian ini adalah jenis Synchronous Motor AC. Motor ini dapat beroperasi searah jarum jam atau berlawanan jarum jam CW/CCW. Selain itu motor ini beroperasi pada rpm yang rendah 5-6 rpm yang membuatnya dapat digunakan sebagai penggerak pemutaran telur dimana putaran yang dihasilkan tidak akan membuat telur berguncang. [10]



Gambar 7. Motor Ac 5 rpm

28 Kipas Ac

Kipas angin AC adalah perangkat yang berfungsi untuk mengatur kecepatan aliran udara. Bagian utama penyusun kipas angin AC adalah sebuah motor AC 220 V. Prinsip kerja motor pada kipas AC pada dasarnya adalah sama dengan prinsip kerja motor AC pada umumnya. [10]

Gambar 8. Kipas Ac

3. METODE PENELITIAN

3.1 Prosedur Penelitian



Gambar 9. Diagram Alir Tugas Akhir

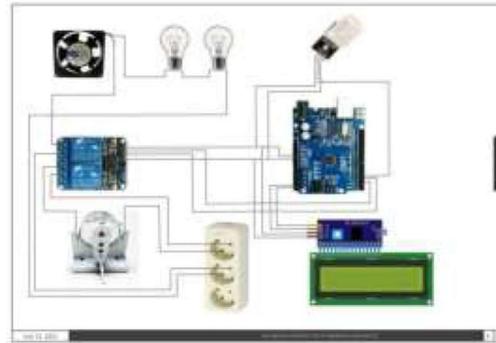
3.2 Pengambilan Data

Sebelum dilakukan perakitan alat, dilakukan desain perancangan wiring diagram alat dengan menggunakan software *Software Sketch Up 2019 Pro*. Selanjutnya komponen dirakit lalu diupload data software ke hardware untuk dilakukan pengujian terhadap sensor DHT 22 dan lampu pijar. Setelah pengambilan data pengujian pada sensor dan lampu pijar nanti diolah sebagai bahan analisa perbandingan kualitas panasnya lampu pijar, kualitas sensor suhu dan

kelembaban dengan Thermo Hygro Digital.

3.3 Desain Rangkaian kontrol

Pada tahap ini dilakukan proses pembuatan rangkaian kontrol menggunakan arduino uno. Arduino Uno yang dapat bekerja dan memproses datagram yang dikirimkan dari software IDE arduino hanya jika didalamnya sudah dimasukkan *listing program*, program yang dimasukkan kedalam Arduino dibuat dan diupload ke Arduino menggunakan tools pemrograman Arduino IDE. Fungsi program tersebut yaitu akan menginisial pin – pin yang nantinya akan menjadi input maupun output untuk memberikan perintah “HIGH” atau “LOW” pada relay. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada rangkaian konfigurasi komponen berikut:



Gambar 10 Rangkaian Konfigurasi Komponen

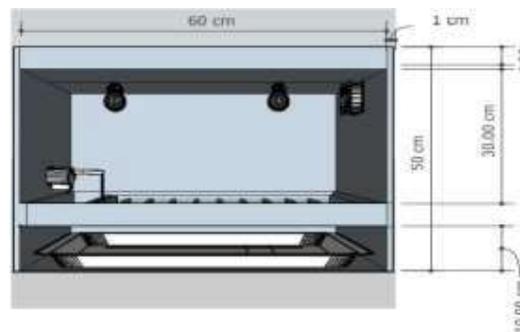
Pada desain yang akan ditampilkan



dibawah ini dibuat menggunakan *Software Sketch Up 2019 Pro*, dimana rangkaian kontrol yang dibuat menggunakan komponen yang sudah disediakan dan dirangkain sesuai dengan kegunaanya masing-masing. Berikut adalah desain rangkaian kontrolnya.

3.4 Desain Alat

Desain alat dibuat menggunakan software *Sketchup* . yang akan ditampilkan pada gambar dibawah ini :



Gambar 11. Desain alat incubator

3.5 Realisasi Alat

Dari desain alat dan desain instalasi yang sudah dibuat menggunakan *Software Sketchup*, maka dilakukan pengerjaan alat yang berpatokan pada desain-desain yang ada diatas. Adapun realisasi alat ditampilkan pada gambar dibawah ini :

Gambar 12. Realisasi alat incubator

4. HASIL PENGUJIAN

4.1 Pengujian Sensor

Untuk tujuan utama proses pengujian alat terbagi menjadi beberapa pengujian penting, yaitu pengujian pada komponen-komponen alat dan pengujian dari alat yang sudah

terpasang komponen-komponen nya dan mengetahui efisiensi yang didapat dari komponen yang dipasang pada alat yang dibuat.

Tabel 1. Data akurasi pengujian sensor

Pengukuran Suhu Dan Kelembaban Sensor DHT 22		Pengukuran Thermometer dan Hygrometer		Selisih	
Suhu (°C)	kelembaban (%)	Suhu (°C)	kelembaban (%)	Suhu (°C)	kelembaban (%)
33,5°	76%	33,6	71%	0,1	5
34,5	74%	34,6	68%	0,1	6
35	71%	35,1	66%	0,1	5
35,5	69%	35,5	65%	0	4
36	67%	36	62%	0	5
36,5	65%	36,4	61%	0,1	4
37	64%	37,2	59%	0,2	5
37,5	62%	37,7	59%	0,2	3
38	60%	38,1	58%	0,1	2
rata-rata				0,1	4,3

Dari tabel pengujian diatas tingkat akurasi suhu dan kelembaban sensor DHT 22 menunjukkan hasil akurasi suhu dengan selisih rata-rata berkisar 0,1 °C dan selisih kelembaban dengan selisih rata-rata berkisar 4,3%.

Tabel 2. Pengujian pertama Interval waktu kenaikan suhu pada sensor DHT 22

Suhu (°C)	Waktu (detik)
suhu ruang (33,4 °)	0 (waktu awal)
34	1 menit
35	2 menit 38 detik
36	3 menit 39 detik
37	6 menit 8 detik
38	14 menit 31 detik

Dari hasil pengujian interval waktu kenaikan suhu pada sensor DHT 22 pertama dan kedua penyusun menggunakan Lampu Pijar sebagai sumber panasnya.

42 Pengujian pada motor

Dalam pengujian motor ini penyusun melakukan pengujian pada motor untuk mengetahui kondisi motor dan relay apakah berfungsi atau tidak dengan seting waktu yang ber beda

Tabel 3. pengujian motor dengan seting waktu high 6 detik dan low 30 detik

posisi	kondisiinput	kondisi motor	
		nyala	mati
start	low		v
1	high	v	
2	low		v
3	high	v	
4	low		v
5	high	v	
6	low		v

Dari tabel di atas menunjukkan hasil pengukuran 2 dari nyala motor dan inputan relly , dengan seting waktu 6 detik untuk high dan 30 detik untuk inputan low dimana saat inputan relay high motor bergerak, dan saat low motor berhenti. Melihat hasil yang ditampilkan pada tabel 4.4 di atas motor menyala saat inputan high dan mati pada saat inputan low, yang berarti motor sudah bisa di katakan bekerja dengan set waktu 6 detik untuk high dan 30 detik untuk low.

43 Pengujian Lampu

Pengujian ini dilakukan dengan memperhatikan durasi waktu lampu mati sampai hidup atau dengan kata lain suhu dalam incubator penetas telur stabil dalam panas di kisaran suhu antara 36°C-38°C sesuai dengan panas yang dibutuhkan dalam penetasan telur ayam

Tabel 4. Pengujian durasi waktu lampu dari mati sampaimenyala

	pengukuran 1	pengukuran 2	pengukuran 3	pengukuran 4	pengukuran 5
DurasiLampu Mati	3 menit 14 detik	3 menit 5 detik	3menit4 detik	3menit2 detik	3 menit detik

Dari hasil pengujian pada tabel di atas dapat hasil dari durasi lampu nyala sampai mati dengan suhu yang dibaca sensor DHT 22 antara 36 – 38 . Melihat hasil tersebut durassi waktu nyala lampu berada dikisaran waktu di atas 3 menit, dengan durasi terpanjang 3 menit 14 detik , dan durasi terpendek berada di 3 menit detik pada saat percobaan 4 dan 5 . Dengan begitu dalam pengujian ini menunjukkan waktu yang terbilang singkat walaupun masih mengesampingkan kerapatan incubator.

4.4 Pengujiaan alat keadaan beroperasi

Pengujian alat ini dilaksanakan dengan melakukan uji kerja dari sistem yang terpasang. Proses pengujian ini alat box incubator dilakukan dari Program arduino sampai dengan tes nyala Lampu yang bertujuan sebagai pemanas dan pengujian Motor sebagai penggerak rak telur. Dimana dari pengujian yang telah dilakukan mendapatkan hasil berupa data tentang perubahan panas yang dihasilkan oleh lampu terhadap waktu selama proses pengujian berlangsung. Pengujian yang dilakukan untuk melihat kondisi lampu dalam keadaan hidup dan mati dari pengaruh panas lampu yang dihasilkan. beberapa contoh kondisi lampu dalam keadaan hidup dan mati dapat dilihat seperti dibawah ini :



Gambar 13 Pengujian Alat Lampu Keadaan Mati Suhu Mencapai 38°C

Setelah data yang telah didapat akan dimasukkan kedalam tabel dengan bantuan software *Microsoft Excel* dengan tujuan untuk memudahkan cara pembacaan datanya. Adapun tabel nya akan dilampirkan seperti dibawah ini:

Tabel 5. Data Pengujian siap

No.	Waktu (H:M:S)	Suhu(°C)	Kelembaban (%)	Kondisi Lampu
1	0.00.00	36	72	On
2	0.04.26	37	68	On
3	0.13.26	38	64	Off
4	0.15.56	36,5	68	On
5	00.18.40	37	66	On
6	00.27.23	38	63	Off
7	00.30.29	36,5	68	On
8	00.33.21	37	67	On
9	00.42.01	38	64	Off
10	00.45.05	36,5	68	On
11	00.48.21	37	67	On
12	00.57.23	38	64	Off
13	01.01.20	36,5	68	On
14	01.04.30	37	66	On
15	01.12.33	38	64	Off

Maka dari itu, sesuai dengan data yang telah didapat bahwa jika keadaan dalam proses penetasan telur berlangsung dengan baik dan terstruktur penggunaan alat penetas telur yang telah dibuat sudah memenuhi kriteria dalam penetasan telur berdasarkan suhu dan kelembaban yang dihasilkan box incubator.

4.5 Efisiensi box incubator penetas telur

Pada penelitian ini rancang bangun yang dirancang adalah box incubator penetas telur berbasis mikrokontroler arduino dilengkapi sensor DHT 22, dimana

mikrokontroler arduino ini sebagai sumber program untuk memproses sistem otomatisasi hidup matinya lampu dengan bantuan DHT 22 yang mendeteksi suhu yang ada didalam box incubator penetas telur. Dan pada bagian ini akan dijelaskan efisiensi box penetas telur yang diambil dari faktor akurasi sensor DHT 22.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengukuran yang telah dilakukan maka didapat beberapa kesimpulan yaitu :

1. Hasil pengujian tingkat akurasi sensor dengan membandingkan dengan alat ukur thermohygro digital mendapatkan hasil yang mendekati hasil dari pengukuran menggunakan alat ukur, yang mana selisih atau tingkat kesalahannya hanya 1°C untuk suhu dan 4,3 % untuk kelembaban. Melihat hasil ini sensor DHT 22 sudah layak digunakan dalam sistem incubator penetas telur otomatis ini berdasarkan tingkat akurasi suhu dan kelembaban yang di dapat.
2. Alat incubator penetas telur yang di rancang penyusun ini melihat dari hasil pengujian lama nyala lampu dan mati dalam satu jam pengoperasian mendapat hasil 5 kali periode lampu nyala sampai mati dan mati sampai nyala. Untuk rata-rata kisaran waktu hanya 12 menit dalam satu periode nyala ke mati dan mati ke nyala. Dapat dikatakan alat ini sudah efektif melihat dari kestabilan durasi waktu perpindahan dari nyala ke mati dan mati ke nyala.
3. Tingkat efektifitas alat ini juga sangat didukung dengan gerak motor yang bekerja dengan baik, karena dalam sebuah proses penetasa telur kerataan panas pada telur maka dari itu motor yang bekerja sesuai perintah dalam arduino menjadi alasan keefektifan

alat yang dirancang penyusun.

Mesin Tetas Praktis". Jakarta: AgroMedia Pustaka.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Saleh, M. Haryanti, M. 2017. "Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah Tangga Menggunakan Relay" 8(2) 87.
- [2] Setiawan, I. 2009. "Buku Ajar Sensor dan Transduser". Semarang : Universitas Diponegoro.
- [3] Githa, D P. Swastiawan W E. 2014. "Sistem Pengaman Parkir dengan Visualisasi Jarak Menggunakan Sensor Ping dan LCD" 3(2). Lcd mikrokontroler
- [4] Puspasari, F. Satya, T. Oktiawati, H. Fahrurrozi, I. Prisyanti, H. 2020. "Analisis Akurasi Sistem Sensor DHT 22 Berbasis Arduino Terhadap Thermohygro meter Standar" 8(1). Yogyakarta : Universitas Gadjah Mada.
- [5] Wahyudi, R. 2017. "Pembuatan mesin penetas telur otomatis". . Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Padang. Padang.
- [6] Wakhid, A. 2017. "Membuat Sendiri Mesin Tetas Praktis". Jakarta: AgroMedia Pustaka.
- [7] Rahim, R. Rumagit, A. Lumenta, A. 2015. "Rancang Bangun Alat Penetas Telur Otomatis Berbasis Mikrokontroler ATMEGA8535". Manado : Universitas Sam Ratulangi.
- [8] Syaikul, A. 2016 "Perancangan Mesin Penetas Telur berbasis Mikrokontroler ATMEGA 16". Bali : Universitas Undayana.
- [9] Nurpandi, F. Sanjaya, A. 2017 "Incubator Penetas Telur Ayam Berbasis Arduino". 9(2) 66-77. Cianjur : Universitas Suryana Kancana.
- [10] Ridho, S. 2019. "Alat Penetas Telur Otomatis Berbasis Mikrokontroler". Yogyakarta : Universitas Negeri Yogyakarta.
- Gunardi, Y. 2012. "Perencanaan dan Pembuatan Penetas Telur Berbasis Arduino Dumilanove". Jakarta : Universitas Mercubuaana