

Karakteristik Perpindahan Panas pada Penetas Telur dengan Menggunakan Inkubator Kapasitas 30 Butir Telur

Gordianus Irwan Ragut ^{1,*}, I Wayan Sujana¹

¹ Program Studi Teknik Mesin S1 Institut Teknologi Nasional Malang, Jawa Timur, Indonesia

Kata kunci

Suhu
Telur
Inkubator

ABSTRAK

Lingkungan sekitar sangat erat hubungannya dengan keberlangsungan makhluk hidup di muka bumi ini. Salah satu hal yang dapat mewakili lingkungan tersebut adalah suhu. Kebutuhan akan pengontrolan terhadap suhu ini telah mendorong manusia untuk menciptakan alat yang bisa mengukur tingkat ketinggian suhu di muka bumi ini. Pengendalian terhadap suhu ini juga dimanfaatkan dalam dunia usaha yaitu pada inkubator telur ayam. Mesin tetas merupakan salah satu media yang berupa box dengan konstruksi yang sedemikian rupa sehingga panas di dalamnya tidak terbuang dengan sia-sia. Suhu di dalam box dapat diatur sesuai ukuran derajat panas yang dibutuhkan selama periode penetasan. Prinsip kerja penetasan telur dengan mesin tetas ini sama dengan induk unggas. Seiring dengan berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi, penetasan telur ayam yang semula di tetaskan pada indukan ayam dirasa kurang efisien di karenakan induk ayam dalam 21 hari hanya mengerami telurnya saja, sedangkan apabila dilakukan penetasan dengan mesin penetas indukan ayam dapat segera dapat memproduksi telur kembali. Akan tetapi penetas telur ayam membutuhkan suhu yang pas untuk menetas telur ayam sehingga dapat menghasilkan bibit ayam unggulan. Maka untuk mengetahui suhu penetasan yang paling baik dilakukan penelitian perpindahan panas radiasi pada inkubator penetas telur agar diperoleh suhu penetasan yang paling baik. Untuk suhu 37-39°C didapatkan telur yang menetas sebanyak 20 butir, sedangkan yang tidak menetas sebanyak 10 butir.

* **Corresponding author:**
Gordianus Irwan Ragut (email: iwanragut@gmail.com)

Diterima: 12 September 2023

Disetujui: 24 Maret 2026

Dipublikasikan: 31 Maret 2026

1 Pendahuluan

Beternak ayam kampung merupakan suatu bentuk aktivitas pengolahan untuk memperoleh manfaat dari ayam kampung sebagai sasarannya. Usaha peternakan merupakan suatu tindakan beternak dengan menerapkan prinsip-prinsip usaha. Berdasarkan permintaan yang semakin meningkat namun tidak diimbangi dengan produksi ayam kampung tersebut mengakibatkan kelangkaan terhadap ayam kampung tersebut.

Oleh karena itu saya tertarik mengambil judul skripsi yang berkaitan dengan mesin penetas telur, dengan harapan agar dapat meningkatkan sekaligus mempercepat proses produksi unggas dan dengan begitu dapat mengimbangi permintaan unggas sebagai pelengkap bahan pangan manusia. Pada skripsi ini penulis menggunakan telur ayam kampung sebagai objek penelitian untuk ditetaskan.

Mesin tetas yang digunakan untuk menetas telur pada dasarnya merupakan sebuah peti atau lemari dengan konstruksi yang dibuat sedemikian rupa sehingga panasnya tidak terbuang. Kelembaban dapat diatur sesuai kebutuhan derajat panas yang dibutuhkan dalam proses penetasan. Umumnya mesin tetas telur digunakan untuk meningkatkan hasil yang optimal pada penetasan telur ayam kampung. Penggunaan alat ini seperti halnya pada proses pengeraman yang dilakukan indukan, terdapat beberapa variabel untuk mengembangkan embrio dalam telur salah satu variabelnya adalah kelembaban. Untuk meningkatkan daya tetas mesin telur diperlukan suatu kesetabilan kelembaban pada ruangan penetasan agar kesetabilan suhu dapat terjaga. Dalam proses ini dilakukan pemanasan menggunakan lampu pijar untuk memanaskan ruang tetas.

Penetasan telur ayam kampung semula ditetaskan pada indukan ayam dirasa kurang efisien dikarenakan induk ayam selama 21 hari hanya mengerami telur tersebut. Sedangkan apabila dilakukan penetasan telur pada

inkubator, penetas indukan ayam dapat segera memproduksi telurnya kembali. Akan tetapi penetasan telur ayam membutuhkan suhu yang sesuai dengan suhu indukan ayam sehingga didapatkan kualitas bibit anak ayam yang unggul. Suhu yang diterapkan pada penelitian ini yaitu 37°C, 38°C, 39°C.

2 Metode Penelitian

2.1 Diagram Alir Penelitian

Gambar Diagram alir penelitian Sumber: Gordianus Irwan Ragut, 2023

1. Alat dan Bahan

- Gerinda
- Mesin Bor Tangan
- Meter
- Alat Tulis
- Obeng
- Tang
- Palu
- Telur Ayam Kampung
- Thermostat Digital
- Timer
- Rak Telur
- Hygrometer
- Pelat Galvanis
- Fiting Lampu
- Steker Listrik
- Lampu Pijar
- Thermometer
- Baki/Nampan Air
- Kipas Angin
- Kawat Ram
- Kabel Listrik

2. Pembuatan Inkubator

Pada pengujian ini digunakan satu unit inkubator telur dengan rak geser otomatis yang sudah terisolasi dengan pelat galvanis, dan telah dilengkapi dengan satu unit Thermostat untuk mengetahui suhu didalam. inkubator dan thermometer yang berfungsi untuk melihat dan mengukur suhu ruang dan Timer yang untuk mengatur proses pergerakan rak secara otomatis, stopwatch yang berfungsi untuk menghitung lamanya waktu yang dibutuhkan untuk gerakan rak geser dan satu unit hygrometer yang berfungsi untuk mengukur kelembaban udara dalam inkubator. Secara lengkap model inkubator yang digunakan seperti terlihat pada gambar berikut.



Gambar 3.2 Inkubator Sumber: Gordianus Irwan Ragut, 2023

2.2 Pengoperasian Mesin Penetas

Prosedur pengoperasian mesin penetas kapasitas 30 dengan rak 1 tingkat agar saat proses penetasan sesuai dengan yang diharapkan yaitu mencapai suhu kerja 37°C-39°C, adapun prosedur pengoperasiannya yaitu sebagai berikut:

- a. Buka tutup bagian atas mesin penetas, pada bagian atas terdapat aktuator serta komponen rangkaian sistem kelistrikan mesin penetas, komponen kelistrikannya meliputi Thermostat Digital, Relay, MCB, dan Kipas pendingin

- b. Pastikan lampu sebagai sumber panas terpasang dengan kencang
- c. Hubungkan steker ke sumber listrik PLN 220 V



Gambar Kelistrikan Inkubator Sumber: Gordianus Irwan Ragut, 2023

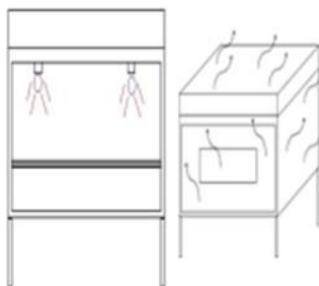
- d. Cek jumlah lampu yang menyala, normal lampu yang menyala, tutup pintu depannya tunggu sampai temperatur mencapai 39,0°C lampu akan mati dan lampu akan hidup kembali jika temperatur berada pada 37°C.



Gambar 3.4 Mesin Penetas Sumber: Gordianus Irwan Ragut, 2023

3 Metode Pengujian

Pada penelitian yang dilakukan pada unit inkubator telur dengan jumlah telur yang digunakan sebanyak 30 butir telur yang sudah disortir. Penelitian dilakukan dengan mengumpulkan data secara langsung untuk mendapatkan; jumlah panas yang diberikan dari pancaran bola lampu pijar, jumlah panas yang terbuang, tingkat temperatur dalam ruang penetasan, tingkat kelembaban dalam ruangan penetasan dan temperatur lingkungan.



Gambar Ilustrasi Profil Energi

Sumber: Mohd. Isa. T. Ibrahim dan Muhammad Faisal, 2018

3.1 Bahan Penelitian

Penetasan telur ayam merupakan hal yang diharapkan untuk berhasil oleh para peternak ayam. Namun, sebelum memutuskan untuk menetas telur ayam petelur, ada beberapa ciri telur ayam terbaik untuk ditetaskan yang perlu dipahami terlebih dahulu, diantaranya:

- a. Berat telur antara 50-65 gram
Pastikan sebelum melakukan proses penetasan telur ayam perlu diketahui berat ideal telur. Berat normal bagi telur ayam petelur sekitar 50-65 gram setiap butirnya. Jika berat telur kurang dari itu, maka dikhawatirkan proses penetasan telur akan gagal. Oleh sebab itu, disarankan untuk menimbang terlebih dahulu telur ayam yang akan ditetaskan.
- b. Bentuk Telur
Bentuk telur tidaklah bulat melainkan oval. Bentuk telur yang normal mempunyai perbandingan antara panjang dan lebar 2:3. Bentuk telur oval ini merupakan jenis yang ideal. Sebab, telur yang mendekati bentuk bola adalah telur yang tidak memiliki kualitas yang bagus karena sedikitnya ruang udara yang ada.
- c. Keutuhan kulit telur
Tidak boleh ada kecacatan atau kelainan pada telur tetas yang akan melalui proses penetasan telur. Kelainan dapat berupa retak pada permukaan atau cangkang yang lembek atau bagian kuning telur dobel.

- d. Kualitas kulit telur
Seperti yang telah dibahas atas, telur yang baik adalah yang tidak memiliki keretakan di permukaan cangkangnya. Usahakan semua telur tetas yang hendak ditetaskan memiliki kesamaan warna dan kualitas. Selain tampilan, juga harus memperhatikan apakah ada kotoran yang menempel. Kotoran yang menempel di permukaan kulit juga harus dibersihkan untuk menghindari terjangkitnya penyakit.
- e. Warna kulit telur
Warna yang baik untuk telur tetas ayam petelur adalah cenderung gelap. Terbukti, warna kulit telur yang lebih gelap bisa lebih cepat menetas jika dibanding dengan kulit telur yang berwarna lebih terang.
- f. Kebersihan kulit telur
Kulit yang hendak ditetaskan hendaklah terbebas dari kotoran. Kotoran ini dikhawatirkan bisa mentransfer bakteri karena bisa menghambat perkembangan embrio atau juga dapat menggagalkan proses penetasan telur.

3.2 Proses Penelitian

Proses penelitian dilakukan secara rutin agar percobaan tentang suhu yang efektif dan laju perpindahan panas pada laju aliran kalor pada inkubator penetas telur ayam otomaatis ini dapat berjalan dengan lancar.

A. Pengujian Sensor DHT atau Humidity and Temperature

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui keadaan suhu dan kelembaban. Dilakukan dengan menggunakan sensor DHT untuk mengukur nilai suhu dan juga kelembaban yang diberi indikator LCD 16 x 2 untuk memudahkan dalam mengetahui derajat suhu dan kelembaban.

4 Analisa Data dan Pembahasan

4.1 Data Hasil Pengujian

4.1.1 Data Hasil Pengujian Suhu 37°C

Perhitungan daya pada suhu 37°C Rumus = $P = e, \sigma, A, T^4$

P = Daya radisai

e = Emisifitas bahan

A = Luas penampang (m^2) T = Suhu (kelvin)

σ = Konstanta steven bolzmann ($5,67 \times 10^{-8}$) Diketahui :

$\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \text{ K}^4$ $A = 70 \times 40 = 2800 \text{ m}^2$

$e = 0,3 \text{ mm} = 0,0003 \text{ m}$

$T = 37^\circ\text{C} = \dots\text{K} = 37 + 273,15 = 310,15 \text{ K}^4$

Ditanya $P = \dots?$ Jawab :

$P = e, \sigma, A, T^4$

$P = 0,3 \times 5,67 \times 10^{-8} \times 2,800 \times 310,15^4$ $P = 440,8 \text{ W}$



Gambar Pengaturan suhu 37°C Sumber: Gordianus Irwan Ragut, 2023



Gambar Pengaturan timer Sumber: Gordianus Irwan Ragut, 2023



Gambar Kondisi kelembaban pada malam hari Sumber: Gordianus Irwan Ragut, 2023



Gambar Kondisi kelembaban pada siang hari Sumber: Gordianus Irwan Ragut, 2023

Proses pengambilan data pada suhu 37°C dilakukan 2 kali setiap hari yaitu pada siang hari dan malam hari. Timer diatur 5 detik untuk setiap putaran pada rak telur. Kelembaban yang didapatkan pada siang hari yaitu 47%, sedangkan kelembaban yang didapatkan pada malam hari yaitu 46%.

4.1.2 Data Hasil Pengujian Suhu 38°C

Perhitungan daya pada suhu 38°C Diketahui :

$$\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \text{ K}^4 \quad A = 70 \times 40 = 2800 \text{ m}^2$$

$$e = 0,3 \text{ mm} = 0,0003 \text{ m}$$

$$T = 38^\circ\text{C} = \dots\text{K} = 38 + 273,15 = 311,15 \text{ K}^4$$

Ditanya P=...? Jawab:

$$P = e, \sigma, A, T^4$$

$$P = 0,3 \times 5,67 \times 10^{-8} \times 2,800 \times 311,15 \quad P = 446,5 \text{ W}$$



Gambar Pengaturan suhu 38°C Sumber: Gordianus Irwan Ragut, 2023



Gambar Kondisi kelembaban pada malam hari Sumber: Gordianus Irwan Ragut, 2023



Gambar Kondisi kelembaban pada siang hari Sumber: Gordianus Irwan Ragut, 2023

Proses pengambilan data pada suhu 38°C dilakukan 2 kali setiap hari yaitu pada siang hari dan malam hari. Timer diatur 5 detik untuk setiap putaran pada rak telur. Kelembaban yang didapatkan pada siang hari yaitu 42%, sedangkan kelembaban yang didapatkan pada malam hari yaitu 40%.

4.1.3 Data Hasil Pengujian Suhu 39°C

Perhitungan daya pada suhu 39°C Diketahui :

$$\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \text{ K}^4 \quad A = 70 \times 40 = 2800 \text{ m}^2$$

$$e = 0,3 \text{ mm} = 0,0003 \text{ m}$$

$$T = 39^\circ\text{C} = \dots\text{K} = 39 + 273,15 = 312,15 \text{ K}^4$$

Ditanya P =? Jawab:

$$P = e, \sigma, A, T^4$$

$$P = 0,3 \times 5,67 \times 10^{-8} \times 2,800 \times 312,15^4 \quad P = 452,2 \text{ W}$$



Gambar Pengaturan suhu 39°C Sumber: Gordianus Irwan Ragut, 2023

Pada suhu 39°C tidak didapatkan hasil karena telur ayam telah menetas pada suhu normal yaitu pada suhu 38°C.

4.2 Pengolahan Data Hasil Pengujian

4.2.1 Pengolahan Data Hasil Pengujian Minggu Pertama

Table Data hasil pengujian minggu pertama (Sumber: Gordianus Irwan Ragut, 2023)

Hari	Percobaan Ke	Keadaan Sensor Dht (°C)	Jenis Telur Ayam	Kelambaban (%)	Keterangan
1	1	37 – 38	Kampung	40 - 60	Belum menetas
2	1	37 – 38	Kampung	40 - 60	Belum menetas
3	1	37 – 38	Kampung	40 - 60	Belum menetas
4	1	37 – 38	Kampung	40 - 60	Belum menetas
5	1	37 – 38	Kampung	40 - 60	Belum menetas
6	1	37 – 38	Kampung	40 - 60	Belum menetas
7	1	37 – 38	Kampung	40 - 60	Belum menetas

4.2.2 Pengolahan Data Hasil Pengujian Minggu Kedua

Table Data hasil pengujian minggu kedua (Sumber: Gordianus Irwan Ragut, 2023)

Hari	Percobaan Ke	Keadaan Sensor Dht (°C)	Jenis Telur Ayam	Kelambaban (%)	Keterangan
8	2	37 – 38	Kampung	40 - 60	Dalam proses
9	2	37 – 38	Kampung	40 - 60	Dalam proses
10	2	37 – 38	Kampung	40 - 60	Dalam proses
11	2	37 – 38	Kampung	40 - 60	Dalam proses
12	2	37 – 38	Kampung	40 - 60	Dalam proses
13	2	37 – 38	Kampung	40 - 60	Dalam proses
14	2	37 – 38	Kampung	40 - 60	Dalam proses

4.2.3 Pengolahan Data Hasil Pengujian Minggu Ketiga

Table Data hasil pengujian minggu ketiga (Sumber: Gordianus Irwan Ragut, 2023)

Hari	Percobaan Ke	Keadaan Sensor Dht (°C)	Jenis Telur Ayam	Kelambaban (%)	Keterangan
15	3	38 – 39	Kampung	40 - 60	Dalam proses
16	3	38 – 39	Kampung	40 - 60	Dalam proses
17	3	38 – 39	Kampung	40 - 60	Dalam proses
18	3	38 – 39	Kampung	40 - 60	Dalam proses
19	3	38 – 39	Kampung	40 - 60	Dalam proses
20	3	38 – 39	Kampung	40 - 60	Dalam proses
21	3	38 – 39	Kampung	40 - 60	Menetas

4.3 Pembahasan Hasil Pengujian

4.3.1 Pembahasan Hasil Pengujian Suhu 37°C

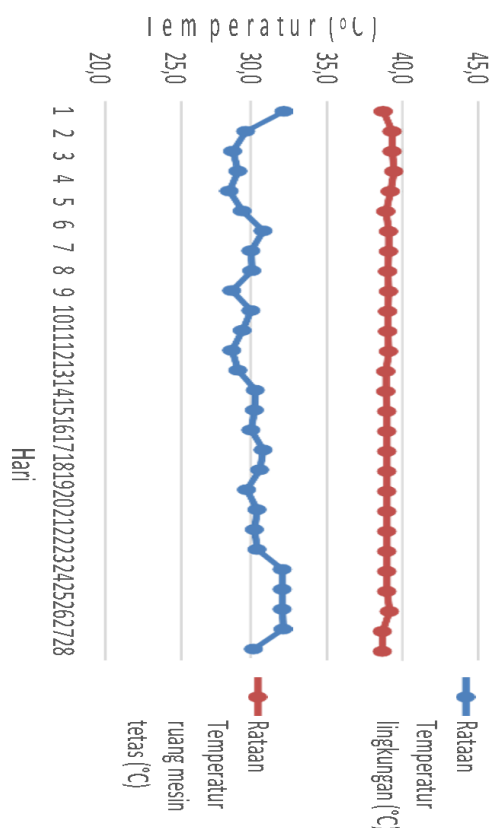
Pada suhu 37°C dengan kelembaban antara 40- 60% telur belum menetas karena masih pada tahap awal dalam pembentukan embrio. Dan panas pada suhu tersebut belum mendukung untuk penetasan telur.

4.3.2 Pembahasan Hasil Pengujian Suhu 38°C

Pada suhu 38°C dengan kelembaban antara 40- 60% telur sudah menetas karena karena pada suhu 38°C merupakan suhu yang ideal dalam pengeraman telur ayam. Apabila suhu lebih rendah dari 38°C maka akan menyebabkan embrio mati, terlambatnya telur menetas, dan anak ayam yang menetas pun akan mengalami pusar yang basah dan tidak menutup dengan baik. Dan apabila suhu lebih dari 38°C maka akan menyebabkan embrio mati dan apabila embrio dapat tumbuh, seringkali paruh tidak berada dalam kantung udara dan kondisi anak ayam yang menetas akan kurang baik seperti misalnya mata tertutup.

4.3.3 Pembahasan Hasil Pengujian Suhu 39°C

Pada suhu 39°C dengan kelembaban antara 40- 60% tidak didapatkan hasil karena telur ayam telah menetas pada suhu normal yaitu pada suhu 38°C. Pada penelitian sebelumnya dengan judul “Analisis Laju Perpindahan Panas Radiasi Pada Inkubator Penetas Telur Ayam Berkapasitas 30 Butir” menjelaskan bahwa untuk suhu 36-37°C didapatkan telur yang menetas sebanyak 10 butir, 37-38°C menetas 15 dan pada suhu 38-39°C menetas 22. Dengan demikian penelitian ini juga mendekati kebenaran yaitu pada suhu 38°C didapatkan telur yang menetas sebanyak 20 butir.



Grafik hasil Pengujian Sumber: Gordianus Irwan Ragut, 2023

Keterangan:

Rata-rata Temperatur lingkungan = 30,1°C

Rata-rata Temperatur ruang mesin penetas = 39,0°C Jumlah Telur = 30

Telur Infertil = 3

Telur Fertile = 27

Telur Menetas = 20

Dari jumlah telur 30 butir, hanya 20 telur yang bisa menetas sempurna, 10 telur tidak bisa menetas karena beberapa faktor, diantaranya telur yang infertil, pada hari ke 20 sampai 21 telur akan menetas dan cangkang bekas penetasan harus dibuang, pada proses ini pintu mesin penetas sering dibuka sehingga suhu di dalam ruang mesin penetas menjadi kurang stabil, pada saat itu ada telur yang mati karena terjadi perubahan temperatur yang tidak konstan.

Laju perpindahan panas secara radiasi dari tiap dinding bagian atas, samping kanan dan kiri serta depan dan belakang pada mesin tetas dapat dipengaruhi oleh kapasitas sumber kalor yaitu jumlah lampu (4 buah dengan daya masing-masing adalah 5 Watt) dan dimensi ruang penetas (2,8 m²). Dari perhitungan laju perpindahan panas pada suhu 37°C, 38°C, dan 39°C dengan pemutaran rak secara teratur didapatkan bahwa kenaikan suhu tergantung dari pemutaran rak. Apabila jarak antara lampu pijar dengan kulit telur semakin jauh maka laju perpindahan panas radiasi yang terjadi pada kulit telur akan semakin besar, dan sebaliknya jarak antara lampu pijar dengan kulit telur semakin jauh maka laju perpindahan panas pada telur

akan semakin kecil.

Dari penelitian sebelumnya dengan judul “Analisis Laju Perpindahan Panas Radiasi Pada Inkubator Penetas Telur Ayam Berkapasitas 30 Butir” menjelaskan bahwa perpindahan panas pada suhu 37°C, 38°C, dan 39°C dengan pemutaran rak secara teratur dengan sudut 0°, 45°, dan 315° didapatkan bahwa kenaikan suhu tergantung dari pemutaran rak dan jarak antara lampu pijar dengan kulit telur. Dengan demikian pada penelitian ini juga mendekati kebenaran yaitu laju perpindahan panas pada suhu 37°C, 38°C, dan 39°C dengan pemutaran rak secara teratur didapatkan bahwa kenaikan suhu tergantung dari pemutaran rak. Apabila jarak antara lampu pijar dengan kulit telur semakin jauh maka laju perpindahan panas radiasi yang terjadi pada kulit telur akan semakin besar, dan sebaliknya jarak antara lampu pijar dengan kulit telur semakin jauh maka laju perpindahan panas pada telur akan semakin kecil.



Gambar Telur Ayam Kampung Sumber: Gordianus Irwan Ragut, 2023

Persentase penetasan dengan jumlah telur 30 butir, telur infertil 3 butir, jumlah telur yang fertil 27 butir, sedangkan telur yang tidak menetas 7 butir, telur yang menetas 20 butir. Maka dari itu didapatkan hasil persentase dengan persamaan di bawah ini:

$$\frac{\text{Telur Fertil}}{\text{Telur Menetas}} \times 100\%$$

Telur Menetas

Keterangan:

Daya tetas (%)

Σ telur fertil = 27

Σ telur menetas = 20 Analisa:

$$\text{Daya tetas} = \frac{27}{20} \times 100\%$$

Daya tetas = 92%

Jadi daya tetas mesin penetas telur kapasitas 30 butir menggunakan rak 1 tingkat dengan dimensi 70 x

40 x 40, dari hasil pengeraman menggunakan mesin tetas didapatkan daya tetas sebesar 92 %.

5 Kesimpulan

A. Kesimpulan

- Laju perpindahan panas secara radiasi dari tiap dinding bagian atas, samping kanan dan kiri serta depan dan belakang pada mesin tetas dapat dipengaruhi oleh kapasitas sumber kalor yaitu jumlah lampu (4 buah dengan daya masing-masing adalah 5 Watt) dan dimensi ruang penetas (2,8 m²).
- Suhu yang efektif untuk penetasan telur ayam kampung yaitu berada pada suhu 38°C.
- Kriteria yang diteliti:
 - Suhu
 - Kelembaban
 - Perpindahan panas

B. Saran

- Untuk mendapatkan hasil yang baik, sensor panas harus benar-benar dekat dengan telur agar sensor dapat dengan baik mendeteksi panas yang didapatkan oleh telur.
- Kelembaban harus dijaga kestabilannya.

6 Daftar Pustaka

- [1] Ahmad Fauzi Putra, Andrizar, Werman Kaosep, dan Ratna Aisuwara. 2014. *Rancang Bangun Mesin Penetas Telur Itik Berbasis Mikrokontroler Menggunakan Metode Fuzzy Logic*. Padang: Fakultas Teknologi, Universitas Andalas.
- [2] Ari Rahayunengtyas, Maulana Furqon dan Tegus Santosa. 2014. *Rancang Bangun Alat Penetas Telur Sederhana Menggunakan Sensor Suhu dan Penggerak Rak Otomatis*. Pusat Pengembangan Teknologi Tepat Guna Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- [3] Artanto R. 2002. *Perpindahan Kalor* Untuk Mahasiswa Teknik. Jakarta: Penerbit Relangga Jakarta.
- [4] Dela Prawita Muzla, Ratna Wulan dan Gusnadi. 2013. *Uji Kualitas Telur Ayam Ras Terhadap Lamanya Penyimpanan Berdasarkan Sifat Listrik*. Padang, Universitas Negeri Padang.
- [5] Endriyani dan Daniel Ashari. 2012. *Rancang Bangun Alat Penetas Telur Semi Otomatis Kapasitas Industri Rumah Tangga*. Padang, Fakultas Teknik Universitas Andalas.
- [6] Candra E, 2010. *Perancangan Mesin Penetas Telur Dengan Pengerak Motor Sinkron Sebagai Pengatur Temperatur*. Universitas Gunadarma.
- [7] Humas E. 2010. *Analisa Perpindahan Panas dan Uji Eksperimental Pada Mesin Penetas Telur*. Surabaya: Fakultas Teknologi Industri, Institut Sepuluh November. F Kreith, 1997. *Perpindahan Panas*, edisi tiga. Penerbit Erlangga Jakarta 13740.
- [8] I Made Resta, Nengah Arista dan Agus Tri Putra. 2012. *Kajian Pengaruh Lingkungan Terhadap Kondisi Kelembaban Relatif dan Distribusi Temperatur Pada Inkubator Penetas Telur*. Politeknik Negeri Bali.
- [9] Kusnadi. 2007. *Analisis Sifat Listrik Telur Ayam Kampung Selama Dalam Penyimpanan*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor.
- [10] Koesjoko, 2013. *Panduan Panduan Penulisan Tugas Akhir*. Jember: Fakultas Teknik, Unmuh Jember.
- [11] Lintang Griyanika dan Indah Nurpriyanti. 2012. *The Effects Of The Brands Of Lamps On The Radiation Heat As The Heat Source Of Poultry Hatcheries*. Universitas Negeri Yogyakarta.
- [12] Mohd Isa Ibrahim, Ahmad Syuhada dan Hamdani. 2013. *Analisa Pengaruh Kelembaban Relatif Dalam Inkubator Telur*. Magister Teknik Mesin Pascasarjana, Universitas Syiah Kuala Banda Aceh.
- [13] Siti Umrowati, Muhammad Mahi dan Muharlin. 2011. *Analisis Pengaruh Perpindahan Panas Terhadap Karakteristik Lapisan Batas Pada Plat Datar*. Institut teknologi Sepuluh November.