

TUGAS AKHIR
ANALISA LAJU ALIRAN KALOR PADA INKUBATOR
PENETAS TELUR AYAM OTOMATIS MENGGUNAKAN
THERMOSTATS DIGITAL

*Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada Program Studi Teknik Mesin Universitas Islam Riau*



Oleh: **MUHAMMAD NUR AZIS**

NPM: 153310285

PROGAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU

2021

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Nur Azis

Npm : 153310285

Fakultas/Prodi : Teknik / Program Studi Teknik Mesin

Judul Tugas Akhir : Analisa Laju Aliran Kalor Pada Inkubator Penetas Telur Ayam Otomatis Menggunakan Thermostats Digital

Menyatakan dengan sebenarnya,bahwa penulisan tugas akhir ini adalah hasil penelitian,pemikiran,dan pemaparan asli dari karya tulis saya sendiri,baik dari naskah laporan maupun data-data yang tercantum sebagian dari Tugas Akhir ini. Jika terdapat karya tulis ini milik orang lain, saya akan mencantumkan sumber dengan jelas di daftar pustaka.

Surat Pernyataan ini saya buat sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan serta ketidak benar dalam pernyataan ini, maka saya bersedia dan meminta maaf dan menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Universitas Islam Riau.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan kondisi sehat serta tanpa paksaan dari pihak manapun.

Pekanbaru, November 2021

Yang Bertanda Tangan

Muhammad Nur Azis

NPM : 153310285

BIODATA PENULIS

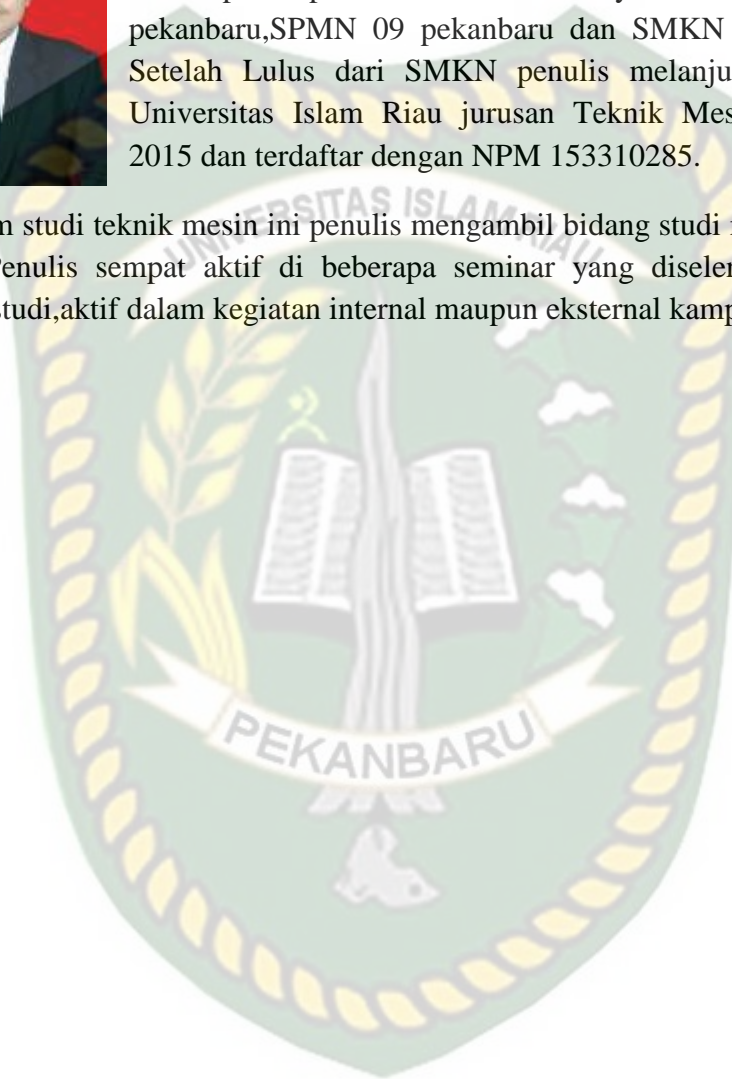


Penulis dilahirkan di Pekanbaru pada tanggal 2 April 1997, merupakan anak kedua dari tiga bersaudara, penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di SDN 005 pekanbaru,SPMN 09 pekanbaru dan SMKN 02 Pekanbaru. Setelah Lulus dari SMKN penulis melanjutkan kuliah di Universitas Islam Riau jurusan Teknik Mesin Pada tahun 2015 dan terdaftar dengan NPM 153310285.

Diprogram studi teknik mesin ini penulis mengambil bidang studi mesin Konversi Energi. Penulis sempat aktif di beberapa seminar yang diselenggarakan oleh program studi,aktif dalam kegiatan internal maupun eksternal kampus.

Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau



ANALISA LAJU ALIRAN KALOR PADA INKUBATOR PENETAS TELUR AYAM OTOMATIS MENGGUNAKAN THERMOSTAT DIGITAL

Muhammad Nur Azis dan Eddy Elfiano S.T.,M.Eng
Program Studi Teknik Mesin, Universitas Islam Riau
Jl. Kaharudin Nasution No.133 perhentian Marpoyan, Pekanbaru
Email : aziisnur@student.uir.ac.id

ABSTRAK

Alat penetas telur pada hakekatnya merupakan sebuah proses alat yang dapat membantu untuk menetas telur. Alat penetas ini dengan peralatan pendukung untuk mengatur kondisi lingkungannya mirip atau serupa dengan indukan. *Box* (kotak) alat penetas di usakan dibuat dari bahan yang anti rayap dan anti air agar lebih awet dan higienis sehingga tidak mempengaruhi kualitas telur yang akan ditetaskan, Temperatur ideal dalam proses menetasnya sebuah telur berkisar antara 30,35C - 40,50C dengan kelembaban dalam mesin antara 60%-70%. Dalam Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan laju perpindahan kalor yang terjadi pada alat penetas telur ayam otomatis menggunakan thermostats digital, dan untuk mempertahankan temperatur penetasan telur ayam dengan temperatur 38°C dengan pemilihan dinding isolasi pada inkubator. Hasil Penelitian ini diperoleh seluruh permukaan dinding ruangan mesin penetas dengan luas 0,5152 m², Adapun laju perpindahan panas radiasi pada seluruh permukaan dalam dinding ruangan mesin penetas dengan luas 0,5152 m², temperatur pada mesin penetas 38°C, laju perpindahan panas radiasinya adalah 2,7375 Watt dan perpindahan panas radiasi yang terjadi pada dinding mesin penetas luas 0,5152 m², dengan nilai emisivitas bahan 0,78, temperatur mesin penetas 38°C adalah diketahui sebesar 2,146 Watt. Sedangkan perpindahan panas konduksi yang dihasilkan pada dinding mesin alat penetas adalah: dinding depan 0,0641 Watt, dinding belakang 0,0629 Watt, dinding atas 0,0591 Watt, dinding samping kanan 0,0465 Watt, dan dinding samping kiri 0,0629 Watt. Selanjutnya perpindahan panas radiasi yang terjadi pada tiap bagian dinding mesin penetas telur yaitu pada dinding bagian depan mesin sebesar 6,48 Watt, dinding bagian belakang mesin sebesar 6,35 Watt, dinding bagian atas mesin sebesar 5,98 Watt, dinding bagian samping kanan mesin sebesar 4,73 Watt, dan dinding bagian samping kiri mesin sebesar 6,35 Watt. Adapun efisiensi pada mesin tetas adalah sebesar 74%

Kata kunci: Alat Penetas Telur, Temperatur, Perpindahan Panas

ANALYSIS OF HEAT FLOW RATE IN AUTOMATIC CHICKEN EGG INCUBATOR USING DIGITAL THERMOSTAT

Muhammad Nur Azis and Eddy Elfiano S.T.,M.Eng

Mechanical Engineering Study Program, Islamic University Of Riau

Jl. Kaharudin Nasution No.133 perhentian Marpoyan, Pekanbaru

Email : aziisnur@student.uir.ac.id

ABSTRACT

Egg incubator is essentially a process tool that can help to hatch eggs. This incubator with supporting equipment to regulate environmental conditions similar to or similar to the broodstock. The incubator box is made of termite- and water-resistant material to make it more durable and hygienic so it doesn't affect the quality of the eggs to be incubated. The ideal temperature in the process of hatching an egg ranges from 30.35C - 40.50C with humidity inside engine between 60%-70%.The results of this study obtained the entire surface of the incubator room wall with an area of 0.5152 mm², the rate of radiant heat transfer on the entire inner surface of the incubator room wall with an area of 0.5152 m², the temperature of the incubator 38 °C, the radiation heat transfer rate is 2 .7375 Watt and radiation heat transfer that occurs on the walls of the incubator with an area of 0.5152 m², with an emissivity value of 0.78 material, the incubator temperature of 38°C is known to be 2.146 Watt. While the conduction heat transfer generated on the incubator machine wall is: the front wall is 0.0641 Watt, the back wall is 0.0629 Watt, the top wall is 0.0591 Watt, the right side wall is 0.0465 Watt, and the left side wall is 0.0629 Watt. Furthermore, radiation heat transfer that occurs in each part of the wall of the egg incubator is 6.48 Watts on the front wall of the machine, 6.35 Watts of rear wall of the machine, 5.98 Watts of upper wall of the machine, and the right side of the machine. of 4.73 Watts, and the left side wall of the machine is 6.35 Watts. The efficiency of the incubator is 74%

Keywords:*Egg Incubator, Temperature, Heat Transfer*

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Dengan mengucapkan Alhamdulillah segala puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penyusunan Tugas Akhir yang berjudul “**ANALISA LAJU ALIRAN KALOR PADA INKUBATOR PENETAS TELUR AYAM OTOMATIS MENGGUNAKAN THERMOSTATS DIGITAL**” ini dapat diselesaikan guna memenuhi salah satu persyaratan Mata Kuliah Tugas Akhir pada program studi Teknik Mesin Universitas Islam Riau.

Oleh karena itu, dengan penuh kerendahan hati, pada kesempatan ini patutlah kiranya penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua Orang Tua penulis yang senantiasa memberikan do'a dan dukungan kepada penulis.
2. Bapak Dr. Eng. Muslim, S.T.,M.T selaku dekan fakultas Teknik Mesin Universitas Islam Riau.
3. Bapak Jhonni Rahman B.Eng.,M.Eng.,P,Hd. selaku Kepala Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Riau
4. Bapak Rafil Arizona ST.,M.Eng selaku Sekretaris Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
5. Bapak Eddy Elfiano,ST.,Meng selaku Pembimbing Tugas Akhir Prodi Teknik Mesin Fakultas Universitas Islam Riau.
6. Dosen-dosen di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Riau, atas ilmu dan dorongannya dalam menyelesaikan penulisan Tugas Akhir.
7. Teman-teman seperjuangan, yang telah memberikan bantuan dan dukungannya untuk menyelesaikan Tugas Akhir.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan pada penulisan Tugas Akhir ini, semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi banyak orang khususnya bagi penulis pribadi.

Pekanbaru, November 2021

Penulis

MUHAMMAD NUR AZIS
NPM : 153310285



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR NOTASI.....	ix
BAB I : PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB II : TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Definisi Alat Penetas Telur.....	4
2.2 Jenis Alat Penetas Telur.....	4
2.3 Perpindahan Panas (<i>Heat Transfer</i>).....	8
2.3.1 Perpindahan Panas Secara Konduksi.....	8
2.3.1.1 <i>Thermal Resistance</i> Pada Dinding Konduksi	10
2.3.1.2 Dinding Lapis Pada Konduksi	10
2.3.2 Perpindahan Panas Secara Konveksi	15
2.3.3 Perpindahan Panas Secara Radiasi	17
2.4 Kelembapan Relatif (<i>Relative Humidity</i>).....	18
2.5 Komponen Utama Mesin Penetas Telur	19
2.5.1 Thermostats Digital	19
2.5.2 Lampu Pijar.	20
2.5.3 Rak Telur	21
2.5.4 Ventilasi.....	21
2.5.5 Termometer <i>Infrared</i>	21
2.5.6 Kontroler Pemutar Rak Telur	22

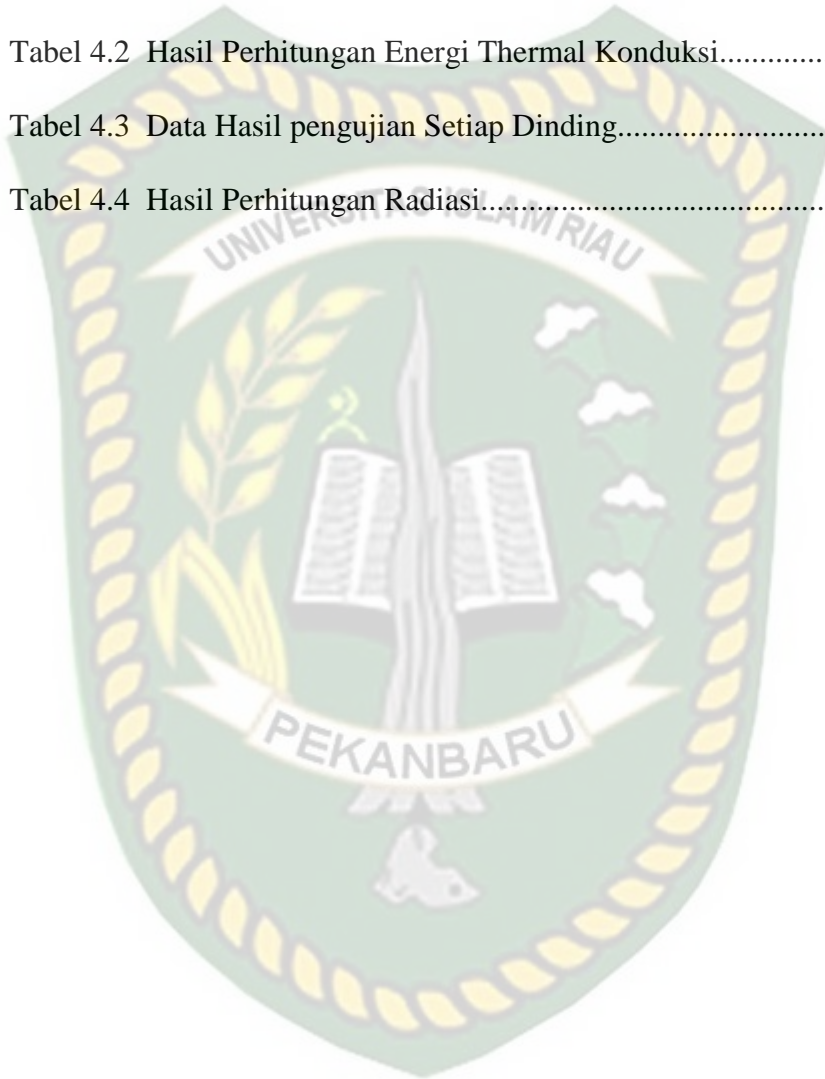
2.5.7 Air	23
2.6 Persamaan Persamaan Perhitungan Laju Aliran Kalor.....	23
2.6.1 Perhitungan Dimensi Ruang Mesin Penetas.....	23
2.6.2 Perpindahan Panas Konduksi pada Dinding Mesin Penetas	24
2.6.3 Laju Perpindahan Kalor Radiasi Pada Permukaan Dinding Bagian Dalam.....	25
2.6.4 Efisiensi	25
BAB III : METODE PENELITIAN	
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	27
3.2 Literatur	28
3.3 Waktu dan Tempat Penelitian.....	28
3.4 Tahapan Penelitian	28
3.5 Alat dan Bahan	29
3.5.1 Alat Uji	29
3.5.2 Alat	31
3.5.3 Bahan Pengujian	32
3.6 Prosedur Alat Uji	32
3.6.1 Persiapan Alat Uji.....	32
3.7 Jadwal Kegiatan Penelitian.....	34
BAB IV: HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil Penelitian.....	35
4.1.1 Perhitungan Dimensi Mesin	35
4.1.2 Perpindahan Panas Konduksi Pada Dinding Mesin Penetas ..	37
4.1.3 Laju Perpindahan Kalor Radiasi Pada Permukaan Dindind Bagian Dalam.....	42
4.1.4 Efisiensi	51
4.2 Pembahasan	52
BAB V: PENUTUP	
5.1 Kesimpulan.....	55
5.2 Saran	56
DAFTAR PUSTAKA	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Diagram Penetasan Telur.....	5
Gambar 2.2	Diagram Penelitian Telur	7
Gambar 2.3	Proses Perpindahan Panas Secara Konduksi	8
Gambar 2.4	Perpindahan Panas Pada Bidang Datar	9
Gambar 2.5	Tahanan Panas Dalam Susunan Seri	11
Gambar 2.6	Analogi Listrik Susunan Seri	12
Gambar 2.7	Dinding Berlapis	14
Gambar 2.8	Analogi Listrik Susunan Berlapis	14
Gambar 2.9	Proses Perpindahan Secara Konveksi	15
Gambar 2.10	Perpindahan Panas Konveksi	16
Gambar 2.11	Proses Perpindahan Secara Radiasi.....	17
Gambar 2.12	Thermostats Digital.....	20
Gambar 2.13	Lampu Pijar 5 watt.....	20
Gambar 2.14	Rak Telur Pada Ruang Inkubator.....	21
Gambar 2.15	Termometer Infrared	22
Gambar 2.16	Kontroler	23
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian	26
Gambar 3.2	<i>Workshop</i> Teknik Mesin	27
Gambar 3.3	Thermometer Infrared	28
Gambar 3.4	Higrometer	29
Gambar 3.5	Skema Alat.....	29

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Jadwal Kegiatan Penelitian.....	31
Tabel 4.1	Data Hasil pengujian Setiap Dinding.....	36
Tabel 4.2	Hasil Perhitungan Energi Thermal Konduksi.....	40
Tabel 4.3	Data Hasil pengujian Setiap Dinding.....	44
Tabel 4.4	Hasil Perhitungan Radiasi.....	49



DAFTAR NOTASI

q_{kond}	Laju perpindahan panas konduksi	W
k	Konduktivitas thermal bahan	W/m.°C
A	Luas penampang tegak lurus terhadap aliran panas	m
$\frac{dT}{dx}$	Gradien temperatur pada penampang tersebut	°C/m
R	Hambatan Thermal pada Material	°C/W
ΔT	Perbedaan Temperatur	°C
q	Laju Perpindahan Kalor	Watt
ΔT	$T_1 - T_2 =$ perbedaan temperatur yang melintasi bahan	°C
ΔX	tebal bahan	cm
R	<i>Thermal Resistance</i>	°C/W
R_A	$\frac{B_A}{(k_A \cdot A)}$, tahanan panas dinding A	
R_B	$\frac{B_B}{(k_B \cdot A)}$, tahanan panas dinding B	
R_C	$\frac{B_C}{(k_C \cdot A)}$, tahanan panas dinding C	
A	luas perpindahan panas,	m^2
R	<i>Thermal Resistance</i>	°C/W
B_A, B_B, B_C	jarak A,B,C	m
k_A, k_B, k_C	konduktivitas panas A,B,C	W/m K
q	laju perpindahan panas	W
T_1, T_2	temperatur masuk-keluar pada bahan A	°C

T_3, T_4	temperatur masuk-keluar pada bahan B	°C
q_{konv}	Laju perpindahan panas konveksi	W
h	Koefisien perpindahan panas konveksi	$W/m^2 \cdot ^\circ C$
A_s	Luas permukaan perpindahan panas	m^2
T_s	Temperatur permukaan	°C
T_∞	Temperatur Fluida	°C
RH, rh	<i>relative humidity</i>	
P_w	tekanan parsial uap air	Pa
P_s	tekanan uap saat terjadi saturasi	Pa
q_{rad}	Laju pertukaran panas radiasi	W
ϵ	Nilai emisivitas suatu benda ($0 \leq \epsilon \leq 1$)	
σ	Konstanta proporsionalitas, disebut juga konstanta Stefan Boltzmann. Dengan nilai $5,67 \times 10^{-8}$	$W m^2 K^4$
T_s	Temperatur benda	K
A	Luas bidang permukaan	m^2

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Alat penetas telur pada hakekatnya merupakan sebuah proses alat yang dapat membantu untuk menetas telur. Alat penetas ini dengan peralatan pendukung untuk mengatur kondisi lingkungannya mirip atau serupa dengan indukan. *Box* (kotak) alat penetas di usakan dibuat dari bahan yang anti rayap dan anti air agar lebih awet dan higienis sehingga tidak mempengaruhi kualitas telur yang akan ditetaskan. (Ahaya,dkk. 2018)

Dalam pembibitan ayam/menetas telur ayam dengan menggunakan mesin dibutuhkan temperatur yang ideal sehingga telur yang baik bisa menetas. Temperatur ideal dalam proses menetasnya sebuah telur berkisar antara 30,35C - 40,50C dengan kelembaban dalam mesin antara 60%-70%. Dalam rancangan mesin penetas telur, pemanas yang terlalu lama mati, akan mengakibatkan sumber panas yang dibutuhkan tidak mencukupi, ini akan berdampak benih ayam dalam telur akan mati. (Dhanny Jufiril,dkk. 2015)

Besarnya kalor yang dikandung oleh udara di dalam dan di luar inkubator, kalor ini adalah hasil dari perpindahan panas secara konveksi dan radiasi dari bola lampu, panas yang diberikan sebagian akan mengalir keluar secara konveksi dan konduksi melalui dinding inkubator, tetapi disini hanya melihat besaran enthalpy (dari psychometric diagram) yang dikandung di dalam inkubator dibandingkan dengan diluar inkubator dan dicari selisihnya untuk mendapatkan besarnya kalor yang diterima oleh udara (Nasruddin, Zainal Arif. 2014). Supaya temperatur tetap konstan diperlukan analisa thermal material dinding pada inkubator untuk menjaga temperatur tetap konstan.

Menurut literatur yang pernah ada bahwa mengenai tentang temperatur yang efektif untuk penetasan telur ayam ,sehigga didapatkan kualitas bibit anak ayam yang unggul, temperatur yang diterapkan untuk penelitian ini yaitu 38°C

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan penulis angkat dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana mengetahui laju perpindahan kalor yang terjadi pada ruang inkubator alat penetas telur ayam otomatis menggunakan thermostats digital?
2. Bagaimana mengetahui cara mempertahankan temperatur untuk penetasan telur ayam dengan temperatur 38°C?

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mendapatkan laju perpindahan kalor yang terjadi pada alat penetas telur ayam otomatis menggunakan thermostats digital.
2. Untuk mempertahankan temperatur penetasan telur ayam dengan temperatur 38°C dengan pemilihan dinding isolasi pada inkubator

1.4. Batasan Masalah

Dalam hal ini, untuk memperingkat dan memperjelas suatu penelitian agar dapat dibahas dengan baik dan tidak meluas, maka perlu direncanakan batasan masalah yang terdiri dari:

1. Temperatur didalam ruang penetas telur ayam otomatis sama dengan temperatur indukan ayam yaitu 38 °C

2. Bahan material dari penetas telur ayam otomatis terbuat dari bahan kayu.
3. *Relatif humidity* pada ruang penetas telur ayam otomatis bekisar RH 60% - 70%.

1.5. Sistematika Penulisan

Untuk memperoleh gambaran secara umum tentang analisa ini, penulis melengkapi penguraiannya sebagai berikut :

Bab I Pendahuluan

Pada bagian pendahuluan berisi latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

Bab II Tinjauan Pustaka

Pada bab ini berisi tentang teori-teori yang berkaitan dengan penelitian alat uji Inkubator penetas telur ayam otomatis menggunakan thermostats digital yang berkaitan dengan masalah yang dibahas.

Bab III Metodologi Penelitian

Pada bab ini memberikan informasi mengenai tempat dan waktu pelaksanaan penelitian, peralatan yang digunakan, tahapan dan prosedur penelitian.

Bab IV Hasil Dan Pembahasan

Pada bab ini dibahas tentang hasil penelitian dan pembahasan hasil penelitian

Bab V Penutup

Pada bab ini dibahas tentang kesimpulan dan saran pada hasil penelitian

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Alat Penetas Telur

Alat penetes telur adalah sebuah alat yang membantu proses penetasan telur. Cara kerja alat ini melalui proses pengeraman tanpa induk dengan menggunakan sebuah lampu pijar berdaya 5 watt. Alat ini menggunakan handle yang berfungsi sebagai pemutar rak telur agar bisa menetas secara maksimal. Alat ini hanya dapat digunakan untuk menetas telur unggas seperti telur ayam, bebek, dilengkapi dengan alat pengatur temperatur yang disebut dengan thermostat. Upaya bangsa unggas dalam mempertahankan populasinya, yaitu dengan bertelur. Telur tersebut kemudian ditetaskan, baik secara alami maupun buatan hingga melahirkan individu baru. (Farry B. Paimin, 2011:5).

2.2 Jenis Alat Penetas Buatan

Dari berbagai alat penetas dapat menjadi dua alat penetas berdasarkan dari cara penggunaannya, yaitu :

a. Alat tetas konvensional

Alat tetas konvensional merupakan alat penetas yang menggunakan sumber panas dari matahari dengan penyimpanan panas berupa sekam. Alat ini sudah sejak lama dikenal ditengah masyarakat. Sejarah konon alat ini pertama kali digunakan oleh penetas telur di daerah Bali yang kemudian penggunaannya yang mulai menyebar ke berbagai tempat. (Sayid, Ridho. 2019)

b. Mesin tetas/Alat penetas telur

Mesi tetas ini merupakan salah satu media yang berupa peti, lemari atau box dengan konstruksi yang sedemikian rupa sehingga panas di dalam

nya tidak terbuang. Temperatur didalam peti/lemari/box dapat diatur sesuai ukuran derajat panas yang dibutuhkan selama periode penetasan. Prinsip kerja penetasan telur dengan mesin tetas ini sama dengan induk unggas. Bisa dilihat pada gambar 2.1 Diagram penetasan Telur



Gambar 2.1. Diagram Penetasan Telur

Sumber: Sayid, Ridho. 2019

Keberhasilan penetasan telur akan tercapai bila memperhatikan beberapa perlakuan sebagai berikut :

1. Telur ditempatkan dalam alat penetas telur dengan posisi yang tepat.
2. Panas (Temperatur) dalam ruangan alat penetas telur selalu dipertahankan sesuai dengan kebutuhan.
3. Rak telur diputar 3 kali sehari dalam proses pengeraman.
4. Kelembapan udara di dalam alat penetas telur selalu dikontrol agar sesuai untuk perkembangan embrio di dalam telur.

Embrio dalam telur unggas akan cepat berkembang selama temperatur telur berada pada kondisi yang sesuai dan akan berhenti berkembang jika temperaturnya kurang dari yang dibutuhkan. Temperatur yang dibutuhkan untuk penetasan telur setiap unggas berbeda-beda. Temperatur untuk perkembangan embrio dalam telur ayam antara 38,33° -40,55°C (101°-105°F). Untuk itu, sebelum telur tetas dimasukkan ke dalam bok penetasan

temperatur ruang tersebut harus sesuai dengan yang dibutuhkan.(Sayid, Ridho. 2019)

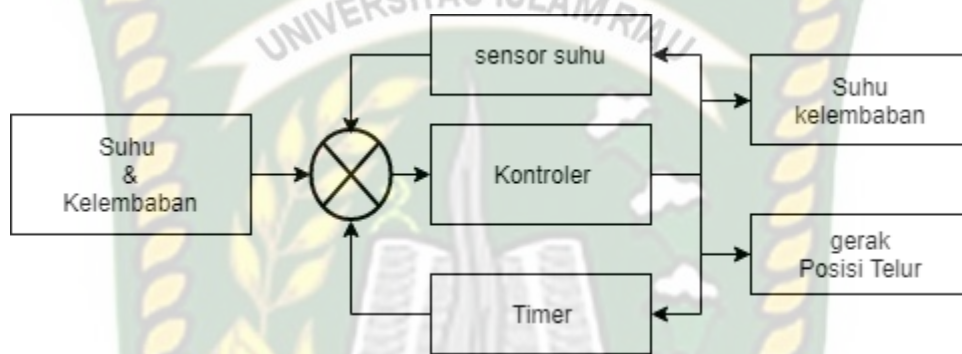
Selama penetasan berlangsung, diperlukan kelembapan udara yang sesuai dengan perkembangan dan pertumbuhan embrio, seperti temperatur dan kelembapan yang umum untuk penetasan telur setiap jenis unggas juga berbeda-beda. Bahkan, kelembapan pada awal penetasan berbeda dengan hari-hari selanjutnya. Kelembapan untuk telur pada saat awal penetasan sekitar 52%-55% dan menjelang menetas sekitar 60%-70%. Dalam perkembangan normal, embrio membutuhkan oksigen (O_2) dan mengeluarkan karbondioksida (CO_2) melalui pori-pori kerabang telur. Untuk itu, dalam pembuatan alat penetas telur/mesin tetas harus diperhatikan cukup tidaknya oksigen yang ada dalam bok/ruangan, karena jika tidak ada oksigen yang cukup dalam bok/ruangan dikhawatirkan embrio gagal berkembang. (Paimin 2011:17).

Untuk mendapatkan hasil yang memuaskan maka dari itu temperatur harus selalu terjaga pada temperatur idealnya, persentase penetasan telur akan tinggi bila pengaturan temperatur dan kadar oksigen tetap stabil. Penetasan telur ayam biasanya diperlukan waktu sekitar 21-23 hari untuk ayam menetas, pembagian waktu dapat dijabarkan sebagai berikut (Sayid, Ridho. 2019) :

- a. Hari ke 1 – memasukan telur dalam alat penetas.
- b. Hari ke 2 – membiarkan telur tetap di dalam bok tanpa perlakuan
- c. Hari ke 3 – mulai melakukan pembalikan telur setelah telur berada dalam bok selama 48 jam, pembalikan dilakukan 3 kali dalam 1 hari.
- d. Hari ke 4 sampai hari ke 18 – telur masih tetap di beri pembalikan (pada hari ke 7, 13 dan hari ke 17 dilakukan peneropongan guna menyeleksi telur yang baik dan yang buruk)

- e. Hari ke 19 – tidak lagi dilakukan pembalikan dan telur sedikit di basuhi atau disemprotkan air pada permukaan cangkangnya agar cangkang menjadi lunak ini dilakukan sampai telur mulai menetas.
- f. Hari ke 20 sampai hari ke 22 – telur sudah menetas dan anak tetas segera dipindahkan ke wadah lain.

Pada gambar 2.2. Bisa dilihat Diagram penetasan telur



Gambar 2.2. Diagram Penetasan Telur

Sumber: Sayid, Ridho. 2019

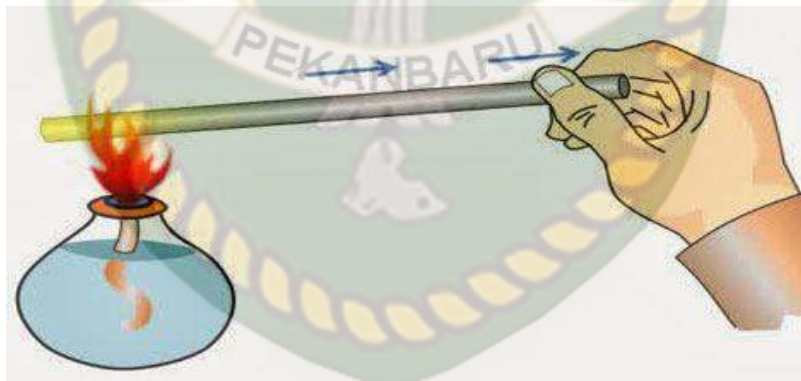
Cara kerja dari sistem alat penetasan telur pada umumnya adalah temperatur acuan (*input*) yang diatur oleh kontroler maka keluar temperatur yang diinginkan (*output*) menjadi temperatur yang diperlukan pada penetas telur dan belum ada *feedback* hanya sebatas temperatur yang diinginkan. Maka dari itu alat yang akan di analisa yaitu temperatur ruangan yang diinginkan akan diproses oleh kontroler, output dari kontroler akan menyalakan lampu sehingga akan keluar temperatur ruangan yang sebenarnya. *Feedback* yang diberikan temperatur akan diproses oleh kontroler jika panass terlalu tinggi akan mematikan lampu sehingga temperatur yang dihasilkan dari panas lampu akan turun dan jika temperatur terlalu rendah maka lampu akan menyala kembali.(Sayid, Ridho.2019)

2.3 Perpindahan Panas (*Heat Transfer*)

Perpindahan panas (*heat transfer*) adalah proses berpindahnya energi kalor atau panas (*heat*) karena adanya perbedaan temperatur. Dimana, energi kalor akan berpindah dari temperatur media yang lebih tinggi ke temperatur media yang lebih rendah. Proses perpindahan panas akan terus berlangsung sampai ada kesetimbangan temperatur yang terjadi pada kedua media tersebut. Proses terjadinya perpindahan panas dapat terjadi secara konduksi, konveksi, dan radiasi.

2.3.1 Perpindahan Panas Secara Konduksi

Perpindahan panas secara konduksi adalah perpindahan panas yang terjadi pada suatu media padat, atau pada media fluida yang diam. Konduksi terjadi akibat adanya perbedaan temperatur antara permukaan yang satu dengan permukaan yang lain pada media tersebut. Ilustrasi perpindahan panas secara konduksi seperti digambarkan pada Gambar 2.3



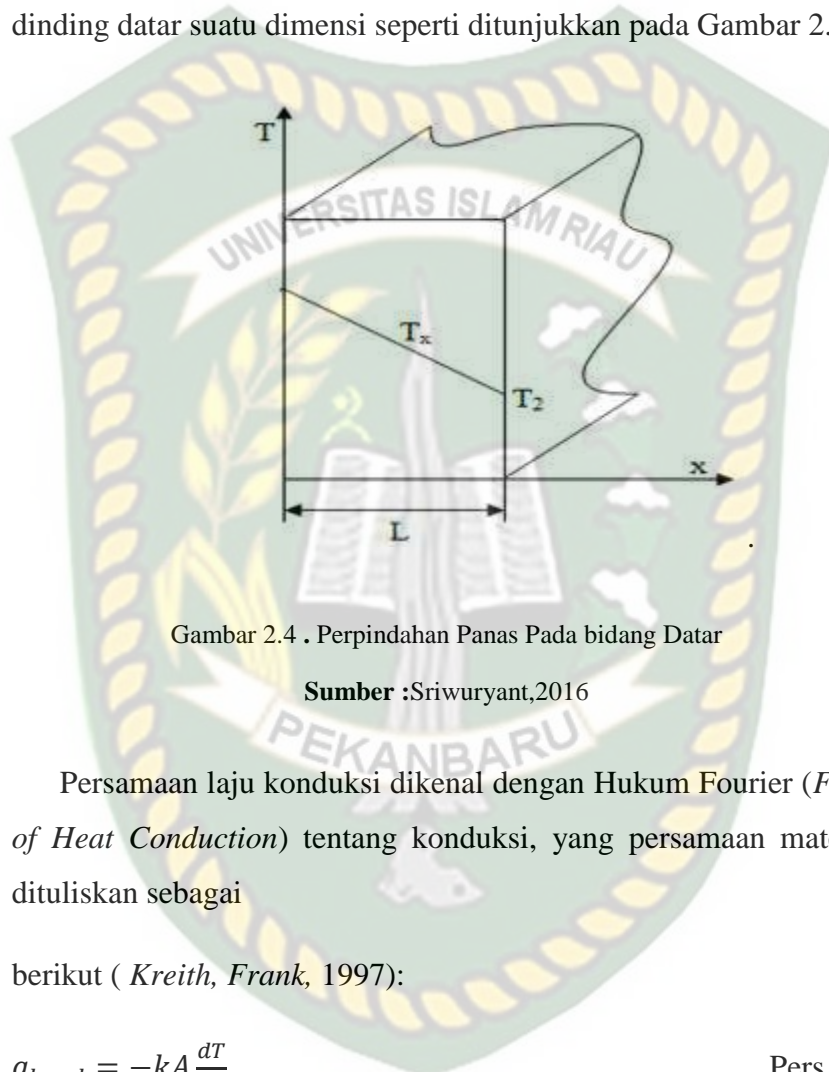
Gambar 2.3. Proses Perpindahan Secara Konduksi

Sumber : Sriwuryant,2016

Konsep yang ada pada konduksi merupakan suatu aktivitas atomik dan molekuler. Sehingga peristiwa yang terjadi pada konduksi adalah perpindahan energi dari partikel yang lebih energetik (molekul yang lebih berenergi atau bertemperatur tinggi) menuju partikel yang kurang

energetik (molekul yang kurang berenergi atau bertemperatur lebih rendah), akibat adanya interaksi antara partikel-partikel tersebut.

Proses perpindahan panas secara konduksi pada *steady state* melalui dinding datar suatu dimensi seperti ditunjukkan pada Gambar 2.4



Gambar 2.4 . Perpindahan Panas Pada bidang Datar

Sumber :Sriwuryant,2016

Persamaan laju konduksi dikenal dengan Hukum Fourier (*Fourier Law of Heat Conduction*) tentang konduksi, yang persamaan matematikanya dituliskan sebagai

berikut (*Kreith, Frank, 1997*):

$$q_{kond} = -kA \frac{dT}{dx} \dots \dots \dots \text{Pers.2-1}$$

Dimana :

q_{kond} = Laju perpindahan panas konduksi (W)

k = Konduktivitas thermal bahan (W/m.°C)

A = Luas penampang tegak lurus terhadap aliran panas (m²)

$$\frac{dT}{dx} = \text{Gradien temperatur pada penampang tersebut } (^{\circ}\text{C}/\text{m})$$

Tanda (-) diselipkan agar memenuhi hukum Thermodinamika II, yang menyebutkan bahwa, panas dari media bertemperatur lebih tinggi akan bergerak menuju media yang bertemperatur lebih rendah.

2.3.1.1 Thermal Resistance Pada Dinding Konduksi

Hambatan termal merupakan sifat kemampuan suatu bahan menghambatan laju aliran kalor yang mengalir dengan perbedaan temperatur antar sisinya. Dapat dituliskan persamaanya seperti berikut (Tri Ayodha Ajiwiguna,dkk)

$$R = \frac{\Delta T}{q} \dots\dots\dots \text{Pers2.2.}$$

Dimana :

R = Hambatan Thermal pada Material ($^{\circ}\text{C}/\text{W}$)

ΔT = Perbedaan Temperatur ($^{\circ}\text{C}$)

q = Laju Perpindahan Kalor (*Watt*)

2.3.1.2. Dinding lapis pada Konduksi

a. Konduksi Satu Lapisan

Laju Perpindahan pada kondisi tunak :

$$\frac{q}{A} = -k \frac{dT}{dx} \dots\dots\dots \text{Pers 2.3}$$

Diintegalkan menjadi :

$$\frac{q}{A} = -k \frac{T_2 - T_1}{x_2 - x_1} = k \frac{\Delta T}{\Delta X} \dots\dots\dots \text{Pers2.4}$$

Dimana :

$\Delta T = T_1 - T_2 =$ perbedaan temperatur yang melintasi bahan ($^{\circ}\text{C}$)

ΔX = tebal bahan (m)

Persamaan dapat juga dituliskan dalam bentuk

$$q \frac{\Delta T}{R} \dots \dots \dots \text{Pers.2.5}$$

Dimana :

$R = \text{Thermal Resistance } (^\circ\text{C}/\text{W})$

b. Konduksi Susunan Seri

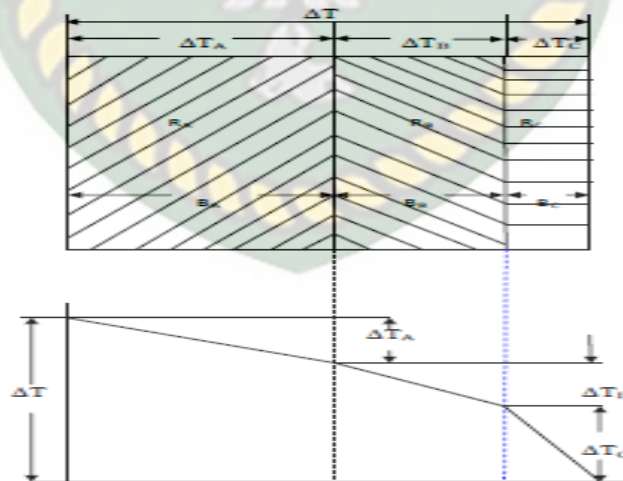
Jika ΔT adalah total penurunan temperature yang melintasi keseluruhan dinding, maka berlaku hubungan persamaan :

$$\Delta T = \Delta T_A + \Delta T_B + \Delta T_C \dots \dots \dots \text{Pers.2.6}$$

Dimana:

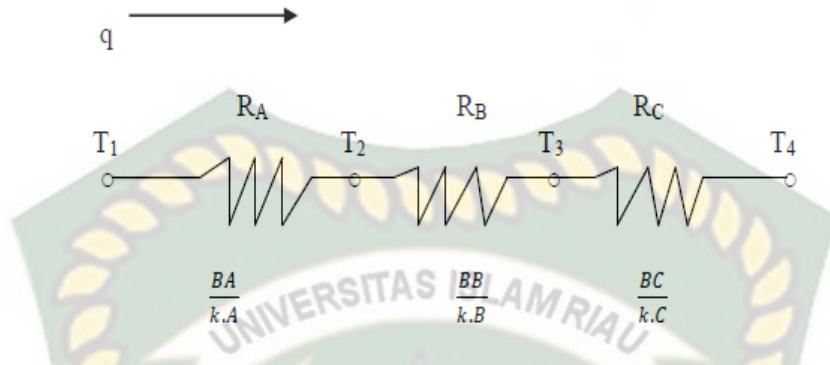
$$\Delta T_A = q_A \frac{BA}{k.A}, \quad \Delta T_B = q_B \frac{BB}{k.B}, \quad \Delta T_C = q_C \frac{BC}{k.C} \dots \dots \dots \text{Pers.2.7}$$

Pada gambar 2.5 Tahanan Dalam Susunan Seri



Gambar 2.5 Tahanan Panas Dalam Susunan Seri (Sriwuryant ,2016)

Pada Gambar 2.6 Dapat dilihat analogi listrik susunan seri



Gambar 2.6 Analogi listrik susunan seri (Sriwuyant,2016)

Persamaan (2,7) berlaku untuk setiap lapisan. Dari persamaan (2,6) dan (2,7) d $\Delta T_A + \Delta T_B + \Delta T_C = q_A \frac{B_A}{k_{A.A}} + q_B \frac{B_B}{k_{B.A}} + \Delta T$Pers.2.8

Karena dalam keadaan tunak tidak ada akumulasi, maka semua panas yang melewati tahanan ke satu = panas yang melewati tahanan kedua = panas yang melewati tahanan ketiga dan q adalah otomatis sama. Dengan demikian, aliran kalor dapat ditulis:

$$q = \frac{\Delta T}{B_A/(k_{A.A})+B_B/(k_{B.A})+B_C/(k_{C.A})} \dots\dots\dots \text{Pers2.9}$$

$$= \frac{\Delta T}{R_A+R_B+R_C} = \frac{\Delta T}{R} \dots\dots\dots \text{Pers2.10}$$

Dimana:

$$R_A = \frac{B_A}{(k_{A.A})}, \text{ tahanan panas dinding A}$$

$$R_B = \frac{B_B}{(k_{B.A})}, \text{ tahanan panas dinding B}$$

$$R_C = \frac{B_C}{(k_{C.A})}, \text{ tahanan panas dinding C}$$

A = luas perpindahan panas, (m^2)

R = *Thermal Resistance* ($^{\circ}C/W$)

B_A, B_B, B_C = jarak A,B,C (m)

k_A, k_B, k_C = konduktivitas panas A,B,C ($W/m K$)

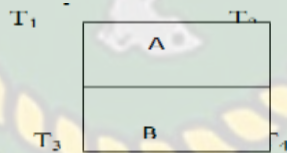
Persamaan (2-10) bisa juga dituliskan sebagai berikut:

$$\frac{\Delta T}{R} = \frac{\Delta T_A}{R_A} = \frac{\Delta T_B}{R_B} = \frac{\Delta T_C}{R_C} \dots \dots \dots \text{Pers.2.11}$$

Hal tersebut dikarenakan perumusan potensial dalam rangkaian panas yaitu perbedaan temperatur dibandingkan dengan penurunan temperatur total adalah sama dengan perbandingan antara masing masing tahanan terhadap tahanan panas total. (Sriwuryant, 2016)

c. konduksi susunan paralel

Tahanan dalam susunan paralel hubungan persamaannya adalah:



$$q_T = q_A + q_B = \frac{k_A \cdot A_A}{\Delta B_A} (T_1 - T_2) + \frac{k_B \cdot A_B}{\Delta B_B} (T_3 - T_4) \dots \dots \dots \text{Pers.2.12}$$

Jika diasumsikan $T_1 = T_3$ dan $T_2 = T_4$, maka:

$$q_T = \frac{(T_1 - T_2)}{\Delta B_A / (k_A \cdot A_A)} + \frac{(T_1 - T_2)}{\Delta B_B / (k_B \cdot A_B)} = \left(\frac{1}{R_A} + \frac{1}{R_B} \right) (T_1 - T_2) \dots \dots \dots \text{Pers.2.13}$$

Dimana:

q = laju perpindahan panas (W)

T_1, T_2 = temperatur masuk-keluar pada bahan A ($^{\circ}\text{C}$)

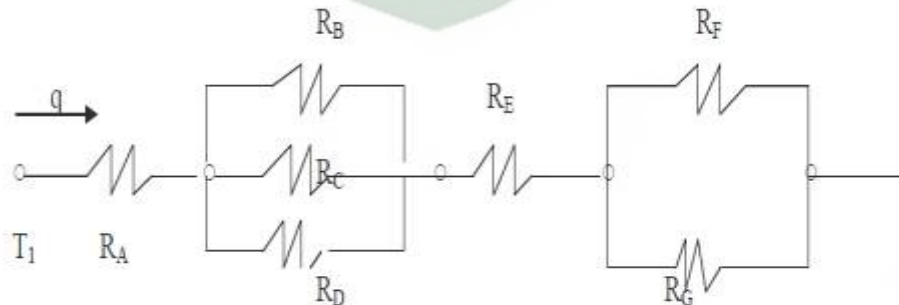
T_3, T_4 = temperatur masuk-keluar pada bahan B ($^{\circ}\text{C}$)

d. Konduksi Gabungan

Bisa kita lihat dinding berlapis dan analogi listrik susunan berlapis pada gambar 2.7 dan 2.8 (Sriwuryant, 2016)



Gambar 2.7 Dinding berlapis (Sriwuryant, 2016)



Gambar 2.8 Analogi listrik susunan berlapis (Sriwuryant,2016)

2.3.2 Perpindahan Panas Secara Konveksi

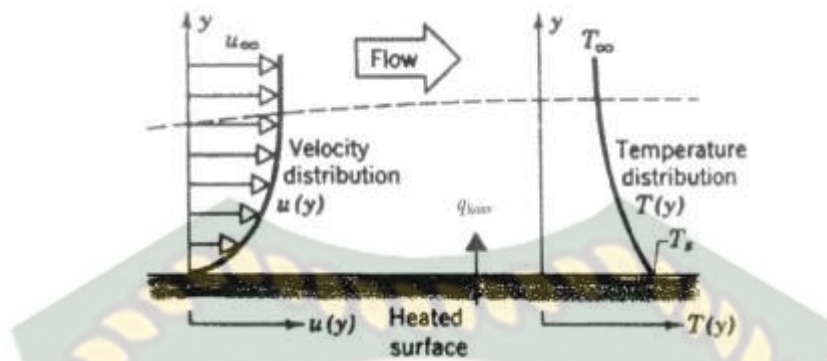
Perpindahan panas secara konveksi adalah perpindahan panas yang terjadi dari suatu permukaan media padat atau fluida yang diam menuju fluida yang mengalir atau bergerak, begitu pula sebaliknya, yang terjadi akibat adanya perbedaan temperatur. Ilustrasi perpindahan panas secara konveksi digambarkan seperti Gambar 2.9



Gambar 2.9. Proses Perpindahan Panas Secara Konveksi

Sumber : Sriwuryant,2016

Suatu fluida memiliki temperatur (T) yang bergerak dengan kecepatan (V), diatas permukaan benda padat (Gambar 2-5). Temperatur media padat lebih tinggi dari temperatur fluida, maka akan terjadi perpindahan panas secara konveksi dari benda padat ke fluida yang mengalir. Bisa dilihat pada gambar 2.10



Gambar 2.10. Perpindahan Panas Konveksi dari Permukaan Media Padat Ke fluida Yang Mengalir

Sumber : Sriwuryant,2016

Laju perpindahan panas konveksi mengacu pada Hukum Newton tentang pendinginan (*Newton's Law of Cooling*) (Incopera and De Witt), dimana:

$$q_{konv} = h \cdot A_s \cdot (T_s - T_\infty) \dots \dots \dots \text{pers2-14}$$

Dimana :

q_{konv} = Laju perpindahan panas konveksi (W)

h = Koefisien perpindahan panas konveksi ($W/m^2 \cdot ^\circ C$)

A_s = Luas permukaan perpindahan panas (m^2)

T_s = Temperatur permukaan (K)

T_∞ = Temperatur Fluida (K)

Menurut perpindahan panas konveksi, aliran fluida dapat diklasifikasikan

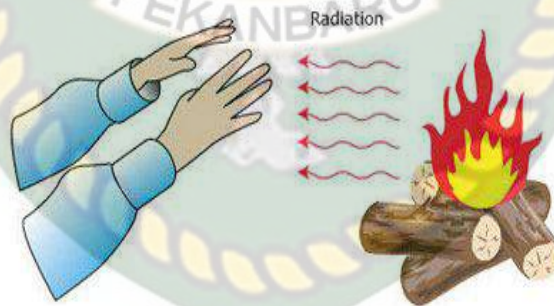
menjadi:

- a. Konveksi paksa (*forced convection*). Terjadi bila aliran fluida disebabkan oleh gaya luar. Seperti: blower, pompa, dan kipas angin.

b. Konveksi alamiah (*natural convection*). Terjadi bila aliran fluida disebabkan oleh efek gaya apungnya (*bouyancy forced effect*). Pada fluida, temperatur berbanding terbalik dengan massa jenis (*density*). Dimana, semakin tinggi temperatur suatu fluida maka massa jenisnya akan semakin rendah, begitu pula sebaliknya.

2.3.3 Perpindahan Panas Secara Radiasi

Perpindahan panas radiasi dapat dikatakan sebagai proses perpindahan panas dari satu media ke media lain akibat perbedaan temperatur tanpa memerlukan media perantara. Peristiwa radiasi akan lebih efektif terjadi pada ruang hampa, berbeda dari perpindahan panas konduksi dan konveksi yang mengharuskan adanya media perpindahan panas. Ilustrasi perpindahan panas secara radiasi digambarkan seperti gambar 2.11.



Gambar 2.11. Proses Perpindahan Secara Radiasi

Sumber : Sriwuryant,2016

Besarnya radiasi yang dipancarkan oleh permukaan suatu benda nyata (*real*)($q_{rad.g}$), adalah:

$$q_{rad.g} = \epsilon \cdot \sigma T_s^4 \cdot A \dots \dots \dots \text{pers2-15}$$

Sedangkan, untuk benda hitam sempurna (*black body*), dengan nilai emisivitas ($\epsilon = 1$) memancarkan radiasi ($q_{rad.b}$), sebesar :

$$q_{rad.b} = \sigma \cdot T_s^4 \cdot A \dots \dots \dots \text{pers2-16}$$

Untuk laju pertukaran panas radiasi keseluruhan, antara permukaan dengan sekelilingnya (*surrounding*) dengan temperatur sekelilingnya (T_{sur}), adalah :

$$q_{rad} = \epsilon \cdot \sigma \cdot (T_s^4 - T_{sur}^4) \cdot A \dots \dots \dots \text{pers2-17}$$

Dimana:

q_{rad} = Laju pertukaran panas radiasi (W)

ϵ = Nilai emisivitas suatu benda ($0 \leq \epsilon \leq 1$)

σ = Konstanta proporsionalitas, disebut juga konstanta Stefan Boltzmann. Dengan nilai $5,67 \times 10^{-8} (W m^2 K^4)$

A = Luas bidang permukaan (m^2)

T_s = Temperatur benda (K)

Dalam hal ini semua analisis tentang temperatur dalam pertukaran panas radiasi adalah dalam temperatur mutlak (*absolut*) yaitu *Kelvin* (K).

2.4 Kelembapan Relatif (*Relative Humidity*)

Didefinisikan sebagai perbandingan tekanan uap parsial (P_w) terhadap tekanan uap jenuh (P_s), pada suhu konstan yang hasilnya dinyatakan dalam satuan %. Berdasarkan definisi tersebut maka kelembapan relatif dapat dicari dengan menggunakan persamaan sebagai berikut (Efendi, 2019).

$$RH = \frac{P_W}{P_S} \times 100\% \dots\dots\dots \text{pers2-18}$$

$$rh = \frac{P_W}{P_S} \dots\dots\dots \text{pers2-19}$$

Dimana:

$RH, rh = \text{relative humidity}$

$P_W = \text{tekanan parsial uap air (Pa)}$

$P_S = \text{tekanan uap saat terjadi saturasi (Pa)}$

Kelembaban relatif dapat dicari dengan mensubstitusikan persamaan 2.13 dengan persamaan 2.11. Sehingga persamaan 2.13 menjadi (Efendi, 2019)

$$\begin{aligned}
 H &= \frac{0.622P_W}{P-P_W} \\
 &= \frac{0.622(rh)P_S}{(P-(rh)P_S)} \\
 rh &= \frac{HP}{(H+0,622)P_S} \dots\dots\dots \text{pers2-20}
 \end{aligned}$$

2.5 Komponen Utama Mesin Penetas Telur

2.5.1 Thermostat Digital

Thermostat adalah alat yang berfungsi untuk mengatur temperature dalam mesin penetas secara otomatis. Apabila alat ini terkena panas maka kapsul akan mengembang sehingga akan menekan sakelar (*mikroswitch*) dan aliran listrik akan terputus, sebaliknya apabila temperatur turun maka kapsul akan mengempis dan akan menyalakan kembali lampu pijar sebagai sumber panas. Bisa dilihat pada gambar 2.12 dibawah ini



Gambar 2.12. Thermostat Digital

2.5.2 Lampu Pijar

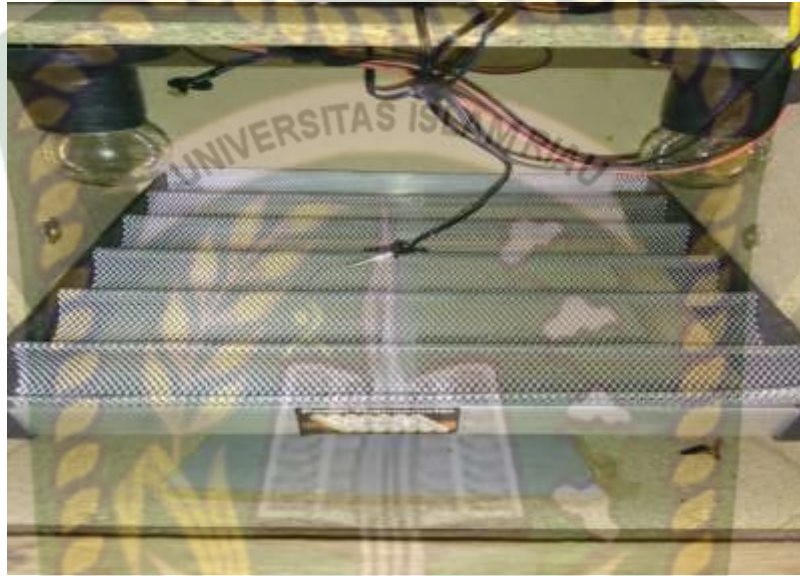
Lampu pijar adalah sumber cahaya buatan yang dihasilkan dengan penyaluran arus listrik melalui filamen yang kemudian memanaskan dan menghasilkan cahaya. Kaca yang menyelubungi filamen panas tersebut menghalangi udara untuk berhubungan dengannya sehingga filamen tidak akan langsung rusak akibat teroksidasi. Lampu pijar digunakan karena pancaran cahaya lampu pijar lebih merata dari pada menggunakan heater/pemanas, serta bila dihitung secara ekonomis lampu pijar lebih mudah di dapat dan murah harganya dari pada *heater*/pemanas (Putra dkk, 2014:339). Bisa dilihat pada gambar 2.13



Gambar 2.13. Lampu Pijar 5 Watt

2.5.3 Rak Telur

Rak Telur Rak telur berfungsi sebagai tempat telur yang akan diletakkan, rak telur diisi sesuai dengan kapasitasnya. bisa dilihat pada gambar 2.14 dibawah ini



Gambar 2.14. Rak Telur Pada Ruang Inkubator

2.5.4 Ventilasi

Dalam perkembangan normal, embrio membutuhkan oksigen (O_2) dan mengeluarkan karbondioksida (CO_2) melalui pori-pori kerabang telur. Untuk itu, dalam pembuatan alat penetas telur/mesin penetas harus diperhatikan cukup tidaknya oksigen yang ada dalam bok/ruangan, karena jika tidak ada oksigen yang cukup dalam bok/ruang maka di khawatirkan embrio tidak akan berkembang

2.5.5 Termometer *Infrared*

Termometer ini berfungsi untuk mengukur Temperatur pada sebuah ruangan. Termometer ini menyatakan temperatur dengan angka pada layarnya sehingga penggunaannya yang praktis dan

akurat untuk mengetahui temperatur pada ruang inkubator. Bisa dilihat pada gambar dibawah ini 2.15.



Gambar 2-15. Thermometer *infrared*

2.5.6 Kontroler/Pemutaran Rak Telur

Pemutaran rak telur, mempunyai tujuan untuk memberikan panas secara merata pada permukaan telur, Selain itu untuk mencegah agar embrio tidak menempel pada salah satu sisi kerabang telur. Pemutaran telur dilakukan dengan mengubah posisi telur dari kiri ke kanan atau sebaliknya, untuk telur dengan posisi mendatar yang bawah diputar menjadi diatas, apabila telur diberdirikan bagian yang tumpul harus diatas. Bisa dilihat pada gambar dibawah ini 2.16.



Gambar 2.16. Kontroler/Pemutaran Rak Telur

2.5.7 Air

Air, berfungsi sebagai bahan untuk mempertahankan kelembaban didalam ruangan alat penetas telur, oleh karena itu air didalam alat selama proses penetasan berlangsung tidak boleh kering. Kelembaban yang dibutuhkan pada penetasan umur 1 hari–20 hari adalah yang ideal antara 60%-70%, sedangkan pada hari ke 21 sampai menetas membutuhkan lebih tinggi yaitu 75%.(Gatot 2006).

2.6 Persamaan-Persamaan Perhitungan Laju Aliran Kalor

2.6.1 Perhitungan Dimensi Ruang Mesin Penetas

Dimensi mesin penetas $P \times L \times T$ jadi Panjang mesin penetas adalah 300 mm, dengan Lebar 300 mm, dan Tinggi mesin penetas adalah 320 mm.

Laju perpindahan panas secara radiasi dapat dipengaruhi oleh kapasitas sumber kalor yaitu jumlah lampu dan dimensi ruang penetas, karena semakin besar dimensi ruang penetas maka akan

semakin lama untuk mencapai suhu kerja yaitu 38 °C Luas seluruh dinding ruang mesin penetas dapat ditulis dengan persamaan:

Analisa:

$$A_{Ruang\ tetas} = 2(P.L) + 2(P.T) + 2(L.T) \dots\dots\dots pers2-21$$

Dimana :

$A_{Ruang\ Tetas}$ = Luas permukaan dinding bagian dalam ruang tetas(m²)

P = panjang lantai ruang penetas (m)

L = lebar lantai ruang penetas (m)

T = tinggi yaitu jarak dari lantai ke dudukan lampu (m)

2.6.2 Perpindahan Panas Konduksi pada Dinding Mesin Penetas

Beban kalor pada permukaan dinding bangun ruang mesin penetas dapat ditulis dengan persamaan:

$$Q = \frac{k}{L} \cdot A \cdot \Delta T \dots\dots\dots pers2-22$$

Dimana :

Q = beban kalor (Watt)

k = konduktivitas termal (W/m.K)

L = tebal dinding (m)

A = Luas bidang permukaan perpindahan panas (m²)

ΔT = Perbedaan temperatur (°C)

$(T_1 - T_2)$ = Temperatur dinding dalam mesin penetas – Temperatur dinding luar (°C)

2.6.3 Laju Perpindahan Kalor Radiasi Pada Permukaan Dinding Bagian Dalam

Laju perpindahan kalor radiasi pada permukaan dinding bangunan ruang mesin penetas dapat ditulis dengan persamaan:

$$q_r = \sigma \cdot A \cdot \varepsilon \cdot (T_1^4 - T_2^4) \dots \dots \dots \text{pers2-23}$$

q_r = Laju perpindahan panas radiasi (Watt)

ε = (Nilai emisivitas suatu benda)

A = Luas bidang permukaan perpindahan panas (m^2)

σ = Konstanta Stefan Boltzman $5,669 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$.

ΔT^4 = Perbedaan Temperatur $^{\circ}\text{C}$

$(T_1^4 - T_2^4)$ = Temperatur dinding dalam mesin penetas –
 Temperatur dinding luar ($^{\circ}\text{C}$)

2.6.4 Efisiensi

Efisiensi adalah perbandingan yang terbaik antara input (masukan) dan output (hasil antara keuntungan dengan sumber-sumber yang dipergunakan), seperti halnya juga hasil optimal yang dicapai dengan penggunaan sumber yang terbatas. Dengan kata lain hubungan antara apa yang telah diselesaikan. (fuazen,dkk 2019)

Analisa:

$$\eta = \frac{Q_{in}}{Q_{out}} \times 100\% \dots \dots \dots \text{pers2-24}$$

η = Efisiensi (%)

Q_{in} = Beban kalor yang diperlukan ruang mesin tetas

Q_{out} = Beban kalor yang diberikan pada ruang mesin tetas



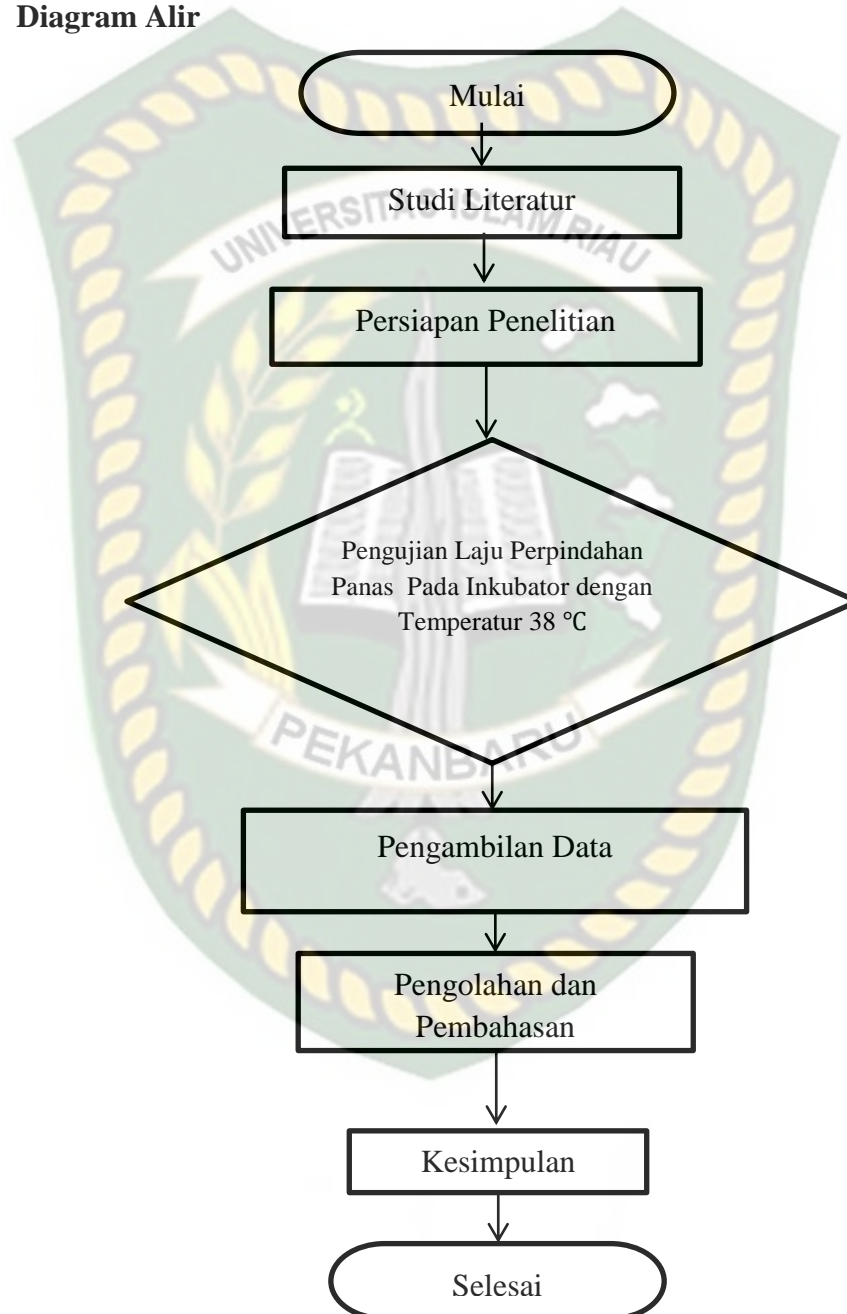
Dokumen ini adalah Arsip Miitik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Literatur

Literatur yaitu bahan-bahan referensi yang diperlukan dan berhubungan dengan masalah-masalah yang akan dibahas. Studi ini dilakukan dengan mempelajari dan mengkaji penelitian-penelitian sebelumnya yang berhubungan dengan analisa laju aliran kalor pada penetas telur ayam otomatis dan sumber sumber literatur yang reletavan dengan topik yang diteliti. Studi literatur berguna sebagai dasar dalam pembahasan masalah sebagai acuan untuk ketahap penelitian selanjutnya. Studi literatur bias didapat dari berbagai sumber, seperti:

- Jurnal
- Buku
- Skripsi

3.3 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini bertempat di *Workshop*, Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Islam Riau (UIR) yang beralamat di Jl.Kaharuddin Nasution No.133, Marpoyan, Pekanbaru.



Gambar 3.2 *Workshop* Teknik Mesin

3.4 Tahapan Penelitian

Penelitian ini terdiri dari dua tahap, yaitu:

1. Tahapan pra-penelitian

Tahapan ini merupakan tahap awal dimana penelitian melakukan studi literatur yang berhubungan dengan judul dan tujuan yang ingin dicapai

dari penelitian. Tahapan ini dilakukan secara terus menerus untuk mendapatkan data dan hasil yang maksimal sampai penelitian berakhir.

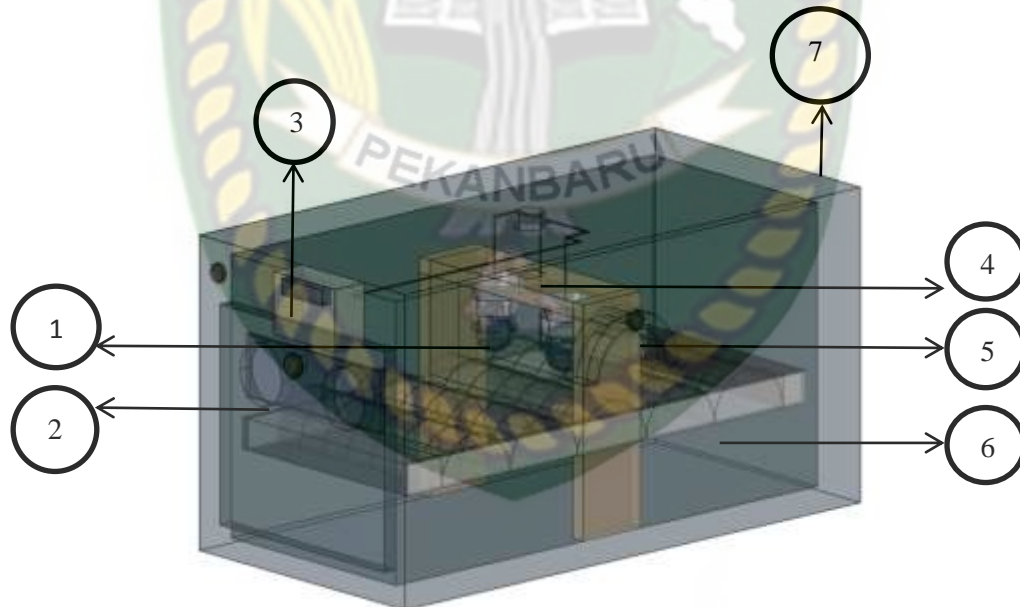
2. Tahapan penelitian

Pada tahap ini melakukan kegiatan inti yaitu eksperimen meliputi pengujian unjuk mengetahui laju perpindahan kalor yang terjadi pada ruang inkubator alat penetas telur ayam otomatis menggunakan thermostats digital seperti telah dijelaskan dalam rumusan masalah

3.5 Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan pada saat penelitian antara lain sebagai berikut :

3.5.1 Alat Uji



Gambar 3.5 Skema Alat Penetas Telur Otomatis

Keterangan Gambar :

1. Thermostats Digital
2. Kaca Ventilasi
3. Lampu Pijar
4. Sensor Temperatur
5. Kontroler
6. Rak Telur
7. Dinding Alat Penetas Telur

3.5.2 Alat

1. Thermometer Digital (*infraRed*)

Termometer ini berfungsi untuk mengukur Temperatur pada sebuah ruangan. Termometer ini menyatakan temperatur dengan angka pada layarnya sehingga penggunaannya yang praktis dan akurat untuk mengetahui temperatur pada ruang inkubator.

Spesifikasi Thermometer Digital (*infraRed*):

- *Temperature range: -50 ~ 700°C (-58~1292°F)*
- *Accuracy: ±1.5% or ±1.5°C*
- *Distance Spot Ratio: 12:1*
- *Emissivity: 0.1~1.00 bisa disesuaikan*
- *Resolution: 0.1°C/°F*
- *Response time : 500 ms*
- *Wave length: 8-14 μm*
- *Repeatability: ±1% or ±1°C*
- *°C / °F selection*
- *Data Store/Recall Function*
- *Data hold function*
- *Laser Target Pointer selection*
- *Alarm temperature set-up*
- *Backlight display selection*
- *Auto power shut off*

- *Power supply: 9V battery*
- *Weight: 210g (Including battery)*
- *Dimension: 175x100x49mm*



Gambar 3.3. Thermometer *InraRed*

2. *Higrometer*

Higrometer ini berfungsi untuk mengukur kelembapan pada ruang inkubator alat penetas telur

Spesifikasi *Higrometer* :

Ukuran Kelembaban (RH): 10% - 99%, Resolusi: 1%, Akurasi: +/- 5% - Ukuran Temperatur (C): -50 C - 70 C, Resolusi: 0.1 C, Akurasi: +/- 1 C - Tegangan Operasi: 1.5 v, 1 bh Baterai Kancing LR44 - Dimensi: 48mm x 28.6 mm x 15.2 mm - Dimensi Layar (LCD): 46 mm x 27 mm.



Gambar 3.4 Higrometer

3.5.3 Bahan Pengujian

Pada penelitian ini penulis memiliki bahan yang mau diuji, yaitu hanya menggunakan telur ayam.

3.6 Prosedur Alat Uji

Mesin penetas telur sederhana pada penelitian ini menggunakan Inkubator Bahan inkubator multiplek MDF (*medium density fiberboard*), panjang MDF yaitu 30 cm, lebar 30 cm, tinggi 32 cm.

Selanjutnya dilakukan pengujian alat untuk mengambil data yang akan digunakan sebagai bahan analisis kerja mesin. Pada penelitian ini digunakan 1 variabel temperatur inkubator yaitu dengan Temperatur 38°C.

Pengambilan data dilakukan dengan melakukan 1 tahapan variabel yang sekali pengujian dengan cara menaruh sensor pada bagian atas kulit telur ayam kampung dengan pemutaran rak telur selama 24 jam agar energi panas yang di pancarkan lampu pijar dapat merata ke seluruh bagian telur yang ada di inkubator.

3.6.1 Persiapan Alat Uji

1. Langkah Persiapan
 - a. Hubungan Alat Uji dengan daya listrik, perhatikan apakah lampu telah menyala dengan normal, jika tidak ganti.
 - b. Bak air di isi $\frac{3}{4}$ bagian dengan air bersih.
 - c. Alat Uji di setel Temperatur ke 38 °C dengan mengatur thermostat nya. Menstabilkan kondisinya ± 3 jam

(usahakan ditempatkan pada ruangan yang tertutup namun cukup ventilasi).

- d. Telur ditata pada rak aluminium dengan bagian tumpul di atas.
- e. Suhu dan kelembaban di kontrol kembali hingga stabil.

2. Langkah Pengambilan Data Uji

- a. Setelah Alat Uji di hidupkan, biarkan Alat uji hidup selama 24 jam untuk mendapat kan panas yang merata ke setiap dinding Alat uji
- b. Setelah 24 jam Alat uji di hidupkan, ambil setiap data pada dinding depan, belakang, atas, kanan dan kiri menggunakan Thermometer Digital (*infraRed*)
- c. Kemudian ambil data Kelembapan Udara (*Relative Humidity*) Menggunakan alat Higrometer

3.7 Jadwal Kegiatan Penelitian

Agar penelitian tentang Analisa laju aliran kalor pada inkubator penetas telur ayam otomatis ini dapat berjalan dengan lancar, optimal serta sesuai dengan waktu yang ditentukan maka perlu dibuat jadwal penelitian seperti yang terlihat pada tabel 3.1 dibawah ini

Tabel 3.1 Jadwal Penelitian

No	Jenis Kegiatan	Bulan					
		10	11	12	1	4	10
1	Pembuatan Proposal						
2	Studi Literatur						
3	Persiapan Alat Dan Bahan						
4	Seminar Proposal						
5	Pengujian Dan Pengumpulan Data						
6	Analisa Data						
7	Sidang Skripsi						

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Mesin penetas telur (*egg incubator*) sederhana pada penelitian ini menggunakan Inkubator Bahan multiplek MDF (*medium density fiberboard*), panjang MDF yaitu 30 cm, lebar 30 cm, tinggi 32 cm. Selanjutnya dilakukan pengujian alat untuk mengambil data yang akan digunakan sebagai bahan analisis laju perpindahan kalor yang terjadi pada ruang inkubator alat penetas telur ayam.

Untuk mengetahui laju perpindahan kalor yang terjadi pada ruang inkubator alat penetas telur ayam ini, peneliti melakukan beberapa tahapan diantaranya adalah sebagai berikut:

4.1.1 Perhitungan Dimensi Mesin

Dimensi mesin penetas P x L x T, jadi Panjang mesin penetas adalah 0,3 m, dengan Lebar 0,3 mm, dan Tinggi mesin penetas sama dengan Lebar jadi Tingginya adalah 0,32 mm.

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 dan dimensi ruang penetas, karena semakin besar dimensi ruang penetas maka akan semakin lama untuk mencapai suhu kerja yaitu 38°C . Luas seluruh dinding ruang mesin penetas dapat ditulis dengan persamaan:

$$A_{Ruang\ Tetas} = 2(P.L) + 2(P.T) + 2(L.T)$$

Keterangan :

$A_{Ruang\ Tetas}$ = Luas permukaan dinding bagian dalam ruang tetas (m^2)

P = panjang lantai ruang penetas (m)

L = lebar lantai ruang penetas (m)

T = tinggi yaitu jarak dari lantai ke kedudukan lampu (m)

Dimensi mesin penetas adalah sebagai berikut:

A = Luas ruang penetas (m^2)

Tebal dinding = 0,01 m

P = 0,3 (Panjang dinding bagian dalam dikurangi tebal dinding kiri dan kanan)

$$P = (0,3) - (0,01) - (0,01)$$

$$P = 0,28\text{ m}$$

L = 0,3 m (Lebar dinding bagian dalam dikurangi tebal dinding belakang dan depan)

$$P = (0,3) - (0,01) - (0,01)$$

$$P = 0,28\text{ m}$$

$$T = 0,32\text{ m}$$

Analisa:

$$A_{Ruang\ Tetas} = 2(P.L) + 2(P.T) + 2(L.T)$$

$$A_{Ruang\ Tetas} = 2(0,28 \times 0,28) + 2(0,28 \times 0,32) + 2(0,28 \times 0,32)$$

$$A_{Ruang\ Tetas} = 0,1568 + 0,1792 + 0,1792$$

$$A_{\text{Ruang Tetras}} = 0,5152 \text{ m}^2$$

Jadi luas seluruh permukaan dinding untuk ruang mesin penetas adalah 0,5152 m²

4.1.2 Perpindahan Panas Konduksi pada Dinding Mesin Penetas

Tabel 4.1 Data Hasil pengujian Setiap Dinding

DINDING	T ₁ °C	T ₂ °C
Depan	38	32,9
Belakang	38	33
Atas	38	33,3
Kanan	38	34,3
Kiri	38	33

Laju perpindahan panas konduksi yang terjadi pada tiap bagian dinding mesin penetas telur dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$Q = \frac{k}{L} \cdot A \cdot \Delta T$$

Q = beban kalor (Watt)

k = konduktivitas termal kayu multiplek 0,21 W/m.K

L = tebal dinding 0,01 m

A = Luas bidang permukaan perpindahan panas (m²)

ΔT = Perbedaan temperatur (°C)

$(T_1 - T_2)$ = Temperatur dinding dalam mesin penetas – Temperatur dinding luar (°C)

Berikut persamaan perpindahan panas konduksi yang terjadi pada tiap bagian dinding mesin penetas telur

1. Dinding Depan

Diketahui:

Q = beban kalor (Watt)

k = konduktivitas termal kayu multiplek 0,21 W/m.K

L = tebal dinding 0,01 m

A = 0,5152 m²

ΔT = Beda temperatur ($T_1 - T_2$)

$(T_1 - T_2) = (311,15 - 306,05) \text{ K}$

Analisa:

$$Q = \frac{k}{L} \cdot A \cdot \Delta T$$

$$Q = \frac{0,21}{10} \cdot 0,5152 \text{ m}^2 \cdot (311,15 - 306,05) \text{ K}$$

$$Q = 0,021 \text{ W/m.K} \cdot 0,5152 \text{ m}^2 \cdot (5,1 \text{ K})$$

$$Q = 0,0641 \text{ Watt}$$

2. Dinding Belakang

Diketahui:

Q = beban kalor (Watt)

k = konduktivitas termal kayu multiplek 0,21 W/m.K

L = tebal dinding 0,01 m

A = 0,5152 m²

ΔT = Beda temperatur ($T_1 - T_2$)

$(T_1 - T_2) = (311,15 - 306,15) \text{ K}$

Analisa:

$$Q = \frac{k}{L} \cdot A \cdot \Delta T$$

$$Q = \frac{0,21}{10} \cdot 0,5152 \text{ m}^2 \cdot (311,15 \text{ K} - 306,15 \text{ K})$$

$$Q = 0,021 \text{ W/m.K} \cdot 0,5152 \text{ m}^2 \cdot (5 \text{ K})$$

$$Q = 0,0629 \text{ Watt}$$

3. Dinding Atas

Diketahui:

Q = beban kalor (Watt)

k = konduktivitas termal kayu multiplek 0,21 W/m.K

L = tebal dinding 0,01 mm

A = 0,5152 m²

ΔT = Beda temperatur ($T_1 - T_2$)

$(T_1 - T_2) = (311,15 - 306,45) \text{ K}$

Analisa:

$$Q = \frac{k}{L} \cdot A \cdot \Delta T$$

$$Q = \frac{0,21}{10} \cdot 0,5152 \text{ m}^2 \cdot (311,15 - 306,45) \text{ K}$$

$$Q = 0,021 \text{ W/m.K} \cdot 0,5152 \text{ m}^2 \cdot (4,7 \text{ K})$$

$$Q = 0,0591 \text{ Watt}$$

4. Dinding Samping Kanan

Diketahui:

Q = beban kalor (Watt)

k = konduktivitas termal kayu multiplek 0,21 W/m.K

L = tebal dinding 0,01 mm

A = 0,5152 m²

ΔT = Beda temperatur ($T_1 - T_2$)

$(T_1 - T_2) = (311,15 - 307,45) \text{ K}$

Analisa:

$$Q = \frac{k}{L} \cdot A \cdot \Delta T$$

$$Q = \frac{0,21}{10} \cdot 0,5152 \text{ m}^2 \cdot (311,15 - 307,45) \text{ K}$$

$$Q = 0,021 \text{ W/m.K} \cdot 0,5152 \text{ m}^2 \cdot (3,7 \text{ K})$$

$$Q = 0,0465 \text{ Watt}$$

5. Dinding Samping Kiri

Diketahui:

Q = beban kalor (Watt)

k = konduktivitas termal kayu multiplek 0,21 W/m.K

L = tebal dinding 0,01 mm

A = 0,5152 m²

ΔT = Beda temperatur ($T_1 - T_2$)

$(T_1 - T_2) = (311,15 - 306,15) \text{ K}$

Analisa:

$$Q = \frac{k}{L} \cdot A \cdot \Delta T$$

$$Q = \frac{0,21}{10} \cdot 0,5152 \text{ m}^2 \cdot (311,15 - 306,15) \text{ K}$$

$$Q = 0,021 \text{ W/m.K} \cdot 0,5152 \text{ m}^2 \cdot (5 \text{ K})$$

$$Q = 0,0629 \text{ Watt}$$

Jadi laju perpindahan panas konduksi yang melintasi masing-masing dinding mesin adalah:

1. Dinding depan : 0,0641Watt.
2. Dinding belakang : 0,0629 Watt.
3. Dinding atas : 0,0591 Watt.
4. Dinding samping kanan : 0,0465 Watt.
5. Dinding samping kiri : 0,0629 Watt.

Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Energi Thermal Konduksi

DINDING	T ₁ , (K)	T ₂ , (K)	ΔT, (K)	q _{kondi} , (W)
Depan	311,15	306,05	5,1	0,0641
Belakang	311,15	306,15	5	0,0629
Atas	311,15	306,45	4,7	0,0591
Kanan	311,15	307,45	3,7	0,0465
Kiri	311,15	306,15	5	0,0629
Total Hasil Perhitungan Energi Thermal Konduksi			29,8	0,2955

Pada tabel hasil perhitungan Energi Thermal Konduksi diatas didapatkan perpindahan panas konduksi yang terjadi pada setiap dinding mesin alat penetas adalah, dinding depan 0,0641Watt, dinding belakang 0,0629 Watt, dinding atas 0,0591 Watt, dinding samping kanan 0,0465 Watt, dan dinding samping kiri

0,0629 Watt, Dengan total hasil perhitungan Energi Thermal Konduksi 0,2955 Watt..

Dengan demikian energi yang diperlukan untuk memanaskan permukaan telur adalah sebesar 9,7045 Watt, dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Energi yang diperlukan} &= \text{Daya sumber (10Watt)} - \text{Total Konduksi (0,2955Watt)} \\
 &= 10 \text{ Watt} - 0,2955 \text{ Watt} \\
 &= 9,7045 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

4.1.3 Laju Perpindahan Kalor Radiasi Pada Permukaan Dinding Bagian Dalam

Laju perpindahan kalor radiasi pada permukaan dinding bangun ruang mesin penetas dapat ditulis dengan persamaan:

$$q_r = \sigma \cdot A \cdot T^4$$

Diketahui :

$$\begin{aligned}
 q_r &= \text{Laju perpindahan panas radiasi (Watt)} \\
 A &= 0,5152 \text{ m}^2 \\
 \sigma &= \text{Konstanta Stefan Boltzman } 5,669 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4. \\
 T^4 &= 38^\circ\text{C} (311,15 \text{ K}^4)
 \end{aligned}$$

Analisa:

$$\begin{aligned}
 q_r &= 5,669 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4 \cdot 0,5152 \text{ m}^2 \cdot 311,15^4 \text{ K} \\
 q_r &= 2,9206 \times 10^{-8} \cdot 9.373.013.041 \\
 q_r &= 2,7375 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

Jadi laju perpindahan panas radiasi pada seluruh permukaan dalam dinding ruangan mesin penetas dengan luas $0,5152 \text{ m}^2$, temperatur pada mesin penetas 38°C , laju perpindahan panas radiasinya adalah $2,7375 \text{ Watt}$.

Laju perpindahan panas radiasi pada permukaan dinding dengan luas keseluruhan $0,5152 \text{ m}^2$, dengan nilai emisivitas bahan $0,78$, temperatur mesin penetas 38°C , maka laju perpindahan panas radiasi yang terjadi pada dinding mesin penetas adalah sebagai berikut :

$$q_r = \sigma \cdot A \cdot \varepsilon \cdot T^4$$

Keterangan:

$$q_r = \text{Laju perpindahan panas radiasi (Watt)}$$

$$\varepsilon = 0,78 \text{ (estimasi bahan kayu)}$$

$$A = 0,5152 \text{ m}^2$$

$$\sigma = \text{Konstanta Stefan Boltzman } 5,669 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4.$$

$$T^4 = 38^\circ\text{C} (311,15 \text{ K})$$

Analisa:

$$q_r = 5,669 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4 \cdot 0,5152 \text{ m}^2 \cdot 0,78 \cdot 311,15^4 \text{ K}$$

$$q_r = 5,669 \times 10^{-8} \cdot 3766.601528,657947$$

$$q_r = 569.900.000 \cdot 3766601528,657947$$

$$q_r = 2,146 \text{ Watt}$$

Jadi perpindahan panas radiasi yang terjadi pada dinding mesin penetas luas 0,5152 m², dengan nilai emisivitas bahan 0,78, temperatur mesin penetas 38°C adalah sebesar 2,146 Watt.

Maka daya lampu pada siang dan malam hari serta rata – rata daya yang dihasilkan lampu adalah sebagai berikut :

Filamen lampu pijar 10 W memiliki diameter 5 cm. Fluks panas pada permukaan filamen, fluks panas pada permukaan bohlam kaca, dan biaya listrik tahunan bohlam harus ditentukan. Asumsi Perpindahan panas dari permukaan filamen dan bola lampu adalah seragam.

Analisis:

- a. Luas permukaan perpindahan panas dan fluks panas pada permukaan filamen adalah:

$$A_s = \pi DL = \pi(0.05 \text{ cm})(5 \text{ cm}) = 0.25 \text{ cm}^2$$

$$\dot{q}_s = \frac{\dot{Q}}{A_s} = \frac{10 \text{ W}}{0.25 \text{ cm}^2} = 40 \text{ W/cm}^2 = 0,04\text{kW/cm}^2$$

- b. Fluks panas pada permukaan bola kaca adalah:

$$A_s = \pi D^2 = \pi(5 \text{ cm})^2 = 78,5 \text{ cm}^2$$

$$\dot{q}_s = \frac{\dot{Q}}{A_s} = \frac{10 \text{ W}}{78,5 \text{ cm}^2} = 0.127 \text{ W/cm}^2$$

- c. Jumlah dan biaya energi listrik yang dikonsumsi selama periode satu bulan adalah:

$$\text{Konsumsi Listrik} = \dot{Q}\Delta t = (0.04 \text{ kW})(30 \times 8 \text{ h/bln}) = 9,6 \text{ kWh/Bulan}$$

$$\text{Biaya Bulanan} = (9,6 \text{ kWh/bln})(\text{Rp}.1.352/\text{kWh}) = \text{Rp}.12.979/\text{Bulan}$$

- d. Pengaruh penggunaan lampu pijar 10 Watt

Data penggunaan lampu pijar dengan daya 10 watt, kuat arus yang mengalir sebesar 0,33 ampere, pengamatan dilakukan pada siang dan malam hari dimaksudkan untuk mengetahui pengaruh panas yang dihasilkan lampu terhadap temperatur lingkungan. Dari hasil penelitian didapat rata-rata temperatur ruang mesin tetas mencapai 38°C.

$$P = V.I$$

Keterangan :

P = Daya (watt)

V = Tegangan (volt)

I = Kuat Arus (ampere)

Diketahui:

V = 220 volt

I = 0,33 ampere

Analisa :

$$P = V.I$$

$$P = 220.0,33$$

$$P = 72,6 \text{ W}$$

Tabel 4.3 Data Hasil pengujian Setiap Dinding

DINDING	T ₁ °C	T ₂ °C
Depan	38	32,9
Belakang	38	33
Atas	38	33,3
Kanan	38	34,3
Kiri	38	33

Laju perpindahan panas radiasi pada permukaan dinding dengan luas keseluruhan 0,5152 m², dengan nilai emisivitas warna benda dengan standar rata-rata 0,37, temperatur mesin penetas 38°C, maka laju perpindahan panas radiasi yang terjadi pada dinding mesin penetas adalah sebagai berikut :

$$q_r = \sigma \cdot A \cdot \varepsilon \cdot \Delta T^4$$

Keterangan:

$$q_r = \text{Laju perpindahan panas radiasi (Watt)}$$

$$\varepsilon = 0,37 \text{ (estimasi warna kuning)}$$

$$A = 0,5152 \text{ m}^2$$

$$\sigma = \text{Konstanta Stefan Boltzman } 5,669 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4.$$

$$\Delta T^4 = \text{Perbedaan Temperatur } ^\circ\text{C}$$

$(T_1^4 - T_2^4)$ = Temperatur dinding dalam mesin penetas – Temperatur dinding luar ($^{\circ}\text{C}$)

1. Dinding Depan

Diketahui:

q_r = Laju perpindahan panas radiasi (Watt)

ε = 0,37 (estimasi warna kuning)

A = 0,5152 m^2

σ = Konstanta Stefan Boltzman $5,669 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$.

ΔT = Beda temperatur ($T_1^4 - T_2^4$)

$$(T_1^4 - T_2^4) = (311,15^4 - 306,05^4) \text{ K}$$

Analisa:

$$q_r = 5,669 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4 \cdot 0,5152 \text{ m}^2 \cdot 0,37 \cdot (311,15^4 - 306,05^4) \text{ K}$$

$$q_r = 5,669 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4 \cdot 0,190624 \text{ m}^2 \cdot 599.580.617,241 \text{ K}$$

$$q_r = 566900000000 \cdot 114.294.455,5809484$$

$$q_r = 6,48 \text{ Watt}$$

2. Dinding Belakang

Diketahui:

q_r = Laju perpindahan panas radiasi (Watt)

ε = 0,37 (estimasi warna kuning)

A = 0,5152 m^2

σ = Konstanta Stefan Boltzman $5,669 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$.

ΔT = Beda temperatur ($T_1^4 - T_2^4$)

$$(T_1^4 - T_2^4) = (311,15^4 - 306,15^4) \text{ K}$$

Analisa:

$$q_r = 5,669 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4 \cdot 0,5152 \text{ m}^2 \cdot 0,37 \cdot (311,15^4 - 306,15^4) \text{ K}$$

$$q_r = 5,669 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4 \cdot 0,190624 \text{ m}^2 \cdot 588.108.330,5425 \text{ K}$$

$$q_r = 566900000000 \cdot 112.107.562,4013335$$

$$q_r = 6,35 \text{ Watt}$$

3. Dinding Atas

Diketahui:

q_r = Laju perpindahan panas radiasi (Watt)

ε = 0,37 (estimasi warna kuning)

A = $0,5152 \text{ m}^2$

σ = Konstanta Stefan Boltzman $5,669 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$.

ΔT = Beda temperatur ($T_1^4 - T_2^4$)

$$(T_1^4 - T_2^4) = (311,15^4 - 306,45^4) \text{ K}$$

Analisa:

$$q_r = 5,669 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4 \cdot 0,5152 \text{ m}^2 \cdot 0,37 \cdot (311,15^4 - 306,45^4) \text{ K}$$

$$q_r = 5,669 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4 \cdot 0,190624 \cdot 553.623.957,016 \text{ K}$$

$$q_r = 566900000000 \cdot 105.534.013,182218$$

$$q_r = 5,98 \text{ Watt}$$

4. Dinding Samping Kanan

Diketahui:

$$q_r = \text{Laju perpindahan panas radiasi (Watt)}$$

$$\varepsilon = 0,37 \text{ (estimasi warna kuning)}$$

$$A = 0,5152 \text{ m}^2$$

$$\sigma = \text{Konstanta Stefan Boltzman } 5,669 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4.$$

$$\Delta T = \text{Beda temperatur } (T_1^4 - T_2^4)$$

$$(T_1^4 - T_2^4) = (311,15^4 - 307,45^4) \text{ K}$$

Analisa:

$$q_r = 5,669 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4 \cdot 0,5152 \text{ m}^2 \cdot 0,37 \cdot (311,12^4 - 307,45^4) \text{ K}$$

$$q_r = 5,669 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4 \cdot 0,190624 \text{ m}^2 \cdot 437.942.418,2565 \text{ K}$$

$$q_r = 566900000000 \cdot 83.482.335,53772706$$

$$q_r = 4,73 \text{ Watt}$$

5. Dinding Samping Kiri

Diketahui:

$$q_r = \text{Laju perpindahan panas radiasi (Watt)}$$

$$\varepsilon = 0,37 \text{ (estimasi warna kuning)}$$

$$A = 0,5152 \text{ m}^2$$

$$\sigma = \text{Konstanta Stefan Boltzman } 5,669 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4.$$

ΔT = Beda temperatur $(T_1^4 - T_2^4)$

$$(T_1^4 - T_2^4) = (311,15^4 - 306,15^4) \text{ K}$$

Analisa:

$$q_r = 5,669 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4 \cdot 0,5152 \text{ m}^2 \cdot 0,37 \cdot (311,15^4 - 306,15^4) \text{ K}$$

$$q_r = 5,669 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4 \cdot 0,190624 \text{ m}^2 \cdot 588.108.330,5425 \text{ K}$$

$$q_r = 566900000000 \cdot 112.107.562,4013335$$

$$q_r = 6,35 \text{ Watt}$$

Jadi laju perpindahan panas Radiasi yang melintasi masing-masing dinding mesin adalah:

1. Dinding depan : 6,48Watt.
2. Dinding belakang : 6,35 Watt.
3. Dinding atas : 5,98 Watt.
4. Dinding samping kanan : 4,73 Watt.
5. Dinding samping kiri : 6,35 Watt

Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Radiasi

DINDING	$(T_1)^4, \text{K}$	$(T_2)^4 \text{K}$	$\Delta T, \text{K}$	$q_{rad}, (\text{W})$
Depan	311.15	306,05	599.580.617,241	6,48
Belakang	311.15	306,15	588.108.330,5425	6,35
Atas	311.15	306,45	553.623.957,016	5,98
Kanan	311.15	307,45	437.942.418,2565	4,73
Kiri	311.15	306,15	588.108.330,5425	6,35
Total Hasil Perhitungan Radiasi				29,89

Pada tabel hasil perhitungan Radiasi diatas didapat perpindahan panas radiasi yang terjadi pada tiap bagian dinding mesin penetas telur menunjukkan hasil bahwa laju perpindahan panas radiasi yang melintasi masing-masing dinding

luar mesin diantaranya yaitu pada dinding bagian depan mesin sebesar 6,48 Watt, dinding bagian belakang mesin sebesar 6,35 Watt, dinding bagian atas mesin sebesar 5,98 Watt, dinding bagian samping kanan mesin sebesar 4,73 Watt, dan dinding bagian samping kiri mesin sebesar 6,35 Watt. Dengan total hasil perhitungan Radiasi 29,89 Watt

4.1.4 Efisiensi

Efisiensi adalah perbandingan yang terbaik antara input (masukan) dan output (hasil antara keuntungan dengan sumber-sumber yang dipergunakan), seperti halnya juga hasil optimal yang dicapai dengan penggunaan sumber yang terbatas. Dengan kata lain hubungan antara apa yang telah diselesaikan.

$$\eta = \frac{Q_{in}}{Q_{out}} \cdot 100\%$$

Diketahui:

$$\eta = \text{Efisiensi (\%)}$$

$$Q_{in} = \text{Beban kalor yang diperlukan ruang mesin tetas } 72,6 \text{ W}$$

$$Q_{out} = \text{Beban kalor yang diberikan pada ruang mesin tetas } 9,7 \text{ W}$$

Parameter yang dilakukan untuk menghitung efisiensi kalor yang terjadi pada ruang mesin penetas yaitu dengan menghitung perbandingan beban kalor yang diperlukan mesin tetas dengan beban kalor yang diberikan pada mesin tetas. Q_{in} didapat dari perhitungan beban kalor di dalam ruang mesin tetas sesuai yaitu beban kalor sebesar 72,6 Watt dan Q_{out} didapat dari perhitungan daya yang diberikan pada mesin tetas sebesar 9,7 Watt.

Analisa :

$$\eta = \frac{72,6}{9,7} \cdot 100\%$$

$$\eta = 7,48.100\%$$

$$\eta = 74\%$$

Jadi efisiensi kalor yang terjadi pada ruang mesin penetas dari perhitungan perbandingan beban kalor yang diperlukan mesin tetas dengan beban kalor yang diberikan pada mesin tetas adalah sebesar 74%

4.2 Pembahasan

Peneliti melakukan percobaan penggunaan penetas telur sederhana yaitu menggunakan Inkubator yang berbahan multiplek MDF (medium density fiberboard), panjang MDF yaitu 0,3 m, dengan Lebar 0,3 mm, dan Tinggi mesin penetas sama dengan Lebar jadi Tingginya adalah 0,32 m, sebagai aplikasi materi pada laju perpindahan kalor yang terjadi pada ruang inkubator alat penetas telur ayam otomatis menggunakan dengan thermostats digital.

Berdasarkan hasil uji yang telah dilakukan, diperoleh hasil bahwa laju perpindahan kalor yang terjadi pada ruang inkubator alat penetas telur ayam otomatis menggunakan dengan thermostats digital menunjukkan bahwa beban kalor pada seluruh permukaan dinding ruangan mesin penetas dengan luas 0,5152 mm², Adapun laju perpindahan panas radiasi pada seluruh permukaan dalam dinding ruangan mesin penetas dengan luas 0,5152 m², temperatur pada mesin penetas 38°C, laju perpindahan panas radiasinya adalah 2,7375 Watt dan perpindahan panas radiasi yang terjadi pada dinding mesin penetas luas 0,5152 m², dengan nilai emisivitas bahan 0,78, temperatur mesin penetas 38°C adalah diketahui sebesar 2,146 Watt. Sedangkan perpindahan panas konduksi yang dihasilkan pada dinding mesin alat penetas adalah: dinding depan 0,0641Watt,

dinding belakang 0,0629 Watt, dinding atas 0,0591 Watt, dinding samping kanan 0,0465 Watt, dan dinding samping kiri 0,0629 Watt.

Diketahui pula dari daya lampu pada siang dan malam hari serta rata – rata daya yang dihasilkan Filamen lampu pijar 10 W memiliki diameter 5 cm. Fluks panas pada permukaan filamen, fluks panas pada permukaan bohlam kaca, dan biaya listrik bohlam sebesar 500W/m² dengan asumsi perpindahan panas dari permukaan filamen dan bola lampu adalah seragam dan dengan biaya yang dikeluarkan perbulannya sebesar Rp. 12.979.

Selanjutnya perpindahan panas radiasi yang terjadi pada tiap bagian dinding mesin penetas telur menunjukkan hasil bahwa laju perpindahan panas radiasi yang melintasi masing-masing dinding luar mesin diantaranya yaitu pada dinding bagian depan mesin sebesar 6,48 Watt, dinding bagian belakang mesin sebesar 6,35 Watt, dinding bagian atas mesin sebesar 5,98 Watt, dinding bagian samping kanan mesin sebesar 4,73 Watt, dan dinding bagian samping kiri mesin sebesar 6,35 Watt. Adapun efisiensi kalor yang terjadi pada ruang mesin penetas dari perhitungan perbandingan beban kalor yang diperlukan mesin tetas dengan beban kalor yang diberikan pada mesin tetas adalah sebesar 74%

Hasil perpindahan konduksi ini dapat dikatakan sesuai dengan Menurut literatur yang pernah ada bahwa mengenai tentang temperatur yang efektif untuk penetasan telur ayam ,sehingga didapatkan kualitas bibit anak ayam yang unggul, temperatur yang diterapkan untuk penelitian ini yaitu 38°C. Selanjutnya terkaitpula pendapat dari Nasruddin dan Zainal Arif (2014) menyatakan bahwasannya besarnya kalor yang dikandung oleh udara di dalam dan di luar

inkubator, kalor ini adalah hasil dari perpindahan panas secara konduksi dan radiasi dari bola lampu, panas yang diberikan sebagian akan mengalir keluar secara konduksi dan konduksi melalui dinding inkubator, tetapi disini hanya melihat besaran enthalpy (dari psychometric diagram) yang dikandung di dalam inkubator dibandingkan dengan diluar inkubator dan dicari selisihnya untuk mendapatkan besarnya kalor yang diterima oleh udara. Supaya temperatur tetap konstan diperlukan analisa thermal material dinding pada inkubator untuk menjaga temperatur tetap konstan.

Akhir penelitian ini menghasilkan perpindahan panas ke permukaan cangkang telur ditandai dengan kehidupan embrio telur ayam kampung gambar ini bisa dilihat pada lampiran nomor 9.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai laju perpindahan kalor yang terjadi pada ruang inkubator alat penetas telur ayam otomatis menggunakan dengan *thermostats* digital yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Produk penelitian ini berupa mesin penetas telur ini sebagai aplikasi uji laju perpindahan kalor. Langkah penelitian dalam melakukan uji menggunakan beberapa persamaan yang saling berkaitan, diantara melakukan perhitungan pada dimensi mesin, mengetahui besaran beban kalor di dalam ruang mesin, mengetahui besaran energi yang keluar didalam mesin, mengukur laju perpindahan kalor radiasi pada permukaan dinding bagian dalam, serta perpindahan panas konveksi pada dinding luar mesin penetas.
2. Hasil pengujian menunjukkan laju perpindahan panas radiasi pada seluruh permukaan dalam dinding ruangan mesin penetas adalah sebesar 2,7375 Watt dan perpindahan panas radiasi yang terjadi pada dinding mesin penetas dengan nilai emisivitas bahan 0,78, pada temperatur mesin penetas 38°C adalah diketahui sebesar 2,146 Watt.
3. Pada laju perpindahan panas Radiasi yang melintasi masing-masing dinding luar mesin diantaranya yaitu pada dinding luar bagian depan mesin sebesar 6,48 Watt, dinding bagian belakang mesin sebesar 6,35 Watt, dinding bagian

atas mesin sebesar 5,98 Watt, dinding bagian samping kanan mesin sebesar 4,73 Watt, dan dinding bagian samping kiri mesin sebesar 6,35 Watt.

4. Efisiensi kalor yang terjadi pada ruang mesin penetas dari perhitungan perbandingan beban kalor yang diperlukan mesin tetas dengan beban kalor yang diberikan pada mesin tetas diketahui sebesar 74%.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian mengenai laju perpindahan kalor yang terjadi pada ruang inkubator alat penetas telur ayam otomatis menggunakan dengan *thermostats* digital, maka diajukan saran dari peneliti sebagai berikut:

1. Bagi Masyarakat, sebaiknya alat peraga mesin penetas telur ini diperbanyak guna meningkatkan kualitas dalam meningkatkan peternakan.
2. Kepada Pendidik, mesin penetas telur sebagai aplikasi materi dalam mengetahui laju perpindahan kalor yang terjadi pada ruang inkubator alat penetas telur ayam otomatis menggunakan dengan *thermostats* digital diharapkan dapat digunakan dalam proses pembelajaran.
3. Kepada Peneliti Selanjutnya, agar dapat melakukan penelitian yang serupa dengan menggunakan mesin penetas dari produk yang berbeda dan menggunakan teknologi yang berbeda pula.

DAFTAR PUSTAKA

- Ridho Sayid, 2019. *Alat Penetas Telur Otomatis Berbasis Mikrokontroler*. Skripsi, Universitas Yogyakarta.
- Ahaya Ramdan & Akuba Syamsu, 2018. *Rancang Bangun Alat Penetas Telur Otomatis*. Vol.3, No 1, April 2018.
- Adib Johan, Ana Mufarida & Ahmad Efan N, 2016. *Analisi Laju Perpindahan Panas Radiasi Pada Inkubator Penetas Telur Ayam Berkapasitas 30 Butir*. Vol.1, No.1, Agustus 2016. Universitas Muhammadiyah Jember.
- Tri Atodha Ajiwiguna, Abdillah Barkah & Abrar, 2016. *Pengaruh Laju Aliran Udara Terhadap Hambatan Termal Heat Sink Untuk Pendingin Elektronik*. Vol.1, No 2, Juli 2016. Universitas Telkom.
- Zakariya Efendi, 2019. *Pengaruh Kelembaban Relatif (Relative Humidity) Terhadap Laju Perpindahan Massa Pada Proses Pengeringan*. Skripsi. Universitas Negeri Semarang.
- Fuazen, Elandi & Gunarto, 2019. *Analisa Efisiensi Kalor Pada Alat Penetas Telur*. Jurnal Ilmiah. Universitas Muhammadiyah Pontianak.
- Sriwuryant 2016. *Bab II Konduksi Perpindahan Panas*. Politeknik Negeri Bandung.
- Paimin, Farry B. 2011. *Mesin Tetas : Ragam Jenis, Cara Membuat, Teknik Mengelola*. Jakarta : Penebar Swadaya.
- Dhanny Jufril, Darwison, Budi Rahmadya & Derisma .2015 : *Implementasi Mesin Penetas Telur Ayam Otomatis Menggunakan Metode Fuzzy Logic Control*. Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah, Jakarta.
- Nasruddin, Zainal Arif. 2014. *Analisa Perubahan Temperatur dan Kelembaban Relatif pada Inkubator Penetas Telur yang Menggunakan Fan dan tidak Menggunakan Fan*. Jurnal Ilmiah. Universitas Samudra, Meurandeh Aceh.

Yunus A. Changgal, *Heat Transfer, Complete Solution Manula, A practical Approach, Second Edition*, Juli 2002



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau