

**ANALISA PERPINDAHAN PANAS INKUBATOR PENETAS
RUANGAN TELUR MENGGUNAKAN PLAT ALUMINIUM**

SKRIPSI



DISUSUN OLEH :

NAMA : ADRIANUS KALVAO

NIM : 1911140

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2023

**ANALISA PERPINDAHAN PANAS INKUBATOR PENETAS
RUANGAN TELUR MENGGUNAKAN PLAT ALUMINIUM**

SKRIPSI



DISUSUN OLEH :

NAMA : ADRIANUS KALVAO

NIM : 1911140

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2023

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI
ANALISA PERPINDAHAN PANAS INKUBATOR RUANGAN
PENETAS TELUR MENGGUNAKAN PLAT ALUMINIUM

Disusun Oleh :

Nama : Adrianus Kalvao
Nm : 1911140
Jurusan : Teknik Mesin S1
Fakultas : Teknologi Industri

Mengetahui,

Ketua Program studi Teknik Mesin S1



Dr. Komang Astana Widi, ST., MT.
NIP. Y. 1030400405

Diperiksa/Disetujui

Dosen Pembimbing

Dr. Eko Yohanes S, ST., MT.
NIP.P.1031400477



PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama : Adrianus Kalvao
NIM : 1911140
Program Studi : Teknik Mesin S1
Judul Skripsi : Analisa perpindahan panas inkubator ruang penetas telur menggunakan plat aluminium

Dipertahankan di hadapan Tim Ujian Skripsi Jenjang Program Strata Satu (S1)

Pada Hari : Rabu
Tanggal : 30 Agustus 2023
Tempat : Ruang Rapat Dosen Lante 2
Dengan Nilai : *74,00*

Panitia Majelis Pengujian Skripsi

KETUA

Dr. I Komang Astana Widi, ST., MT.
NIP. Y. 1030400405

SEKRETARIS

Febi Rahmadianto, ST., MT.
NIP. P. 1031500490

Anggota penguji

PENGUJI I

Febi Rahmadianto, ST., MT.
NIP. P. 1031500490

PENGUJI II

Gerald Adityo Pohan, ST., M. Eng.
NIP. P. 1031500492

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Adrianus Kalvao

NIM : 1911140

Program Studi : Teknik Mesin S-1

Fakultas Studi : Teknologi Industri

Institusi : Institut Teknologi Nasional Malang

Judul : Analisa perpindahan panas inkubator ruangan
penetas telur menggunakan plat aluminium.

Menyatakan

Bahwa skripsi yang saya buat ini adalah hasil karya saya sendiri dan bukan hasil karya orang lain serta tidak mengutip atau menyadur sepenuhnya dari karya orang lain, kecuali kutipan yang telah disebutkan sumbernya.

Demikian surat pernyataan keaslian ini saya buat dengan data yang sebesarnya.

Malang, 6 Agustus 2023




Adrianus Kalvao

NIM. 1911140

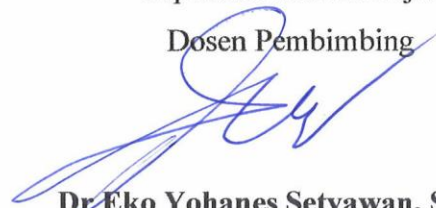
LEMBAR ASISTENSI BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Adrianus Kalvao
 Nim : 1911140
 Program Studi : Teknik Mesin S1 Fakultas : Teknologi Industri Dosen
 Pembimbing : Dr. Eko Yohanes Setyawan, ST., MT.
 Judul Skripsi : Analisa perpindahan panas inkubator ruangan penetas telur menggunakan plat aluminium
 Nilai :

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Paraf Dosen Pembimbing	Paraf Mahasiswa
1	6 Maret 2023	Diskusi pengajuan judul		
2	9 Maret 2023	Acc Judul Skripsi		
3	10 Maret 2023	Konsultasi BAB I		
4	16 Maret 2023	Konsultasi BAB I-BAB II		
5	27 Maret 2023	Konsultasi BAB I-BAB III		
6	14 April 2023	Seminar Proposal		
7	6 Mei 2023	Konsultasi Pengambilan Data		
8	20 Juli 2023	Seminar Hasil		
9	25 Juli 2023	Konsultasi BAB IV-V		
10	30 Agustus 2023	Ujian Skripsi		
12	7 September 2023	Konsultasi Dan Revisi BAB I-V		
13	11 September 2023	ACC Laporan Skripsi		

Diperiksa dan Disetujui

Dosen Pembimbing



Dr Eko Yohanes Setyawan, ST., MT.

NIP. P. 1031400477

ANALISA PERPINDAHAN PANAS INKUBATOR RUANGAN PENETAS TELUR MENGGUNAKAN PLAT ALUMINIUM

Adrianus Kalvao¹, Eko Yohanes Setyawan²

Program Studi Teknik Mesin S-1, Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Nasional Malang

Email : andrikalvao@gmail.com

ABSTRAK

Alat penetas telur merupakan sebuah proses yang dapat membantu untuk menetas telur. Alat penetas ini dengan peralatan pendukung untuk mengatur kondisinya mirip atau serupa dengan indukan. Box (kotak) alat penetas diusahakan 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 $30,35^{\circ}\text{C}$ - $40,50^{\circ}\text{C}$ dengan kelembaban dalam mesin antara 60%-70%. Dalam penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan laju perpindahan kalor yang terjadi pada alat penetas telur ayam menggunakan plat aluminium, dan untuk 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 $0,4648\text{m}^2$. Adapun laju perpindahan panas radiasi pada seluruh permukaan dalam dinding ruangan mesin penetas dengan luas $0,4648\text{m}^2$, temperatur pada mesin penetas 38°C , laju perpindahan panas radiasinya adalah 246,96 Watt dan perpindahan panas radiasi yang terjadi pada dinding mesin penetas luas $0,4648\text{m}^2$, dengan nilai emisivitas bahan 0,03, temperatur mesin penetas 38°C adalah diketahui sebesar 7,448 Watt. Sedangkan perpindahan panas konduksi yang dihasilkan pada dinding mesin alat penetas adalah: dinding depan 18,726 Watt, dinding belakang 18,359 Watt, dinding atas 16,523 Watt, dinding samping kanan 14,687 Watt, dan dinding samping kiri 16,523 Watt. Selanjutnya perpindahan panas radiasi yang terjadi pada tiap bagian dinding mesin penetas telur yaitu pada dinding bagian depan mesin sebesar 4,73 Watt, dinding bagian belakang mesin sebesar 4,64 Watt, dinding bagian atas mesin sebesar 4,19 Watt, dinding bagian samping kanan mesin sebesar 3,73 Watt, dan dinding bagian samping kiri mesin sebesar 4,19 Watt. Adapun efisiensi pada mesin tetas adalah sebesar 32%.

Kata kunci: Alat Penetas Telur, Temperatur, Perpindahan Panas

HEAT TRNSFER ANALYSIS OF EGG INCUBATOR USING ALUMINIUM PLATE

Adrianus Kalvao¹, Eko Yohanes Setyawan²

Program Studi Teknik Mesin S-1, Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Nasional Malang

Email : andrikalvao@gmail.com

ABSTRACT

Egg incubator is a process that can help to hatch eggs. This incubator with supporting equipment to regulate environmental conditions is similar or similar to broodstock. Try to make the incubator box made of termite- and water-repellent materials so that it lasts longer and is hygienic so it doesn't affect the quality of the eggs to be hatched. between 60% -70%. In this study the aim was to obtain the heat transfer rate that occurs in chicken egg incubators using aluminum plates, and for chicken egg hatching temperatures with a temperature of 38°C by choosing an insulating wall in the incubator. The results of this study obtained all the wall surface of the incubator room with an area of 0.4648m², the rate of radiation heat transfer on all surfaces in the wall of the incubator room with an area of 0.4648m², the temperature of the incubator is 38°C, the rate of radiant heat transfer is 246.96 Watt and radiation heat transfer that occurs on the wall of the incubator with an area of 0.4648m², with a material emissivity value of 0.03, the temperature of the incubator 38°C is known to be 7.448 Watt. While the conduction heat transfer generated on the wall of the incubator machine is: front wall 18.726 Watt, back wall 18.359 Watt, top wall 16.523 Watt, right side wall 14.687 Watt, and left side wall 16.523 Watt. Furthermore, the radiation heat transfer that occurs in each part of the wall of the egg incubator, namely on the front wall of the machine is 4.73 Watt, the back wall of the machine is 4.64 Watt, the top wall of the machine is 4.19 Watt, the right side wall of the machine of 3.73 Watt, and the left side wall of the machine is 4.19 Watt. The efficiency of the incubator is 32%.

Keywords: Egg Incubator, Temperature, Heat Transfer

KATA PENGANTAR

puji sukur atas kehadiran tuhan yang maha esa, Atas rahmat dan hidayah-nya saya dapat menyelesaikan laporan skripsi saya dengan penelitian yang berjudul **“ANALISA PERPINDAHAN PANAS INKUBATOR RUANGANPENETAS TELUR MENGGUNAKAN PLAT ALUMINIUM TELUR”**. Penyusunan skripsi ini tentu tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada;

1. Bapak Awan Uji Krismanto, ST., MT.,Ph.D selaku Rektor ITN MALANG
2. Bapak Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST., MT selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri ITN MALANG
3. Bapak Dr. I Komang Astana Widi, ST., MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin S1 ITN MALANG
4. Djoko H ari Praswanto, ST.,MT selaku Dosen Wali
5. Bapak Arif Kurniawan, ST., MT selaku Dosen Koordinator Konversi Energi
6. Bapak Dr. Eko Yohanes Setiawan, ST.,MT. selaku Dosen Pembimbing
7. Kedua orang tua yang selalu memberikan dukungan dalam segi doa maupun finansial dalam proses penyusunan skripsi ini
8. Teman-teman HMM S1 yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu karena selalu memberikan semangat sehingga tugas akhir skripsi ini dapat saya selesaikan.

Oleh karena itu, saya sebagai penulis mengharapkan kritik maupun saran yang dapat membangun para pembaca guna dapat menyempurnakan segala kekurangan yang ada dalam penyusunan laporan penelitian skripsi ini. Akhir kata, penulis berharap semoga proposal penelitian skripsi ini dapat berguna bagi para pembaca maupun pihak yang lain.

Malang, 28 Maret 2023

Adrianus Kalvao

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI	i
BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN.....	iii
LEMBAR ASISTENSI BIMBINGAN SKRIPSI.....	iv
ABSTRACT.....	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GRAFIK.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Sistematika Penulisan	2
BAB II.....	4
TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Definisi Alat Penetas Telur.....	4
2.2 Perpindahan Panas (<i>Heat Transfer</i>).....	7
2.3 Perpindahan Panas Secara Konduksi	7
2.4 Thermal Resistance Pada Dinding Konduksi	9
2.5 Perpindahan Panas Secara Konveksi	9
2.6 Perpindahan Panas Secara Radiasi	11
2.7 Kelembapan Relatif (<i>Relative Humidity</i>).....	12
2.8 Komponen Utama Mesin Penetas Telur	12
2.8.1 Thermostat Digital	12
2.8.2 Lampu Pijar.....	13
2.8.3 Rak Telur	14
2.8.4 Ventilasi	14
2.8.5 Kontroler/Pemutaran Rak Telur.....	14
2.8.6 Air	15

2.8.7	Thermometer Digital (<i>infraRed</i>)	15
2.8.8	Relay	15
2.9	Persamaan-Persamaan Perhitungan Laju Aliran Kalor.....	16
2.9.1	Perhitungan Dimensi Ruang Mesin Penetas.....	16
2.9.2	Perpindahan Panas Konduksi pada Dinding Mesin Penetas.....	17
2.9.3	Laju Perpindahan Kalor Radiasi Pada Permukaan	17
	Dinding Bagian Dalam.....	17
2.9.4	Efisiensi	17
BAB III		19
METODE PENELITIAN		19
3.1	Diagram Alir.....	19
3.2	Literatur	20
3.3	Waktu dan Tempat Penelitian.....	20
3.4	Tahapan Penelitian.....	20
3.5	Alat dan Bahan	21
3.5.1	Alat Uji.....	21
3.5.2	Alat.....	21
3.6	Bahan Pengujian	22
3.7	Prosedur Alat Uji	23
3.8	Persiapan Alat Uji.....	23
BAB IV		24
HASIL DAN PEMBAHASAN		24
4.1	Hasil Penelitian.....	24
4.1.1	Perhitungan Dimensi Mesin	24
4.1.2	Perpindahan Panas Konduksi pada Dinding Mesin Penetas	26
4.2	Laju Perpindahan Kalor Radiasi Pada Permukaan Dinding Bagian Dalam.	31
4.3	Efisiensi.....	37
4.4	Pembahasan	38
BAB V		40
PENUTUP.....		40
5.1	Kesimpulan.....	40
5.2	Saran	40
DAFTAR PUSTAKA		41
LAMPIRAN		42

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagaram Penetasan Telur.....	5
Gambar 2.2 Diagaram Penetasan Telur.....	6
Gambar 2. 3 perpindahan panas secara konduksi.....	7
Gambar 2. 4 Perpindahan Panas Pada bidang Datar.....	8
Gambar 2. 5 Proses Perpindahan Panas Secara konveks.....	9
Gambar 2. 6 Perpindahan Panas Konveksi dari Permukaan Media Padat Ke Fluida Yang Mengalir.....	10
Gambar 2. 7 Proses Perpindahan Secara Radiasi.....	11
Gambar 2. 8 Termostat Digital.....	13
Gambar 2. 9 Lampu pijar.....	13
Gambar 2. 10 Rak Telur.....	14
Gambar 2. 11 Kontroler/Pemutaran Rak Telur.....	14
Gambar 2. 12 Thermometer Digital (InraRed).....	15
Gambar 2. 13 Timer.....	16
Gambar 3.1 Diagram Alir.....	19
Gambar 3.2 Thermometer Digital (InraRed).....	22
Gambar 3.3 Higrometer.....	22
Gambar 4.1 Inkubator.....	24

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Data Hasil pengujian Setiap Dinding.....	26
Tabel 4. 2 Hasil Perhitungan Energi Thermal Konduksi.....	29
Tabel 4. 3 Data Hasil pengujian Setiap Dinding.....	33
Tabel 4. 4 Hasil Perhitungan Radiasi.....	36

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Hasil Perhitungan Konduksi.....	30
Grafik 4.2 Hasil Perhitungan Radiasi.....	37

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 atau 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 $30,35^{\circ}\text{C}$ - $40,50^{\circ}\text{C}$ 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 (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. Supaya temperatur tetap konstan diperlukan analisa thermal material dinding pada inkubator untuk menjaga temperatur tetap konstan (Nasruddin & Arif.,2014).

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.

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.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan penulis angkat dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana mengetahui laju perpindahan kalor yang terjadi pada inkubator penetas telur ayam
2. Berapa efisiensi yang dibutuhkan inkubator penetas telur

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mendapatkan laju perpindahan kalor yang terjadi pada inkubator penetas telur ayam
2. Untuk mengetahui efisiensi yang dibutuhkan inkubator penetas telur

1.4 Batasan Masalah

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

1. Dinding inkubator penetas telur menggunakan plat aluminium
2. Jumlah lampu pijar 4 buah masing- masing 5 W
3. Pengambilan data menggunakan termometer digital (infrad), dan untuk kelembabannya menggunakan alat ukur higrometer

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 Inkubator penetas telur.

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 penetesan 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 (Paimin.,2011).

Jenis Alat Penetas Buatan

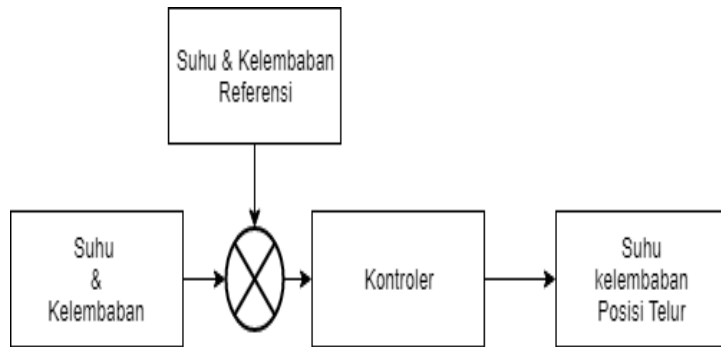
Dari berbagai alat penetas dapat menjadi dua alat penetas berdasarkan dari cara penggunaannya, yaitu :

1. 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).

2. Alat penetas telur

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



Gambar 2.1 Diagram Penetasan Telur

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

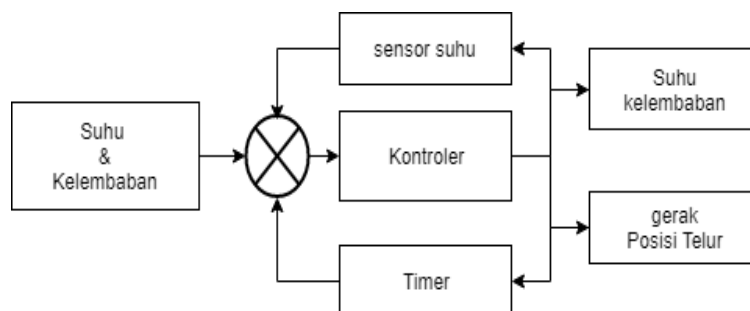
Embrio dalam telur unggas akan cepat berkembang selama temperatur telur berada pada kondisi yang sesuai dan akan berhenti berkembang jika temperaturnya kurang dari yang dibutuhkan. Temperatur yang dibutuhkan untuk penetasan telur setiap unggas berbeda-beda. Temperatur untuk perkembangan embrio dalam telur ayam antara 38°-39°C. Untuk itu, sebelum telur tetas dimasukan ke dalam bok penetasan temperatur ruang tersebut harus sesuai dengan yang dibutuhkan (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 box/ruangan, karena jika tidak ada oksigen yang cukup dalam box/ruangan dikhawatirkan embrio gagal berkembang (Paimin, 2011).

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:

- a. Hari ke 1 – memasukan telur dalam alat penetas
- b. Hari ke 2 – membiarkan telur tetap di dalam box tanpa perlakuan
- c. Hari ke 3 – mulai melakukan pembalikan telur setelah telur berada dalam bokselama 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, hari ke 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 dibasuhi 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



Gambar 2.2 Diagram Penetasan Telur

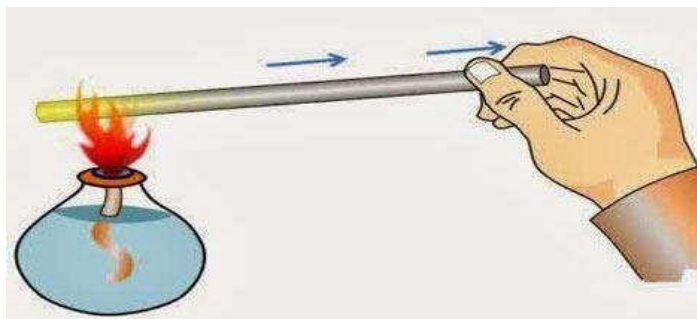
Cara kerja dari sistem alat penetasan telur pada umumnya adalah temperatur acuan (input) yang diatur oleh kontroler maka keluar temperatur yang diinginkan (output) menjadi temperatur yang diperlukan pada penetas telur dan belum ada *feedback* hanya sebatas temperatur yang diinginkan. Maka dari itu alat 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 panas 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)

2.2 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.

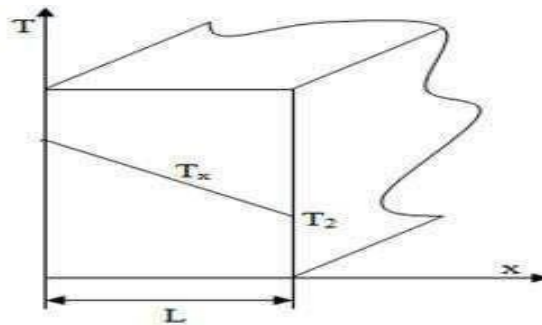
2.3 Perpindahan Panas Secara Konduksi

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 perpindahan panas secara konduksi

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 melalu dinding datar suatu dimensi seperti ditunjukkan pada Gambar 2.4.



Gambar 2. 4 Perpindahan Panas Pada bidang Datar

Persamaan laju konduksi dikenal dengan Hukum Fourier (Fourier Law of HeatConduction) tentang konduksi, yang persamaan matematikanya dituliskan sebagai berikut (Kreith & Frank., 1997).

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

Dimana :

- q_{kond} = Laju perpindahan panas konduksi (W)
- k = Konduktivitas thermal bahan (W/m.°C)
- A = Luas penampang tegak lurus terhadap aliran panas (°C/m)
- $\frac{dT}{dx}$ = Gradien temperatur pada penampang tersebut (°C/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.

2.4 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 (Ajiwiguna, dkk.,2018)

Dimana :

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

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

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

q = Laju Perpindahan Kalor (Watt)

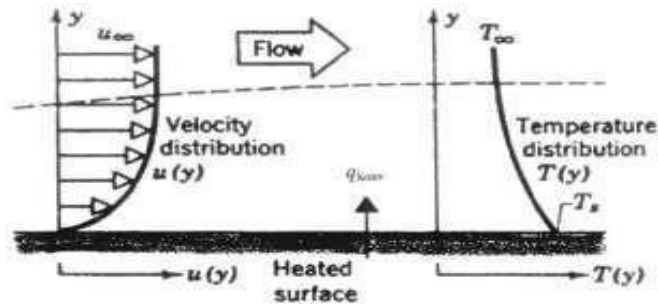
2.5 Perpindahan Panas Secara Konveksi

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.



Gambar 2. 5 Proses Perpindahan Panas Secara konveksi

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 2.6.



Gambar 2. 6 Perpindahan Panas Konveksi dari Permukaan Media Padat Ke fluida Yang Mengalir

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

$$q_{konv} = h \cdot A_s \cdot (T_s - T_\infty) \dots\dots\dots \text{pers2-3}$$

Dimana :

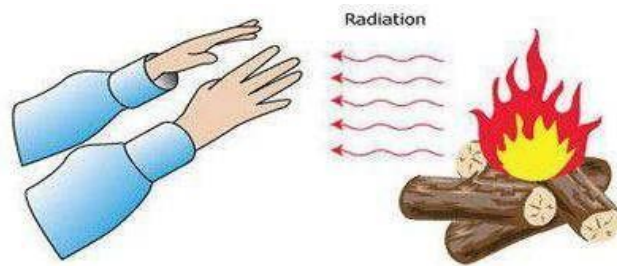
- q_{konv} = Laju perpindahan panas konveksi (W)
- h = Koefisien perpindahan panas konveksi ($\text{W}/\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$)
- A_s = Luas permukaan perpindahan panas (m^2)
- T_s = Temperatur permukaan (K)
- T_∞ = Temperatur Fluida (K)

Menurut perpindahan panas konveksi, aliran fluida dapat diklasifikasikan menjadi:

- 1 Konveksi paksa (forced convection). Terjadi bila aliran fluida disebabkan oleh gaya luar. Seperti: blower, pompa, dan kipas angin.
- 2 Konveksi alamiah (natural convection). Terjadi bila aliran fluida disebabkan oleh efek gaya apungnya (bouyancy forced effect). Pada fluida temperatur berbanding terbalik dengan massa jenis (densty) Dimana semakin tinggi temperatur suatu fluida maka massa jenisnya semakin rendah, begitu pula sebaliknya.

2.6 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.



Gambar 2. 7 Proses Perpindahan Secara Radiasi

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

$$q_{rad.g} = \epsilon \cdot \sigma T_s^4 \cdot A \dots\dots\dots \text{pers 2-4}$$

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

$$q_{rad.b} = \sigma T_s^4 \cdot A \dots\dots\dots \text{pers 2-5}$$

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

$$q_{rad} = \epsilon \cdot \sigma \cdot (T_s^4 - T_{sur}^4) \cdot A \dots\dots\dots \text{pers 2-6}$$

Dimana:

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

s = 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).

2.7 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).

$$RH = \frac{P_w}{P_s} \times 100\% \dots\dots\dots \text{pers2-7}$$

$$rh = \frac{p_w}{p_s} \dots\dots\dots \text{pers2-8}$$

Dimana:

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

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

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

$$H = \frac{0,622P_w}{P - P_w}$$

$$= \frac{0,622(rh)P_s}{P - (rh)P_s}$$

$$rh = \frac{HP}{H + 0,622 P_s} \dots\dots\dots \text{pers2-9}$$

2.8 Komponen Utama Mesin Penetas Telur

2.8.1 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 2.8 di bawah ini.



Gambar 2. 8 Termostat Digital

2.8.2 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).



Gambar 2. 9 Lampu pijar

2.8.3 Rak Telur

Rak telur berfungsi sebagai tempat telur yang akan ditetaskan, rak telur diisi sesuai dengan kapasitasnya. Bisa dilihat pada gambar 2.10 dibawah ini.



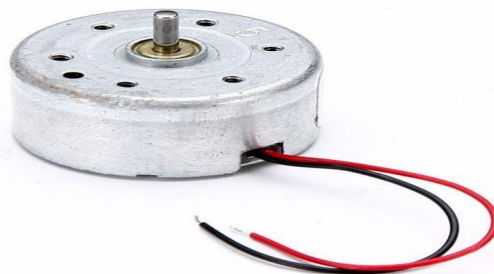
Gambar 2. 10 Rak Teluur

2.8.4 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 box/ruang maka di khawatirkan embiro tidak akan berkembang.

2.8.5 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 di atas, apabila telur diberdirikan bagian yang tumpul harus diatas.



Gambar 2. 11 Kontroler/Pemutaran Rak Telur

2.8.6 Air

Air berfungsi sebagai bahan untuk mempertahankan kelembaban di dalam ruangan alat penetas telur, oleh karena itu air di dalam 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).

2.8.7 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.



Gambar 2. 12 Thermometer Digital (InraRed)

2.8.8 Timer

Timer merupakan komponen output yang paling sering digunakan pada beberapa peralatan elektronika dan di berbagai bidang lainnya. Timer berfungsi untuk menghubungkan atau memutuskan aliran arus listrik yang dikontrol dengan memberikan tegangan dan arus tertentu pada koilnya. Ada 2 macam timer berdasarkan tegangan untuk menggerakkan koilnya, yaitu AC dan DC.

Fungsi dan aplikasi Timer

Beberapa fungsi timer yang telah umum diaplikasikan kedalam peralatan elektronika diantaranya adalah

1. Timer digunakan untuk menjalankan fungsi logika (logic function)
2. Timer digunakan untuk memberikan fungsi penundaan waktu (time delay function)
3. Timer digunakan untuk mengendalikan sirkuit tegangan tinggi dengan

bantuan dari sinyal tegangan rendah

4. Ada juga timer yang berfungsi untuk melindungi motor ataupun komponen lainnya dari kelebihan tegangan ataupun hubung singkat (short)



Gambar 2. 13 Timer

2.9 Persamaan-Persamaan Perhitungan Laju Aliran Kalor

2.9.1 Perhitungan Dimensi Ruang Mesin Penetas

Dimensi mesin penetas $P \times L \times T$ jadi Panjang mesin penetas adalah 800mm, dengan Lebar 500mm, dan Tinggi mesin penetas adalah 600mm. 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:

$$A_{\text{Ruang tetas}} = 2(P \cdot L) + 2(P \cdot T) + 2(L \cdot T) \dots\dots\dots \text{pers2-10}$$

Dimana :

$A_{\text{Ruang Tetas}}$ = 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 dudukan lampu (m)

2.9.2 Perpindahan Panas Konduksi pada Dinding Mesin Penetas

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

$$\dot{Q} = \frac{K}{L} \cdot A \cdot \Delta T \dots\dots\dots \text{pers2-11}$$

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)

2.9.3 Laju Perpindahan Kalor Radiasi Pada Permukaan Dinding Bagian Dalam

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

$$q_r = \sigma \cdot A \cdot \varepsilon \cdot (T_1^4 - T_2^4) \dots\dots\dots \text{pers2-12}$$

- q_r = Laju perpindahan panas radiasi (Watt)
- ε = Nilai emisivitas suatu benda
- A = Luas bidang permukaan perpindahan panas (m²)
- σ = Konstanta Stefan Boltzman $5,669 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$.
- ΔT^4 = Perbedaan temperatur (°C)

2.9.4 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:

$$\eta = \frac{Q_{in}}{Q_{out}} \times 100\% \dots\dots\dots \text{pers2-13}$$

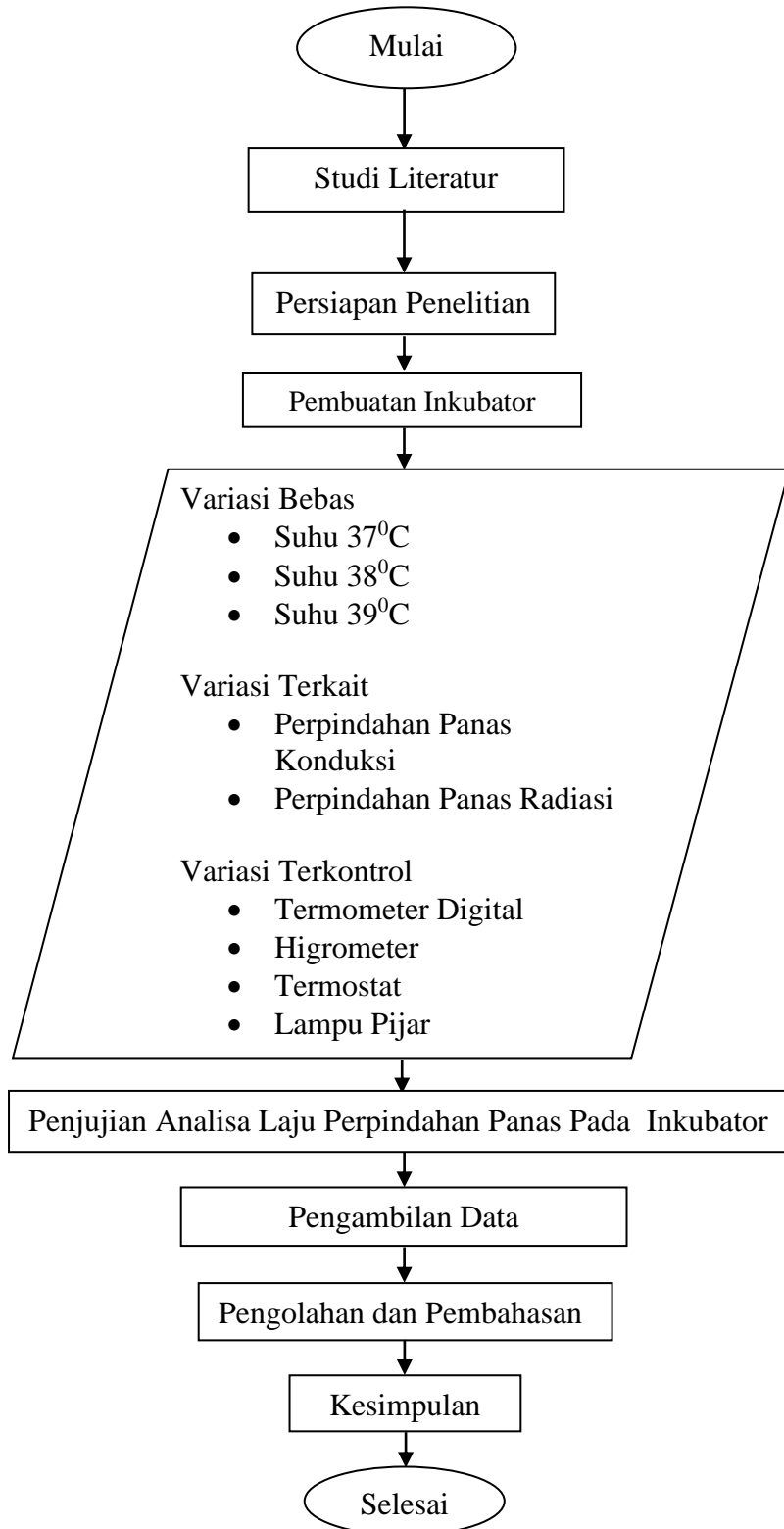
η = Efisiensi (%)

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

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

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir



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 relevan dengan topik yang diteliti. Studi literatur berguna sebagai dasar dalam pembahasan masalah sebagai acuan untuk ke tahap penelitian selanjutnya. Studi literatur bisa didapat dari berbagai sumber, seperti:

- Jurnal
- Buku
- Skripsi

3.3 Waktu dan Tempat Penelitian

Perancangan alat dilakukan pada bulan April 2023 sampai selesai. Tempat penelitian dan pelaksanaan pembuatan bertempat di bengkel kreatifitas mahasiswa mesin S1 Institut Teknologi Nasional Malang ,dan penelitian akan dilaksanakan di laboratorium konversi energi Institut Teknologi Nasional Malang.

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 untuk mengetahui laju perpindahan kalor yang terjadi pada ruang inkubator alat penetas telur ayam.

3.5 Alat dan Bahan

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

3.5.1 Alat Uji

- 1 Termostat Digital
- 2 Kaca Ventilasi
- 3 Timer
- 4 Lampu Pijar
- 5 Sensor Temperatur
- 6 Kontroler
- 7 Rak Telur
- 8 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: $-50 \sim 700^{\circ}\text{C}$ ($-58 \sim 1292^{\circ}\text{F}$)
- Accuracy: $\pm 1.5\%$ or $\pm 1.5^{\circ}\text{C}$
- Distance Spot Ratio: 12:1
- Emissivity: 0.1~1.00 bisa disesuaikan
- Resolution: $0.1^{\circ}\text{C}/^{\circ}\text{F}$
- Response time : 500 ms
- Wave length: 8-14 μm
- Repeatability: $\pm 1\%$ or $\pm 1^{\circ}\text{C}$
- $^{\circ}\text{C} / ^{\circ}\text{F}$ selection
- Data Store/Recall Function
- Data hold function
- Laser Target Pointer selection
- Alarm temperature set-up
- Backlight display selection Auto power shu off
- Power supply: 9V battery
- Weight: 210g (Includingbattery Dimension: 175x100x49mm)



Gambar 3. 2 Thermometer Digital (InraRed)

2. Higrometer

Higrometer ini berfungsi untuk mengukur kelembaban 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): mmx 27 mm.



Gambar 3. 3 Higrometer

3.6 Bahan Pengujian

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

3.7 Prosedur Alat Uji

Mesin penetas telur sederhana pada penelitian ini menggunakan inkubator. Bahan inkubator plat aluminium, panjang yaitu 70 cm, lebar 50 cm, tinggi 60 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.

3.8. Persiapan Alat Uji

1. Langkah Persiapan

Hubungan alat uji dengan daya listrik, perhatikan apakah lampu telah menyala dengan normal, jika tidak ganti.

- a. Bak air di isi $\frac{3}{4}$ bagian dengan air bersih
- b. Alat uji disetel temperatur ke 38 °C dengan mengatur thermostatnya
- c. Menstabilkan kondisinya \pm 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 dihidupkan, biarkan alat uji hidup selama 24 jam untuk mendapatkan panas yang merata ke setiap dinding alat uji
- b. Setelah 24 jam alat uji dihidupkan, ambil setiap data pada dinding depan, belakang, atas, kanan dan kiri menggunakan Thermometer Digital (infraRed). Kemudian ambil data kelembapan udara (Relative Humidity) menggunakan alat Higrometer.

BAB IV

HASI DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Mesin penetas telur pada penelitian ini menggunakan inkubator berbahan plat aluminium , panjang plat aluminium yaitu 70 cm, lebar 50 cm, tinggi 60 cm. Selanjutnya dilakukan pengujian alat untuk mengambil data yang akan digunakan sebagai bahan analisa perpindahan panas yang terjadi pada ruang inkubator alat penetas telur ayam menggunakan plat aluminium.

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



Gambar 4.1 inkubator

4.1.1 Perhitungan Dimensi Mesin

Dimensi mesin penetas $P \times L \times T$, jadi panjang mesin penetas adalah 0,7m, dengan lebar 0,5m, dan Tinggi mesin penetas sama dengan Lebar jadi Tingginya adalah 0,6 m.

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. 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 dudukan lampu (m)

Dimensi mesin penetas adalah sebagai berikut:

A = Luas ruang penetas (m^2)

Tebal dinding = 0,03 m

P = 0,7 (Panjang dinding bagian dalam dikurangi tebal dinding kiri dan kanan)

P = (0,7) – (0,03) – (0,03)

P = 0,64 m

L = 0,5 m (Lebar dinding bagian dalam dikurangi tebal dinding belakang dan depan)

L = (0,5) – (0,03) – (0,03)

L = 0,44 m

T = 0,6 m

Analisa:

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

$A_{Ruang\ Tetas} = 2(0,64 \times 0,44) + 2(0,64 \times 0,6) + 2(0,44 \times 0,6)$

$A_{Ruang\ Tetas} = 0,1408 + 0,192 + 0,132$

$A_{Ruang\ Tetas} = 0,4648\ m^2$

Jadi luas seluruh permukaan dinding mesin tetas adalah $0,4648\ m^2$

4.1.2. Perpindahan Panas Konduksi pada Dinding Mesin Penetas

Tabel 4. 1 Data Hasil pengujian Setiap Dinding

DINDING	T ₁	T ₂
Depan	38	32,9
Belakang	38	33
Atas	38	33,5
Kanan	38	34
Kiri	38	33,5

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 Aluminium 237 W/m.K

L = tebal dinding 0,03m

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 Aluminium 237 W/m.K

L = tebal dinding 0,03m

A = 0,4648 m²

ΔT = Beda temperatur ($T_1 - T_2$)

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

Analisa:

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

$$Q = \frac{237}{30} \cdot 0,4648 \text{m}^2 \cdot (311,15 - 306,05) \text{ K}$$

$$Q = 7,9 \text{W/m.K} \cdot 0,4648 \text{ m}^2 \cdot (5,1) \text{ K}$$

$$Q = 18,726792 \text{ Watt}$$

2. Dinding Belakang

Diketahui:

$$Q = \text{beban kalor (Watt)}$$

$$k = \text{konduktivitas termal plat Aluminium } 237 \text{ W/m.K}$$

$$L = \text{tebal dinding } 0,03 \text{ m}$$

$$A = 0,4648 \text{ m}^2$$

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

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

Analisa:

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

$$Q = \frac{237}{30} \cdot 0,4648 \text{ m}^2 \cdot (311,15 - 306,15) \text{ K}$$

$$Q = 7,9 \text{ W/m.K} \cdot 0,4648 \text{ m}^2 \cdot (5) \text{ K}$$

$$Q = 18,3596 \text{ Watt}$$

3. Dinding Atas

Diketahui:

$$Q = \text{beban kalor (Watt)}$$

$$k = \text{konduktivitas termal plat Aluminium } 237 \text{ W/m.K}$$

$$L = \text{tebal dinding } 0,03 \text{ m}$$

$$A = 0,4648 \text{ m}^2$$

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

$$(T_1 T_2) = (311,15 - 306,65) \text{ K}$$

Analisa:

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

$$Q = \frac{237}{30} \cdot 0,4648 \text{ m}^2 \cdot (311,15-306,65) \text{ K}$$

$$Q = 7,9 \text{ W/m.K} \cdot 0,4648 \text{ m}^2 \cdot (4,5) \text{ K}$$

$$Q = 16,523664 \text{ Watt}$$

4. Dinding Kanan

Diketahui:

Q = beban kalor (Watt)

k = konduktivitas termal plat Aluminium 237 W/m.K

L = tebal dinding 0,03 mm

A = 0,4648 m²

ΔT = Beda temperatur ($T_1 - T_2$)

($T_1 T_2$) = (311,15 – 307,15) K

Analisa:

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

$$Q = \frac{237}{30} \cdot 0,4648 \text{ m}^2 \cdot (311,15-307,15) \text{ K}$$

$$Q = 7,9 \text{ W/m.K} \cdot 0,4648 \text{ m}^2 \cdot (4) \text{ K}$$

$$Q = 14,68768 \text{ Watt}$$

5. Dinding Kiri

Diketahui:

Q = beban kalor (Watt)

k = konduktivitas termal plat Aluminium 237 W/m.K

L = tebal dinding 0,03 mm

A = 0,4648 m²

ΔT = Beda temperatur ($T_1 - T_2$)

($T_1 T_2$) = (311,15 – 306,65) K

Analisa:

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

$$Q = \frac{237}{30} \cdot 0,4648 \text{ m}^2 \cdot (311,15-306,65) \text{ K}$$

$$Q = 7,9 \text{ W/m.K} \cdot 0,4648 \text{ m}^2 \cdot (4,5) \text{ K}$$

$$Q = 16,52364 \text{ Watt}$$

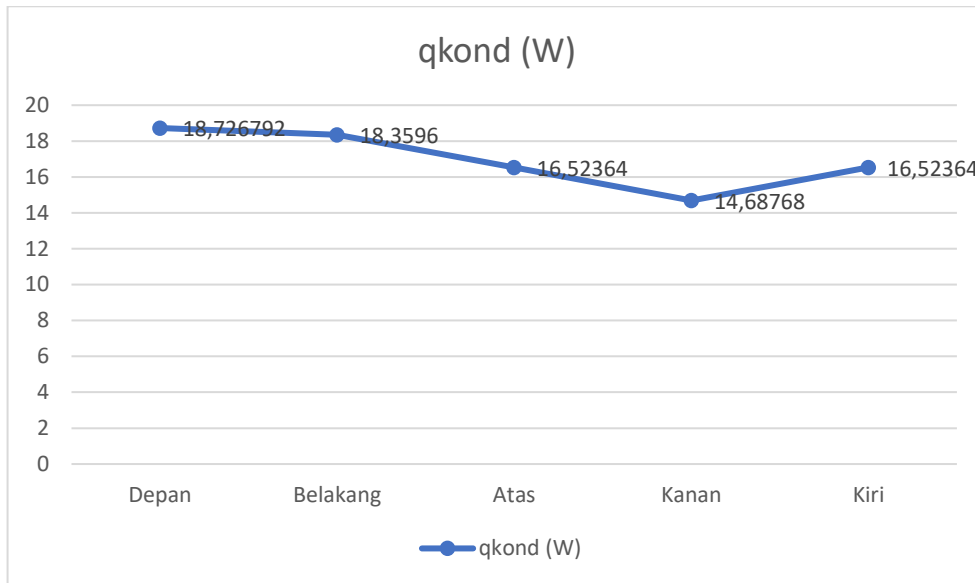
Jadi laju perpindahan panas konduksi yang melintasi masing-masing dinding mesin adalah:

1. Dinding depan : 18,726792 Watt.
2. Dinding belakang : 18,3596 Watt.
3. Dinding atas : 16,552364 Watt.
4. Dinding samping kanan : 14,68768 Watt.
5. Dinding samping kiri : 16,52364 Watt.

Tabel 4. 2 Hasil Perhitungan Energi Thermal Konduksi

DINDING	T ₁ , (K)	T ₂ , (K)	ΔT, (K)	q _{kond} , (W)
Depan	311,15	306,05	5,1	18,726792
Belakang	311,15	306,15	5	18,3596
Atas	311,15	306,65	4,5	16,52364
Kanan	311,15	307,15	4	14,68768
Kiri	311,15	306,65	4,5	16,52364
Total Hasil Perhitungan Energi Thermal Konduksi			23,9	84,821352

Grafik 4.1 Hasil Perhitungan Energi Thermal Konduksi



Pada tabel dan grafik hasil perhitungan Energi Thermal Konduksi diatas didapatkan perpindahan panas konduksi yang terjadi pada setiap dinding mesin alat penetas adalah, dinding depan 18,726 Watt, dinding belakang 18,359Watt, dinding atas 16,523 Watt, dinding samping kanan 14,687 Watt, dan dinding samping kiri 16,523Watt, Dengan total hasil perhitungan energi Thermal Konduksi 84,821Watt.

Dengan demikian energi yang diperlukan untuk memanaskan permukaan telur adalah sebesar Watt, dengan perhitunga sebagaiberikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Energi yang diperlukan} &= \text{Daya sumber (20Watt)} - \text{Total Konduksi (84,821Watt)} \\
 &= 20 \text{ Watt} - 84,821 \text{ Watt} \\
 &= -64,821 \text{ Watt}
 \end{aligned}$$

4.2 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 :

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

$$A = 0,4648 \text{ m}^2$$

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

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

Analisa:

$$q_r = 5,669 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \text{ K}^4 \cdot 0,4648 \text{ m}^2 \cdot 311,15^4 \text{ K}$$

$$q_r = 2,6349 \times 10^{-8} \cdot 9.373.013.041$$

$$q_r = 246,96 \text{ Watt}$$

Jadi laju perpindahan panas radiasi pada seluruh permukaan dalam dinding ruang mesin penetas dengan luas $0,4648 \text{ m}^2$, temperatur pada mesin penetas 38°C laju perpindahan panas radiasinya adalah $246,96$

Laju perpindahan panas radiasi pada permukaan dinding dengan luas keseluruhan $0,4648 \text{ m}^2$, dengan nilai emisivitas bahan $0,03$, 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:

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

$$\varepsilon = 0,03 \text{ (estimasi bahan plat aluminium)}$$

$$A = 0,4648 \text{ m}^2$$

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

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

Analisa:

$$q_r = 5,669 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4 \cdot 0,4648 \text{ m}^2 \cdot 0,03 \cdot 311,15^4 \text{ K}$$

$$q_r = 5,669 \times 10^{-8} \cdot 130.697.239,84557$$

$$q_r = 569.900.000 \cdot 130.697.239,84557$$

$$q_r = 7,448 \text{ Watt}$$

Jadi perpindahan panas radiasi yang terjadi pada dinding penetas luas 0,4648m², dengan nilai emisivitas bahan 0,03, temperatur mesin penetas 38°C adalah sebesar 7,448 Watt.

Pengaruh penggunaan lampu pijar 20Watt

Data penggunaan lampu pijar dengan daya 20 watt, kuat arus yang mengalir sebesar 0,66 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 tetap mencapai 38°C.

$$P = V \cdot I$$

Keterangan :

P = Daya (watt)

V = Tegangan (volt)

I = Kuat Arus (ampere)

Diketahui:

V = 440 volt

I = 0,66 ampere

Analisa :

$$P = V \cdot I$$

$$P = 440 \cdot 0,66$$

$$P = 290,4$$

Tabel 4. 3 Data Hasil pengujian Setiap Dinding

DINDING	T ₁ '	T ₂ '
Depan	38	32,9
Belakang	38	33
Atas	38	33,5
Kanan	38	34,
Kiri	38	33,5

Laju perpindahan panas radiasi pada permukaan dinding dengan luas keseluruhan 0,4648 m², dengan nilai emisivitas benda dengan standar rata- rata 0,03, 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 = Laju perpindahan panas radiasi (Watt)

ε = 0,03 (estimasi bahan)

A = 0,4648 m²

σ = Konstanta Stefan Boltzman 5,669 x 10⁻⁸ W/m²K⁴.

ΔT^4 = Perbedaan Temperatur °C

$(T_1^4 - T_2^4)$ = Temperatur dinding dalam mesin penetas – Temperatur dinding luar °C

1. Dinding Depan

Diketahui:

q_r = Laju perpindahan panas radiasi (Watt)

ε = 0,03 (plat aluminium)

A = 0,4648 m²

σ = Konstanta Stefan Boltzman 5,669 x 10⁻⁸ W/m²K⁴

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

$(T_1^4 - T_2^4)$ = (311,15⁴ – 306,05⁴) K

Analisa:

$$q_r = 5,669 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4 \cdot 0,4648\text{m}^2 \cdot 0,03 \cdot (311,15^4 - 306,05^4) \text{ K}$$

$$q_r = 5,669 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4 \cdot 0,01394 \text{ m}^2 \cdot 599.580.617,241 \text{ K}$$

$$q_r = 566900000000 \cdot 8.358.153,8043$$

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

2. Dinding Belakang

Diketahui:

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

$$\varepsilon = 0,03 \text{ (Plat aluminium)}$$

$$A = 0,4648\text{m}^2$$

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

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

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

Analisa:

$$q_r = 5,669 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4 \cdot 0,4648\text{m}^2 \cdot 0,03 \cdot (311,15^4 - 306,15^4) \text{ K}$$

$$q_r = 5,669 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4 \cdot 0,01394 \text{ m}^2 \cdot 588.108.330,5425 \text{ K}$$

$$q_r = 566900000000 \cdot 8.18.230,1277$$

$$q_r = 4,64 \text{ Watt}$$

3. Dinding Atas

Diketahui:

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

$$\varepsilon = 0,03 \text{ (Plat aluminium)}$$

$$A = 0,4648 \text{ m}^2$$

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

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

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

Analisa:

$$q_r = 5,669 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4 \cdot 0,4648 \text{ m}^2 \cdot 0,03 \cdot (311,15^4 - 306,65^4) \text{ K}$$

$$q_r = 5,669 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4 \cdot 0,01394 \cdot 530.578.039,9545 \text{ K}$$

$$q_r = 566900000000 \cdot 7.396.257,8769$$

$$q_r = 4,19 \text{ Watt}$$

4. Dinding Kanan

Diketahui:

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

$$\varepsilon = 0,03 \text{ (Plat aluminium)}$$

$$A = 0,4648 \text{ m}^2$$

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

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

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

Analisa:

$$q_r = 5,669 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4 \cdot 0,4648 \text{ m}^2 \cdot 0,03 \cdot (311,15^4 - 307,15^4) \text{ K}$$

$$q_r = 5,669 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4 \cdot 0,01394 \text{ m}^2 \cdot 472.765.646,574 \text{ K}$$

$$q_r = 566900000000 \cdot 6.590.353,113 \text{ K}$$

$$q_r = 3,73 \text{ Watt}$$

5. Dinding Samping Kiri

Diketahui:

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

$$\varepsilon = 0,03 \text{ (plat aluminium)}$$

$$A = 0,4648 \text{ m}^2$$

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

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

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

Analisa:

$$q_r = 5,669 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4 \cdot 0,4648 \text{ m}^2 \cdot 0,03 \cdot (311,15^4 - 306,65^4) \text{ K}$$

$$q_r = 5,669 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4 \cdot 0,01394 \text{ m}^2 \cdot 530.578.039,9545 \text{ K}$$

$$q_r = 5669000000000 \cdot 7.396.257,876$$

$$q_r = 4,19 \text{ Watt}$$

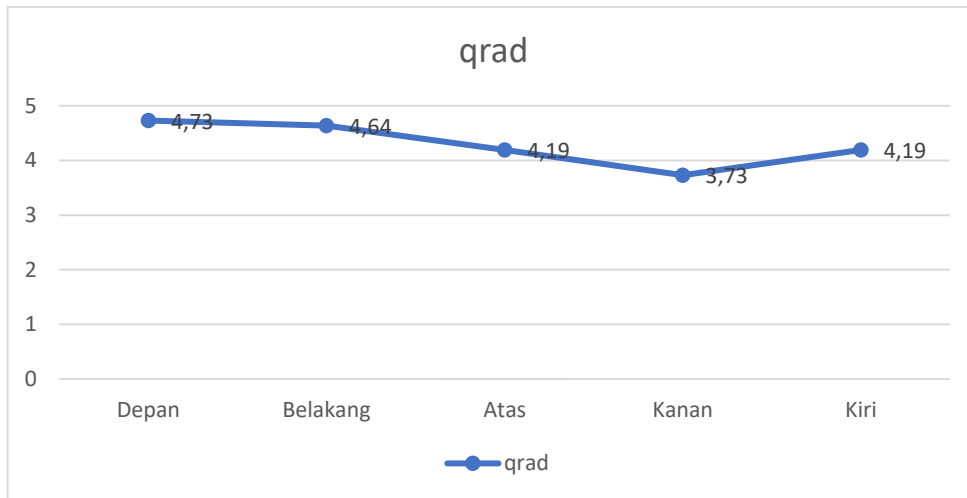
Jadi laju perpindahan panas Radiasi yang melintasi masing-masing dinding mesin adalah:

1. Dinding depan : 4,73 Watt.
2. Dinding belakang : 4,64 Watt.
3. Dinding atas : 4,19 Watt.
4. Dinding samping kanan : 3,73 Watt.
5. Dinding samping kiri : 4,19 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	4,73
Belakang	311.15	306,15	588.108.330,5425	4,64
Atas	311.15	306,65	530.570.039,9545	4,19
Kanan	311.15	307,15	472.765.646,574	3,73
Kiri	311.15	306,65	530.570.039,9545	4,19
Total Hasil Perhitungan Radiasi				21,48

Grafik 4.2 Hasil Perhitungan Radiasi



Pada tabel dan grafik hasil perhitungan radiasi di atas 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 4,73 Watt, dinding bagian belakang mesin sebesar 4,64 Watt , dinding bagian atas mesin sebesar 4,19 Watt, dinding bagian samping kana sebesar 3,73 Watt, dan dinding bagian samping kiri mesin sebesar 4,19Watt. Dengan total hasil perhitungan radiasi 21,48 Watt.

4.3 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:

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

$$Q_{in} = \text{Beban kalor yang diperlukan ruang mesin tetas } 209,4 \text{ W}$$

$$Q_{out} = \text{Beban kalor yang diberikan pada ruang mesin tetas } 64,821 \text{ W}$$

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 209,4 Watt dan Q_{out} didapat dari perhitungan daya yang diberikan pada mesin tetas sebesar 64,821Watt.

Analisa :

$$\eta = \frac{209,4}{64,821} \cdot 100\%$$

$$\eta = 3,23 \cdot 100\%$$

$$\eta = 32\%$$

Jadi efisiensi yang terjadi pada ruang mesin penetas dari perhitungan perbandingan beban kalor yang diberikan mesin penetas dengan beban kalor yang diberikan pada mesin tetas adalah sebesar 32%

4.4 Pembahasan

Peneliti melakukan percobaan penggunaan penetas telur sederhana yaitu menggunakan Inkubator yang berbahan plat aluminium, panjang plat aluminium 0,7m, dengan Lebar 0,5m, dan Tinggi mesin penetas sama dengan Lebar jadi Tingginya adalah 0,6m, sebagai aplikasi materi pada perpindahan kalor yang terjadi pada ruang inkubator alat penetas telur ayam menggunakan plat aluminium.

Berdasarkan hasil uji yang telah dilakukan, diperoleh hasil bahwa laju perpindahan kalor yang terjadi pada ruang inkubator alat penetas telur ayam menggunakan plat aluminium menunjukkan bahwa beban kalor pada seluruh permukaan dinding ruangan mesin penetas dengan luas $0,4648m^2$, Adapun laju perpindahan panas radiasi pada seluruh permukaan dalam dinding ruangan mesin penetas dengan luas $0,4648m^2$, temperatur pada mesin penetas $38^{\circ}C$, laju perpindahan panas radiasinya adalah 246,96 Watt dan perpindahan panas radiasi yang terjadi pada dinding mesin penetas luas $0,4648 m^2$, dengan nilai emisivitas bahan 0,03, temperatur mesin penetas $38^{\circ}C$ adalah diketahui sebesar 7,448 Watt.

Sedangkan perpindahan panas konduksi yang dihasilkan pada dinding mesin alat penetas adalah: dinding depan 18,726 Watt, dinding belakang 18,359 Watt, dinding atas 16,5236 Watt, dinding samping kanan 14,687 Watt, dan dinding samping kiri 16,523 Watt.

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 4,73 Watt, dinding bagian belakang mesin sebesar 4,64 Watt, dinding bagian atas mesin sebesar 4,19 Watt, dinding bagian samping kanan mesin sebesar 3,73 Watt, dan dinding bagian samping kiri mesin sebesar 4,19 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 32%.

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 terkait pula pendapat dari Arif & Naruddin, (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 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.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai laju perpindahan kalor yang terjadi pada ruang inkubator alat penetas telur ayam menggunakan plat aluminium dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil pengujian menunjukkan laju perpindahan panas radiasi pada seluruh permukaan dalam dinding ruangan mesin penetas adalah sebesar 246,964 Watt dan perpindahan panas radiasi yang terjadi pada dinding mesin penetas dengan nilai emisivitas bahan 0,03, pada temperatur mesin penetas 38°C adalah diketahui sebesar 7,448 Watt.
2. Pada laju perpindahan panas radiasi yang melintasi masing-masing dinding luar mesin diantaranya yaitu pada dinding luar bagian depan mesin sebesar 4,73 Watt, dinding bagian belakang mesin sebesar 4,64 Watt, dinding bagian atas mesin sebesar 4,19 Watt, dinding bagian samping kanan mesin sebesar 3,73 Watt, dan dinding bagian samping kiri mesin sebesar 4,19 Watt.
3. 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 32%.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian mengenai laju perpindahan panas yang terjadi pada ruang inkubator alat penetas telur ayam menggunakan plat aluminium, 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 perpindahan pans yang terjadi pada ruang inkubator alat penetas telur ayam menggunakan plat aluminium 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. Analisa 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 Konduksi Perpindahan Panas.Politeknik Negeri Bandung.
- Paimin, Farry B. 2011. Mesin Tetas : Ragam Jenis, Cara Membuat, Teknik Mengelola. Jakarta : Penebar Swadaya.
- Dhanny Jufiril, 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 PenetasTelur yang Menggunakan *Fan* dan tidak Menggunakan *Fan*. Jurnal Ilmiah. Universitas Samudra, Meurandeh Aceh.
- Yunus A. Chaggel, *Heat Transfer, Complete Solution Manula, A practical Approach, Second Edition*, Juli 2002.

LAMPIRAN 1

BIODATA PENULIS

Nama : Adrianus Kalvao
Tempat Tanggal Lahir : Malawatar, 20 Maret 2000
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Agama : Katolik
Status : Belum Kawin
Alamat : RT 008/RW 002, Kel/Desa Tangge, Kec. Lembor,
Kab. Manggarai Barat, Provinsi Nusa Tenggara Timur
Nomor Telepon : 081339016220
Email : andrikalvao@gmail.com



RIWAYAT PENDIDIKAN

2007 – 2013 : SDN MALAWATAR
2013 – 2016 : SMPN 1 Poco Ranaka
2016 – 2019 : SMK Bina Kusuma Ruteng
2019 – Sekarang : Program Studi Teknik Mesin S1, Institut Teknologi
Nasional Malang

PENGALAMAN MAGANG

2018, Ruteng : Bengkel Fortuna Motor
2022, Ruteng : PLTU Ulumbu Ruteng

LAMPIRAN 2
SURAT KETERANGAN DOSEN PEMBIMBING



PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

Malang, 3 Maret 2023

Nomor : ITN-81/I.TA/2023
Lampiran :
Perihal : BIMBINGAN SKRIPSI

Kepada : Yth Sdr. **Dr. Eko Yohanes Setiawan. ST. MT**
Dosen Institut Teknologi Nasional
di Malang

Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam Skripsi untuk saudara mahasiswa :

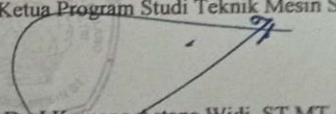
Nama : **ADRIANUS KALVAO**
Nim : **1911140**
Jurusan : Teknik Mesin
Program studi : Teknik Mesin (S1)

Maka dengan ini pembimbingan Skripsi tersebut kami serahkan sepenuhnya kepada saudara selama 6 (enam) bulan terhitung mulai tanggal/bulan :

3 Maret 2023 s/d 8 Agustus 2023

Adapun tugas tersebut untuk menempuh Ujian Akhir Program Sarjana S1. Demikian agar maklum dan atas perhatian serta bantuannya kami ucapkan terima kasih.

Ketua Program Studi Teknik Mesin S1

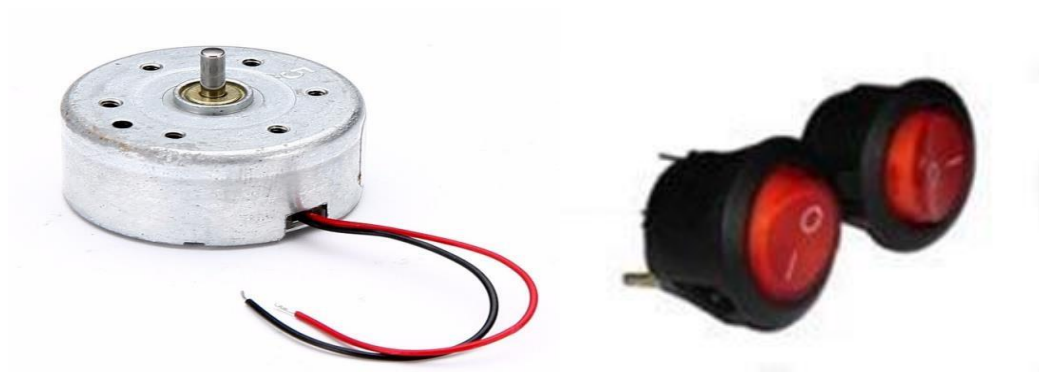

Dr. I Komang Astana Widi. ST. MT
NIP .P 1030400405

Tembusan Kepada Yth:

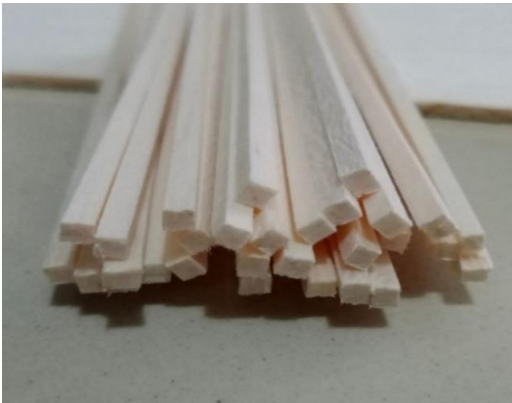
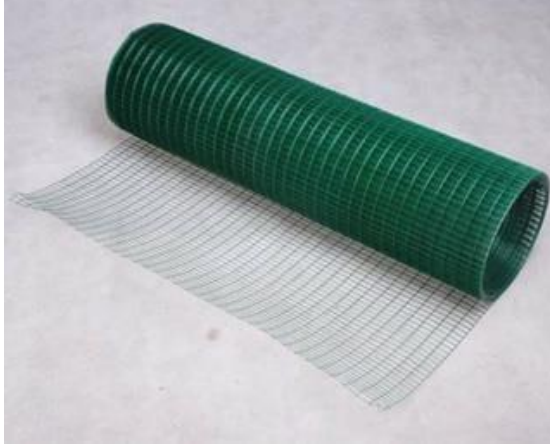
1. Bapak/Ibu Dosen FTI ITN Malang
2. Mahasiswa yang bersangkutan
3. Arsip

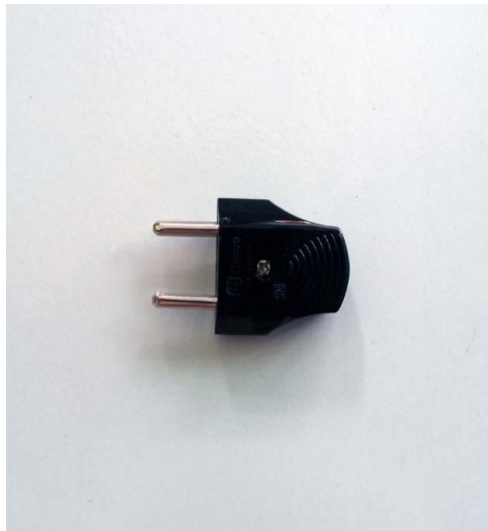
LAMPIRAN 3
ALAT



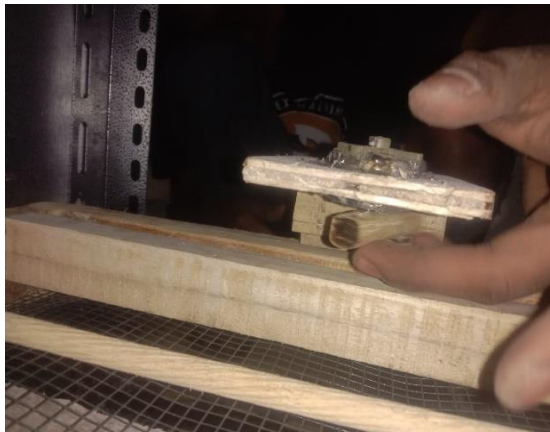
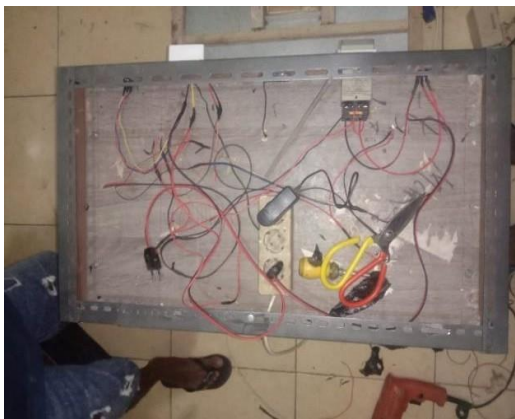


LAMPIRAN 4
BAHAN





LAMPIRAN 5
PROSES PEMBUATAN INKUBATOR





LAMPIRAN 6
PROSES PENGOPERASIAN INKUBATOR



