



## PENGENDALIAN TEMPERATUR DAN KELEMBABAN PENETAS TELUR DENGAN UDARA SEBAGAI PENGENDALI BERBASIS MATLAB

Agus Mukhtar<sup>1\*)</sup>, Rifki Hermana<sup>1)</sup>, Dimas Anggit Pamungkas<sup>1)</sup>, Aan Burhanuddin<sup>1)</sup>, Hisyam Ma'mun<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas PGRI Semarang, Jl. Sidodadi Timur 24, Semarang  
E-mail : [agusmukhtar@upgris.ac.id](mailto:agusmukhtar@upgris.ac.id)

### ABSTRAK

Mesin penetas telur yang ada di pasaran terdiri dari tiga sistem yaitu manual, semi otomatis dan otomatis. Ketiga sistem tetas telur tersebut menggunakan media air sebagai pengendali suhu dan kelembaban dalam ruang penetasan. Penggunaan air dalam ruang penetasan sangat repot karena harus selalu memantau ketersediaan air karena penguapan. Selain itu keberadaan air dalam ruang penetasan dapat mengundang nyamuk untuk bersarang. Untuk itu penulis menggunakan media udara sebagai pengendalian suhu dan kelembaban dalam ruang penetasan agar hal-hal tersebut tidak terjadi. Dalam penelitian ini dilakukan analisa dan simulasi menggunakan software Matlab untuk mencari nilai rise time terbaik terhadap jarak elemen pemanas dan rak telur sehingga diperoleh suhu pada rak telur 38°C. Selain itu dilakukan analisa perambatan panas dari sumber panas (elemen pemanas) menuju rak telur menggunakan software solidworks. Selanjutnya dilakukan analisa laju aliran udara dalam ruang penetasan pada lubang ventilasi yang berada di bawah dan atas ruang penetasan menggunakan software solidworks. Setelah semua data simulasi diperoleh maka dilakukan pembuatan prototype untuk menguji nilai prosentase penetasan pada mesin tetas telur yang dibuat. Dari hasil simulasi software matlab diperoleh jarak antara pemanas dengan rak telur sebesar 11 cm memiliki nilai rise time terbaik yaitu sebesar 2.8 menit. Hasil simulasi dari software Matlab tersebut kemudian dilakukan simulasi perambatan panas menggunakan software Solidworks pada rak telur diperoleh suhu sekitar 50°C. Hasil simulasi beberapa lubang ventilasi udara pada ruang penetasan terhadap laju aliran udara diperoleh laju aliran udara yang merata dalam ruang penetasan. Dari hasil pengamatan prototype mesin tetas telur diperoleh suhu sebesar 38°C dan kelembaban antara 56% - 72% serta rata-rata prosentase penetasan sebesar 28%.

**Kata Kunci:** Temperatur, Kelembaban, Penetas Telur, MATLAB

### ABSTRACT

Egg incubator on the market consists of three systems, namely manual, semi-automatic and automatic. The three egg hatching systems use water as a medium to control temperature and humidity in the hatchery. The use of water in the hatchery is very troublesome because it must always monitor the availability of water due to evaporation. In addition, the presence of water in the hatchery can invite mosquitoes to nest. For this reason, the author uses air as a medium to control temperature and humidity in the hatchery so that these things do not happen. In this study, analysis and simulation was carried out using Matlab software to find the best rise time value for the distance between the heating element and the egg rack so that the temperature on the egg rack was 38oC. In addition, an analysis of heat propagation from the heat source (heating element) to the egg rack was carried out using Solidworks software. Furthermore, an analysis of the air flow rate in the hatchery was carried out in the ventilation holes below and above the hatchery using Solidworks software. After all the simulation data is obtained, a prototype is made to test the hatch percentage value on the egg incubator made. From the results of the Matlab software simulation, the distance between the heater and the egg rack is 11 cm, which has the best rise time value of 2.8 minutes. The simulation results from the Matlab software then simulated heat propagation using Solidworks software on the egg rack and obtained a temperature of around 50oC. The simulation results of several air ventilation holes in the hatchery against the air flow rate obtained an even air flow rate in the hatchery. From the observation of the egg incubator prototype, the temperature was 38oC and the humidity was between 56% - 72% and the average hatching percentage was 28%.

**Keywords:** Temperature, Humidity, Egg Incubator, MATLAB

## 1. Pendahuluan

Keberadaan mesin penetas telur sangat dibutuhkan bagi para peternak ayam terutama bagi peternak yang berkonsentrasi pada penyediaan bibit ayam. Mesin penetas telur dapat menghemat waktu pengeraman indukan ayam. Induk ayam akan mengeram telur selama 21 hari ditambah waktu saph ayam selama 7 hari, maka dibutuhkan waktu 28 hari untuk satu siklus pengeraman. Hal ini dapat dioptimalkan dengan menggunakan mesin penetas telur dengan tidak melalui proses pengeraman manual sehingga indukan dapat terus memproduksi tanpa terhambat proses pengeraman. Untuk itu kapasitas produksi DOC (*Day Old Chicken*) dapat dipacu dan ditingkatkan.

Beberapa mesin penetas telur yang ada diantaranya menggunakan system otomatis dan sistem manual. Mesin penetas telur otomatis merupakan mesin penetas telur yang dilengkapi alat pengontrol suhu dan pemutar telur. Pemutaran telur di program agar dapat bergerak tiap beberapa jam sekali. Sedangkan mesin penetas telur manual hanya dilengkapi dengan alat pengontrol suhu, tanpa pemutar telur, sehingga telur harus dibolak balik 8 jam sekali menggunakan tangan (manual).

Pemutaran telur pada mesin penetas telur berfungsi sebagai pemerataan panas pada telur. Telur akan diputar sebesar 60 derajat untuk memperoleh pemerataan panas yang optimal. Suhu optimal yang digunakan untuk mesin penetas telur ayam sebesar 38°C, sedangkan kelembaban udara yang dipakai sekitar 60%. Kelembaban harus tetap dijaga sesuai dengan syarat penetasan, hal ini dikarenakan jika kelembaban terlalu tinggi dapat mengakibatkan telur busuk dan gagal menetas sedangkan jika kelembaban terlalu kecil dapat mengakibatkan telur kering dan embrio akan lengket dengan kulit (cangkang) telur sehingga akan mati dan gagal menetas. Untuk menjaga kelembaban dalam ruang penetas telur, maka digunakan nampan yang berisi air ditaruh dalam ruang penetasan seperti pada gambar 1.



**Gambar 1.** Media air dalam nampan pada mesin tetas telur

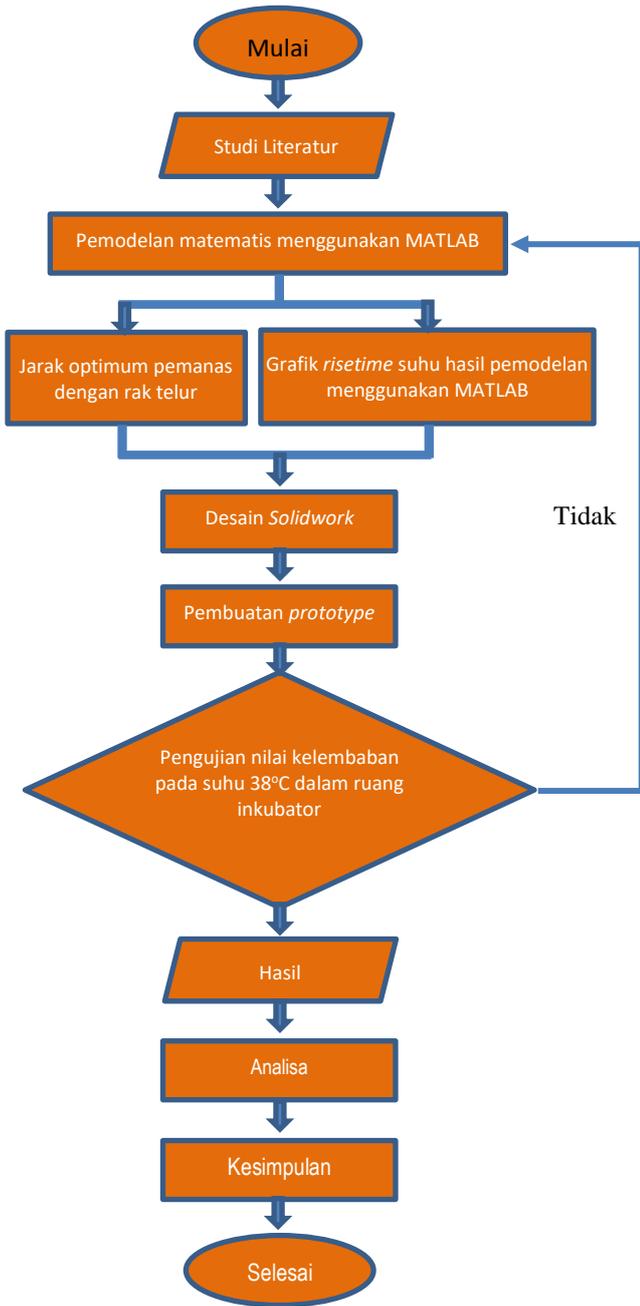
Media pendinginan menggunakan air memiliki beberapa kekurangan diantaranya adalah harus selalu dipantau apakah airnya habis atau tidak. Disamping itu keberadaan air dalam nampan dalam waktu yang lama juga beresiko terhadap keberadaan nyamuk untuk bertelur dalam media air dalam nampan tersebut. Untuk itu penulis menggunakan media udara sebagai media pendinginan untuk menjaga suhu dan kelembaban dalam ruang inkubasi.

Selain media pendinginan air hal yang sangat penting dilakukan adalah dengan mengetahui waktu optimum yang dapat diperoleh mesin penetas telur untuk menjaga suhu dan kelembaban. Hal ini dikarenakan telur tidak ditaruh secara bersamaan atau satu kali proses, hal ini menyebabkan terjadinya penurunan suhu dan perubahan kelembaban secara cepat pada ruang inkubasi. Untuk itu diperlukan jarak yang paling sesuai untuk menjaga agar ruang inkubasi dapat secepat mungkin mencapai suhu dan kelembaban yang diinginkan.

Beberapa penelitian yang telah dilakukan diantaranya adalah penelitian yang dilakukan oleh Noor Yulita, dkk (2019) tentang optimalisasi posisi heater dan cooler terhadap perubahan suhu pada incubator penetas telur. Dalam penelitian ini dilakukan penelitian terhadap posisi lampu pijar dan posisi kipas yang ada dalam mesin penetas telur untuk memperoleh settling time tercepat sehingga diharapkan mesin tetas telur dapat bekerja lebih optimal. Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Muhammad Ashfi, dkk (2020) tentang rancang bangun mesin penetas telur otomatis. Dalam penelitian ini digunakan timer dan dynamo penggerak sistem geser untuk membalikan telur setiap tiga atau 6 jam sekali. Media pendingin yang digunakan untuk menjaga kelembaban dan suhu incubator digunakan air yang ditaruh dalam nampan.

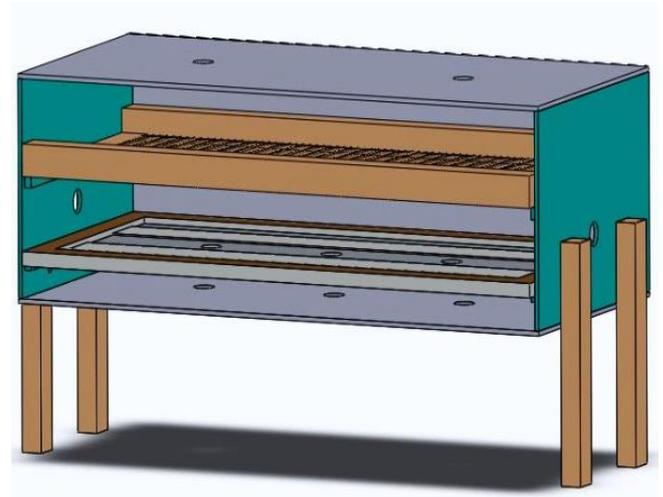
## 2. Metode

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen terhadap penggunaan udara sebagai pengendalian suhu dan kelembaban. Adapun alur dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 2. Diagram alur penelitian

Media pendinginan untuk menjaga kelembaban dan suhu dalam penelitian ini menggunakan udara sebagai media untuk menjaga suhu dan kelembaban. Untuk menjaga kelembaban dan suhu dalam ruang inkubasi, dibuat ventilasi udara yang masing-masing dibagian bawah mesin penetas ada tiga, di bagian pemanas ada tiga dan di bagian atas mesin penetas di beri dua ventilasi seperti pada gambar 3.



Gambar 3. Desain Mesin Tetes Telur

**Analisa Perambatan Panas Pada Mesin Penetas Telur**

a. Kelembaban udara dalam ruang inkubator

Kelembaban udara yang terjadi dalam ruang inkubator sangat mempengaruhi keberhasilan dalam proses penetasan telur. Kelembaban udara yang diperlukan dalam proses penetasan telur adalah antara 60 – 70%. Dengan asumsi suhu pada ruang inkubator sebesar 38°C dan jarak antara ruang inkubator dengan tanah adalah 20 cm, maka tekanan uap jenuh yang terjadi pada proses evaporasi dalam tanah dapat dimanfaatkan sebagai penstabil kelembaban dalam ruang inkubator. Tekanan uap jenuh dalam ruang inkubator dapat dihitung menggunakan persamaan (1) sebagai berikut:

$$e_s = 6,1078 \times e^{\frac{17,239 \times T}{T+237,3}} \dots\dots (1)$$

Dimana :

$e_s$  = Tekanan uap jenuh (mb)

$T$  = Suhu dalam ruang inkubator (°C)

Maka tekanan uap jenuh pada suhu 38°C adalah:

$$e_s = 6,1078 \times e^{\frac{17,239 \times T}{T+237,3}}$$

$$e_s = 6,1078 \times e^{\frac{17,239 \times 38}{38+237,3}}$$

$$e_s = 6,1078 \times e^{\frac{655,082}{275,3}}$$

$$e_s = 6,1078 \times 10,799717$$

$$e_s = 65,96 \%$$

b. Jarak optimum pemanas terhadap rak telur

Jarak antara media pemanas dengan posisi telur sangat menentukan terhadap *rise time* suhu yang ada dalam ruang inkubasi. Hal ini dikarenakan dalam menaruh telur, peternak biasanya tidak sekali taruh, melainkan secara periodic sesuai dengan pasokan telur yang ada. Maka pintu ruang inkubasi akan sering dibuka untuk memasukan telur sehingga akan menyebabkan penurunan suhu dan perubahan kelembaban secara signifikan. Untuk memperoleh nilai risetime optimum dari jarak pemanas dengan rak telur dilakukan perhitungan

volume ruang radiasi inkubator dengan persamaan 2 sebagai berikut:

$$v = p \times l \times t \dots \dots \dots (2)$$

Dimana:

- v = volume ruang radiasi (m<sup>3</sup>)
- p = panjang kotak (m)
- l = lebar kotak (m)
- t = tinggi (jarak sumber panas terhadap rak telur) (m)
- v = 0.8 x 0.4 x 0.11
- v = 0.0352 m<sup>3</sup>

Setelah diketahui volume ruang radiasi maka akan dihitung massa udara dalam ruang yaitu dengan menggunakan persamaan 3 sebagai berikut:

$$\rho = \frac{m}{v} \dots \dots \dots (3)$$

Dimana:

- ρ = massa jenis udara (1.2 Kg/m<sup>3</sup>)
- m = massa fluida (Kg)
- v = volume ruang (m<sup>3</sup>)

Maka, massa fluida dalam ruang radiasi dapat dihitung:

$$1.2 = \frac{m}{0.0352}$$

$$m = 0.042 \text{ Kg}$$

Langkah selanjutnya dengan menghitung nilai kapasitas thermal dengan menggunakan persamaan 4 sebagai berikut:

$$C = m \times C_p \dots \dots (4)$$

Dimana:

- C = Kapasitas thermal (J/oC)
- m = massa fluida (Kg)
- C<sub>p</sub> = Panas Spesifik elemen pemanas (J/Kg oC)

$$C = 0.042 \times 40.79$$

$$C = 1.7 \text{ J/oC}$$

c. Laju perpindahan panas dalam ruang inkubator

Laju perpindahan panas yang terjadi dalam ruang inkubator dari elemen pemanas menuju ke rak telur. Sumber panas sebesar 74°C dari elemen pemanas akan mengalir dalam ruang inkubator melalui udara menuju rak penetas telur. Suhu yang ada di area rak telur dikondisikan berada pada suhu 38°C dengan menggunakan sensor suhu. Adapun laju perpindahan panas dari elemen pemanas menuju rak telur dalam ruang inkubator dapat dihitung menggunakan persamaan 5 sebagai berikut:

$$q = K_r (\theta_1^4 - \theta_2^4) \dots \dots (5)$$

Dimana:

- q = Laju perpindahan panas (Kcal/sec)
- K<sub>r</sub> = koefisien yang tergantung pada emisivitas, ukuran dan konfigurasi dari permukaan pemancar dan permukaan penerima (0.07 untuk aluminium)
- θ<sub>1</sub> = Suhu pemanas (oK)
- θ<sub>2</sub> = Suhu penerima (rak telur) (oK)

Maka laju perpindahan panas dari elemen pemanas adalah:

$$q = 0.07 \times (347.15^4 - 311.15^4)$$

$$q = 0.07 \times (14523412694,7000 - 9373013041.1340)$$

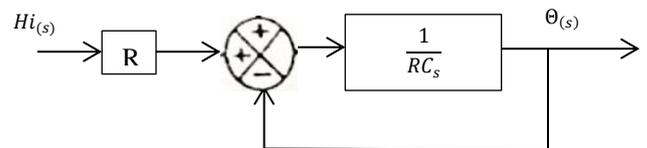
$$q = 0.07 \times 5150399653.566 \text{ Cal/sec}$$

$$q = 360527975.74962 \text{ Cal/sec}$$

$$q = 100.14667 \text{ KCal/h}$$

$$q = 116.47 \text{ Watt} = 397.41 \text{ BTU/h}$$

d. Diagram kotak perambatan panas dalam ruang inkubator  
Jika dilihat dalam bentuk diagram kotak, maka rangkaian inkubator penetas telur dapat dilihat seperti pada gambar 4 sebagai berikut:



Gambar 4. Diagram kotak sistem pemanas inkubator

Dari diagram kotak diatas dapat diperoleh persamaan 7 sebagai berikut:

$$\frac{\theta(s)}{H_i(s)} = \frac{R}{RCs+1} \dots \dots \dots (7)$$

Dimana:

- θ<sub>(s)</sub> = Suhu yang diharapkan (oC)
- H<sub>i(s)</sub> = Laju perpindahan panas (397.41BTU/h)
- R = Suhu ruang (oC)
- C = Kapasitas thermal

Sehingga:

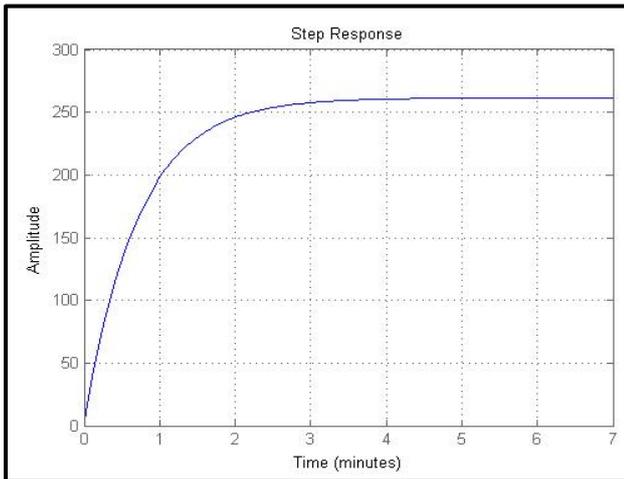
$$\frac{38(s)}{397.41(s)} = \frac{25}{25 \times 1.7(s) + 1}$$

$$= \frac{9935.25(s)}{38(s) \times 42.5(s) + 38(s)}$$

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### a. Hasil Pemodelan Matematis Variasi Jarak Pemanas dan Rak Tetas Telur Menggunakan Software Matlab

Dari hasil pemodelan matematis jarak pemanas terhadap rak telur diperoleh grafik respon sistem sebagai berikut:

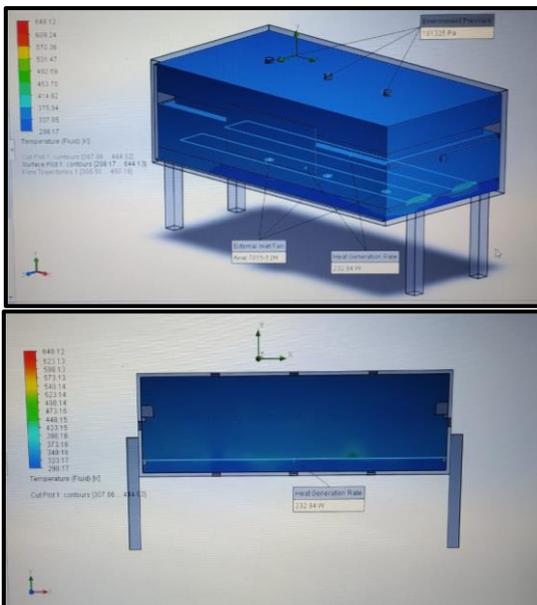


Gambar 5. Grafik Respon Sistem Pada Jarak 11cm Menggunakan Software Matlab

Dari gambar 3 tersebut dapat dilihat bahwa radiasi panas dari elemen pemanas akan mengalir menuju rak telur dengan jarak 11 cm pada suhu  $38^{\circ}\text{C}$  diperlukan waktu sebesar 2.8 menit. Nilai ini merupakan nilai optimal dari beberapa percobaan yang telah dilakukan terhadap variasi jarak pemanas terhadap rak telur.

#### b. Hasil Simulasi Perambatan Panas dan Laju Aliran Udara Dalam Ruang Penetasan Menggunakan Software Solidworks

Setelah diperoleh nilai respon sistem jarak pemanas terhadap rak telur menggunakan software Matlab, maka dilakukan simulasi dan analisa perambatan panas menggunakan software Solidwork. Hasil simulasi dan analisa perambatan panas dipresentasikan pada gambar 6 sebagai berikut:

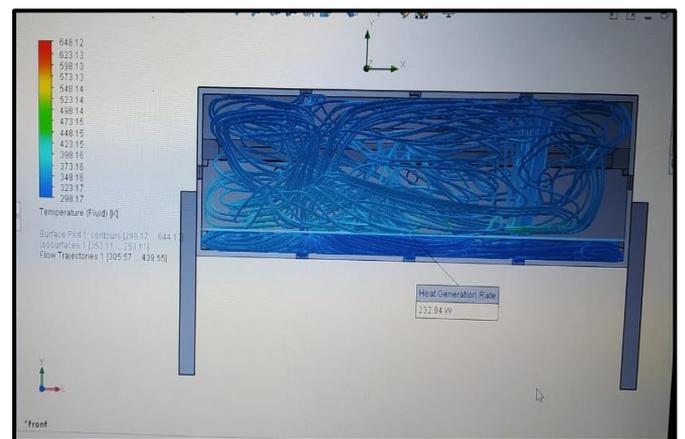


Gambar 6. Simulasi dan Analisa Perambatan Panas Dalam Ruang Penetasan

Dari hasil analisa perambatan panas menggunakan Software Solidworks tersebut dapat diketahui bahwa panas mengalir dari elemen pemanas dengan suhu  $74^{\circ}\text{C}$  menuju rak telur. Pad arak telur diperoleh suhu pemanasan sekitar  $50^{\circ}\text{C}$ . Hal ini menunjukkan bahwa suhu pad arak telur masih dapat terjangkau optimal oleh sumber panas dalam ruang penetasan.

#### c. Hasil Simulasi Laju Aliran Udara Ruang Penetasan Menggunakan Software Solidworks

Simulasi laju aliran udara dalam ruang penetasan digunakan untuk mengetahui seberapa baik sebaran aliran udara dalam ruang penetasan sehingga panas yang dihasilkan dari sumber panas dapat dialirkan secara merata dalam ruang penetasan yang ditunjukkan pada gambar 7.



Gambar 7. Laju Aliran Udara Dalam Ruang Penetasan

Dari hasil simulasi laju aliran udara dapat dilihat bahwa udara mengalir dari ventilasi udara bagian bawah mesin tetas telur menuju elemen pemanas secara merata. Udara akan dipanaskan oleh elemen pemanas dan menuju rak tetas telur dan mengalir secara merata diatas rak telur dan keluar menuju ventilasi udara bagian atas. Hal ini sangat berpengaruh terhadap pemerataan panas yang terjadi pada telur, sehingga panas dapat menyebar secara sempurna pada seluruh permukaan telur.

#### d. Hasil Pengamatan Suhu dan Kelembaban Dalam Ruang Penetasan

Dari hasil simulasi maka dilakukan pembuatan prototype dan dilakukan pengujian terhadap prototype yang telah dibuat. Prototype mesin tetas telur dapat dilihat pada gambar 8 sebagai berikut:



Gambar 8. Prototype Mesin Penetas Telur

Hasil pengamatan dari prototype mesin penetas telur terhadap suhu dan kelembaban dalam ruang penetas an ditunjukkan pada table 1.

Tabel 1. Pengamatan Data Suhu dan Kelembaban Dalam Ruang Penetasan

SIKLUS 1			SIKLUS 2			SIKLUS 2		
No	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	No	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	No	Suhu (°C)	Kelembaban (%)
1	38	58-63	1	38	57-63	1	38	60-63
2	38	58-64	2	38	59-64	2	38	61-66
3	38	56-61	3	38	56-63	3	38	56-63
4	38	60-64	4	38	61-64	4	38	62-64
5	38	58-64	5	38	58-63	5	38	58-63
6	38	59-64	6	38	59-64	6	38	59-64
7	38	60-65	7	38	60-65	7	38	60-70
8	38	59-62	8	38	59-63	8	38	59-63
9	38	59-70	9	38	59-70	9	38	59-70
10	38	60-71	10	38	60-71	10	38	60-71
11	38	60-72	11	38	61-72	11	38	61-72
12	38	62-69	12	38	62-69	12	38	62-69
13	38	58-68	13	38	59-68	13	38	59-68
14	38	58-67	14	38	58-67	14	38	58-67
15	38	60-65	15	38	60-65	15	38	60-65
16	38	61-63	16	38	61-65	16	38	58-65
17	38	62-65	17	38	62-65	17	38	62-65
18	38	61-67	18	38	61-67	18	38	61-70
19	38	59-66	19	38	59-68	19	38	59-68
20	38	64-69	20	38	63-65	20	38	63-67
21	38	62-70	21	38	62-71	21	38	62-69

Dari table diatas dapat dilihat bahwa suhu ruang penetasan diperoleh sebesar 38°C dan kelembaban diperoleh antara 56% - 72%. Hal ini dapat diketahui bahwa kelembaban dalam ruang penetasan masih ada beberapa nilai yang keluar dari dilai yang dikehendaki yaitu 60% – 70%.

#### e. Hasil Pengamatan Prosentase Telur Yang Menetas

Hasil pengamatan pada siklus pertama diperoleh data bahwa dari 100 butir telur percobaan diperoleh jumlah telur yang menetas sebesar 23 butir. Pada pengamatan siklus ke dua, dari 100 butir telur percobaan diperoleh jumlah telur yang menetas sebesar 30 butir dan pengamatan siklus ke tiga, dari 100 butir telur percobaan diperoleh jumlah telur yang menetas sebesar 31 butir seperti pada table 2.

Tabel 2. Pengamatan Prosentase Telur Yang Menetas

NO	Prosentase penetasan Siklus 1	Prosentase penetasan Siklus 2	Prosentase penetasan Siklus 3	Rata-rata
1	23%	30%	31%	28%

#### 4. Kesimpulan

Dari hasil simulasi software matlab diperoleh jarak antara pemanas dengan rak telur sebesar 11 cm memiliki nilai rise time terbaik yaitu sebesar 2.8 menit. Hasil simulasi dari software Matlab tersebut kemudian dilakukan simulasi perambatan panas menggunakan software Solidworks pada rak telur diperoleh suhu sekitar 50°C. Hasil simulasi beberapa lubang ventilasi udara pada ruang penetasan terhadap laju aliran udara diperoleh laju aliran udara yang merata dalam ruang penetasan. Dari hasil pengamatan prototype mesin tetas telur diperoleh suhu sebesar 38 °C dan kelembaban antara 56% - 72% serta rata-rata prosentase penetasan sebesar 28%.

#### Daftar Pustaka

- [1] Noor Yulita Dwi Setyaningsih. (2019). Optimalisasi Posisi Heater Dan Cooler Terhadap Perubahan Kondisi Suhu Pada Inkubator Tetas Penetas Telur. Jurnal SIMETRIS Vol. 10 No.1: halaman.281 - 286
- [2] Jefrianus Neonnub <sup>1</sup>, Lovita Adriani <sup>2</sup>, Iwan Setiawan <sup>3</sup>. (2019). Pengaruh Level Suhu Mesin Tetas Terhadap Daya Tetas dan Bobot Tetas Telur Puyuh Padjadjaran. Jurnal Ilmu Ternak Universitas Padjadjaran Vol.19 No.2: Halaman 85 – 89.
- [3] Hardi Prakoso, dkk. 2012. Pengaruh Lama Pemataman Sumber Pemanas Mesin Tetas Terhadap Performa Penetasan Telur Ayam. Jurnal Sains Peternakan Indonesia Vol 7 No.2: Halaman 69 - 80
- [4] Nasruddin <sup>1</sup>, Zainal Arif <sup>2</sup>. (2014) Analisa Perubahan Temperatur dan Kelembaban Relatif pada Inkubator Penetas Telur yang Menggunakan Fan dan Tidak Menggunakan Fan. JURUTERA Vol.1 No.1: Halaman 31 – 35.

- [5] Putri Lestari <sup>1</sup>, Pradipta Bayuaji Pramono <sup>2</sup>, Mikael Sihite <sup>3</sup>. (2021). Pengaruh Letak Telur Pada Mesin Tetas Terhadap Persentase Daya Hidup Embrio, Lama Menetas Dan Gagal Menetas. Seminar Nasional Pembangunan dan Pendidikan Vokasi Manokwari Vol.2 No.1 Halaman 140 – 150.
- [6] Author, (Jack Philip), Holman, J.P. (1998). Heat transfer Heat transmission. Jakarta: Erlangga
- [7] Ogata, Katsuhiko. (1991). Teknik Kontrol Automatic. Jakarta: Erlangga
- [8] Yudaningtyas, Erni, 2017. Belajar Sistem Kontrol Soal & Pembahasan, Magelang: Universitas Brawijaya Press
- [9] Habiby, J., Triwiyatno, A., & Andromeda, T. (2021). Perancangan Algoritma Optimasi Menggunakan Particle Swarm Optimization (PSO) Untuk Model Wind Turbine Farm. *AutoMech : Jurnal Teknik Mesin*, 1(01). Retrieved from <http://journal.umpo.ac.id/index.php/JTM/article/view/4123>
- [10] Wicaksono, Y., Munaji, M., & Santi, E. (2021). Karakteristik Aerodinamika Sudu Turbin Angin Bio-inspired Menggunakan Simulasi CFD. *AutoMech : Jurnal Teknik Mesin*, 1(01). Retrieved from <http://journal.umpo.ac.id/index.php/JTM/article/view/4245>

**HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN**