



**TUGAS AKHIR – TM234802**

**STUDI NUMERIK SISTEM VENTILASI PADA  
KANDANG AYAM *TYPE CLOSED HOUSE* DENGAN  
VARIASI KETEBALAN *EVAPORATING COOLING PAD***

**DAVID FERNANDO**

NRP 5007201205

**DOSEN PEMBIMBING**

**Dr. Ir. Wawan Aries Widodo, ST, MT, IPM, AEng**

NIP. 197104051997021001

**Program Studi Sarjana**

Departemen Teknik Mesin

Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2024



**TUGAS AKHIR – TM234802**

**STUDI NUMERIK SISTEM VENTILASI PADA  
KANDANG AYAM *TYPE CLOSED HOUSE* DENGAN  
VARIASI KETEBALAN *EVAPORATING COOLING PAD***

**DAVID FERNANDO**

NRP 5007201205

DOSEN PEMBIMBING

**Dr. Ir. Wawan Aries Widodo, ST, MT, IPM, AEng**

NIP. 197104051997021001

**Program Studi Sarjana**

Departemen Teknik Mesin

Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2024



**FINAL PROJECT – TM234802**

**NUMERICAL STUDY OF VENTILATION SYSTEM IN  
CLOSED HOUSE CHICKEN CAGES WITH  
VARIATIONS IN EVAPORATING COOLING PAD  
THICKNESS**

**DAVID FERNANDO**

NRP 5007201205

ADVISOR

**Dr. Ir. Wawan Aries Widodo, ST, MT, IPM, AEng**

NIP. 197104051997021001

**Undergraduate Program**

Mechanical Engineering Department

Faculty of Industrial Technology and System Engineering

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2024

## LEMBAR PENGESAHAN

### STUDI NUMERIK SISTEM VENTILASI PADA KANDANG AYAM *TYPE CLOSED HOUSE* DENGAN VARIASI KETEBALAN *EVAPORATING COOLING PAD*

#### TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat

memperoleh gelar Sarjana Teknik pada

Program Studi S-I Teknik Mesin

Departemen Teknik Mesin

Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh : **David Fernando**

NRP. 5007201205

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Dr. Ir. Wawan Aries Widodo, ST, MT, IPM, AEng
2. Dhia Fairuz Shabrina, ST, MT
3. Prof. Dr. Ir. Tri Yogi Yuwono, DEA, IPU, AEng
4. Prof. Ir. Sutardi, MEng, PhD, IPM, AEng



SURABAYA

Juli, 2024

# APPROVAL SHEET

## NUMERICAL STUDY OF VENTILATION SYSTEM IN CLOSED HOUSE CHICKEN CAGES WITH VARIATIONS IN EVAPORATING COOLING PAD THICKNESS

### FINAL PROJECT

Submitted to fulfil one of the requirements

For Obtaining a Degree Bachelor at

Undergraduate Study Program of Mechanical Engineering

Department of Mechanical Engineering

Faculty of Industrial Technology and Systems Engineering

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

By : **David Fernando**

NRP. 5007201205

Approved by Final Project Examiner :

1. Dr. Ir. Wawan Aries Widodo, ST, MT, IPM, AEng
2. Dhia Fairuz Shabrina, ST, MT
3. Prof. Dr. Ir. Tri Yogi Yuwono, DEA, IPU, AEng
4. Prof. Ir. Sutardi, MEng, PhD, IPM, AEng



SURABAYA

July, 2024

## PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama mahasiswa / NRP : David Fernando / 5007201205  
Program studi : Teknik Mesin  
Dosen Pembimbing / NIP : Dr. Ir. Wawan Aries Widodo, ST, MT, IPM, AEng /  
197104051997021001

dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul “Studi Numerik Sistem Ventilasi Pada Kandang Ayam *Type Closed House* Dengan Variasi Ketebalan *Evaporating Cooling Pad*” Adalah Hasil karya sendiri, bersifat orisinal, dan ditulis dengan mengikuti kaidah penulisan ilmiah. Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Surabaya, 22 Juli 2024

Mengetahui  
Dosen Pembimbing



Dr. Ir. Wawan Aries Widodo, ST, MT, IPM, AEng  
NIP. 197104051997021001

Mahasiswa



David Fernando  
NRP. 5007201205

## STATEMENT OF ORIGINALITY

The undersigned below:

Name of student / NRP : David Fernando / 5007201205  
Department : Teknik Mesin  
Advisor / NIP : Dr. Ir. Wawan Ariès Widodo, ST, MT, IPM, AEng /  
197104051997021001

Hereby declare that the Final Project with the title of "*Numerical Study of Ventilation System in Closed House Chicken Cages with Variations in Evaporating Cooling Pad Thickness*" the result of my own work, is original, and is written by following the rules of scientific writing. If in the future there is a discrepancy with this statement, then i am willing to accept sanctions in accordance with the provisions that apply at Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Surabaya, 22 Juli 2024

Acknowledged  
Advisor



Wawan Ariès Widodo, ST, MT, IPM, AEng  
197104051997021001

Student

David Fernando  
NRP. 5007201205

## STUDI NUMERIK SISTEM VENTILASI PADA KANDANG AYAM *TYPE CLOSED HOUSE* DENGAN VARIASI KETEBALAN *EVAPORATING COOLING PAD*

Nama Mahasiswa / NRP : David Fernando / 5007201205  
Departemen : Teknik Mesin FT-IRS ITS  
Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Wawan Aries Widodo, ST, MT, IPM, AEng

### ABSTRAK

Jumlah penduduk Indonesia terus meningkat dari tahun ke tahun. Dengan demikian kebutuhan akan pangan terus meningkat seiring dengan meningkatnya pertumbuhan penduduk Indonesia. Salah satu kebutuhan pangan yang paling diminati oleh masyarakat Indonesia adalah daging ayam. Besarnya kebutuhan akan daging ayam perlu diimbangi oleh persediaan ayam itu sendiri. Salah satu parameter untuk menjaga produktivitas ayam adalah dengan menjaga temperatur, kecepatan dan kelembaban udara di dalam kandang. Kondisi lingkungan peternakan sangat mempengaruhi kesehatan dan produktivitas ternak. Akan tetapi, penggunaan sistem ini masih kurang maksimal karena masih terdapat beberapa masalah seperti distribusi temperatur yang kurang merata dan parameter lingkungan yang belum sesuai dengan kondisi yang dibutuhkan oleh ayam. Oleh karena itu dilakukan studi numerik dengan *Computational Fluid Dynamics* (CFD) untuk mengetahui kondisi temperatur, kecepatan dan kelembaban udara di dalam kandang dan dapat memberikan petunjuk sistem ventilasi yang sesuai untuk kandang.

Penelitian ini mempunyai objek penelitian yaitu pada kandang ayam *closed house* yang berada di daerah Gresik. Aliran diasumsikan sebagai tiga dimensi (3D) dan *steady*. *Turbulence viscous* model yang digunakan adalah model  $k-\epsilon$  RNG. Geometri dibuat sesuai dengan bentuk kandang yang ada di Gresik. Pada simulasi ini ayam dan *evaporating cooling pad* di atur sebagai *porous media* dan dinding dianggap adiabatik. Material fluida yang digunakan adalah campuran dari udara dan air. Kondisi Lingkungan di Gresik memiliki suhu rata-rata 27°C dan kelembaban rata-rata 42% dengan kecepatan udara rata-rata 3.5 m/s. Kondisi lingkungan yang ingin dicapai untuk kondisi ayam berusia 29-35 hari. Dimana kondisi lingkungan yang dibutuhkan memiliki temperatur 21-23°C, kecepatan udara di dalam kandang tidak melebihi 3 m/s dan kelembaban relatif nya adalah 50-65%. Variasi yang digunakan pada penelitian ini adalah variasi ketebalan *Evaporating Cooling Pad*.

Untuk mencapai kondisi ayam berusia 29-35 hari dengan kondisi lingkungan yang dibutuhkan memiliki temperatur 21-23°C, Kelembaban relatif 50-65%, kecepatan udara tidak melebihi 3 m/s, maka untuk ketebalan *evaporating cooling pad* 150 mm dapat digunakan untuk ayam yang berusia 29-35 hari karena dapat memenuhi temperatur, kelembaban relatif, dan kecepatan udara di dalam kandang pada usia ayam tersebut. Sedangkan untuk ketebalan *evaporating cooling pad* 100 mm sedikit melewati batas untuk ayam yang berusia 29-35 hari karena memiliki temperatur rata-rata pada penampang ketinggian ayam  $y = 0.25$  m sebesar 23.64°C. Untuk ketebalan *evaporating cooling pad* 200 mm dan 300 mm sedikit melewati batas untuk ayam yang berusia 29-35 hari karena memiliki kelembaban relatif rata-rata pada penampang  $z/l$  yaitu sekitar 67% dan 68% dan sedikit melewati standar kelembaban relatif yang diizinkan yaitu maksimum sebesar 65%.

**Kata Kunci :** *Closed House, Evaporating Cooling Pad, Studi Numerik, Sistem Ventilasi*



## ***NUMERICAL STUDY OF VENTILATION SYSTEM IN CLOSED HOUSE CHICKEN CAGES WITH VARIATIONS IN EVAPORATING COOLING PAD THICKNESS***

**Student Name / NRP** : David Fernando / 5007201205  
**Departement** : Teknik Mesin FT-IRS ITS  
**Advisor** : Dr. Ir. Wawan Aries Widodo, ST, MT, IPM, AEng

### **ABSTRACT**

Indonesia's population continues to increase from year to year. Thus the need for food will increase along with the increasing growth of Indonesia's population. The large demand for chicken meat needs to be balanced by the supply of chicken itself. Broilers are one of the sources of animal protein so the level of productivity needs to be maintained. One of the parameters to maintain chicken productivity is to maintain the temperature, speed and humidity of the air in the cage. The environmental conditions of the farm greatly affect the health and productivity of livestock. However, the use of this system is still not optimal because there are still some problems such as uneven temperature distribution and environmental parameters that are not in accordance with the conditions needed by chickens. Therefore, a numerical study with Computational Fluid Dynamics (CFD) was conducted to determine the temperature, velocity and humidity conditions in the cage give suggestion about the ventilation system in closed house chicken cage.

This research has a research object, namely in a closed house cage located in the Gresik area. The flow is assumed to be three-dimensional (3D) and steady. The turbulence viscous model used is the  $k-\varepsilon$  RNG model. The geometry is made according to the shape of the cage in the field. In this simulation, the chicken and evaporating cooling pad are set as porous media and the walls are considered adiabatic. The fluid material used is a mixture of air and water. Environmental conditions in Gresik have an average temperature of 27 °C and an average humidity of 42% with an average air velocity of 3.5 m/s. Environmental conditions to be achieved for chickens aged 29-35 days. Where the required environmental conditions have a temperature of 21-23 °C, the air speed in the cage does not exceed 3 m / s and the relative humidity is 50-65%. The variation used in this study is the variation of the thickness of the Evaporating Cooling Pad.

To achieve the condition of chickens aged 29-35 days with the required environmental conditions having a temperature of 21-23°C, relative humidity of 50-65%, air velocity not exceeding 3 m/s, then for the thickness of the evaporating cooling pad 150 mm can be used for chickens aged 29-35 days because it can meet the temperature, relative humidity, and air velocity in the cage at the age of the chicken. While for the thickness of the evaporating cooling pad 100 mm slightly exceeds the limit for chickens aged 29-35 days because it has an average temperature at the height of the chicken  $y = 0.25$  m of 23.64 °C. For the thickness of the evaporating cooling pad 200 mm and 300 mm slightly exceeds the limit for chickens aged 29-35 days because it has an average relative humidity in the  $z / l$  cross section which is around 67% and 68% and slightly exceeds the allowable relative humidity standard which is a maximum of 65%.

**Keywords** : *Close House, Evaporating Cooling Pad, Numerical Study, Ventilation System*

## KATA PENGANTAR

Segala Puji dan Syukur penulis curahkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga tugas akhir dengan judul “**STUDI NUMERIK SISTEM VENTILASI PADA KANDANG AYAM TYPE CLOSED HOUSE DENGAN VARIASI KETEBALAN EVAPORATING COOLING PAD**” ini dapat terselesaikan. Penulis sangat menyadari bahwa keberhasilan dalam penulisan tugas akhir ini tak lepas dari dukungan dan bantuan berbagai pihak. Melalui kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah banyak membantu dan mendukung baik secara moril maupun materil dalam proses penyelesaian tugas akhir ini, antara lain:

1. Papa dan Mama, Natasha Juventia dan Natania Janice, serta seluruh keluarga besar penulis yang telah memberikan kasih sayang, doa, semangat dan dukungan yang tiada hentinya sehingga penulis bisa menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak Dr. Ir. Wawan Aries Widodo, ST, MT, IPM, AEng selaku dosen pembimbing tugas akhir yang selalu memberikan saran, motivasi, dan ilmu-ilmu yang sangat bermanfaat bagi penulis.
3. Bapak Dr. Ir. Atok Setiawan, M.Eng. Sc selaku Kepala Departemen dan seluruh dosen-dosen teknik mesin FTIRS ITS yang telah memberikan kuliah dan ilmu yang berkaitan dengan tugas akhir ini.
4. Ibu Dhia Fairuz Shabrina, ST, MT., Bapak Prof. Dr. Ir. Tri Yogi Yuwono, DEA, IPU, AEng., dan Bapak Prof. Ir. Sutardi, M.Eng., Ph.D., selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran-saran tentang tugas akhir ini.
5. Teman Penulis, Muhammad Alif Khadaffi yang selalu memberikan dukungan tanpa henti di saat penulis tidak bisa mengemban tugasnya sebagaimana mestinya.
6. Rekan penulis, teman-teman Departemen Kewirausahaan HMM yang selalu memberikan dukungan kepada penulis dalam proses penyelesaian tugas akhir ini.
7. Teman-teman Lab. Mekanika Fluida yang telah memberikan warna dan cerita kehidupan di semester akhir penulis.
8. Segenap teman – teman angkatan 2020 Teknik Mesin ITS (M63) yang selalu membantu dan memberikan semangat kepada penulis.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penyusunan tugas akhir ini. Oleh karena itu, saran dan masukan dari semua pihak sangat penulis harapkan. Penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat dan sumbangsih bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Surabaya, Juli 2024

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	i
<b>APPROVAL SHEET</b> .....	ii
<b>PERNYATAAN ORISINALITAS</b> .....	iii
<b>STATEMENT OF ORIGINALITY</b> .....	iv
<b>ABSTRAK</b> .....	v
<b>ABSTRACT</b> .....	vi
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	x
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xi
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	4
2.1 Peternakan di Indonesia .....	4
2.2 Kandang <i>Close House</i> pada Peternakan Ayam.....	6
2.3 Pengkondisian Udara pada Peternakan Ayam .....	7
2.4 Simulasi Numerik Peternakan.....	9
2.5 Model Aliran .....	10
2.6 <i>Porous Media</i> .....	11
2.7 Hasil Penelitian Terdahulu.....	12
2.7.1 Analisis Eksperimental <i>Pad</i> Pendingin Selulosa yang Digunakan di <i>Evaporative Cooling</i> .....	12
2.7.2 Menyelidiki Performa dari <i>Evaporative Cooling Pads</i> Berbahan Selulosa.....	13
<b>BAB III. METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	15
3.1 Studi Litelatur .....	15
3.2 Penyelesaian Numerik.....	15
3.3 <i>Flowchart</i> Penelitian .....	22
3.4 <i>Timeline</i> Penelitian.....	23
3.5 Validasi Hasil Penelitian .....	23
<b>BAB IV. ANALISA DAN PEMBAHASAN</b> .....	25
4.1 Analisis Perubahan Temperatur dan Kelembaban relatif pada <i>Evaporating         Colling Pad</i> .....	25
4.2 Analisis Hubungan Temperatur dan Kelembaban relatif pada <i>Evaporating         Colling Pad</i> .....	27

4.3 Analisis Kontur Temperatur pada Ketinggian Ayam .....	28
4.4 Analisis Kontur Kelembaban Relatif pada Ketinggian Ayam .....	29
4.5 Analisis Kontur Kecepatan pada Ketinggian Ayam .....	30
4.6 Analisis Distribusi Temperatur pada Kandang Ayam .....	32
4.7 Analisis Distribusi Kelembaban Relatif pada Kandang Ayam .....	37
4.8 Analisis Distribusi Kecepatan pada Kandang Ayam .....	42
<b>BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>47</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>49</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>51</b>
<b>BIODATA PENULIS .....</b>	<b>56</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Grafik Volume Produksi Ayam Pedaging tahun 2022 .....	4
Gambar 2.2 <i>Heat Stress Index</i> .....	6
Gambar 2.3 Kandang <i>Closed House</i> .....	7
Gambar 2.4 Skema Ventilasi (a) Longitudinal dan (b) Transversal .....	9
Gambar 2.5 Skema Ventilasi Vertikal .....	9
Gambar 2.6 Penurunan Tekanan pada Tiga Ketebalan <i>Pad</i> .....	12
Gambar 2.7 Penurunan Kelembaban pada Tiga Ketebalan <i>Pad</i> .....	13
Gambar 2.8 Penurunan Tekanan pada Ketebalan <i>Pad</i> 75mm, 100mm, 150mm..	13
Gambar 2.9 Kelembaban pada Ketebalan <i>Pad</i> 75 mm, 100 mm, 150 mm .....	14
Gambar 3.1 Desain Kandang <i>Close House</i> yang di Simulasikan .....	15
Gambar 3.2 Jumlah dan Posisi <i>Exhaust Fan</i> pada Kandang .....	15
Gambar 3.3 Posisi <i>Evaporating Cooling Pad</i> pada Kandang.....	16
Gambar 3.4 Model Geometri yang Telah dilakukan <i>Meshing</i> .....	17
Gambar 3.5 Model Geometri yang Telah dilakukan <i>Meshing</i> pada Sisi <i>Inlet</i> .....	17
Gambar 3.6 Model Geometri yang Telah dilakukan <i>Meshing</i> pada Sisi <i>Outlet</i> ...	17
Gambar 3.7 Grafik <i>Grid Independency Test</i> .....	21
Gambar 3.8 <i>Flowchart</i> Penelitian .....	22
Gambar 4.1 Perubahan Temperatur di <i>Evaporating Cooling Pad</i> pada Variasi Ketebalan (a) 100 mm, (b) 150 mm, (c) 200 mm, (d) 300 mm .....	25
Gambar 4.2 Perubahan Kelembaban Relatif di <i>Evaporating Cooling Pad</i> pada Variasi Ketebalan (a) 100 mm, (b) 150 mm, (c) 200 mm, (d) 300 mm .....	26
Gambar 4.3 Hubungan Temperatur dan Kelembaban Relatif di <i>Evaporating Cooling Pad</i> pada Variasi Ketebalan (a) 100 mm, (b) 150 mm, (c) 200 mm, (d) 300 mm .....	27
Gambar 4.4 Perbandingan Kontur Temperatur pada Ketinggian Ayam $y = 0.25$ m pada Variasi Ketebalan (a) 100 mm, (b) 150 mm, (c) 200 mm, (d) 300 mm .....	28
Gambar 4.5 Perbandingan Kontur Kelembaban Relatif pada Ketinggian Ayam $y=0.25$ m pada Variasi Ketebalan (a) 100 mm, (b) 150 mm, (c) 200 mm, (d) 300 mm .....	29
Gambar 4.6 Perbandingan Kontur Kecepatan pada Ketinggian Ayam $y = 0.25$ m pada Variasi Ketebalan (a) 100 mm, (b) 150 mm, (c) 200 mm, (d) 300 mm .....	31
Gambar 4.7 Grafik Distribusi Temperatur Kandang Ayam pada Variasi Ketebalan (a) 100 mm, (b) 150 mm, (c) 200 mm, (d) 300 mm .....	32
Gambar 4.8 Kontur Temperatur pada Penampang Kandang Ayam $z/l = 0.88$ pada Variasi Ketebalan (a) 100 mm, (b) 150 mm, (c) 200 mm, (d) 300 mm .....	35
Gambar 4.9 Grafik Perbandingan Temperatur Rata-rata pada Variasi Ketebalan (a) 100 mm, (b) 150 mm, (c) 200 mm, (d) 300 mm .....	36
Gambar 4.10 Grafik Distribusi Kelembaban Relatif Kandang Ayam pada Variasi	

Ketebalan (a) 100 mm, (b) 150 mm, (c) 200 mm, (d) 300 mm .....	37
Gambar 4.11 Kontur Kelembaban Relatif pada Penampang Kandang Ayam $z/l=0.88$ pada Variasi Ketebalan (a) 100 mm, (b) 150 mm, (c) 200 mm, (d) 300 mm .....	40
Gambar 4.12 Grafik Perbandingan Kelembaban Rata-rata pada Variasi Ketebalan (a) 100 mm, (b) 150 mm, (c) 200 mm, (d) 300 mm .....	41
Gambar 4.13 Grafik Distribusi Kecepatan Kandang Ayam pada Variasi Ketebalan (a) 100 mm, (b) 150 mm, (c) 200 mm, (d) 300 mm .....	43
Gambar 4.14 Kontur Kecepatan pada Penampang Kandang Ayam $z/l = 0.88$ pada Variasi Ketebalan (a) 100 mm, (b) 150 mm, (c) 200 mm, (d) 300 mm .....	45
Gambar 4.15 Grafik Perbandingan Kecepatan Rata-rata pada Variasi Ketebalan (a) 100 mm, (b) 150 mm, (c) 200 mm, (d) 300 mm .....	46

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kebutuhan Temperatur untuk Ayam pada Umur yang Berbeda .....	5
Tabel 2.2 Perbedaan Nilai Kecepatan Hasil Simulasi Dibandingkan dengan Pengukuran Kecepatan Kondisi Nyata pada Berbagai Model Turbulensi .....	10
Tabel 2.3 <i>Pressure Drop</i> pada ketebalan <i>Pad</i> yang Berbeda .....	11
Tabel 3.1 <i>Meshing</i> .....	16
Tabel 3.2 <i>Boundary Condition</i> .....	18
Tabel 3.3 <i>Boundary Condition</i> .....	19
Tabel 3.4 <i>Solution Method</i> .....	20
Tabel 3.5 Variasi Ketebalan <i>Evaporating Cooling Pad</i> .....	20
Tabel 3.6 Hasil <i>Grid Independency Test</i> pada Kandang <i>Close House</i> .....	21
Tabel 3.7 <i>Timeline</i> Penelitian .....	23

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Jumlah penduduk Indonesia terus meningkat dari tahun ke tahun. Berdasarkan Badan Pusat Statistik (BPS), jumlah penduduk Indonesia diproyeksikan sebanyak 278,8 juta jiwa pada tahun 2023. Dengan demikian kebutuhan akan pangan akan meningkat seiring dengan meningkatnya pertumbuhan penduduk Indonesia. Salah satu kebutuhan pangan yang paling diminati oleh masyarakat Indonesia adalah daging ayam. besarnya kebutuhan akan daging ayam perlu diimbangi oleh persediaan ayam itu sendiri. Ayam yang paling banyak diminati oleh masyarakat Indonesia adalah ayam pedaging. Hal ini disebabkan karena ayam pedaging sangat mudah didapat dimana saja dan juga harga yang relatif murah. Untuk peternak sendiri lebih menyukai ayam pedaging karena masa pertumbuhan lebih cepat dan juga target pasar yang banyak. Proyeksi dari konsumsi daging ayam ras per kapita per tahun pada tahun 2020 - 2025 secara berturut-turut yaitu sebesar 5,708 kg; 5,730 kg; 5,724 kg; 5,734 kg; 5,735 kg dan 5,736 kg (Wibowo et al., 2020). Salah satu cara untuk memenuhi kebutuhan masyarakat, maka para peternak mengembangkan produksi ayam pedaging dengan berbagai cara. salah satu cara untuk mengembangkan produksi ayam yaitu dengan menciptakan suasana ruangan yang nyaman agar menghasilkan ayam yang berkualitas. Hal yang mempengaruhi kualitas ayam yaitu faktor genetik dan faktor lingkungan. Faktor genetik ayam yaitu faktor yang ada pada ayam sejak masih di dalam telur. Faktor lingkungan ayam yaitu faktor yang mempengaruhi di luar tubuh ayam.

Kebutuhan akan daging ayam perlu diimbangi dengan produktivitas yang stabil. Salah satu cara yaitu dengan menciptakan suasana lingkungan yang baik. Parameter lingkungan yang baik yaitu ditentukan oleh temperatur dan kelembapan dari kandang ayam tersebut. Indonesia merupakan negara beriklim tropis dimana matahari bersinar sepanjang tahun. Hal ini sulit untuk dikontrol karena kondisi cuaca di Indonesia yang berubah-ubah. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk menciptakan iklim kandang yang sehat yaitu sistem kandang *close house*. Sistem ini menjamin keamanan secara biologi atau kontak dengan organisme lain, dengan pengaturan ventilasi udara yang baik sehingga mengurangi stres pada ternak. Tujuan sistem kandang *close house* adalah untuk menyediakan udara dan iklim yang kondusif bagi ternak sehingga meminimalisasi tingkat stress. Sistem manajemen *close house* memiliki sistem pendinginan yang baik. Sistem yang dipakai pada kandang ayam pedaging *close house* yaitu *evaporative cooling*. Sistem pendinginan menggunakan *evaporative cooling* memiliki kelebihan jika dibandingkan dengan sistem refrigerasi yaitu konsumsi energi lebih hemat. (Sandyawan & Putra, 2019).

Beberapa peternakan yang ada di Indonesia sudah menggunakan sistem manajemen *close house*. Penggunaan *evaporative cooling* dapat menurunkan suhu kandang, namun distribusi temperatur kandang masih kurang merata. Suhu udara yang keluar dari *evaporating cooling pad* cenderung lebih dingin dari suhu udara di dekat *exhaust*. Distribusi temperatur harus terdistribusi secara merata sehingga pertumbuhan dari ayam dapat terjaga dengan baik (Sandyawan & Putra, 2019). permasalahan mengenai distribusi temperatur dapat diselesaikan menggunakan metode numerik atau *Computational Fluid Dynamics* (CFD) untuk membuat



model distribusi temperatur. Untuk itu, pada penelitian ini akan lebih di fokuskan pada variasi ketebalan *evaporating cooling pad* melalui pendekatan *Computational Fluid Dynamics* (CFD).

Telah dilakukan penelitian oleh (Warke et al., 2017) secara eksperimental untuk mempelajari efektivitas penurunan tekanan, variasi kelembaban, dan efektivitas. Percobaan ini dilakukan dalam kondisi *steady state*. Penelitian ini menggunakan *pad* berbahan selulosa. Dalam penelitian ini, sistem pendinginan *evaporating cooling pad* yang digunakan berukuran  $0,35 \times 0,35 \text{ m}^2$  dengan ketebalan 50, 100, dan 150 mm dengan kecepatan angin masuk 1,6 - 4 m/s. Hasil penelitiannya adalah efek dari ketebalan dan kecepatan udara masuk pada penurunan tekanan keseluruhan di sepanjang *evaporative cooling pad*. Penurunan tekanan meningkat dengan meningkatkan ketebalan pad. Hal ini disebabkan oleh resistensi yang lebih tinggi dari udara yang mengalir melintasi *pad*. Selain itu, meningkatnya variasi kelembaban dengan bertambahnya ketebalan disebabkan oleh meningkatnya kontak antara area yang dibasahi dan udara yang mengalir.

## 1.2 Rumusan Masalah

Penggunaan model kandang *closed house* banyak diaplikasikan oleh peternak untuk meningkatkan hasil produksi. Sistem kandang *closed house* mempermudah peternak untuk mengkondisikan udara pada temperatur dan kelembaban optimum yang nyaman bagi hewan ternak. Pada peternakan ayam pedaging terdapat beberapa faktor-faktor yang harus dikontrol untuk dapat meningkatkan produksi dan menjaga kondisi kesehatan ayam pedaging seperti temperatur, kecepatan udara, dan kelembaban udara. Oleh karena itu, untuk mengontrol faktor-faktor tersebut peternak banyak memilih menggunakan sistem kandang *closed house*.

Gresik merupakan daerah yang berada di dataran rendah dan sebagian daerahnya berada di pesisir pantai sehingga temperatur udaranya tergolong tinggi. Menurut data *AccuWeather* mengenai kondisi lingkungan harian yang berada di daerah Gresik tahun 2024, untuk siang hari suhu harian di Gresik mencapai  $30^{\circ}\text{C}$  dan ketika malam hari suhu harian mencapai  $27^{\circ}\text{C}$ . Kelembaban rata-rata harian di Gresik yaitu 42%. Dengan mempertimbangkan kondisi lingkungan tersebut, sistem kandang *close house* diharapkan mencapai kondisi temperatur, kecepatan, dan kelembaban yang paling dibutuhkan oleh ayam. Dimana penggunaan ketebalan *evaporating cooling pad* disesuaikan dengan kondisi lingkungan yang ada di Gresik seperti suhu rata-rata dan kelembaban rata-rata sehingga penggunaan *evaporating cooling pad* bermanfaat bagi kandang ayam yang disesuaikan dengan ketebalan dari *evaporating cooling pad*. Selain itu, pengaruh ketebalan *evaporating cooling pad* digunakan dengan mempertimbangkan penghematan konsumsi energi listrik pada peternakan sehingga peternak mendapatkan keuntungan dari penghematan biaya energi. Sehingga pada penelitian ini akan dilakukan variasi ketebalan *evaporating cooling pad* untuk mendapatkan hasil kualitas udara yang sesuai dengan kandang ayam berusia 29-35 hari dengan temperatur yang dibutuhkan di dalam kandang  $21\text{-}23^{\circ}\text{C}$ , kelembaban relatif 50% hingga maksimum 65% dan kecepatan udara tidak melebihi 3 m/s. Dimana hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran distribusi temperatur, kecepatan dan kelembaban udara dalam kandang dan rekomendasi penggunaan *evaporating cooling pad*.

### 1.3 Batasan Masalah

Pada penelitian ini memiliki beberapa batasan masalah yang digunakan agar pembahasan penelitian menjadi lebih terpusat dan tidak melebar pada tujuan awal penelitian. Beberapa batasan masalah yang dimaksud diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Aliran fluida yang digunakan bersifat *steady* dan *incompressible*.
2. Fluida kerja adalah udara dengan profil kecepatan *uniform* pada sisi inlet.
3. Perangkat lunak yang digunakan untuk pemodelan geometri benda uji pada tahap *pre-processing* dan *post-processing* adalah *ANSYS Fluent 2023*.
4. Simulasi aliran dilakukan dengan geometri 3 dimensi.
5. Dinding kandang ayam diasumsikan adiabatik.
6. Ketebalan *evaporating cooling pad* yang digunakan 100 mm, 150 mm, 200 mm, 300 mm.
7. Kecepatan pada *Exhaust Fan* diasumsikan pada kecepatan konstan
8. Dalam penelitian ini ayam diteliti pada usia 29-35 hari dengan temperatur 21-23°C, kelembaban relatif 50-65%, dan kecepatan udara tidak melebihi 3 m/s
9. Ayam diasumsikan tersebar merata di dalam kandang.
10. Debit air yang digunakan di *evaporating cooling pad* di atur konstan sebesar 4 L/min.

### 1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki tujuan untuk melakukan simulasi numerik dengan menggunakan aliran *steady* yaitu mensimulasikan aliran udara pada kandang ternak ayam pedaging. Pada penelitian kondisi lingkungan yang ingin dicapai untuk kondisi ayam berusia 29-35 hari. Dimana kondisi lingkungan yang dibutuhkan pada ayam yang berusia 29-35 hari memiliki temperatur kandang 21-23°C, kecepatan udara di dalam kandang tidak melebihi 3 m/s dan kelembaban relatif adalah diatas 50% dan tidak melebihi 65%. Sehingga akan didapatkan tujuan penelitian ini antara lain sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh ketebalan *evaporating cooling pad* terhadap distribusi temperatur kandang *close house* menggunakan metode komputasi fluida (CFD).
2. Untuk mengetahui pengaruh ketebalan *evaporating cooling pad* terhadap distribusi kecepatan pada kandang *close house* menggunakan metode komputasi fluida (CFD).
3. Untuk mengetahui pengaruh ketebalan *evaporating cooling pad* terhadap distribusi kelembaban udara pada kandang *close house* menggunakan metode komputasi fluida (CFD).

### 1.5 Manfaat Penelitian

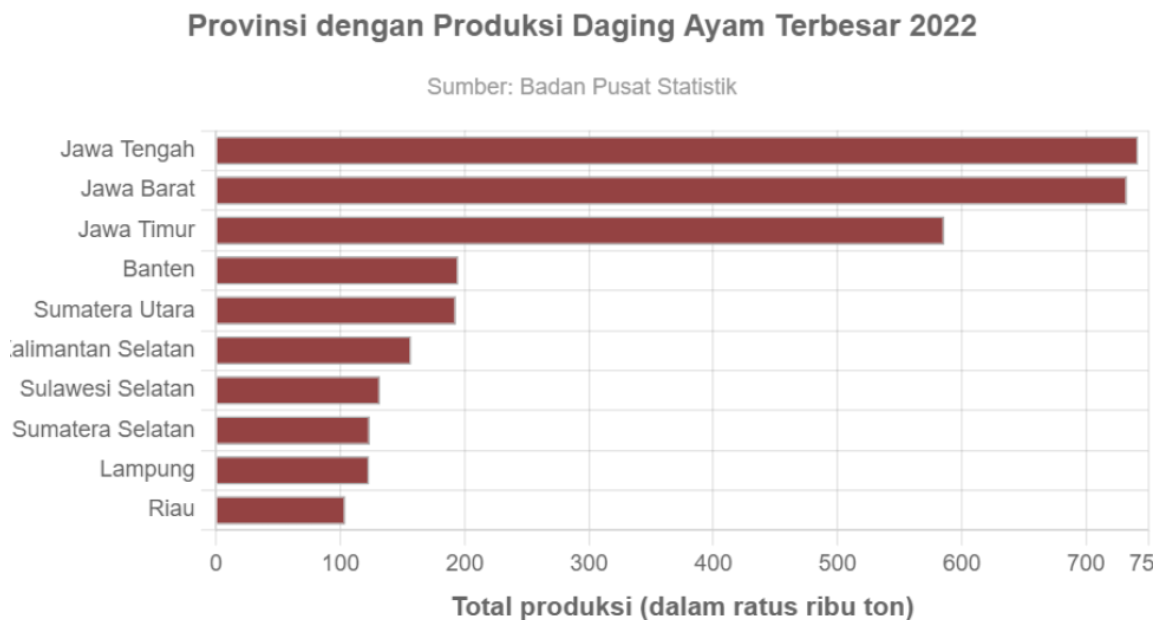
Penelitian ini pada dasarnya digunakan untuk melakukan optimalisasi penggunaan Exhaust Fan pada kandang ayam. Sehingga beberapa manfaat yang diharapkan dari penelitian ini yaitu antara sebagai berikut:

1. Memberikan gambaran secara kualitatif dan kuantitatif terkait karakteristik aliran udara yang mengalir pada kandang ayam pedaging.
2. Memberikan analisis dan rekomendasi tentang penggunaan *Evaporating Cooling Pad*.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Peternakan di Indonesia

Manusia memerlukan protein sebagai nutrisi yang digunakan untuk menyusun dan memelihara jaringan tubuh. Laki-laki memerlukan rata-rata 45 gram protein sedangkan perempuan memerlukan rata-rata 55 gram protein setiap hari. Konsumsi protein di Indonesia saat ini sudah berada diatas standar kecukupan konsumsi protein nasional yaitu 62,33 gram (Susenas 2023). Tingkat konsumsi protein hewani di Indonesia saat ini masih cukup rendah. Rata-rata konsumsi daging sapi/kerbau di Indonesia sebesar 0,01 kilogram (kg) per kapita per minggu selama tahun 2022. Sedangkan rata-rata konsumsi untuk daging ayam lebih tinggi yaitu mencapai 0,15 kg per kapita per minggu pada 2022 (BPS, 2022). Di Indonesia sendiri kebutuhan akan ayam pedaging meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk di Indonesia dari tahun ke tahun. Pada tahun 2023 jumlah penduduk Indonesia diperkirakan mencapai 278.835.740 jiwa, sehingga diperkirakan jumlah konsumsi ayam pedaging pada tahun 2023 sebesar 12,58 kilogram per kapita per tahun (Poultry, 2023). Menurut Badan Pusat Statistik (BPS) mencatat, produksi ayam ras pedaging di Indonesia sebanyak 3,77 juta ton pada 2022. Jumlah ini naik 18,20% dibandingkan pada tahun sebelumnya yang sebanyak 3,43 juta ton. Sementara itu, volume produksi ayam pedaging di Indonesia pada tahun 2022 peringkat 3 terbesar diduduki oleh Jawa Tengah 742.948,3 ton, Jawa Barat 733.981,7 ton, Jawa Timur 586.703,3 ton. Volume produksi ayam pedaging ditampilkan pada grafik dibawah ini :



**Gambar 2.1** Grafik Volume Produksi Ayam Pedaging tahun 2022

Menurut Direktorat Jendral Peternakan dan Kesehatan Hewan Kementerian Pertanian saat ini di Indonesia kebutuhan ayam pedaging dalam kondisi yang aman dan juga ketersediaan ayam pedaging mampu mencukupi seluruh kebutuhan masyarakat Indonesia. Untuk menjaga dan meningkatkan produksi tersebut diperlukan peningkatan sistem perawatan dan

pemeliharaan yang baik untuk memaksimalkan produksi ayam pedaging. Peningkatan produktifitas hewan ternak dipengaruhi oleh peningkatan sistem perawatan dan pemeliharaan dapat dilakukan dengan melalui peningkatan kualitas pakan, pengadaan bibit unggul, dan perawatan Kesehatan (Pasaribu et al., 2015). Sistem perawatan dan pemeliharaan yang baik pada hewan ternak dapat meningkatkan Kesehatan dan produktivitas ternak. Pertumbuhan ternak yang optimum ditinjau dari kualitas produk yang dihasilkan, Konsumsi pakan, Bobot badan, konversi pakan dan Persentase karkas (Prabewi & Saputra, 2017). Faktor lingkungan juga mempengaruhi perkembangan hewan ternak diantaranya adalah kelembaban, temperatur, curah hujan, kecepatan angin, dan cahaya matahari (Umam et al., 2014).

Pada peternakan ayam salah satu sistem pemeliharaan dan perawatan yang perlu di perhatian adalah penyediaan udara yang dibutuhkan oleh ayam. Faktor penting yang terkait dengan kualitas udara di kandang unggas adalah kecepatan, kelembaban, suhu dan konsentrasi polutan (Ahmadi et al., 2022). Pengkondisian kandang sangat penting bagi peternak untuk mencegah pengaruh buruk yang terjadi akibat perubahan lingkungan. Tingkat kebersihan dan Sirkulasi udara yang kurang baik dalam kandang dapat menyebabkan stres, dan meningkatkan potensi penyebaran penyakit. Temperatur dan kelembaban lingkungan sangat berpengaruh pada metabolisme hewan. Pada hewan yang masih berada di usia anakan, membutuhkan temperatur yang lebih hangat untuk membantu perkembangan organ-organ tubuh dan kestabilan hormon. Ketika ternak menderita stres, maka sistem neurogenik aktif, dan menyebabkan peningkatan tekanan darah, otot, sensitivitas saraf, gula darah dan respirasi. Kondisi ini menyebabkan penurunan kekebalan tubuh dan gangguan metabolisme pada hewan (Tamzil, 2014).

**Tabel 2.1** Kebutuhan Temperatur untuk Ayam pada Umur yang Berbeda (Cassuce et al., 2013)

<i>Age(day)</i>	<i>Temperature in the cage system(°C)</i>
1-3	33-34
4-7	32-34
8-14	29-31
15-21	26-29
22-28	24-26
29-35	21-23
36-up	21

Faktor selanjutnya yang perlu diperhatikan dalam peternakan ayam adalah kecepatan udara. Kecepatan udara yang terlalu tinggi akan menyebabkan ayam menjadi stres. Keseragaman kecepatan udara di area yang ditempati oleh ayam juga penting untuk mencegah ayam berpindah ke area yang memiliki ventilasi yang lebih baik (Ahmadi et al., 2022). Kecepatan udara pada kandang ayam disesuaikan dengan umur dan kondisi ayam di lingkungan peternakan. Kecepatan udara yang diperlukan ketika suhu tinggi adalah 2,75 m/s sampai 3 m/s.

Dalam sistem pendingin yang menggunakan evaporasi atau *evaporating cooling pad* maka 2,5 m/s adalah kecepatan optimal yang dibutuhkan oleh ayam (Lott et al., 1998).

Faktor selanjutnya yang harus diperhatikan peternakan ayam adalah kelembaban udara. Jika kelembaban udara di dalam kandang terlalu tinggi akan mengurangi performa pertumbuhan dan kenyamanan ayam. Sedangkan jika kelembaban udara di dalam kandang turun dibawah 50% akan membuat ayam dehidrasi. Kelembaban udara di dalam kandang dapat bersumber dari udara yang masuk kandang, kelembaban dari kotoran ayam, dan dari uap udara pernapasan ayam. Suhu yang diperlukan oleh ayam berkisar 18-32°C dan kelembaban relatif 60 – 70% (Brauer Vigoderis et al., 2014)

Pada dasarnya tidak hanya temperatur yang membuat ayam tidak nyaman, akan tetapi kombinasi antara kelembaban dan temperatur. Penjumlahan antara temperatur ambient (°F) dan *relative humidity* (RH) dinamakan *heat stress index*. Nilai *heat stress index* dapat ditentukan dengan rumus :

**Heat Stress Index**

Temperature		Percent (%) Relative Humidity														
°C	°F	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
46.1	115	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180	185	190	195	200	205
43.3	110	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180	185	190	195	200
40.6	105	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180	185	190	195
37.8	100	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180	185	190
35.0	95	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180	185
32.2	90	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180
29.4	85	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175
26.7	80	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170
23.9	75	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165
21.1	70	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160
18.3	65	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155
15.6	60	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
12.8	55	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145

Heat Stress Index = Temperature °F + Percent (%) Relative Humidity

- Bird comfort zone (Heat Stress Index < 140)
- Begin taking heat stress reduction measures in the flock (Heat Stress Index = 140 to 160)
- Heat stress conditions exist, take immediate measures to reduce heat stress in the flock (Heat Stress Index > 160)

**Gambar 2.2 Heat Stress Index**

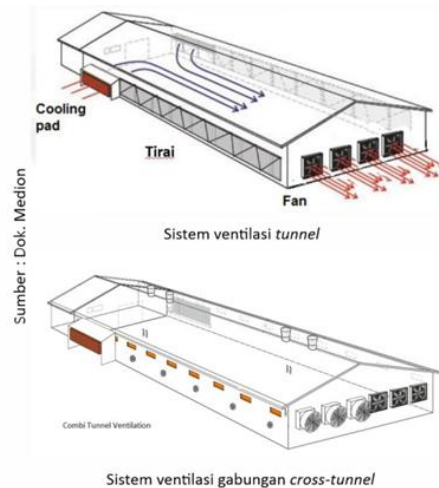
## 2.2 Kandang *Closed House* pada Peternakan Ayam

Sistem kandang *closed house* sudah umum digunakan oleh peternak ayam di Indonesia. Pemanfaatan kandang *closed house* digunakan untuk mengoptimalkan produktifitas ayam. *Closed house system* merupakan salah satu upaya inovasi teknologi untuk menghadapi perubahan cuaca yang cukup ekstrim, sehingga diharapkan dapat meminimalisasi pengaruh buruk dari kondisi lingkungan atau perubahan iklim di luar kandang. Tujuan penggunaan kandang *closed house system* adalah menciptakan iklim mikro terkendali di dalam kandang, meningkatkan produktivitas, efisiensi lahan dan tenaga kerja serta menciptakan usaha peternakan yang ramah lingkungan (Pakage et al., 2020). evaluasi sistem kandang *closed house*

pada performa ayam broiler dibandingkan dengan kandang *open house* menunjukkan bahwa hasil lebih baik dengan menggunakan kandang *closed house* (Marom et al., 2017).

Semua prosedur pertumbuhan harus dipenuhi pada sistem kandang tertutup. Sistem jendela udara yang layak dan udara dan air yang sesuai hingga makanan yang berkualitas. Selama fase produksi, ayam akan menghasilkan sebagian besar panas di kandang, dengan sisanya berasal dari atap, dinding bangunan, dan penerangan (Fradinata & Yaman, 2021). Suhu efektif merupakan suhu yang dirasakan oleh ayam dimana ditentukan oleh tiga faktor penting, yaitu termometer, kelembaban, dan kecepatan aliran udara pada kandang. Sehingga suhu efektif perlu di kontrol agar sesuai dengan kebutuhan ayam. Kandang *closed house* memiliki pemanas dan kipas yang dipasang untuk mengatur suhu dan ventilasi. Dengan alat-alat tersebut memungkinkan untuk mengalirkan udara ke dalam kandang sehingga suhu dan kelembaban ayam dapat terjaga pada tingkat yang optimal (Amijaya et al., 2018).

Keunggulan dari tipe kandang *closed house* adalah kapasitas ayam dalam kandang banyak namun tidak mempengaruhi pertumbuhan ternak, ayam akan nyaman apabila tidak ada gangguan dari luar seperti suhu lingkungan maupun penyakit, keseragaman ayam dalam kandang sangat baik, dan penggunaan pakan lebih efisien. Model kandang *closed house* sangat bagus karena cuaca luar akan terjaga seperti hujan, angin, suhu dan kelembaban dari pada tipe kandang *open house*, kekurangan kandang *closed house* yaitu membutuhkan modal yang sangat banyak untuk biaya operasional untuk pembangunan (Sumarno et al., 2022).



**Gambar 2.3** Kandang *Closed House* (Medion, 2021)

### 2.3 Pengkondisian Udara pada Peternakan Ayam

Di dalam sebuah kandang perlu dilakukan sistem pengkondisian udara untuk menjaga dan meningkatkan kualitas udara bagi hewan ternak. Penggunaan sistem udara yang baik dapat mempermudah peternak untuk mengatur kelembaban dan temperatur di dalam kandang. Temperatur dan kelembaban kandang yang tidak baik menyebabkan gangguan pada sistem metabolisme pada hewan ternak. Temperatur ruangan yang terlalu dingin dapat menyebabkan hewan ternak berkumpul di tengah kandang, sedangkan temperatur yang tinggi dapat

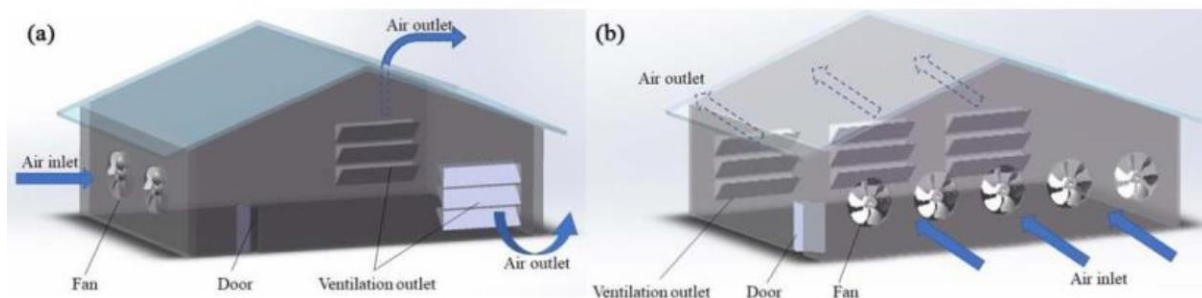
menyebabkan hewan ternak berkumpul di dekat ventilasi ruangan. kondisi ini menyebabkan distribusi makanan dan minuman menjadi tidak merata. Peternak ayam memerlukan sistem pengkondisian udara untuk mengontrol udara yang ada di dalam kandang ayam. Proses pengkondisian udara dalam ruangan di klasifikasikan menjadi pendinginan udara natural dan buatan. Proses pengkondisian udara natural memanfaatkan sistem konveksi udara, dimana udara panas dengan massa jenis rendah akan menuju ke bagian atap bangunan. Pengkondisian udara secara alami di peternakan terbuka dilakukan dengan mengatur tinggi dan luas bangunan. Selain itu penempatan peternakan terbuka juga harus disesuaikan dengan arah datang angin, udara panas dan polutan yang ada di kandang dapat terhembus oleh aliran angin. Kandang dengan sistem ventilasi natural memiliki ventilasi di dekat atap. Penempatan ventilasi dengan ketinggian tertentu mencegah terjadinya akumulasi udara panas di atas atap (Fabian et al., 2018).

Sistem pengkondisian udara buatan di dalam kandang tipe *fully closed* diatur dengan menambahkan *exhaust fan*, *evaporating pad* dan *heating system*. Penggunaan *heating system* dilakukan ketika suhu di luar kandang terlalu rendah. Ketika musim dingin, udara yang masuk akan dihangatkan terlebih dahulu dengan menggunakan *heating system* yang dipasang diatas kandang. Dengan adanya *heating system*, suhu udara yang masuk dapat ditingkatkan agar sesuai dengan kebutuhan ayam (Kucuktopcu et al., 2022). Selain itu, untuk *evaporating cooling pad* digunakan untuk mengatur temperatur pada ruangan kandang terlebih dahulu ketika suhu diluar kandang tinggi. Pada kandang tertutup dan terletak di daerah panas lembab untuk menurunkan temperatur kandang tanpa mengganggu kestabilan kelembaban udara maka bisa digunakan *evaporating cooling pad* (Jairo et al., 2010). Selain itu, Penambahan *exhaust fan* menyebabkan udara yang ada di dalam ruangan tersedot keluar dan menyebabkan tekanan udara di dalam kandang menjadi lebih rendah dibandingkan tekanan atmosfer. Kondisi tersebut menyebabkan udara di dalam kandang mengalir dengan prinsip tekanan negatif (X. Wang et al., 2022).

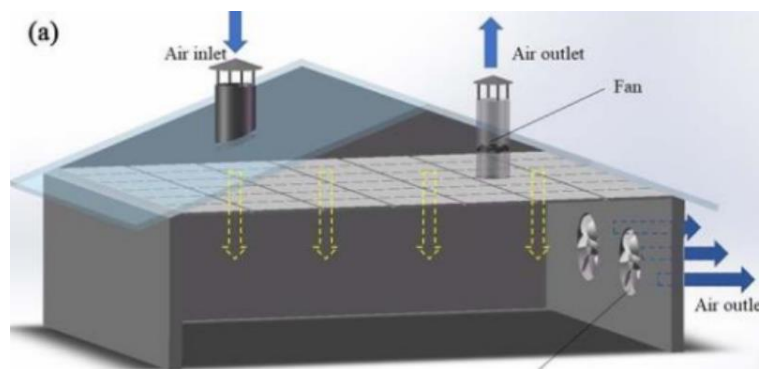
Terdapat klasifikasi yang terjadi pada sistem pengkondisian udara berdasarkan perbedaan tekanan di dalam kandang dan di luar kandang, letak *exhaust fan*. Sistem pengklasifikasian menurut tekanan internal dan eksternal kandang dapat diklasifikasikan menjadi 3 jenis yaitu *positive ventilation*, *negative ventilation*, dan *isobaric ventilation*. Pada ventilasi tekanan negatif tekanan udara di dalam kandang lebih rendah daripada di luar kandang, hal ini di rancang dengan menggunakan *exhaust fan* untuk mendorong udara kotor keluar dari peternakan. Ventilasi tekanan positif dirancang dengan menggunakan *exhaust fan* untuk memaksa udara luar masuk ke dalam kandang. Volume udara keluar dapat disesuaikan, tetapi selalu lebih kecil dari volume udara masuk, sehingga menghasilkan sedikit tekanan positif di dalam ruangan. Ventilasi isobarik mengacu pada *exhaust fan* yang digunakan di titik yang sama di saluran masuk dan keluar agar volume dan tekanan udara tidak berubah, dan tekanan di dalam kandang pada dasarnya konsisten dengan tekanan atmosfer (Guo et al., 2022).

Menurut letak *exhaust fan* klasifikasi ventilasi menjadi tiga jenis yaitu ventilasi longitudinal atau memanjang, ventilasi transversal atau melintang, dan ventilasi vertikal. Sistem ventilasi longitudinal merupakan sistem ventilasi dimana udara masuk tegak lurus dengan udara

keluar. Udara di dalam ruangan mengalir sepanjang sumbu yang lebih panjang. Sistem ventilasi ini menyebabkan munculnya *recirculating zone* di sudut ruangan. Sistem ventilasi transversal yaitu terjadi aliran udara yang sejajar antara udara yang masuk dan keluar, dan mengalir sepanjang sumbu yang lebih pendek. Dalam sistem ventilasi ini tidak menimbulkan pusaran pada ruangan. Namun akan terbentuk *dead zone* di daerah yang jauh dari *inlet* dan *outlet*. Hal ini dikarenakan sebaran udara dalam ruangan kurang merata. Sistem ventilasi kurang baik apabila diaplikasikan di kandang yang memiliki *fan* dan *exhaust* yang terbatas (Guo et al., 2022). Selanjutnya ventilasi vertikal adalah ventilasi langit-langit di mana udara masuk dari langit-langit salah satu sisi atap berdifusi ke dalam ruangan melalui langit-langit kemudian keluar dari sisi lain atap setelah bersirkulasi di dalam ruangan.



**Gambar 2.4** Skema Ventilasi (a) Longitudinal dan (b) Transversal (Guo et al., 2022)



**Gambar 2.5** Skema Ventilasi Vertikal (Guo et al., 2022)

## 2.4 Simulasi Numerik Peternakan

Dalam proses pemantauan dan penelitian dalam sistem pengkondisian udara di dalam kandang ayam terdapat keterbatasan dalam melihat kondisi secara jelas di dalam kandang ayam. Apabila sering melakukan aktivitas di dalam kandang ayam dapat mengganggu ayam dan dapat menyebabkan ayam tersebut mengalami stress dan ancaman bahaya dari virus atau bakteri yang terbawa masuk saat pemantauan atau penelitian, hal ini dapat memicu kematian pada ayam dan menurunkan produktifitas dari ayam. Sistem pengkondisian udara pada peternakan ayam memerlukan banyak variabel yang saling berkaitan satu sama lain seperti konstruksi bangunan, geometri dan kondisi iklim. Berdasarkan efektifitas dari sistem pengkondisian udara di kandang apabila dilakukan secara eksperimen akan mengganggu kenyamanan hewan ternak dan dapat mengganggu kesehatan karena dapat menyebarkan virus akibat adanya kontak dengan hewan



ternak yang diteliti sehingga metode eksperimen kurang efektif dilakukan. Gambaran sebaran udara temperetur kandang, debit air lebih baik menggunakan simulasi numerik dibandingkan dengan eksperimen. Studi numerik dapat memberikan gambaran dalam ruangan peternakan dan dapat dilakukan penelitian dengan mempertimbangkan tanpa adanya hewan, sehingga hasil yang di dapatkan dapat divalidasikan dengan kondisi yang ada di lapangan (Sun et al., 2022)

## 2.5 Model Aliran

Dalam simulasi numerik pemilihan model aliran menjadi salah satu faktor penting untuk mendapatkan hasil yang mendekati kondisi sebenarnya. Penelitian yang dilakukan di kandang tertutup membutuhkan model aliran yang cocok untuk diaplikasikan dalam pendekatan kondisi temperatur dan aliran fluida dalam ruangan. Pada penelitian yang dilakukan untuk mengetahui aliran fluida di sekitar kumpulan ayam dengan memvariasikan model turbulensi yang digunakan (Cheng et al., 2018). Model turbulensi yang digunakan adalah *Standard k-ε*, *RNG k-ε*, *realizable k-ε*, *low-Re k-ε*, *standard k-ω* and *SST k-ω*. Hasil simulasi dibandingkan dengan nilai kecepatan aliran fluida yang diukur secara eksperimen *Laser Doppler Anemometer*. Hasil simulasi menunjukkan bahwa model turbulensi RNG k-ε lebih cocok digunakan untuk mensimulasikan aliran udara diantara kumpulan ayam. Model turbulensi RNG k-ε disarankan digunakan apabila ingin memprediksikan kondisi temperatur dan aliran udara dalam peternakan (Küçüktopcu et al., 2019).

**Tabel 2.2** Perbedaan Nilai Kecepatan Hasil Simulasi Dibandingkan dengan Pengukuran Kecepatan Kondisi Nyata pada Berbagai Model Turbulensi (Cheng et al., 2018)

<b>Model turbulensi</b>	<b>Perbedaan (%)</b>
Standart k-ε	8.10
RNG k-ε	5.44
Realize k-ε	5.69
Standart k-ω	6.08
Low Re k-ε	11.31
SST k-ε	8.56

Penggunaan model turbulensi RNG k-ε dan realizable k-ε menghasilkan nilai prediksi kecepatan yang lebih mendekati kondisi sebenarnya dibandingkan dengan model turbulensi SST k-ω dan Low Re k-ε (Norton et al., 2013). Model turbulensi standard k-ε mampu memprediksi daerah yang jauh dari dinding dengan baik. Namun model turbulensi standard k-ε menghasilkan perbedaan hingga 30% dengan daerah yang berada di dekat dinding. Hal ini dikarenakan model turbulensi standard k-ε sangat sensitif terhadap perubahan *grid density*. (Norton et al., 2007).

## 2.6 Porous Media

*Porous media* adalah media berpori, Dimana bahan terstruktur di dalamnya berisi ruang kosong yang disebut pori-pori dan dikelilingi matriks padat atau semi padat. Dalam simulasi peternakan media yang digunakan sebagai porous media adalah *evaporating cooling pad* dan

geometri hewan. *Heat generation* dilepaskan melalui porous media untuk menghasilkan panas tubuh, *porosity evaporating cooling pad* juga dideskripsikan sebagai *porous media* yang menghasilkan panas. Perhitungan *pressure drop* dapat menggunakan tabel di bawah ini.

**Tabel 2.3** *Pressure Drop* pada ketebalan *Pad* yang Berbeda (Laknizi et al., 2019)

Velocity (m/s)	D = 100 mm	D = 150 mm	D = 200 mm	D = 300 mm
0.5	5 Pa	5 Pa	5 Pa	6.4 Pa
1	9 Pa	13.3 Pa	17.8 Pa	25.7 Pa
1.5	20.4 Pa	29.8 Pa	40.6 Pa	59.8 Pa
2	35.5 Pa	54.8 Pa	73.3 Pa	106.5 Pa
2.5	56.9 Pa	83.3 Pa	116.5 Pa	165.6 Pa
3	81.5 Pa	124.7 Pa	166.9 Pa	200 Pa

Dari table diatas, dapat dicari persamaan *pressure drop* dari *evaporating cooling pad* yang akan digunakan untuk mencari nilai *viscous resistance* dan *inertial resistance*. Untuk menentukan nilai *inertial resistance* dan *viscous resistance* dapat menggunakan persamaan *Darcy-Forcheimer* yaitu :

$$\frac{\Delta p}{\Delta x_i} = s_i = -\frac{\mu}{\alpha} v_i + 0.5 \cdot C_2 \cdot \rho \cdot |v| \cdot v_i \quad (2.1)$$

Di mana variabel  $1/\alpha$  dan  $C_2$  mewakili koefisien *viscous resistance* dan koefisien *inertial resistance* ke arah pendingin aliran masing-masing.

Untuk menemukan koefisien *viscous resistance* dan *inertial resistance* pada *porous media* Dari persamaan (2.2), dapat diamati bahwa istilah sumber yang diterapkan dalam *fluent* untuk memperhitungkan porositas material juga akan berbentuk fungsi parabola, yang secara umum dapat menggunakan rumus *general parabolic function* :

$$\Delta p = av_i^2 + bv_i \quad (2.2)$$

Dengan membandingkan persamaan 2.2 dapat menemukan bahwa koefisien *viscous resistance* dan koefisien *inertial resistance* dapat dihitung dari persamaan berikut :

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{b}{\mu \Delta x_i} \quad (2.3)$$

$$C_2 = \frac{2a}{\rho \Delta x_i} \quad (2.4)$$

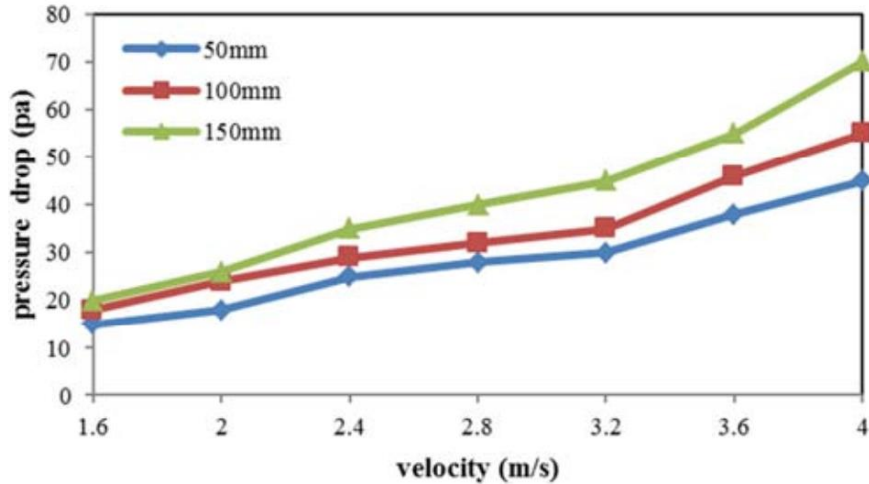
Nilai *porosity* dari *evaporating cooling pad* berbeda-beda, untuk panel yang basah nilai *porosity* nya 0.947 dan untuk panel yang kering nilai *porosity* nya 0.965 (Franco et al., 2011). Untuk *porosity* ayam yaitu sebesar 90% (Fidaros et al., 2018).

## 2.7 Hasil Penelitian Terdahulu

### 2.7.1 Analisis Eksperimental *Pad* Pendingin Selulosa yang Digunakan di *Evaporative Cooling* (Warke et al., 2017)

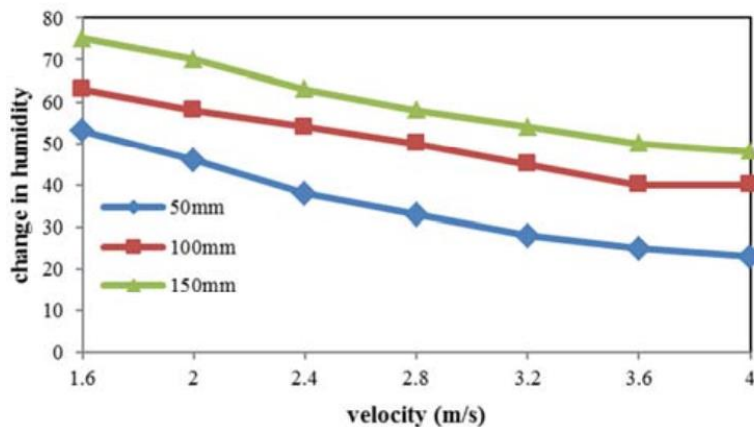
penelitian ini berfokus pada pengaruh ketebalan, kecepatan udara masuk terhadap parameter yang mempengaruhi kinerja termal. Penelitian ini secara eksperimental mempelajari efektivitas penurunan tekanan, variasi kelembaban, dan efektivitas. Percobaan ini dilakukan dalam kondisi *steady state*. Penelitian ini menggunakan *pad*

berbahan selulosa. Dalam penelitian ini, sistem pendinginan *evaporating cooling pad* yang digunakan berukuran  $0,35 \times 0,35 \text{ m}^2$  dengan ketebalan 50, 100, dan 150 mm dengan kecepatan angin masuk 1,6 - 4 m/s. Hasil penelitiannya adalah sebagai berikut.



**Gambar 2.6** Penurunan Tekanan pada Tiga Ketebalan *Pad* (Warke et al., 2017)

Gambar di atas menunjukkan efek dari ketebalan dan kecepatan udara masuk pada penurunan tekanan keseluruhan di sepanjang *evaporative cooling pad*. Penurunan tekanan meningkat dengan meningkatkan kecepatan udara masuk. Hal ini karena peningkatan kecepatan udara masuk akan menyebabkan distribusi medan aliran yang lebih tinggi pada saluran masuk *pad* serta hambatan udara yang lebih tinggi. Selain itu, dengan menambah ketebalan, penurunan tekanan pada *pad* meningkat. Hal ini disebabkan oleh resistensi yang lebih tinggi dari udara yang mengalir melintasi *pad*. Penurunan tekanan minimum terjadi pada ketebalan 50 mm dan kecepatan 1,6 m/s.

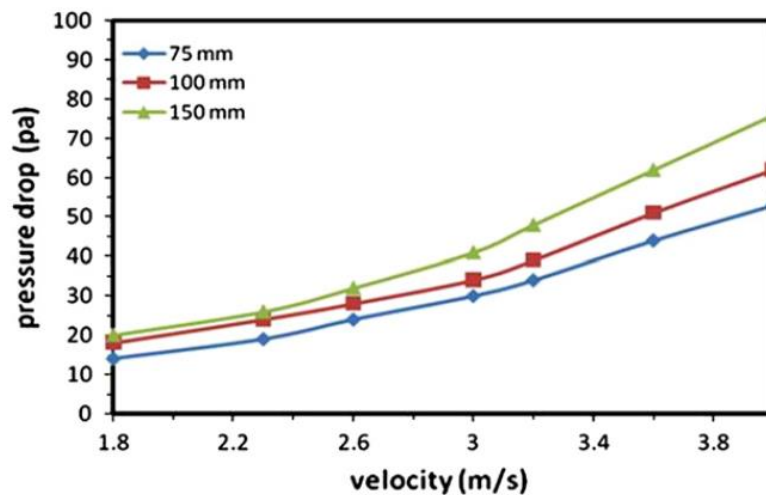


**Gambar 2.7** Penurunan Kelembaban pada Tiga Ketebalan *Pad* (Warke et al., 2017)

Gambar di atas menunjukkan bahwa kelembaban menurun dengan meningkatnya kecepatan. Selain itu, meningkatnya variasi kelembaban dengan bertambahnya ketebalan disebabkan oleh meningkatnya kontak antara area yang dibasahi dan udara yang mengalir.

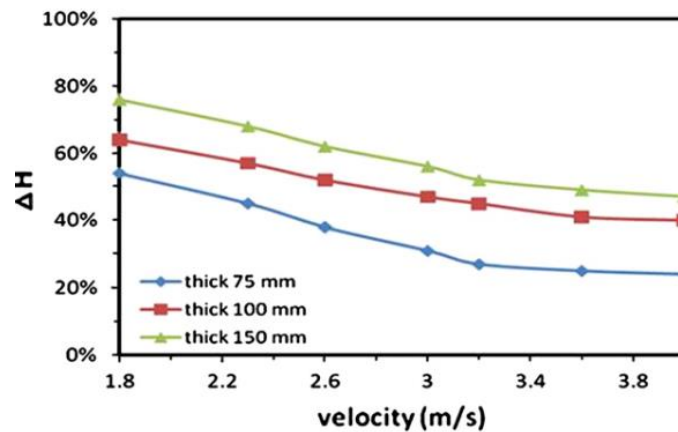
### 2.7.2 Menyelidiki Performa dari *Evaporative Cooling Pads* Berbahan Selulosa (Malli et al., 2011)

penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh ketebalan, kecepatan udara masuk terhadap parameter yang mempengaruhi kinerja termal dengan pad berbahan selulosa. Penelitian ini secara eksperimental mempelajari efektivitas penurunan tekanan, variasi kelembaban, dan efektivitas. Percobaan ini dilakukan dalam kondisi *steady state*. Dalam penelitian ini, sistem pendinginan *evaporating cooling pad* yang digunakan berukuran  $0,5 \times 0,5 \text{ m}^2$  dengan ketebalan 75 mm, 100 mm, dan 150 mm dengan kecepatan angin masuk 1,8 - 4 m/s. Hasil penelitiannya adalah sebagai berikut.



**Gambar 2.8** Penurunan Tekanan pada Ketebalan *Pad* 75 mm, 100 mm, 150 mm (Malli et al., 2011)

Gambar di atas menunjukkan efek dari ketebalan dan kecepatan udara masuk pada penurunan tekanan keseluruhan di sepanjang *evaporative cooling pad*. Penurunan tekanan meningkat dengan meningkatkan kecepatan udara masuk. Hal ini karena peningkatan kecepatan udara masuk akan menyebabkan distribusi medan aliran yang lebih tinggi pada saluran masuk *pad* serta hambatan udara yang lebih tinggi. Selain itu, dengan menambah ketebalan, penurunan tekanan pada *pad* meningkat. Hal ini karena adanya hambatan lebih tinggi dari udara yang melintasi *pad*. Penurunan tekanan minimum terjadi pada ketebalan 75 mm dengan kecepatan 1,8 m/s.



**Gambar 2.9** Kelembaban pada Ketebalan *Pad* 75 mm, 100 mm, 150 mm (Malli et al., 2011)

Gambar menunjukkan variasi kelembapan dengan kecepatan udara masuk untuk ketebalan yang berbeda. Dapat dilihat bahwa variasi kelembapan menurun dengan meningkatnya kecepatan. Seperti yang dapat dilihat dengan bertambahnya ketebalan, variasi kelembapan meningkat. Meningkatnya variasi kelembapan dengan bertambahnya ketebalan disebabkan oleh meningkatnya kontak antara area yang dibasahi dan udara yang mengalir.

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Studi Literatur

Studi literatur adalah bagian penting dalam sebuah penelitian. Tujuannya untuk mendukung penyelesaian dalam penelitian untuk memahami karakteristik di dalam kandang ayam *Closed House* seperti pada kelembaban, kecepatan, temperatur, dan debit aliran. Sumber yang digunakan untuk studi literatur yaitu *scientific journal* nasional maupun internasional, buku teks, dan hasil penelitian sebelumnya.

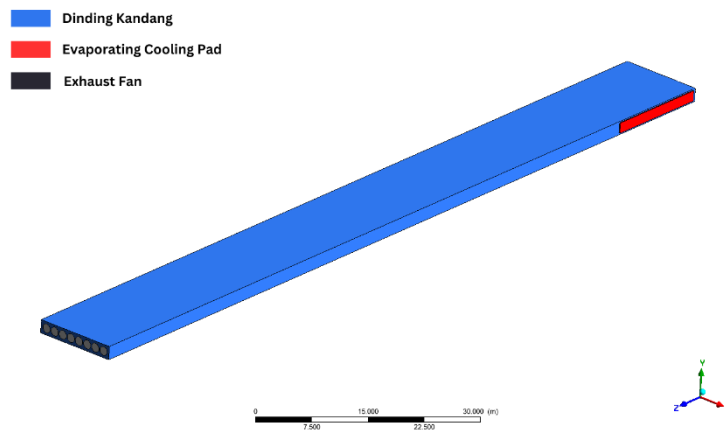
### 3.2 Penyelesaian Numerik

Penyelesaian numerik ini dilakukan dengan tiga tahap, yaitu *pre-processing*, *processing*, dan *post processing*.

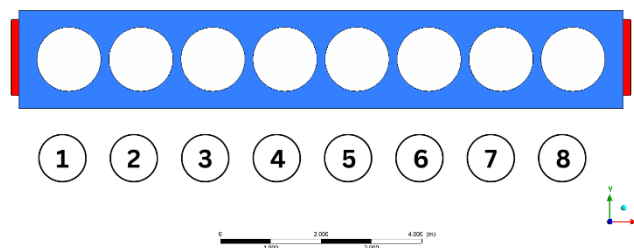
#### 3.2.1 Pre-Processing

##### A. Geometry

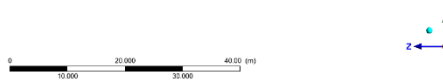
Pada penelitian ini, objek yang digunakan yaitu kandang ayam broiler tipe *close house* yang berada di Gresik. Kandang *close house* ini memiliki dimensi P x L x T yaitu 126 x 12 x 2 m. Objek kandang ini memiliki 2 lantai. Akan tetapi yang menjadi objek penelitian hanya 1 lantai saja.



**Gambar 3.1** Desain 3D Kandang *Close House* yang di simulasikan



**Gambar 3.2** Jumlah dan Posisi *Exhaust Fan* pada Kandang



**Gambar 3.3** Posisi *Evaporating Cooling Pad* pada Kandang

Kandang ayam ini dilengkapi dengan 8 *exhaust fan* disetiap lantai nya. *Exhaust fan* ini memiliki diameter sebesar 1,43 m. *Exhaust fan* berfungsi sebagai saluran keluar udara dalam kandang. Selain itu, kandang ayam ini dilengkapi dengan dua *evaporating cooling pad* yang berfungsi sebagai saluran masuk udara. *Evaporating cooling pad* memiliki panjang 15 m dan tinggi 2 m.

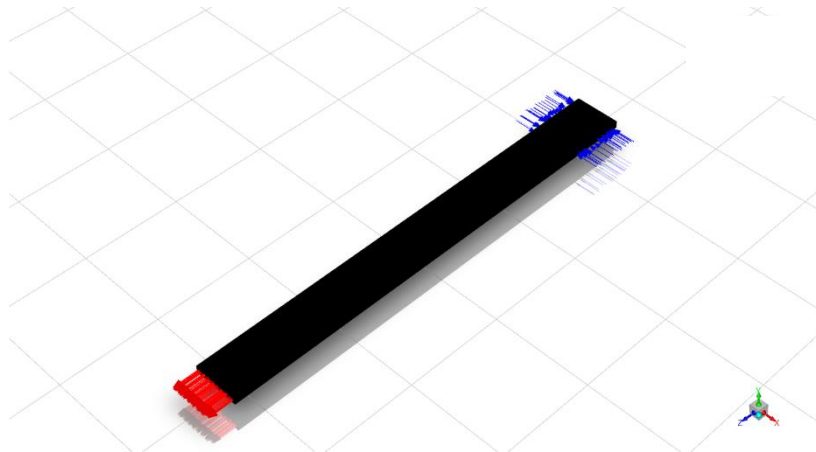
**B. Meshing**

*Meshing* dilakukan di *software* Gambit. *Meshing* merupakan proses pembagian model *solid* menjadi elemen-elemen kecil yang berfungsi untuk mempermudah perhitungan dan iterasi sebuah simulasi. Untuk melakukan *meshing* dari suatu model harus didefinisikan kondisi batasnya agar proses iterasi dapat berjalan lancar sesuai apa yang diinginkan. Data *meshing* yang diterapkan pada model simulasi ini adalah sebagai berikut.

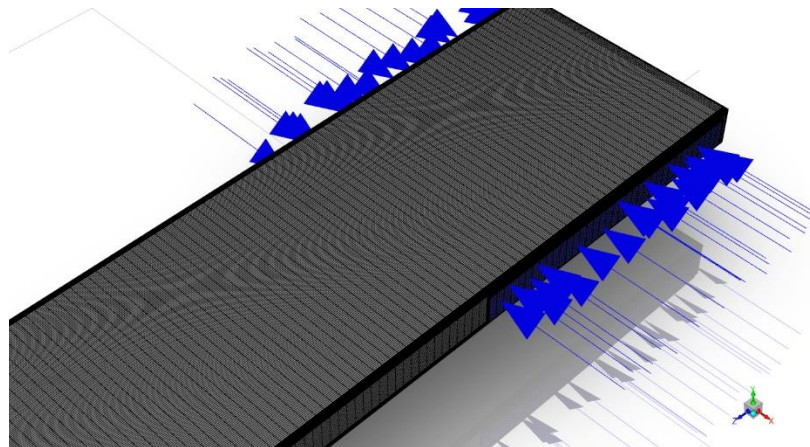
**Tabel 3.1** *Meshing*

Jenis	Jumlah
<i>Node</i>	10329019
<i>Element</i>	10123536
Rata-rata <i>Skewness</i>	0.17
Tipe	<i>Structured Mesh</i>

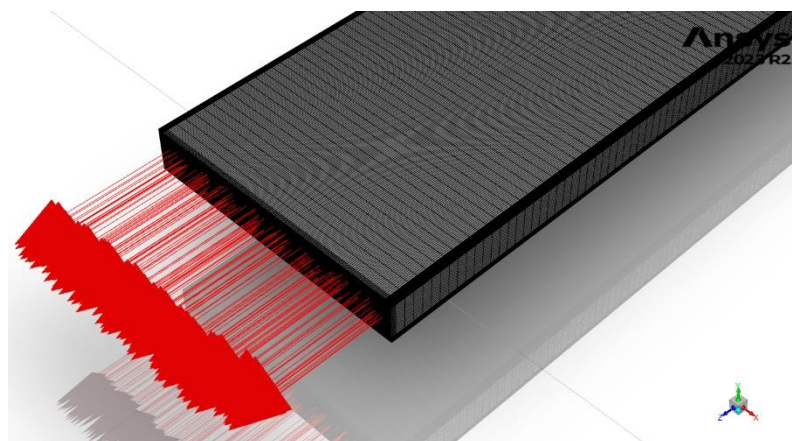
Berikut gambar *meshing* dari kandang yang akan menjadi objek penelitian.



**Gambar 3.4** Model Geometri yang telah dilakukan *Meshing*



**Gambar 3.5** Model Geometri yang Telah dilakukan *Meshing* pada Sisi *Inlet*



**Gambar 3.6** Model Geometri yang Telah dilakukan *Meshing* pada Sisi *Outlet*



### C. Boundary Condition

Simulasi dilakukan dengan aliran fluida di dalam kandang tertutup. Model simulasi digunakan untuk mengetahui temperatur udara dan pola *streamline* yang ada di dalam kandang. Sistem tersebut yaitu *evaporating cooling pad* dan *exhaust fan* dan dilengkapi dengan sistem pengkondisian udara buatan. Udara luar dengan temperatur ambien memasuki kandang melalui *evaporating cooling pad* sehingga terjadi penurunan udara ventilasi. Ayam yang berada di dalam kandang diasumsikan tersebar merata di dalam kandang. *Boundary condition* dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

**Tabel 3.2** *Boundary Condition*

<i>Boundary Type</i>	<i>Setting</i>
<i>Inlet</i>	<i>Velocity Inlet</i>
<i>Outlet</i>	<i>Exhaust Fan</i>
Dinding Kandang	<i>Wall, Adiabatic</i>
Ayam	<i>Porous Medium</i>
<i>Evaporating Cooling pad</i>	<i>Porous Medium</i>

### 3.2.2 Processing

Pelaksanaan tahap *processing* ini dilakukan dengan menggunakan *software Ansys Fluent 2023 R2*. Proses ini terdiri dari beberapa tahapan yaitu sebagai berikut:

#### A. Scale & Check

*Software* Gambit digunakan untuk membuat satuan geometri dan proses *meshing*. Selanjutnya melakukan konversi satuan geometri karena satuan geometri yang digunakan pada *software* Gambit yaitu milimeter (mm), sedangkan semua satuan geometri pada *software* Fluent menggunakan satuan meter (m). Mengkonversi satuan geometri menggunakan *toolbar* “General” lalu “Scale”, kemudian pilih satuan meter (m). Setelah itu hasil *meshing* diperiksa untuk meminimalisir kesalahan fatal pada *mesh*. Proses pemeriksaan *meshing* menggunakan *toolbar* yang sama seperti mengkonversi satuan geometri yaitu “General” lalu pilih “Check”.

#### B. Solver

Jenis yang digunakan adalah *Pressure-based* karena simulasi yang dilakukan berdasarkan batasan masalah *incompressible flow*. Untuk *operating temperature* dan *operating pressure* diatur dalam kondisi *default*. Gravitasi diatur on dan untuk nilai  $y$  sebesar  $-9.81 \text{ m/s}^2$  sesuai dengan nilai gravitasi.

#### C. Model Turbulensi

Energi pada keadaan On karena pada penelitian ini terjadi perpindahan panas antara ayam dengan udara. Untuk model yang digunakan pada simulasi ini adalah RNG  $k-\epsilon$ . Karena model RNG  $k-\epsilon$  memiliki nilai *error* yang lebih kecil dibandingkan dengan model lainnya. Model turbulensi

RNG k-ε lebih disarankan untuk melihat kondisi temperatur dan aliran udara yang ada di peternakan.

#### D. Material Fluida

Material fluida yang digunakan pada kandang *close house* yang memiliki *exhaust fan* dan *evaporating cooling pad* divariasikan pada ketebalan *evaporating cooling pad* adalah *mixture* dari udara dan air dengan temperatur sebesar 30°C dan kelembaban relatif sebesar 40% yang disesuaikan dengan kondisi yang ada di Gresik.

#### E. Porous Media

Pada penelitian kali ini, *porous media* yang digunakan yaitu *evaporating cooling pad* dan ayam. Untuk *evaporating cooling pad* dimensinya yaitu tinggi 2 m, panjang 15 m, dan tebal 0,1 m, 0,15 m, 0,2 m, 0,3 m. *Evaporating cooling pad* di atur dengan porosity 0,91. Untuk tebal 0,1 m nilai koefisien *viscous* dan *inertial resistance* adalah  $1/\alpha = 2,69 \times 10^6 \text{ m}^{-2}$  dan  $C_2 = 166,759 \text{ m}^{-1}$ . Untuk tebal 0,15 m nilai koefisien *viscous* dan *inertial resistance* adalah  $1/\alpha = 2,14 \times 10^6 \text{ m}^{-2}$  dan  $C_2 = 165,986 \text{ m}^{-1}$ . Untuk tebal 0,2 m nilai koefisien *viscous* dan *inertial resistance* adalah  $1/\alpha = 6,57 \times 10^6 \text{ m}^{-2}$  dan  $C_2 = 157,200 \text{ m}^{-1}$ . Untuk tebal 0,3 m nilai koefisien *viscous* dan *inertial resistance* adalah  $1/\alpha = 7,09 \times 10^6 \text{ m}^{-2}$  dan  $C_2 = 68,223 \text{ m}^{-1}$ .

Untuk energi pada *evaporating cooling pad* di atur berbeda-beda sesuai dengan ketebalannya, untuk tebal 0.1 m nilai energinya adalah -77340.26 w/m<sup>3</sup>. Untuk tebal 0.15 m nilai energinya adalah -88011.25 w/m<sup>3</sup>. Untuk tebal 0.2 m nilai energinya adalah -92025.12 w/m<sup>3</sup>. Untuk tebal 0.3 m nilai energinya adalah -94374.69 w/m<sup>3</sup>.

Untuk ayam di atur menghasilkan panas sebesar 284.1 w/m<sup>3</sup> (Cheng et al., 2018). Sementara nilai porosity ayam sebesar 90%. Untuk nilai *viscous resistance* dan *inertial resistance* dari ayam adalah 166 m<sup>-2</sup> dan 3.6 m<sup>-1</sup> (Fidaros et al., 2018)

#### F. Boundary Conditions

Terdapat beberapa parameter yang digunakan pada simulasi ini, *inlet* dan *outlet* yang digunakan adalah sebagai berikut.

**Tabel 3.3** *Boundary Conditions*

<b>Boundary Type</b>	<b>Nilai</b>	<b>Satuan</b>
<i>Velocity Inlet</i>	1.2	m/s
<i>Exhaust Fan</i>	-40	Pa
<i>Temperature Inlet</i>	30	C
<i>Hydraulic Diameter Inlet</i>	3,529	m
<i>Hydraulic Diameter Outlet</i>	1,43	m
<i>Turbulent Intensity Inlet</i>	3.15	%
<i>Turbulent Intensity Outlet</i>	3.15	%

*Turbulent intensity* dan *outlet* di atur berdasarkan rujukan dari (Wang et al., 2022) dengan nilainya yaitu 3,15%. Nilai *velocity inlet* didapatkan berdasarkan nilai dari *mass flow rate* yang dihasilkan dari *exhaust fan*. Nilai

temperatur *inlet* sebesar 30°C didapatkan dari temperatur rata-rata di Gresik pada tahun 2024.

#### G. *Solution Method*

Pemilihan *solution method* yang diterapkan adalah *second order*. Pemilihan *second order* yaitu untuk menambah akurasi proses iterasi. Terdapat beberapa *solution method* yang digunakan pada simulasi ini untuk meningkatkan akurasi pada simulasi ini.

**Tabel 3.4** *Solution Method*

<i>Spacial Discretization</i>	<i>Setting</i>
<i>Solution Method</i>	<i>Pressure-Velocity Coupling</i>
<i>Gradient</i>	<i>Least Square Cell Base</i>
<i>Scheme</i>	SIMPLE
<i>Pressure</i>	<i>Second Order</i>
<i>Turbulent kinetic energy</i>	<i>Second Order Upwind</i>
<i>Turbulent Dissipation Rate</i>	<i>Second Order Upwind</i>
<i>Momentum</i>	<i>Second Order Upwind</i>
<i>Energy</i>	<i>Second Order Upwind</i>

#### H. *Residual*

*Residuals* adalah penentuan batas nilai *error* yang diinginkan ketika peristiwa konvergensi dari iterasi yang dilakukan telah tercapai. Proses iterasi akan otomatis berhenti ketika nilai *residuals* yang dihasilkan lebih rendah dari pada batas nilai yang sudah ditetapkan dan peristiwa tersebut dapat disebut konvergensi. Pada simulasi ini kriteria konvergen diatur sebesar  $10^{-3}$

#### I. *Initialization & Calculation*

Inisialisasi dilakukan untuk mengawali proses iterasi agar memudahkan dalam mendapatkan hasil yang konvergen. Metode inisialisasi yang digunakan adalah metode *hybrid Intilializaiton*. Untuk *calculation* pada simulasi ini dilakukan 3000 iterasi karena pada iterasi tersebut sudah tidak mengalami perubahan yang signifikan dan nilai *residual* yang sudah kecil. Selain itu, pemilihan jumlah iterasi 3000 juga mempertimbangkan waktu yang dibutuhkan untuk simulasi.

### 3.2.3 *Post Processing*

#### a. Hasil yang di dapatkan

*Post-Processing* merupakan pengolahan data untuk menampilkan hasil simulasi dan analisis dari hasil tersebut. Data yang akan diambil pada simulasi ini berupa data kuantitatif dan kualitatif. Data kuantitatif berupa data kecepatan, temperatur, *relative humidity*. Sedangkan untuk data kualitatif berupa kontur kecepatan, kontur temperatur statis, dan kontur *relative humidity*. Untuk variasi pada simulasi ini yaitu variasi pada ketebalan *evaporating cooling pad* dengan menggunakan 8 *exhaust fan*

**Tabel 3.5** Variasi Ketebalan *Evaporating Cooling Pad*

<b>Variasi Ketebalan <i>Evaporating Cooling Pad</i></b>	
<b>Variasi</b>	<b>Ketebalan</b>
A	100 mm
B	150 mm
C	200 mm
D	300 mm

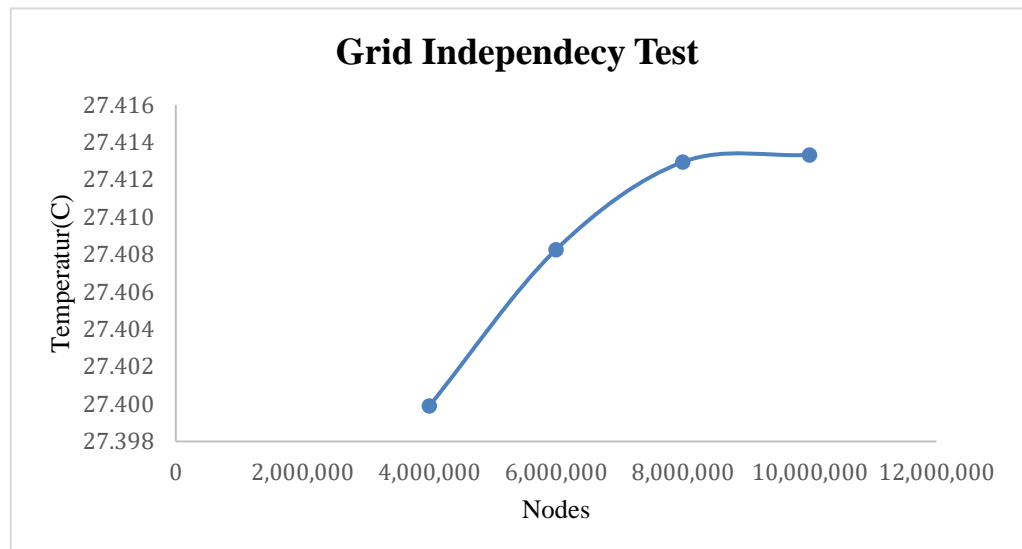
**b. Grid Independency Test**

Hasil *grid independency test* dilakukan perbandingan hasil temperatur pada *mesh* yang berbeda yaitu dengan total jumlah node yang berbeda. Penelitian ini dibagi menjadi empat *mesh* yang berbeda. Hasil nilai temperatur dari masing-masing *mesh* dibandingkan. Hasil *grid independency test* adalah sebagai berikut.

**Tabel 3.6** Hasil *Grid Independency Test* pada Kandang *Close House*

<b><i>Grid Independency Test</i></b>		
<b>Jumlah Mesh</b>	<b>Temperatur(C)</b>	<b>Error</b>
4,000,000	27.3999	
6,000,000	27.4082	0.0305%
8,000,000	27.4129	0.0171%
10,000,000	27.4133	0.0014%

Adapun grafik dari hasil *grid independency test* digambarkan pada gambar sebagai berikut.

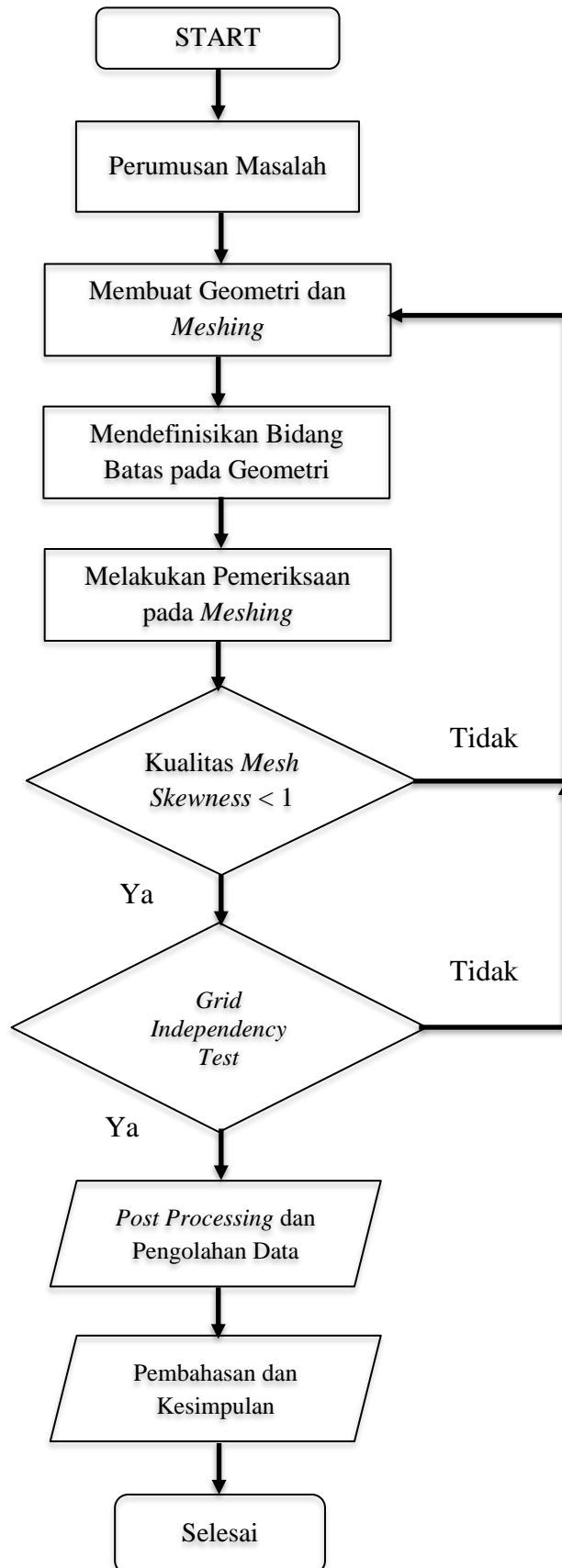


**Gambar 3.7** Grafik *Grid Independency Test*

Dari Tabel 3.6, diambil variasi jumlah *mesh* sebanyak 8 juta sebagai model *meshing* terbaik dibandingkan dengan model lain berdasarkan dari nilai

*error* pada temperatur yang diperoleh dan dari tren grafik yang sudah melandai dengan temperatur yang diambil pada titik rata-rata ketinggian ayam.

### 3.3 Flowchart Penelitian



**Gambar 3.8** *Flowchart* Penelitian

**3.4** *Timeline Pelaksanaan*

Adapun *timeline* dari penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut.

**Tabel 3.7** *Timeline* Penelitian

Jenis Kegiatan	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli
Analisis Masalah dan Studi Literatur							
Membuat Geometri dan GIT							
Proses Simulasi dan Pengambilan Data							
Analisis Data							
Penyusunan Laporan							

**3.5** *Validasi Hasil Penelitian*

Perolehan hasil simulasi numerik harus dibuktikan kebenarannya melalui validasi data. Validasi model dilakukan dengan membandingkan temperatur *outlet* udara hasil simulasi dengan perhitungan termodinamika. *Input* dari perhitungan adalah *mass flow rate* udara masuk kandang, *specific heat* ( $C_p$ ) yang dievaluasi dari temperatur inlet setelah *evaporative cooler*.

**Diketahui :**

$Heat\ source\ ayam = 284.1\ w/m^3$

$Luas\ kandang = 1512\ m^2$

$Volume\ ayam = 0,300\ m^3$  ; ayam diasumsikan sebagai bola

$Kepadatan\ kandang = 12\ ekor/m^2$  (Mustika et al., 2021)

**Dijawab :**

$Jumlah\ ayam = luas\ kandang \times kepadatan\ kandang$

$Jumlah\ ayam = 1512 \times 12 = 18144\ ekor$

Setelah didapatkan jumlah ayam, selanjutnya mencari nilai *heat transfer* yang dihasilkan oleh ayam menggunakan rumus :

$Q\ per\ ayam = heat\ source\ ayam / volume\ ayam$

$Q\ per\ ayam = 284,1 / 0,300 = 4,02\ W$

$Q\ ayam\ total = Q\ per\ ayam \times jumlah\ ayam = 4,02 \times 18144 = 72873\ W$

Berikut contoh perhitungan validasi pada ketebalan 100 mm. Perhitungan termodinamika dilakukan dengan uraian sebagai berikut :

**Diketahui :**

$Q = 72873\ W$  (Total Panas Ayam dalam 1 Kandang)

$C_p = 1005\ kj/kgk$

$\dot{m} = 88,20\ kg/s$

$$\eta_{\text{cooling pad}} = 0.79 \text{ untuk ketebalan } 100 \text{ mm}$$

$$T_{\text{in kandang}} = 30^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\text{wb}} = 20.06$$

**Dijawab :**

$$\eta_{\text{cooling pad}} = \frac{T_{\text{in kandang}} - T_{\text{out ECP}}}{T_{\text{in kandang}} - T_{\text{wb}}}$$

$$T_{\text{out ecp}} = T_{\text{in kandang}} (\eta_{\text{cooling pad}} \times (T_{\text{in kandang}} - T_{\text{wb}}))$$

$$T_{\text{out ecp}} = 30 - (0.79 \times (30 - 20.06)) = 22.14^{\circ}\text{C}$$

$$Q = \dot{m} \times C_p \times (T_{\text{out}} - T_{\text{in}})$$

$$T_{\text{out}} = \left( \frac{Q}{\dot{m} \times C_p} \right) + T_{\text{in}}$$

$$= \left( \frac{72873}{88,20 \times 1005} \right) + 22.14 = 22.96^{\circ}\text{C}$$

Perhitungan termodinamika dan hasil simulasi kemudian dibandingkan sehingga didapatkan nilai *error*. Nilai *error* yang kecil menandakan simulasi dapat digunakan untuk penelitian.

**Diketahui :**

$$T_{\text{outlet simulasi}} = 22.79^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\text{outlet perhitungan}} = 22.96^{\circ}\text{C}$$

**Dijawab :**

$$\text{Error} = \frac{T_{\text{outlet perhitungan}} - T_{\text{outlet simulasi}}}{T_{\text{outlet perhitungan}}} \times 100\%$$

$$\text{Error} = \frac{22.96 - 22.79}{22.96} \times 100\%$$

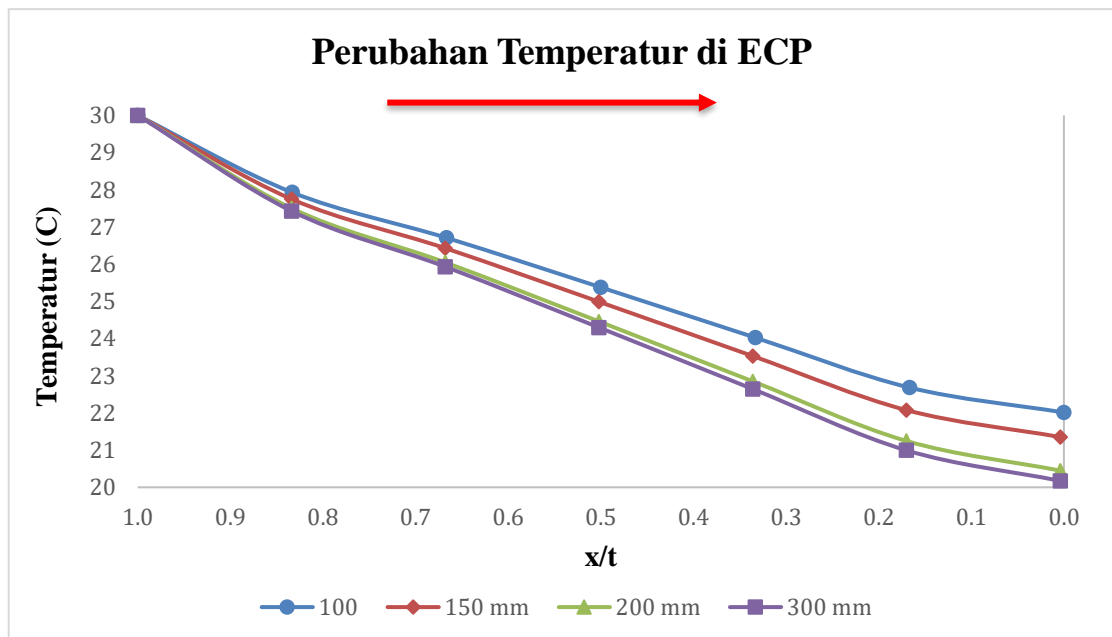
$$\text{Error} = 0.74\%$$

## BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

Data yang diperoleh terdiri dari jenis data kuantitatif dan data kualitatif. Adapaun data kuantitatif yang disajikan merupakan hasil pengolahan data pada *Ansys Fluent 2023*, termasuk grafik nilai temperatur, kelembaban relatif, dan kecepatan. Selain itu, data kualitatif berupa visualisasi kontur temperatur, kontur kelembaban relatif, dan kontur kecepatan pada level ketinggian ayam dan pada penampang kandang ayam.

### 4.1 Analisis Perubahan Temperatur dan Kelembaban Relatif pada *Evaporating Cooling Pad*

Sub-bab ini menjelaskan tentang perubahan temperatur dan kelembaban relatif pada kandang ayam tipe *close house* dengan variasi ketebalan *evaporating cooling pad* yang digunakan yaitu variasi pada ketebalan 100 mm, 150 mm, 200 mm, 300 mm.

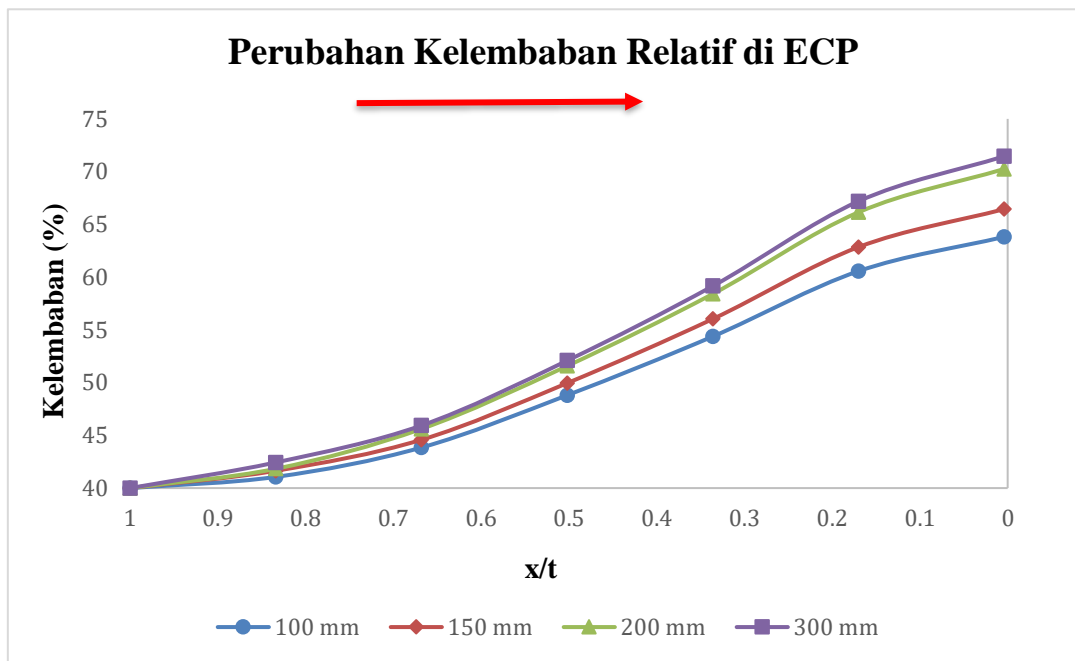


**Gambar 4.1** Perubahan Temperatur di *Evaporating Cooling Pad* pada Variasi Ketebalan (a) 100 mm, (b) 150 mm, (c) 200 mm, (d) 300 mm

Dari grafik 4.1 dapat diketahui bahwa  $x/t$  dengan nilai 1 merupakan bagian paling luar *evaporating cooling pad* dimana udara luar pertama kali memasuki *evaporating cooling pad* melalui bagian tersebut. Pada grafik penurunan temperatur dapat diketahui bahwa udara luar dengan temperatur 30°C memasuki *evaporating cooling pad* dan terjadi penurunan temperatur. Grafik perubahan temperatur diatas menunjukkan efek dari ketebalan *evaporating cooling pad*, seperti yang diharapkan, penurunan temperatur terjadi dengan bertambahnya ketebalan *evaporating cooling pad*. Alasan terjadinya karena bertambahnya Ketebalan dari *evaporating cooling pad* berarti area permukaan yang lebih besar yang dapat berinteraksi dengan udara. Hal ini menyebabkan lebih banyak air menguap dan menyerap panas dari udara, sehingga



menurunkan temperatur udara yang melewati *evaporating cooling pad*. Alasan lainnya adalah dengan bertambahnya ketebalan, udara yang melewati *evaporating cooling pad* memiliki lebih banyak waktu untuk berinteraksi dengan air yang berada di pad tersebut. Ini memberikan waktu lebih banyak bagi air untuk menguap dan menyerap panas dari udara. Yang terakhir adalah bertambahnya ketebalan *evaporating cooling pad* dapat menyebabkan udara yang bergerak lebih lambat dan memiliki lebih banyak waktu untuk mengalami pendinginan melalui proses evaporasi dan juga semakin jauh udara bergerak melalui pad, semakin banyak panas yang diserap oleh air yang menguap. Penurunan temperatur terbesar terjadi pada ketebalan 300 mm dengan penurunan  $\pm 9,71^\circ\text{C}$ .



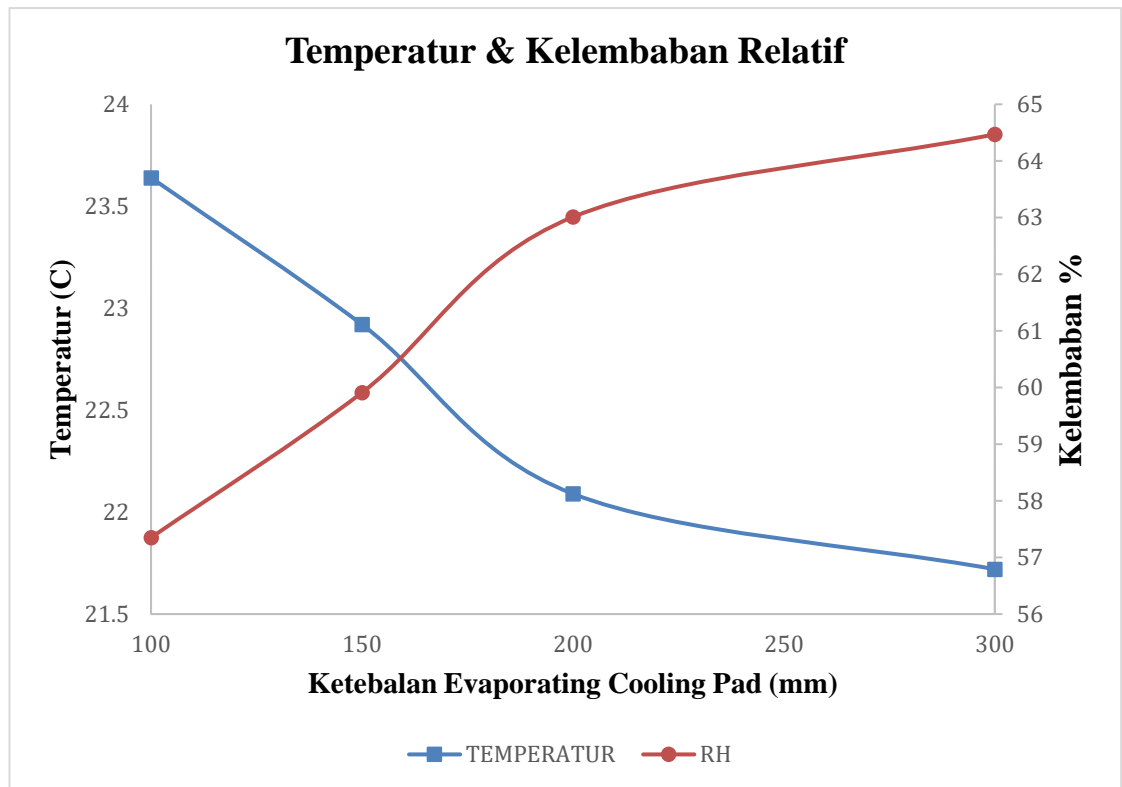
**Gambar 4.2** Perubahan Kelembaban Relatif di *Evaporating Cooling Pad* pada Variasi Ketebalan (a) 100 mm, (b) 150 mm, (c) 200 mm, (d) 300 mm

Dari grafik 4.2 dapat diketahui bahwa  $x/t$  dengan nilai 1 merupakan bagian paling luar *evaporating cooling pad* dimana udara luar pertama kali memasuki *evaporating cooling pad*. Pada grafik perubahan kelembaban relatif dapat diketahui bahwa udara luar dengan kelembaban 40% memasuki *evaporating cooling pad* dan terjadi peningkatan kelembaban relatif. Grafik perubahan kelembaban relatif diatas menunjukkan efek dari ketebalan *evaporating cooling pad*, seperti yang diharapkan, peningkatan kelembaban terjadi dengan bertambahnya ketebalan *evaporating cooling pad*. Alasan terjadinya karena bertambahnya ketebalan *evaporating cooling pad* menyebabkan meningkatnya kontak antara area yang dibasahi pad dengan udara yang mengalir. Selain itu, bertambahnya ketebalan *evaporating cooling pad* dapat memperlambat aliran udara yang melewatinya sehingga memberi lebih banyak waktu bagi air untuk menguap dan menambahkan kelembaban ke udara. Dan yang terakhir dengan meningkatnya ketebalan, udara yang melewati *evaporating cooling pad* menghabiskan lebih banyak waktu dalam kontak dengan permukaan yang basah. Waktu

kontak yang lebih lama memungkinkan lebih banyak air menguap ke dalam udara, sehingga dapat meningkatkan kelembaban. Peningkatan kelembaban relatif tertinggi terjadi pada ketebalan 300 mm dengan peningkatan  $\pm 30,3\%$ .

#### 4.2 Analisis Hubungan Temperatur dan Kelembaban relatif pada *Evaporating Cooling Pad*

Sub-bab ini menjelaskan tentang hubungan temperatur dan kelembaban relatif pada kandang ayam tipe *close house* dengan variasi ketebalan *evaporating cooling pad* yang digunakan yaitu variasi pada ketebalan 100 mm, 150 mm, 200 mm, 300 mm.



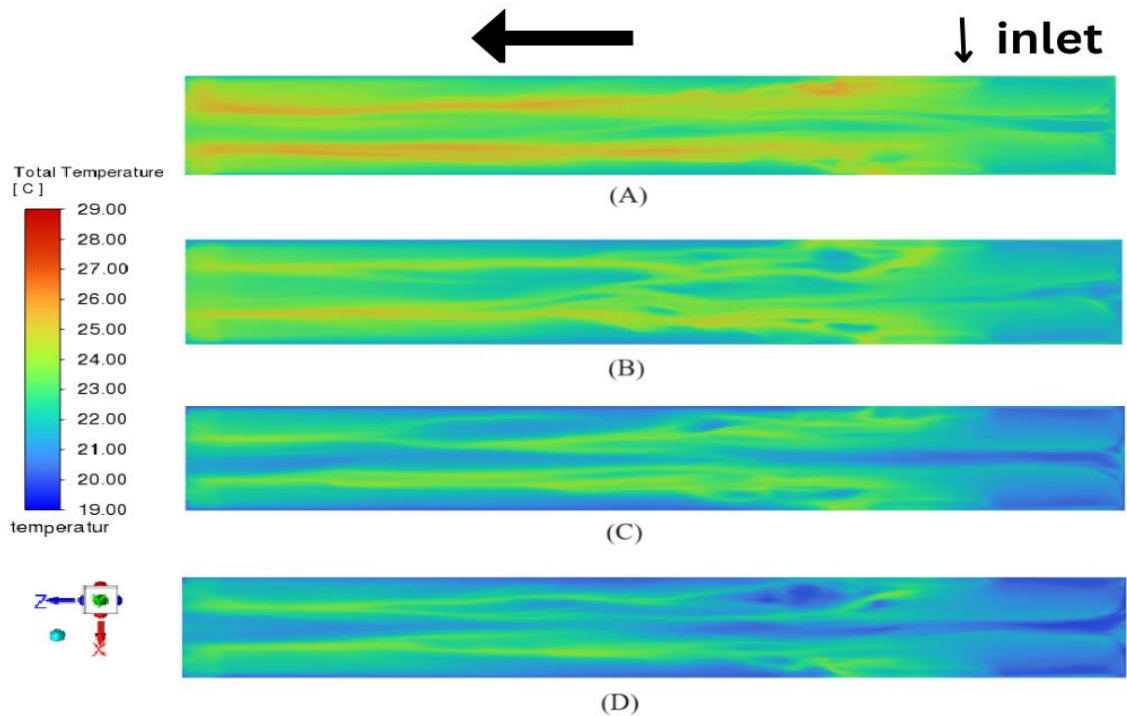
**Gambar 4.3** Hubungan Temperatur dan Kelembaban Relatif di *Evaporating Cooling Pad* pada Variasi Ketebalan (a) 100 mm, (b) 150 mm, (c) 200 mm, (d) 300 mm

Gambar diatas menunjukkan hubungan antara temperatur dan kelembaban. Peningkatan ketebalan *evaporating cooling pad* mengakibatkan menurun nya temperatur udara yang melewati *evaporating cooling pad* dan meningkat nya kelembaban relatif udara tersebut. Hubungan ini terjadi karena dengan meningkatnya ketebalan *evaporating cooling pad*, maka area permukaan untuk evaporasi juga meningkat. Hal ini menyebabkan lebih banyak air yang menguap dan menyerap lebih banyak panas dari udara, sehingga menghasilkan penurunan temperatur. Dan ketika terjadi penurunan temperatur maka kelembaban relatif semakin meningkat. Udara yang melewati *pad* yang lebih tebal menyebabkan kehilangan lebih banyak panas karena ada lebih banyak air yang menguap. Ini menghasilkan penurunan temperatur udara yang lebih besar dan menyebabkan peningkatan kelembaban relatif. Oleh karena itu,

berdasarkan grafik diatas penurunan temperatur udara sejalan dengan peningkatan kelembaban udara.

### 4.3 Analisis Kontur Temperatur pada Ketinggian Ayam

Sub-bab ini menjelaskan tentang perbandingan kontur temperatur pada kandang ayam tipe *close house* dengan variasi ketebalan *evaporating cooling pad* yang digunakan yaitu variasi pada ketebalan 100 mm, 150 mm, 200 mm, 300 mm.



**Gambar 4.4** Perbandingan Kontur Temperatur pada Ketinggian Ayam  $y=0.25$  m pada Variasi Ketebalan (a) 100 mm, (b) 150 mm, (c) 200 mm, (d) 300 mm.

Pada gambar (d) dengan ketebalan 300 mm terlihat bahwa pada ketebalan 300 mm temperatur nya sangat rendah hal ini ditandai dengan kontur yang berwarna biru dengan temperatur rata-rata pada ketebalan 300 mm adalah  $21,72^{\circ}\text{C}$ . Pada ketebalan 200 mm memiliki kontur berwarna hijau dengan temperatur rata-rata pada ketebalan 200 mm adalah  $22,09^{\circ}\text{C}$  Sementara itu, pada ketebalan 100 mm dan 150 mm memiliki temperatur yang lebih tinggi dibandingkan dengan ketebalan 200 mm dan 300 mm hal ini terlihat dari kontur pada ketebalan 100 mm berwarna kuning dan kontur pada ketebalan 150 mm berwarna oranye. Artinya nilai temperatur pada ketebalan 100 mm dan 150 mm relatif lebih tinggi. Nilai temperatur rata-rata pada ketebalan 100 mm dan 150 mm adalah  $23,64^{\circ}\text{C}$  dan  $22,92^{\circ}\text{C}$ .

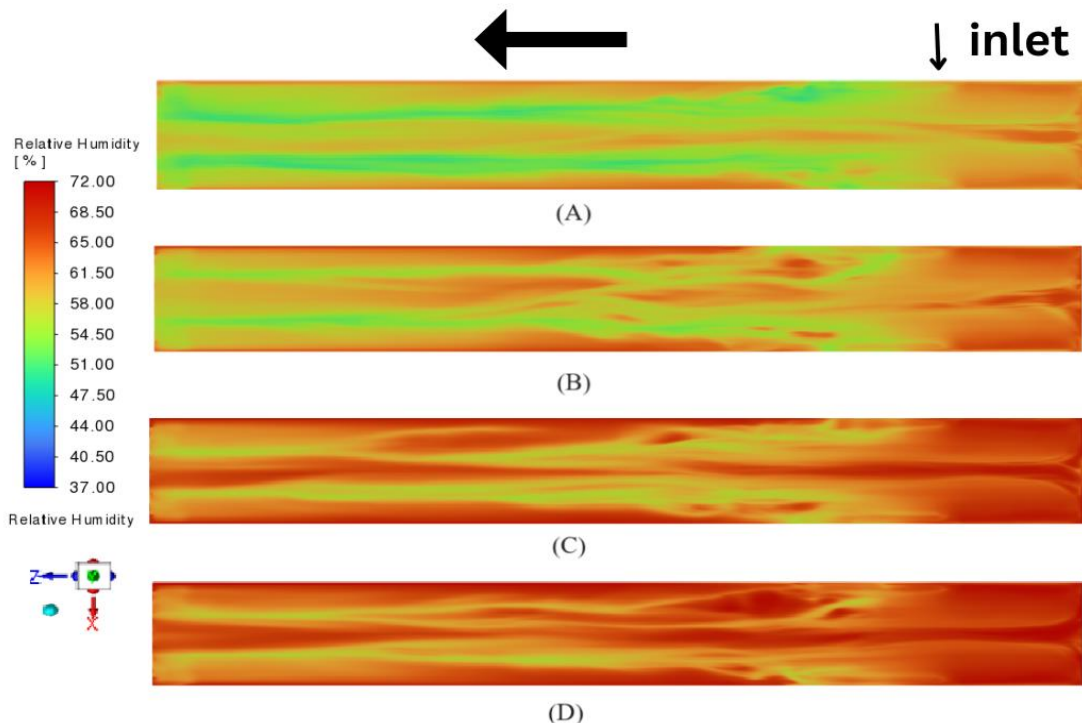
Jika dilihat pola aliran temperatur setelah melewati *evaporating cooling pad* lebih rendah dibandingkan dengan daerah yang berada di tengah kandang maupun daerah yang berada dekat *exhaust fan* hal ini di sebabkan oleh belum adanya pengaruh dari panas yang dihasilkan oleh ayam dan juga pola aliran yang lebih rendah disebabkan oleh ketebalan dari *evaporating cooling pad* yang menyebabkan terjadi penurunan suhu

ketika melewati *evaporating cooling pad*. Dimana pada ketebalan 300 mm terjadi penurunan temperatur  $\pm 9,71^{\circ}\text{C}$ . Pada ketebalan 200 mm terjadi penurunan temperatur  $\pm 9,43^{\circ}\text{C}$ . pada ketebalan 150 mm terjadi penurunan temperatur  $\pm 8,54^{\circ}\text{C}$ . Dan yang terakhir pada ketebalan 100 mm terjadi penurunan temperatur  $\pm 7,88^{\circ}\text{C}$ . Pada bagian dekat dinding, dapat dilihat memiliki temperatur relatif lebih tinggi. Hal ini disebabkan oleh kecepatan udara yang berada di dekat dinding lebih rendah dibandingkan dengan kecepatan yang berada di tengah, sehingga temperatur udara lebih lambat keluar kandang.

Dengan menganalisa kontur temperatur pada gambar 4.1 dapat diketahui bahwa variasi ketebalan 150 mm, 200 mm, 300 mm sesuai digunakan untuk kebutuhan kandang ayam yang berusia 29-35 hari dimana temperatur rata-rata nya berada pada rentang  $21-23^{\circ}\text{C}$ . Akan tetapi, untuk ketebalan 100 mm tidak dapat digunakan untuk kebutuhan ayam berusia 29-35 hari karena memiliki temperatur rata-rata  $23,64^{\circ}\text{C}$  Selisih temperatur antara ketebalan 100 mm, 150 mm, 200 mm, 300 mm yaitu sekitar  $1^{\circ}\text{C}$ .

#### 4.4 Analisis Kontur Kelembaban Relatif pada Ketinggian Ayam

Sub-bab ini menjelaskan tentang perbandingan kontur kelembaban relatif pada kandang ayam tipe *close house* dengan variasi ketebalan *evaporating cooling pad* yang digunakan yaitu variasi pada ketebalan 100 mm, 150 mm, 200 mm, 300 mm.



**Gambar 4.5** Perbandingan Kontur Kelembaban Relatif pada Ketinggian Ayam  $y=0.25$  m pada Variasi Ketebalan (a) 100 mm, (b) 150 mm, (c) 200 mm, (d) 300 mm.

Pada gambar (d) dengan ketebalan 300 mm terlihat bahwa pada ketebalan 300 mm kelembaban relatif nya sangat tinggi hal ini ditandai dengan kontur yang berwarna merah dengan kelembaban rata-rata pada ketebalan 300 mm adalah  $64,47\%$ . Pada

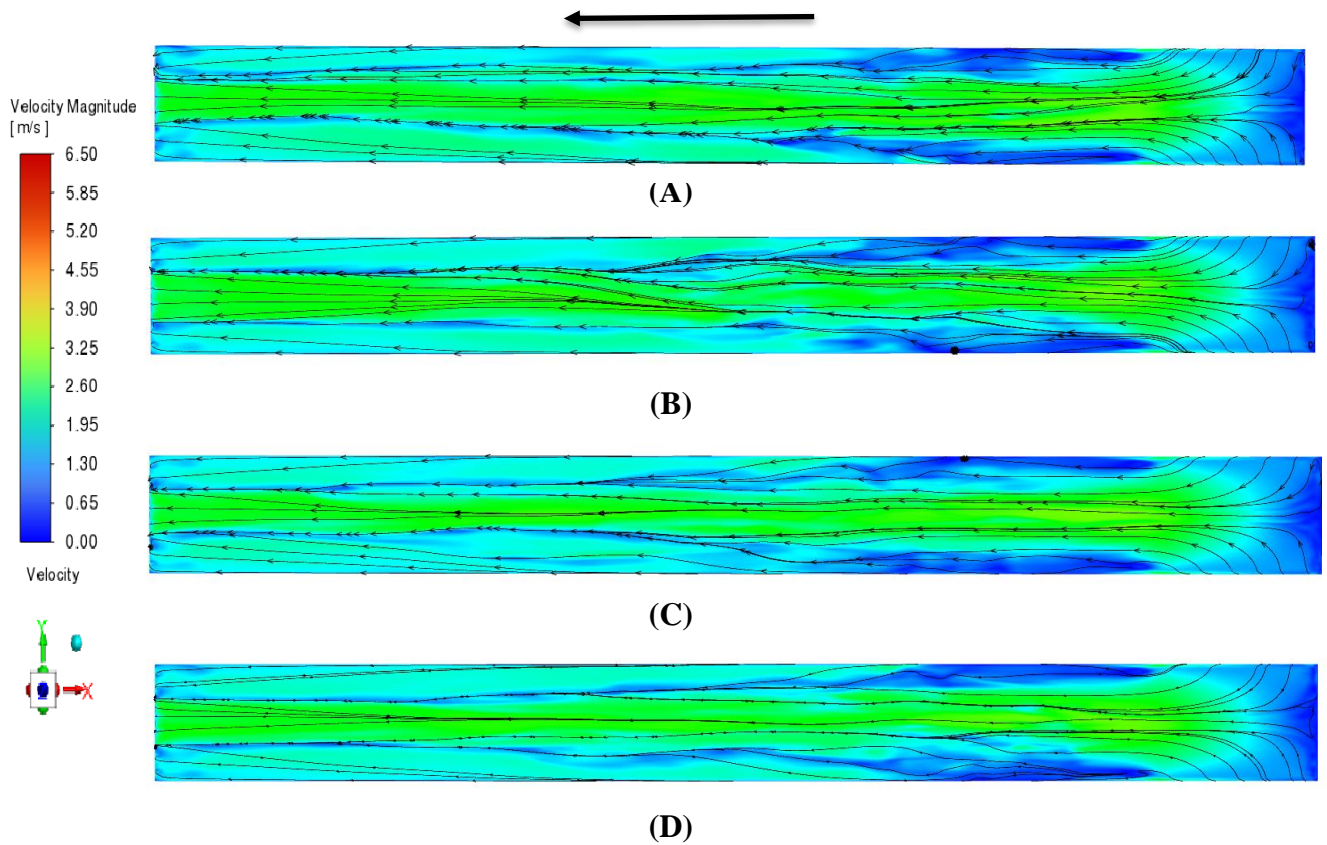
ketebalan 200 mm memiliki kontur berwarna merah kekuningan dengan kelembaban rata-rata pada ketebalan 200 mm adalah 63,01%. Sementara itu, pada ketebalan 100 mm dan 150 mm memiliki kelembaban relatif yang lebih rendah dibandingkan dengan ketebalan 200 mm dan 300 mm hal ini terlihat dari kontur pada ketebalan 100 mm berwarna hijau dan kontur pada ketebalan 150 mm berwarna kuning kehijauan. Artinya nilai kelembaban relatif pada ketebalan 100 mm dan 150 mm relatif lebih rendah. Nilai kelembaban relatif rata-rata pada ketebalan 100 mm dan 150 mm adalah 57,35% dan 59,91%.

Jika dilihat pola aliran kelembaban relatif setelah melewati *evaporating cooling pad* lebih tinggi dibandingkan dengan daerah yang berada di tengah kandang maupun daerah yang berada dekat *exhaust fan*. Hal ini disebabkan oleh udara yang melewati *evaporating cooling pad* mengalami penambahan kadar air. Dimana kelembaban relatif setelah melewati *evaporating cooling pad* di kondisikan pada rentang 60-70%. Selain itu, pola aliran yang lebih tinggi disebabkan oleh ketebalan dari *evaporating cooling pad* yang menyebabkan terjadi peningkatan kelembaban relatif ketika melewati *evaporating cooling pad*. Dimana pada ketebalan 100 mm terjadi peningkatan kelembaban relatif sebanyak  $\pm 22,83\%$ . Pada ketebalan 150 mm terjadi peningkatan kelembaban relatif sebanyak  $\pm 25,4\%$ . pada ketebalan 200 mm terjadi peningkatan kelembaban relatif sebanyak  $\pm 29,1\%$ . Dan yang terakhir pada ketebalan 300 mm terjadi peningkatan kelembaban relatif sebanyak  $\pm 30,3\%$ .

Dengan menganalisa kontur kelembaban relatif pada gambar 4.2 dapat diketahui bahwa variasi ketebalan 100 mm, 150 mm, 200 mm, dan 300 mm sesuai digunakan untuk kebutuhan kandang ayam yang berusia 29-35 hari dimana kelembaban relatif rata-ratanya berada pada rentang 50-65%. Sehingga ayam tidak mengalami *heat stress*. Selisih kelembaban relatif antara ketebalan 100 mm, 150 mm, 200 mm, 300 mm yaitu sekitar 2% hingga 3%.

#### **4.5 Analisis Kontur Kecepatan pada Ketinggian Ayam**

Sub-bab ini menjelaskan tentang perbandingan kontur kecepatan pada kandang ayam tipe *close house* dengan variasi ketebalan *evaporating cooling pad* yang digunakan yaitu variasi pada ketebalan 100 mm, 150 mm, 200 mm, 300 mm.



**Gambar 4.6** Perbandingan Kontur Kecepatan pada Ketinggian Ayam  $y=0.25$  m pada variasi Ketebalan (a) 100 mm, (b) 150 mm, (c) 200 mm, (d) 300 mm

Gambar 4.3 menunjukkan bahwa kontur kecepatan pada ketinggian ayam dengan berbagai variasi ketebalan tidak mengalami perbedaan yang signifikan. Hal ini terjadi karena *boundary condition* yang digunakan yaitu *velocity inlet* dengan kecepatan *inlet* konstan sebesar 1.2 m/s. Warna biru sendiri pada kontur kecepatan tersebut memiliki kecepatan yang rendah dibandingkan dengan warna hijau, dan kecepatan yang berada di dinding lebih rendah dibandingkan kecepatan yang berada di tengah kandang. Dari pola *streamtace* nya menunjukkan bahwa pola kecepatan angin ketika masuk kandang yaitu angin masuk dari *evaporating cooling pad* kiri dan kanan kemudian saling bertabrakan di tengah kandang sehingga kecepatan di tengah kandang lebih tinggi dibandingkan dengan yang dekat dinding. Kecepatan rata-rata pada variasi ketebalan 100 mm yaitu 2.05 m/s, pada ketebalan 150 mm yaitu 2.01 m/s, pada ketebalan 200 mm yaitu 1.95 m/s dan yang terakhir pada ketebalan 300 mm yaitu 1.90 m/s. Jika dilihat dari nilai rata-rata nya, maka ketebalan 300 mm memiliki nilai kecepatan yang lebih rendah.

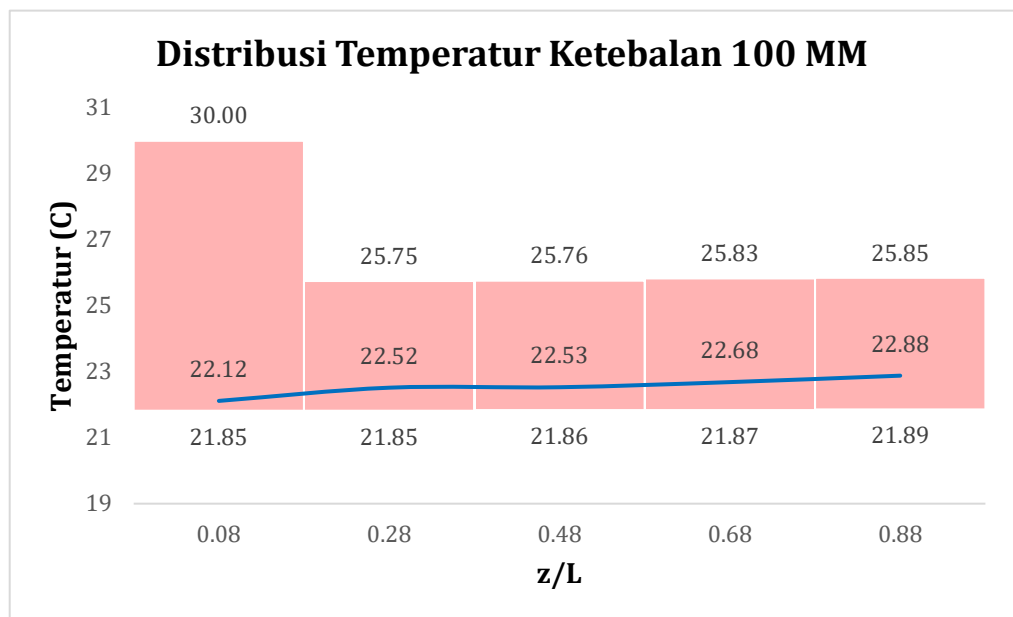
Dengan menganalisa kontur diatas dapat diketahui bahwa variasi pada ketebalan 100 mm, 150 mm, 200 mm, 300 mm dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan ayam yang berusia 29-35 hari. Batas rentang kecepatannya tidak melebihi 3 m/s.

#### 4.6 Analisis Distribusi Temperatur pada Kandang Ayam

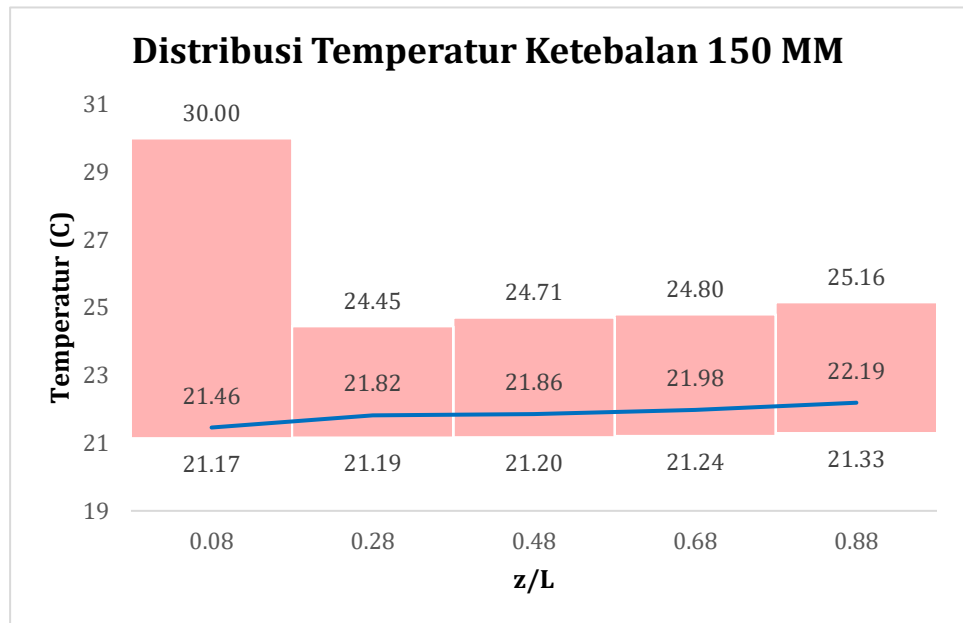
Pada sub-bab ini akan dijelaskan mengenai temperatur yang ada pada kandang ayam. Hal tersebut meliputi data kualitatif dan data kuantitatif seperti distribusi kontur distribusi temperatur, grafik nilai maksimum, minimum, dan rata-rata temperatur, dan grafik perbandingan nilai temperatur rata-rata pada kandang. Dalam pendistribusiannya kandang dibagi menjadi lima penampang yaitu  $z/l$  0.08, 0.28, 0.48, 0.68, 0.88 untuk lebih mudah diketahui pola distribusi nilai temperatur di dalam kandang.

##### 4.6.1 Analisis Nilai Temperatur pada Kandang Ayam

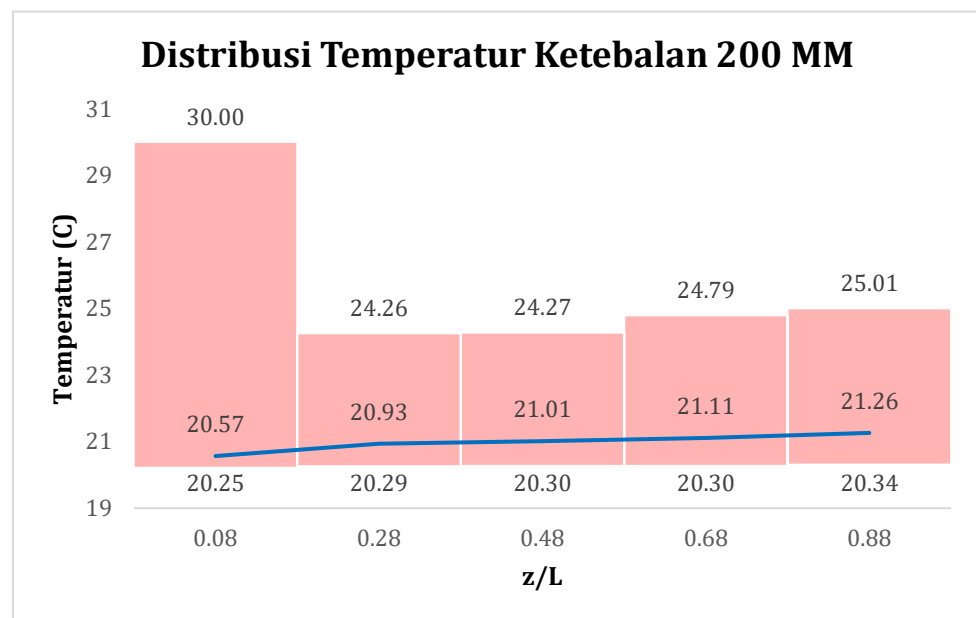
Pada sub-bab ini akan membahas tentang data kuantitatif berupa grafik nilai temperatur pada kandang ayam tipe *close house* dengan variasi ketebalan *evaporating cooling pad* pada penampang  $z/l$  yaitu 0.08, 0.28, 0.48, 0.68, dan 0.88. Grafik ini didapatkan dari nilai grafik yang berada di *Ansys Fluent*. Pengambilan data ini bertujuan untuk mengetahui nilai temperatur maksimum, minimum, dan nilai rata-rata pada penampang sepanjang  $z/l$ . Berikut grafik distribusi Temperatur pada penampang sepanjang  $z/l$ .



(a)

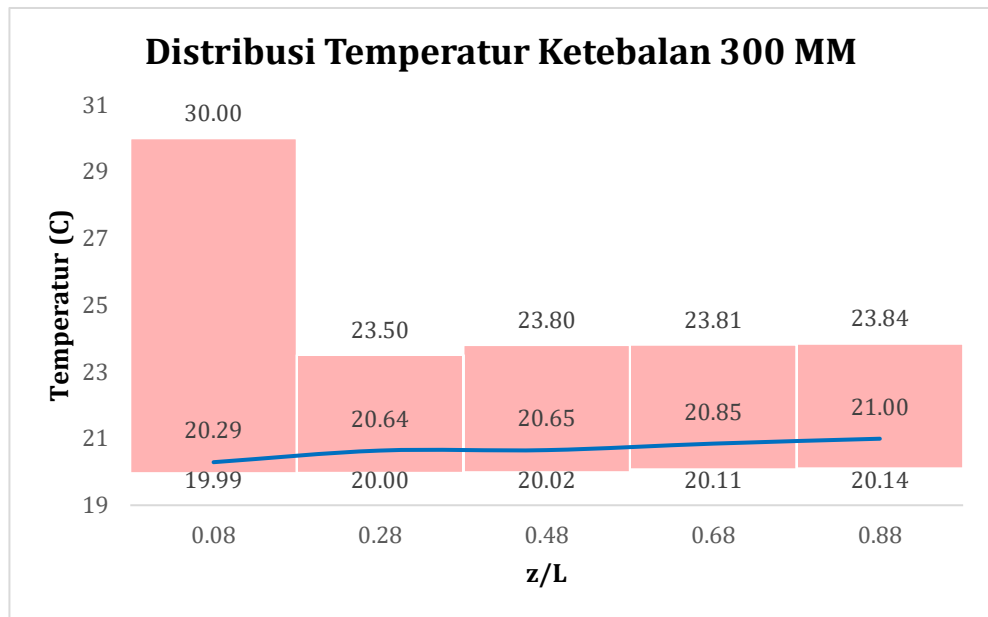


(b)



(c)





(d)

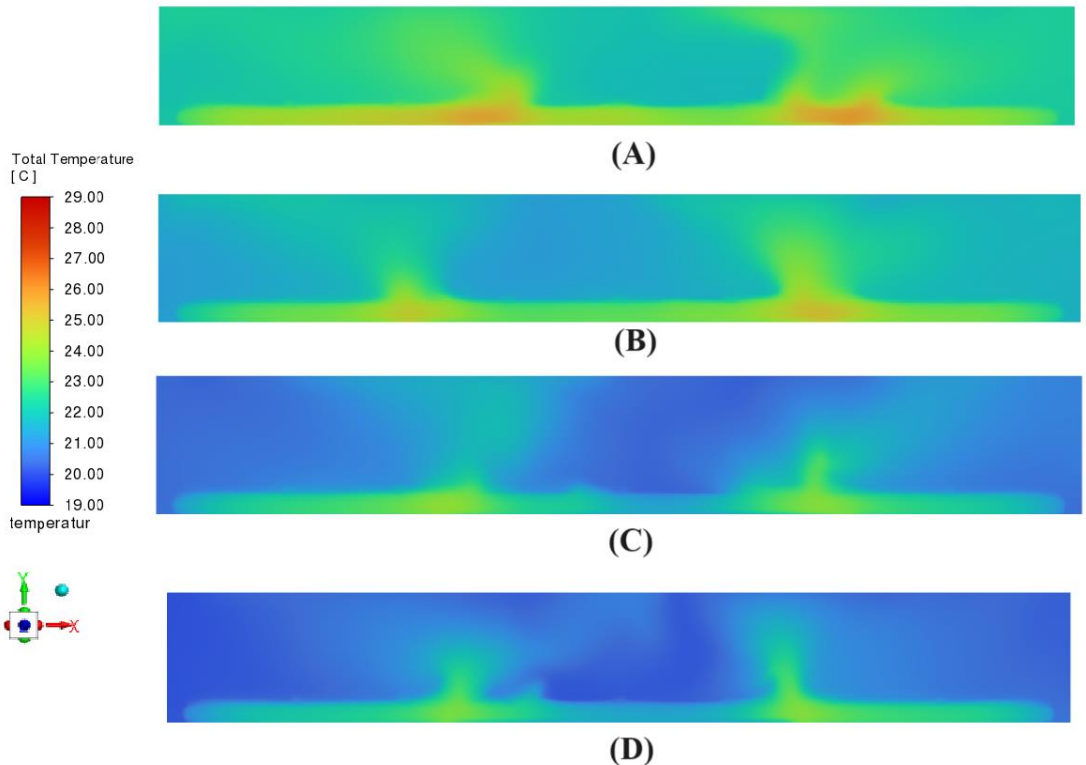
**Gambar 4.7** Grafik Distribusi Temperatur Kandang Ayam pada variasi Ketebalan (a) 100 mm, (b) 150 mm, (c) 200 mm, (d) 300 mm

Gambar 4.7 diketahui bahwa semua variasi pada penampang 0.08 m atau 10 m dari Panjang kandang memiliki nilai temperatur maksimum yaitu sekitar 28°C. Nilai tersebut merupakan nilai temperature *inlet* pada kandang yang disesuaikan dengan suhu yang ada di Gresik sekitar 30°C. Bagian penampang  $z/l$  0.08 merupakan bagian daerah *evaporating cooling pad* dimana temperatur luar mengalami penurunan dapat dilihat temperatur awal masuk mengalami penurunan sekitar 21°C pada ketebalan 100 mm dan 150 mm dan penurunan sekitar 20°C pada ketebalan 200 mm dan 300 mm. Penurunan temperatur pada ketebalan 100 mm sampai 300 mm sekitar 8°C sampai 9°C.

Jika dilihat dari temperatur maksimum masing-masing penampang, pada penampang  $z/l$  0.08 temperatur maksimumnya terdapat pada semua ketebalan dengan nilai 30°C. Pada penampang  $z/l$  0.28, temperatur maksimumnya terdapat pada ketebalan 100 mm dengan nilai 25.75°C. selanjutnya pada penampang  $z/l$  0.48 temperatur maksimumnya terdapat pada ketebalan 100 mm dengan nilai 25.76°C. kemudian pada penampang  $z/l$  0.68 temperatur maksimumnya terdapat pada ketebalan 100 mm dengan nilai 25.83°C. Dan yang terakhir pada penampang  $z/l$  0.88 temperatur maksimumnya terdapat pada ketebalan 100 mm dengan nilai 25.85°C. Selain itu, temperatur penampang setelah melewati *evaporating cooling pad* pada penampang 0.28 hingga penampang 0.88 relatif tidak ada fluktuasi yang signifikan.

#### 4.6.2 Analisis Kontur Temperatur pada Kandang Ayam

Pada sub-bab ini membahas data kualitatif berupa kontur temperatur yang melintasi kandang ayam tipe *close house* dengan variasi 100 mm, 150 mm, 200 mm, 300 mm, pada penampang z/l. Hal ini dilakukan untuk mengetahui gambaran distribusi temperatur yang berada di dekat *exhaust fan* dan juga digunakan untuk membandingkan distribusi temperatur dengan variasi-variasi yang ada. Data kontur ini diambil menggunakan *tools contour* yang ada pada *ANSYS Fluent*. Data kontur yang telah didapatkan sebagai berikut.



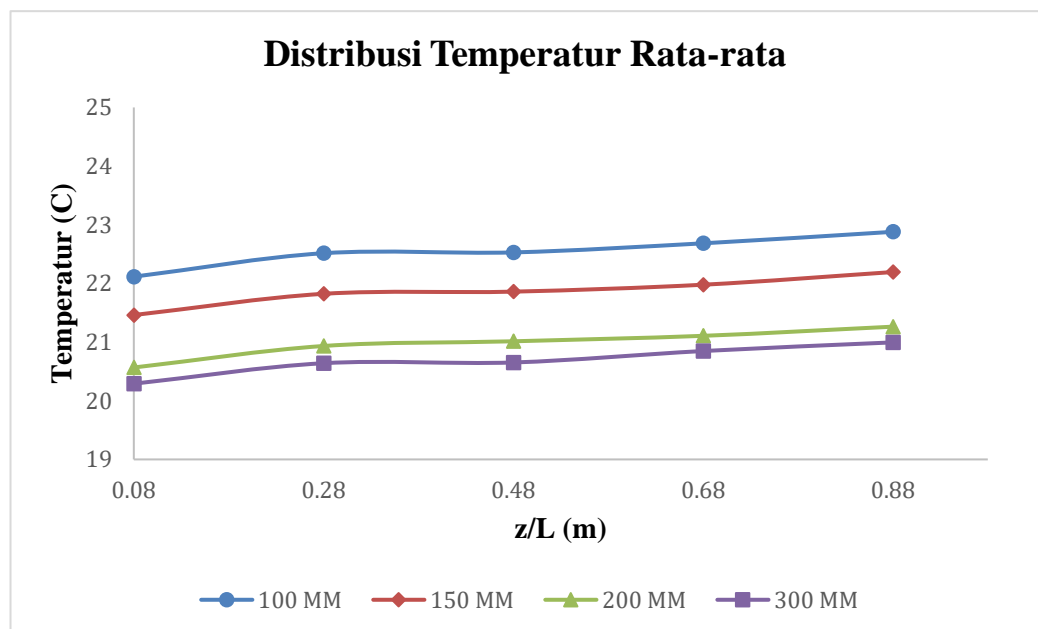
**Gambar 4.8** Kontur Temperatur pada penampang Kandang Ayam  $z/l = 0.88$  pada Variasi Ketebalan (a) 100 mm, (b) 150 mm, (c) 200 mm, (d) 300 mm

Dari gambar 4.8 dapat diketahui bahwa pada ketebalan 300 mm memiliki temperatur terendah dibandingkan dengan variasi pada ketebalan 100 mm, 150 mm, dan 200 mm. temperatur tersebut meliputi temperatur pada level ketinggian ayam dan temperatur ruangan diatas ketinggian ayam. Dapat dilihat bahwa pada variasi 300 mm memiliki warna sedikit kehijauan pada level ketinggian ayam dan warna biru pada level diatas ketinggian ayam. Hal ini berarti bahwa pada daerah tersebut memiliki temperatur yang relatif rendah. Selain itu, warna biru menunjukkan bahwa temperatur lebih rendah dibandingkan warna hijau. Sehingga dapat diketahui bahwa temperatur diatas ketinggian ayam lebih rendah dibandingkan dengan temperatur pada level ayam. Hal ini dapat terjadi karena pada level ayam terdapat panas ayam yang dihasilkan oleh ayam. Sementara itu pada variasi 100 mm warna pada level ketinggian ayam berwarna kuning

kemerahan dan pada level diatas ketinggian ayam berwarna kehijauan, pada variasi 150 mm warna pada level ketinggian ayam berwarna kuning dan pada level diatas ketinggian ayam berwarna biru kehijauan, pada variasi 200 mm warna pada level ketinggian ayam berwarna hijau kekuningan dan pada level diatas ketinggian ayam berwarna biru kehijauan. Hal ini diketahui bahwa ketebalan 300 mm menunjukkan nilai temperatur yang lebih rendah dibandingkan ketebalan lainnya karena penurunan temperatur pada ketebalan 300 mm lebih tinggi dibandingkan dengan ketebalan pada variasi lainnya.

#### 4.6.3 Analisis Perbandingan Nilai Temperatur Rata-rata pada Kandang Ayam

Pada sub-bab ini menjelaskan data kuantitatif berupa grafik perbandingan nilai temperatur rata-rata yang melintasi kandang ayam tipe *close house* dengan variasi 100 mm, 150 mm, 200 mm, 300 mm. Data tersebut diambil pada penampang z/l yaitu 0.08, 0.28, 0.48, 0.68, 0.88. sehingga dengan grafik tersebut dapat diketahui secara lebih jelas perbandingan nilai temperatur rata-rata pada setiap variasi.



**Gambar 4.9** Grafik Perbandingan Temperatur Rata-rata pada variasi Ketebalan (a) 100 mm, (b) 150 mm, (c) 200 mm, (d) 300 mm

Gambar 4.9 diketahui bahwa pada ketebalan 300 mm memiliki nilai temperatur relatif lebih rendah dibandingkan ketebalan 100 mm, 150 mm, 200 mm. Hal itu dapat diketahui dari posisi garisnya pada ketebalan 300 mm terletak dibawah variasi lainnya. Artinya temperatur pada daerah tersebut lebih rendah. Hal ini sesuai dengan teori yang ada bahwa semakin tebal dari *evaporating cooling pad* maka temperatur yang ada di dalam kandang akan semakin rendah, karena semakin tebal *evaporating cooling pad* maka udara yang bergerak lebih lambat dan memiliki lebih banyak waktu untuk mengalami

pendinginan melalui proses evaporasi. Dari gambar tersebut juga dapat dilihat bahwa temperatur pada sepanjang kandang memiliki tren naik. Hal ini dapat terjadi karena terdapat panas ayam yang menjadikan temperatur rata-rata menjadi naik sehingga pada daerah dekat *exhaust fan* memiliki temperatur yang paling tinggi dibandingkan daerah lainnya akibat akumulasi panas dari ayam.

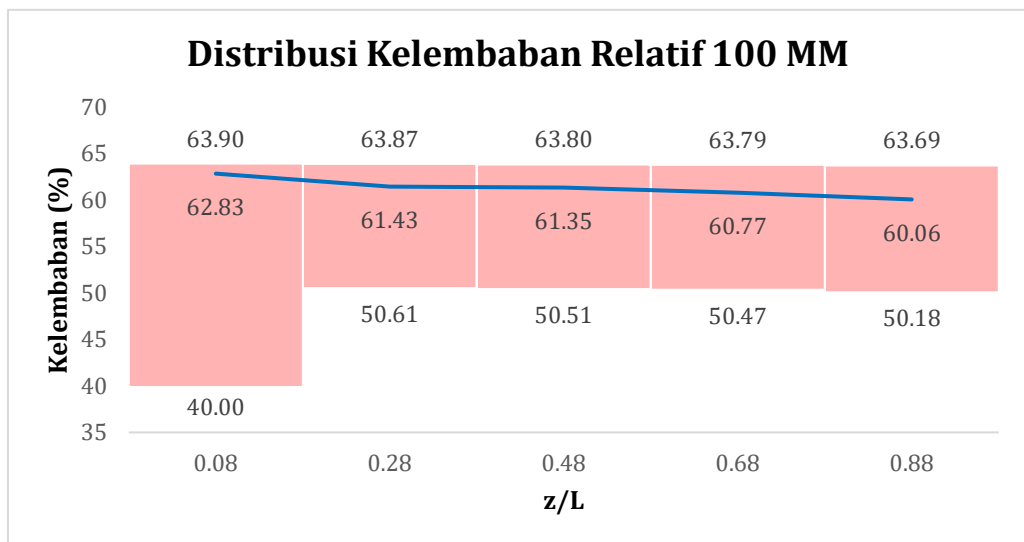
Dengan menganalisa grafik perbandingan temperatur rata-rata pada gambar 4.9 dapat diketahui bahwa ketebalan 100 mm, 150 mm sesuai digunakan untuk memenuhi kebutuhan ayam berusia 29-35 hari Dimana temperatur rata-rata nya berada pada rentang 21-23°C. Akan tetapi untuk ketebalan 200 mm dan 300 mm berada pada temperatur rata-rata 20.98°C dan 20.69°C, sedikit berada dibawah 21°C.

#### 4.7 Analisis Distribusi Kelembaban Relatif pada Kandang Ayam

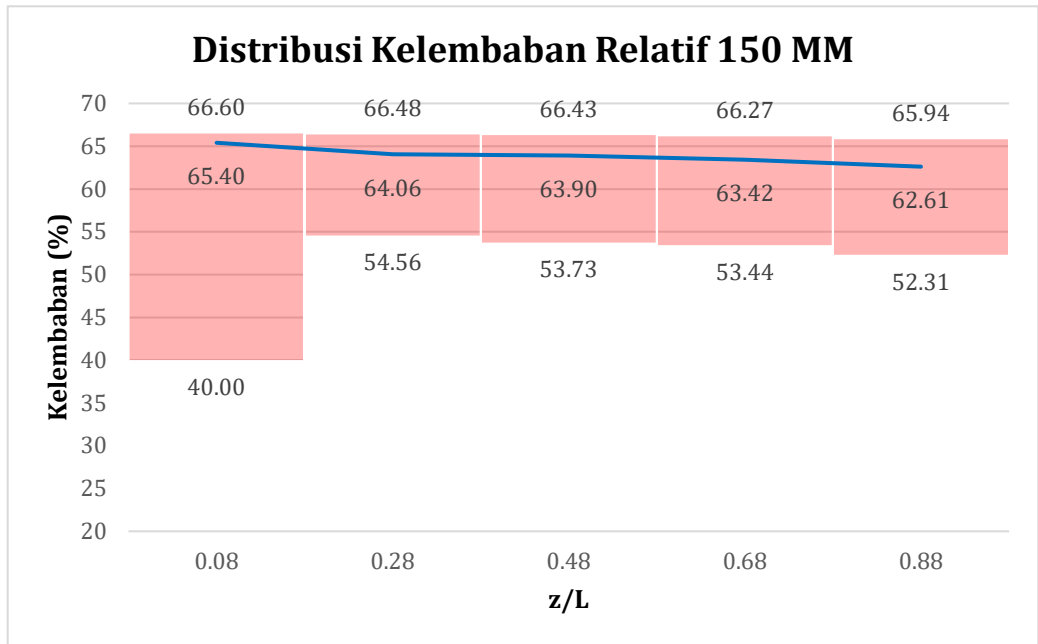
Pada sub-bab ini akan dijelaskan mengenai kelembaban relatif yang ada pada kandang ayam. Hal tersebut meliputi data kualitatif dan data kuantitatif seperti distribusi kontur distribusi kelembaban relatif, grafik nilai maksimum, minimum, dan rata-rata kelembaban relatif, dan grafik perbandingan nilai kelembaban rata-rata pada kandang. Dalam pendistribusiannya kandang dibagi menjadi lima penampang yaitu  $z/l$  0.08, 0.28, 0.48, 0.68, 0.88 untuk lebih mudah diketahui pola distribusi nilai kelembaban relatif di dalam kandang.

##### 4.7.1 Analisis Nilai kelembaban Relatif pada Kandang Ayam

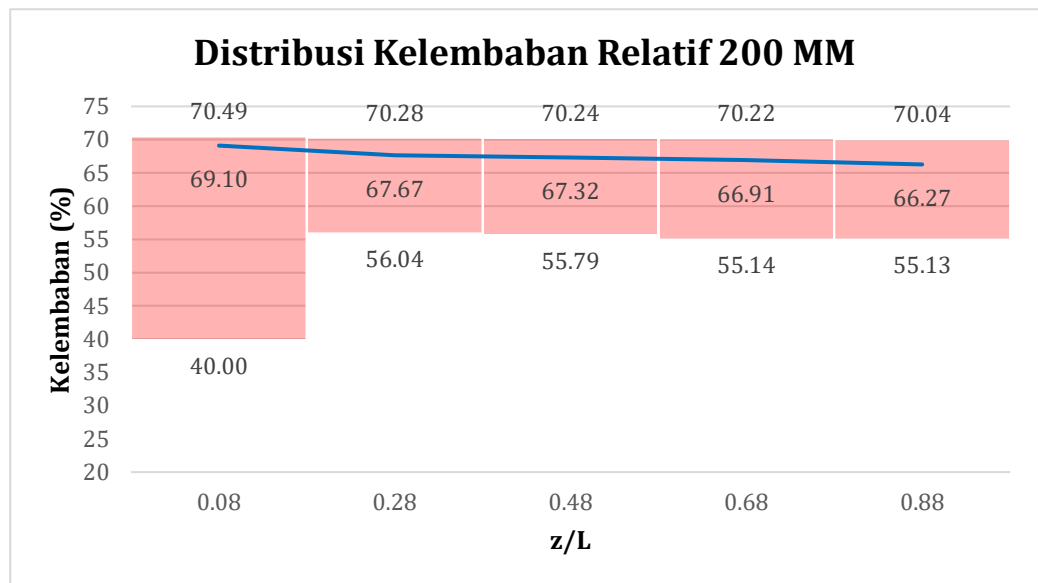
Pada sub-bab ini membahas tentang nilai kuantitatif berupa nilai Kelembaban Relatif pada kandang ayam tipe *close house* dengan variasi ketebalan *evaporating cooling pad* pada penampang  $z/l$  yaitu 0.8, 0.28, 0.48, 0.68, dan 0.88. Grafik ini didapatkan dari nilai grafik yang berada di *Ansys Fluent*. Pengambilan data ini bertujuan untuk mengetahui nilai kelembaban relatif maksimum, minimum, dan nilai rata-rata pada penampang sepanjang  $z/l$  dari kontur yang sudah di dapatkan sebelumnya. Berikut grafik distribusi kelembaban relatif pada penampang sepanjang  $z/l$ .



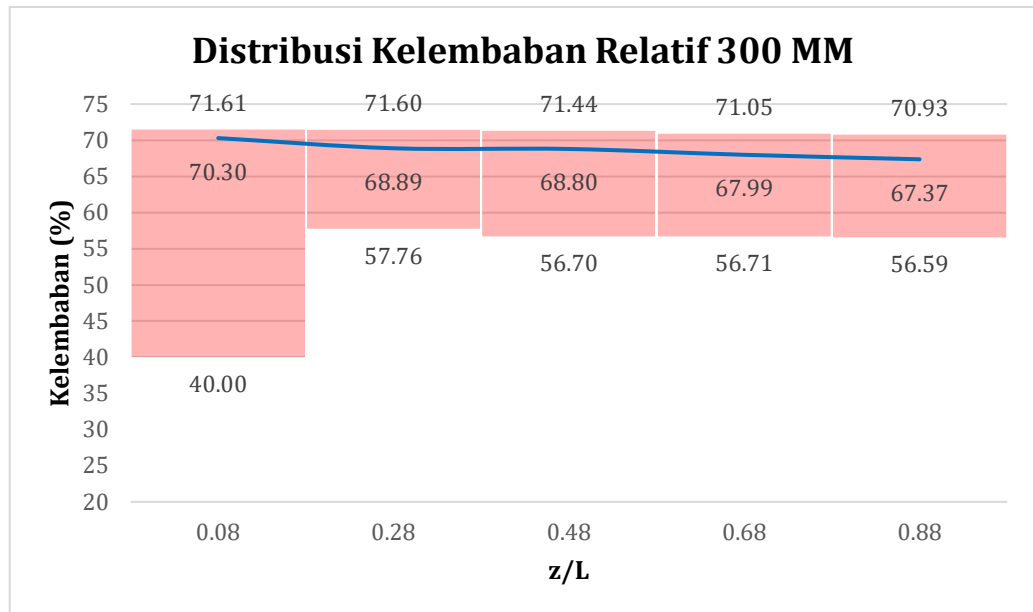
(a)



(b)



(c)



(d)

**Gambar 4.10** Grafik Distribusi Kelembaban Relatif Kandang Ayam pada variasi Ketebalan (a) 100 mm, (b) 150 mm, (c) 200 mm, (d) 300 mm

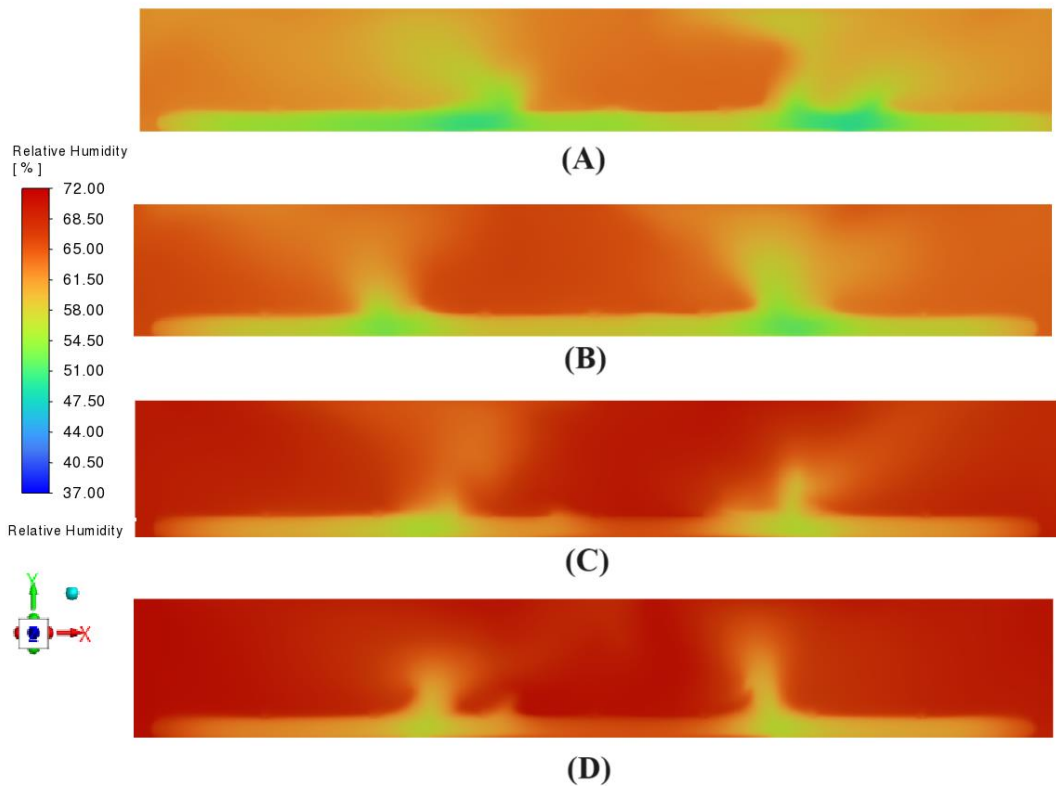
Gambar 4.10 dapat diketahui pada bagian penampang  $z/l$  0.08 merupakan bagian daerah *evaporating colling pad*. Dimana udara dengan kelembaban relatif 40% masuk ke dalam kandang melalui *evaporating cooling pad* dan mengalami kenaikan kelembaban relatif. Nilai kelembaban relatif setelah melewati *evaporating cooling pad* pada ketebalan 100 mm yaitu 62%, pada ketebalan 150 mm yaitu 65%, pada ketebalan 200 mm yaitu 69% dan yang terakhir ketebalan 300 mm yaitu 70%. Kenaikan kelembaban relatif pada ketebalan 100 mm hingga 300 mm sekitar 22-30%.

Jika dilihat dari kelembaban rata-rata pada masing-masing penampang, pada penampang  $z/l$  0.08, kelembaban relatif rata-rata terendah terdapat pada semua ketebalan dengan nilai 40%. Pada penampang  $z/l$  0.28, kelembaban relatif rata-rata terendah terdapat pada ketebalan 100 mm dengan nilai 50.61%. selanjutnya pada penampang  $z/l$  0.48 kelembaban relatif rata-rata terendah terdapat pada ketebalan 100 mm dengan nilai 50.51%. kemudian pada penampang  $z/l$  0.68 kelembaban relatif rata-rata terendah terdapat pada ketebalan 100 mm dengan nilai 50.47%. Dan yang terakhir pada penampang  $z/l$  0.88 kelembaban relatif rata-rata terendah terdapat pada ketebalan 100 mm dengan nilai 50.18%

#### 4.7.2 Analisis Kontur Kelembaban Relatif pada Kandang Ayam

Pada sub-bab ini membahas data kualitatif berupa kontur kelembaban relatif yang melintasi kandang ayam tipe *close house* dengan variasi 100 mm,

150 mm, 200 mm, 300 mm, pada penampang z/l. Hal ini dilakukan untuk mengetahui gambaran distribusi kelembaban relatif yang berada di dekat *exhaust fan* dan juga digunakan untuk membandingkan distribusi kelembaban relatif dengan variasi-variasi yang ada. Data kontur ini diambil menggunakan *tools contour* yang ada pada *ANSYS Fluent*. Data kontur yang telah didapatkan sebagai berikut.



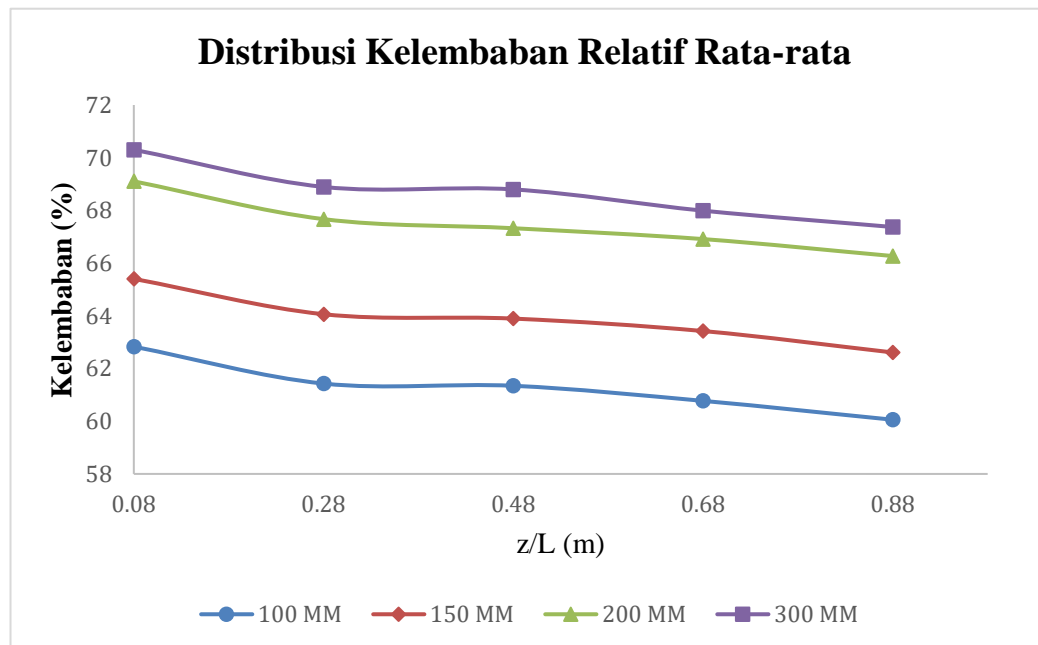
**Gambar 4.11** Kontur Kelembaban Relatif pada penampang Kandang Ayam  $z/l=0.88$  pada Variasi Ketebalan (a) 100 mm, (b) 150 mm, (c) 200 mm, (d) 300 mm

Dari gambar 4.11 dapat diketahui bahwa pada ketebalan 300 mm memiliki kelembaban relatif tertinggi dibandingkan dengan variasi pada ketebalan 100 mm, 150 mm, dan 200 mm. Kelembaban relatif tersebut meliputi kelembaban relatif pada level ketinggian ayam dan kelembaban relatif ruangan diatas ketinggian ayam. Dapat dilihat bahwa pada variasi 300 mm memiliki warna sedikit oranye pada level ketinggian ayam dan warna merah pada level diatas ketinggian ayam. Hal ini berarti bahwa pada daerah tersebut memiliki kelembaban relatif yang tinggi. Selain itu, warna oranye menunjukkan bahwa kelembaban relatif lebih rendah dibandingkan warna merah. Sehingga dapat diketahui bahwa kelembaban relatif diatas ketinggian ayam lebih tinggi dibandingkan dengan kelembaban relatif pada level ayam. Hal ini dapat terjadi karena pada level ayam terdapat panas ayam yang dihasilkan oleh ayam. Sementara itu pada variasi 100 mm warna pada level ketinggian ayam berwarna

hijau dan pada level diatas ketinggian ayam berwarna sedikit kekuningan, pada variasi 150 mm warna pada level ketinggian ayam berwarna kuning kehijauan dan pada level diatas ketinggian ayam berwarna kuning, pada variasi 200 mm warna pada level ketinggian ayam berwarna kuning dan sedikit oranye dan pada level diatas ketinggian ayam berwarna oranye dengan sedikit kemerahan. Hal ini diketahui bahwa ketebalan 300 mm menunjukkan nilai kelembaban relatif yang lebih tinggi dibandingkan ketebalan lainnya karena terjadi peningkatan kelembaban relatif pada ketebalan 300 mm lebih tinggi dibandingkan dengan ketebalan pada variasi lainnya. Hal ini disebabkan oleh semakin tebal *evaporating cooling pad*, maka semakin lembab temperatur yang berada di dalam kandang ayam.

#### 4.7.3 Analisis Perbandingan Nilai Kelembaban Rata-rata pada Kandang Ayam

Pada sub-bab ini menjelaskan data kuantitatif berupa grafik perbandingan nilai kelembaban relatif rata-rata yang melintasi kandang ayam tipe *close house* dengan variasi 100 mm, 150 mm, 200 mm, 300 mm. Data tersebut diambil pada penampang  $z/l$  yaitu 0.08, 0.28, 0.48, 0.68, 0.88. sehingga dengan grafik tersebut dapat diketahui secara lebih jelas perbandingan nilai kelembaban relatif rata-rata pada setiap variasi.



**Gambar 4.12** Grafik Perbandingan Kelembaban pada Kandang Ayam pada Variasi Ketebalan (a) 100 mm, (b) 150 mm, (c) 200 mm, (d) 300 mm

Gambar 4.12 menunjukkan perbandingan kelembaban rata-rata pada kandang ayam. Dari grafik tersebut dapat diketahui bahwa pada ketebalan 300 mm memiliki kelembaban relatif lebih tinggi dibandingkan dengan ketebalan lainnya, hal ini terlihat dari posisi garis yang lebih tinggi. Artinya kelembaban



relatif pada daerah tersebut lebih tinggi. Selain itu juga terjadi tren penurunan kelembaban sepanjang kandang yang diakibatkan oleh panas dari ayam, sehingga temperatur rata-rata menjadi naik dan kelembaban relatif menjadi turun. Daerah yang berada di dekat *exhaust fan* memiliki kelembaban relatif yang lebih rendah akibat dari adanya pengurangan nilai kelembaban relatif oleh panas ayam.

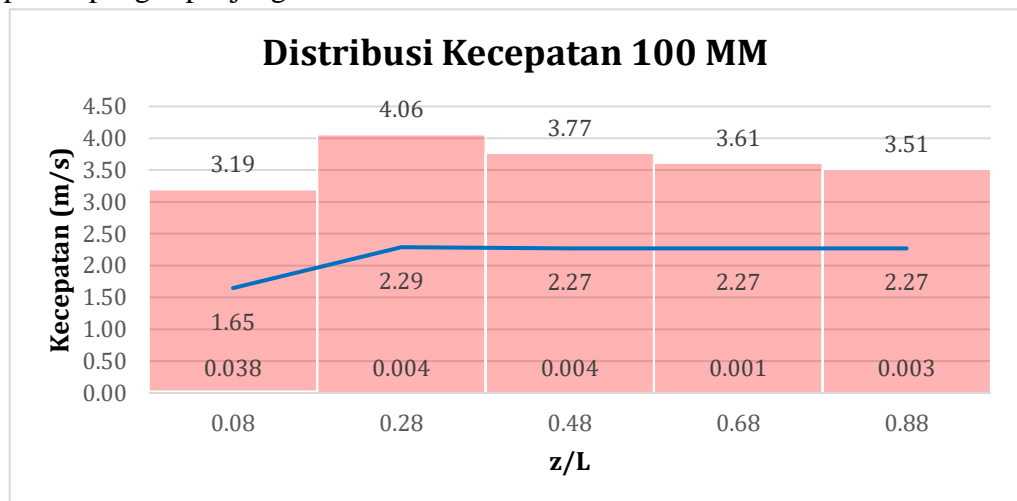
Dengan menganalisa grafik perbandingan kelembaban relatif rata-rata pada gambar 4.12 dapat diketahui bahwa ketebalan 100 mm, 150 mm sesuai digunakan untuk memenuhi kebutuhan ayam berusia 29-35 hari Dimana kelembaban relatif rata-rata nya berada pada rentang 50-65%. Akan Tetapi, untuk ketebalan 200 mm dan 300 mm berada pada kelembaban relatif rata-rata 67% dan 68% sedikit melampaui batas yang diizinkan. Nilai tersebut melebihi dari batas ayam yang berusia 29-35 hari

#### 4.8 Analisis Distribusi Kecepatan pada Kandang Ayam

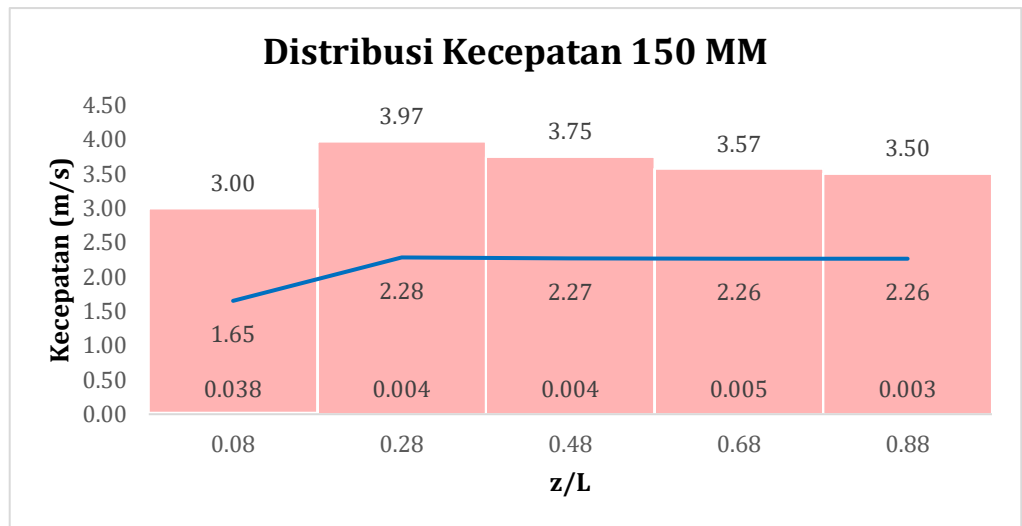
Pada sub-bab ini akan dijelaskan mengenai kecepatan yang ada pada kandang ayam. Hal tersebut meliputi data kualitatif dan data kuantitatif seperti distribusi kontur distribusi kecepatan, grafik nilai maksimum, minimum, dan rata-rata kecepatan, dan grafik perbandingan nilai kecepatan rata-rata pada kandang. Dalam pendistribusiannya kandang dibagi menjadi lima penampang yaitu  $z/L$  0.08, 0.28, 0.48, 0.68, 0.88 untuk lebih mudah diketahui pola distribusi nilai kecepatan di dalam kandang.

##### 4.8.1 Analisis Nilai Kecepatan pada Kandang Ayam

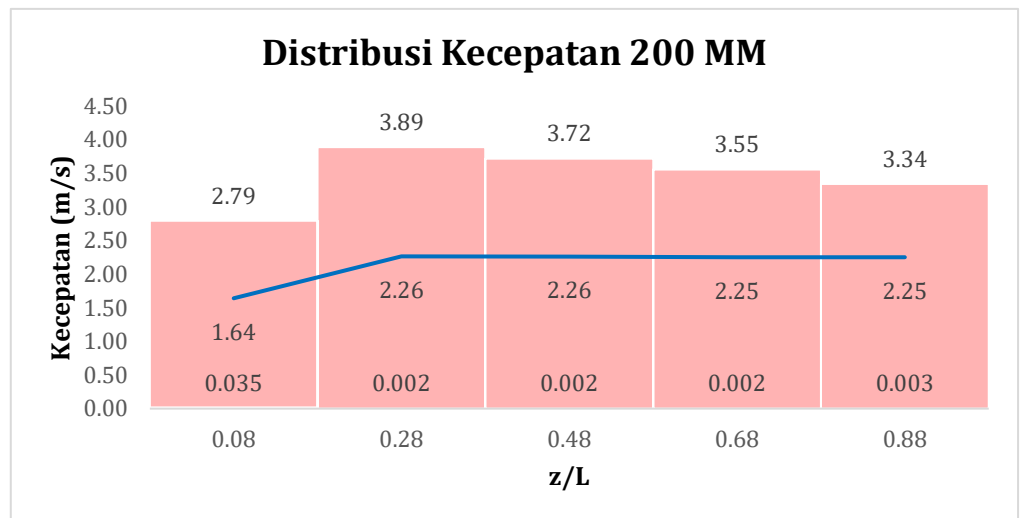
Pada sub-bab ini membahas tentang nilai kuantitatif berupa nilai kecepatan pada kandang ayam tipe *close house* dengan variasi ketebalan *evaporating cooling pad* pada penampang  $z/L$  yaitu 0.8, 0.28, 0.48, 0.68, dan 0.88. Grafik ini didapatkan dari nilai grafik yang berada di *Ansys Fluent*. Pengambilan data ini bertujuan untuk mengetahui nilai kecepatan maksimum, minimum, dan nilai rata-rata pada penampang sepanjang  $z/L$  dari kontur yang sudah di dapatkan sebelumnya. Berikut grafik distribusi kecepatan pada penampang sepanjang  $z/L$ .



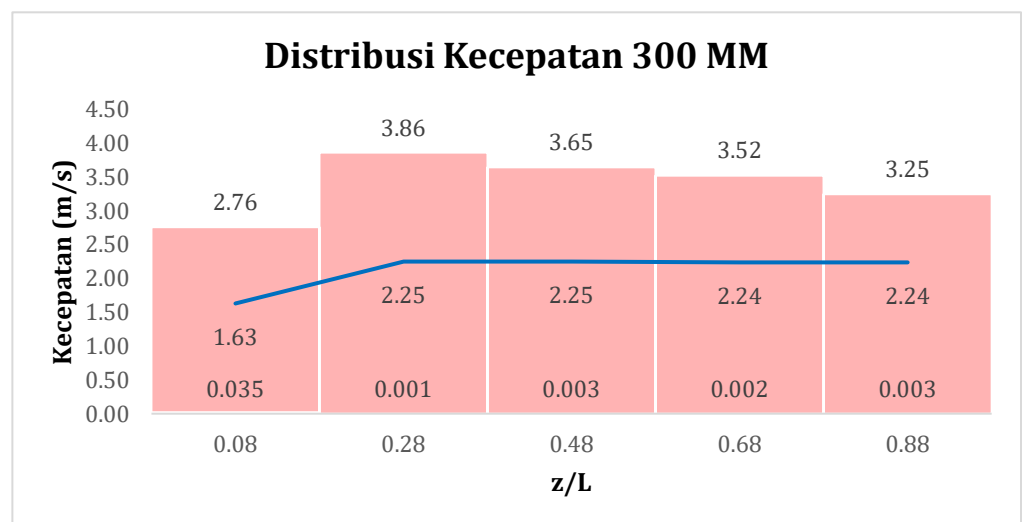
(a)



(b)



(c)



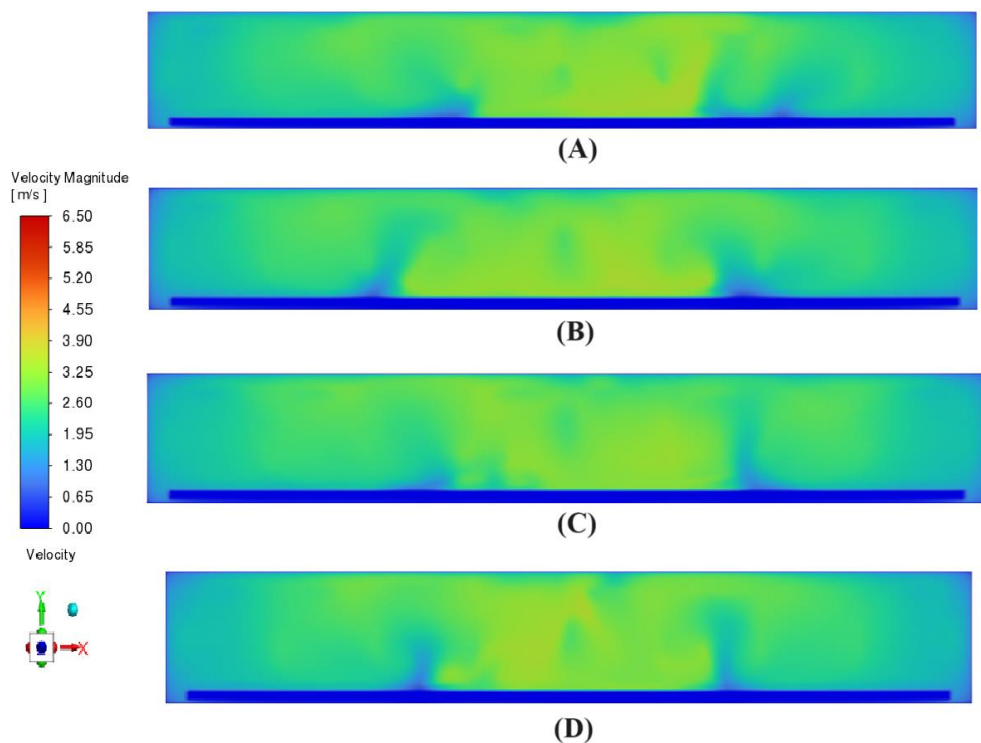
(d)

**Gambar 4.13** Grafik Distribusi Kecepatan pada Kandang Ayam pada Variasi Ketebalan (a) 100 mm, (b) 150 mm, (c) 200 mm, (d) 300 mm

Gambar 4.13 diketahui bahwa semua variasi pada penampang 0.08 m atau 10 m adalah daerah pada *evaporating cooling pad* dengan kecepatan masuk 1.2 m/s. kecepatan masuk rata-rata pada semua variasi ketebalan yaitu 1.6 m/s. Hal ini terjadi karena udara dari *evaporating cooling pad* sebelah kiri dan kanan saling bertabrakan sehingga udara berkumpul ditengah. Pada penampang 0.28 m terjadi kenaikan kecepatan. Hal ini disebabkan oleh udara yang bertabrakan sebelumnya berkumpul ditengah sebelum akhirnya diteruskan sepanjang kandang. Selanjutnya penampang z/l 0.48, 0.68, 0.88 kecepatannya cenderung stabil sampai ke bagian dekat *exhaust fan*. Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa ketebalan 300 mm memiliki kecepatan yang rendah hal ini karena semakin tebal *evaporating cooling pad* maka semakin tebal hambatan yang terjadi yang membuat kecepatan nya lebih rendah.

#### 4.8.2 Analisis Kontur Kecepatan pada Kandang Ayam

Pada sub-bab ini membahas data kualitatif berupa kontur kecepatan yang melintasi kandang ayam tipe *close house* dengan variasi 100 mm, 150 mm, 200 mm, 300 mm, pada penampang z/l. Hal ini dilakukan untuk mengetahui gambaran distribusi kecepatan yang berada di dekat *exhaust fan* dan juga digunakan untuk membandingkan distribusi kecepatan dengan variasi-variasi yang ada. Data kontur ini diambil menggunakan *tools contour* yang ada pada *ANSYS Fluent*. Data kontur yang telah didapatkan sebagai berikut.

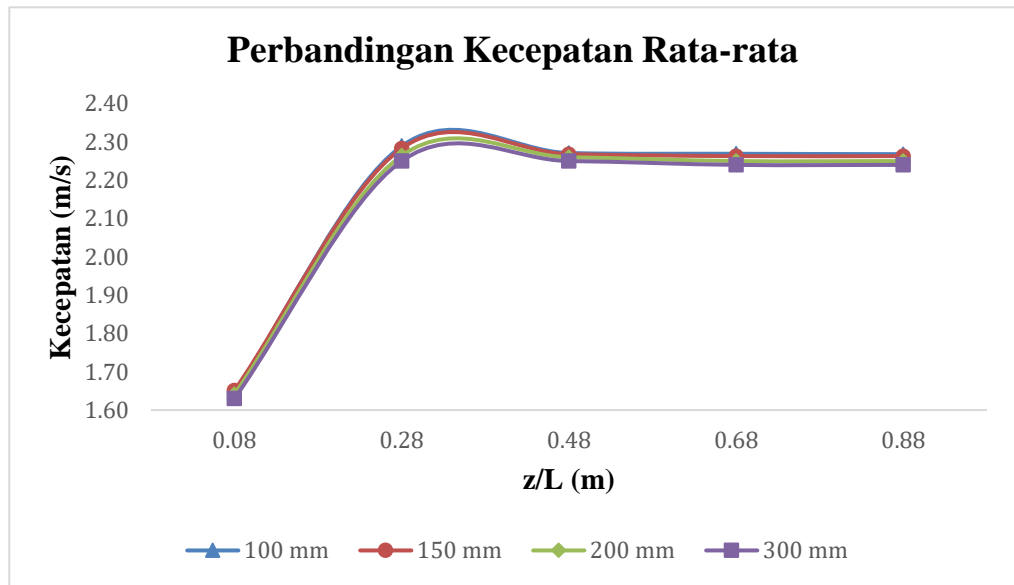


**Gambar 4.14** Kontur Kecepatan pada Penampang Kandang Ayam  $z/l = 0.88$  pada Variasi Ketebalan (a) 100 mm, (b) 150 mm, (c) 200 mm, (d) 300 mm

Dari gambar 4.14 dapat diketahui bahwa pada ketebalan 100 mm hingga 300 mm memiliki kecepatan yang relatif sama pada penampang 0.88 m atau penampang pada dekat *exhaust fan*. Tetapi bila dilihat pada grafik sebelumnya bahwa semakin mendekati *exhaust fan*, kecepatan semakin stabil dan juga bisa dilihat dari pembahasan sebelumnya bahwa ketebalan 300 memiliki nilai kecepatan lebih rendah dibandingkan dengan ketebalan lainnya, hal ini terjadi karena semakin tebal *evaporating cooling pad* maka kecepatan akan semakin menurun akibat dari hambatan yang terjadi pada *evaporating cooling pad*. Kecepatan yang terdapat pada kontur diatas meliputi kecepatan pada level ketinggian ayam dan kecepatan ruangan diatas ketinggian ayam. Dapat dilihat bahwa pada level ketinggian ayam kontur berwarna biru hal ini berarti kecepatan di daerah tersebut relatif rendah karena adanya pengaruh dari ayam yang menyebabkan kecepatan pada level ketinggian ayam lebih rendah. Pada level diatas ketinggian ayam, konturnya berwarna hijau kekuningan, hal ini berarti bahwa kecepatan diatas level ketinggian ayam relatif lebih tinggi karena tidak ada yang mempengaruhinya sehingga membuat kecepatan relatif lebih tinggi. Hal ini diketahui bahwa ketebalan 300 mm menunjukkan nilai kecepatan yang lebih rendah dibandingkan ketebalan lainnya. Hal ini disebabkan oleh semakin tebal *evaporating cooling pad*, maka semakin rendah kecepatan yang berada di dalam kandang ayam.

#### **4.8.3 Analisis Perbandingan Nilai Kecepatan Rata-rata pada Kandang Ayam**

Pada sub-bab ini menjelaskan data kuantitatif berupa grafik perbandingan nilai kecepatan rata-rata yang melintasi kandang ayam tipe *close house* dengan variasi 100 mm, 150 mm, 200 mm, 300 mm. Data tersebut diambil pada penampang  $z/l$  yaitu 0.08, 0.28, 0.48, 0.68, 0.88. sehingga dengan grafik tersebut dapat diketahui secara lebih jelas perbandingan nilai kecepatan rata-rata pada setiap variasi.



**Gambar 4.15** Grafik Perbandingan Kecepatan pada Kandang Ayam pada Variasi Ketebalan (a) 100 mm, (b) 150 mm, (c) 200 mm, (d) 300 mm

Gambar 4.15 menunjukkan perbandingan kecepatan rata-rata pada kandang ayam. Dari grafik tersebut dapat diketahui bahwa pada ketebalan 300 mm memiliki kecepatan lebih rendah dibandingkan dengan kecepatan pada ketebalan lainnya, hal ini terlihat dari posisi garis yang terletak di bawah. Artinya kecepatan pada daerah tersebut lebih rendah. Selain itu juga terjadi tren grafik yang naik ketika melewati *evaporating cooling pad* atau pada penampang 0.28 karena adanya pertemuan antara kecepatan dari *evaporating cooling pad* sebelah kiri dan kanan yang menyebabkan kecepatan udara di penampang 0.28 menjadi tinggi dan setelah itu kecepatan udara cenderung stabil sepanjang kandang yang diakibatkan oleh penggunaan *exhaust fan* yang berjalan sebanyak 8 fan.

Dengan menganalisa grafik perbandingan kecepatan rata-rata pada gambar 4.15 dapat diketahui bahwa ketebalan 100 mm, 150 mm, 200 mm, 300 mm, sesuai digunakan untuk memenuhi kebutuhan ayam berusia 29-35 hari Dimana kecepatan rata-rata yang berada di dalam kandang sesuai dengan yang diharapkan yaitu kecepataannya kurang dari 3 m/s dan ayam tidak mengalami *heat stress*.

## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Penelitian mengenai Studi Numerik Sistem Ventilasi Pada Kandang Ayam *Type Closed House* Dengan Variasi Ketebalan *Evaporating Cooling Pad* 100 mm, 150 mm, 200 mm, 300 mm telah dilakukan secara numerik. Debit air pada *evaporating cooling pad* yang digunakan adalah 4 L/min dan kecepatan udara masuk 1,2 m/s. Kondisi lingkungan yang dibutuhkan untuk ayam yang berusia 29-35 hari adalah memiliki temperatur kandang ayam sebesar 21-23°C, kelembaban relatif 50-65%, kecepatan udara tidak melebihi 3 m/s. Kesimpulan berikut dapat ditarik dari hasil penelitian ini:

1. Distribusi temperatur pada penampang kandang ayam z/l dan pada ketinggian ayam  $y = 0.25$  m pada ketebalan 300 mm memiliki temperatur yang lebih rendah dibandingkan ketebalan 100 mm, 150 mm, 200 mm. Nilai temperatur rata-rata pada level ketinggian ayam  $y = 0.25$  m pada semua variasi berturut-turut yaitu 23.64°C, 22.92°C, 22.09°C, 21.72°C.
2. Setiap penambahan ketebalan *evaporating cooling pad* dari ketebalan 100 mm, 150 mm, 200 mm, 300 mm dapat menurunkan temperatur di dalam kandang hingga 1°C.
3. Distribusi kelembaban relatif pada penampang kandang ayam z/l dan pada ketinggian ayam  $y = 0.25$  m pada ketebalan 300 mm memiliki kelembaban relatif yang lebih tinggi dibandingkan ketebalan 100 mm, 150 mm, 200 mm. Nilai kelembaban relatif rata-rata pada level ketinggian ayam  $y = 0.25$  m pada semua variasi berturut-turut yaitu 57.35%, 59.91%, 63.01%, 64,47%.
4. Setiap penambahan ketebalan *evaporating cooling pad* dari ketebalan 100 mm, 150 mm, 200 mm, 300 mm dapat meningkatkan kelembaban relatif di dalam kandang hingga 2 % sampai 3%.
5. Distribusi kecepatan pada penampang kandang ayam z/l dan pada ketinggian ayam  $y = 0.25$  m pada ketebalan 100 mm, 150 mm, 200 mm, 300 mm memiliki kecepatan yang relatif sama. Nilai kecepatan rata-rata pada level ketinggian ayam  $y = 0.25$  m pada semua variasi berturut-turut yaitu 2.05 m/s, 2.01 m/s, 1.95 m/s, 1.90 m/s.
6. Untuk ketebalan 150 mm dapat digunakan untuk ayam yang berusia 29-35 hari dengan temperatur di dalam kandang 21-23°C, kelembaban relatif 50-65%, kecepatan udara tidak melebihi 3 m/s karena dapat memenuhi seluruh nilai temperatur, kelembaban relatif, kecepatan udara pada usia ayam tersebut.
7. Untuk ketebalan 100 mm sedikit melewati batas temperatur untuk ayam yang berusia 29-35 hari yaitu 21-23°C karena memiliki temperatur rata-rata pada ketinggian ayam  $y = 0.25$  m sebesar 23.64°C
8. Untuk ketebalan 200 mm dan 300 mm sedikit melewati batas kelembaban relatif untuk ayam yang berusia 29-35 hari yaitu maksimum 65% karena memiliki kelembaban relatif rata-rata pada penampang z/l sekitar 67% dan 68%.

## 5.2 Saran

Penelitian mengenai Studi Numerik Sistem Ventilasi Pada Kandang Ayam *Type Closed House* Dengan Variasi Ketebalan *Evaporating Cooling Pad* merupakan topik yang menarik perhatian untuk diteliti. Masih terdapat banyak aspek yang dapat dijelajahi secara mendalam. Dalam mengumpulkan data secara numerik, terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu:

1. Penting untuk memperhatikan data yang diinputkan pada simulasi Ansys sesuai dengan kondisi yang ada di lapangan agar hasil yang di dapatkan menjadi lebih akurat.
2. Dalam tahap pengolahan data, perlu diperhatikan penentuan kondisi batas, kondisi awal, serta properti fluida agar data hasil pengolahan yang diperoleh menjadi lebih akurat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmadi Babadi, K., Khorasanizadeh, H., & Aghaei, A. (2022). CFD modeling of air flow, humidity, CO<sub>2</sub> and NH<sub>3</sub> distributions in a caged laying hen house with tunnel ventilation system. *Computers and Electronics in Agriculture*,
- Brauer-Vigoderis, R., Ferreira-Tinoco, I. D. F., Pandorfi, H., Bastos-Cordeiro, M., Souza-Junior, J. P. D., Carvalho-Guimaraes, M. C. D. 2014. Effect of Heating Systems in Litter Quality in Boiler Facilities in Winter Conditions
- Cheng, Q., Wu, W., Li, H., Zhang, G., & Li, B. (2018). CFD study of the influence of laying hen geometry, distribution and weight on airflow resistance. *Computers and Electronics in Agriculture*
- Fidaros, D., Baxevanou, C., Bartzanas, T., & Kittas, C. (2018). Numerical study of mechanically ventilated broiler house equipped with evaporative pads. *Computers and Electronics in Agriculture*.
- Fradinata, E., & Yaman, A. (2021). Pemanfaatan Limbah Kotoran Ayam Broiler di Aceh Jaya.
- Franco, A., Valera, D. L., Pena, A., Perez, A. M. 2011. Aerodynamic Analysis and CFD Simulation of Several Cellulose Evaporative Cooling Pads Used in Mediterranean Greenhouse
- Guo, L., Zhao, B., Jia, Y., He, F., & Chen, W. (2022). Mitigation Strategies of Air Pollutants for Mechanical Ventilated Livestock and Poultry Housing—A Review.
- Küçüktopcu, E., & Cemek, B. (2019). Evaluating the influence of turbulence models used in computational fluid dynamics for the prediction of airflows inside poultry houses.
- Laknizi, A., Abdellah Ben A., Mahdaoui, M., Anoune, K. (2019). Performance analysis and optimal parameters of a direct evaporative pad cooling system under the climate conditions of Morocco.
- Lott, L., Zhao, B., Jia, Y., He, F., Chen, W. 2022. Air Vlocity and High Temperature on Boiler Performance.
- Malli, A., Seyf, H. A., Layeghi, M., Sharifian, S., Behraves, H. (2011). Investigating the performance of cellulosic evaporative colling pads.
- Norton, T., Kettlewell, P., & Mitchell, M. (2013). A computational analysis of a fully-stocked dual-mode ventilated livestock vehicle during ferry transportation. *Computers and Electronics in Agriculture*.
- Norton, T., Sun, D. W., Grant, J., Fallon, R., & Dodd, V. (2007). Applications of computational fluid dynamics (CFD) in the modelling and design of ventilation systems in the agricultural industry.
- Pakage, S., Hartono, B., Fanani, Z., Nugroho, B. A., Iyai, D. A., Palulungan, J. A., Ollong, A. R. dan Nurhayati, D. 2020. Pengukuran performa produksi ayam pedaging pada closed house system dan open house system di Kabupaten Malang Jawa Timur Indonesia. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*
- Pasaribu, A., Idris, N., & Firmansyah, F. (2015). Analisis faktor-faktor yang mempengaruhi produksi susu sapi perah di Kabupaten Karo Provinsi Sumatera Utara.
- Prabewi, N. P., & Saputra, J. P. (2017). Laju Pertumbuhan Dan Tingkat Efisiensi Pemeliharaan Ternak Ayam Kampung Super Terhadap Penambahan Pakan Non Konvensional Growth



- Rate and Efficiency Rate of Livestock Keeping Chicken Kampung Super Toward Addition Non Conventional Feed.
- Sandyawan, A. dan B. Krishna. 2019. Studi numerik pengaruh peletakan cooling pad terhadap distribusi temperatur dan pola aliran udara ventilasi kandang ayam broiler close house tipe ventilasi lorong. Jurnal Teknik Its.
- Umam, M. K., Prayogi, H. S., Nurgiartiningsih, V. M. A., Setyo Prayogi, H., & Nurgiartiningsih, D. V. M. A. (2014). THE PERFORMANCE OF BROILER REARING IN SYSTEM STAGE FLOOR AND DOUBLE FLOOR
- Wang, X., Cao, M., Hu, F., Yi, Q., Amon, T., Janke, D., Xie, T., Zhang, G., & Wang, K. (2022). Effect of Fans' Placement on the Indoor Thermal Environment of Typical TunnelVentilated Multi-Floor Pig Buildings Using Numerical Simulation.
- Warke, D. A., & Desmukh, S. J. (2017). Experimental Analysis of Cellulose Cooling Pads Used in Evaporative Coolers.
- Wibowo , K. C., Putri, D. S., Hidayati, S. 2020. Analisis Produksi dan Konsumsi Daging Ayam Ras Pedaging di Indonesia Dalam Rangka Mewujudkan Ketahanan Pangan.

## LAMPIRAN

### Perhitungan Pemilihan *Exhaust Fan*

*Exhaust fan* yang digunakan sebagai inputan pada simulasi

- b. Kebutuhan *flowrate* udara pada kandang

Diketahui :

Lebar = 12 m

Tinggi = 2 m

Jawaban :

Luas penampang = lebar x tinggi = 12 x 2 = 24 m<sup>2</sup>

Total *flowrate* = luas penampang x target kecepatan udara

Total *flowrate* = 24 m<sup>2</sup> x 3 m/s = 72 m<sup>3</sup>/s = 259200 m<sup>3</sup>/h

- c. Pemilihan kipas

Diketahui :

Total *flowrate* = 259200 m<sup>3</sup>/h

Jumlah kipas = 8 kipas

Jawaban :

Kapasitas *flowrate* kipas = total *flowrate* / jumlah kipas

Kapasitas *flowrate* kipas = 259200 / 8 = 32400 m<sup>3</sup>/h

### Technical specifications of the AIR MASTER type V130

Type	Code no.	Speed-control	Air rate in m <sup>3</sup> /h						Current consumption (ampere)	spec. output (watt/1000m <sup>3</sup> /h)
			0 Pa	20 Pa	30 Pa	40 Pa	60 Pa	80 Pa		
V130-3 1,5 PS-R	60-25-4000	FC	43,700	39,700	37,500	34,800	28,600	19,200	3.1	36.7
V130-3 1,5 PS	60-25-4005	T	43,200	39,000	36,600	34,000	27,900	19,600	3.1	35.9
V130-3 1,0 PS	60-25-4004	T	39,700	35,600	32,300	29,300	21,600		2.6	30.5
VC130-3 1,5 PS-R	60-25-4020	FC	47,700	43,800	41,600	39,200	34,300	21,800	3.2	34.3
VC130-3 1,5 PS	60-25-4025	T	47,300	43,300	41,000	38,700	33,500	21,200	3.2	33.1
VC130-3 1,0 PS	60-25-4024	T	42,800	38,500	35,900	33,400	23,600		2.7	27.3
V130-5 1,5 PS-R	60-25-4040	FC	38,700	35,600	34,100	32,500	28,800	24,500	3.0	36.8
V130-5 1,5 PS	60-25-4045	T	37,900	35,300	33,800	32,200	28,300	23,900	3.0	35.5
VC130-5 1,5 PS-R	60-25-4060	FC	41,800	38,800	37,200	35,600	32,300	27,100	3.1	33.4
VC130-5 1,5 PS	60-25-4065	T	41,400	38,400	36,800	35,100	31,700	26,200	3.1	32.1

V = fan without cone; VC = fan with cone; 130 = vane diameter; 3 = 3-blade; 5 = 5-blade; R = regular motor  
 FC - frequency controlled drive      T - transformer controlled  
 Connexion values: 400 V, 50 Hz; also available with one or three phase and with 60 Hz  
 Weight: AIR MASTER without cone: 80 kg; AIR MASTER with cone: 99 kg  
 All types are also available unmounted

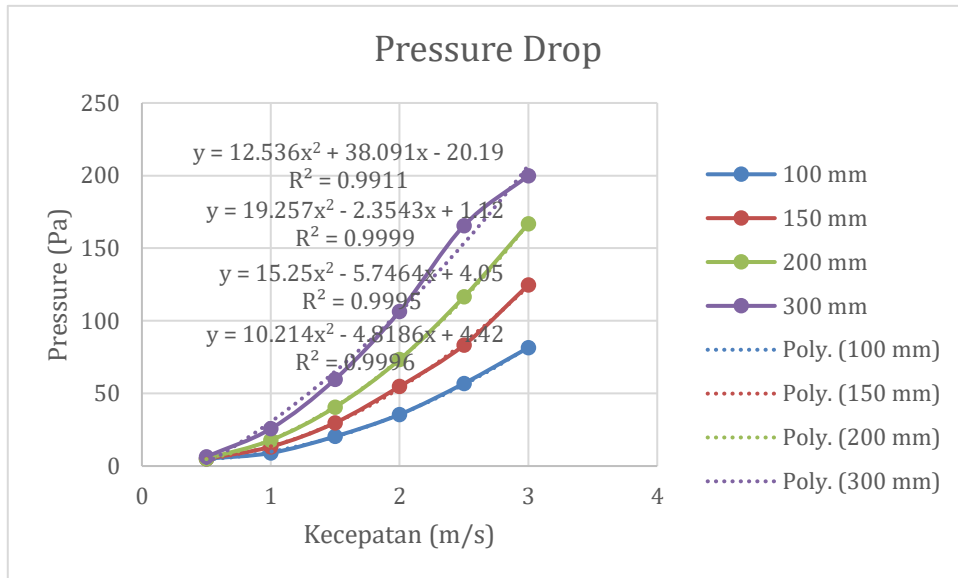
If used in the European Union, the fans must have the CE mark of conformity. As opposed to fans without CE mark these fans possess a protective screen (in front of the shutters at an installation height below 2.70 m).

Berdasarkan nilai *flowrate* maka dipilih kipas jenis V130-5 1,5 PS-R dengan tekanan 40 Pa dengan nilai *flow rate* 32.500

**Perhitungan *Inertial Resistance* dan *Viscous Resistance***

Velocity (m/s)	D = 100 mm	D = 150 mm	D = 200 mm	D = 300 mm
0.5	5 Pa	5 Pa	5 Pa	6.4 Pa
1	9 Pa	13.3 Pa	17.8 Pa	25.7 Pa
1.5	20.4 Pa	29.8 Pa	40.6 Pa	59.8 Pa
2	35.5 Pa	54.8 Pa	73.3 Pa	106.5 Pa
2.5	56.9 Pa	83.3 Pa	116.5 Pa	165.6 Pa
3	81.5 Pa	124.7 Pa	166.9 Pa	200 Pa

**Gambar 1 *Pressure Drop* dengan berbagai ketebalan ECP model CELDEK 7090**



**Gambar 2 Grafik *Pressure Drop* pada ECP dengan Ketebalan 100 mm, 150 mm, 200 mm, 300 mm**

Contoh perhitungan untuk ketebalan *Evaporating Cooling Pad* 100 mm

**Diketahui :**

Ketebalan ECP = 100 mm = 0,1 m

Densitas Udara =  $\rho = 1,225 \text{ kg/m}^3$

Viskositas Udara =  $\mu = 1,79 \times 10^{-5} \text{ kg/ms}$

**Jawaban :**

Persamaan Darcy-Forcheimer dan persamaannya adalah

$$\frac{\Delta p}{\Delta X_i} = s_i = -\frac{\mu}{\alpha} v_i + 0.5 \cdot C_2 \cdot \rho v^2$$

$$\Delta p = av^2 + bv$$

Dari grafik *pressure drop* di dapatkan persamaan adalah

$$y = 10,21 x^2 - 4,8186x + 4,42$$

Nilai a dan b nya adalah

$$a = 10,21$$

$$b = -4,8186$$

Nilai *viscous resistance* dan *inertial resistance* adalah

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{b}{\mu \Delta x_i} = \frac{-4,8186}{1,79 \times 10^{-5} \cdot 0,1} = 2,692858 \times 10^6 \text{ m}^{-2}$$

$$C_2 = \frac{2a}{\rho \Delta x_i} = \frac{2 \times 10,21}{1,225 \times 0,1} = 166,759 \text{ m}^{-1}$$

Sehingga didapatkan nilai *viscous resistance* dan *inertial resistance* adalah  $2,692858 \times 10^6 \text{ m}^{-2}$  dan  $166,759 \text{ m}^{-1}$

### **Perhitungan *Heat Transfer* pada *Evaporating Cooling Pad***

Perhitungan *heat transfer* pada *evaporating cooling pad* tingkat effisiensinya disesuaikan dimana nilai *heat transfer* ini akan digunakan sebagai inputan *energy source* pada *porous medium evaporating cooling pad*. Pada perhitungannya perlu dicari terlebih dahulu temperatur *outlet* setelah *evaporating cooling pad* dengan menggunakan rumus.

Berikut contoh perhitungan pada ketebalan 100 mm :

#### **Diketahui :**

$$T_{\text{inlet}} = 30^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{wb}} = 20,06^\circ\text{C}$$

$$\eta_{\text{cooling pad}} = 0.79 ; \text{ untuk ketebalan 100 mm}$$

#### **Jawaban :**

$$T_{\text{outlet}} = T_{\text{inlet}} - \eta(T_{\text{inlet}} - T_{\text{wb}})$$

$$T_{\text{outlet}} = 30 - 0.79(30 - 20,06) = 22,14^\circ\text{C}$$

Perhitungan *pad cooling capacity* atau *heat transfer* dengan rumus sebagai berikut :

#### **Diketahui :**

$$\dot{m} = 44,1 \text{ kg/s}$$

$$C_{p \text{ udara}} = 1,005 \text{ kJ/kgk}$$

$$T_{\text{outlet}} = 22,14^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{inlet}} = 30^\circ\text{C}$$

#### **Jawaban :**

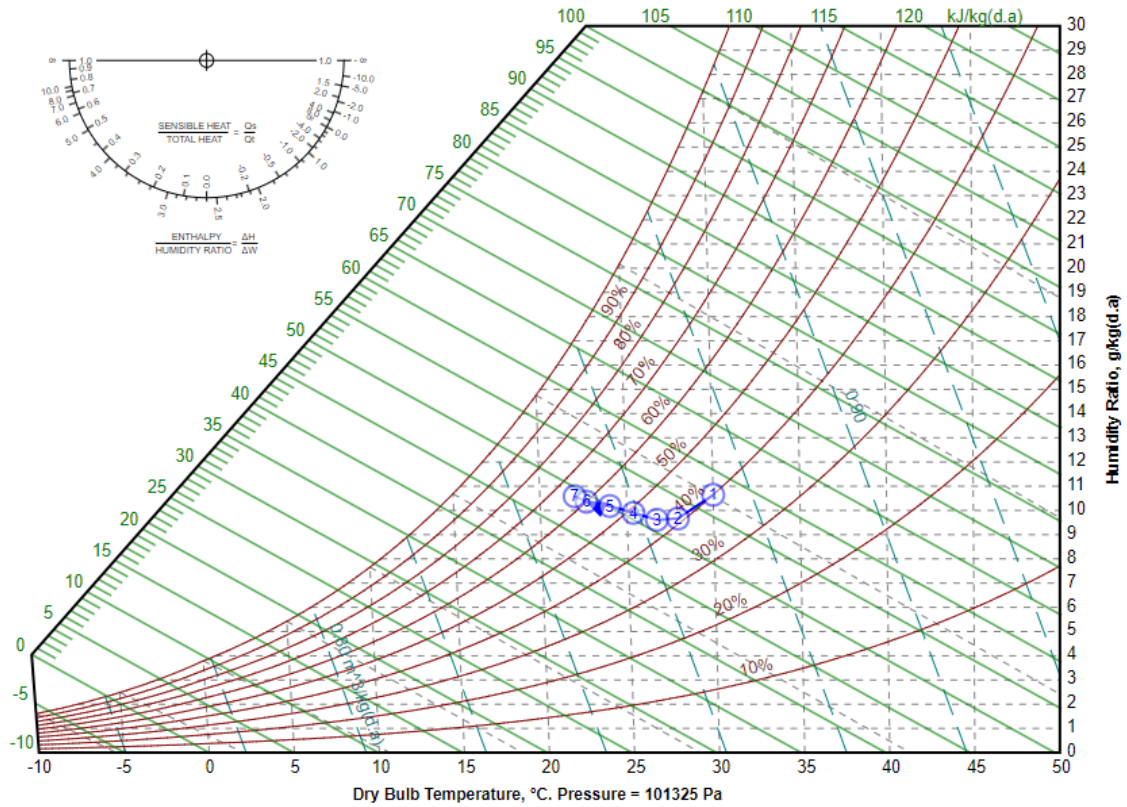
$$Q_{\text{pad cooling}} = \dot{m}_{\text{air}} \times C_{p \text{ udara}} (T_{\text{out}} - T_{\text{in}})$$

$$Q_{\text{pad cooling}} = 44,1 \times 1,005 (22,14 - 30)$$

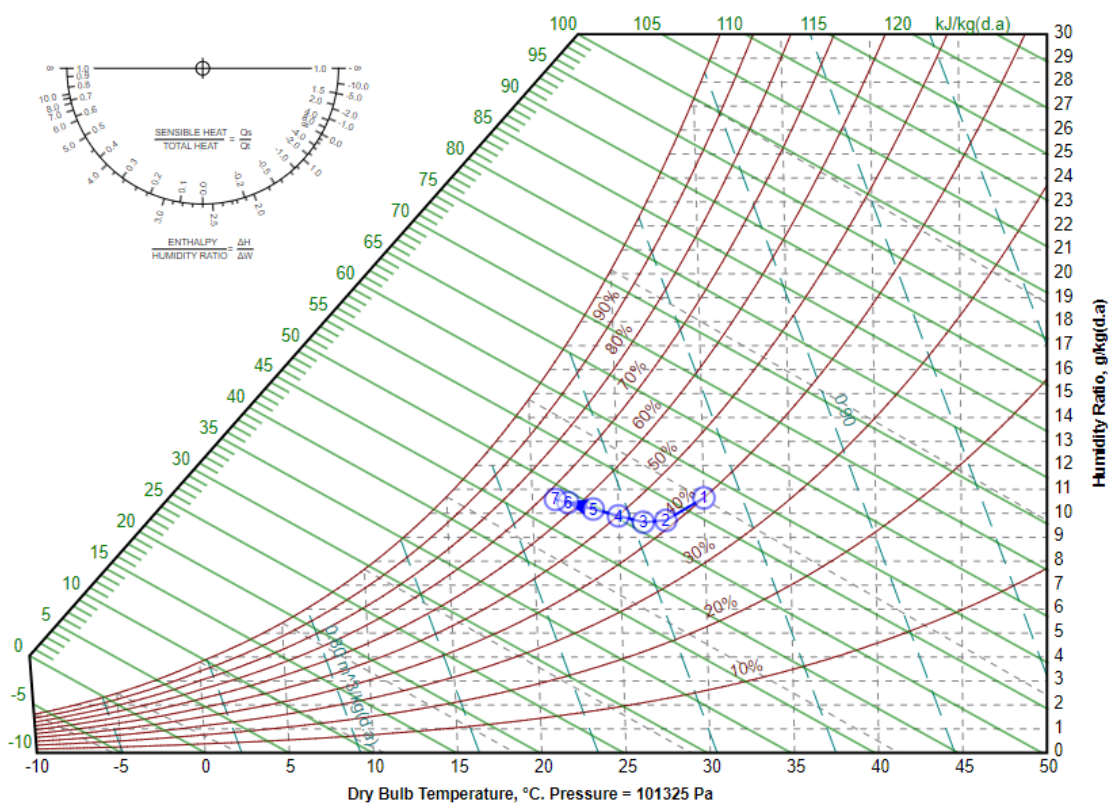
$$\begin{aligned} Q_{\text{pad cooling}} &= -348.03 \text{ kW} \\ &= -348031.16 \text{ W} \\ &= -77340.26 \text{ W/m}^3 \end{aligned}$$

# Proses Aliran Udara Yang Melewati Evaporating Cooling Pad Yang Di Plot Di Psychrometric Chart

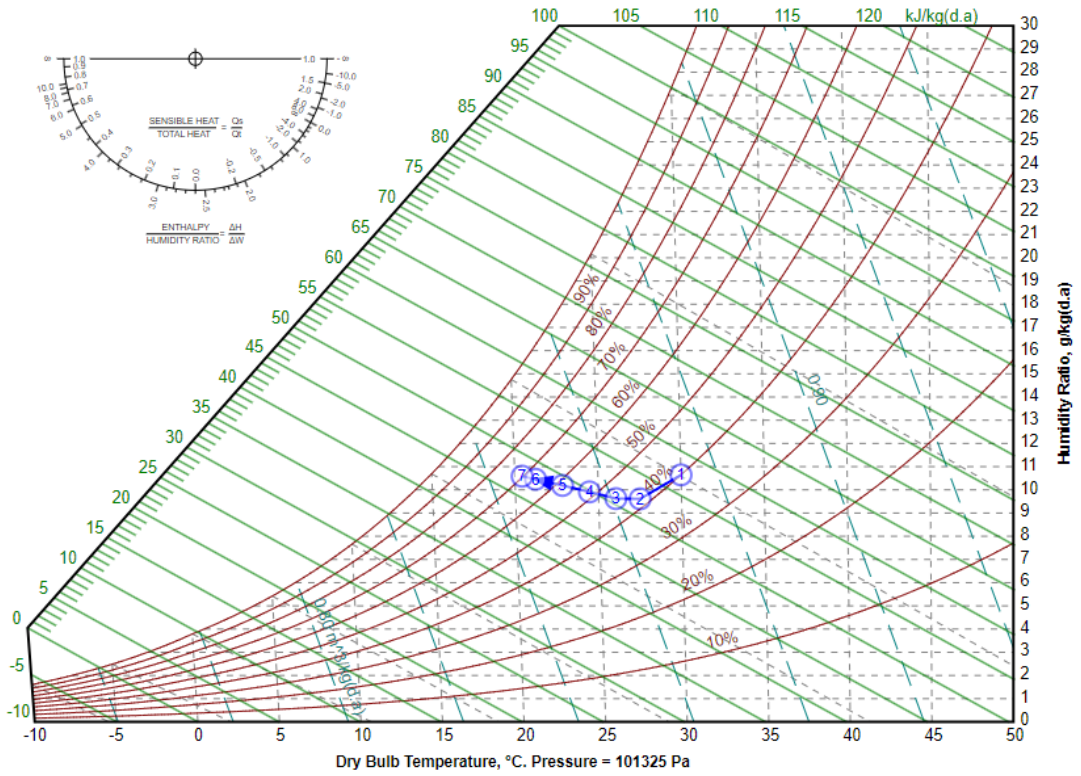
**Ketebalan 100 mm**



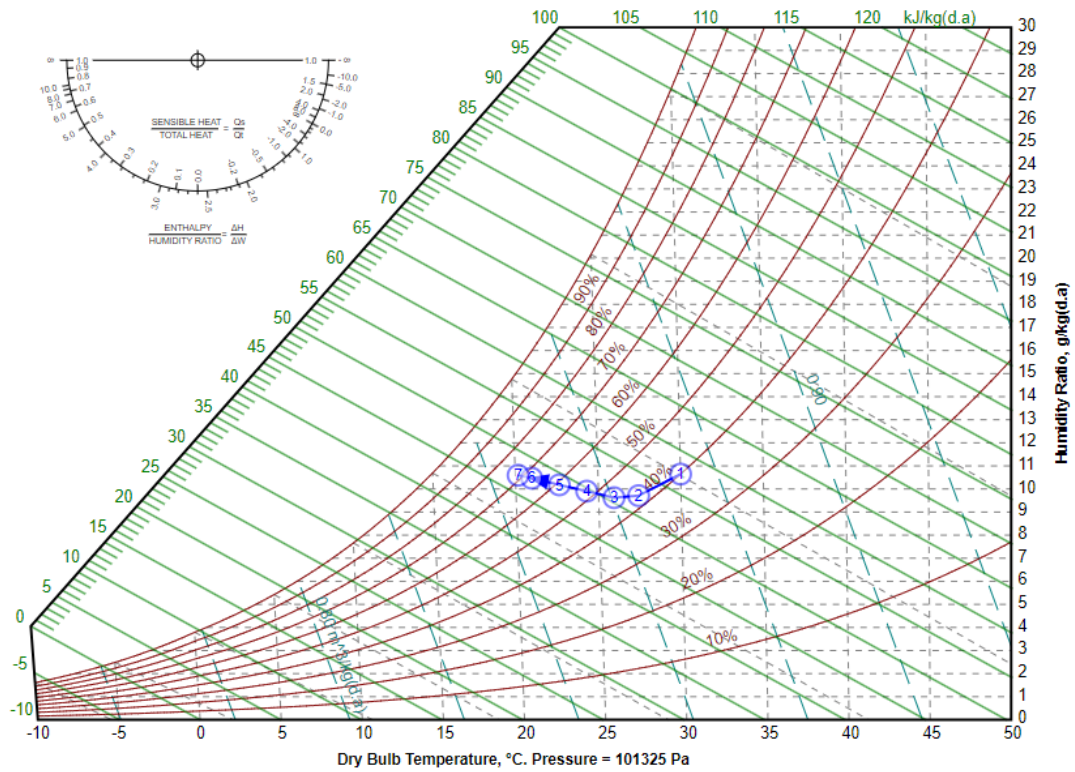
**Ketebalan 150 mm**



**Ketebalan 200 mm**



**Ketebalan 300 mm**



## BIODATA PENULIS



David Fernando dilahirkan pada tanggal 8 Mei 2002 di Mataram, Lombok, Nusa Tenggara Barat. Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara pasangan Bapak Sukiante dengan Ibu Linda Kustari Dewi. Penulis telah menempuh pendidikan sekolah dasar (SD) di Sekolah Dasar Negeri 1 Alas (2008 – 2014) yang terletak di Kecamatan Alas, Kabupaten Sumbawa, Provinsi Nusa Tenggara Barat. Dilanjutkan ke jenjang berikutnya di Sekolah Menengah Pertama Negeri 2 Mataram (2014 – 2017) yang terletak di Mataram, Lombok, Nusa Tenggara Barat. Kemudian menjalani jenjang Pendidikan di Sekolah Menengah Atas Negeri 1 Mataram (2017 – 2020) yang terletak di Mataram, Lombok, Nusa Tenggara Barat. Setelah menyelesaikan jenjang pendidikan SMA, penulis melanjutkan jenjang pendidikan di Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Penulis mengambil bidang studi Konversi Energi, khususnya pada Laboratorium Mekanika dan Mesin – Mesin Fluida. Selama menempuh jenjang perkuliahan, penulis pernah menjadi Staff Departemen kewirausahaan Himpunan Mahasiswa Mesin periode tahun 2022 hingga tahun 2023. Selanjutnya penulis menjadi Fungsionaris Departemen kewirausahaan Himpunan Mahasiswa Mesin periode tahun 2023 hingga tahun 2024. Penulis juga mengikuti UKM Badminton yang ada di ITS Surabaya, serta penulis pernah menjadi Staff di Forum daerah (FORDA) Lombok yang berada di ITS. Penulis juga mengikuti beberapa program Kerja Praktik Lapangan yang dilaksanakan oleh perusahaan PLTU PT. PLN NUSANTARA POWER UP PAITON.