



**TUGAS AKHIR - TM234802**

**STUDI NUMERIK SISTEM VENTILASI PADA KANDANG  
AYAM TYPE *CLOSED HOUSE* DENGAN VARIASI  
POSISI DAN JUMLAH *EXHAUST FAN***

**MUHAMMAD ALIF KHADAFFI**  
NRP 5007201214

Dosen Pembimbing  
**Dr. Wawan Aries Widodo, S.T., M.T.**  
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  
POSISI DAN JUMLAH *EXHASUT FAN***

**MUHAMMAD ALIF KHADAFFI**  
NRP 5007201214

Dosen Pembimbing  
**Dr. Wawan Aries Widodo, S.T., M.T.**  
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 CAGE WITH POSITION  
AND NUMBER OF EXHAUST FAN VARIATIONS**

**MUHAMMAD ALIF KHADAFFI**  
NRP 5007201214

Advisor  
**Dr. Wawan Aries Widodo, S.T., M.T.**  
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 TIPE *CLOSED HOUSE* DENGAN VARIASI POSISI DAN JUMLAH *EXHAUST* *FAN*

### TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat  
memperoleh gelar Sarjana Teknik pada  
Program Studi S-1 Teknik Mesin  
Departemen Teknik Mesin  
Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh : MUHAMMAD ALIF KHADAFFI

NRP. 5007201214

Disetujui oleh Tim Penguji Proposal Tugas Akhir :

1. Dr. Wawan Aries Widodo, S.T., M.T.
2. Dhia Fairuz Shabrina, ST, MT
3. Prof. Dr. Ir. Tri Yogi Yuwono
4. Prof. Ir. Sutardi M.Eng, PhD.

Pembimbing



SURABAYA

Juli 2024



# APPROVAL SHEET

## NUMERICAL STUDY OF VENTILATION SYSTEM IN CLOSED HOUSE CHICKEN CAGE WITH POSITION AND NUMBER OF EXHAUST FAN VARIATIONS

### FINAL PROJECT

Submitted to fulfill one of the requirements

For obtaining a degree bachelor at

Undergraduate Study Program of Mechanical Engineering

Departement of Mechanical Engineering

Faculty of Industrial Technology and Systems Engineering

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

By : **MUHAMMAD ALIF KHADAFFI**

NRP. 5007201214

Approved by Final Project Advisor :

1. Dr. Wawan Aries Widodo, S.T., M.T.
2. Dhia Fairuz Shabrina, ST, MT
3. Prof. Dr. Ir. Tri Yogi Yuwono
4. Prof. Ir. Sutardi M.Eng, PhD.

Advisor



Examiner

**SURABAYA**

**July 2024**

## PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama mahasiswa / NRP : Muhammad Alif Khadaffi / 5007201214  
Program studi : Teknik Mesin  
Dosen Pembimbing / NIP : Dr. Wawan Aries Widodo, S.T., M.T.

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul “Studi Numerik Sistem Ventilasi Pada Kandang Ayam Type *Closed House* dengan Variasi Posisi dan Jumlah *Exhaust Fan*” 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.

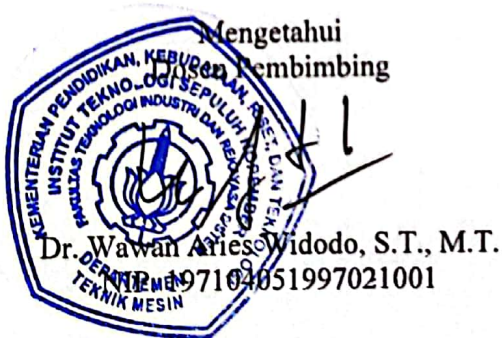
Surabaya, 2 Agustus 2024

Mahasiswa



Muhammad Alif Khadaffi  
NRP. 5007201214

Mengetahui  
Dosen Pembimbing



Dr. Wawan Aries Widodo, S.T., M.T.  
NIP. 97104051997021001

## STATEMENT OF ORIGINALITY

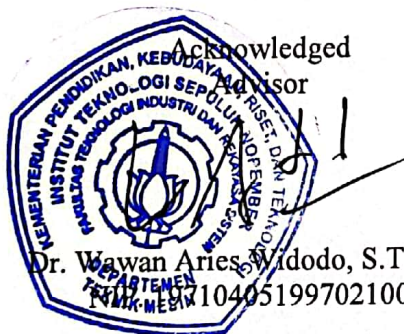
The undersigned below:

Name of student / NRP : Muhammad Alif Khadaffi / 5007201214  
Study Program : Teknik Mesin  
Advisor / NIP : Dr. Wawan Aries Widodo, S.T., M.T.

Hereby declare that the Final Project with the title “Numerical Study Of Ventilation System In Closed House Chicken Cage With Position and Number Of Exhaust Fan Variations” is the result of my own work, is original, and is written by following the rules of scientific writing.

If in the future there is any inconsistency with this statement, then I am willing to accept sanctions in accordance with the applicable provisions at the Sepuluh November Institute of Technology.

Surabaya, 02 Agustus 2024

Acknowledged  
Advisor  
  
Dr. Wawan Aries Widodo, S.T., M.T.  
NIP. 197104051997021001

Student



Muhammad Alif Khadaffi  
NRP. 5007201214



## ABSTRAK

### STUDI NUMERIK SISTEM VENTILASI PADA KANDANG AYAM TIPE *CLOSED HOUSE* DENGAN VARIASI POSISI DAN JUMLAH *EXHAUST* *FAN*

**Nama Mahasiswa/NRP** : Muhammad Alif Khadaffi / 5007201214  
**Departemen** : Teknik Mesin FT-IRS ITS  
**Dosen Pembimbing** : Dr. Wawan Aries Widodo, S. T., M. T.

#### Abstrak

Sistem pemeliharaan dengan kandang tipe *closed house* digunakan untuk meningkatkan pemeliharaan ayam broiler. Beberapa parameter yang harus dikontrol adalah temperatur, kecepatan udara, dan kelembapan relatif kandang. 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, pada penelitian ini akan dilakukan pendekatan secara studi numerik dengan *Computational Fluid Dynamic* (CFD) untuk memberikan gambaran yang lebih jelas tentang kondisi lingkungan di dalam kandang ayam broiler.

Penelitian ini mempunyai objek penelitian yaitu pada kandang *closed house* yang berada pada daerah Gresik. Aliran diasumsikan sebagai tiga dimensi (3D) dan *steady*. *Turbulence viscous* model yang digunakan adalah model  $k-\varepsilon$  RNG. Pada simulasi ini ayam dan *evaporating cooling pad* disetting sebagai *porous medium* dan dinding dianggap adiabatik. Material fluida yang digunakan sebagai *inlet* adalah campuran dari udara dan air dengan temperatur 30°C dan RH 40%. Kondisi lingkungan yang diharapkan adalah sesuai untuk kebutuhan ayam pada umur 29-35 hari yaitu temperatur 21-23°C, kelembapan relatif 50-65%, dan kecepatan udara tidak melebihi 3 m/s. Variasi yang digunakan pada penelitian ini adalah menggunakan 6 (enam) *exhaust fan* yang divariasikan posisinya dan 8 (delapan) *exhaust fan*.

Distribusi nilai temperatur rata-ratanya pada semua variasi berturut-turut adalah 21,10°C, 20,99°C, 20,97°C, dan 20,96°C. Penambahan *exhaust fan* sebanyak dua buah dapat menaikkan temperatur sekitar 0,15°C. Selanjutnya, nilai kelembapan relatif rata-rata di semua variasi berturut-turut adalah sebagai berikut 64,91%, 68,40%, 68,49%, dan 68,50%. Penambahan *exhaust fan* sebanyak dua buah dapat meningkatkan kelembapan relatif sekitar 3,5%. Nilai kecepatan angin pada semua variasi berturut-turut yaitu 2,672 m/s, 1,958 m/s, 1,961 m/s, dan 1,960 m/s. Penambahan *exhaust fan* sebanyak dua buah dapat menaikkan kecepatan aliran udara sekitar 0,8 m/s. Konfigurasi 8 (delapan) dan 6 (enam) *exhaust fan* dapat digunakan untuk ayam pada usia 29-35 hari. Untuk konfigurasi 6 (enam) *exhaust fan* dapat digunakan variasi B.

**Kata kunci** : *Closed House, Studi Numerik, Sistem Ventilasi, Exhaust Fan*

## ABSTRACT

### *NUMERICAL STUDY OF VENTILATION SYSTEM IN CLOSED HOUSE CHICKEN CAGE WITH POSITION AND NUMBER OF EXHAUST FAN VARIATIONS*

**Student Name / NRP** : Muhammad Alif Khadaffi / 5007201214  
**Departement** : Teknik Mesin FT-IRS ITS  
**Advisor** : Dr. Wawan Aries Widodo, S. T., M. T.

#### **Abstract**

A closed house rearing system is used to improve broiler rearing. Some parameters that must be controlled are temperature, air velocity, and relative humidity of the cage. 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, in this research, a numerical study approach with Computational Fluid Dynamic (CFD) will be conducted to provide a clearer explanations of the environmental conditions in broiler cages.

This research has a research object, namely a closed house cage located in the Gresik area. The flow is assumed to be three-dimensional (3D) and steady. Turbulence viscous model used is k- $\epsilon$  RNG model. In this simulation, the chicken and evaporating cooling pad are set as porous medium and the wall is considered adiabatic. The fluid material used as the inlet is a mixture of air and water with a temperature of 30°C and RH 40%. The expected environmental conditions are suitable for the needs of chickens at the age of 29-35 days, namely temperature 21-23 °C, relative humidity 50-65%, and air velocity not exceeding 3 m/s. The variations used in this study are using 6 (six) exhaust fans that are varied in position and 8 (eight) exhaust fans.

The distribution of average temperature values in all variations is 21.10°C, 20.99°C, 20.97°C, and 20.96°C, respectively. The addition of two exhaust fans can increase the temperature by about 0.15°C. Furthermore, the average relative humidity values in all variations are 64.91%, 68.40%, 68.49%, and 68.50%, respectively. The addition of two exhaust fans can increase the relative humidity by about 3.5%. The wind speed values in all variations are 2.672 m/s, 1.958 m/s, 1.961 m/s, and 1.960 m/s, respectively. The addition of two exhaust fans can increase the airflow speed by about 0.8 m/s. Configurations of 8 (eight) and 6 (six) exhaust fans can be used for chickens at the age of 29-35 days. For configuration 6 (six) exhaust fans can be used variation B.

**Keyword:** *Closed House, Numerical Study, Ventilation System, Exhaust Fan*

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	i
APPROVAL SHEET.....	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS .....	iii
STATEMENT OF ORIGINALITY .....	iv
ABSTRAK .....	v
ABSTRACT .....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL .....	xi
BAB I.....	1
PENDAHULUAN .....	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
BAB II .....	4
TINJAUAN PUSTAKA .....	4
2.1 Peternakan Ayam Pedaging di Indonesia .....	4
2.2 Kandang <i>Closed House</i> Pada Peternakan Ayam .....	6
2.3 Sistem Pengkondisian Udara Pada Peternakan Ayam.....	7
2.4 Simulasi Numerik Peternakan Ayam.....	9
2.5 <i>Porous medium</i> .....	9
2.6 Pemodelan Aliran .....	10
2.7 Hasil Penelitian Terdahulu.....	11
2.7.1 Pemodelan CFD Aliran Udara, <i>Relative humidity</i> , Distribusi CO <sub>2</sub> dan NH <sub>3</sub> di dalam Kandang Ayam Petelur dengan Sistem Ventilasi Tunnel .....	11
2.7.2 Studi Numerik Kandang Ayam Broiler Berventilasi mekanis yang dilengkapi dengan <i>Evaporating Cooling Pad</i> .....	13
BAB III.....	15
METODOLOGI PENELITIAN .....	15
3.1 Studi Literatur .....	15
3.2 Penyelesaian Numerik .....	15

3.2.1 <i>Pre-Processing</i> .....	15
3.2.2 <i>Processing</i> .....	18
3.2.3 <i>Post Processing</i> .....	20
3.3 Diagram Alir Penelitian .....	22
3.4 Timeline .....	22
3.5 Validasi Model.....	23
BAB IV .....	25
ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN .....	25
4.1 Analisis Penurunan Temperatur dan Peningkatan Kelembapan Relatif pada <i>Evaporating Cooling Pad</i> .....	25
4.2 Analisis Distribusi Temperatur pada Kandang Ayam .....	28
4.2.1 Analisis Kontur Temperatur pada Kandang Ayam .....	28
4.2.2 Analisis Nilai Temperatur pada Kandang Ayam.....	30
4.2.3 Analisis Perbandingan Nilai Temperatur Rata-rata pada Kandang Ayam.....	33
4.3 Analisis Distribusi Kelembapan Relatif pada Kandang Ayam.....	34
4.3.1 Analisis Kontur Kelembapan Relatif pada Kandang Ayam.....	34
4.3.2 Analisis Nilai Kelembapan Relatif pada Kandang Ayam .....	36
4.3.3 Analisis Perbandingan Nilai Kelembapan Relatif Rata-rata pada Kandang Ayam .	38
4.4 Analisis Distribusi Kecepatan Aliran Angin pada Kandang Ayam.....	39
4.4.1 Analisis Kontur Kecepatan Aliran Angin pada Kandang Ayam.....	40
4.4.2 Analisis Nilai Kecepatan Aliran Angin pada Kandang Ayam .....	42
4.4.3 Analisis Perbandingan Nilai Kecepatan Aliran Angin Rata-rata pada Kandang Ayam .....	44
4.5 Analisis Kontur Temperatur pada Ketinggian Ayam .....	44
4.6 Analisis Kontur Kelembapan relatif pada Ketinggian Ayam .....	45
4.7 Analisis Kontur Kecepatan Angin pada Ketinggian Ayam.....	46
BAB V .....	49
KESIMPULAN DAN SARAN .....	49
5.1 Kesimpulan .....	49
5.2 Saran .....	50
DAFTAR PUSTAKA.....	51

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Grafik volume produksi ayam pedaging di Indonesia tahun 2022.....	4
Gambar 2. 2 <i>Heat stress index</i> pada ayam.....	6
Gambar 2. 3 Kandang <i>closed house</i> .....	7
Gambar 2. 4 Ventilasi longitudinal atau memanjang .....	8
Gambar 2. 5 Ventilasi transversal atau melintang.....	8
Gambar 2. 6 Ventilasi vertical.....	9
Gambar 2. 7 Geometri kandang ayam dan posisi dari <i>evaporating cooling pad</i> dan <i>exhaust fan</i> : (a) Model pertama, (b) Model kedua, dan (c) Model ketiga.....	11
Gambar 2. 8 Kontur distribusi kecepatan pada ketinggian 0,9 m: (a) Model pertama, (b) Model kedua, dan (c) Model ketiga.....	12
Gambar 2. 9 Kontur distribusi temperatur pada ketinggian 0,9 m: (a) Model pertama, (b) Model kedua, dan (c) Model ketiga.....	12
Gambar 2. 10 Skema penelitian (Fidaros et al., 2018) .....	13
Gambar 3. 1 Skema kandang ayam broiler yang dimodelkan dan disimulasikan.....	15
Gambar 3. 2 Jumlah dan posisi <i>exhaust fan</i> pada kandang .....	15
Gambar 3. 3 Model geometri yang telah dilakukan proses <i>meshing</i> .....	16
Gambar 3. 4 Model geometri yang telah dilakukan proses <i>meshing</i> pada daerah sekitar <i>inlet</i>	17
Gambar 3. 5 Model geometri yang telah dilakukan proses <i>meshing</i> pada daerah sekitar <i>outlet</i> .....	17
Gambar 3. 6 Grafik <i>grid independency test</i> .....	21
Gambar 3. 7 <i>Flowchart</i> penelitian.....	22
Gambar 3. 8 Temperatur <i>outlet</i> simulasi .....	24
Gambar 4. 1 Grafik penurunan temperatur pada <i>evaporating cooling pad</i> .....	25
Gambar 4. 2 Grafik peningkatan kelembapan relatif pada <i>evaporating cooling pad</i> .....	26
Gambar 4. 3 Kontur temperatur pada penampang <i>evaporating cooling pad</i> pada; (a) konfigurasi 8 <i>exhaust fan</i> ; (b) 6 <i>exhaust fan</i> .....	27
Gambar 4. 4 Kontur kelembapan relatif pada penampang <i>evaporating cooling pad</i> pada; (a) 8 <i>exhaust fan</i> ; (b) 6 <i>exhaust fan</i> .....	27
Gambar 4. 5 Kontur temperatur penampang kandang ayam pada; (a) Variasi A; (b) Variasi B; (c) Variasi C; (d) Variasi D .....	30
Gambar 4. 6 Grafik distribusi temperatur kandang ayam pada; (a) Variasi A; (b) Variasi B; (c) Variasi C; (d) Variasi D.....	32
Gambar 4. 7 Grafik perbandingan temperatur rata-rata pada kandang ayam.....	33
Gambar 4. 8 Kontur kelembapan relatif penampang kandang ayam pada; (a) Variasi A; (b) Variasi B; (c) Variasi C; (d) Variasi D .....	36
Gambar 4. 9 Grafik distribusi kelembapan relatif kandang ayam pada; (a) Variasi A; (b) Variasi B; (c) Variasi C; (d) Variasi D .....	38
Gambar 4. 10 Grafik perbandingan kelembapan relatif rata-rata pada kandang ayam .....	39



Gambar 4. 11 Kontur kecepatan aliran angin pada penampang kandang ayam pada; (a) Variasi A; (b) Variasi B; (c) Variasi C; (d) Variasi D .....	41
Gambar 4. 12 Grafik distribusi kecepatan angin kandang ayam pada; (a) Variasi A; (b) Variasi B; (c) Variasi C; (d) Variasi D.....	43
Gambar 4. 13 Grafik perbandingan kecepatan angin rata-rata pada kandang ayam .....	44
Gambar 4. 14 Kontur temperatur pada level ketinggian ayam ( $y=0,25$ ) pada; (a) Variasi A; (b) Variasi B; (c) Variasi C; (d) Variasi D .....	45
Gambar 4. 15 Kontur kelembapan relatif pada level ketinggian ayam ( $y=0,25$ ) pada; (a) Variasi A; (b) Variasi B; (c) Variasi C; (d) Variasi D.....	46
Gambar 4. 16 Kontur kecepatan angin pada level ketinggian ayam ( $y=0,25$ ) pada; (a) Variasi A; (b) Variasi B; (c) Variasi C; (d) Variasi D .....	47

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kebutuhan temperatur untuk ayam pada umur yang berbeda (Babadi et al., 2022) .5	
Tabel 2. 2 <i>Pressure drop</i> pada ketebalan pad yang berbeda (Model: CELdek 7090-15) (Laknizi et al., 2019).....	10
Tabel 2. 3 Perbedaan nilai kecepatan hasil simulasi dibandingkan dengan pengukuran kondisi nyata pada berbagai model turbulensi (Cheng et al., 2018) .....	11
Tabel 2. 4 Temperatur rata-rata pada variasi exhaust fan dan kecepatan rotasi exhaust fan (Fidaros et al., 2018).....	13
Tabel 2. 5 Kecepatan udara rata-rata pada variasi exhaust fan dan kecepatan rotasi exhaust fan (Fidaros et al., 2018).....	14
Tabel 2. 6 Kecepatan udara maksimum pada variasi exhaust fan dan kecepatan rotasi exhaust fan (Fidaros et al., 2018).....	14
Tabel 3. 1 <i>Meshing</i> .....	16
Tabel 3. 2 <i>Boundary condition</i> .....	17
Tabel 3. 3 <i>Boundary condition</i> dalam model simulasi .....	19
Tabel 3. 4 Variasi penelitian.....	20
Tabel 3. 5 Hasil <i>grid independency test</i> .....	20
Tabel 3. 6 Tabel timeline.....	23

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara dengan jumlah penduduk terbesar di dunia. Indonesia mendapat peringkat ke-4 penduduk terbesar di dunia setelah Tiongkok, India, dan Amerika Serikat. Jumlah penduduk di Indonesia mencapai sekitar 274 juta dan akan terus meningkat dari tahun ke tahun. Seiring dengan kondisi tersebut kebutuhan pangan di Indonesia juga akan meningkat khususnya pada kebutuhan daging ayam. 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). Dengan melihat kebutuhan yang semakin meningkat beberapa cara telah dilakukan peternak untuk mengembangkan peternakannya baik dengan pemilihan bibit yang unggul dan pemeliharaan ayam itu sendiri sehingga dapat memenuhi kebutuhan yang ada. Salah satu hal yang perlu dilakukan pada pemeliharaan ayam adalah dengan memerhatikan faktor lingkungan sehingga dapat memberi tempat yang nyaman untuk ayam dan dapat menghasilkan ayam yang berkualitas dan dapat meningkatkan produktifitas ayam.

Kondisi lingkungan ideal peternakan ayam merupakan hal yang sangat penting dilakukan untuk disediakan. Salah satu parameter lingkungan yang ideal ditentukan oleh temperatur, kecepatan udara dan kelembapan relatif kandang. Kondisi ini cukup sulit dikontrol mengingat Indonesia memiliki cuaca yang sering berganti. Salah satu cara yang dilakukan untuk mengontrol hal tersebut adalah dengan menggunakan sistem kandang berjenis *closed house*. Sistem kandang ini dapat mengontrol keamanan mikrobiologi atau kontak organisme lain dari luar kandang. Selain itu, sistem kandang ini juga memiliki sistem pendinginan yang baik sehingga kontrol temperatur pada kandang dapat diatur sesuai standar pemeliharaan ayam yang ada. Pada kandang ini sistem pendinginannya menggunakan *evaporating cooling pad* yang dinilai dapat lebih ekonomis dan hemat energi dibandingkan sistem *refrigerasi*.

Penerapan sistem manajemen kandang *closed house* saat ini bukan merupakan hal yang baru lagi. Penggunaan *evaporating cooling pad* terbukti dapat menurunkan temperatur pada kandang. Akan tetapi, performanya masih kurang maksimal karena distribusi temperaturnya yang kurang merata. Suhu udara sesaat setelah keluar dari *evaporative cooling* cenderung lebih dingin dari suhu udara dekat *exhaust fan* (Sandyawan & Putra, 2019). Distribusi temperatur harus dapat terdistribusi secara merata sehingga pertumbuhan semua ayam dapat bertumbuh dengan baik. Permasalahan distribusi temperatur dapat didekati dengan menggunakan bantuan metode numerik atau *Computational fluid dynamic* (CFD) untuk memodelkan distribusi temperatur pada kandang. Parameter yang dapat memengaruhi temperatur pada kandang salah satunya adalah jumlah bukaan dan posisi dari *exhaust fan*. Untuk itu, pada penelitian ini akan lebih difokuskan pada variasi posisi dan jumlah *exhaust fan* dengan menggunakan 6 (enam) *exhaust fan* dan 8 (delapan) *exhaust fan* dengan pendekatan CFD.

(Babadi et al., 2022) telah melakukan penelitian tiga model baru diusulkan, dimana posisi dan jumlah bantalan pendingin *evaporatif* dan *exhausts fan* serta kapasitasnya diubah. Hasilnya menunjukkan bahwa dengan menggunakan 15 kipas angin berada pada

dinding timur dan tiga bantalan pendingin *evaporatif* berada pada dinding barat, memberikan kinerja yang terbaik. Pada model ini, kecepatan tingkat pada unggas adalah 2,5 m/s dan temperatur maksimum adalah 308 K. Selain itu, *relative humidity* didapatkan antara 60 dan 75%.

## 1.2 Rumusan Masalah

Pada peternakan ayam pedaging seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa terdapat beberapa faktor yang perlu dikontrol untuk memenuhi kebutuhan ayam. Oleh karena itu, penggunaan model kandang *closed house* banyak dipilih peternak untuk mengontrol faktor tersebut. Faktor-faktor yang dimaksud contohnya adalah temperatur, kecepatan udara dan kelembapan relatif. Sistem kandang *closed house* menggunakan ventilasi buatan yaitu *evaporating cooling pad* yang digunakan untuk menjamin kualitas udara yang masuk pada kandang ayam.

Kondisi daerah Gresik merupakan terletak pada daerah dataran rendah dimana sebagian daerah Gresik terletak pada daerah pesisir pantai. Data diambil dari AccuWeather pada bulan april 2024 didapatkan bahwa rata-rata temperatur di daerah Gresik tergolong yang cukup tinggi yaitu 30°C pada siang hari dan 27°C pada malam hari dengan rata-rata temperatur tahunan pada 2022 adalah 27°C. Selain itu, rata-rata kelembapan relatif di daerah Gresik adalah 42%. Dengan mempertimbangkan kondisi lingkungan tersebut, sistem pemeliharaan dengan menggunakan kandang *closed house* diharapkan dapat mencapai kondisi temperatur, kecepatan aliran udara, dan kelembapan relatif yang paling sesuai untuk ayam. Pada penelitian ini akan dilakukan penelitian dengan variasi posisi dan jumlah *exhaust fan* yang dinyalakan menggunakan 6 (enam) dan 8 (delapan) *exhaust fan*. Dimana settingan 6 (enam) *exhaust fan* akan dioperasikan ketika suhu ambien di luar kandang rendah seperti pada waktu malam hari yang memiliki suhu ambien lebih rendah dibandingkan siang hari. Selain itu, settingan 6 (enam) *exhaust fan* digunakan mempertimbangkan penghematan konsumsi energi listrik pada peternakan sehingga keuntungan peternak dapat lebih meningkat. Untuk settingan 8 (delapan) *exhaust fan* akan dioperasikan ketika suhu ambien di luar kandang tinggi. Hasil yang diharapkan pada penelitian ini adalah untuk memberikan rekomendasi settingan pada kandang *closed house* dan memberikan gambaran distribusi temperatur, kecepatan, dan kelembapan relatif udara dalam kandang.

## 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. Simulasi aliran dilakukan dengan geometri 3-Dimensi.
3. Dinding kandang ayam diasumsikan bersifat adiabatik.
4. Ketebalan *evaporating cooling pad (ECP)* yang digunakan adalah 150 mm.
5. Kecepatan pada *exhaust fan* diasumsikan pada kecepatan konstan.
6. Perangkat lunak yang digunakan untuk pemodelan geometri benda uji pada tahap *pre-processing* dan *post-processing* adalah Ansys Fluent 2023.
7. Dalam penelitian ini ayam diteliti pada usia 29-35 hari
8. Ayam diasumsikan tersebar secara merata pada lantai kandang.

9. Debit air yang digunakan pada *evaporating cooling pad* disetting konstan dengan nilai 4 Liter/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 di daerah Gresik dengan dimensi yang diserupakan dengan kondisi dilapangan. Pada penelitian kondisi lingkungan ayam yang ingin dicapai adalah untuk kondisi ayam berumur 29-35 hari. Dimana batas-batas kondisi lingkungan yang dibutuhkan adalah memiliki temperatur 21-23°C, kecepatan udara tidak melebihi 3 m/s, dan tingkat kelembapan relatifnya adalah diatas 50% dan tidak melebihi 65%. Sehingga didapatkan tujuan penelitiannya adalah sebagai berikut:

1. Memberikan gambaran pengaruh posisi bukaan *exhaust fan* terhadap distribusi temperatur, kecepatan, dan kelembapan relatif udara pada kandang *closed house* menggunakan metode komputasi fluida (CFD).
2. Memberikan gambaran pengaruh jumlah bukaan *exhaust fan* terhadap distribusi temperatur, kecepatan, dan kelembapan relatif udara pada kandang *closed house* menggunakan metode komputasi fluida (CFD).

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

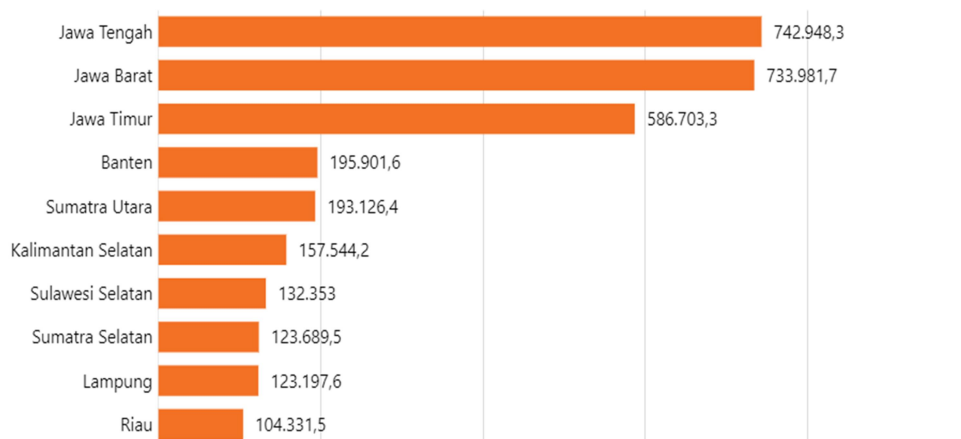
Penelitian ini pada dasarnya digunakan untuk melakukan optimalisasi penggunaan *exhaust fan* pada kandang ayam. Sehingga beberapa manfaat yang diharapkan dari penelitian ini yaitu antara sebagai berikut:

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

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Peternakan Ayam Pedaging di Indonesia

Kebutuhan akan daging ayam di Indonesia meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk dari tahun ke tahun. Dengan asumsi jumlah penduduk di Indonesia mencapai 278.835.740 jiwa, maka perkiraan konsumsi ayam ras pedaging masyarakat Indonesia tahun 2023 adalah di angka 12,58 kilogram per kapita per tahun. Kondisi tersebut menurut Asrokh Nawawi selaku Ketua IV GPPU, mengatakan bahwa setiap tahunnya produksi ayam pedaging mengalami surplus dibandingkan dengan kebutuhan akan ayam pedaging di masyarakat. Pada tiga tahun terakhir yaitu pada tahun 2021 surplus sebanyak 290 juta ekor ayam, tahun 2022 surplus sebanyak 498 juta ekor, dan tahun 2023 surplus sebanyak 433 juta ekor. Sementara itu, volume produksi ayam pedaging di Indonesia pada tahun 2022 peringkat 5 terbesar diduduki oleh Jawa Tengah, Jawa Barat, Jawa Timur, Banten, dan Sumatra Utara (Databoks, 2023). Dengan volume produksi ayam pedaging yang ditampilkan pada grafik berikut:



**Gambar 2. 1** Grafik volume produksi ayam pedaging di Indonesia tahun 2022 (Databoks, 2023)

Dengan kondisi tersebut Direktorat Jendral Peternakan dan Kesehatan Hewan Kementerian Pertanian mengatakan bahwa ketersediaan ayam pedaging di Indonesia masih dalam kondisi aman dan mencukupi kebutuhan masyarakat Indonesia. Akan tetapi, kondisi tersebut harus tetap dipertahankan dan ditingkatkan agar suplai daging ayam di Indonesia dapat terjaga. Untuk melakukan hal tersebut diperlukan peningkatan sistem perawatan dan pemeliharaan yang digunakan untuk memaksimalkan produksi ayam dan meningkatkan keuntungan dari peternak ayam.

Sistem perawatan dan pemeliharaan sangat penting dilakukan pada peternakan ayam. Ketika ternak berada dalam kondisi yang kurang sesuai dengan batas-batas yang diizinkan maka ayam dapat mengalami stress atau bahkan sampai terjadi kematian. Kondisi ini menyebabkan penurunan kekebalan tubuh dan gangguan metabolisme pada ayam.

Salah satu indikator sistem perawatan dan pemeliharaan yang perlu untuk diperhatikan pada peternakan ayam adalah penyediaan udara yang dibutuhkan oleh ayam.

Empat faktor penting yang terkait dengan kualitas udara di dalam kandang unggas adalah suhu, kecepatan, *relative humidity*, dan konsentrasi polutan (Babadi et al., 2022). Temperatur yang optimal untuk ayam berbeda-beda sesuai dengan umurnya. Berikut kisaran temperatur yang sesuai dengan kebutuhan ayam:

**Tabel 2. 1** Kebutuhan temperatur untuk ayam pada umur yang berbeda (Babadi et al., 2022)

Age(day)	Temperatur in the cage sistem(°C)
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

Kecepatan udara merupakan faktor selanjutnya yang perlu diperhatikan dalam peternakan ayam. Kecepatan udara yang terlalu tinggi dari kebutuhan ayam akan menyebabkan ayam mengalami kedinginan. Keseragaman kecepatan udara di area yang ditempati oleh ayam juga penting untuk mencegah ayam berpindah ke area yang memiliki ventilasi yang lebih baik (Babadi et al., 2022). Kecepatan udara pada kandang ayam disesuaikan dengan umur ayam dan kondisi di lingkungan peternakan. Ketika suhu tinggi maka kecepatan udara yang diperlukan adalah 2,75 m/s sampai 3 m/s. Dalam kasus sistem pendingin menggunakan evaporasi atau *evaporating cooling pad* maka 2,5 m/s adalah kecepatan optimal yang dibutuhkan oleh ayam (Lott et al., 1998).

Faktor yang memengaruhi kualitas udara dalam kandang selanjutnya adalah *relative humidity*. Jika *relative humidity* di dalam kandang terlalu tinggi akan mengurangi performa pertumbuhan atau kenyamanan ayam. Sebaliknya ketika *relative humidity* didalam kandang turun di bawah 50% akan membuat ayam mengalami dehidrasi. *Relative humidity* di dalam kandang ayam dapat bersumber dari udara yang masuk ke kandang, kelembapan dari kotoran ayam, dan dari uap udara pernapasan ayam. *Relative humidity* yang diinginkan oleh ayam berkisar antara 60-70% (Brauer-Vigoderis et al., 2014).

Pada dasarnya tidak hanya temperatur dan *relative humidity* yang membuat ayam tidak nyaman. Akan tetapi, kombinasi antara temperatur dan kelembapan. Ayam dapat mengalami heat stress yang merupakan kondisi dimana ayam akan mengalami stress yang disebabkan oleh cekaman temperatur dan *relative humidity* dalam kandang melebihi batas normal. Penjumlahan antara temperatur *ambient* (°F) dan *relative humidity* (%) dinamakan *Heat Stress Index*. Nilai dari *Heat Stress Index* dapat diketahui dengan menggunakan rumus yaitu sebagai berikut:

Temperature		Heat Stress Index															
		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)

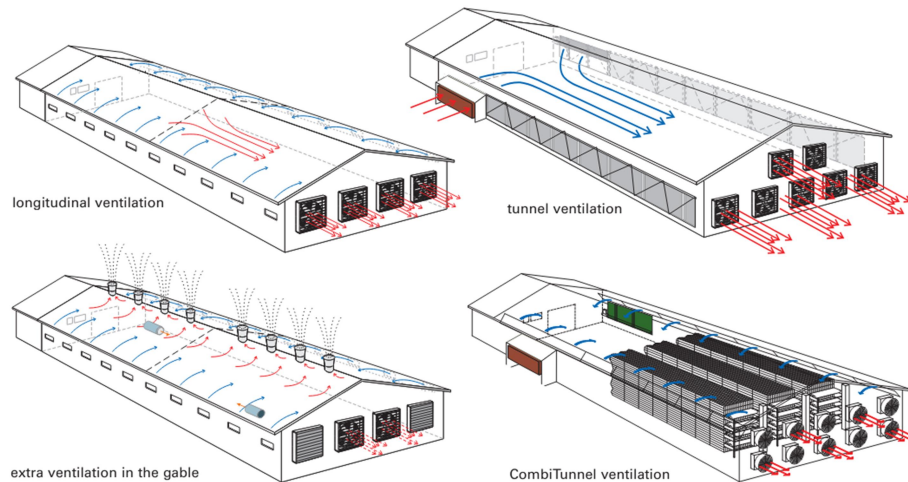
**Gambar 2. 2** Heat stress index pada ayam (Hyline India)

## 2.2 Kandang Closed House Pada Peternakan Ayam

Kandang *closed house* sudah umum digunakan oleh peternak ayam Indonesia pada saat ini. Pemanfaatan kandang jenis ini digunakan sebagai sarana untuk meningkatkan produktifitas ayam. Pengendalian biosekuriti yang cukup sederhana, suhu yang lebih kondusif bagi kehidupan ayam, lebih mudah dibersihkan, dan kesehatan ayam dapat terjaga merupakan beberapa contoh manfaat dari penggunaan kandang *closed house* ini. Hasil penelitian (Marom et al., 2017) tentang evaluasi sistem kandang *closed house* pada performa ayam broiler dibandingkan dengan kandang *open house* menunjukkan bahwa hasil lebih baik dengan menggunakan kandang *closed house*.

Pada kandang *closed house* semua persyaratan pertumbuhan harus dipenuhi, dari sistem jendela udara yang layak 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 et al., 2022). Suhu yang dirasakan oleh ayam yaitu merupakan suhu efektif. Dimana suhu efektif ini ditentukan oleh tiga faktor, yaitu suhu ruangan (suhu yang terdeteksi pada thermometer, *relative humidity*, dan kecepatan aliran udara pada kandang. Oleh karena itu, pengendalian suhu efektif perlu dilakukan agar sesuai dengan kebutuhan ayam. Dengan penggunaan kandang *closed house* ini diharapkan mampu untuk mengontrol tiga faktor tersebut. Kandang *closed house* memiliki pemanas dan kipas yang dipasang untuk mengatur suhu dan aliran udara. Dengan alat-alat tersebut memungkinkan untuk mengalirkan udara ke dalam kandang sehingga suhu dan *relative humidity* ayam dapat terjaga pada tingkat yang optimal.





**Gambar 2. 3** Kandang *closed house*  
(Big-dutchman, 2006)

### 2.3 Sistem Pengkondisian Udara Pada Peternakan Ayam

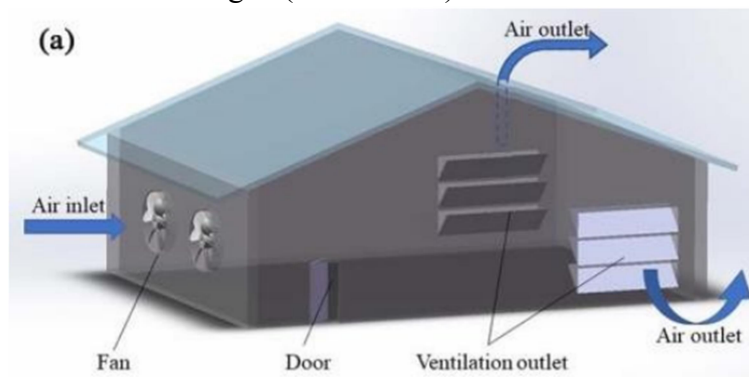
Pada peternakan ayam pengkondisian udara merupakan faktor yang tidak bisa dikesampingkan. Kondisi udara yang kurang sesuai dengan kebutuhan ayam dapat menyebabkan beberapa gangguan pada ayam. Sistem pengkondisian udara diperlukan oleh peternak ayam untuk mengontrol udara yang ada di dalam peternakan ayam. Proses pengkondisian udara yang dalam ruangan diklasifikasikan 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 dapat dilakukan dengan mengatur dimensi dari bangunan kandang.

Sistem pengkondisian udara buatan di dalam kandang dengan jenis *closed house* diatur dengan menggunakan *evaporating cooling pad*, *heating system*, dan *exhaust fan*. Penggunaan *evaporating cooling pad* digunakan untuk mengatur temperatur pada ruangan kandang terlebih ketika suhu diluar tinggi. Pada kandang tertutup dan terletak di daerah panas lembab untuk menurunkan temperatur kandang tanpa mengganggu kestabilan kelembapan udara maka bisa digunakan *evaporating cooling pad*. Untuk penggunaan *heating system* dilakukan ketika suhu diluar kandang terlalu rendah atau dingin. Di musim hujan udara yang masuk akan dihangatkan terlebih dahulu dengan menggunakan *heating system* yang dipasang di atas kandang (Kucuktopcu et al., 2022). Dengan *heating system* suhu udara yang masuk dapat ditingkatkan atau dihangatkan agar sesuai dengan kebutuhan ayam.

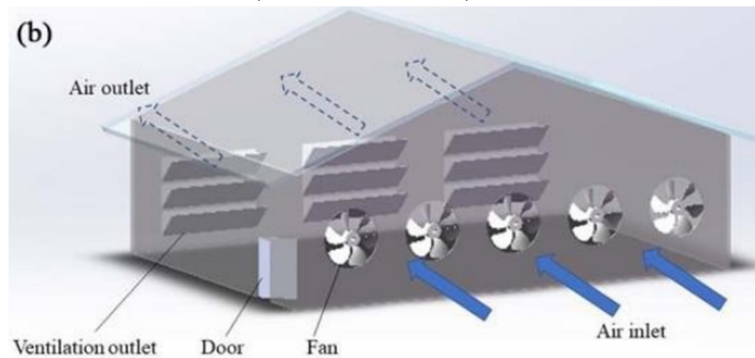
Sistem ventilasi mekanis atau buatan pada *exhaust fan* menurut tekanan internal dan eksternal kandang dapat diklasifikasikan menjadi 3 jenis yaitu *negative pressure ventilation*, *positive pressure ventilation*, dan *isobaric ventilation*. Ventilasi tekanan negatif menggunakan *exhaust fan* yang akan memaksa udara kotor keluar dari dalam peternakan, sehingga menghasilkan sedikit tekanan negatif di bawah tekanan atmosfer dalam kandang ayam dan mengalirkan udara segar dari luar kandang ayam masuk ke dalam kandang. Ventilasi tekanan positif mengacu pada penggunaan *fan* untuk memaksa udara luar masuk ke dalam kandang. Volume udara yang keluar ke kandang selalu lebih kecil dari volume udara yang masuk, sehingga menghasilkan sedikit tekanan positif dalam ruangan. Ventilasi isobaric dilakukan dengan menggunakan *fan* yang digunakan

pada saat yang sama di saluran masuk dan keluar, sehingga menghasilkan volume udara dan tekanan yang konsisten atau tidak berubah di dalam kandang.

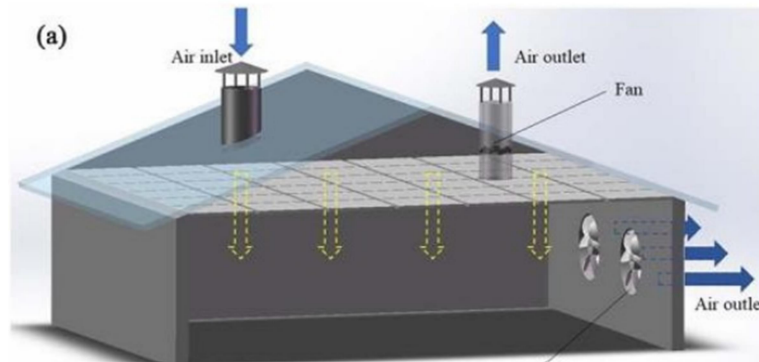
Menurut pengaturan *exhaust fan* klasifikasi ventilasi dibagi menjadi tiga jenis yaitu ventilasi longitudinal atau memanjang, ventilasi transversal atau melintang, dan ventilasi vertikal. Ventilasi longitudinal berarti *exhaust fan* akan dipasang di atap kandang sehingga udara di dalam kandang akan mengalir di sepanjang sumbu yang lebih panjang di dalam kandang (Gambar 2.4). Ventilasi transversal berarti *exhaust fan* dipasang di dinding melintang sehingga udara akan mengalir dengan sumbu yang lebih pendek (Gambar 2.5). Umumnya diameter kipas yang digunakan untuk ventilasi transversal memiliki ukuran yang kecil (Guo et al., 2022). Selanjutnya, ventilasi vertikal adalah ventilasi langit-langit di mana udara masuk dari langit-langit salah satu sisi atap dan berdifusi ke dalam ruangan melalui langit-langit, kemudian keluar dari sisi lain atap setelah bersikulasi di dalam ruangan (Gambar 2.6).



**Gambar 2. 4** Ventilasi longitudinal atau memanjang (Guo et al., 2022)



**Gambar 2. 5** Ventilasi transversal atau melintang (Guo et al., 2022)



**Gambar 2. 6** Ventilasi vertical  
(Guo et al., 2022)

## 2.4 Simulasi Numerik Peternakan Ayam

Dalam proses pemantauan dan peningkatan sistem pengkondisian udara dalam peternakan terdapat keterbatasan untuk memberi gambaran secara jelas kondisi aktual dalam kandang ayam. Selain itu, pada proses pemantauan atau penelitian secara langsung dapat mengganggu ayam karena ayam jenis ras baik pedaging dan petelur rentan mengalami stress sehingga dapat menurunkan produktifitas dari ayam. Ancaman bahaya dari virus atau bakteri yang terbawa masuk saat penelitian dapat juga menjadi suatu ancaman besar bagi ayam. Hal itu juga bisa menjadi salah satu pemicu kematian pada ayam dalam jumlah besar kalau tidak segera diatasi dengan benar.

Studi tentang pengkondisian udara pada peternakan ayam merupakan sebuah masalah multi parametrik. Hal ini melibatkan banyak variabel yang saling berinteraksi satu sama lain beberapa diantaranya adalah geometri dan konstruksi bangunan, peralatan elektromekanis, kondisi iklim eksternal dan lainnya. Oleh karena itu, teknik numerik atau CFD untuk memberikan gambaran dalam bangunan peternakan dapat dilakukan. Penelitian-penelitian tersebut mempertimbangkan adanya hewan di dalam ruang ternak dengan model hewan fisik statis (Bjerg et al., 2000).

## 2.5 *Porous medium*

*Porous medium* adalah media berpori, dimana bahan terstruktur di dalamnya mengandung atau berisi ruang kosong yang disebut pori-pori dan dikelilingi oleh matriks pada atau semi padat. Dalam pengaplikasian studi numerik sendiri penggunaan *porous medium* juga biasa diaplikasikan ketika terdapat media-media yang memiliki pori-pori untuk pengaplikasiannya. Penggunaan *porous medium* dalam studi numerik dapat diatur bahkan sampai tingkat *porosity* dari media yang disimulasikan. Dalam simulasi peternakan media yang dapat digunakan sebagai *porous medium* salah satunya adalah geometri dari hewan yang diamati dan *evaporating cooling pad*. *Heat generation* dilepaskan melalui *porous medium* untuk menciptakan panas tubuh dari ayam. *Porosity evaporating cooling pad* pada simulasi juga dideskripsikan sebagai *porous medium*. Selanjutnya untuk *pressure drop* pada *evaporating cooling pad* dapat diketahui dengan tabel sebagai berikut.

**Tabel 2. 2** *Pressure drop* pada ketebalan pad yang berbeda (Model: CELdek 7090-15) (Laknizi et al., 2019)

<i>Velocity</i> (m/s)	<b>D = 100 mm</b>		<b>D = 150 mm</b>	
	<i>Preesure Drop</i>	<i>Efficiency</i>	<i>Pressure Drop</i>	<i>Efficiency</i>
0.5	5 Pa	82%	5 Pa	91%
1	9 Pa	80,40%	13.3 Pa	90,30%
1.5	20.4 Pa	78,60%	29.8 Pa	89,40%
2	35.5 Pa	76,40%	54.8 Pa	87,40%
2.5	59.9 Pa	74%	83.3 Pa	86,20%
3	81.5 Pa	71,20%	124.5 Pa	84%

Dengan menggunakan tabel diatas dapat dicari persamaan *pressure drop* dari *evaporating cooling pad* yang nantinya akan digunakan untuk mencari nilai *viscous resistance* dan *inertial resistance* dari *evaporating cooling pad*. Untuk mencari nilai dari *viscous resistance* dan *inertial resistance* dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan Darcy-Forcheimer yaitu sebagai berikut (Nowak, 2016):

$$\frac{\Delta p}{\Delta x_i} = S_i = -\frac{\mu}{\alpha} v + 0.5 C_2 \rho v^2 \quad (2.1)$$

Dimana variable  $1/\alpha$  dan  $C_2$  didefinisikan sebagai koefisien *viscous* dan *inertial resistance* dari aktivitas *pressure drop* pada *porous medium*. Selanjutnya untuk mengetahui koefisien *viscous* dan *inertial resistance* dari *porous medium* bisa dilakukan dengan menggunakan *general parabolic function* yaitu sebagai berikut:

$$\Delta p = av^2 + bv \quad (2.2)$$

Kemudian dengan membagi persamaan (2.3) dan (2.4) maka koefisien *viscous* dan *inertial resistance* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

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

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

Nilai *porosity evaporating cooling pad* berbeda-beda setiap kasusnya ada yang menggunakan tingkat porositas sebesar 0,947 untuk panel basah dan pada kasus panel kering memiliki porositas sebesar 0,965 (Franco et al., 2011). Hewan dapat dinyatakan sebagai *porous medium* yang menghasilkan panas dengan porositas sebesar 90% (Fidaros et al., 2018).

## 2.6 Pemodelan Aliran

Dalam menyelesaikan suatu masalah simulasi numerik hal yang perlu diperhatikan agar hasil simulasi sesuai dengan kondisi nyata di lapangan adalah pemilihan pemodelan aliran yang sesuai. Pada penelitian yang dilakukan untuk mengetahui aliran fluida di sekitar kumpulan ayam dengan memvariasikan model turbulensi yang digunakan (Cheng et al., 2018). Beberapa model turbulensi yang digunakan adalah Standard k- $\epsilon$ , RNG k- $\epsilon$ , realizable k- $\epsilon$ , low-Re k- $\epsilon$ , standard k- $\omega$  dan SST- $\omega$ . Hasil simulasi terdahulu menunjukkan bahwa model turbulensi RNG k- $\epsilon$  lebih cocok digunakan untuk

mensimulasikan aliran diantara kumpulan ayam. Perbedaan hasil simulasi dan kondisi aktual dari penelitian ditampilkan dalam tabel sebagai berikut:

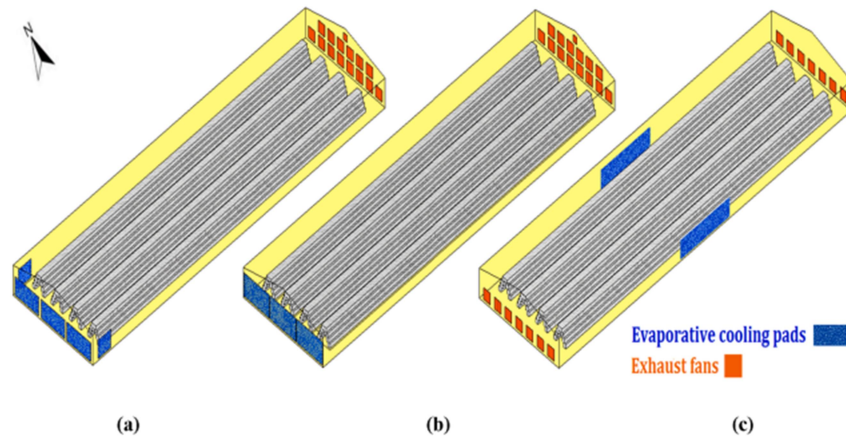
**Tabel 2. 3** Perbedaan nilai kecepatan hasil simulasi dibandingkan dengan pengukuran kondisi nyata pada berbagai model turbulensi (Cheng et al., 2018)

Model turbulensi	Perbedaan(%)
Standard k- $\epsilon$	8.10
RNG k- $\epsilon$	5.44
Realize k- $\epsilon$	5.69
Standard k- $\omega$	6.08
Low Re k- $\epsilon$	11.31
SST k- $\epsilon$	8.56

## 2.7 Hasil Penelitian Terdahulu

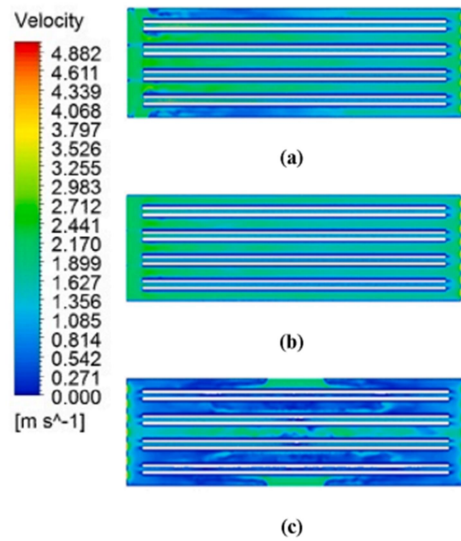
### 2.7.1 Pemodelan CFD Aliran Udara, *Relative humidity*, Distribusi CO<sub>2</sub> dan NH<sub>3</sub> di dalam Kandang Ayam Petelur dengan Sistem Ventilasi Tunnel

Penelitian secara numerik dilakukan oleh (Babadi et al., 2022) tentang pengaruh posisi dan jumlah *evaporating cooling pad* dan *exhaust fan* yang kapasitasnya telah diubah. Pada penelitian ini untuk saluran masuk diatur sebagai *velocity inlet* dan untuk bagian *outlet* diatur sebagai *pressure outlet*. Pada bagian *evaporating cooling pad* dan ayam tidak didefinisikan sebagai *porous medium*. Pada penelitian ini memakai tiga model kandang *closed house* yang dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

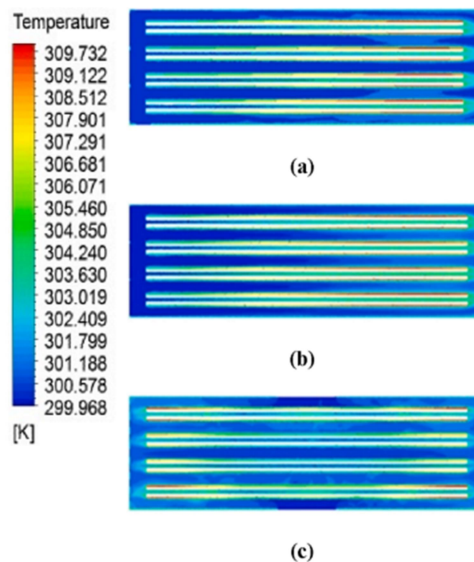


**Gambar 2. 7** Geometri kandang ayam dan posisi dari *evaporating cooling pad* dan *exhaust fan*: (a) Model pertama, (b) Model kedua, dan (c) Model ketiga (Babadi et al., 2022)

Pada penelitian ini memiliki dimensi kandang sebesar lebar 15 m, panjang 55 m, dan tinggi 3,2 m. Jumlah *exhaust fannya* adalah sebanyak 14 *exhaust fan* yang masing-masing memiliki diameter sebesar 1,25 m. Dengan hasil penelitian sebagai berikut:



**Gambar 2. 8** Kontur distribusi kecepatan pada ketinggian 0,9 m: (a) Model pertama, (b) Model kedua, dan (c) Model ketiga  
 (Babadi et al., 2022)



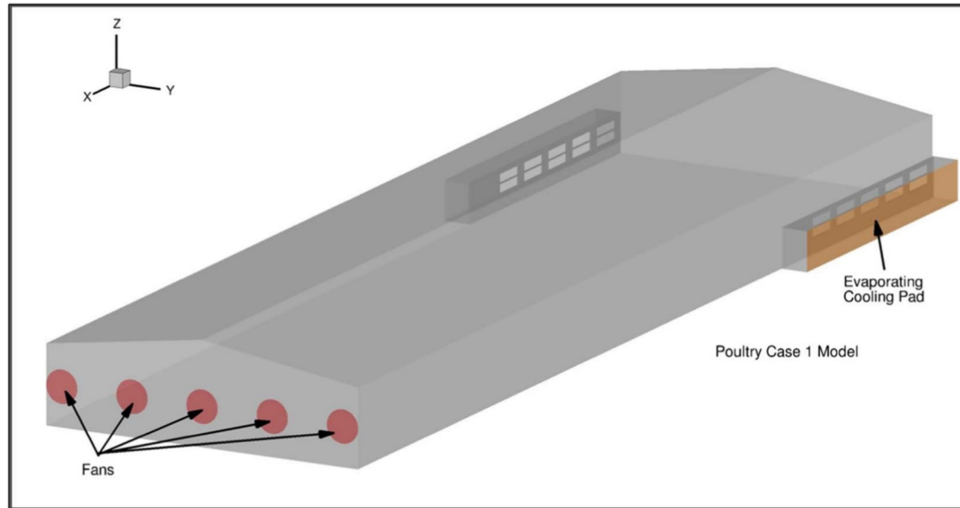
**Gambar 2. 9** Kontur distribusi temperatur pada ketinggian 0,9 m: (a) Model pertama, (b) Model kedua, dan (c) Model ketiga  
 (Babadi et al., 2022)

Pada gambar tersebut dapat diketahui bahwa model baru pertama dan ketiga meskipun terjadi peningkatan kecepatan yang signifikan, masih terdapat distribusi aliran udara yang tidak seragam pada tingkat ayam. Model kedua dapat memberikan distribusi udara yang seragam dan sesuai untuk ayam. Kelembapan relatif pada model kedua dan ketiga lebih rendah dan sesuai pada kisaran optimal ayam. Sementara itu, model pertama memiliki kelembapan relatif hampir melewati batas yang diizinkan. Model kedua adalah sistem ventilasi yang paling sesuai di antara semua tiga model yang diteliti.



### 2.7.2 Studi Numerik Kandang Ayam Broiler Berventilasi mekanis yang dilengkapi dengan *Evaporating Cooling Pad*

Penelitian secara numeric dilakukan oleh (Fidaros et al., 2018) tentang pengaruh jumlah *exhaust fan* dan kecepatan rotasi *exhaust fan* terhadap temperatur dan kecepatan udara di kandang *closed house*. Pada penelitian ini saluran keluar diatur sebagai *exhaust fan*. Adapun bagian-bagian yang diatur sebagai *porous medium* yaitu *evaporating cooling pad*, ayam, dan litter pada kandang. Model geometri penelitian ini dapat dilihat pada gambar yaitu sebagai berikut:



**Gambar 2. 10** Skema penelitian (Fidaros et al., 2018)

Pada penelitian ini dimensi kandangnya adalah memiliki lebar 13,53 m, panjang 45,78 m, dan tinggi 4,45 m. Jumlah *exhaust fannya* adalah sebanyak 5 *exhaust fan* yang masing-masing memiliki diameter sebesar 1,3 m. Kecepatan rotasi *exhaust fan* yang digunakan pada variasi penelitian ini adalah 368 rpm untuk kecepatan rotasi 1 (RS1) dan 420 rpm untuk kecepatan rotasi 2 (RS2) dengan hasil penelitian sebagai berikut:

**Tabel 2. 4** Temperatur rata-rata pada variasi exhaust fan dan kecepatan rotasi exhaust fan (Fidaros et al., 2018)

Average temperature for various fans and rotational speed combinations.

Case - 1 fan	1	3	7	4			
Operating Fans	f3	f1	f2	f4			
$T_{av}$ for RS <sub>1</sub> [C]	27.32	27.54	32.49	31.58			
$T_{av}$ for RS <sub>2</sub> [C]	26.66	26.78	26.53	26.66			
Case - 2 fans	6	5	9	10	12	13	15
Operating Fans	f1 + f3	f3 + f5	f1 + f4	f3 + f4	f2 + f4	f2 + f3	f4 + f5
$T_{av}$ for RS <sub>1</sub> [C]	26.69	27.44	27.15	26.76	26.29	26.75	26.95
$T_{av}$ for RS <sub>2</sub> [C]	25.97	26.02	26.13	26.17	26.29	26.01	26.13
Case - 3 fans	17	21	25	22			
Operating Fans	f1 + f2 + f3	f1 + f3 + f5	f1 + f4 + f5	f1 + f3 + f4			
$T_{av}$ for RS <sub>1</sub> [C]	26.87	26.74	26.98	26.45			
$T_{av}$ for RS <sub>2</sub> [C]	26.11	26.83	26.78	25.99			
Case - 4 fans	28	30	27				
Operating Fans	f2 + f3 + f4 + f5	f1 + f2 + f4 + f5	f1 + f3 + f4 + f5				
$T_{av}$ for RS <sub>1</sub> [C]	27.02	27.93	26.12				

**Tabel 2. 5** Kecepatan udara rata-rata pada variasi exhaust fan dan kecepatan rotasi exhaust fan (Fidaros et al., 2018)

Average air velocity magnitude for various fans and rotational speed combinations.

Case - 1 fan	1	3	7	4			
Operating Fans	f3	f1	f2	f4			
$U_{av}$ for RS <sub>1</sub> [m s <sup>-1</sup> ]	0.19	0.191	0.174	0.177			
$U_{av}$ for RS <sub>2</sub> [m s <sup>-1</sup> ]	0.228	0.234	0.237	0.231			
Case - 2 fans	6	5	9	10	12	13	15
Operating Fans	f1 + f3	f3 + f5	f1 + f4	f3 + f4	f2 + f4	f2 + f3	f4 + f5
$U_{av}$ for RS <sub>1</sub> [m s <sup>-1</sup> ]	0.232	0.218	0.219	0.27	0.29	0.276	0.248
$U_{av}$ for RS <sub>2</sub> [m s <sup>-1</sup> ]	0.365	0.364	0.293	0.367	0.364	0.357	0.368
Case - 3 fans	17	21	25	22			
Operating Fans	f1 + f2 + f3	f1 + f3 + f5	f1 + f4 + f5	f1 + f3 + f4			
$U_{av}$ for RS <sub>1</sub> [m s <sup>-1</sup> ]	0.213	0.219	0.212	0.307			
$U_{av}$ for RS <sub>2</sub> [m s <sup>-1</sup> ]	0.367	0.271	0.262	0.407			
Case - 4 fans	28	30	27				
Operating Fans	f2 + f3 + f4 + f5	f1 + f2 + f4 + f5	f1 + f3 + f4 + f5				
$U_{av}$ for RS <sub>1</sub> [m s <sup>-1</sup> ]	0.207	0.179	0.35				

**Tabel 2. 6** Kecepatan udara maksimum pada variasi exhaust fan dan kecepatan rotasi exhaust fan (Fidaros et al., 2018)

Maximum air velocity magnitude for various fans and rotational speed combinations.

Case - 1 fan	1	3	7	4			
Operating Fans	f3	f1	f2	f4			
$U_{max}$ for RS <sub>1</sub> [m s <sup>-1</sup> ]	0.91	0.958	0.906	0.909			
$U_{max}$ for RS <sub>2</sub> [m s <sup>-1</sup> ]	1.21	1.22	1.195	1.195			
Case - 2 fans	6	5	9	10	12	13	15
Operating Fans	f1 + f3	f3 + f5	f1 + f4	f3 + f4	f2 + f4	f2 + f3	f4 + f5
$U_{max}$ for RS <sub>1</sub> [m s <sup>-1</sup> ]	1.238	1.309	1.28	1.539	2.648	1.579	1.37
$U_{max}$ for RS <sub>2</sub> [m s <sup>-1</sup> ]	1.415	1.956	1.772	1.961	1.948	1.939	1.965
Case - 3 fans	17	21	25	22			
Operating Fans	f1 + f2 + f3	f1 + f3 + f5	f1 + f4 + f5	f1 + f3 + f4			
$U_{max}$ for RS <sub>1</sub> [m s <sup>-1</sup> ]	1.176	1.31	1.18	1.845			
$U_{max}$ for RS <sub>2</sub> [m s <sup>-1</sup> ]	2	1.489	1.465	2.35			
Case - 4 fans	28	30	27				
Operating Fans	f2 + f3 + f4 + f5	f1 + f2 + f4 + f5	f1 + f3 + f4 + f5				
$U_{max}$ for RS <sub>1</sub> [m s <sup>-1</sup> ]	1.117	1.11	1.945				

Operasi dengan menggunakan satu kipas tidak bisa menurunkan temperatur pada tingkat yang diinginkan, tetapi dapat menjaga kecepatan udara di bawah batas 1 m/s. Dua kipas dapat memberikan distribusi temperatur yang cukup baik pada rentang yang diinginkan dan kecepatan tetap berada dibawah batas 1 m/s. Ketika menggunakan tiga kipas temperatur lebih mendekati pada tingkat yang diinginkan. Namun, untuk kecepatannya melampaui batas 1 m/s. Dalam kasus empat kipas tidak ada penurunan suhu lebih lanjut dan kecepatan melampaui batas secara berlebihan.



## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Studi Literatur

Studi literatur merupakan hal yang tidak dapat ditinggalkan dalam sebuah penelitian. Studi literatur bertujuan untuk mendukung penyelesaian dalam penelitian untuk memahami karakteristik aliran fluida yang bergerak dalam ruangan ternak antara lain dari temperatur, kecepatan, dan kelembapan relatif. Sumber yang digunakan untuk studi literatur yaitu *scientific journal* nasional ataupun internasional, buku teks, dan hasil penelitian sebelumnya.

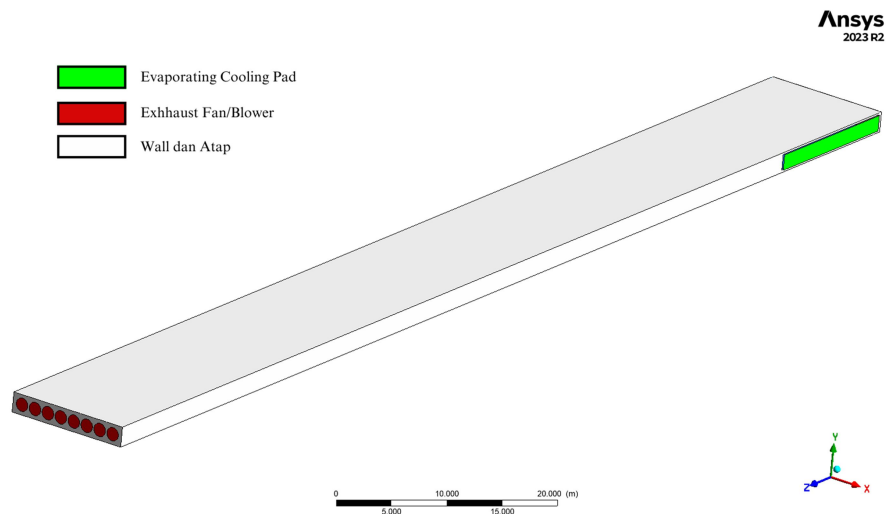
### 3.2 Penyelesaian Numerik

Penyelesaian suatu kasus numerik dilakukan melalui tiga tahap utama yaitu *pre-processing*, *processing*, dan *post-processing*.

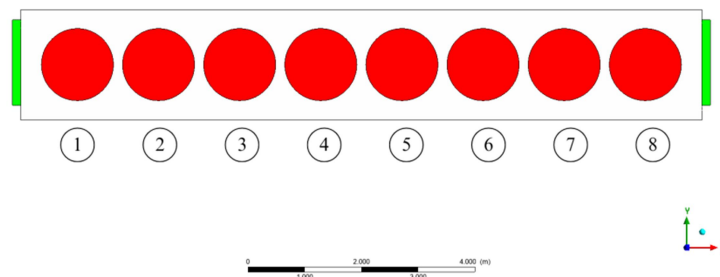
#### 3.2.1 Pre-Processing

##### A. Geometry

Objek pada penelitian ini merupakan kandang ayam broiler tipe *close house* yang berada pada daerah Gresik. Kandang memiliki dimensi p x l x t yaitu 126 x 12 x 2 m tiap lantainya. Objek kandang yang diamati memiliki 2 lantai. Akan tetapi, pada penelitian saat ini yang akan dijadikan objeknya adalah 1 lantai saja.



**Gambar 3. 1** Skema kandang ayam broiler yang dimodelkan dan disimulasikan



**Gambar 3. 2** Jumlah dan posisi *exhaust fan* pada kandang

Kandang broiler ini dilengkapi dengan sistem ventilasi udara paksa negatif yang terdiri dari 8 *exhaust fan* disetiap lantainya. *Exhaust fan* ini memiliki diameter sebesar 1,43 m. *Exhaust fan* tersebut akan berfungsi sebagai saluran keluar udara dalam kandang. Selain itu, kandang broiler ini dilengkapi dengan dua *evaporating cooling pad* yang akan berfungsi sebagai saluran masuk udara. *Evaporating cooling pad* tersebut memiliki panjang sebesar 15 m, tinggi 2 m, dan ketebalan 0,15 m.

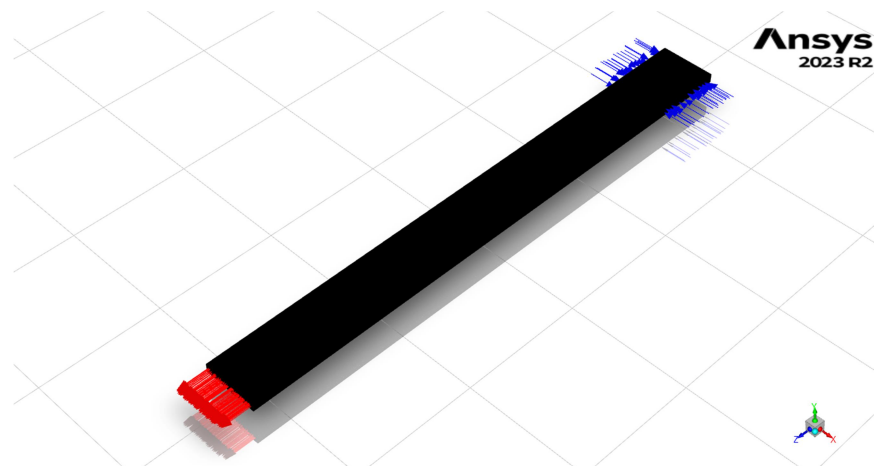
## B. Meshing

Langkah selanjutnya adalah melakukan *meshing* yang dilakukan dengan *software* Gambit. Proses *meshing* dilakukan untuk melakukan pembagian model solid menjadi elemen-elemen kecil yang berfungsi untuk mempermudah perhitungan dan iterasi sebuah simulasi. Dari hasil *meshing* yang telah dilakukan didapatkan nilai rata-rata *skewness* adalah 0,17 sehingga dapat dimasukkan dalam kategori kualitas *meshing excellent*. Selanjutnya untuk data *meshing* yang didapatkan pada model simulasi ini bisa dilihat pada tabel yaitu sebagai berikut:

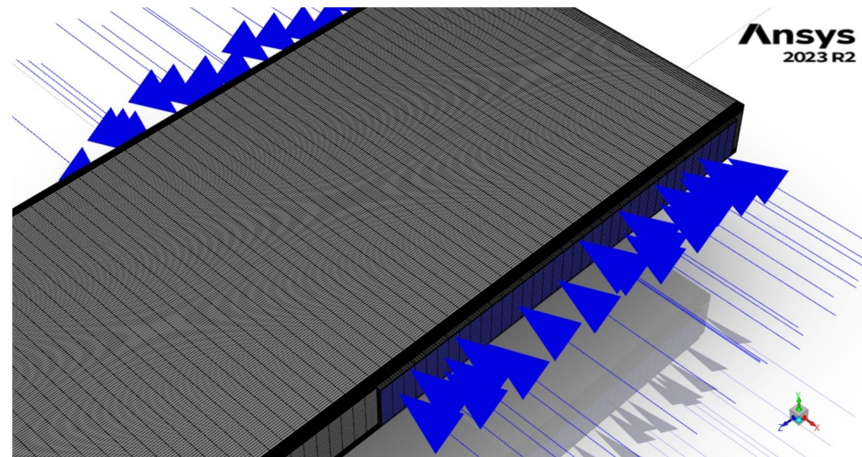
**Tabel 3. 1 Meshing**

<i>Meshing</i>	
Jenis	Jumlah
<i>Node</i>	10329019
<i>Elements</i>	10123536
<i>Avg Skewness</i>	0,17
Tipe	<i>Structured Mesh</i>

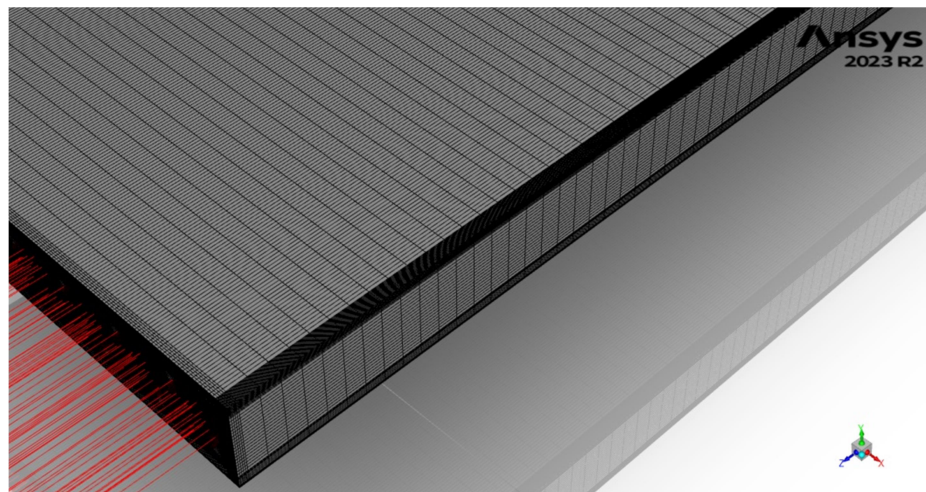
Adapun pengaturan *meshing* pada simulasi ini yang dapat dilihat pada gambar sebagai berikut:



**Gambar 3. 3** Model geometri yang telah dilakukan proses *meshing*



Gambar 3. 4 Model geometri yang telah dilakukan proses *meshing* pada daerah sekitar *inlet*



Gambar 3. 5 Model geometri yang telah dilakukan proses *meshing* pada daerah sekitar *outlet*

### C. *Boundary Condition*

Simulasi difokuskan pada kondisi aliran fluida di dalam kandang tertutup. Model simulasi digunakan untuk mengetahui pola streamline aliran dan temperatur udara di dalam kandang yang dilengkapi oleh sistem pengkondisian udara buatan. Udara luar dengan temperatur ambien memasuki kandang melalui *evaporating cooling pad* sehingga terjadi penurunan suhu udara ventilasi. Ayam diasumsikan menyebar secara merata pada lantai kandang. Selengkapnya untuk *boundary condition* ada pada tabel dibawah ini:

Tabel 3. 2 *Boundary condition*

<i>Boundary Condition</i>	
<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* dilakukan dengan cara menggunakan *software* Fluent 2022 R2. Proses ini terdiri dari beberapa tahapan yaitu sebagai berikut:

#### A. Scale & Check

Setelah geometri sudah dibuat dan dimeshing menggunakan *software* Gambit. Kemudian dilakukan pengkonversian satuan dari geometri yang dibuat menjadi satuan meter (m). Karena satuan geometri yang digunakan pada *software* Gambit yaitu millimeter (mm). Pengkonversian satuan dilakukan dengan mengklik pada *toolbar* “General” lalu “Scale” kemudian pilih meter (m). Setelah itu, dilakukan proses pengecekan *meshing* menggunakan *toolbar* “General” lalu pilih “Check”.

#### B. Solver

Jenis yang digunakan adalah *Pressure-based* karena simulasi dilakukan berdasarkan batasan masalah *incompressible flow*. Untuk *operating* temperatur dan *operating* pressurnya diatur dalam kondisi *default*. Pada gravitasi diatur dalam kondisi *on* dan untuk nilai  $y$  di berikan nilai  $-9,81 \text{ m/s}^2$  sesuai dengan nilai gravitasi.

#### C. Model Turbulensi

Pada penelitian ini model turbulensi yang digunakan adalah menggunakan model  $k-\varepsilon$  RNG karena berdasarkan penelitian sebelumnya didapatkan bahwa model  $k-\varepsilon$  RNG memiliki nilai *error* paling sedikit dibandingkan model yang lainnya (Cheng et al., 2018). Model turbulensi RNG  $k-\varepsilon$  disarankan untuk digunakan apabila ingin memprediksikan kondisi temperatur dan aliran udara dalam peternakan (Küçüktopcu & Cemek, 2019). Untuk energi disetting dalam keadaan *on* karena pada penelitian ini terjadi perpindahan panas dari ayam ke udara sekitar.

#### D. Porous medium

*Evaporating cooling pad* didefinisikan sebagai *porous medium* pada penelitian ini. Dimensi dari *evaporating cooling pad* memiliki tinggi 2 m, panjang 15 m, dan tebal 0,15 m. Pada simulasi ini *evaporating cooling pad* disetting dengan *porosity* 0,94 (Franco et al., 2011). Untuk nilai koefisien viscous dan inertial resistancinya adalah  $1/\alpha = 2,14 \times 10^6 \text{ m}^{-2}$  dan  $C_2 = 165,986 \text{ m}^{-1}$ . Sementara itu, *evaporating cooling pad* disetting dengan debit air konstan yaitu sebesar 4 Liter/min untuk menghasilkan RH setelah melewati *evaporating cooling pad* yaitu sekitar 60-70% berdasarkan rujukan dari (Babadi et al., 2022). Untuk *energy source* disetting dari perhitungan *heat transfer* yang terjadi pada *evaporating cooling pad* dengan nilai *energy source* yaitu  $-87521,76 \text{ W/m}^3$  untuk 8 (delapan) *exhaust fan* dan  $-66091,86 \text{ W/m}^3$  untuk 6 (enam) *exhaust fan*.

Pada simulasi ini ayam juga disetting sebagai *porous medium* yang akan menghasilkan panas sebesar  $284,1 \text{ W/m}^3$  berdasarkan dari rujukan (Cheng et al., 2018). Sementara itu, untuk nilai *porosity* dari ayam disetting berdasarkan rujukan (Fidaros et al., 2018) yaitu sebesar 90%. Untuk nilai koefisien inertial dan viscous resistancinya adalah  $C_2 = 3.6 \text{ m}^{-1}$  dan  $1/\alpha = 166 \text{ m}^{-2}$  (Firdaos et al., 2018).

#### E. Material Fluida

Material yang digunakan pada aliran yang melintasi kandang *closed house* yang memiliki *exhaust fan* yang divariasikan posisinya menggunakan 6 (enam) *exhaust fan* yang dinyalakan dan 8 (delapan) *exhaust fan* adalah *mixture* dari udara dan air

dengan temperatur udara 30°C dan kelembapan relatif 40% yang disesuaikan dengan kondisi lingkungan pada daerah Gresik.

#### F. *Boundary Condition*

Parameter yang dimasukkan pada simulasi ini terdapat beberapa inputan pada *inlet* dan *outlet* diantaranya adalah sebagai berikut:

**Tabel 3. 3** Nilai *boundary condition*

<i>Boundary Condition</i>		
<i>Boundary Type</i>	<i>Nilai</i>	<i>Satuan</i>
<i>Velocity Inlet</i>	1,5 dan 1,1	m/s
<i>Exhaust Fan</i>	-40	Pa
<i>Temperatur Inlet</i>	30	C
<i>Hydraulic Diameter Inlet</i>	3,529	m
<i>Hydraulic Diameter Outlet</i>	1,43	m

*Turbulent Intensity Inlet* dan *outlet* disetting berdasarkan rujukan dari (Wang et al., 2022) dengan nilainya yaitu sebesar 3,15%. Nilai *velocity inlet* didasarkan dari nilai *mass flow rate* yang dihasilkan oleh masing-masing konfigurasi *exhaust fan* yaitu 1,5 m/s untuk 8 (delapan) *exhaust fan* dan 1,1 m/s untuk 6 (enam) *exhaust fan*. Sementara itu, untuk nilai temperatur *inlet* didapatkan dari temperatur rata-rata gresik pada tahun 2024.

#### G. *Solution Methods*

Pada bagian *solution methods* dilakukan pemilihan yang sesuai agar dapat menghasilkan hasil simulasi yang akurat dan interaktif sehingga dapat memberikan gambaran yang jelas pada hasil simulasi. Pada simulasi ini menggunakan *solution methods* tipe *second order* yang mampu memberikan akurasi yang bagus meskipun memerlukan memori dan waktu simulasi yang relatif lebih lama.

**Tabel 3. 4** *Solution methods*

<i>Solution Methods</i>	
<i>Spatial discretization</i>	<i>Setting</i>
<i>Pressure-Velocity Coupling</i>	SIMPLE
<i>Gradient</i>	<i>Least Square Cell Base</i>
<i>Pressure</i>	<i>Second Order</i>
<i>Momentum</i>	<i>Second Order Upwind</i>
<i>Turbulent Kinetic Energy</i>	<i>Second Order Upwind</i>
<i>Energy</i>	<i>Second Order Upwind</i>

#### H. *Residual*

Untuk menentukan kriteria konvergen, yaitu kesalahan atau perbedaan antara tebakan awal dan hasil akhir iterasi yang dilakukan oleh FLUENT pada masing-masing persamaan yang digunakan. Pada simulasi ini kriteria konvergen diatur sebesar  $10^{-3}$ .

#### I. *Initialization & Calculation*

Inisialisasi dilakukan dengan metode *hybrid initialization* yang berfungsi untuk menset variabel-variabel yang telah diinputkan sebelumnya sebelum dilakukan proses *running*. Setelah itu, dilakukan proses *calculation* dengan menggunakan 3000 iterasi karena pada iterasi tersebut sudah tidak mengalami perubahan yang signifikan

dan nilai *resiudual* yang sudah kecil. Selain itu, pemilihan jumlah iterasi 3000 juga mempertimbangkan waktu yang dibutuhkan untuk simulasi.

### 3.2.3 Post Processing

#### A. Hasil yang Ingin didapatkan

*Post-Processing* merupakan pengolahan data untuk menampilkan hasil simulasi dan analisis dari hasil tersebut. Data yang akan diambil pada simulasi kali ini berupa data kuantitatif dan kualitatif. Data kuantitatif yang dimaksud adalah berupa data grafik temperatur, kecepatan, dan kelembapan relatif terhadap posisi dari kandang. Sedangkan untuk data kualitatif berupa kontur temperatur total, kontur kecepatan, dan kontur kelembapan relatif. Selain itu, penelitian ini dilakukan dengan menggunakan variasi posisi *exhaust fan* yang dinyalakan dengan 6 *exhaust fan* dan 8 *exhaust fan* yaitu sebagai berikut:

**Tabel 3. 5** Variasi penelitian

Variasi		
Type	Jumlah Fan	Posisi
A	8	1,2,3,4,5,6,7,8
B	6	1,2,3,6,7,8
C	6	1,2,4,5,7,8
D	6	1,3,4,5,6,8

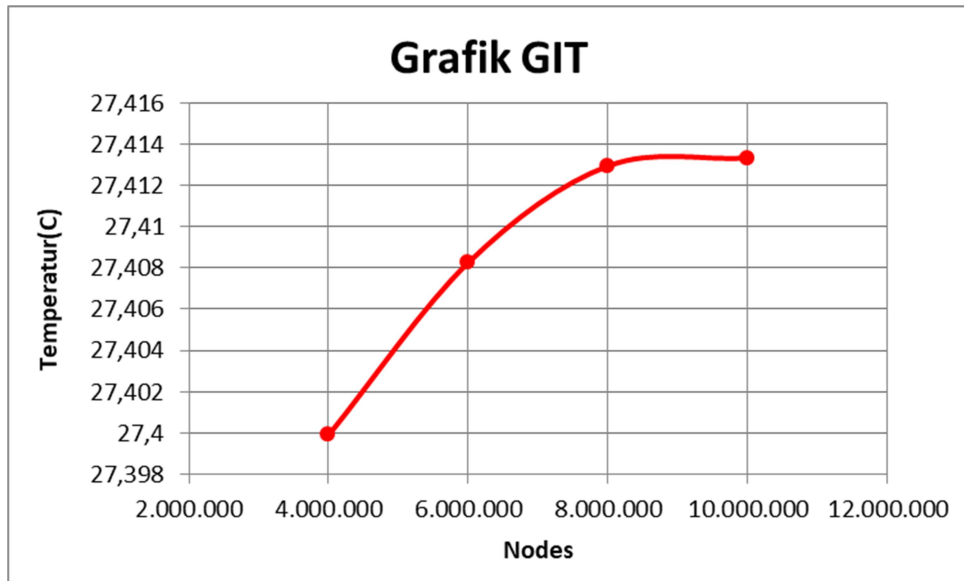
#### B. Grid Independency Test

Untuk melakukan *Grid Independency Test* (GIT), dilakukan perbandingan hasil temperatur pada mesh yang berbeda yaitu dengan total jumlah nodes yang berbeda. Dalam penelitian ini dibagi menjadi empat jenis mesh yang berbeda. Hasil nilai temperatur dari masing-masing mesh tersebut dibandingkan, variasi yang digunakan untuk *grid independency test* adalah dengan 8 (delapan) *exhaust fan* yang dibuka untuk validasi, dan selisih nilai *error* terkecil. Hasil *grid independency test* dapat dilihat pada tabel berikut ini:

**Tabel 3. 6** Hasil *grid independency test*

Grid Independency Test		
Jumlah Mesh	Temperatur (C)	Error
4.000.000	27,3999	
6.000.000	27,40826	0,0305%
8.000.000	27,41294	0,0171%
10.000.000	27,41332	0,0014%

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

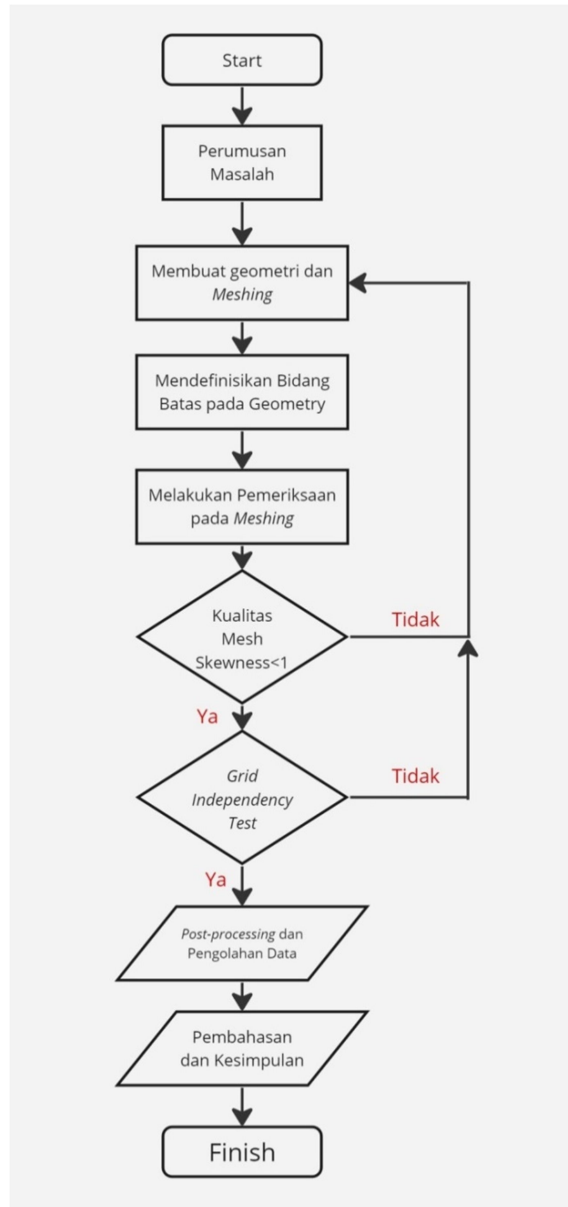


**Gambar 3. 6** Grafik *grid independency test*

Dari tabel 3.5, diambil mesh dengan jumlah 8 juta mesh sebagai model *meshing* terbaik dibandingkan dengan model yang lain berdasarkan dari nilai *error* pada temperatur yang diperoleh dan dari grafik yang didapatkan dan tren grafik yang sudah melandai.

### 3.3 Diagram Alir Penelitian

Adapun skema yang dilakukan pada penelitian ini dijelaskan dalam bentuk diagram alir yaitu sebagai berikut:



Gambar 3. 7 Flowchart penelitian

### 3.4 Timeline

Adapun timeline dari penelitian ini selengkapnya dapat dilihat pada tabel *timeline* sebagai berikut:



**Tabel 3. 7** Tabel *timeline*

Kegiatan	2024																															
	Januari				Februari				Maret				April				Mei				Juni				Juli							
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Analisis Masalah dan Studi Literatur	■	■	■	■																												
Membuat Geometri dan GIT					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■																
Proses Simulasi dan Pengambilan Data																	■	■	■	■	■	■	■	■								
Analisis Data																					■	■	■	■								
Penyusunan Laporan					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■								

### 3.5 Validasi Model

Validasi model dilakukan dengan membandingkan temperatur *outlet* udara hasil perhitungan termodinamika dan temperatur *outlet* hasil simulasi. Input dari perhitungan adalah *mass flow rate* udara masuk kandang, *specific heat* ( $C_p$ ) yang dievaluasi dari temperatur *inlet* setelah *evaporating cooling pad* dan temperatur *outlet* kandang. Sebelum mencari hasil temperatur keluar kandang perlu dicari terlebih dahulu nilai *heat transfer* yang dihasilkan oleh ayam. Tahap pertama adalah dengan mengetahui kisaran jumlah ayam pada kandang dengan cara sebagai berikut:

**Diketahui:**

$$\text{Heat Source Ayam} = 284,1 \text{ W/m}^3$$

$$\text{Volume Ayam} = 0,300 \text{ m}^3; \text{ ayam diasumsikan sebagai bola}$$

$$\text{Luas kandang} = 1512 \text{ m}^2$$

$$\text{Kepadatan Kandang} = 12 \text{ ekor/m}^2; \text{ (Mustika et al., 2021)}$$

**Dijawab:**

$$\text{Jumlah ayam} = \text{Luas kandang} \times \text{Kepadatan Kandang}$$

$$\text{Jumlah ayam} = 1512 \times 12 = 18144 \text{ ekor}$$

Setelah didapatkan jumlah ayam, selanjutnya dicari nilai *heat transfer* yang dihasilkan oleh ayam yaitu dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Q_{\text{per ayam}} = \frac{\text{Heat Source Ayam}}{\text{Volume Ayam}} = \frac{284,1}{0,300} = 4,02 \text{ W}$$

$$Q_{\text{ayam total}} = Q_{\text{per ayam}} \times \text{Jumlah ayam} = 4,02 \times 18144 = 72873 \text{ W}$$

Perhitungan temperatur keluar kandang dilakukan dengan menggunakan termodinamika yaitu dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

**Diketahui:**

$$Q_{\text{ayam}} = 72873 \text{ W}$$

$$C_p = 1005$$

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

$$\eta_{\text{cooling pad}} = 0,8994; \text{ ketebalan } 150 \text{ mm}$$

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

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

**Dijawab:**

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

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

$$T_{out\ ecp} = 30 - (0,894 \times (30 - 20,06)) = 21,11^{\circ}\text{C}$$

Setelah itu, dihitung untuk temperatur keluar kandang yaitu dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

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

$$T_{out} = \left( \frac{Q}{\dot{m} \times C_p} \right) + T_{out\ ecp} = \left( \frac{72873}{88,20 \times 1005} \right) + 21,11 = 21,93^{\circ}\text{C}$$

Perhitungan termodinamika dan hasil simulasi kemudian dibandingkan sehingga didapatkan nilai *error*. Nilai *error* yang kecil menandakan bahwa model simulasi yang telah dibangun dapat digunakan untuk penelitian. Perhitungan nilai *error* dapat dilihat pada uraian berikut:

Area-Weighted Average Total Temperature	[C]
blower_1	21.150516
blower_2	21.686922
blower_3	21.367
blower_4	20.755182
blower_5	20.838624
blower_6	21.609672
blower_7	21.544743
blower_8	21.359784
Net	21.289055

**Gambar 3. 8** Temperatur *outlet* simulasi

**Diketahui:**

$$T_{out\ simulasi} = 21,28^{\circ}\text{C}$$

$$T_{out\ perhitungan} = 21,93^{\circ}\text{C}$$

**Dijawab:**

$$error = \frac{T_{out\ perhitungan} - T_{out\ simulasi}}{T_{outlet\ perhitunga}} \times 100\%$$

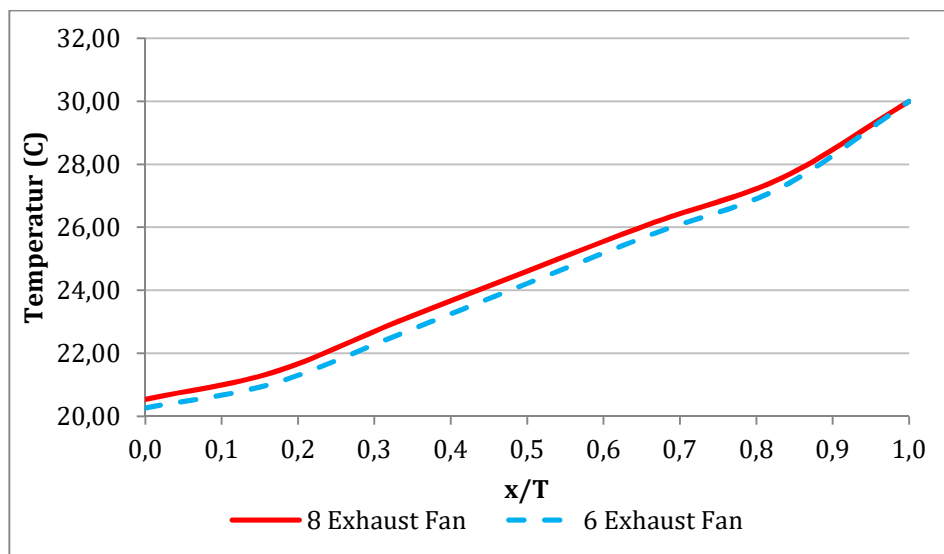
$$error = \frac{21,93 - 21,28}{21,93} \times 100\% = 2,96\%$$

## BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

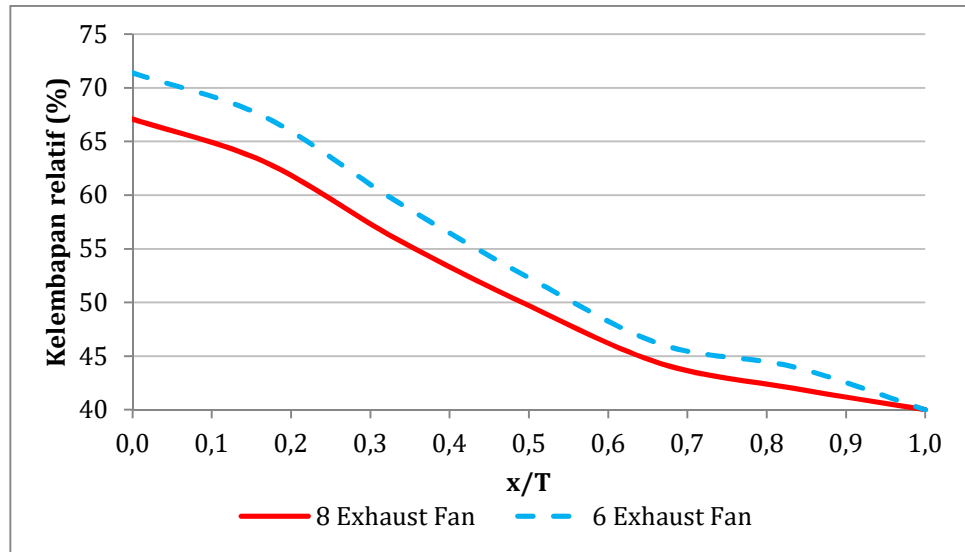
Hasil penelitian yang diperoleh terdiri dari data kualitatif dan kuantitatif. Adapun data kuantitatif yang disajikan merupakan hasil pengolahan data, termasuk yaitu grafik nilai temperatur, kelembapan relatif, dan kecepatan angin. Selain itu, juga terdapat data kualitatif yaitu berupa visualisasi kontur temperatur, kelembapan relatif, dan kecepatan angin pada level ketinggian ayam dan pada penampang kandang yang diperoleh dari *software* Ansys Fluent 2023.

### 4.1 Analisis Penurunan Temperatur dan Peningkatan Kelembapan Relatif pada *Evaporating Cooling Pad*

Pada sub-bab ini akan dijelaskan mengenai penurunan temperatur dan peningkatan kelembapan relatif yang ada pada *evaporating cooling pad*. Dimana hal tersebut dapat terjadi karena terdapat air yang bereaksi dengan udara luar yang masuk ke *evaporating cooling pad*. Pada kondisi sebelum memasuki *evaporating cooling pad* udara memiliki temperatur 30°C dengan kelembapan relatif 40%. Kemudian, udara tersebut akan dinaikkan kelembapan relatifnya pada rentang 60-70% sehingga dapat terjadi penurunan temperatur pada udara. Penurunan temperatur dan peningkatan kelembapan relatif pada setiap konfigurasi memiliki nilai yang berbeda lebih lengkapnya dapat dilihat pada grafik sebagai berikut:

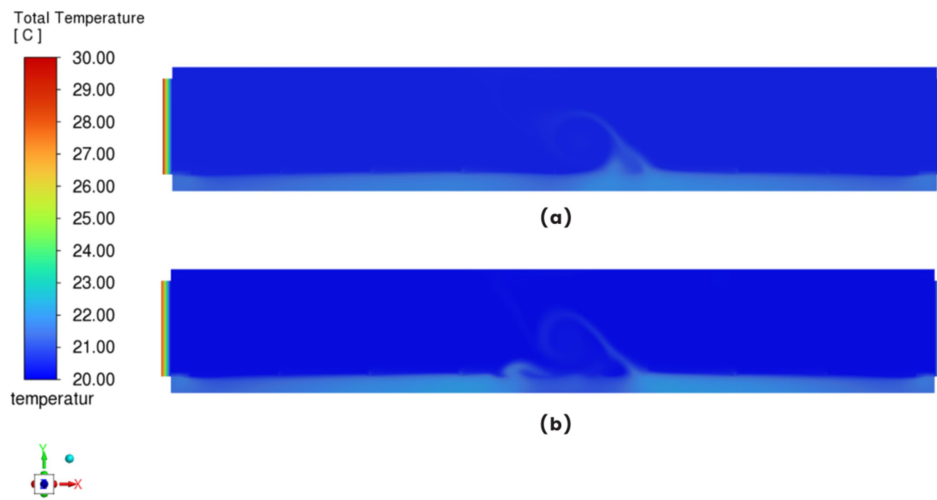


**Gambar 4. 1** Grafik penurunan temperatur pada *evaporating cooling pad*

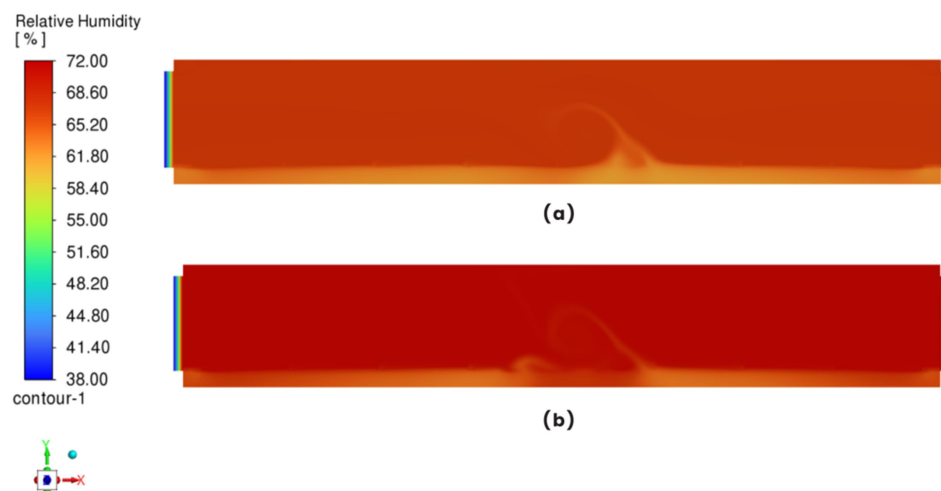


**Gambar 4. 2** Grafik peningkatan kelembapan relatif pada *evaporating cooling pad*

Dari grafik 4.1 dan 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* melalui bagian tersebut. Pada grafik penurunan temperatur dapat diketahui bahwa udara luar dengan temperatur  $30^{\circ}\text{C}$  memasuki *evaporating cooling pad* dan terjadi penurunan temperatur menjadi  $20,54^{\circ}\text{C}$  untuk konfigurasi 8 (delapan) *exhaust fan* dan  $20,26^{\circ}\text{C}$  untuk konfigurasi 6 (enam) *exhaust fan*. Sementara itu, untuk peningkatan kelembapan relatifnya adalah menjadi 67% untuk konfigurasi 8 (delapan) *exhaust fan* dan 71% untuk konfigurasi 6 (enam) *exhaust fan*. Perbedaan nilai penurunan temperatur dan peningkatan kelembapan relatif antara konfigurasi 8 (delapan) dan 6 (enam) *exhaust fan* tersebut dapat terjadi karena kecepatan aliran udara yang masuk. Dimana pada 8 (delapan) *exhaust fan* memiliki kecepatan aliran udara masuk 1,5 m/s dan 6 (enam) *exhaust fan* memiliki kecepatan aliran udara masuk 1,1 m/s. Sehingga pada 6 (enam) *exhaust fan* memiliki reaksi dengan air lebih maksimal karena memiliki kecepatan yang lebih rendah. Semakin rendah kecepatan aliran masuk reaksinya dengan air akan semakin maksimal atau efisiensi *evaporating cooling pad* lebih maksimal. Adapun kontur penampang pada *evaporating cooling pad* yaitu sebagai berikut:



**Gambar 4. 3** Kontur temperatur pada penampang *evaporating cooling pad* pada; (a) konfigurasi 8 *exhaust fan*; (b) 6 *exhaust fan*



**Gambar 4. 4** Kontur kelembapan relatif pada penampang *evaporating cooling pad* pada; (a) 8 *exhaust fan*; (b) 6 *exhaust fan*

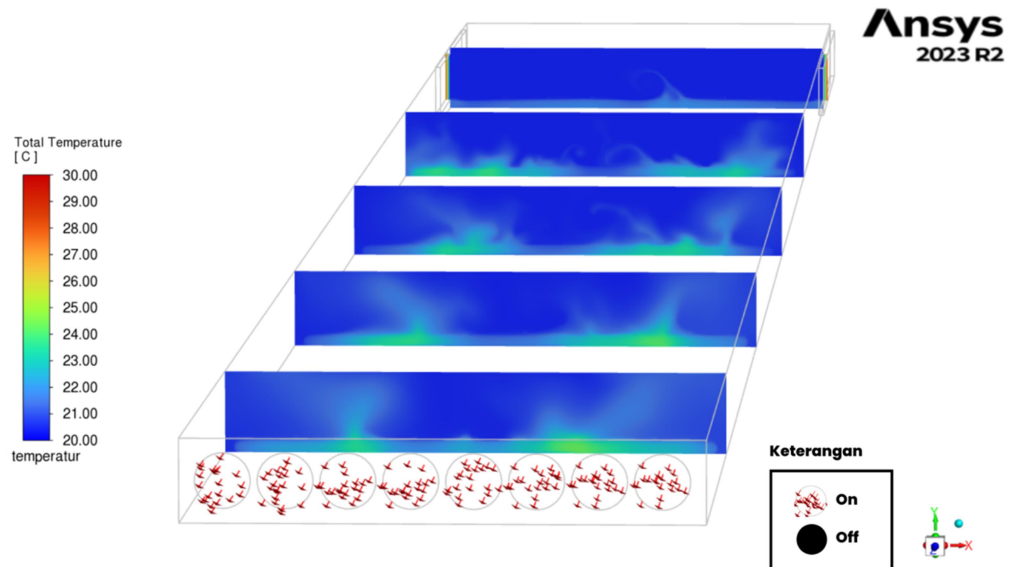
Dari gambar 4.3 dan 4.4 dapat dilihat bahwa untuk kontur temperatur antara konfigurasi 8 (delapan) dan 6 (enam) *exhaust fan* tidak memiliki perbedaan warna yang signifikan. Hal itu dapat terjadi karena tidak ada perbedaan nilai temperature yang signifikan antara kedua konfigurasi tersebut. Sementara itu, untuk kontur kelembapan relatif dapat dilihat bahwa konfigurasi 6 (enam) *exhaust fan* memiliki warna yang relatif lebih pekat dibandingkan konfigurasi 8 (delapan) *exhaust fan*, artinya kelembapan relatif pada daerah tersebut lebih tinggi dibandingkan warna yang lebih cerah. Selain itu, juga dapat dilihat terdapat gradasi warna pada bagian kontur temperatur dan kelembapan relatif. Hal tersebut dapat terjadi karena terdapat penurunan temperatur dan peningkatan kelembapan relatif pada *porous medium evaporating cooling pad* sehingga warna konturnya berubah secara bertahap.

## 4.2 Analisis Distribusi Temperatur pada Kandang Ayam

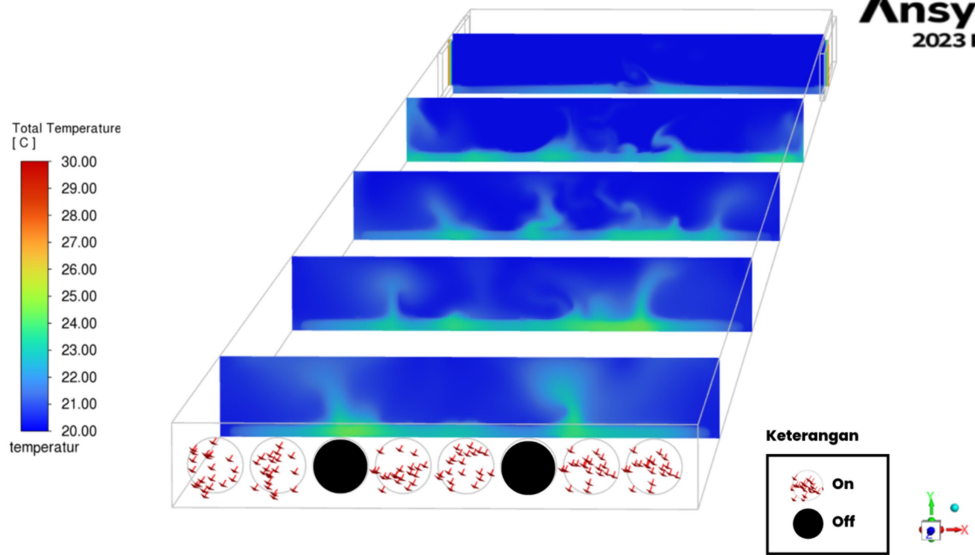
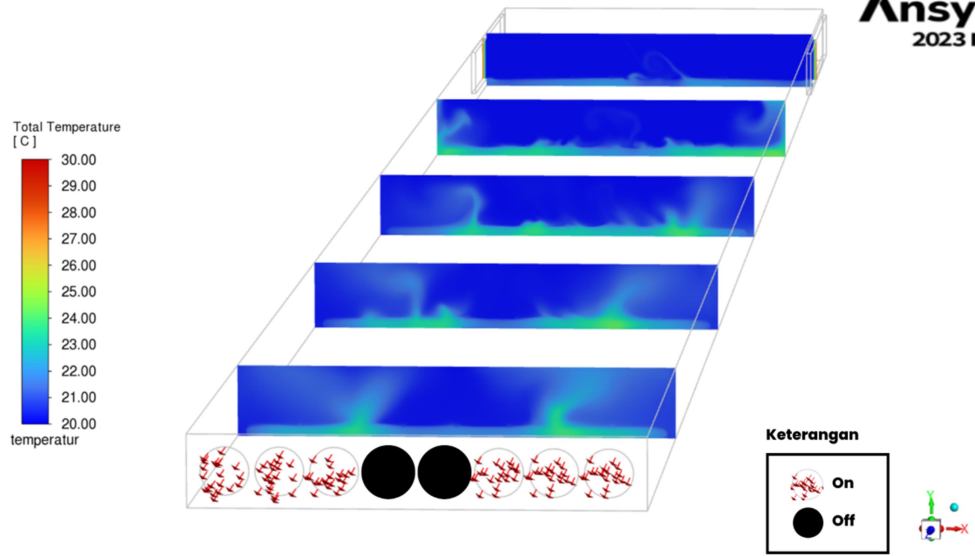
Pada sub-bab ini akan dijelaskan mengenai temperatur yang ada pada kandang. Hal tersebut meliputi data kualitatif dan kuantitatif diantaranya adalah distribusi kontur distribusi temperatur, grafik nilai minimum, rata-rata, dan maksimum temperatur, dan grafik perbandingan nilai temperatur rata-rata pada kandang. Dalam pendistribusiannya kandang dibagi menjadi lima penampang yaitu  $z/L$  0,08, 0,28, 0,48, 0,68, dan 0,88 agar dapat lebih mudah diketahui distribusi nilai temperaturnya.

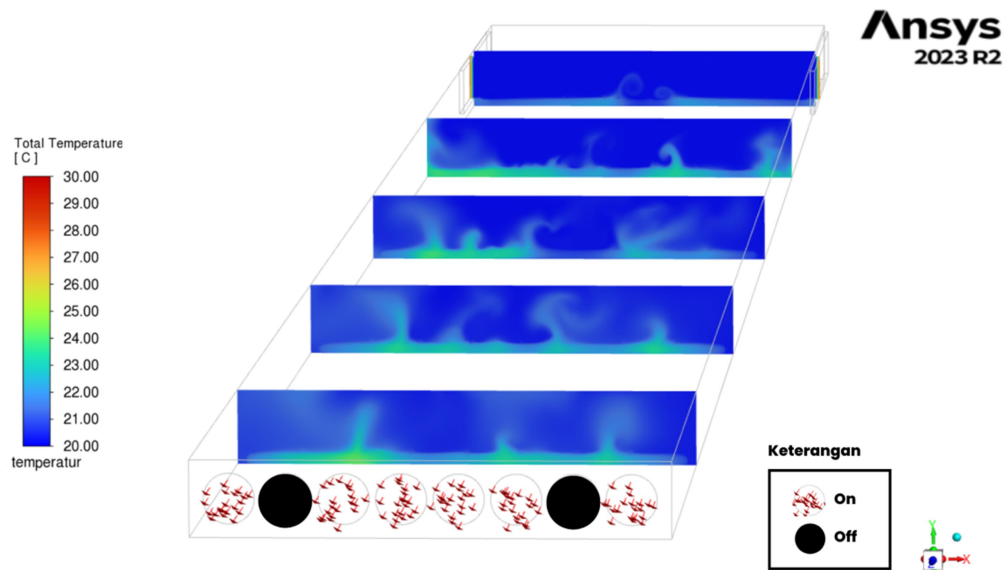
### 4.2.1 Analisis Kontur Temperatur pada Kandang Ayam

Pada sub-bab ini menjelaskan data kualitatif berupa kontur temperatur yang melintasi kandang ayam tipe *closed house* dengan variasi A, B, C, dan D pada penampang  $z/L$  yaitu 0,08, 0,28, 0,48, 0,68, dan 0,88. Hal ini dilakukan untuk mengetahui gambaran distribusi temperatur di sepanjang kandang ayam dan juga digunakan untuk membandingkan distribusi temperaturnya dengan variasi-variasi yang ada. Data kontur ini diambil menggunakan tools *contour* yang ada pada Ansys Fluent. Data-data kontur yang telah didapatkan diantaranya adalah sebagai berikut:



(a)





(d)

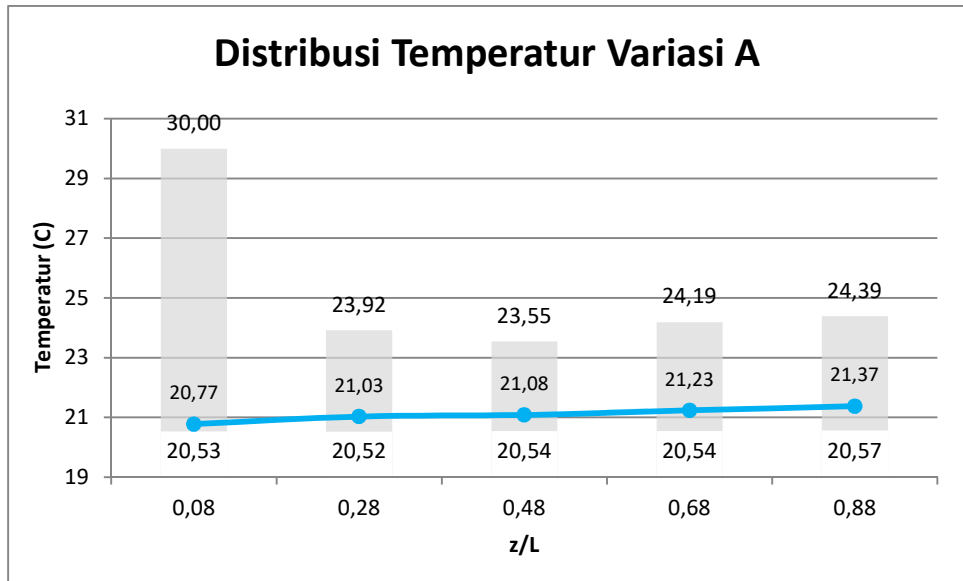
**Gambar 4. 5** Kontur temperatur penampang kandang ayam pada; (a) Variasi A; (b) Variasi B; (c) Variasi C; (d) Variasi D

Dari gambar 4.5 dapat diketahui bahwa variasi A dengan konfigurasi 8 (delapan) *exhaust fan* memiliki temperatur relatif sama dibandingkan variasi B, C, dan D dengan konfigurasi 6 (enam) *exhaust fan*. Dari kontur tersebut dapat dilihat memiliki warna hijau pada level ayam dan warna biru pada ketinggian diatas ayam, artinya pada daerah tersebut memiliki temperatur relatif tinggi. Sehingga dapat diketahui bahwa temperatur diatas ketinggian ayam lebih rendah dibandingkan temperatur pada level ayam. Hal itu dapat terjadi karena pada level ayam terdapat panas yang dihasilkan oleh ayam.

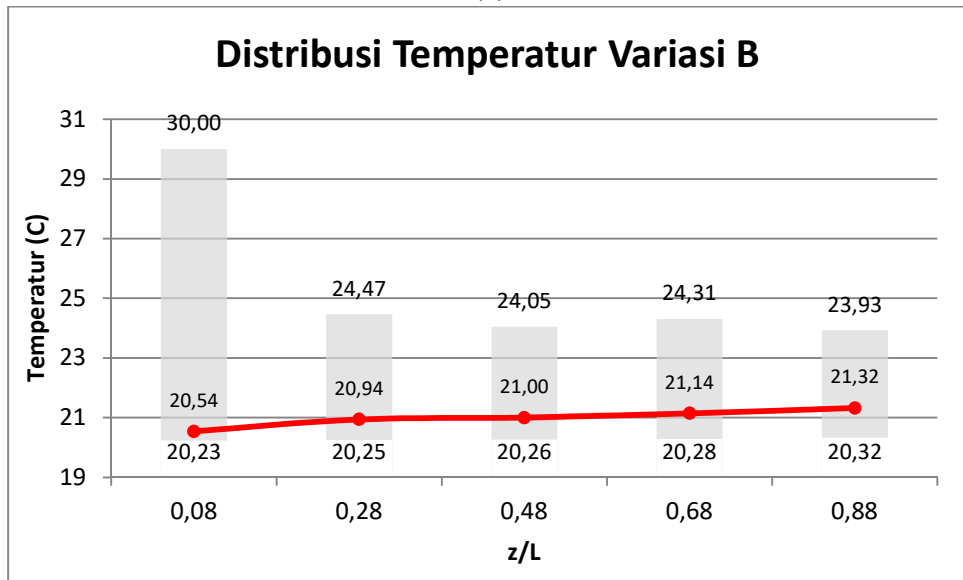
#### 4.2.2 Analisis Nilai Temperatur pada Kandang Ayam

Pada Sub-bab ini menjelaskan data kuantitatif berupa grafik nilai temperatur yang melintasi kandang ayam tipe *closed house* dengan variasi A, B, C, dan D. Nilai temperatur tersebut diambil pada penampang  $z/L$  yaitu 0,08, 0,28, 0,48, 0,68, dan 0,88. Grafik ini didapatkan dari nilai temperatur yang terdapat pada Ansys Fluent. Pengambilan data grafik ini bertujuan untuk mengetahui nilai-nilai temperatur minimum, rata-rata, dan maksimum dari tiap penampang kandang  $z/L$  dari kontur yang sudah didapatkan sebelumnya. Grafik-grafik tersebut diantaranya adalah sebagai berikut:

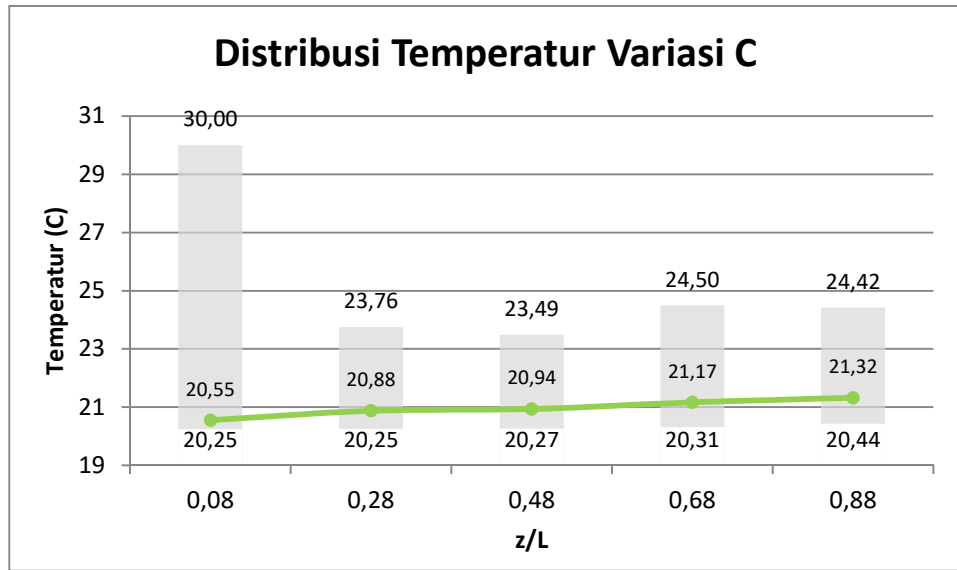




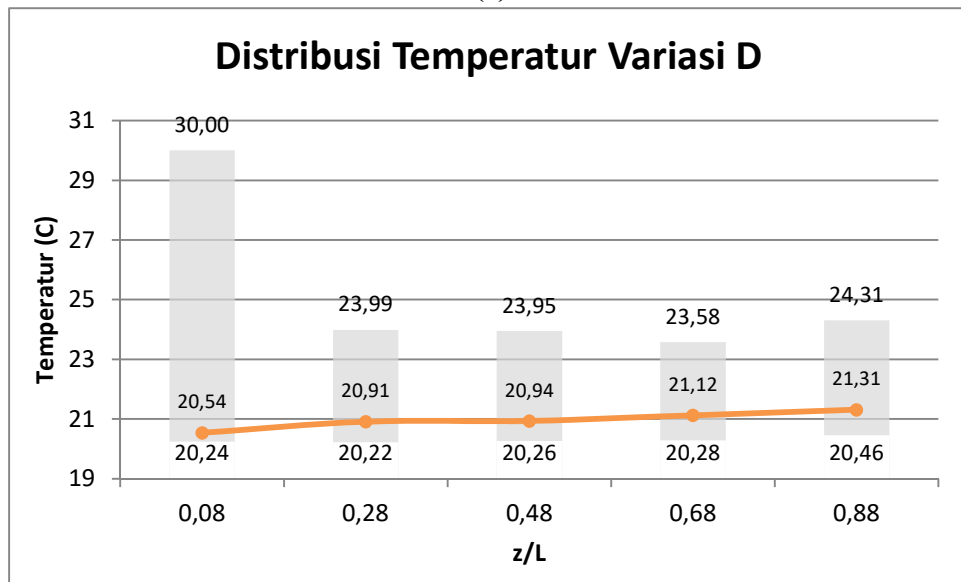
(a)



(b)



(c)



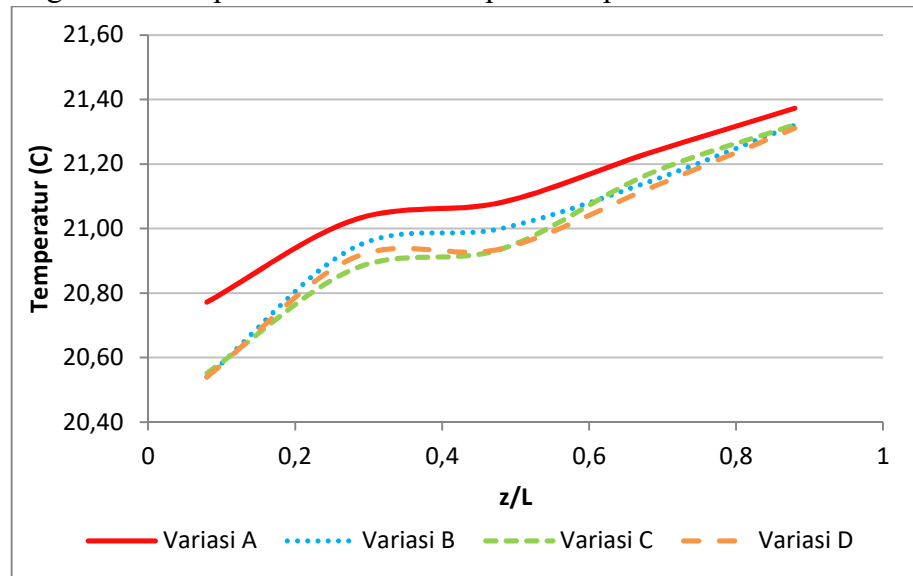
(d)

**Gambar 4. 6** Grafik distribusi temperatur kandang ayam pada; (a) Variasi A; (b) Variasi B; (c) Variasi C; (d) Variasi D

Dari gambar 4.6 dapat diketahui bahwa semua variasi pada penampang  $z/L$  0,08 atau 10 m dari panjang kandang memiliki nilai temperatur maksimum yaitu sekitar  $30^{\circ}\text{C}$ . Nilai tersebut merupakan nilai temperatur *inlet* pada kandang yang disesuaikan dengan temperatur di gresik yaitu sekitar  $30^{\circ}\text{C}$ . Bagian penampang  $z/L$  0,08 merupakan bagian daerah penampang *evaporating cooling pad* dimana temperatur luar mengalami penurunan. Sehingga, pada bagian tersebut memiliki temperatur relatif lebih rendah dibandingkan daerah penampang lainnya. Sementara itu, untuk penampang 0,88 merupakan bagian yang letaknya berada pada dekat *exhaust fan*. Sehingga, memiliki temperatur lebih tinggi. Selanjutnya, untuk nilai temperatur rata-rata pada semua penampang di semua variasi berturut-turut adalah sebagai berikut  $21,10^{\circ}\text{C}$ ,  $20,99^{\circ}\text{C}$ ,  $20,97^{\circ}\text{C}$ , dan  $20,96^{\circ}\text{C}$ .

### 4.2.3 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 *closed house* dengan variasi A, B, C, dan D. Data tersebut diambil pada penampang  $z/L$  yaitu 0,08, 0,28, 0,48, 0,68, dan 0,88. Sehingga dengan grafik tersebut dapat diketahui secara lebih jelas perbandingan nilai temperatur rata-rata setiap variasi penelitian.



**Gambar 4. 7** Grafik perbandingan temperatur rata-rata pada kandang ayam

Dari gambar 4.7 dapat diketahui bahwa pada variasi A memiliki temperatur relatif lebih tinggi dibandingkan variasi lainnya. Hal itu dapat diketahui dari posisi garisnya variasi A yang terletak di atas variasi lainnya, artinya temperatur pada daerah tersebut lebih tinggi. Temperatur lebih tinggi pada variasi A disebabkan oleh kecepatan aliran masuk yang lebih tinggi daripada variasi B, C, dan D sehingga penurunan temperturnya lebih kecil dan membuat temperatur rata-rata pada penampang lebih tinggi. Dari gambar tersebut juga dapat dilihat bahwa temperatur pada di sepanjang kandang memiliki tren naik. Hal itu dapat terjadi karena terdapat akumulasi panas ayam yang menjadikan temperatur rata-rata menjadi naik. Sehingga pada daerah dekat *exhaust fan* memiliki temperatur paling tinggi dibandingkan daerah lainnya.

Dengan menganalisa grafik perbandingan temperatur rata-rata pada gambar 4.7 dapat diketahui bahwa konfigurasi 8 (delapan) *exhaust fan* dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan ayam berusia 29-35 hari dimana temperatur rata-ratanya masih berada pada rentang 21-23°C. Untuk konfigurasi 6 (enam) *exhaust fan* masih dapat digunakan untuk ayam pada usia tersebut meskipun temperturnya sedikit lebih rendah dari batas yang diizinkan. Selanjutnya, pada konfigurasi 6 (enam) *exhaust fan* variasi B memiliki temperatur yang paling sesuai untuk ayam pada usia 29-35 hari. Hal itu, dapat terjadi karena perbedaan posisi konfigurasi *exhaust fan*, meskipun dari nilainya tidak memiliki perbedaan yang signifikan. Akan tetapi, perlu dilakukan analisa juga terkait kelembapan relatif dan kecepatan aliran udaranya yang akan dijelaskan pada sub-bab selanjutnya. Kemudian, untuk

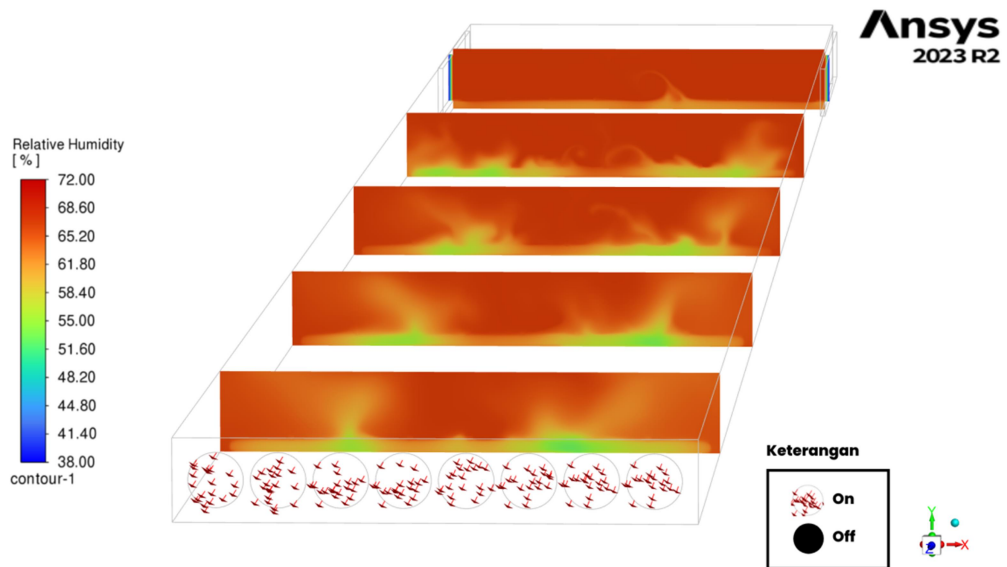
perbedaan temperatur rata-rata di penampang pada konfigurasi 8 (delapan) dan 6 (enam) *exhaust fan* adalah sekitar 0,15°C.

### 4.3 Analisis Distribusi Kelembapan Relatif pada Kandang Ayam

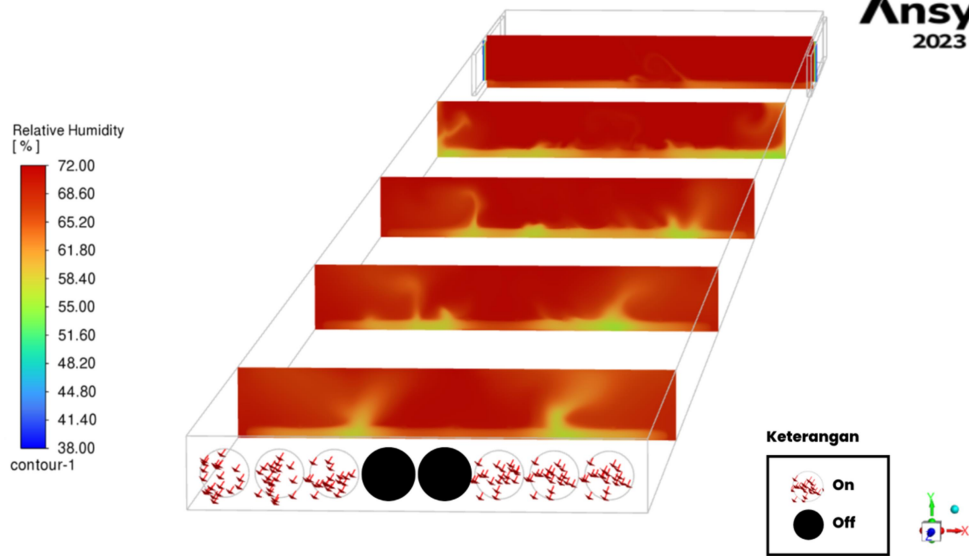
Pada sub-bab ini akan dijelaskan mengenai kelembapan relatif yang ada pada kandang. Hal tersebut meliputi data kualitatif dan kuantitatif yaitu distribusi kontur distribusi kelembapan relatif, grafik nilai minimum, rata-rata, dan maksimum kelembapan relatif, dan grafik perbandingan nilai kelembapan rata-rata pada kandang. Dalam pendistribusiannya kandang dibagi menjadi lima penampang yaitu  $z/L$  0,08, 0,28, 0,48, 0,68, dan 0,88 agar dapat lebih mudah diketahui distribusi nilai kelembapan relatifnya.

#### 4.3.1 Analisis Kontur Kelembapan Relatif pada Kandang Ayam

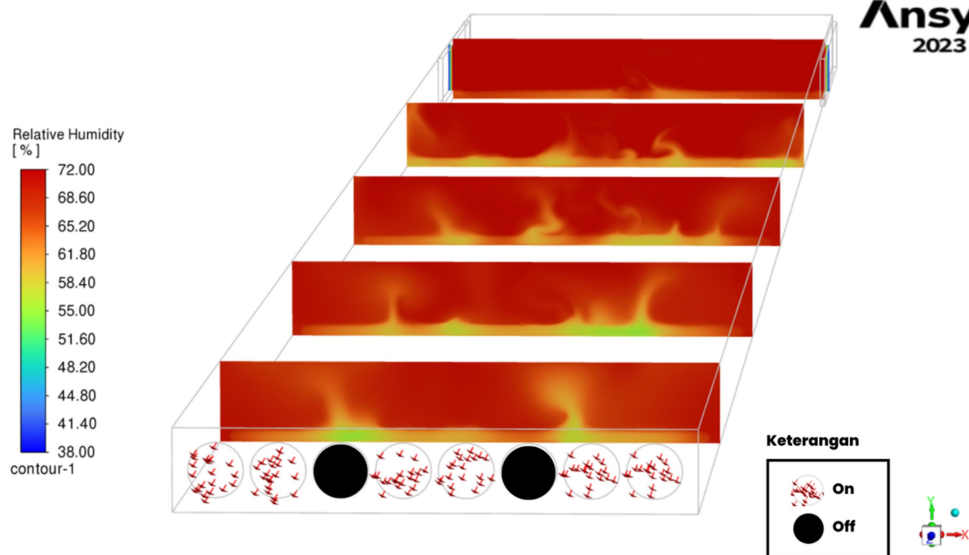
Pada Sub-bab ini menjelaskan data kualitatif berupa kontur temperatur yang melintasi kandang ayam tipe *closed house* dengan variasi A, B, C, dan D pada penampang  $z/L$  yaitu 0,08, 0,28, 0,48, 0,68, dan 0,88. Hal ini dilakukan untuk mengetahui gambaran distribusi temperatur di sepanjang kandang ayam dan juga digunakan untuk membandingkan distribusinya dengan variasi-variasi yang ada. Data kontur ini diambil menggunakan tools *contour* yang ada pada Ansys Fluent. Data-data kontur yang telah didapatkan diantaranya adalah sebagai berikut:



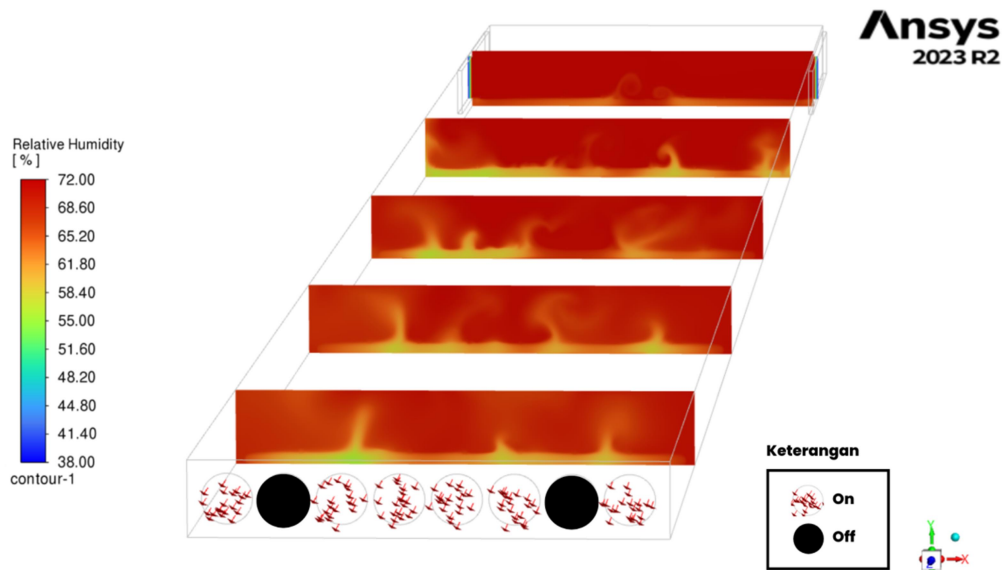
(a)



(b)



(c)



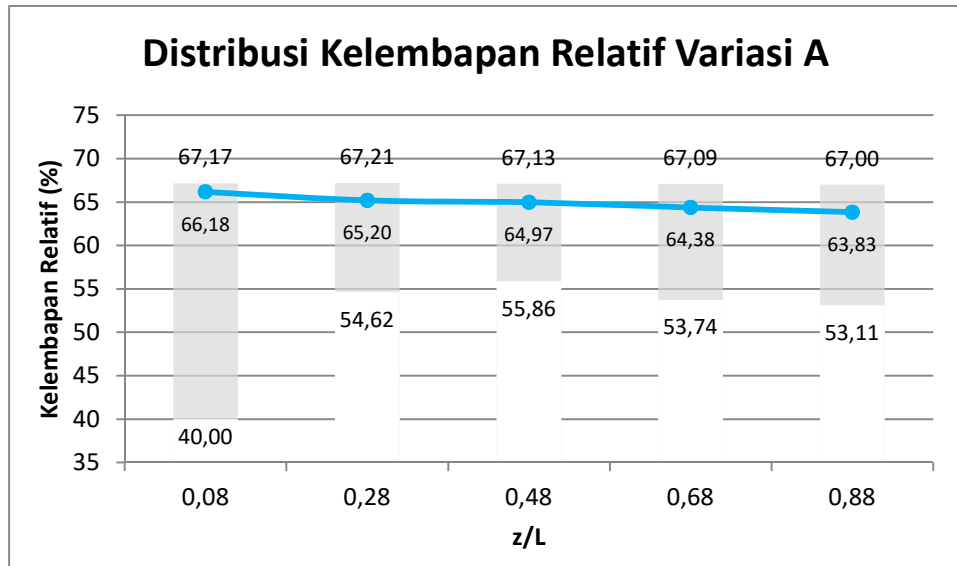
(d)

**Gambar 4. 8** Kontur kelembapan relatif penampang kandang ayam pada; (a) Variasi A; (b) Variasi B; (c) Variasi C; (d) Variasi D

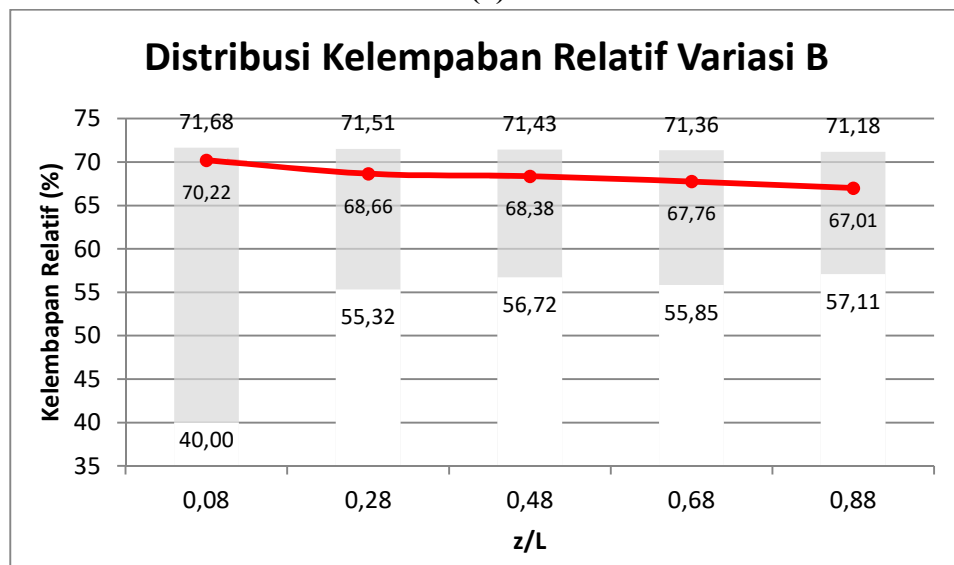
Dari gambar 4.4 dapat diketahui bahwa variasi A dengan konfigurasi 8 (delapan) *exhaust fan* memiliki kelembapan relatif lebih rendah dibandingkan variasi B,C, dan D dengan konfigurasi 6 (enam) *exhaust fan*. Kelembaban relatif tersebut meliputi kelembapan relatif pada level ayam dan pada posisi di atas ketinggian ayam. Dari kontur tersebut dapat dilihat pada variasi A memiliki warna kuning pada level ayam dan warna oranye pada ketinggian di atas ayam, artinya pada daerah tersebut kelembapan relatif level ayam lebih rendah daripada di atas ketinggian ayam. Hal itu dapat terjadi karena pada level ayam terdapat temperatur yang lebih tinggi akibat dari panas yang dihasilkan oleh ayam yang membuat kelembapan relatifnya dapat lebih rendah. Sementara itu, pada variasi B, C, dan D memiliki warna kontur oranye pada level ayam dan merah pada posisi di atas ketinggian ayam. Hal tersebut berarti bahwa kelembapan relatif pada level ayam lebih rendah dari kelembapan relatif pada posisi di atas ketinggian ayam.

#### 4.3.2 Analisis Nilai Kelembapan Relatif pada Kandang Ayam

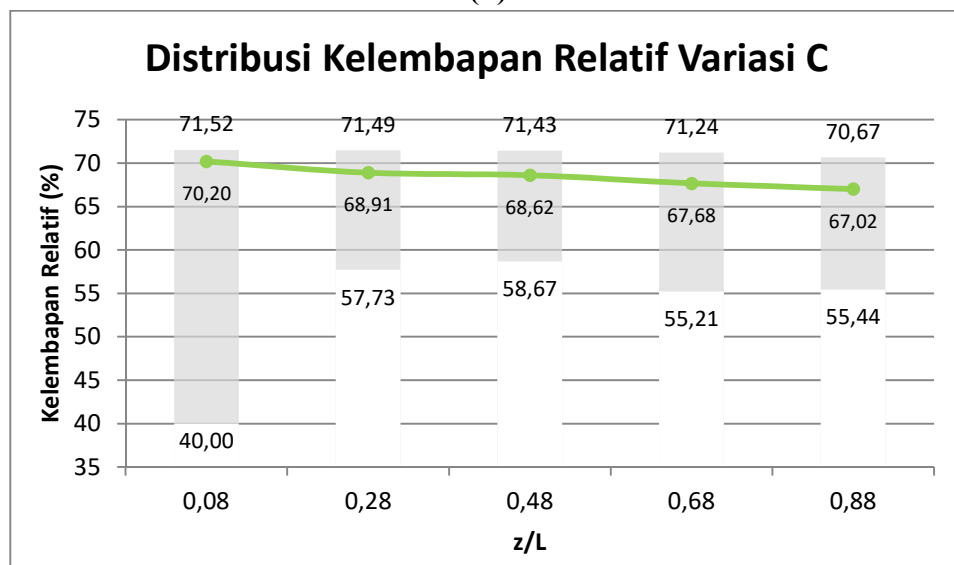
Pada Sub-bab ini menjelaskan data kuantitatif berupa grafik nilai kelembapan relatif yang melintasi kandang ayam tipe *closed house* dengan variasi A, B, C, dan D. Nilai kelembapan relatif ini diambil pada penampang  $z/L$  yaitu 0,08, 0,28, 0,48, 0,68, dan 0,88. Grafik ini didapatkan dari nilai temperatur yang terdapat pada Ansys Fluent. Pengambilan data grafik ini bertujuan untuk mengetahui nilai-nilai temperatur minimum, rata-rata, dan maksimum dari tiap penampang kandang  $z/L$  dari kontur yang sudah didapatkan sebelumnya. Grafik-grafik tersebut diantaranya adalah sebagai berikut:

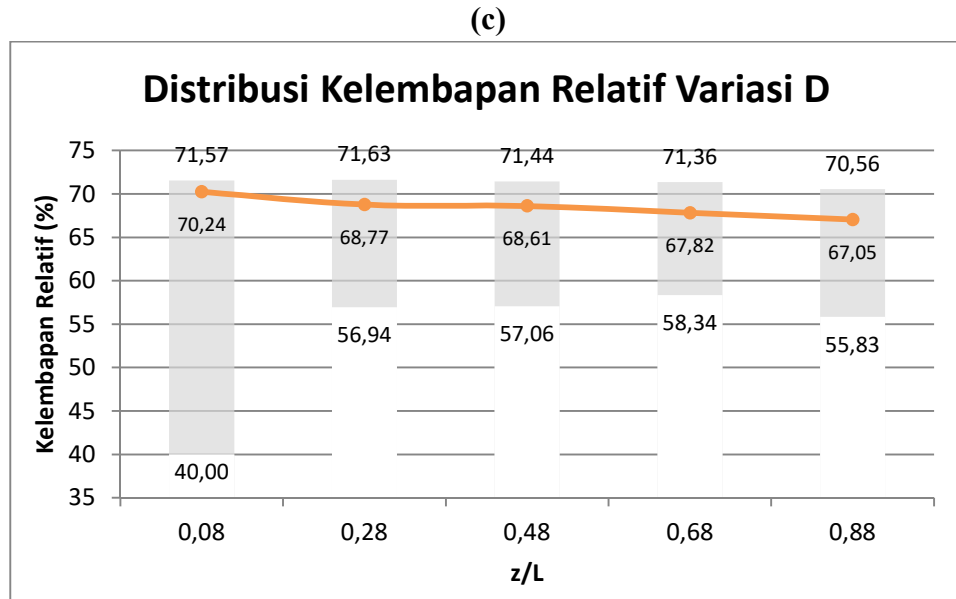


(a)



(b)





(d)

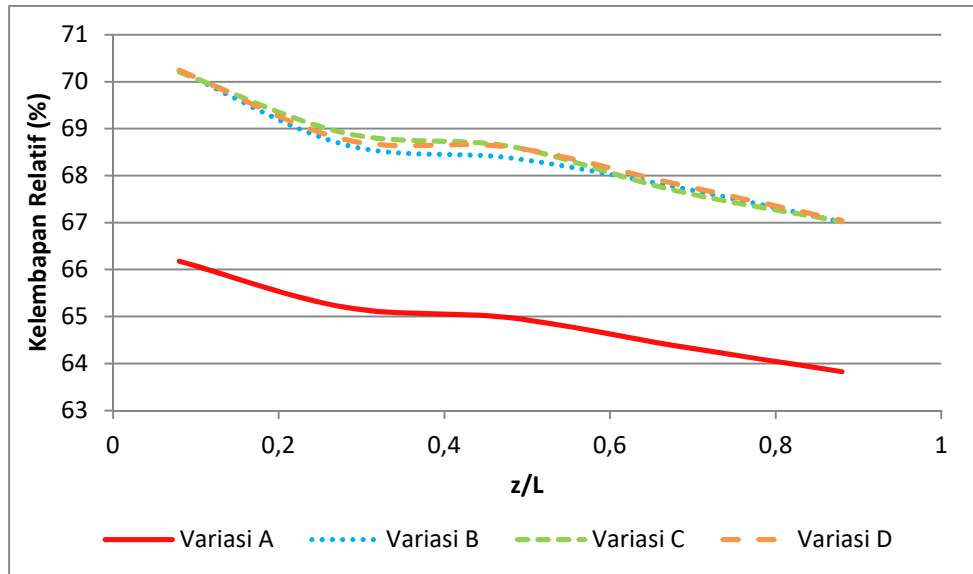
**Gambar 4. 9** Grafik distribusi kelembapan relatif kandang ayam pada; (a) Variasi A; (b) Variasi B; (c) Variasi C; (d) Variasi D

Dari gambar 4.5 dapat diketahui pada bagian penampang  $z/L$  0,08 merupakan bagian daerah *evaporating cooling pad*. Dimana udara dengan kelembapan relatif 40% masuk ke kandang melalui *evaporating cooling pad* dan mengalami kenaikan nilai kelembapan relatif. Nilai kelembapan relatifnya setelah melewati *evaporating cooling pad* pada variasi A dengan konfigurasi 8 (delapan) *exhaust fan* adalah sekitar 66%. Hal itu sudah sesuai dengan settingan pada *evaporating cooling pad*, dimana kelembapan relatif dikondisikan agar berada pada rentang 60-70%. Sementara itu, pada variasi B, C, dan D dengan menggunakan konfigurasi 6 (enam) *exhaust fan* nilai kelembapan relatifnya setelah melewati *evaporating cooling pad* adalah sekitar 70%. Selanjutnya, untuk nilai kelembapan relatif rata-rata pada semua penampang di semua variasi berturut-turut adalah sebagai berikut 64,91%, 68,40%, 68,49%, dan 68,50%.

#### 4.3.3 Analisis Perbandingan Nilai Kelembapan Relatif Rata-rata pada Kandang Ayam

Pada Sub-bab ini menjelaskan data kuantitatif berupa grafik perbandingan nilai kelembapan relatif rata-rata yang melintasi kandang ayam tipe *closed house* dengan variasi A, B, C, dan D. Data tersebut diambil pada penampang  $z/L$  yaitu 0,08, 0,28, 0,48, 0,68, dan 0,88. Sehingga dengan grafik tersebut dapat diketahui secara lebih jelas perbandingan nilai kelembapan relatif rata-rata setiap variasi penelitian. Grafik perbandingan kelembapan relatif rata-rata yang dimaksud adalah sebagai berikut:





**Gambar 4. 10** Grafik perbandingan kelembapan relatif rata-rata pada kandang ayam

Dari gambar 4.10 dapat diketahui bahwa pada variasi A memiliki kelembapan relatif lebih rendah dibandingkan variasi lainnya. Hal itu dapat diketahui dari posisi garisnya variasi A yang terletak di bawah variasi lainnya, artinya kelembapan relatif pada daerah tersebut lebih rendah. Dari gambar tersebut juga dapat dilihat bahwa kelembapan relatif di sepanjang kandang memiliki tren turun. Hal itu dapat terjadi karena terdapat akumulasi panas ayam yang menjadikan temperatur rata-rata menjadi naik dan menyebabkan kelembapan relatif turun. Sehingga pada daerah dekat *exhaust fan* memiliki kelembapan relatif paling rendah dibandingkan daerah lainnya akibat pengurangan nilai kelembapan relatif oleh panas ayam. Selanjutnya, pada konfigurasi 6 (enam) *exhaust fan* variasi B memiliki kelembapan relatif lebih rendah sehingga tidak terlalu tinggi untuk kebutuhan ayam. Hal tersebut merupakan akibat dari konfigurasi posisi *exhaust fan* meskipun nilai perbedaan kelembapan relatifnya tidak signifikan.

Dengan menganalisa grafik perbandingan kelembapan relatif rata-rata pada gambar 4.10 dapat diketahui bahwa konfigurasi 8 (delapan) *exhaust fan* masih sesuai digunakan untuk memenuhi kebutuhan ayam berusia 29-35 hari dimana batas kelembapan rata-ratanya adalah 50-65%. Sementara itu, konfigurasi 6 (enam) *exhaust fan* memiliki batas kelembapan relatif yang masih juga dapat digunakan meskipun sedikit melebihi batas yang diizinkan. Akan tetapi, nilainya belum menyebabkan efek *heat stress* pada ayam. Selanjutnya, untuk nilai selisih rata-rata kelembapan relatifnya pada bagian konfigurasi 8 (delapan) dan 6 (enam) *exhaust fan* yaitu sekitar 3,5%.

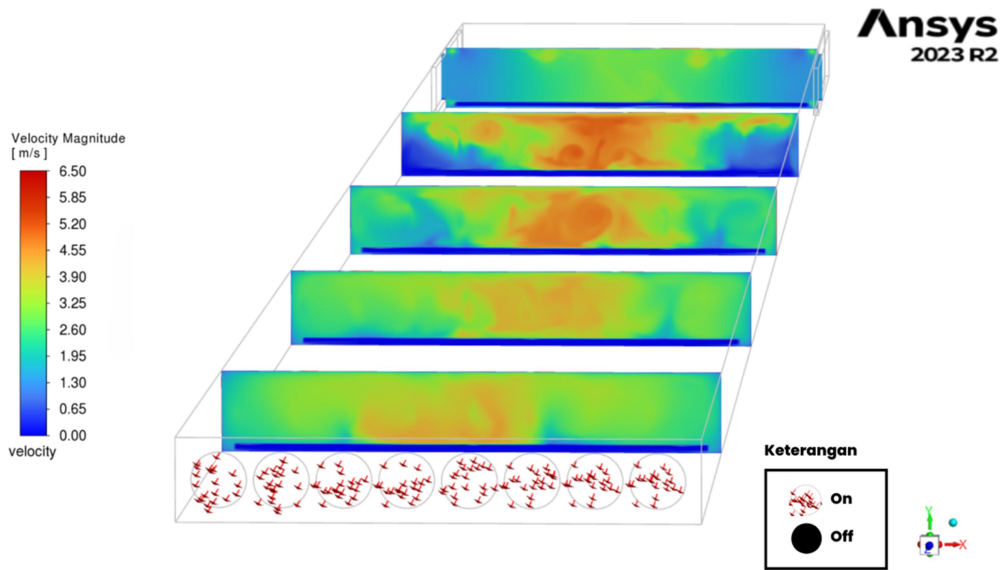
#### 4.4 Analisis Distribusi Kecepatan Aliran Angin pada Kandang Ayam

Pada sub-bab ini akan dijelaskan mengenai kecepatan angin yang ada pada kandang. Hal tersebut meliputi data kualitatif dan kuantitatif yaitu distribusi kontur distribusi kecepatan angin, grafik nilai minimum, rata-rata, dan maksimum kecepatan angin, dan grafik perbandingan nilai kecepatan angin rata-rata pada kandang. Dalam

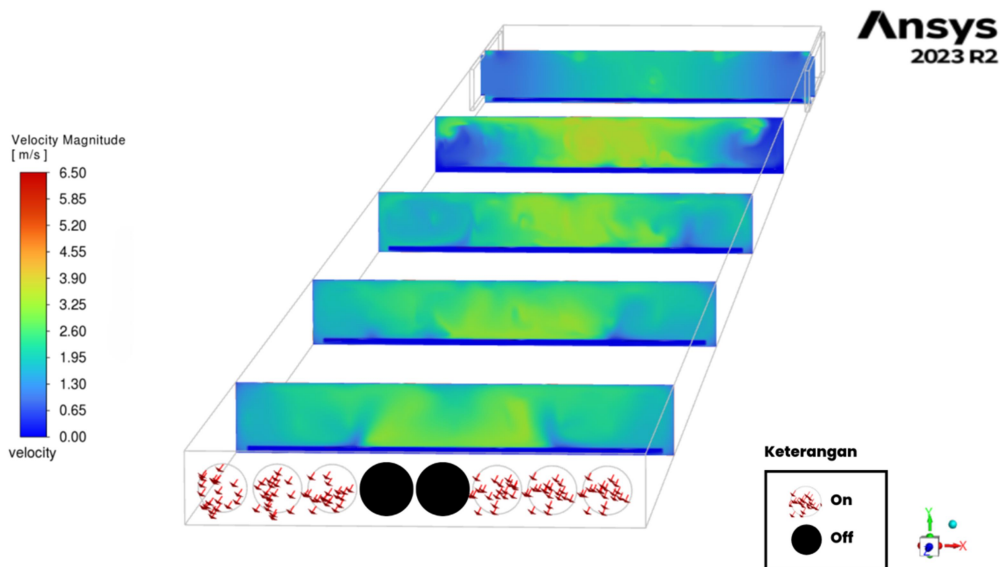
pendistribusiannya kandang dibagi menjadi lima penampang yaitu  $z/L$  0,08, 0,28, 0,48, 0,68, dan 0,88 agar dapat lebih mudah diketahui distribusi nilai kecepatan anginnya.

#### 4.4.1 Analisis Kontur Kecepatan Aliran Angin pada Kandang Ayam

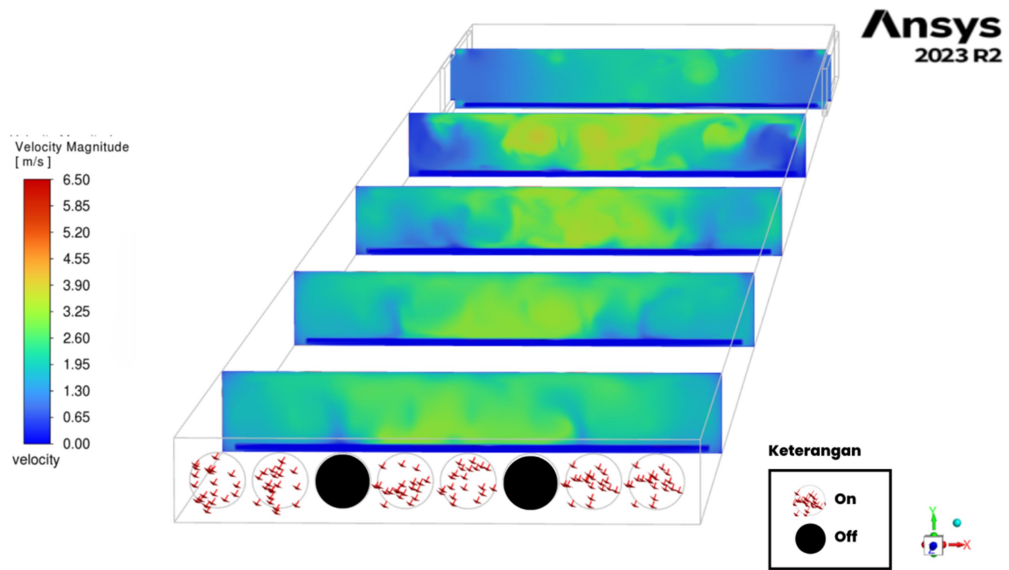
Pada Sub-bab ini menjelaskan data kualitatif berupa kontur kecepatan aliran angin yang melintasi kandang ayam tipe *closed house* dengan variasi A, B, C, dan D pada penampang  $z/L$  yaitu 0,08, 0,28, 0,48, 0,68, dan 0,88. Hal ini dilakukan untuk mengetahui gambaran distribusi kecepatan aliran angin di sepanjang kandang ayam dan juga digunakan untuk membandingkan distribusi kecepatan anginnya dengan variasi-variasi yang ada. Data kontur ini diambil menggunakan tools *contour* yang ada pada Ansys Fluent. Data-data kontur yang telah didapatkan diantaranya adalah sebagai berikut:



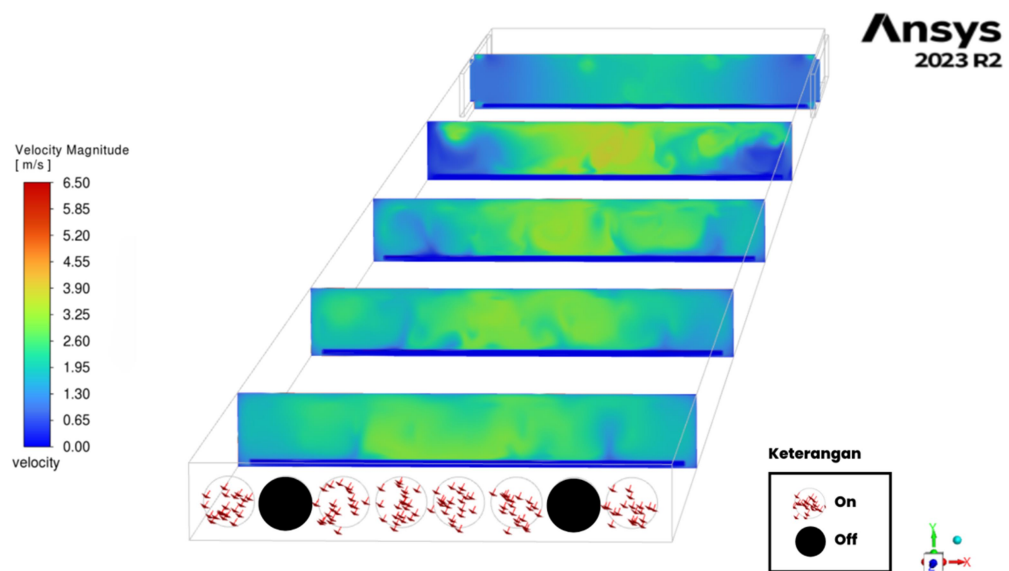
(a)



(b)



(c)



(d)

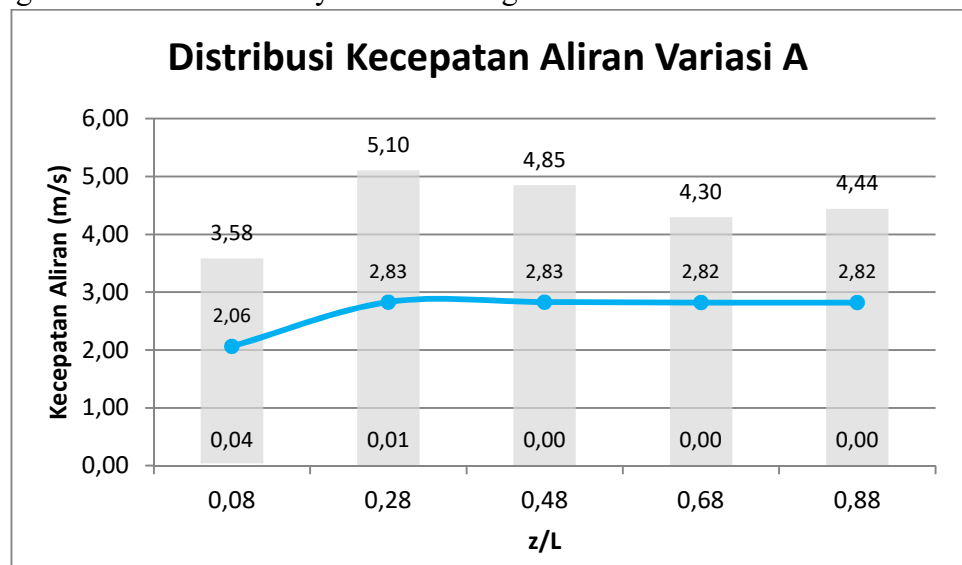
**Gambar 4. 11** Kontur kecepatan aliran angin pada penampang kandang ayam pada; (a) Variasi A; (b) Variasi B; (c) Variasi C; (d) Variasi D

Dari gambar 4.11 dapat diketahui bahwa pada variasi A memiliki kecepatan aliran angin lebih tinggi dibandingkan variasi lainnya. Dapat dilihat pada gambar tersebut terdapat warna oranye, artinya kecepatan aliran bagian tersebut tinggi. Hal itu, dapat terjadi karena pada variasi A atau dengan konfigurasi 8 (delapan) *exhaust fan* memiliki kecepatan aliran angin masuk 1,5 m/s. Sedangkan konfigurasi 6 (enam) *exhaust fan* memiliki kecepatan aliran masuk 1,1 m/s. Sehingga, variasi B, C, dan D cenderung memiliki warna kontur yang sama. Mayoritas warna konturnya sendiri adalah berwarna biru, hijau, dan kuning di semua variasi penelitian. Pada bagian level ketinggian ayam dan dekat dinding memiliki warna yang didominasi oleh warna biru dan hijau, artinya kecepatan angin pada daerah tersebut relatif lebih

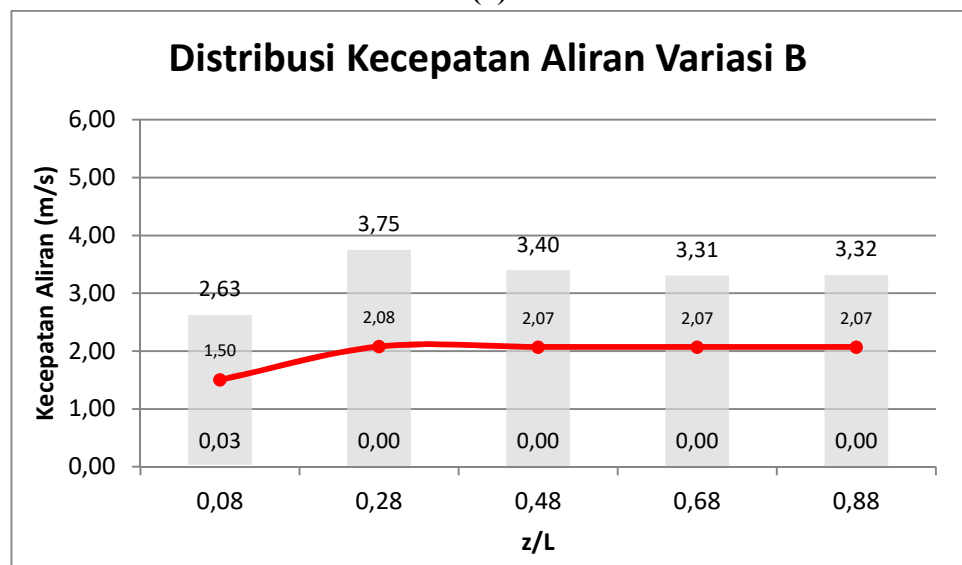
rendah. Sementara itu, bagian penampang setelah *evaporating cooling pad* pada penampang  $z/L=0,8$  tepatnya pada bagian tengah kandang terdapat beberapa daerah yang memiliki warna kuning atau oranye, artinya kecepatan angin pada daerah tersebut relatif lebih tinggi.

#### 4.4.2 Analisis Nilai Kecepatan Aliran Angin pada Kandang Ayam

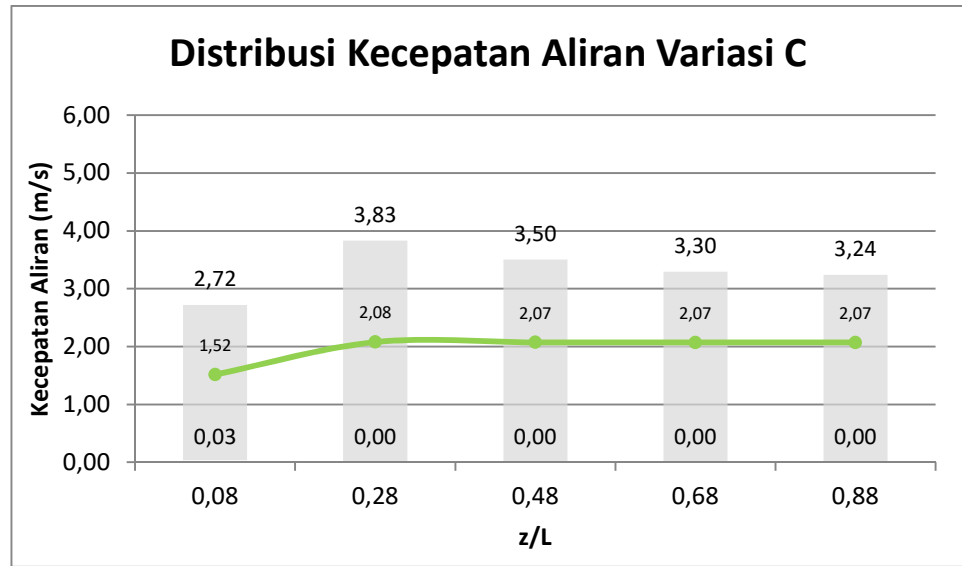
Pada Sub-bab ini menjelaskan data kuantitatif berupa grafik nilai kecepatan aliran angin yang melintasi kandang ayam tipe *closed house* dengan variasi A, B, C, dan D. Nilai kecepatan aliran angin ini diambil pada penampang  $z/L$  yaitu 0,08, 0,28, 0,48, 0,68, dan 0,88. Grafik ini didapatkan dari nilai kecepatan angin yang terdapat pada Ansys Fluent. Pengambilan data grafik ini bertujuan untuk mengetahui nilai-nilai kecepatan aliran angin minimum, rata-rata, dan maksimum dari tiap penampang kandang  $z/L$  dari kontur yang sudah didapatkan sebelumnya. Grafik-grafik tersebut diantaranya adalah sebagai berikut:



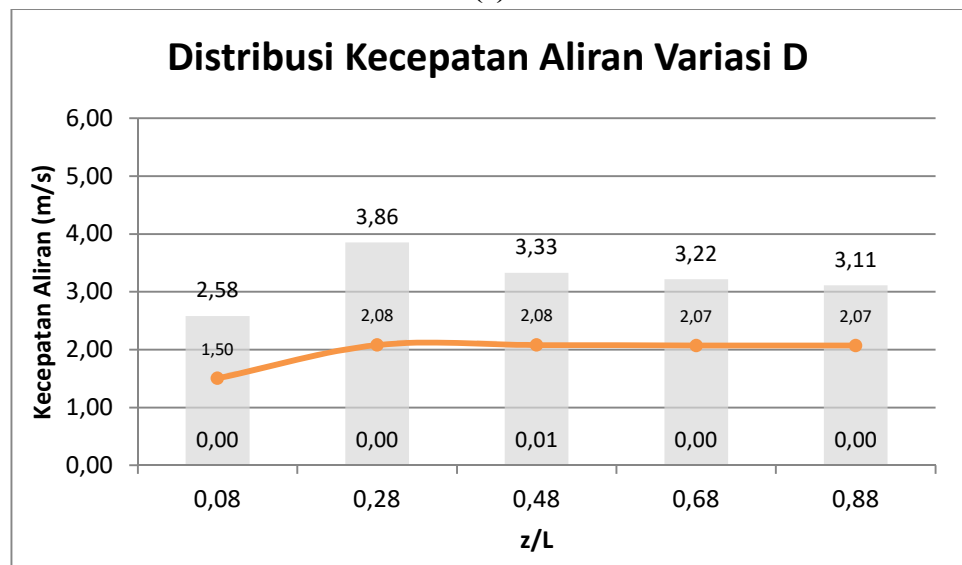
(a)



(b)



(c)



(d)

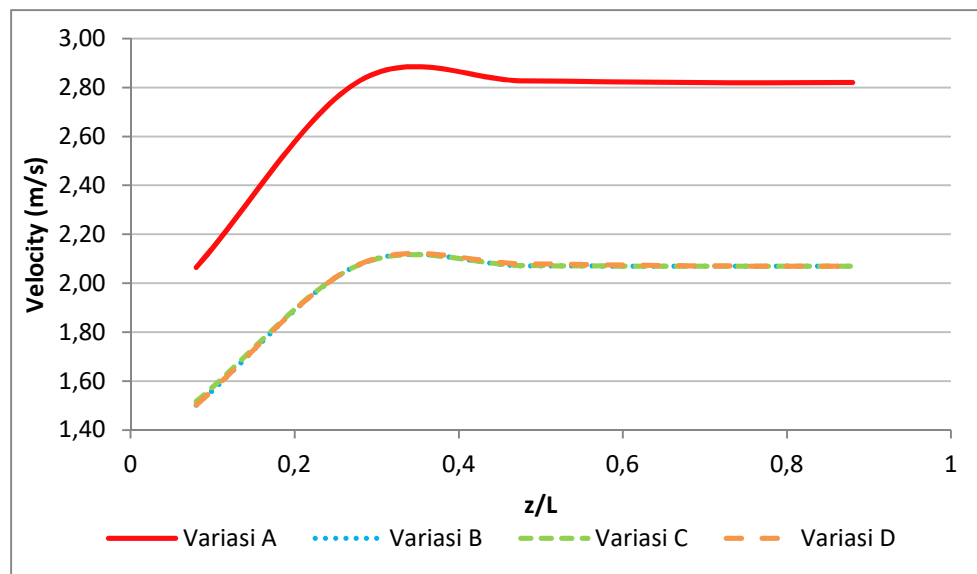
**Gambar 4. 12** Grafik distribusi kecepatan angin kandang ayam pada; (a) Variasi A; (b) Variasi B; (c) Variasi C; (d) Variasi D

Dari gambar 4.12 dapat diketahui pada bagian penampang  $z/L$  0,08 merupakan bagian daerah *evaporating cooling pad*. Dimana udara dengan kecepatan masuk ke kandang melalui *evaporating cooling pad*. Dapat diketahui bahwa nilai kecepatan angin rata-rata pada variasi A yaitu sekitar 2,06 m/s dan sekitar 1,6 m/s pada variasi B, C, dan D. Hal itu dapat terjadi karena udara dari *evaporating cooling pad* kiri dan kanan saling bertabrakan pada bagian tengah kandang, sehingga kecepatannya sedikit meningkat. Setelah itu, pada penampang 0,28 merupakan bagian kandang dengan kecepatan yang paling tinggi. Hal itu dapat terjadi karena udara yang saling bertabrakan sebelumnya saling berkumpul sebelum akhirnya diteruskan ke sepanjang kandang. Kemudian, pada penampang selanjutnya yaitu  $z/L$  0,48, 0,68 dan 0,88 kecepatan anginnya cenderung sudah stabil sampai ke bagian *outlet* kandang. Jika dibandingkan dari konfigurasi *exhaust fannya*, konfigurasi 8

(delapan) *exhaust fan* memiliki kecepatan angin yang lebih tinggi dibandingkan 6 (enam) *exhaust fan*. Perbedaan nilai kecepatannya rata-rata sendiri adalah sekitar 0,8 m/s.

#### 4.4.3 Analisis Perbandingan Nilai Kecepatan Aliran Angin Rata-rata pada Kandang Ayam

Pada Sub-bab ini menjelaskan data kuantitatif berupa grafik perbandingan nilai kecepatan aliran angin rata-rata yang melintasi kandang ayam tipe *closed house* dengan variasi A, B, C, dan D. Data tersebut diambil pada penampang  $z/L$  yaitu 0,08, 0,28, 0,48, 0,68, dan 0,88. Sehingga dengan grafik tersebut dapat diketahui secara lebih jelas perbandingan nilainya di setiap variasi penelitian. Grafik perbandingan kecepatan aliran angin rata-rata yang dimaksud adalah sebagai berikut:

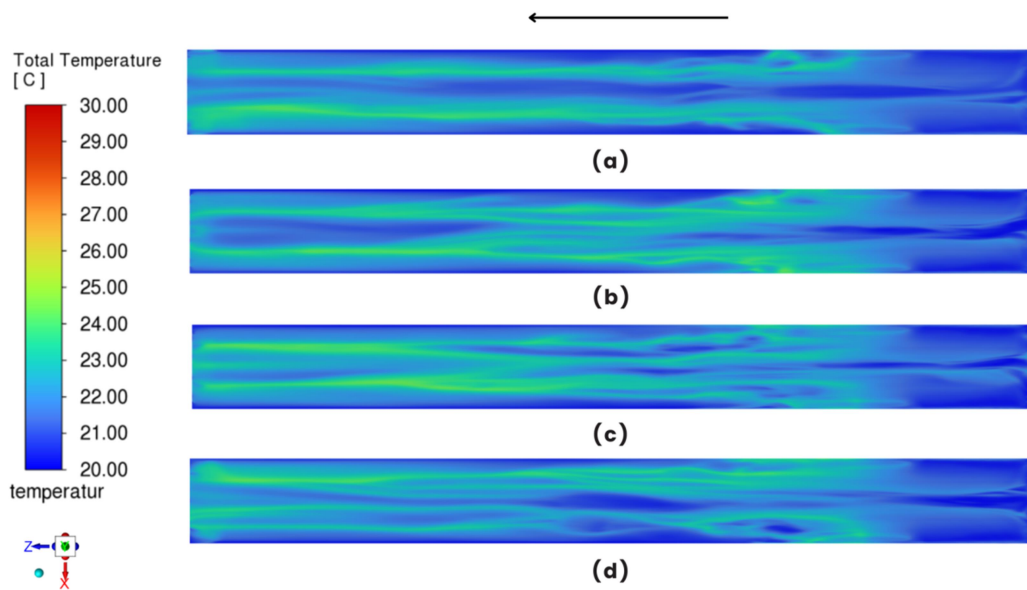


**Gambar 4.13** Grafik perbandingan kecepatan angin rata-rata pada kandang ayam

Dari gambar 4.13 dapat diketahui bahwa pada konfigurasi 8 (delapan) *exhaust fan* memiliki kecepatan aliran angin lebih tinggi. Hal itu dapat dilihat dari letak garis setiap variasi A di atas variasi lainnya. Selanjutnya, jika dilihat dari tren grafik dari bagian awal yaitu pada penampang  $z/L$  0,08 dan 0,28 memiliki tren grafik yang naik secara signifikan. Hal tersebut dapat terjadi karena terjadi akumulasi kecepatan aliran angin pada bagian tengah kandang akibat dari kecepatan udara dari bagian kiri dan kanan *evaporating cooling pad*. Kemudian, jika dilihat dari nilai kecepatan angin rata-ratanya masih berada pada rentang yang diizinkan untuk ayam yaitu tidak melebihi kecepatan 3 m/s. Meskipun, untuk konfigurasi 8 (delapan) *exhaust fan* hampir melebihi batas yang diizinkan. Untuk lebih jelasnya mengenai distribusi kecepatan udara dapat dilihat pada pembahasan selanjutnya.

#### 4.5 Analisis Kontur Temperatur pada Ketinggian Ayam

Pada Sub-bab ini menjelaskan perbandingan kontur temperatur yang melintasi kandang ayam tipe *closed house* dengan variasi A, B, C, dan D pada ketinggian ayam 0,25 m. Kontur tersebut diantaranya adalah sebagai berikut:



**Gambar 4. 14** Kontur temperatur pada level ketinggian ayam ( $y=0,25$ ) pada; (a) Variasi A; (b) Variasi B; (c) Variasi C; (d) Variasi D

Gambar 4.14 menunjukkan bahwa variasi A dengan menggunakan 8 (delapan) *exhaust fan* memiliki temperatur sedikit lebih rendah dibandingkan konfigurasi 6 (enam) *exhaust fan*. Hal itu ditandai dengan warna biru, artinya nilai temperatur pada daerah tersebut relatif lebih rendah. Nilai rata-rata temperatur pada konfigurasi 8 (delapan) *exhaust fan* di level ketinggian ayam adalah  $21,99^{\circ}\text{C}$ . Sementara itu, Variasi B, C, dan D dengan konfigurasi 6 (enam) *exhaust fan* memiliki temperatur pada level ketinggian ayam sedikit lebih tinggi dari konfigurasi 8 (delapan) *exhaust fan*. Hal itu ditandai dengan warna biru sedikit lebih cerah, artinya nilai temperatur pada daerah tersebut relatif lebih tinggi. Nilai rata-rata temperaturnya dari variasi B, C, dan D berturut-turut adalah  $22,13^{\circ}\text{C}$ ,  $22,15^{\circ}\text{C}$ , dan  $22,06^{\circ}\text{C}$ .

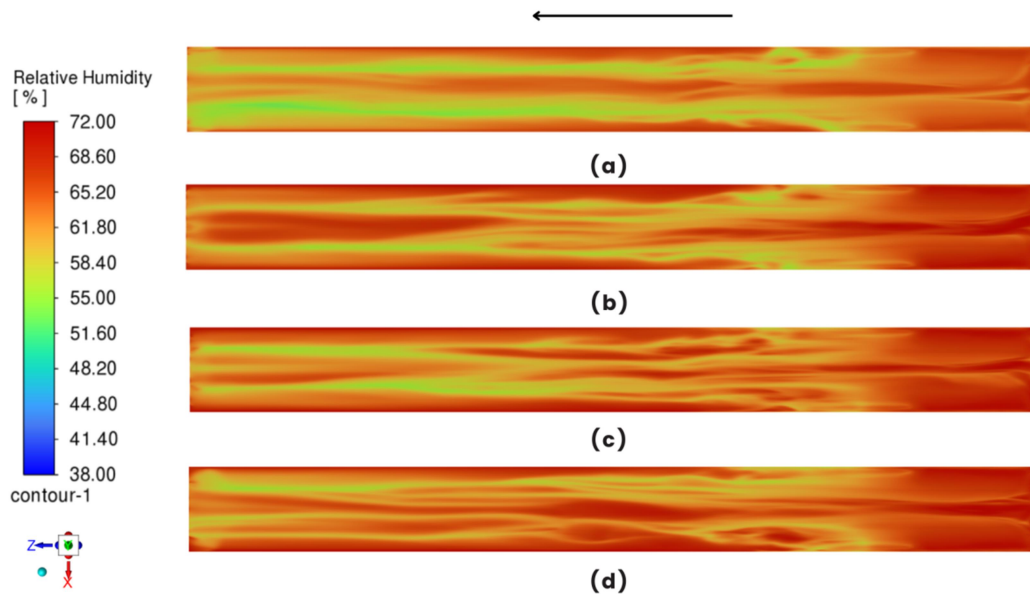
Selanjutnya, jika dilihat pada pola alirannya temperatur sesaat setelah melewati *evaporating cooling pad* lebih rendah dibandingkan daerah lainnya. Hal itu, dikarenakan temperatur masih belum terlalu terpengaruh oleh panas yang dihasilkan oleh ayam. Selain itu, pada saat udara yang memasuki kandang mengalami penurunan temperatur pada saat melewati *evaporating cooling pad*. Pada bagian dekat dinding kandang juga dapat dilihat bahwa memiliki temperatur relatif lebih tinggi. Hal itu, disebabkan karena kecepatan udara dibagian dekat dinding kandang lebih rendah dibandingkan pada bagian tengah. Sehingga temperatur dekat dinding lebih lambat untuk dikeluarkan keluar kandang.

Dengan menganalisa kontur temperatur dari gambar 4.14 dapat diketahui bahwa konfigurasi 8 (delapan) dan 6 (enam) *exhaust fan* sesuai digunakan untuk memenuhi kebutuhan ayam berusia 29-35 hari dimana temperatur rata-ratanya masih berada pada rentang  $21-23^{\circ}\text{C}$ . Jika dilihat distribusi aliran dan nilai temperaturnya maka variasi B dengan konfigurasi posisi *exhaust fan* 1,2,3,6,7,8 merupakan konfigurasi yang paling sesuai untuk digunakan. Kemudian, untuk selisih temperatur antara konfigurasi 8 (delapan) dan 6 (enam) *exhaust fan* yaitu sekitar  $0,1^{\circ}\text{C}$ .

#### 4.6 Analisis Kontur Kelembapan relatif pada Ketinggian Ayam



Pada Sub-bab ini menjelaskan perbandingan kontur kelembapan relatif yang melintasi kandang ayam tipe *closed house* dengan variasi A, B, C, dan D pada ketinggian ayam yaitu 0,25 m. Kontur tersebut diantaranya adalah sebagai berikut:



**Gambar 4. 15** Kontur kelembapan relatif pada level ketinggian ayam ( $y=0,25$ ) pada; (a) Variasi A; (b) Variasi B; (c) Variasi C; (d) Variasi D

Gambar 4.15 menunjukkan bahwa variasi A dengan menggunakan 8 (delapan) *exhaust fan* memiliki kelembapan yang paling rendah dibandingkan dengan menggunakan 6 (enam) *exhaust fan*. Hal itu ditandai dengan warna oranye kekuningan, artinya nilai kelembapan relatif pada daerah tersebut relatif lebih rendah. Nilai rata-rata kelembapan relatif pada konfigurasi 8 (delapan) *exhaust fan* adalah 61,47%. Sementara itu, Variasi B, C, dan D dengan konfigurasi 6 (enam) *exhaust fan* memiliki kelembapan relatif lebih tinggi dari konfigurasi 8 (delapan) *exhaust fan*. Hal itu ditandai dengan warna kemerahan, artinya nilai kelembapan relatif pada daerah tersebut relatif lebih tinggi. Nilai rata-rata dari variasi B, C, dan D berturut-turut adalah 63,77%, 63,70%, dan 64,08%.

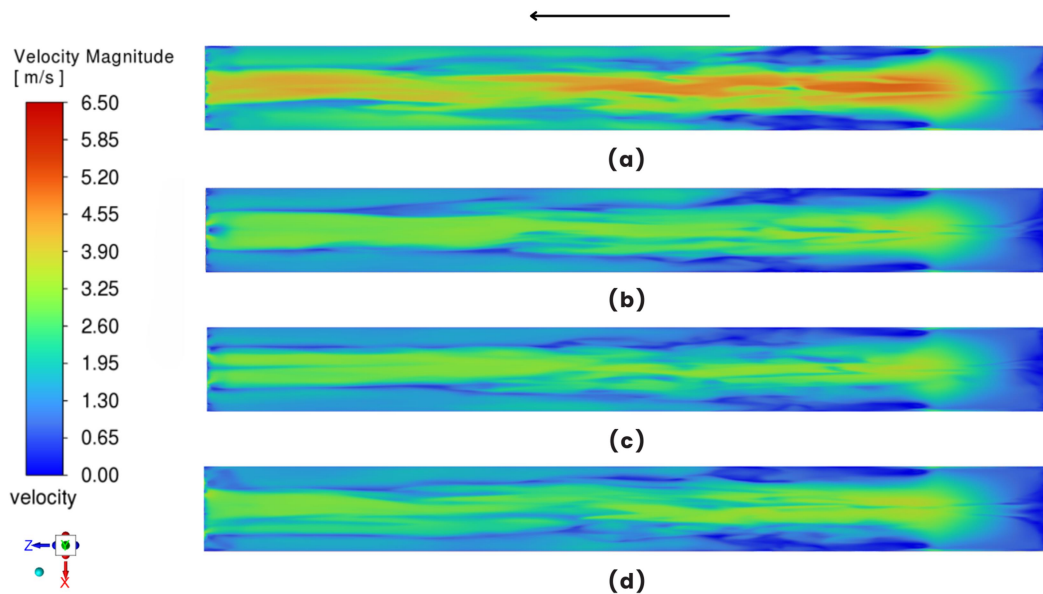
Selanjutnya, jika dilihat pada pola alirannya kelembapan relatif sesaat setelah melewati evaporating cooling pad lebih tinggi dibandingkan daerah lainnya. Hal itu, disebabkan karena udara yang melewati *evaporating cooling pad* mengalami penambahan kadar air. Dimana kelembapan relatif setelah melewati *evaporating cooling pad* dikondisikan pada rentang 60-70%.

Dengan menganalisa kontur kelembapan relatif dari gambar 4.15 Dapat diketahui bahwa konfigurasi 8 (delapan) dan 6 (enam) *exhaust fan* sesuai digunakan untuk memenuhi kebutuhan ayam berusia 29-35 hari dimana kelembapan relatif rata-ratanya pada rentang 50-65% sehingga ayam tidak mengalami *heat stress*. Selanjutnya, untuk konfigurasi 6 (enam) *exhaust fan*, jika dilihat dari distribusi alirannya dan nilai kelembapan relatifnya maka variasi B dengan konfigurasi posisi *exhaust fan* 1,2,3,6,7,8 merupakan konfigurasi yang paling sesuai karena memiliki distribusi kelembapan relatif yang relatif lebih merata atau seragam.

#### 4.7 Analisis Kontur Kecepatan Angin pada Ketinggian Ayam



Pada Sub-bab ini menjelaskan perbandingan kontur kecepatan angin yang melintasi kandang ayam tipe *closed house* dengan variasi A, B, C, dan D pada ketinggian ayam yaitu 0,25 m. Kontur tersebut diantaranya adalah sebagai berikut:



**Gambar 4. 16** Kontur kecepatan angin pada level ketinggian ayam ( $y=0,25$ ) pada; (a) Variasi A; (b) Variasi B; (c) Variasi C; (d) Variasi D

Gambar 4.16 bahwa pada variasi A memiliki kecepatan aliran yang lebih tinggi dibandingkan variasi yang lainnya. Hal itu, dapat terjadi karena pada simulasi ini menggunakan *boundary condition velocity inlet* yaitu 1,5 m/s untuk konfigurasi 8 (delapan) *exhaust fan* dan 1,1 m/s untuk konfigurasi 6 (enam) *exhaust fan*. Selanjutnya, warna biru sendiri berarti bahwa kecepatan angin pada daerah tersebut rendah. Ketika dibandingkan dengan warna hijau maka warna biru memiliki kecepatan angin lebih rendah daripada warna hijau. Sementara itu, warna oranye memiliki arti kecepatan aliran pada bagian tersebut tinggi. Pada daerah dekat dinding cenderung memiliki kecepatan angin lebih rendah daripada bagian tengah atau jauh dari dinding. Dari pola yang ada dapat diketahui bahwa pola angin ketika memasuki kandang yaitu angin masuk dari *evaporating cooling pad* kiri dan kanan kemudian saling bertabrakan di tengah dan menuju *exhaust fan* di bagian tengah kandang. Kondisi tersebut membuat kecepatan angin pada tengah kandang relatif lebih tinggi dibandingkan pada dekat dinding. Selanjutnya, jika dilihat dari nilai rata-rata kecepatannya variasi C merupakan konfigurasi dengan rata-rata kecepatan angin paling rendah. Nilai kecepatan rata-rata dari variasi C adalah 1,85 m/s. Sementara itu, pada variasi A, B, dan D berturut-turut nilai kecepatan rata-rata anginnya adalah 2,54 m/s, 1,92 m/s, dan 1,86 m/s.

Dengan menganalisa kontur kecepatan angin dari gambar 4.16 dapat diketahui bahwa semua variasi dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan kecepatan angin yang dibutuhkan oleh ayam berusia 29-35 hari. Batas rentang kecepatan anginnya sendiri adalah tidak melebihi 3 m/s. Akan tetapi, pada konfigurasi 8 (delapan) *exhaust fan* terdapat bagian yang kecepatan alirannya sedikit melebihi batas yang diizinkan.



## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Penelitian mengenai pengaruh jumlah dan posisi *exhaust fan* terhadap distribusi temperatur, kelembapan relatif, dan kecepatan angin pada kandang ayam broiler tipe *closed house* dengan variasi konfigurasi 8 (delapan) dan 6 (enam) *exhaust fan* dan ketebalan *evaporating cooling pad* 150 mm. Debit air pada *evaporating cooling pad* yang digunakan adalah 4 L/min. Pada simulasi ini kecepatan aliran angin masuknya adalah 1,5 m/s untuk konfigurasi 8 (delapan) *exhaust fan* dan 1,1 m/s untuk konfigurasi 6 (enam) *exhaust fan*. Udara masuk memiliki temperatur 30°C dan kelembapan relatif 40%. Kesimpulan berikut dapat ditarik dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Distribusi temperatur rata-rata pada ruangan kandang pada konfigurasi 8 (delapan) *exhaust fan* memiliki temperatur sedikit lebih tinggi dari konfigurasi 6 (enam) *exhaust fan*. Untuk nilai temperatur rata-ratanya di semua variasi berturut-turut adalah 21,10°C, 20,99°C, 20,97°C, dan 20,96°C. Penambahan *exhaust fan* sebanyak dua buah dapat menaikkan temperatur sekitar 0,15°C. Posisi bukaan *exhaust fan* memiliki pengaruh pada nilai temperatur meskipun nilainya tidak terlalu signifikan.
2. Distribusi kelembapan relatif pada ruangan kandang menunjukkan konfigurasi 8 (delapan) *exhaust fan* memiliki kelembapan relatif yang lebih rendah dari konfigurasi 6 (enam) *exhaust fan*. Untuk nilai kelembapan relatif rata-rata di semua variasi berturut-turut adalah sebagai berikut 64,91%, 68,40%, 68,49%, dan 68,50%. Penambahan *exhaust fan* sebanyak dua buah dapat meningkatkan kelembapan relatif sekitar 3,5%. Posisi bukaan *exhaust fan* memiliki pengaruh pada nilai kelembapan relatif meskipun nilainya tidak terlalu signifikan.
3. Distribusi kecepatan aliran angin ruangan kandang menunjukkan konfigurasi 8 (delapan) memiliki nilai kecepatan aliran angin yang lebih besar dibandingkan konfigurasi 6 (enam) *exhaust fan*. Nilai kecepatan angin pada semua variasi berturut-turut yaitu 2,672 m/s, 1,958 m/s, 1,961 m/s, dan 1,960 m/s. Penambahan *exhaust fan* sebanyak dua buah dapat menaikkan kecepatan aliran udara sekitar 0,8 m/s. Posisi bukaan *exhaust fan* tidak memiliki pengaruh signifikan pada nilai kecepatan aliran angin.
4. Konfigurasi 8 (delapan) *exhaust fan* dapat digunakan untuk ayam berusia 29-35 hari karena dapat memenuhi temperatur, kelembapan relatif, dan kecepatan angin sesuai kebutuhan ayam pada usia tersebut dan tidak menyebabkan *heat stress* pada ayam. Meskipun pada konfigurasi ini kecepatan aliran angin yang sedikit melebihi batas yang diizinkan.
5. Konfigurasi 6 (enam) *exhaust fan* dapat digunakan untuk ayam berusia 29-35 hari karena dapat memenuhi temperatur, kelembapan relatif, dan kecepatan angin sesuai kebutuhan ayam pada usia tersebut dan tidak menyebabkan *heat stress* pada ayam. Variasi yang dapat digunakan adalah variasi B karena paling sesuai untuk kebutuhan ayam pada usia tersebut. Untuk konfigurasi malam hari tidak dapat dipakai dengan kondisi batas seperti yang dilakukan pada penelitian ini karena akan membuat

penurunan temperaturnya terlalu besar dan peningkatan kelembapan relatif yang besar. Sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut pada kondisi tersebut.

## **5.2 Saran**

Penelitian mengenai pengaturan jumlah *exhaust fan* dan posisi *exhaust fan* terhadap karakteristik aliran yang melintasi kandang ayam tipe *closed house* 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 sesuai dengan kondisi yang ada dilapangan, agar data yang diperoleh memiliki hasil yang lebih baik dan sesuai dengan kondisi dilapangan.
2. Dalam tahap pengolahan data, perlu diperhatikan untuk penentuan kondisi batas yang ada di simulasi baik dari properti fluida dan kondisi batas agar data hasil pengolahan yang diperoleh menjadi lebih akurat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmadi Babadi, K., Khorasanizadeh, H., Aghei, 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
- Bjerg, B., Svidt, K., Zhang, G., Morsing, S. 2000. The Effect of Pen Partitions and Thermal Pig Simulators on Airflow in a Live stock Test Room
- 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 Broiler 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
- Databoks. 2023. Ini Provinsi Penghasil Daging Ayam Broiler Terbesar di Indonesia pada 2022. Diambil dari <https://penerbitdepublish.com/cara-menulis-kutipan-dari-internet/>
- Dutchman, B. 2006. Air Master V-belt Driven Fans With a High Air Flow Raye and Low Energy Consumption
- Fidaros, D., Baxevanou, C., Bartzanas, T., Kittas, C. 2018. Numerical study of mechanically ventilated broiler house equipped with evaporative pads
- Fradinata, E., Yaman, A., Dasrul., Umar, F. 2022. INTRODUKSI MANAJEMEN AYAM PETELUR SISTEM KANDANG TERTUTUP (CLOSED HOUSE) DI SAREE – ACEH.
- 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 Greenhouses
- 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.
- Laknizi, A., Mahdaoui, M., Abdellah, A. B., Anoune, K., Bakhouya, M., Azbakhe, H. 2019. Performance analysis and optimal parameters of a direct evaporative pad cooling sistem under the climate conditions of Moroco
- Lott, B. D., Simmons, J. D., May, J. D. 1998. Air Velocity and High Temperature on Broiler Performance
- Marom, A. T., Kalsum, U., Ali, U. 2017. Evaluasi Performa Broiler Pada Sistem Kandang *Close House* dan *Open House* Dengan Altitude Berbeda
- Nowak, R. 2016. Estimation of viscous and inertial resistance coefficients for various heat sink configurations
- Rido, M., Erni, N. 2023. Analisis Pendapatan Kandang *Closed House* (Studi Kasus kandang *Closed House* Welkin Situmorang) di Bulik Kabupaten Lamandau Provinsi Kalimantan Tengah.
- Sandyawan, A., Putra, A. B. K. 2019. Studi Numerik Pengaruh Peletakan *Cooling Pad* Terhadap Distribusi Temperatur dan Pola Aliran Udara Ventilasi Kandang Ayam Broiler *Closed house* Tipe Ventilasi Lorong.

- Kocuktopcu, E., Cemek, B., Simsek, H., Ni, J. 2022. Computational Fluid Dynamics Modeling of a Broiler House Microclimate in Summer and Winter
- Wibowo, K. C., Putri, D. S., Hidayati, S. 2020. Analisis Peramalan Produksi dan Konsumsi Daging Ayam Ras Pedaging di Indonesia Dalam Rangka Mewujudkan Ketahanan Pangan

## LAMPIRAN

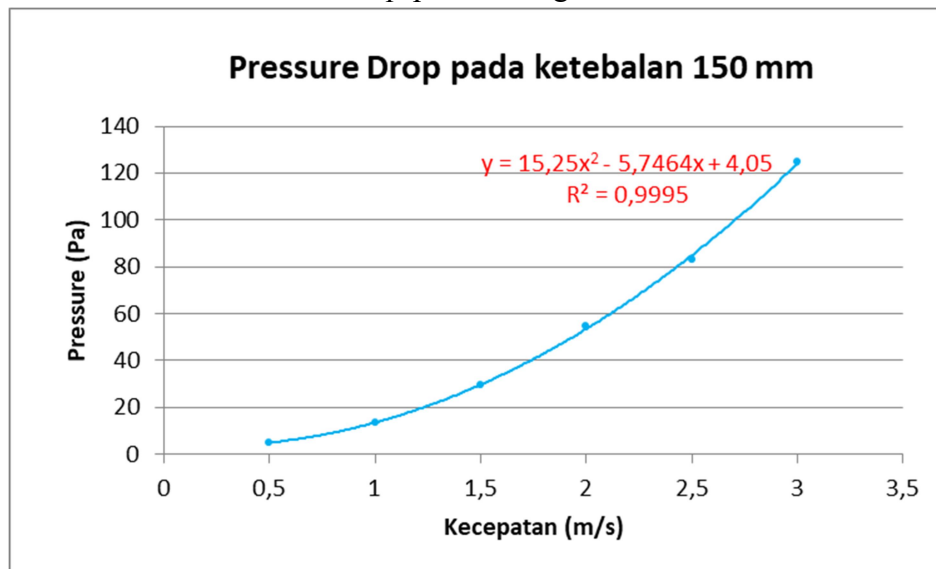
### Perhitungan *viscous* dan *inertial resistance* pada *evaporating cooling pad*

Berikut ini merupakan perhitungan *viscous* dan *inertial resistance* yang ada pada *evaporating cooling pad*

The effectiveness and the pressure drop for various pad thickness (Model: CELdek® 7090-15).

Velocity (m/s)	D = 100 mm	D = 150 mm	D = 200 mm	D = 300 mm
0.5	82% 5 Pa	91% 5 Pa	94.80% 5 Pa	96.60% 6.4 Pa
1	80.40% 9 Pa	90.30% 13.3 Pa	94.20% 17.8 Pa	96.40% 25.7 Pa
1.5	78.60% 20.4 Pa	89.40% 29.8 Pa	93.70% 40.6 Pa	96.40% 59.8 Pa
2	76.40% 35.5 Pa	87.40% 54.8 Pa	92% 73.3 Pa	96.20% 106.5 Pa
2.5	74% 56.9 Pa	86.20% 83.3 Pa	91.70% 116.5 Pa	95.90% 165.6 Pa
3	71.20% 81.5 Pa	84% 124.7 Pa	90.40% 166.9 Pa	95.50% 200 Pa

**Gambar 1** *Pressure Drop* pada berbagai macam ketebalan ECP



**Gambar 2** Grafik *Pressure Drop* pada *evaporating cooling pad* dengan ketebalan 150 mm

**Diketahui:**

*Ketebalan ECP* = 150 mm = 0,15 m

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

*viskositas udara* =  $\mu = 1,79 \times 10^{-5} \text{ kg/ms}$

**Dijawab:**

Persamaan Darcy-Forcheimer dan persamaan parabola adalah

$$\frac{\Delta p}{\Delta x_i} = S_i = -\frac{\mu}{\alpha} v + 0.5C_2\rho v^2$$

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

Dari grafik *pressure drop* diatas didapatkan persamaan *pressure dropnya* adalah

$$y = 15,25x^2 - 5,7464x + 4,05$$

Kemudian dihubungkan dengan persamaan Darcy-Forcheimer tentang *pressure drop* pada porous media maka didapatkan nilai a dan b nya adalah

$$a = 15,25$$

$$b = -5,7464$$

Maka didapatkan nilai *viscous* dan *inertial resistance* adalah sebagai berikut:

$$\frac{1}{\alpha} = -\frac{b}{\mu\Delta x} = -\frac{-5,7464}{1,79 \times 10^{-5} \cdot 0,15} = 2,140904 \times 10^6 \text{ m}^{-2}$$

$$C_2 = \frac{2a}{\rho\Delta x} = \frac{2 \cdot 15,25}{1,225 \cdot 0,15} = 165,986 \text{ m}^{-1}$$

Sehingga didapatkan nilai *viscous* dan *inertial resistance* secara berturut-turut adalah  $2,140904 \times 10^6 \text{ m}^{-2}$  dan  $165,986 \text{ m}^{-1}$

### Perhitungan Flowrate Exhaust Fan

Berikut ini merupakan pemilihan *exhaust fan* yang digunakan sebagai inputan pada simulasi

- a. Perhitungan kebutuhan *flowrate* udara pada kandang

**Diketahui:**

$$\text{Lebar} = 12 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi} = 2 \text{ m}$$

**Dijawab :**

$$\text{Luas Penampang} = \text{Lebar} \times \text{Tinggi} = 12 \times 2 = 24 \text{ m}^2$$

$$\text{Total Flowrate} = \text{Luas penampang} \times \text{target kecepatan udara}$$

$$\text{Total Flowrate} = 24 \text{ m}^2 \times 3 \text{ m/s} = 72 \text{ m}^3/\text{s} = 259200 \text{ m}^3/\text{h}$$

- b. Pemilihan kipas

**Diketahui:**

$$\text{Total Flowrate} = 259200 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Jumlah kipas pada kandang} = 8 \text{ kipas}$$

**Dijawab:**

$$\text{Kapasitas Flowrate Kipas} = \text{Total flowrate} \div \text{Jumlah kipas}$$

$$\text{Kapasitas Flowrate Kipas} = 259200 \div 8 = 32400 \text{ m}^3/\text{h}$$

#### 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

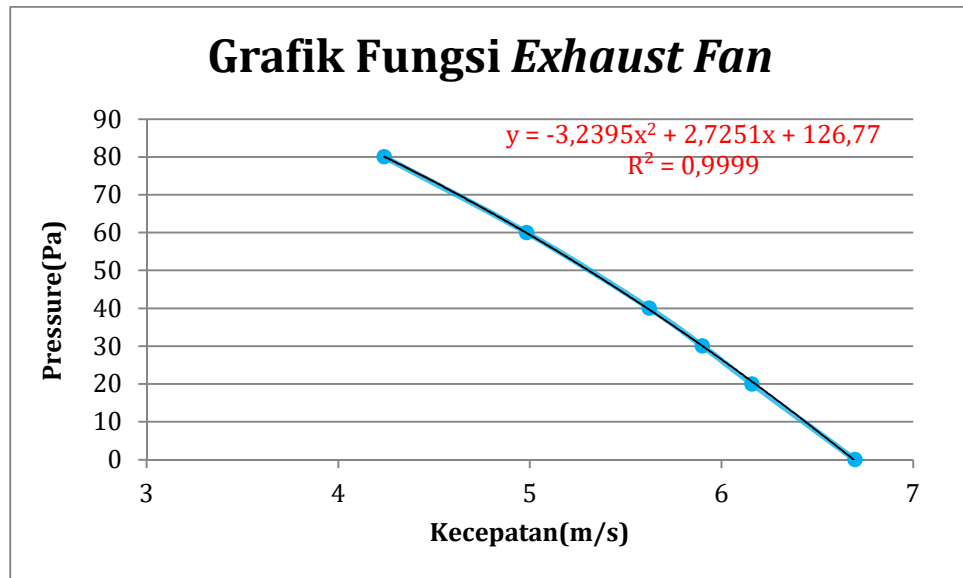
V = fan without cone; VC = fan with cone; 130 = vane diameter; 3 = 3-blade; 5 = 5-blade; R = regular motor  
 FC - frequency controlled drive T - transformer controlled  
 Connexion values: 400 V, 50 Hz; also available with one or three phase and with 60 Hz  
 Weight: AIR MASTER without cone: 80 kg;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

**Gambar 3** Katalog *exhaust fan* merk AIR MASTER tipe V130



Dari katalog tersebut diputuskan untuk memilih *exhaust fan* dengan tipe V130-5 1,5 PS-R dengan pressure 40 Pa karena nilai *flowratanya* mendekati kebutuhan yang ada pada kandang ayam tersebut dengan nilai *flowratanya* adalah  $32500 \text{ m}^3/\text{h}$ . Adapun fungsi dari merk *exhaust fan* yang diambil yang akan menjadi inputan pada simulasi yaitu sebagai berikut:



**Gambar 4** Grafik fungsi *exhaust fan* pressure terhadap kecepatan

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

Pada perhitungan *heat transfer* pada *evaporating cooling pad* tingkat effisiensinya disesuaikan dari rujukan (Laknizi et al., 2019). Dimana nilai *heat transfer* ini akan digunakan sebagai inputan *energy source* pada *porous medum evaporating cooling pad*. Pada perhitungannya perlu dicari terlebih dahulu temperatur outlet setelah *evaporating cooling pad* dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

**Diketahui:**

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

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

$$\eta_{ecp} = 0,894 ; \text{ untuk ketebalan } 150\text{mm} \text{ dengan kecepatan } 1,5 \text{ m/s}$$

$$\text{Volume ecp} = 4,5 \text{ m}^3$$

**Dijawab:**

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

$$T_{outlet} = 30 - 0,894(30 - 20,06) = 21,11^{\circ}\text{C}$$

Kemudian dapat dilakukan perhitungan *Pad Cooling capacitynya* atau *heat transfer* dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

**Diketahui:**

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

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

$$T_{\text{outlet}} = 21,11^\circ\text{C}$$

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

**Dijawab:**

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

$$P_{\text{pad cooling}} = 44,1 \cdot 1,005 \cdot (21,11 - 30)$$

$$P_{\text{pad cooling}} = -393,85 \text{ kW} = -393847,92 \text{ W} = -87521,76 \text{ W/m}^3$$

## BIODATA PENULIS



Muhammad Alif Khadaffi dilahirkan di Kediri, 14 Desember 2001. Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di TK Dharma Wanita Kediri, SDN Karangrejo 1 Kediri, SMPN 1 Ngasem Kediri dan SMAN 3 Kediri. Setelah lulus dari SMAN tahun 2020, Penulis mengikuti SBMPTN dan diterima di Departemen Teknik Mesin FTIRS-ITS pada tahun 2020 dan terdaftar dengan NRP 5007201214.

Di Departemen Teknik Mesin Penulis aktif di beberapa kegiatan mahasiswa yang diselenggarakan oleh Departemen Teknik Mesin seperti Himpunan Mahasiswa Teknik Mesin (HMM), Mechanical City VI, dan LUSTRUM Teknik Mesin. Pada saat tugas akhir penulis mengambil bidang Mekanika fluida. Selama perkuliahan penulis juga mengikuti beberapa pelatihan bootcamp seperti ANSYS Fluent dan Digital Marketing. Penulis juga mengikuti program Kerja Praktik Lapangan yang dilaksanakan di perusahaan PLTU Paiton PT. PLN Nusantara Power