

OPTIMALISASI SISTEM VENTILASI BERBASIS KENYAMANAN TERMAL DI AREA PRODUKSI GENTENG METAL DAN BAJA RINGAN

ALIFIA TAFFA AIRIMBANI



**TEKNIK DAN MANAJEMEN LINGKUNGAN
SEKOLAH VOKASI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



PERNYATAAN MENGENAI LAPORAN AKHIR DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan akhir dengan judul “Optimalisasi Sistem Ventilasi Berbasis Kenyamanan Termal di Area Produksi Genteng Metal dan Baja Ringan” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir laporan akhir ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juli 2026

Alifia Taffa Airimbani
J0413221133

ABSTRAK

ALIFIA TAFFA AIRIMBANI. Optimalisasi Sistem Ventilasi Berbasis Kenyamanan Termal di Area Produksi Genteng Metal dan Baja Ringan. Dibimbing oleh ANA TURYANTI dan WIRANDA INTAN SURI.

Kondisi termal yang kurang baik di lingkungan kerja dapat menurunkan kenyamanan dan produktivitas pekerja. Penelitian bertujuan untuk menganalisis kondisi kenyamanan termal pada area produksi. Selain itu, memodelkan ventilasi alami dan mekanis serta mengevaluasi kenyamanan termal di area produksi. Data diperoleh melalui pengukuran suhu, kelembapan relatif, kecepatan angin, kuesioner, dan simulasi *Computational Fluid Dynamics* (CFD) dengan perangkat lunak ANSYS *Fluent Student*. Kenyamanan termal dianalisis dengan metode *Predicted Mean Vote* (PMV) dan *Predicted Percentage Dissatisfied* (PPD). Hasil menunjukkan bahwa pengukuran suhu berkisar $26,7^{\circ}\text{C} - 35,4^{\circ}\text{C}$, kelembapan relatif 54,7% - 85,1%, dan kecepatan angin rata-rata yaitu 0 m/detik. Nilai PMV 2,23 – 3,13 dan nilai PPD 93% menunjukkan kondisi termal yang belum nyaman bagi pekerja. Simulasi CFD menunjukkan bahwa optimalisasi sistem ventilasi dapat memperbaiki distribusi aliran udara dan menurunkan suhu. Namun, kondisi tersebut belum memenuhi standar ASHRAE 55-2023.

Kata kunci : *computational fluid dynamics*, kenyamanan termal, suhu, ventilasi

ABSTRACT

ALIFIA TAFFA AIRIMBANI. Optimization of a Ventilation System Based on Thermal Comfort in the Production Area of Metal Roofing Tiles and Light Steel. Supervised by ANA TURYANTI and WIRANDA INTAN SURI.

Poor thermal conditions in the workplace can reduce workers' thermal comfort and productivity. This study aims to analyze thermal comfort in the production area. In addition, natural and mechanical ventilation systems were modeled to evaluate thermal comfort in the production area. Data were obtained through measurements of air temperature, relative humidity, air velocity, questionnaires, and Computational Fluid Dynamics (CFD) simulations using ANSYS *Fluent Student* software. Thermal comfort was evaluated using the *Predicted Mean Vote* (PMV) and *Predicted Percentage Dissatisfied* (PPD) methods. The results showed that the measured air temperature ranged from $26,7^{\circ}\text{C} - 35,4^{\circ}\text{C}$, relative humidity ranged 54,7% - 85,1%, and the average air velocity was 0 m/s. PMV values ranged from 2,23 – 3,13, while PPD values ranged 93% indicating poor thermal comfort for workers. CFD simulations demonstrated that the optimized ventilation system improved airflow distribution and reduced indoor air temperature. However, the resulting thermal conditions did not yet meet the requirements of ASHRAE 55-2023.

Keywords: computational fluid dynamics, temperature, thermal comfort, ventilation



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

OPTIMALISASI SISTEM VENTILASI BERBASIS KENYAMANAN TERMAL DI AREA PRODUKSI GENTENG METAL DAN BAJA RINGAN

ALIFIA TAFFA AIRIMBANI

Laporan Akhir
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Terapan pada
Program Studi Teknik dan Manajemen Lingkungan

**TEKNIK DAN MANAJEMEN LINGKUNGAN
SEKOLAH VOKASI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Penguji pada ujian Laporan Akhir: Dr. Yudith Vega Paramitadevi, S.T., M.Si.



Judul Laporan Akhir : Optimalisasi Sistem Ventilasi Berbasis Kenyamanan
Termal di Area Produksi Genteng Metal dan Baja Ringan

Nama : Alifia Taffa Airimbani
NIM : J0413221133

Disetujui oleh

Pembimbing 1 :
Dr. Ana Turyanti, S.Si., M.T.



Pembimbing 2 :
Wiranda Intan Suri, S.T., M.T.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Dr. Ir. Beata Ratnawati, S.T., M.Si.
NPI. 201811198806252001



Dekan Sekolah Vokasi:
Dr. Ir. Aceng Hidayat, M.T.
NIP. 196607171992031003

Tanggal Ujian:
8 Juli 2026

Tanggal Lulus:

PRAKATA

Puji dan syukur dipanjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga laporan akhir dapat diselesaikan dengan baik. Judul yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Juli 2025 – Mei 2026 yakni “Optimalisasi Sistem Ventilasi Berbasis Kenyamanan Termal di Area Produksi Genteng Metal dan Baja Ringan”. Penelitian dilakukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan pada Program Studi Teknik dan Manajemen Lingkungan, Sekolah Vokasi IPB University.

Terima kasih diucapkan kepada pembimbing Dr. Ana Turyanti, S.Si., M.T. dan Wiranda Intan Suri, S.T., M.T. yang telah membimbing dan banyak memberi saran. Terima kasih kepada Dr. Ir. Beata Ratnawati, S.T., M.Si. selaku Ketua Program Studi Teknik dan Manajemen Lingkungan. Selain itu, kepada pembimbing akademik, pembimbing lapangan, moderator seminar, dan penguji sidang. Ungkapan terima kasih kepada almarhumah Ibu Dian Lestari yang telah memberikan kehidupan dan motivasi dalam hidup penulis. Terimakasih kepada Bapak Jefrinal Rivai selaku Ayah, Abizan Ramadhan Torimbanu selaku Adik, seluruh keluarga, sahabat, serta teman-teman Teknik dan Manajemen Lingkungan yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayangnya.

Semoga laporan akhir dapat bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juli 2026

Alifia Taffa Airimbani

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
DAFTAR ISTILAH	ix
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
1.5 Ruang Lingkup	2
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Kenyamanan Termal	4
2.2 PMV dan PDD	6
2.3 Ventilasi	6
2.4 <i>Computational Fluid Dynamics</i> (CFD)	7
III METODE	9
3.1 Lokasi dan Waktu	9
3.2 Prosedur Kerja	9
3.3 Alat dan Bahan	10
3.4 Teknik Pengumpulan Data dan Analisis Data	10
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	17
4.1 Kenyamanan Termal Kondisi Eksisting	17
4.2 Rekayasa Aliran Udara	26
4.3 <i>Boundary Conditions</i>	28
4.4 Hasil Simulasi CFD	29
4.5 Kenyamanan Termal Berdasarkan CFD	35
V SIMPULAN DAN SARAN	37
5.1 Simpulan	37
5.2 Saran	37
DAFTAR PUSTAKA	38
LAMPIRAN	41
RIWAYAT HIDUP	55

DAFTAR TABEL

1	Kuesioner persepsi kenyamanan termal	11
2	Skala likert	12
3	Klasifikasi skala kenyamanan termal	13
4	Suhu minggu pertama	17
5	Kelembapan relatif minggu pertama	17
6	Suhu minggu kedua	18
7	Kelembapan relatif minggu kedua	19
8	Data nilai PMV minggu pertama	20
9	Data nilai PMV minggu kedua	21
10	Data nilai PPD (%)	24

DAFTAR GAMBAR

1	Zona nyaman termal oleh Fanger (ASHRAE 55-2023)	6
2	Tahapan alur penelitian	9
3	Penempatan titik sampling di area produksi	10
4	CBE <i>Thermal Comfort Tools</i>	12
5	Hubungan PPD dan PMV (ASHRAE 55-2023)	13
6	ANSYS Fluent	15
7	Nilai PMV	22
8	Persepsi Tingkat Kenyamanan Termal	25
9	Perbandingan kuesioner dan PPD	26
10	Ventilasi dan <i>exhaust fan</i> area produksi	27
11	Simulasi distribusi suhu	30
12	Simulasi distribusi kelembapan relatif	32
13	Simulasi distribusi kecepatan udara	34

DAFTAR LAMPIRAN

1	Rekapitulasi Data Hasil Pengukuran	42
2	Rekapitulasi Kuesioner Kenyamanan Termal	43
3	Perhitungan Aliran Udara Luar Zona (Voz)	44
4	Kebutuhan ventilasi alami	45
5	Kebutuhan ventilasi mekanis	46
6	Pemodelan CFD	47

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE)

Predicted Mean Vote (PMV)

Predicted Percentage Dissatisfied (PPD)

Computational Fluid Dynamics (CFD)

Relative Humidity (RH)

Metabolic Rate (Met)

Clothing Insulation (Clo)

Exhaust Fan

Inlet

Outlet

Boundary Conditions

Steady State

Species Transport

Navier-Stokes

Mesh

Cubic feet per minute (CFM)

DAFTAR ISTILAH

Organisasi internasional yang berfokus pada teknologi pemanas, ventilasi, tata udara, dan pendinginan

Skala yang menjelaskan sensasi termal yang dirasakan individu terhadap lingkungannya

Persentase individu yang tidak nyaman terhadap keadaan termal di lingkungannya

Pendekatan pemodelan menggunakan metode numerik untuk menggambarkan fenomena yang melibatkan aliran fluida

Perbandingan antara kandungan uap air di atmosfer dengan kapasitas maksimum uap air yang dapat ditampung di atmosfer

Laju produksi panas oleh tubuh manusia akibat aktivitas metabolisme yang dinyatakan dalam satuan met

Ukuran kemampuan pakaian dalam menahan perpindahan panas antara tubuh dan lingkungan

Ventilasi mekanis yang berfungsi mengeluarkan udara dari dalam ruangan ke lingkungan luar

Bukaan tempat masuknya udara ke dalam ruangan

Bukaan tempat keluarnya udara ke luar ruangan

Kondisi batas yang ditetapkan pada simulasi untuk mendefinisikan karakteristik aliran fluida pada pemodelan

Kondisi simulasi ketika parameter aliran tidak berubah terhadap waktu

Model matematis untuk menganalisis pencampuran dan perpindahan spesies dalam fluida

Persamaan mekanika fluida untuk menggambarkan pergerakan fluida

Pembagian domain simulasi menjadi elemen-elemen kecil untuk proses perhitungan persamaan CFD

Satuan laju aliran udara yang menyatakan volume udara yang mengalir setiap jam dalam satuan kaki kubik