

PEMODELAN DISTRIBUSI ALIRAN UDARA GUNA MENINGKATKAN KENYAMANAN TERMAL PEKERJA DI RUANG BOILER CANGKANG KELAPA SAWIT

DEDE MARLINA



TEKNIK DAN MANAJEMEN LINGKUNGAN
SEKOLAH VOKASI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025



PERNYATAAN MENGENAI LAPORAN PROYEK AKHIR DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa Laporan Proyek Akhir dengan judul “Pemodelan Distribusi Aliran Udara Guna Meningkatkan Kenyamanan Termal Pekerja di Ruang Boiler Cangkang Kelapa Sawit” 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 proposal Proyek Akhir ini. Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juni 2025

Dede Marlina
J0313211110

- 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.



ABSTRAK

DEDE MARLINA. Pemodelan Distribusi Aliran Udara Guna Meningkatkan Kenyamanan Termal Pekerja di Ruang Boiler Cangkag Kelapa Sawit. Dibimbing oleh SULISTIJORINI.

Ruang boiler cangkag kelapa sawit merupakan area industri dengan beban panas tinggi yang berpotensi menimbulkan risiko *heat stress* dan menurunkan produktivitas kerja. Penelitian bertujuan untuk meningkatkan kenyamanan termal di ruang boiler melalui rekayasa ventilasi dan evaluasi berbasis pemodelan distribusi aliran udara. Metode yang digunakan mencakup pengukuran parameter fisik (suhu, kelembapan, kecepatan angin), perhitungan PMV, PPD, dan THI, serta simulasi *Computational Fluid Dynamics* (CFD) menggunakan perangkat lunak ANSYS Fluent. Perbaikan dilakukan dengan menambah ventilasi kisi selebar 30 m² dan tiga jalusi selebar 2,16 m², menghasilkan total luas bukaan 32,16 m². Hasil pengukuran menunjukkan nilai PMV hingga +3,9, PPD 90–100%, dan THI 30,8–33,1°C sebelum intervensi. Setelah penerapan berupa penambahan bukaan ventilasi kisi dan jalusi, simulasi menunjukkan peningkatan kecepatan aliran udara >3 m/s dan penurunan suhu >9°C di zona panas. Jalusi terbukti efektif mengurangi suhu dan kelembapan tanpa konsumsi energi listrik, serta menurunkan indeks termal. Strategi ini memberikan solusi praktis dan efisien untuk meningkatkan kenyamanan kerja di ruang industri bersuhu tinggi seperti ruang boiler cangkag kelapa sawit.

Kata Kunci: boiler, distribusi aliran udara, kenyamanan termal, jalusi, sebaran panas

ABSTRACT

DEDE MARLINA. Modeling Airflow Distribution to Improve Thermal Comfort for Workers in Palm Shell Boiler Rooms. Supervised by SULISTIJORINI.

The boiler room is an industrial area with high heat loads that can potentially cause heat stress and reduce work productivity. The study aims to improve thermal comfort in the boiler room through ventilation engineering and evaluation based on airflow distribution modeling. The methods used include measuring physical parameters (temperature, humidity, wind speed), calculating PMV, PPD, and THI, and conducting Computational Fluid Dynamics (CFD) simulations using ANSYS Fluent software. Improvements were made by adding a 30 m² grille ventilation and three 2,16 m² louvers, resulting in a total opening area of 32,16 m². Measurement results showed PMV values up to +3,9, PPD 90–100%, and THI 30,8–33,1°C before intervention. After implementing the addition of ventilation grilles and louvers, simulations showed an increase in airflow velocity >3 m/s and a temperature decrease >9°C in the hot zone. Louvers were proven effective in reducing temperature and humidity without electricity consumption, as well as lowering the thermal index. This strategy provides a practical and efficient solution to improve workplace comfort in high-temperature industrial spaces such as shell boiler rooms.

Keywords: airflow distribution, boiler, heat distribution, louvers, thermal comfort



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 2025
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.



PEMODELAN DISTRIBUSI ALIRAN UDARA GUNA MENINGKATKAN KENYAMANAN TERMAL PEKERJA DI RUANG BOILER CANGKANG KELAPA SAWIT

DEDE MARLINA

Laporan Proyek 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
2025**



@Hak cipta milik 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.



Judul Proyek Akhir : Pemodelan Distribusi Aliran Udara Guna Meningkatkan Kenyamanan Termal Pekerja di Ruang Boiler Cangkang Kelapa Sawit

Nama : Dede Marlina
NIM : J0313211110

Disetujui oleh

Pembimbing:
Dr. Ir. Sulistijorini, M.Si

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Dr. Beata Ratnawati, ST., M.Si
NPI. 201811198806252001

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

Tanggal Ujian:

25 Juli 2025

Tanggal Lulus:

PRAKATA

Puji syukur dipanjatkan kepada Allah Subhanaahu Wa Ta'ala atas segala karunianya sehingga laporan Proyek Akhir dapat diselesaikan dengan baik. Tema yang dipilih pada penelitian yang dilaksanakan sejak Bulan Agustus 2024 sampai Bulan Mei 2025 ialah pemodelan distribusi aliran panas serta udara, dengan judul “Pemodelan Distribusi Aliran Udara Guna Meningkatkan Kenyamanan Termal Pekerja di Ruang Boiler Cangkang Kelapa Sawit”.

Proyek Akhir dilaksanakan sebagai pemenuhan syarat akademis dalam menyelesaikan perkuliahan pada Program Studi Teknik dan Manajemen Lingkungan Sekolah Vokasi Institut Pertanian Bogor. Disadari bahwa dalam pelaksanaan Proyek Akhir tidak terlepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu diucapkan terima kasih kepada:

1. Orang tua tercinta, kakak, dan adik yang selalu memberikan dukungan serta doa.
2. Ibu Dr. Ir. Sulistijorini, M.Si selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan arahan selama penelitian dan penyusunan Proyek Akhir.
3. Bapak Rofiq Ridho Rianggih, S.Pd selaku pembimbing lapang magang atas dukungan dan arahan dalam melakukan penelitian.
4. Teman-teman terkasih yang telah memberikan dukungan, kritik, saran dan semangat selama pelaksanaan penelitian dan penyusunan Proyek Akhir.

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

Bogor, Juni 2025

Dede Marlina

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	ii
DAFTAR GAMBAR	ii
DAFTAR LAMPIRAN	ii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Kenyamanan Termal	3
2.2 <i>Predicted Mean Vote (PMV)</i> dan <i>Predicted Percentage of Dissatisfied (PPD)</i>	3
2.3 <i>Thermal Humidity Index (THI)</i>	3
2.4 Sistem Ventilasi Ruang Boiler	4
2.5 ANSYS untuk <i>Computational Fluid Dynamics (CFD)</i>	4
III METODE	6
3.1 Lokasi dan Waktu	6
3.2 Teknik Pengumpulan Data dan Analisis data	6
3.3 Prosedur Kerja	10
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	12
4.1 Analisis Kenyamanan Termal Periode November – Desember 2024	12
4.2 Pemodelan Distribusi Aliran Udara dan Sebaran Panas Periode November – Desember 2024	15
4.3 Rancangan dan Analisis Hasil Rekayasa Ventilasi	16
V SIMPULAN DAN SARAN	26
5.1 Simpulan	26
5.2 Saran	26
DAFTAR PUSTAKA	27
LAMPIRAN	29
RIWAYAT HIDUP	37



DAFTAR TABEL

1 Klasifikasi skala sensasi termal berdasarkan PMV	9
2 Klasifikasi nilai <i>Thermal Humidity Index</i> (THI) dalam °C	10
3 Hubungan antara PMV, PPD dan sensasi termal	13

DAFTAR GAMBAR

Penempatan titik sampling di ruang boiler cangkang kelapa sawit	6
CBE <i>Thermal Comfort Tools</i>	8
Hubungan PPD dan PMV berdasarkan ASHRAE Standard 55-2017	9
Tahapan Alur Penelitian	11
Nilai PMV Periode November – Desember 2024	12
Nilai PPD (%) Periode November – Desember 2024	13
Nilai THI (°C) Periode November – Desember 2024	14
Hasil pemodelan sebaran panas	15
Hasil pemodelan distribusi aliran udara	16
Kondisi awal ventilasi ruang boiler cangkang kelapa sawit	17
Penerapan jalusi dan penambahan bukaan ventilasi	17
DED jalusi atau louver	18
Nilai PMV Periode April – Mei 2025	19
Nilai PPD (%) Periode April – Mei 2025	20
Nilai THI (°C) Periode April – Mei 2025	21
Hasil pemodelan sebaran panas setelah perbaikan	22
Hasil pemodelan distribusi aliran udara setelah perbaikan	23
Hasil pemodelan distribusi aliran udara setelah perbaikan	24

DAFTAR LAMPIRAN

1 Nilai insulasi pakaian	30
2 Nilai laju metabolisme	31
3 Data rata-rata panas tungku boiler	32
4 Data rata-rata parameter fisik dalam dua periode	33
5 Perhitungan kebutuhan ventilasi ruang boiler cangkang kelapa sawit	34
6 Perhitungan presentase keterwakilan pengambilan sampling	36