

**SIMULASI PERPINDAHAN PANAS PADA OVEN MENGGUNAKAN
SOFTWARE ANSYS DENGAN KONVEKSI PAKSA**

TUGAS AKHIR



Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

Disusun Oleh:

Muhammad Wildanus Sholih

NIM. 220608025

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH GRESIK

DESEMBER 2025

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah kami panjatkan kehadiran Allah SWT, atas berkat limpahan rahmat, taufiq, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan judul “**SIMULASI PERPINDAHAN PANAS PADA OVEN MENGGUNAKAN *SOFTWARE ANSYS* DENGAN KONVEKSI PAKSA**”. Laporan Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar sarjana teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Gresik.

Dengan tersusunnya ini penulis berharap kepada Bapak/Ibu pembimbing berkenan meluangkan waktu untuk membina dan membimbing pembuatan skripsi ini. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Allah SWT Yang Telah Memberikan Rahmat Dan Keuatan Kepada Hamba-Nya
2. Terima kasih yang sebesar-besarnya kepada ayahanda, panutan dan motivator terbaik dalam hidup penulis, serta ibunda tercinta, cinta pertama dan pintu surga penulis, atas segala doa, kasih sayang, dan dukungan tanpa henti. Juga kepada saudara-saudara tersayang: Ahsanatul Mutoharo, Zahraina Muchida atas semangat dan *support* yang tiada henti sepanjang perjalanan studi ini.
3. Ibu Alviani Hesthi Permata Ningtyas, S.T., M.Sc.. Selaku Kaprodi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Gresik.
4. Ibu Alviani Hesthi Permata Ningtyas, S.T., M.Sc. Selaku Dosen Pembimbing Yang Telah Memberikan Bimbingan, Saran, Arahkan, Waktu, Dan Pikiran Sehingga Laporan Tugas Akhir Ini Dapat Diselesaikan Dengan Baik.
5. Segenap Dosen Dan Karyawan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Gresik.
6. Penulis Menyampaikan Terima Kasih Kepada Bu Ajeng Tri Rahayu Dan Pak Wildan Alfa Rahman Yang Telah Mengajari Penulis Cara Mengoprasikan *Software Ansys Workbench* Sebagai Media Simulasi Dari Hasil Penelitian Proposal Tugas Akhir Ini.
7. Teman Seperjuangan Nur Ervil Setiawan, Ahmad Dedy Agus Cahyono, Salas Hadi Muharrom, Argyono Cahyono Adi, Dan Seluruh Saudara Yang Tak Sedarah Mahasiswa Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Gresik. Terima Kasih Telah Mbersamai Penulis Dalam Kehidupan Perkuliahan Dan Siap Sedia Menerima Info Ngopi Di Setiap Waktu.

8. Semua Pihak Yang Tidak Dapat Disebut Satu Persatu Yang Telah Banyak Membantu Penulis Memberikan Masukan Demi Kelancaran Dan Keberhasilan Penyusunan Tugas Akhir Ini.
9. Untuk Penulis, Muhammad Wildanus Sholih, Terima Kasih Telah Bertahan Sampai Sejauh Ini. Terima Kasih Telah Memilih Untuk Terus Berusaha Dan Menyelesaikan Apa Yang Sudah Dimulai. Mungkin Ini Bukan Impian Yang Dulu Diharapkan, Tapi Yakinlah, Tuhan Punya Rencana Yang Lebih Indah. Perjalanan Masih Panjang, Teruslah Melangkah, Dan Jangan Lupa Untuk Mengevaluasi Diri Sendiri, Apa Pun Itu Kurang Dan Lebihnya Penulis Menyampaikan Terimakasih Dan Mohon Maaf Apabila Ada Salah Kata Maupun Penulisan.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan, maka dari itu dengan kerendahan hati penulis memohon maaf yang sebesar-besarnya serta mengharapkan kritik dan saran guna perbaikan dalam penulisan. Semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi seluruh pihak khususnya bagi pembaca.

Gresik, 19 Desember 2025

Muhammad Wildanus Sholih

NIM. 220608025

ABSTRAK
SIMULASI PERPINDAHAN PANAS PADA OVEN MENGGUNAKAN
***SOFTWARE ANSYS* DENGAN KONVEKSI PAKSA**

Disusun Oleh:

M. Wildanus Sholih

NIM. 220608025

Studi ini bertujuan untuk mengkaji sifat perpindahan panas di oven pengering briket di PT. X dengan menggunakan metode simulasi numerik yang berbasis *Computational Fluid Dynamics* (CFD) melalui *Ansys Fluent*. Penelitian ini memfokuskan pada analisis dampak konfigurasi *exhaust* terhadap pola kecepatan aliran fluida, distribusi temperatur, dan tingkat perpindahan panas melalui konveksi paksa selama tahap pengeringan. Model geometri oven diciptakan menggunakan *Autodesk Inventor*, kemudian dilakukan pemodelan aliran serta perpindahan panas dalam kondisi sementara untuk dua model desain, yaitu oven dengan 2 *exhaust* dan 4 *exhaust*. Parameter operasional dikonfirmasi melalui pengukuran langsung, mencakup kecepatan udara dari *blower* yang mencapai 9,97 m/s, temperatur kerja antara 70–85°C, dan kelembaban udara sebesar 29%. Temuan penelitian mengindikasikan bahwa variasi dalam jumlah serta posisi *exhaust* memberikan pengaruh signifikan terhadap pola aliran dan distribusi temperatur dalam oven. Oven yang dilengkapi dengan *empat exhaust* menunjukkan distribusi temperatur yang lebih seimbang, peningkatan nilai *heat transfer rate*, serta efisiensi pengeringan yang lebih baik dibandingkan dengan desain dua *exhaust*. Hasil ini menegaskan pentingnya optimasi posisi *exhaust* dalam meningkatkan efisiensi *thermal* dan mutu proses pengeringan briket. Temuan dari penelitian ini dapat menjadi landasan untuk merancang oven pengering yang lebih efektif dan ramah lingkungan.

Kata kunci: CFD, Perpindahan panas, Konveksi Paksa, *Ansys Fluent*, Proses Pengeringan.

ABSTRACT
SIMULATION OF HEAT TRANSFER IN OVEN USING ANSYS
SOFTWARE WITH FORCED CONVECTION

This study aims to examine the heat transfer characteristics of a briquette drying oven at PT. X by using a numerical simulation approach based on Computational Fluid Dynamics (CFD) with Ansys Fluent. The primary focus is on assessing how exhaust configuration impacts fluid flow velocity distribution, temperature distribution, and the rate of heat transfer through forced convection during the drying process. The oven's geometric model was created using Autodesk Inventor, followed by modeling flow and heat transfer under transient conditions for two design variations: an oven with two exhausts and one with four exhausts. Operational parameters were validated through field measurements, including an inlet blower airspeed of 9.97 m/s, an operating temperature range of 70–85°C, and a humidity level of 29%. The research findings indicate that variations in the quantity and placement of exhausts lead to significant differences in flow patterns and temperature distribution within the oven chamber. The oven equipped with four exhausts demonstrated a more uniform temperature distribution, enhanced heat transfer rates, and improved drying efficiency compared to the two exhaust design. These results highlight the importance of optimizing exhaust placement to enhance thermal efficiency and the quality of the briquette drying process. The outcomes of this study can serve as a foundation for developing more effective and sustainable drying oven designs.

Keywords: *CFD, Heat transfer, Forced Convection, Ansys Fluent, Drying process.*

DAFTAR ISI

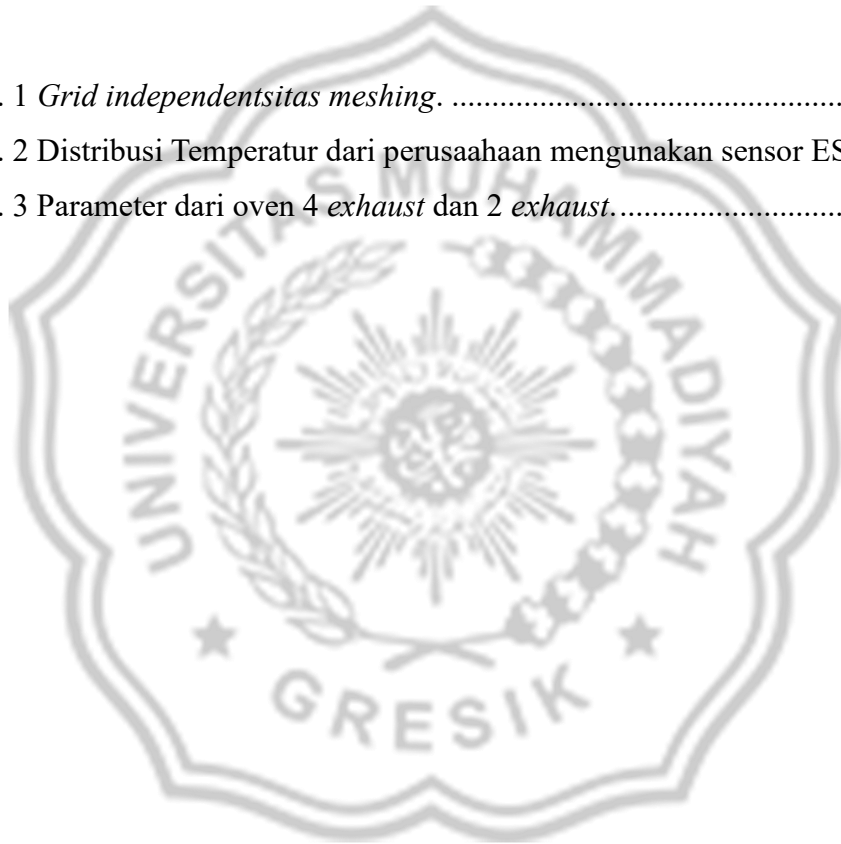
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR SYMBOL.....	xv
DAFTAR TABEL	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Briket.....	5
2.2 Oven.....	5
2.2.1 Pengertian <i>boiler</i>	7
2.2.2 Bagian-bagian dari <i>boiler</i>	7
2.2.3 Lapisan pelindung dinding ruang bakar <i>boiler</i>	9
2.3 Perpindahan Panas	11
2.3.1 Konduksi	13
2.3.2 Konveksi	14
2.3.3 Perpindahan panas radiasi	18
2.3.4 Perpindahan panas gabungan	19
2.3.5 Perpindahan panas keseluruhan	20
2.3.6 Mekanisme Perpindahan Panas Melalui Kalor Sensibel dan Kalor Latent	23
2.4 Pengeringan.....	25
2.4.1 Aliran laminar maupun turbulen	26
2.5 <i>Ansys Workbench</i>	28
2.5.1 CFD (<i>Computation Fluid Dynamic</i>)	29
2.6 <i>Autodesk Inventor</i>	32

BAB III METODE PENELITIAN	34
3.1 Waktu dan Tempat.....	34
3.2 Teknik Penelitian.....	34
3.3 Alat dan Bahan	34
3.4 Prosedur Penelitian.....	42
3.4.1 Diagram Alir (<i>Flowchart</i>)	42
3.5 Teknik pengumpulan data dan analisa data.....	55
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	56
4.1 Hasil	56
4.1.1 <i>Grid</i> Independentsitas / <i>Mesh</i> independentsitas.....	56
4.1.2 Hasil Perhitungan Koefisien Konveksi	58
4.1.3 Hasil Simulasi Distribusi Temperatur Terhadap Briket Dengan Suhu 85°C dengan desain oven 4 <i>exhaust</i>	60
4.1.4 Hasil Simulasi Distribusi Temperatur Terhadap Briket Dengan Suhu 85°C dengan desain oven 2 <i>exhaust</i>	68
4.2 Pembahasan.....	76
4.2.1 Perbandingan Hasil Simulasi Oven 2 <i>Exhaust</i> Dan 4 <i>Exhaust</i>	76
4.2.2 Perbandingan <i>Grafik Total Heat Transfer Rate</i> dan <i>Face Average Temperature</i>dari oven 2 <i>exhaust</i> dan 4 <i>exhaust</i>	79
4.2.3 Perbandingan hasil simulasi distribusi temperatur pada <i>outlet</i> oven 2 <i>exhaust</i> dan 4 <i>exhaust</i>	81
BAB V PENUTUP	82
5.1 Kesimpulan	82
5.2 Saran.....	83
DAFTAR PUSTAKA	84
LAMPIRAN	86
Lampiran 1. Kontur total temperatur potongan sumbu ZX oven 4 <i>exhaust layer</i> 2.	86
Lampiran 2. Kontur total temperatur potongan sumbu ZX oven 4 <i>exhaust layer</i> 3.	87
Lampiran 3. Kontur total temperatur potongan sumbu ZX oven 4 <i>exhaust layer</i> 4.	88

Lampiran 4. Kontur <i>velocity magnitude</i> potongan sumbu ZX oven 4 <i>exhaust layer</i> 2.....	89
Lampiran 5. Kontur <i>velocity magnitude</i> potongan sumbu ZX oven 4 <i>exhaust layer</i> 3.....	89
Lampiran 6. Kontur <i>velocity magnitude</i> potongan sumbu ZX oven 4 <i>exhaust layer</i> 4.....	90
Lampiran 7. <i>Streamline vector velocity</i> potongan sumbu ZX oven 4 <i>exhaust</i> .	90
Lampiran 8. Kontur turbulen energi kinetik potongan sumbu YZ oven 4 <i>exhaust</i> .	90
Lampiran 9. Kontur total temperatur potongan sumbu ZX oven 2 <i>exhaust layer</i> 2.	91
Lampiran 10. Kontur total temperatur potongan sumbu ZX oven 2 <i>exhaust layer</i> 3.....	92
Lampiran 11. Kontur total temperatur potongan sumbu ZX oven 2 <i>exhaust layer</i> 4.....	93
Lampiran 12. Kontur <i>velocity magnitude</i> potongan sumbu ZX oven 2 <i>exhaust layer</i> 2.....	94
Lampiran 13. Kontur <i>velocity magnitude</i> potongan sumbu ZX oven 2 <i>exhaust layer</i> 3.....	94
Lampiran 14. Kontur <i>velocity magnitude</i> potongan sumbu ZX oven 2 <i>exhaust layer</i> 4.....	94
Lampiran 15. <i>Streamline vector velocity</i> potongan sumbu ZX oven 2 <i>exhaust</i> .	95
Lampiran 16. Kontur <i>turbulen energi kinetik</i> potongan sumbu ZX oven 2 <i>exhaust</i>	95

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Spesifikasi oven briket 2 di PT.X.	35
Tabel 3. 2 Spesifikasi Anemometer Hobotest 605S.....	38
Tabel 3. 3 Spesifikasi oven briket di PT.A	41
Tabel 3. 4 Parameter <i>boundary condition</i>	51
Tabel 3. 5 Data input <i>refrance value</i>	52
Tabel 3. 6 Distribusi temperatur terhadap variasi jumlah <i>outlet exhaust</i>	55
Tabel 3. 7 Material.....	55
Tabel 3. 8 <i>Grid independesitas test</i>	55
Tabel 4. 1 <i>Grid independentsitas meshing</i>	56
Tabel 4. 2 Distribusi Temperatur dari perusahaan menggunakan sensor ESP 32.....	59
Tabel 4. 3 Parameter dari oven 4 <i>exhaust</i> dan 2 <i>exhaust</i>	81

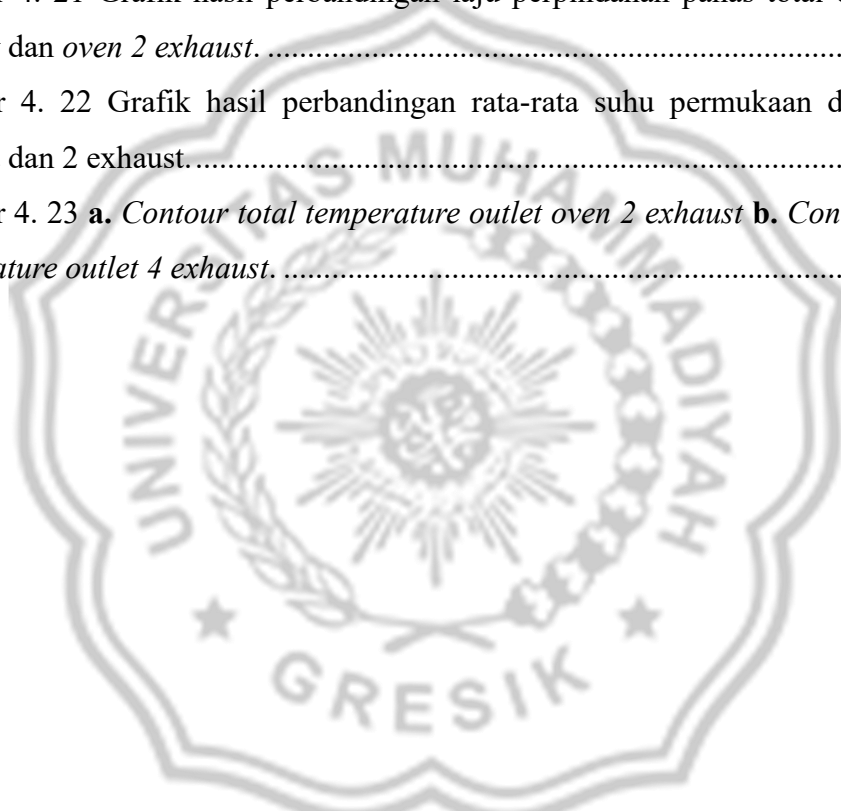


DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Oven Briket PT. X	6
Gambar 2. 2 Tungku Pembakaran.	7
Gambar 2. 3 Steam Drum boiler Sumber (HASIBUAN J., 2023)	8
Gambar 2. 4 Pipa superheater sumber (HASIBUAN J., 2023)	9
Gambar 2. 5 Waterwall tube sumber (HASIBUAN J., 2023)	9
Gambar 2. 6 Lapisan refraktori batu bata sumber (HASIBUAN J., 2023).....	10
Gambar 2. 7 Insulasi material glasswool sumber sumber (HASIBUAN J., 2023) 10	
Gambar 2. 8 Stratifikasi pada lapisan logam sumber (GUPTA, 2012).	11
Gambar 2. 9 Perpindahan panas konduksi pada dinding datar (Sumber : Incopera, Dewitt, Lavine, & Bergman, 2011)	13
Gambar 2. 10 Fenomena perpindahan panas konvektif pada daerah lapisan batas termal pelat datar Sumber : (Walujodjati, n.d.).	15
Gambar 2.11. Ilustrasi proses perpindahan panas konveksi. Sumber : (Hisyam, 2016).....	17
Gambar 2. 12 Skema perpindahan panas radiasi. sumber (Michael & Hulu, 2021)19	
Gambar 2. 13 Perpindahan panas gabungan Sumber : (Hisyam, 2016).....	19
Gambar 2. 14 Aliran perpindahan panas searah. sumber (murdani, 2025)	22
Gambar 2. 15 Menunjukkan pola perpindahan panas di mana fluida bergerak saling berlawanan arah. Sumber: (murdani,2025)	23
Gambar 2. 16 Lapisan batas kecepatan plat datar, sumber (Hisyam, 2016).....	26
Gambar 2. 17 View software Ansys workbench.....	28
Gambar 2. 18 Autodesk inventor dan Strees analisis.	32
Gambar 3. 1. a. Oven penggering briket PT.X b. Tungku pembakaran pada oven.34	
Gambar 3. 2 a. Oven 4 <i>exhaust</i> sesuai dengan yang ada di PT.X, b. Oven 2 <i>exhausts</i>	35
Gambar 3. 3 Detailing Oven briket	36
Gambar 3. 4 Anemometer Hobotest 605S.	37
Gambar 3. 5 spesifikasi desain rak untuk menampung briket pada oven.	39
Gambar 3. 6 Blower 18inc pada oven briket.....	40
Gambar 3. 7 a. briket <i>cube</i> 25mm. b. nampan	40
Gambar 3. 8 Visualisasi Oven briket.....	41

Gambar 3. 9 Diagram alir penelitian (<i>Flowchart</i>).....	42
Gambar 3. 10 Diagram alir simulasi <i>Ansys Workbench</i>	43
Gambar 3. 11 <i>View Input Geometry Ansys Workbench</i>	44
Gambar 3. 12 <i>Create Name Selection for boundary condition</i>	45
Gambar 3. 13 <i>Mesh quality Ansys Metric</i>	46
Gambar 3. 14 <i>View</i> pada jendela <i>meshing</i>	46
Gambar 3. 15 <i>Parameter setting mesh</i>	47
Gambar 3. 16 Proses <i>setup</i> atau <i>preprocessing</i>	48
Gambar 3. 17 <i>Viscous</i> model k-epsilon	48
Gambar 3. 18 <i>Fluid material</i>	49
Gambar 3. 19 <i>Solid material</i>	50
Gambar 3. 20 <i>Solid materials briquette</i>	50
Gambar 3. 21 <i>Inlet</i> dan <i>outlet boundary condition</i>	51
Gambar 3. 22 Sebaran fluida dari nilai konvergen.....	53
Gambar 3. 23 <i>Residual monitor</i>	54
Gambar 4. 1 Grafik <i>grid</i> independentsitas	56
Gambar 4. 2 Grafik rata-rata suhu permukaan dari oven 4 <i>exhaust</i> terhadap waktu iterasi.	60
Gambar 4. 3 Grafik laju perpindahan panas total dari oven 4 <i>exhaust</i>	61
Gambar 4. 4 <i>Contour gradient static temperature mid plane YZ</i> pada oven4 <i>exhaust</i>	62
Gambar 4. 5 <i>Contour gradient total temperature plane ZX layer 1</i> terhadap briket.	63
Gambar 4. 6 <i>Contour velocity magnitude plane ZX layer 1</i>	64
Gambar 4. 7 <i>Vector velocity plane ZX</i> pada oven 4 <i>exhaust</i>	65
Gambar 4. 8 <i>Contour turbulent energy kinetic plane YZ</i> pada oven 4 <i>exhaust</i>	66
Gambar 4. 9 <i>Contour gradient total temperature outlet</i> dari <i>plane Zx</i>	67
Gambar 4. 10 Grafik <i>face average temperature</i> di oven 2 <i>exhaust</i>	68
Gambar 4. 11 Grafik laju perpindahan panas total dari oven 2 <i>exhaust</i>	69
Gambar 4. 12 <i>Contour gradient static temperature plane YZ</i> pada oven 2 <i>exhaust</i> .70	
Gambar 4. 13 <i>Contour gradient total temperature plane ZX layer 1</i> terhadap briket.	71

Gambar 4. 14 <i>Contour velocity plane ZX layer 1 area briket.</i>	72
Gambar 4. 15 <i>Vector velocity inlet dan outlet oven 2 exhaust plane YZ.</i>	73
Gambar 4. 16 <i>Contour turbulent kinetic energy plane YZ.</i>	74
Gambar 4. 17 <i>Contour total temperature outlet plane ZX oven 2 exhaust.</i>	75
Gambar 4. 18 a. <i>Contour temperature oven 4 exhaust</i> b. <i>Contour total temperature oven 2 exhaust.</i>	76
Gambar 4. 19 a. <i>Vector velocity oven 2 exhaust</i> b. <i>Vector velocity oven 4 exhaust.</i>	77
Gambar 4. 20 a. <i>Contour energy kinetic turbulensi oven 4 exhaust</i> b. <i>Contour energy kinetic turbulensi oven 2 exhaust.</i>	78
Gambar 4. 21 Grafik hasil perbandingan laju perpindahan panas total di oven 4 exhaust dan oven 2 exhaust.	79
Gambar 4. 22 Grafik hasil perbandingan rata-rata suhu permukaan di oven 4 exhaust dan 2 exhaust.	80
Gambar 4. 23 a. <i>Contour total temperature outlet oven 2 exhaust</i> b. <i>Contour total temperature outlet 4 exhaust.</i>	81



DAFTAR SYMBOL

\dot{Q} : Laju perpindahan panas total (W).....	12
\dot{q} : Fluk panas / <i>heat flux</i> (W/m ²)	12
Δt : Selisih waktu (t).....	12
A : Luas permukaan perpindahan panas (m ²).....	12
\dot{q}_x : Fluk panas / <i>heat flux</i> (W/m ² .K)	14
dt/dx : <i>Gradient Temperature</i>	14
k : Konduktivitas <i>thermal</i> (W/m ² .K).....	14
Q : Jumlah kalor yang dipindahkan (J).....	15
t : Waktu terjadi aliran panas (s)	15
h : Koefisien konveksi (W/m ² .K).....	15
Δt : Perubahan suhu yang mengalami aliran (K)	15
L : Panjang karakteristik suatu benda (m).....	16
Re : <i>Reynolds number</i> (tak berdimensi)	16
Pr : Bilangan prandtl (tak berdimensi)	16
v : kecepatan fluida (m/s).....	17
μ : viskositas kinematic (m ² /s)	17
C_p : <i>Spesific heat</i> (J/kg).....	17
ρ : Densitas fluida (Kg/m ³).....	17
Nu_l : <i>Nusselt number</i> (tak berdimensi)	18
k_f : Konduktivitas fluida (W/m ⁰ .K).....	18
R_{tot} : Tahanan panas total (K ⁰ /w).....	20
L : Tebal plat (mm)	20
$T_{\infty 1}$: Temperatur fluida 1 (°C)	20

$T_{\infty 2}$: Temperatur fluida 2 (°C)	20
U : <i>Overral heat transfer coefficient</i> (Kcal/hrm ² °C)	21
L : Panjang tube (m)	21
$LMTD$: <i>Log mean temperature difference</i> (°C)	21
n : Jumlah tube	21
Q : Laju perpindahan panas (Kcal/hr)	21
Q : Energi kalor yang dilepas atau diterima suatu zat (J)	24
m : Massa zat yang mengalami perubahan temperatur (Kg)	24
C_p : Kalor jenis (J/kg.K)	24
ΔT : Perubahan temperatur yang terjadi (K)	24
hl : Kalor latent (Kj/kg)	24
∂t : Differensial waktu	30
$\partial \rho$: Differensial densitas	30
∇ : Nabla untuk aliran fluida <i>incompressible</i>	30
\rightarrow_v : Vektor kecepatan (m/s)	30
$-\nabla_p$: Gaya tekanan terhadap fluida	31
$\rho v v$: Tensor momentum konveksi	31
$\mu \nabla^2 v$: Gaya viskositas (difusi momentum)	31
$\rho C_p T$: Energi panas per satuan volume	31
$\nabla \cdot (\rho v C_p T)$: Aliran energi panas akibat konveksi	31
$\nabla \cdot (k \nabla T)$: Aliran energi panas akibat konduksi	31
Q^T : Sumber panas internal (W/m ³)	31
μ_{turb} : Viskositas turbulen (Pa)	32
k^2 : Energi turbulen spesifik (m/s ²)	32

ε : Laju disipasi energi turbulen (m/s ³)	32
C_{μ} : Konstanta model ($\approx 0,09$)	32

