

**ANALISIS ALIRAN FLUIDA PADA *SINGLE
CHAMBER INCINERATOR* BERKAPASITAS 25
KG MENGGUNAKAN SIMULASI CFD
(*COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS*)**



Oleh:

RIZKY DWI PANGESTU
NPM. 21036010025

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK & SAINS UNIVERSITAS
PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN”
JAWA TIMUR
2025**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**ANALISIS ALIRAN FLUIDA PADA SINGLE CHAMBER INCINERATOR
BERKAPASITAS 25 KG MENGGUNAKAN SIMULASI CFD (COMPUTATIONAL
FLUID DYNAMICS)**

Disusun Oleh:

RIZKY DWI PANGESTU
NPM. 21036010025

Telah diuji, dipertahankan, dan diterima oleh Tim Penguji Skripsi Program Studi
Teknik Mesin Fakultas Teknik & Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
Pada Hari Senin 01 Desember 2025

Dosen Penguji 1



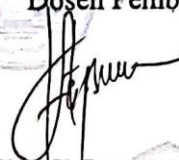
Radissa Dzaky Issafira, S.T., M.Sc
NIP. 19940428 202203 2 011

Dosen Penguji 2



Anisah Nurul Izzah, S.T., M.T.
NIP. 19980615 202406 2 002

Dosen Pembimbing I



Wiliandi Saputro, S.T., M.Eng
NIP. 199407262024061002

Koordinator Program Studi Teknik Mesin



Dr. Ir. Luluk Edahwati, MT
NIP. 196406111992032001

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik & Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur



Prof. Dr. Dra. Jarivah, MP
NIP. 196504031991032001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Jalan Raya Rungkut Madya, Gunung Anyar, Surabaya 60294 Telp. 031 -8782179
Email: teknikmesin@upnjatim.ac.id, Laman : http://tekmesin.upnjatim.ac.id/

KETERANGAN BEBAS REVISI

Mahasiswa di bawah ini:

Nama : Rizky Dwi Pangestu
NPM : 21036010025
Program Studi : Teknik Mesin
Tanggal Sidang Sempro/Semhas : 1 Desember 2025

Telah mengerjakan revisi / tidak ada revisi *) ~~PRA RENCANA (DESAIN) / SEMINAR PROPOSAL /~~
SKRIPSI /TUGAS AKHIR Ujian Lisan Periode IV, TA . 2024/2025.

Dengan judul : ANALISIS ALIRAN FLUIDA PADA SINGLE CHAMBER INCINERATOR
BERKAPASITAS 25 KG MENGGUNAKAN SIMULASI CFD (COMPUTATIONAL FLUID
DYNAMICS)

Dosen Penguji yang memerintahkan revisi:

1. Radissa Dzaky Issafira, S.T., M.Sc.
2. Anisah Nurul Izzah, S.T., M.T.

Surabaya,

Menyetujui,

Dosen Pembimbing

Wiliandi Saputro, S.T., M.Eng.

NIP. 199407262024061002

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Rizky Dwi Pangestu
NPM : 21036010025
Program : Sarjana(S1)
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Fakultas Teknik & Sains

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Tugas Akhir/Skripsi/Tesis/Disertasi* ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dan saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi. Apabila dikemudian hari ditemulan indikasi plagiat pada Skripsi/Tesis/Desertasi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun juga dan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 05 Desember 2025

Yang Membuat pernyataan


Rizky Dwi Pangestu
NPM. 21036010025

ABSTRAK

Penelitian ini menganalisis karakteristik aliran fluida dan performa termal pada single chamber incinerator berkapasitas 25 kg menggunakan simulasi *Computational Fluid Dynamics* (CFD) dengan ANSYS Fluent. Dua konfigurasi material dinding dibandingkan, yaitu *steel* dan *firebrick*, untuk mengetahui pengaruh insulasi termal terhadap tekanan, densitas, kecepatan aliran, temperatur, *static enthalpy*, dan *eddy viscosity* di sepanjang ruang bakar. Simulasi dilakukan dalam kondisi steady-state dengan model turbulensi $k-\epsilon$ RNG dan model pembakaran *non-premixed*. Hasil simulasi menunjukkan bahwa perbedaan material dinding memberikan pengaruh signifikan terhadap dinamika fluida internal. Pada konfigurasi *firebrick*, tekanan rata-rata di lima plane meningkat hingga 18–27% dibandingkan *steel*, dengan nilai tekanan maksimum mencapai sekitar $1,42 \times 10^5$ Pa. Densitas gas juga tercatat lebih tinggi, naik 10–15%, akibat retensi panas yang lebih baik. Kecepatan aliran meningkat hingga 22–30%, dengan puncak velocity mencapai 32–35 m/s pada daerah outlet. Nilai *static enthalpy* meningkat sekitar 12–18%, sedangkan *eddy viscosity* meningkat hingga 20–28%, menunjukkan intensitas turbulensi dan pencampuran gas yang lebih baik. Namun, temperatur rata-rata pada konfigurasi *firebrick* justru lebih rendah 8–12% dibanding *steel*, dengan temperatur puncak sekitar 1.180–1.230 K, akibat terjadinya konversi energi panas menjadi energi kinetik (kecepatan) yang lebih besar. Temuan ini membuktikan bahwa *firebrick* lebih efektif dalam meningkatkan tekanan balik dan intensitas aliran, sehingga mendukung proses pembakaran yang lebih stabil dan efisien.

Kata kunci: CFD, insinerator, *firebrick*, *steel*, aliran fluida, pembakaran.

ABSTRACT

This study analyzes the fluid flow characteristics and thermal performance of a 25-kg single chamber incinerator using Computational Fluid Dynamics (CFD) simulation in ANSYS Fluent. Two combustion chamber wall materials—steel and firebrick—were evaluated to determine their influence on tekanan, density, kecepatan, temperature, static enthalpy, and eddy viscosity throughout the combustion zone. The simulation was conducted under steady-state conditions, employing the $k-\epsilon$ RNG turbulence model and non-premixed combustion model to accurately capture the behavior of turbulent reacting flow. The results show that wall material variation significantly affects the internal fluid dynamics. The firebrick configuration produced higher overall tekanan, with an increase of 18–27% compared to steel and a maximum recorded tekanan of approximately 1.42×10^5 Pa. Gas density also increased by 10–15% due to improved thermal retention within the chamber. Flow kecepatan experienced a rise of 22–30%, reaching peak values of 32–35 m/s near the outlet. Furthermore, static enthalpy increased by 12–18%, while eddy viscosity increased by 20–28%, indicating stronger turbulence and more effective gas mixing. Conversely, the average gas temperature in the firebrick configuration was 8–12% lower than in the steel configuration, with peak temperatures ranging from 1180–1230 K. This reduction was caused by the conversion of thermal energy into higher kinetic energy driven by stronger back-tekanan and flow acceleration. These findings show that firebrick provides better flow stabilization and combustion efficiency, making it a more suitable wall material for small-scale incinerator applications.

Keyword: CFD, incinerator, firebrick, steel, fluid flow, combustion.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya hanturkan kepada Allah Subhanawata'ala atas segala berkah dan karunianya penulis dapat menyelesaikan Skripsi "ANALISIS PEMBAKARAN PADA *SINGLE CHAMBER INCINERATOR* BERKAPASITAS 25 KG MENGGUNAKAN SIMULASI CFD (*COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS*)" Saya sadari bahwa dalam menyelesaikan skripsi ini banyak pihak yang telah membantu memberi bimbingan, arahan, dan do'a yang akan selalu saya kenang dan syukuri. Oleh karena itu, saya ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. **Ibu Prof. Dr. Dra. Jariyah, MP.** selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur.
2. **Ibu Dr. Ir. Luluk Edahwati, MT.** selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur.
3. **Wiliandi Saputro, S.T., M.Eng** selaku dosen pembimbing skripsi yang telah meluangkan waktunya dalam membimbing saya dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini.
4. **Radissa Dzaky Issafira, S.T., M.Sc.** selaku dosen penguji 1 yang telah meluangkan waktunya untuk menguji dan mengoreksi penulisan skripsi
5. **Anisah Nurul Izzah, S.T., M.T.** selaku dosen penguji 2 y yang telah meluangkan waktunya untuk menguji dan mengoreksi penulisan skripsi
6. **Kedua orang tua** yang senantiasa memberikan doa, perhatian, dan motivasi tiada henti.
7. **Teman – teman seluruh angkatan Program Studi Teknik Mesin** yang telah memberikan semangat, dukungan serta mau diajak bertukar informasi, tentunya juga saling mendoakan penulis dalam penyusunan proposal skripsi ini.

Saya menyadari bahwa dalam penulisan proposal skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan, untuk itu saya mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun dalam penyempurnaan penulisan skripsi ini. Akhirnya, dengan mengharap ridho dari Allah Subhanawata'ala, semoga skripsi ini bermanfaat bagi kita semua. Aamiin.

Surabaya, 03 Juni 2025



Rizky Dwi Pangestu
NPM. 21036010073

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	i
SURAT BEBAS REVISI	ii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT.....	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Tipe-Tipe Insinerator	4
2.2.1 Insinerator Sederhana.....	4
2.2.2 <i>Fixed or Moving Grate Incinerator</i>	4
2.2.3 Insinerator <i>Rotary Kiln</i>	5
2.2.4 <i>Fluidized Bed Incinerator</i>	6
2.3 Komponen Insinerator	7
2.3.1 Ruang Bakar	7
2.3.2 <i>Meshing</i>	7
2.3.3 <i>Burner</i>	8
2.3.4 Batu Bata Tahan Api.....	9
2.4 CFD (<i>Computational Fluid Dynamics</i>)	10
2.4.1 Dasar-Dasar CFD.....	11
2.4.2 Model Turbulensi yang Dipakai	12
2.4.3 <i>Mesh</i> dan <i>Independence Test</i>	12
2.4.4 <i>Boundary Condition</i>	13
2.5 Emisi	14
2.6 Model Turbulensi.....	15

2.7	Bahan Bakar.....	15
2.7.1	Bahan Bakar Gas.....	16
2.8	Penelitian Terdahulu	16
2.8.1	Perbandingan penggunaan jumlah <i>burner</i> terhadap emisi gas buang.....	16
2.8.2	Simulasi penggunaan batu bata tahan api sebagai insulator insinerator	16
2.8.3	Perbedaan simulasi jumlah burner terhadap hasil gas buang CO dan CO ₂	17
2.9	Efisiensi Pembakaran.....	19
2.10	Parameter-parameter CFD dalam Analisis Insinerator	19
2.10.1	Tekanan.....	19
2.10.2	Kecepatan Aliran	19
2.10.3	Densitas (<i>Density</i>).....	19
2.10.4	Temperatur (<i>Temperature</i>).....	20
2.10.5	<i>Static Enthalpy</i>	20
2.10.6	<i>Eddy Viscosity</i>	20
2.11	<i>Heat Transfer</i>	20
2.11.1	Konduksi (<i>Conduction</i>).....	20
2.11.2	Konveksi (<i>Convection</i>)	21
2.11.3	Radiasi (<i>Radiation</i>)	21
2.12	Hipotesis	22
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		23
3.1	Lokasi Penelitian.....	23
3.2	Skema Kinerja Insinerator	23
3.3	Diagram Alir	25
3.4	Prosedur Penelitian	26
3.5	<i>Preprocessing</i>	26
3.5.1	Studi Literatur	27
3.5.2	Perancangan Desain.....	27
3.5.3	Proses <i>Meshing</i>	28
3.6	<i>Processing</i>	28
3.6.1	Penentuan <i>Boundary Condition</i>	31
3.6.2	Konvergensi dan Batas Error.....	31
3.6.3	Simulasi CFD.....	32
3.8	Variabel Penelitian.....	42
3.8.1	Variabel Bebas	42

3.8.2 Variabel Terikat	42
3.8.3 Variabel Kontrol	43
3.9 Alat dan Bahan.....	43
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	44
4.1 Hasil <i>Grid Independence Test</i>	44
4.2 Tekanan.....	45
4.3 Densitas.....	49
4.4 Kecepatan.....	52
4.5 <i>Static enthalpy</i>	55
4.6 Temperatur	58
4.7 <i>Eddy viscosity</i>	61
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	64
5.1 Kesimpulan	64
5.2 Saran	64
DAFTAR PUSTAKA	66
LAMPIRAN.....	68
Lampiran 1. Rata-rata densitas <i>steel</i>	68
Lampiran 2. Rata-rata tekanan	71
Lampiran 3 Rata-rata kecepatan <i>steel</i>	73
Lampiran 4. <i>Static enthalpy steel</i>	75
Lampiran 5. Rata-rata <i>eddy viscosity steel</i>	78
Lampiran 6. Rata-rata temperatur <i>steel</i>	80
Lampiran 7. Rata-rata densitas <i>firebrick</i>	82
Lampiran 8. Rata-rata tekanan <i>firebrick</i>	84
Lampiran 9. Rata-rata <i>static enthalpy firebrick</i>	87
Lampiran 10. Rata-rata kecepatan <i>firebrick</i>	89
Lampiran 11. Rata-rata <i>eddy viscosity firebrick</i>	91
Lampiran 12. Rata-rata temperatur <i>firebrick</i>	93
Lampiran 13. Biodata Mahasiswa.....	97

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 insinerator sederhana.....	4
Gambar 2.2 <i>fixed or moving grate incinerator</i>	5
Gambar 2.3 insinerator <i>rotary kiln</i>	6
Gambar 2.4 Skema proses pembuatan <i>meshing</i> logam menggunakan mesin gunting perforasi	7
Gambar 2.5 pemerataan EMF yang melibatkan proses seperti meratakan, meregangkan, dan pemotongan lembaran baja	8
Gambar 2.6 <i>burner</i> untuk membakar sampah	9
Gambar 2.7 batu bata tahan api.....	9
Gambar 2.8 Contoh simulasi CFD pada insinerator	10
Gambar 2.9 langkah-langkah proses melakukan CFD	11
Gambar 2.14 Hasil simulasi isolator insinerator pada suhu 600°C	17
Gambar 2.15 Hasil simulasi insulator insinerator pada suhu 700°C	17
Gambar 2.16 Hasil simulasi CO <i>single burner</i> (kiri) dan hasil simulasi CO <i>double burner</i> (kanan)	18
Gambar 2.17 Hasil simulasi CO ₂ <i>single burner</i> (kiri) dan hasil simulasi CO ₂ <i>double burner</i> (kanan)	18
Gambar 3.1 Skema dan Bagian Insinerator	23
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian	26
Gambar 3.3 Desain Insinerator	27
Gambar 3.4 Bagian Rinci Insinerator	28
Gambar 3.5 <i>Import Geometry</i>	29
Gambar 3.6 <i>Generate Mesh</i>	29
Gambar 3.7 Pembuatan Domain.....	30
Gambar 3.8 <i>Menu Setup Solver</i>	32
Gambar 3.9 <i>Generals Menu</i>	33
Gambar 3.11 <i>Models Menu Viscous</i>	34
Gambar 3.10 <i>Models Menu Multiphase</i>	34
Gambar 3.12 <i>Models Menu Discrete Phase</i>	34
Gambar 3.13 Material menu bahan bakar B40	35
Gambar 3.14 Material menu air.....	35
Gambar 3.15 Material menu <i>steel</i>	36

Gambar 3.16 Material menu <i>firebrick</i>	36
Gambar 3.17 <i>Boundary condition inlet burner</i>	37
Gambar 3.18 <i>Boundary condition inlet blower</i>	38
Gambar 3.19 <i>Boundary condition wall steel</i>	38
Gambar 3.20 <i>Boundary condition firebrick wall</i>	39
Gambar 3.21 <i>Report definition menu</i>	39
Gambar 3. 22 <i>Initialization menu</i>	40
Gambar 3.23 <i>Run calculation menu</i>	41
Gambar 3.24 Proses CFD Post.....	41
Gambar 4.1 Grafik perbandingan mesh element terhadap tekanan	44
Gambar 4.4 Grafik perbedaan tekanan	45
Gambar 4.5 Perbandingan kontur tekanan.....	48
Gambar 4.6 Perbedaan grafik densitas.....	49
Gambar 4.7 Perbandingan kontur densitas	51
Gambar 4.8 Grafik perbedaan kecepatan.....	52
Gambar 4.9 Perbandingan kontur kecepatan	54
Gambar 4.10 Grafik perbandingan static enthalpy	55
Gambar 4.11 Perbandingan kontur static enthalpy	57
Gambar 4.12 Grafik perbedaan temperatur.....	58
Gambar 4.13 Perbedaan kontur temperatur	60
Gambar 4.14 Grafik perbedaan eddy viscosity	61
Gambar 4.15 Perbedaan kontur eddy viscosity.....	63

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Spesifikasi Insinerator.....	24
Tabel 3.2 <i>Boundary Condition</i>	31
Tabel 4.1 Tabel <i>mesh element</i> terhadap tekanan	45