

**ANALISIS PERPINDAHAN PANAS DAN ALIRAN FLUIDA PADA
INCINERATOR PEMBAKAR SAMPAH SKALA MIKRO DENGAN
MENGUNAKAN *SOFTWARE ANSYS*.**

SKRIPSI

MOCH ICHSAN ARISANDI
20210110065



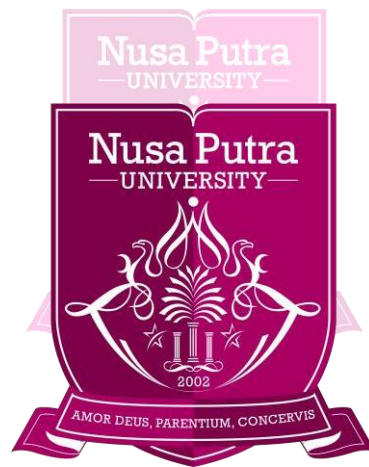
**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK, KOMPUTER, DAN DESAIN
UNIVERSITAS NUSA PUTRA SUKABUMI
2025**

**ANALISIS PERPINDAHAN PANAS DAN ALIRAN FLUIDA PADA
INCINERATOR PEMBAKAR SAMPAH SKALA MIKRO DENGAN
MENGUNAKAN *SOFTWARE* ANSYS.**

SKRIPSI

*Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Dalam Menempuh
Gelar Sarjana Teknik Mesin*

MOCH ICHSAN ARISANDI
20210110065



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK, KOMPUTER, DAN DESAIN
UNIVERSITAS NUSA PUTRA SUKABUMI**

2025

PERNYATAAN PENULIS

JUDUL : ANALISIS PERPINDAHAN PANAS DAN ALIRAN FLUIDA
PADA *INCINERATOR* PEMBAKAR SAMPAH SKALA
MIKRO DENGAN MENGGUNAKAN *SOFTWARE ANSYS*

NAMA : MOCH ICHSAN ARISANDI

NIM 20210110065

“Saya menyatakan dan bertanggung jawab dengan sebenarnya bahwa Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri kecuali cuplikan dan ringkasan yang masing-masing telah saya jelaskan sumbernya. Jika pada waktu selanjutnya ada pihak lain yang mengklaim bahwa skripsi ini sebagai karyanya, yang disertai dengan bukti-bukti yang cukup, maka saya bersedia untuk dibatalkan gelar Sarjana Teknik beserta segala hak dan kewajiban yang melekat pada gelar tersebut”.

Sukabumi, 29 Juli 2025



MOCH ICHSAN ARISANDI

Penulis

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

JUDUL : ANALISIS PERPINDAHAN PANAS DAN ALIRAN FLUIDA
PADA *INCINERATOR* PEMBAKAR SAMPAH SKALA
MIKRO DENGAN MENGGUNAKAN *SOFTWARE ANSYS*

NAMA : MOCH ICHSAN ARISANDI

NIM 20210110065

Skripsi ini telah diperiksa dan disetujui

Sukabumi, 29 Juli 2025

Ketua Program Studi
Teknik Mesin

Pembimbing

Lazuardi Akmal Islami, M.Si
NIDN: 0415039402

Lazuardi Akmal Islami, M.Si
NIDN: 0415039402



LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

JUDUL : ANALISIS PERPINDAHAN PANAS DAN ALIRAN FLUIDA
PADA *INCINERATOR* PEMBAKAR SAMPAH SKALA
MIKRO DENGAN MENGGUNAKAN *SOFTWARE ANSYS*

NAMA : MOCH ICHSAN ARISANDI

NIM 20210110065

Skripsi Ini Telah Dujikan Dan Dipertahankan Di Depan Dewan Penguji Pada Sidang Skripsi Tanggal 15 Juli 2025. Menurut Pandangan Kami, Skripsi Ini Memadai Dari Segi Kualitas Untuk Tujuan Penganugrahan Gelas Sarjana Teknik Mesin

Sukabumi, 29 Juli 2025

Pembimbing Utama

Ketua Penguji 1

Lazuardi Akmal Islami M.Si.
NIDN: 0415039402

Zaid Sulaiman, M.T.
NIDN: 0410109701

Ketua Penguji 2

Ketua Program Studi Teknik Mesin



Ir. Dani Mardiyana, S.Pd., M.T.
NIDN: 0429038703

Lazuardi Akmal Islami M.Si.
NIDN: 0415039402

Dekan Fakultas Engineering Computer
and Desain (FECD)

Ir. Paikun, S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng.
NIDN: 0402037401

MOTTO

“Aku Tidak Akan Pernah Lari Dari Pertarungan. Tidak Ada Yang Namanya Kebetulan, Setiap Peluang Lahir Dari Tekad Dan Keberanian. Bahkan Jika Saat Itu Gagal, Itu Hanya Menghabiskan Jatah Kegagalan Menuju Tangga Kemenangan”

-Moch Ichsan Arisandi-

“If You Don’t Try, You Won’t Know the Result. Besides, We’re Going to Die, Why Don’t We Try Seriously and Sincerely”

-Roronoa Zoro (One Piece)-



Skripsi Ini Dipersembahkan Untuk Keluarga

Yang Amat Saya Cintai



ABSTRAK

Masalah penumpukan sampah di daerah padat penduduk menjadi isu lingkungan. Salah satu alternatif metode penanganan sampah adalah dengan cara dibakar menggunakan *incinerator* skala mikro. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis panas dan karakteristik aliran fluida pada *incinerator* menggunakan *Software Ansys* untuk mengetahui distribusi temperatur, pola turbulensi aliran, serta mengevaluasi kesesuaian hasil terhadap ketentuan SNI 8423:2017 dan bilangan *Reynolds*. Hasil simulasi menunjukkan bahwa temperatur maksimum ruang bakar mencapai 601°C yang masih berada dibawah standar suhu pembakaran sempurna 800-1200°C menurut SNI 8423:2017. Analisis aliran menunjukkan terbentuknya zona resirkulasi serta aliran turbulen maksimum pada *chamber* dengan *Reynolds Number* mencapai 5082395. Berdasarkan hasil simulasi yang dilakukan, proses pembakaran pada ruang bakar *incinerator* belum memenuhi standar dan masih perlu ditingkatkan baik dari sistem pembakaran maupun material isolator untuk pengembangan yang lebih optimal sesuai dengan standar nasional.

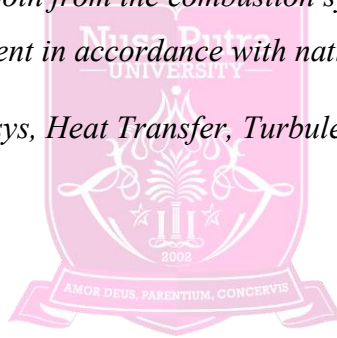
Kata Kunci: *Incinerator*, Ansys, Perpindahan Panas, Turbulensi, SNI 8423:2017



ABSTRACT

The problem of waste accumulation in densely populated areas has become an environmental issue. One alternative method of waste management is by burning it using a micro-scale incinerator. This study aims to analyze the heat and fluid flow characteristics in the incinerator using Ansys Software to determine the temperature distribution, flow turbulence patterns, and evaluate the suitability of the results to the provisions of SNI 8423:2017 and Reynolds number. The simulation results show that the maximum temperature of the combustion chamber reaches 601°C which is still below the standard perfect combustion temperature of 800-1200°C according to SNI 8423:2017. Flow analysis shows the formation of a recirculation zone and maximum turbulent flow in the chamber with a Reynolds Number reaching 5082395. Based on the simulation results, the combustion process in the incinerator combustion chamber does not meet the standards and still needs to be improved both from the combustion system and insulator material for more optimal development in accordance with national standards.

Keywords: Incinerator, Ansys, Heat Transfer, Turbulence, SNI 8423:2017



KATA PENGANTAR

Segala Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang senantiasa memberikan segala limpahan rahmat, taufik, dan hidayah-nya. Shalawat serta salam tercurah kepada Rasulallah SAW. Begitu besar Rahmat yang Allah berikan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Perpindahan Panas dan Aliran Fluida Pada *Incinerator* Pembakar Sampah Skala Mikro Dengan Menggunakan *Software Ansys*” dengan baik dan sesuai yang diharapkan.

Penulisan tugas akhir ini dimaksudkan sebagai salah satu bentuk tanggung jawab akademik serta sarana untuk mengembangkan pemahaman dan pengetahuan dalam bidang studi Teknik Mesin. Dalam proses penyusunan ini, penulis menyadari sepenuhnya bahwa tanpa bimbingan, dukungan, dan bantuan dari berbagai pihak, karya ini tidak dapat terselesaikan dengan baik. Untuk itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih dan hormat yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua, bapak “Adin” dan Ibu “Tatin”, yang meskipun hanya menempuh pendidikan SD, namun memberikan dukungan dan semangat melalui materi, do’a, serta kasih sayang yang tulus tanpa henti.
2. Kedua kakak saya “Agus Supardi” dan “Yeni Angraeni” yang merelakan jenjang pendidikan tinggi demi memberikan kesempatan untuk saya dapat menempuh pendidikan di bangku kuliah.
3. Bapak Dr.H. Kurniawan, S.T., M.Si., M.M selaku rektor Universitas Nusa Putra.
4. Bapak Lazuardi Akmal Islami, M.Si. selaku ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Nusa Putra sekaligus dosen pembimbing yang memberikan dukungan sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.
5. Jajaran dosen Program Studi Teknik Mesin yang telah memberikan masukan serta saran selama penelitian ini dilakukan.
6. Teman-teman Teknik Mesin yang senantiasa menemani dan memberikan dukungan selama perkuliahan.

Penulisan skripsi ini dilakukan dengan sungguh-sungguh dan penuh dengan tanggung jawab, namun kritik dan saran yang bersifat membangun dari berbagai pihak sangat saya harapkan demi perbaikan. Amin Yaa Rabbal Alamin.

Sukabumi, 29 Juli 2025

Moch Ichsan Arisandi



HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik UNIVERSITAS NUSA PUTRA, saya bertanda tangan
Di bawah ini:

Nama : Moch Ichsan Arisandi
NIM 20210110065
Program Studi : Teknik Mesin
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada
Universitas Nusa Putra **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-Exclusive Royalti-Free Right*) atas karya ilmiah yang berjudul:

ANALISIS PERPINDAHAN PANAS DAN ALIRAN FLUIDA PADA
INCINERATOR PEMBAKAR *NSAMPAH* SKALA MIKRO DENGAN
MENGGUNAKAN *SOFTWARE ANSYS* beserta perangkat yang ada (jika
diperlukan). Dengan hak bebas royalti noneksklusif ini Universitas Nusa Putra
berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk
pangkalan data (data base), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama
tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak
cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya

Dibuat di Sukabumi

Pada, Juli 2025

Yang menyatakan

Moch Ichsan Arisandi

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN PENULIS.....	ii
LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	iv
MOTTO.....	v
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 <i>Incinerator</i>	6
2.1.1 <i>Burner</i>	9
2.1.2 Ruang Bakar	9
2.1.3 Filter Asap	10
2.2 Fluida.....	11
2.2.1 Bilangan <i>Reynolds</i>	11
2.2.2 Jenis-Jenis Aliran	12
2.2.3 Energi Kinetik dan Akar Kecepatan Rata-Rata Kuadrat.....	12
2.2.4 Persamaan Kontinuitas	16
2.3 <i>Autodesk Inventor</i>	17
2.4 <i>Ansys</i>	20
2.4.1 <i>Computational Fluids Dynamics (CFD)</i>	20
2.4.2 <i>Ansys Fluent</i>	22
2.4.3 Persamaan dalam <i>Software CFD</i>	27
2.5 Perpindahan Panas.....	28

2.5.1	Perpindahan Panas Konduksi	28
2.5.2	Perpindahan Panas Konveksi	30
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		33
3.1	Diagram Alir Penelitian.....	33
3.1.1	Parameter Penelitian	34
3.2	Studi Literatur dan Pengumpulan Data	37
3.3	Desain dan Perancangan Insinerator	37
3.4	<i>Meshing</i>	40
3.4.1	<i>Generate the Surface Mesh</i>	41
3.4.2	<i>Describe Geometry</i>	42
3.4.3	<i>Generate Volume Mesh</i>	43
3.5	<i>Mesh Convergent Test</i>	44
3.6	<i>Setup</i>	45
3.6.1	<i>Setup Parameter Solution</i>	45
3.6.2	<i>Setup Parameter Physics</i>	47
3.6.3	<i>Result Fluent</i>	50
3.6.4	<i>Steady State Thermal</i>	52
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		53
4.1	<i>Mesh Convergence Test</i>	53
4.2	Analisis Aliran Fluida Pada <i>Incinerator</i>	55
4.2.1	Analisis Distribusi Kecepatan	55
4.2.2	Analisis Distribusi Tekanan	57
4.2.3	Analisis Intensitas Turbulensi	57
4.2.4	Analisis Pola Aliran di Dalam <i>Incinerator</i>	60
4.3	Analisis Perpindahan Panas Pada Ruang Bakar	61
4.3.1	Perpindahan Panas Konduksi	61
4.3.2	Perpindahan Panas Konveksi	66
BAB V PENUTUP.....		70
5.1	Kesimpulan.....	70
5.2	Saran.....	71
DAFTAR PUSTAKA.....		72
LAMPIRAN		77

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Software Autodesk Inventor</i>	17
Gambar 2. 2 Fitur <i>Part-Create</i>	18
Gambar 2. 3 Fitur <i>Assembly</i>	19
Gambar 2. 4 Fitur <i>Drawing-Create</i>	19
Gambar 2. 5 Fitur <i>Presentation-Creeate</i>	19
Gambar 2. 6 <i>Software Ansys Workbench</i>	20
Gambar 2. 7 Kontur Distribusi Temperatur <i>Incinerator</i> [34].....	22
Gambar 2. 8 Koefisien Perpindahan Panas Dari Jarak Arah Vertikal[34]	22
Gambar 2. 9 <i>Meshing</i> [37].....	23
Gambar 2. 10 <i>Setup Fluent</i>	24
Gambar 2. 11 <i>Boundary Condition</i>	25
Gambar 2. 12 <i>Setup Solution</i>	25
Gambar 2. 13 <i>Setup Result</i>	26
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	34
Gambar 3. 2 (a) desain keseluruhan <i>incinerator</i> , (b) komponen desain yang akan diuji.....	34
Gambar 3. 3 (a) Ekspor <i>Geometry</i> , (b) <i>Set Fill</i>	35
Gambar 3. 4 Domain Fluida	35
Gambar 3. 5 <i>Boundary Label Inlet</i>	36
Gambar 3. 6 <i>Boundary Label Wall</i>	36
Gambar 3. 7 <i>Boundary Label Outlet</i>	37
Gambar 3. 8 Desain <i>Incinerator</i> Skala Mikro	38
Gambar 3. 9 Desain <i>Burner</i>	38
Gambar 3. 10 Desain <i>Chamber</i>	39
Gambar 3. 11 Desain <i>Wet Scruber</i>	40
Gambar 3. 12 <i>Workflow Set Mesh</i>	41
Gambar 3. 13 <i>Set Generate the Surface Mesh</i>	41
Gambar 3. 14 <i>Surface Mesh</i>	42
Gambar 3. 15 <i>Set Describe Geometry</i>	42
Gambar 3. 16 <i>Volume Meshing</i>	43
Gambar 3. 17 <i>Mesh Convergence Test Terhadap Temperature</i>	44
Gambar 3.18 <i>Solution Method</i>	45
Gambar 3.19 <i>Residual Monitor</i>	46
Gambar 3. 20 <i>Intialization</i> Komputasi	47
Gambar 3. 21 <i>Setup Solver</i>	47
Gambar 3.22 Penggunaan Energi	48
Gambar 3. 23 Grafik Skala Pada Jendela <i>Fluent</i>	51
Gambar 3.24 <i>Contour</i> Temperatur Insinerator	51
Gambar 3.25 <i>System Coupling</i>	52
Gambar 3.26 <i>Contour Steady-State Thermal</i> Pada <i>Chamber</i>	52
Gambar 4. 1 <i>Mesh Convergence Tes Temperatur Terhadap Mesh Element Size</i> .	53
Gambar 4. 2 Grafik <i>Temperature</i> terhadap <i>elemen size</i>	54
Gambar 4. 3 Distribusi Kecepatan Aliran	56

Gambar 4. 4 Vektor kecepatan Aliran pada ruang bakar	56
Gambar 4. 5 Distribusi Tekanan.....	57
Gambar 4. 6 Intensitas Turbulensi Pada aliran.....	58
Gambar 4. 7 Pola Aliran Hasil Komputasi	61
Gambar 4. 8 Kontur Temperatur Pada Ruang Bakar.....	62
Gambar 4. 9 Parameter Persamaan Perpindahan Panas Total.....	64



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Langkah Proses Penanganan [16].....	7
Tabel 2. 2 <i>Gases-dynamic (absolute) Viscosities</i> [26]	11
Tabel 2. 3 <i>Carbon dioxide gas-Co2-Specific Heat vs. Temperature</i> [27]	11
Tabel 3. 1 <i>Set Bounday Type</i>	43
Tabel 3.3 Pendefinisian Hasil Simulasi.....	47
Tabel 3.5 <i>Input Material</i>	49
Tabel 3.6 <i>Boundary Condition Inlet dan Outlet</i>	49
Tabel 3.7 <i>Boundary Condition Wall</i>	50
Tabel 4. 1 <i>Persentase Error Mesh Convergence</i>	54



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di tengah perkembangan teknologi dan urbanisasi yang pesat, permasalahan terhadap lingkungan menjadi semakin penting sehingga diperlukan SDM dan inovasi yang mendukung untuk mengatasi perkembangan tersebut. salah satu permasalahan lingkungan yang saat ini terjadi ialah penumpukan sampah yang disebabkan oleh kurangnya kesadaran masyarakat untuk mengelola sampah, pengolahannya yang tidak tepat dapat menyebabkan penumpukan dan menjadi sumber penyakit sehingga solusi inovatif untuk mengatasi masalah sampah menjadi semakin penting [1].

berdasarkan data yang diperoleh dari Website Sistem Informasi Penanganan Sampah Nasional (SIPSN) Kementerian Lingkungan Hidup Dan Kehutanan (KLHK) capaian dari hasil pengimputan yang dilakukan oleh 188 Kabupaten dan Kota se-Indonesia pada tahun 2024 menunjukan jumlah timbunan sampah nasional mencapai 18.694.938,57 ton/tahun, dengan jumlah sampah yang dapat dikelola 10.878.066,91 ton/tahun atau 58,19% dari jumlah timbunan sampah nasional, dan 7.816.871,66 ton/tahun atau 41,81% dari jumlah timbunan sampah nasional tidak terkelola [2]. menilik dari data timbunan sampah nasional tentunya sampah yang dihasilkan dari masing-masing daerah tidaklah sedikit, di Sukabumi sendiri pada tahun 2019 mencapai 177,96 ton/hari, jumlah tersebut meningkat tiap tahunnya hingga pada tahun 2023 mencapai jumlah rata-rata 180 ton/hari. Timbunan sampah terjadi karena proses alami dan pola perilaku masyarakat untuk berpartisipasi dalam pengelolaan sampah dirasa kurang [3][4].

Pernah dilakukan penelitian oleh Muhammad Yunus Fadilah dkk di Desa Cisolok pada program Kuliah Kerja Nyata (KKN), dari data 15 rumah di kampung Cigoler RW.03 Desa Cisolok KEC. Cisolok yang mayoritas masyarakatnya berprofesi sebagai pedagang dapat menghasilkan sampah mencapai 659,08 kg/hari. Hasil identifikasi studi lapangan di Desa Cisolok mengidentifikasikan bahwa banyak masyarakat yang masih membuang sampah sembarangan, hal ini dikarenakan beberapa faktor diantaranya kurangnya armada pengangkut sampah

dari Dinas Lingkungan Hidup (DLH), kurangnya kesadaran akan bahaya membuang sampah sembarangan, dan masyarakat yang berpikir lebih praktis membuang sampah ke sungai karena padatnya penduduk [5]. Mengatasi permasalahan tersebut, Muhammad Yunus Fadillah dkk membuat *incinerator* sebagai metode penanganan sampah dengan cara dibakar. *Incinerator* tersebut dibuat menggunakan tong bekas berbentuk silinder (tabung) yang memiliki volume sebesar $0,170 \text{ m}^3$ dengan kapasitas 1 kali pembakaran sebanyak 28 kg dan mampu mengurangi penumpukan sampah di Cisolok sebesar 33,999% pada 8 kali proses pembakaran. *Incinerator* tersebut masih memiliki kekurangan pada pengendalian panas di ruang bakar yang hanya mampu menghasilkan panas maksimum hingga 409°C karena tidak adanya dinding/ material isolator dan menyebabkan terjadinya perambatan panas pada dinding *incinerator* ke atmosfer sehingga pembakaran menjadi tidak sempurna. Untuk mengatasi masalah tersebut maka dirasa perlu untuk melakukan kajian mendalam mengenai *incinerator* dan panas pada proses pembakarannya dengan melakukan desain ulang dan menyimulasikan aliran fluida serta perpindahan panas pada *incinerator*.

Incinerator merupakan tungku pembakaran untuk mengolah limbah padat (sampah) dengan cara pembakaran pada temperatur tinggi untuk mereduksi sampah mudah terbakar (*combustible*) yang tidak dapat didaur ulang lagi menjadi materi gas dan abu (*bottom ash* dan *fly ash*) [6]. Suhu yang optimal dalam proses insinerasi sangat penting untuk mencapai efisiensi pembakaran sempurna, Pembakaran sempurna tidak menghasilkan gas yang sangat membahayakan kecuali CO_2 yang bisa menyebabkan efek rumah kaca, dari reaksi ini akan menghasilkan energi yang maksimum untuk memastikan pembakaran menghasilkan emisi gas yang lebih bersih dan meningkatkan pengurangan volume sampah menjadi abu [7]. Secara umum, suhu optimal dalam proses insinerasi adalah 600°C hingga 1000°C . namun, berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) 8423:2017 Suhu optimal untuk melakukan insinerasi berada pada temperatur 800°C hingga 1200°C . temperatur tinggi diperlukan untuk memastikan pembakaran yang efisien, menghasilkan emisi gas yang lebih bersih [8][9]. *Incinerator* memiliki komponen utama yang terdiri dari a) *burner* yang berfungsi untuk melakukan pembakaran dengan mengatomisasi bahan bakar [10], b) ruang bakar (*chamber*) berfungsi sebagai tempat pembakaran

limbah yang dilakukan oleh *burner*, *temperature* tinggi diperlukan pada proses insinerasi di ruang bakar yang bertujuan untuk mereduksi sampah menjadi abu dan asap, serta c) komponen pencuci asap yang digunakan untuk mengatasi emisi gas buang dengan menggunakan *system* filterasi sehingga dapat menangkap partikel-partikel asap menggunakan mineral batuan dan karbon aktif. untuk mengoptimalkan kinerja *Incinerator* maka diperlukannya desain dan analisis yang dapat mensimulasikan perpindahan panas dan aliran fluida pada *incinerator*.

Desain *Incinerator* yang dibuat menggunakan *software Autodesk Inventor* yang mempertimbangkan kemudahan proses manufaktur komponen serta kemudahan dalam perakitannya [11]. Analisis yang dilakukan dalam penelitian *incinerator* ialah dengan menggunakan *Software Ansys*. *Ansys* adalah suatu perangkat lunak komputer umum yang mampu menyelesaikan persoalan-persoalan elemen hingga dari pemodelan hingga analisis, *Ansys* ini digunakan untuk mensimulasikan semua disiplin ilmu fisika baik statis maupun dinamis [12]. Salah satu metode yang dapat digunakan dalam analisis *incinerator* ini ialah CFD yang mencakup aliran fluida, perpindahan panas, dan fenomena yang terkait [13]. Aliran fluida pada simulasi terbagi menjadi dua, yaitu aliran laminar dan aliran turbulensi yang menentukan apakah perpindahan panas pada ruang bakar dapat menyebar dengan baik di temperatur 600°C [14]. untuk mengetahui perpindahan panas dan aliran fluida yang menentukan keberhasilan dari *system* pembakaran dalam stabilitas termal, pembakaran pada suhu tinggi menghasilkan aliran fluida kompleks yang melibatkan proses perpindahan panas secara konduksi dan konveksi. Simulasi CFD ini dibutuhkan sebagai pendekatan analitis yang mampu menggambarkan dinamika fluida dan distribusi *temperature* secara menyeluruh terutama karena kondisi operasioanl *incinerator* yang ekstrim dan sifat aliran yang turbulen. CFD memungkinkan simulasi dilakukan berdasarkan hukum konservasi massa, momentum, dan energi sehingga diperoleh informasi mendalam mengenai pola aliran dan distribusi suhu [15][16].

Dari latar belakang, maka dapat dilakukan penelitian mengenai ANALISIS PERPINDAHAN PANAS DAN ALIRAN FLUIDA PADA *INCINERATOR* PEMBAKAR SAMPAH SKALA MIKRO DENGAN MENGGUNAKAN *SOFTWARE ANSYS*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang ditemukan beberapa permasalahan yang muncul dalam penelitian ini. Maka rumusan masalah yang diambil adalah sebagai berikut:

1. Berapakah hasil nilai temperatur ruang bakar *incinerator* skala mikro berdasarkan simulasi *Ansys*?
2. Bagaimana pengaruh desain terhadap turbulensi aliran fluida pada *incinerator*?
3. Bagaimanakah hasil analisis *temperature* ruang bakar terhadap ketentuan SNI 8423:2017?
4. Bagaimanakah hasil analisis turbulensi terhadap ketentuan *Reynolds Number*?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui hasil nilai *temperature* ruang bakar *incinerator* skala mikro berdasarkan simulasi *Ansys*.
2. Untuk mengetahui pengaruh desain terhadap turbulensi aliran fluida pada *incinerator*.
3. untuk mengetahui hasil analisis *temperature* ruang bakar terhadap ketentuan SNI 8423:2017
4. untuk mengetahui hasil analisis turbulensi terhadap ketentuan *Reynolds Number*.

1.4 Batasan Masalah

Agar pembahasan ini berjalan sebagaimana yang diharapkan dan tidak meluas, maka batasan masalah pada penelitian ini meliputi:

1. Analisis yang dilakukan menggunakan *Software Ansys* dengan memanfaatkan metode *Computational Fluid Dynamics* (CFD).
2. Suhu pembakaran pada *incinerator* 600°C.
3. Perpindahan panas yang dianalisis adalah ruang bakar *incinerator*.
4. Analisis perpindahan panas pada *Wet scrubber* diabaikan.
5. Aliran fluida hasil pembakaran yang dianalisis adalah CO_2 yang dihasilkan dari pembakaran sempurna.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat kegiatan bagi penulis atas dilaksanakannya penelitian ini diantaranya:

1. Menjadi pengalaman bagi penulis dalam *Soft Skill* maupun *Hard Skill* mengenai proses desain dan analisis *incinerator* khususnya penerapan ilmu perpindahan panas dan mekanika fluida.
2. Pengaplikasian pasca penelitian ini nantinya dapat diterapkan pada pembuatan *incinerator* di lingkungan masyarakat.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Hasil simulasi yang dilakukan menggunakan *Software Ansys* menunjukkan bahwa temperatur maksimum yang dicapai di ruang bakar *Incinerator* adalah 601°C. Temperatur ini diperoleh dari analisis distribusi temperatur menggunakan pendekatan CFD (*Computational Fluid Dynamics*), dan hasil perhitungan manual menggunakan pendekatan perpindahan panas pada dinding silinder multilayer menunjukkan nilai temperatur pada permukaan dalam *chamber* sebesar 558,5°C. Temperatur panas yang diperoleh dengan metode komputasi divalidasi menggunakan *Mesh Convergence Test* yang menunjukkan *error* kurang dari 1%.
2. Desain ulang geometri *incinerator* memberikan pengaruh signifikan terhadap karakteristik aliran. Kecepatan aliran fluida tertinggi berada pada bagian pipa yang mencapai 1300 m/s, sedangkan di dalam ruang bakar (*Chamber*) kecepatan menurun drastis akibat pembentukan zona resirkulasi yang artinya turbulensi dari desain *incinerator* disebabkan oleh kecepatan aliran dan geometri.
3. Berdasarkan SNI 8423:2017, suhu ideal untuk proses insinerasi berada pada rentang 800-1200°C. Dari hasil simulasi distribusi panas yang dilakukan, temperatur *incinerator* yang didesain hanya mampu mencapai suhu maksimum 601°C sehingga belum memenuhi standar nasional untuk pembakaran sempurna. Hasil simulasi ini tentunya mengindikasikan bahwa perlu perbaikan dalam sistem pembakaran atau material isolator untuk meningkatkan temperatur di ruang bakar.
4. Analisis aliran menunjukkan bahwa aliran fluida dalam *incinerator* termasuk dalam kategori turbulen, dibuktikan dengan perhitungan yang menunjukkan nilai bilangan Reynolds (*Re*) melebihi 4000 serta visualisasi intensitas turbulensi yang tinggi pada kontur simulasi. Turbulensi yang tinggi menjadikan distribusi panas menyebar dengan cepat meskipun harus dioptimalkan untuk mencapai suhu pembakaran yang sesuai standar.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, penulis memberikan beberapa saran.

1. Penelitian ini masih memiliki keterbatasan dalam simulasi terutama pada komputasi simulasi aliran yang mengabaikan *wet scrubber* dan filter *absorben*. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya diharapkan dapat memperluas variabel komputasi dengan mensimulasikan aliran dari *inlet*, *chamber*, *wet scrubber* dan filter untuk meningkatkan akurasi pemodelan atau menggunakan pendekatan lain yang lebih komprehensif dalam pengendalian gas buang *incinerator*.
2. Analisis perpindahan panas pada penelitian ini terbatas pada perpindahan panas konveksi dan konduksi pada ruang bakar *incinerator*. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya diharapkan bisa mensimulasikan massa partikel untuk mengetahui metode pengendalian FABA (*Fly Ash Bottom Ash*) sekaligus mensimulasikan perpindahan panas secara radiasi dari simulasi yang dilakukan.
3. Temperatur pada ruang bakar *incinerator* hanya mampu mencapai 601°C yang artinya temperatur pembakaran masih belum memenuhi standar yang optimal di suhu 800-1200°C berdasarkan SNI 8423:2017. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya diharapkan adanya kajian mendalam mengenai sistem pembakaran dan material isolator pada *chamber* sehingga temperatur pada ruang bakar dapat memenuhi standar yang optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. I. Rahayu Mariati, M. Rachman Waluyo, and H. Mahfud, “Pelatihan Pembuatan Eco-Enzyme Sebagai Usaha Pengolahan Sampah Organik Pada Level Rumah Tangga,” Nov. 2021.
- [2] Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), “CAPAIAN KINERJA PENGELOLAAN SAMPAH,” 16 April 2024.
- [3] K. Alya Puspita, I. Rachmawati, and H. Sampurna, “PENGARUH IMPLEMENTASI KEBIJAKAN PENGELOLAAN SAMPAH TERHADAP PARTISIPASI MASYARAKAT DI KOTA SUKABUMI,” *Jurnal Ilmu Administrasi*, vol. 14, no. 1, 2023.
- [4] Handi Salam, “Produksi Sampah di Kota Sukabumi Capai 180 Ton per Hari, TPA Cikundul Overload,” 15 Oktober 2023.
- [5] M. Y. Fadilah, I. Irawadi, M. Fadilah Akbar, A. F. Oktavian, and L. A. Islami, “Rancangan Insenerator Pembakar Sampah Upaya Menanggulangi Tumpukan Sampah di Desa Cisolok,” vol. 4, no. 4, 2024, doi: 10.59818/jpm.v4i4.914.
- [6] I. Abdullah *et al.*, “Desain Insinerator Menggunakan Bahan Bakar Cangkang Kelapa Sawit,” *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, vol. 2, no. 1, pp. 34–43, 2019, doi: 10.30596/rmme.v2i1.3067.
- [7] B. Irawan, J. Teknik, M. Politeknik, and N. Malang, “Perhitungan Energi Pembakaran Bahan Bakar di Dalam Silinder Mesin Bensin,” *Politeknik Negeri Malang*, vol. 3, 2017.
- [8] A. Mardiyanto, “Analisis Kinerja Insinerator Menggunakan Sistem Monitoring Suhu dan Gas Buang,” 2025.
- [9] “Badan Standardisasi Nasional Insinerator,” 2017, [Online]. Available: www.bsn.go.id
- [10] R. Puspa Sari, D. Teguh Santoso, and R. Yuyu Agustini, “PENERAPAN ALAT BURNER BERBAHAN BAKAR OLI BEKAS DAN MESIN BRIKET SEBAGAI UPAYA PENINGKATAN PRODUKTIVITAS USAHA ARANG BATOK KELAPA MELALUI EDUKASI KESEHATAN DAN KESELAMATAN KERJA,” vol. 5, no. 6, 2021, doi: 10.31764/jmm.v5i6.4928.
- [11] N. Yolanda, W. Putri, and D. Karningsih, “ANALISA DESAIN PERBAIKAN WINGLET PESAWAT ABC DI PT. X DENGAN PENDEKATAN DESIGN FOR ASSEMBLY,” 2014.
- [12] B. S. Ary Fadila1, “garuda1432767,” *ANALISIS SIMULASI STRUKTUR CHASSIS MOBIL MESIN USU BERBAHAN BESI STRUKTUR TERHADAP*

BEBAN STATIK DENGAN MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK ANSYS 14.5, vol. 6, pp. 70–79, Sep. 2013.

- [13] M. N. Z. ST. ,MT, Ir. Ishak. ,MT Ir. Saiful Akmal, “ANALISA PROFIL ALIRAN FLUIDA CAIR DAN PRESSURE DROP PADA PIPA L MENGGUNAKAN METODE SIMULASI COMPUTATIONAL FLUID DYNAMIC (CFD),” May 2019. [Online]. Available: <https://ojs.unimal.ac.id/index.php/jtk/>
- [14] J. Teknik, M. Politeknik, N. Sriwijaya, J. Srijaya, N. Bukit, and B. Palembang, “PERANCANGAN ALAT BLENDING/MIXING MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK CAD AUTODESK INVENTOR PROFESSIONAL 2010 Dicky Seprianto,” 2011.
- [15] H. K. Versteeg and W. Malalasekera, “An Introduction to Computational Fluid Dynamics Second Edition,” 2007. [Online]. Available: www.pearsoned.co.uk/versteeg
- [16] A. Inc, “CFD EXPERTS Simulate the Future,” 2021.
- [17] E. K. A. L. Junaidi, “Analisis Laju Aliran Udara dan Laju Aliran Massa Bahan Bakar Terhadap Beban Pembakaran Sampah pada Incinerator Berbahan Bakar Limbah Oli Bekas,” *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, dan Material*, vol. 5, pp. 17–23, 2021.
- [18] M. Y. Pusat and T. Lingkungan, “INSINERASI UNTUK PENGOLAHAN SAMPAH KOTA,” 2016.
- [19] H. Susastrio, D. Ginting, E. W. Sinuraya, and G. M. Pasaribu, “Kajian Incinerator Sebagai Salah Satu Metode Gasifikasi Dalam Upaya Untuk Mengurangi Limbah Sampah Perkotaan,” *Jurnal Energi Baru dan Terbarukan*, vol. 1, no. 1, pp. 28–34, Mar. 2020, doi: 10.14710/jebt.2020.8137.
- [20] Muchlisinalahuddin and D. Septi Kesuma, “TEMPAT PEMBAKARAN SAMPAH ORGANIK RAMAH LINGKUNGAN,” *teknik*, vol. 3, Jan. 2020, Accessed: Jun. 15, 2025. [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.31869/rjt.v3i1.1680>
- [21] N. Yusuf, D. Sutrisno, T. Mesin, U. Muhammadiyah, and S. Barat, “Analisis Pengaruh Suhu Mesin Terhadap Emisi Gas Buang Pada Kondisi Torsi Dan Daya Maksimum Studi Kasus: Sepeda Motor YAMAHA VEGA ZR,” *Rang Teknik Journal*, vol. I, no. 2, 2018, [Online]. Available: <http://joernal.umsb.ac.id/index.php/RANGTEKNIKJOURNAL>
- [22] A. P. Bayuseno, “PENGEMBANGAN DAN KARAKTERISASI MATERIAL KERAMIK UNTUK DINDING BATA TAHAN API TUNGKU HOFFMAN K1,” 2009.

- [23] M. R. Rahmat, "Perancangan Dan Pembuatan Tungku Heat Treatment," 2015. [Online]. Available: <http://ejournal.unismabekasi.ac.id/>
- [24] A. Lianita Sari, "PENGARUH THERMAL SHOCK RESISTENCE DAN KOMPOSISI BAHAN REFRAKTORI TERHADAP KEKUATAN IMPACT DAN STRUKTUR MAKRO," Oct. 2019. [Online]. Available: <https://journal.uny.ac.id/index.php/dynamika/issue/view/1751>
- [25] K. Ridhuan, D. Irawan, and R. Inthifawzi, "Proses Pembakaran Pirolisis dengan Jenis Biomassa dan Karakteristik Asap Cair yang Dihasilkan," 2019.
- [26] M. Amin and M. Subri, "UJI PERFORMA FILTER GAS EMISI KENDARAAN BERMOTOR BERBASIS KERAMIK POROUS DENGAN ADITIF TEMBAGA, Tio 2 DAN KARBON AKTIF DALAM PENURUNAN KADAR GAS CARBON MONOKSIDA," 2016.
- [27] L. Kurniasari, M. Djaeni, and A. Purbasari, "AKTIVASI ZEOLIT ALAM SEBAGAI ADSORBEN PADA ALAT PENDINGIN BERSUHU RENDAH," 2011.
- [28] Engineering Toolbox, "Carbon Dioxide Gas - CO₂- Specific Heat vs. Temperature." Accessed: Jun. 16, 2025. [Online]. Available: Carbon Dioxide Gas - CO₂- Specific Heat vs. Temperature
- [29] M. M. Saleh and E. Widodo, "Analisa Kinerja Aliran Fluida dalam Rangkaian Seri dan Paralel dengan Penambahan Tube Bundle pada Pompa Sentrifugal," *R.E.M. (Rekayasa Energi Manufaktur) Jurnal*, vol. 3, no. 2, p. 71, May 2019, doi: 10.21070/r.e.m.v3i2.1884.
- [30] H. Pratomo Al, "Teori Kinetik Gas Dan Distribusi Kecepatan Molekul," Apr. 2019.
- [31] Y. K. Hasibuan, A. Jabbar, M. Rambe, and R. Ginting, "RANCANGAN PERBAIKAN STOPCONTACT MELALUI PENDEKATAN METODE DFMA (DESIGN FOR MANUFACTURING AND ASSEMBLY) PADA PT. XYZ," 2013.
- [32] Prihadi Nikosai TBS dan Irfan Syarief Arief, "Optimasi Desain Impeller Pompa Sentrifugal Menggunakan Pendekatan CFD Prihadi," *JURNAL SAINS DAN SENI ITS*, vol. 4, pp. 1–6, Jun. 2015.
- [33] R. Puruhito Pambudi, A. Setiawan, and G. E. Kusuma, "Studi Numerik Pendinginan Udara Pada Kandang Sapi Kapal Ternak Menggunakan CFD (Computational Fluid Dynamic)," 2018.
- [34] V. I. S. Wardhani, "PREDIKSI KARAKTERISTIK TERMOFLUIDA PROSES PERPINDAHAN PANAS DI DALAM RUANG BAKAR INCINERATOR," *Jurnal Sains dan Teknologi Nuklir Indonesia*, vol. 16, no. 1, p. 43, Feb. 2015, doi: 10.17146/jstni.2015.16.1.2356.

- [35] M. Agus Choiron, D. B. Darmadi, and B. Rahmaddian Anwari, "ANALISIS PENYERAPAN ENERGI DAN POLA DEFORMASI CRASH BOX DENGAN VARIASI SUDUT TIRUS DINDING CRASH BOX PADA UJI SIMULASI TABRAKAN ARAH FRONTAL," *Jurnal Rekayasa Mesin*, vol. 6, no. 1, pp. 75–83, 2015.
- [36] R. Nanda Parely and A. Firdaus Sudarma, "ANSYS FLUENT PENGARUH GUIDE VANES TERHADAP ALIRAN UDARA PADA SALURAN DENGAN VARIASI KECEPATAN ALIRAN MENGGUNAKAN ANSYS FLUENT," *Jurnal Sain dan Teknik*, vol. 5, no. 1, 2023.
- [37] A. Syafiul and M. Ridwan Utina, "Analysis of Speed Variation Effect on Submarine Model Pressure using Numerical Simulation," 2017.
- [38] H. Patil and P. V. Jeyakarthikeyan, "Mesh convergence study and estimation of discretization error of hub in clutch disc with integration of ANSYS," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Institute of Physics Publishing, 2018. doi: 10.1088/1757-899X/402/1/012065.
- [39] Ansys and Inc, "ANSYS FLUENT 12.0 UDF Manual," 2009.
- [40] D. K. Ichsan, "ANALISIS PENGARUH BILANGAN REYNOLD TERHADAP EFISIENSI KONDENSOR HEAT EXCHANGER MENGGUNAKAN SIMULASI CFD," Oktober, 2023. [Online]. Available: <http://journal.itsb.ac.id/index.php/JAPPS>
- [41] R. H. Sudono, "ANALISIS INJEKSI BAHAN BAKAR PADA INTAKE MANIFOLD MESIN BENSIN 4 TAK BERBAHAN BAKAR BENSIN DENGAN SIMULASI PEMODELAN ARTIKEL INFORMASI ABSTRAK," *JTI*, vol. 1, no. 1, pp. 63–78, 2021, [Online]. Available: <https://abnuscjournal.com/jti>
- [42] Luqman Buchori, "Buku Ajar Perpindahan Panas Bagian 1," *TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS DIPONEGORO*, vol. 1, Jul. 2009.
- [43] M. P. A. J. Long Zhou, "Temperature distribution in a multi-layer cylinder with circumferentially-varying convective heat transfer boundary conditions," *International Journal of Thermal Sciences*, vol. 160, Feb. 2021.
- [44] U. İlhan, "Optimum insulation thickness for pipes in district heating systems – review," *Journal of Mechanical and Energy Engineering*, vol. 2, no. 3, pp. 225–232, Dec. 2018, doi: 10.30464/jmee.2018.2.3.225.
- [45] H. K. Esfeh, A. Azarafza, and M. K. A. Hamid, "On the computational fluid dynamics of PEM fuel cells (PEMFCs): An investigation on mesh independence analysis," *RSC Adv*, vol. 7, no. 52, pp. 32893–32902, 2017, doi: 10.1039/c7ra03236f.

- [46] A. Leonardo Johanis, "PEMODELAN PEMBEBANAN PADA BATANG BERONGGA DAN PIPA MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK ABAQUS," Mar. 2019.
- [47] J.-P. Mollicone, F. Battista, P. Gualtieri, and C. M. Casciola, "Effect of geometry and Reynolds number on the turbulent separated flow behind a bulge in a channel," Dec. 2015, doi: 10.1017/jfm.2017.255.
- [48] L. Zhang, F. Yang, L. Xu, S. Zhang, and X. Ren, "Numerical Simulation and Structural Optimization of Combustion Processes in a 750 t/d Waste Incinerator," *Energies (Basel)*, vol. 18, no. 2, Jan. 2025, doi: 10.3390/en18020384.
- [49] P. B. Surya and A. G. Wailanduw, "Pengaruh Variasi Screen terhadap Intensitas Turbulensi Wind Tunnel Tipe Open Circuit Subsonic Pengaruh Variasi Screen terhadap Intensitas Turbulensi Wind Tunnel Tipe Open Circuit Subsonic di Jurusan Teknik Mesin Unesa," 2014.
- [50] Ansys and Inc, "ANSYS FLUENT 12.0 Theory Guide," 2009.
- [51] A. Willynata and R. Febritasari, "Analisis Aerodinamis Pada Motor Trail Menggunakan Metode Komputasi Fluida Dinamis," Jul. 2023.
- [52] I. F. Iman, "Studi Numerik Aliran Melintasi Sistem Perpipaan Bercabang dengan Modifikasi Sudut Sambungan Pipa," Institut Teknologi Sepuluh Nopember., 2020.
- [53] W. F. Arum and E. Fahmi Dzikirillah, "ANALISIS PENGARUH VORTEX GENERATOR TERHADAP ALIRAN UDARA," *Teknika STTKD: Jurnal Teknik, Elektronik, Engine*, vol. 9, no. 1, pp. 55–64, Jul. 2023, doi: 10.56521/teknika.v9i1.793.
- [54] E. A. Khanmamedova, "MATHEMATICAL MODEL ANALYSIS OF GRAPHENE OXIDE THERMAL DEVELOPMENT", doi: 10.36074/grail-of-science.14.04.2023.