

TUGAS AKHIR

DESAIN DAN SIMULASI DISTRIBUSI PANAS PADA OVEN UNTUK PROSES *POWDER COATING* MENGGUNAKAN *ANSYS FLUENT*



DISUSUN OLEH:

NAMA : MOHAMMAD FEBRI NURROHMAN

NIM : 2111036

PROGRRAM STUDI TEKNIK MESIN S-1

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

2025

TUGAS AKHIR
DESAIN DAN SIMULASI DISTRIBUSI PANAS PADA OVEN
UNTUK PROSES *POWDER COATING* MENGGUNAKAN
ANSYS FLUENT

Untuk Memenuhi sebagai persyaratan mencapai gelar Sarjana Teknik (S.T) pada
Program Studi Teknik Mesin S1 Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi
Nasional Malang



DISUSUN OLEH:

NAMA : MOHAMMAD FEBRI NURROHMAN

NIM : 2111036

PROGRRAAM STUDI TEKNIK MESIN S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

2025

LEMBAR PERSETUJUAN

DESAIN DAN SIMULASI DISTRIBUSI PANAS PADA OVEN UNTUK PROSES *POWDER COATING* MENGGUNAKAN *ANSYS FLUENT*

TUGAS AKHIR



Disusun oleh :

NAMA : MOHAMMAD FEBRI NURROHMAN
NIM : 2111036
JURUSAN : TEKNIK MESIN S-1

Malang, 14 Juli 2025

Mengetahui,

Ketua Prodi Studi Teknik Mesin S1



Dr. Eko Yohanes Setiawan, ST., MT
NIP. P. 1031400477

Diperiksa/Disetujui,

Dosen Pembimbing

Gerald Adityo Pohan, ST., M. Eng
NIP. P. 1031500492



PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama : Mohammad Febri Nurrohman
NIM : 2111036
Jurusan/ Bidang : S1 Teknik Mesin
Judul Skripsi : Desain dan Simulasi Distribusi Panas Oven Untuk Proses
Powder coating Menggunakan Ansys Fluent

Dipertahankan dihadapan Tim Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1) pada :

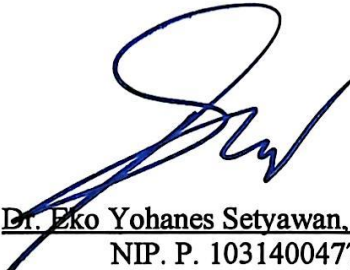
Hari/ Tanggal : Selasa, 01 Juli 2025

Telah dievaluasi dengan nilai : 76,85 (B+)

Panitia Penguji Skripsi

Ketua

Sekretaris

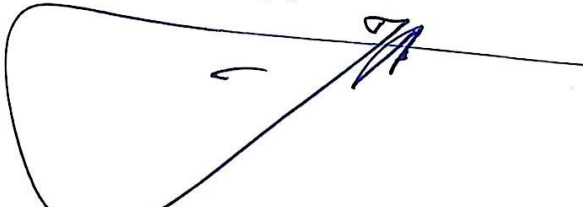

Dr. Eko Yohanes Setyawan, ST., MT.
NIP. P. 1031400477

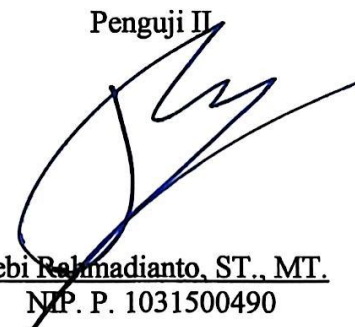

Tutut Nani Prihatmi, Ss., S.Pd., M.Pd
NIP. P. 1031500493

Anggota Penguji

Penguji I

Penguji II


Dr. I Komang Astana Widi, ST., MT.
NIP. Y. 1030400405


Febi Rahmadiano, ST., MT.
NIP. P. 1031500490

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Mohammad Febri Nurrohman
NIM : 2111036
Program Studi : Teknik Mesin S-1
Tempat/Tanggal Lahir : Kediri, 19 Februari 2003
Alamat Asal : Dusun Arcopodo RT06/RW03, Desa Kepulungan,
Kec. Gempol, Kab. Pasuruan, Prov. Jawa Timur

Mahasiswa Teknik Mesin S1, Fakultas Teknologi Industri, Intstitut Teknologi Nasional Malang.

Menyatakan

Bahwa skripsi yang saya buat yang berjudul “**DESAIN DAN SIMULASI DISTRIBUSI PANAS PADA OVEN UNTUK PROSES *POWDER COATING* MENGGUNAKAN *ANSYS FLUENT***” adalah hasil karya saya sendiri dan bukan hasil karya orang lain, kecuali kutipan yang telah disebutkan sumbernya.

Demikian surat pernyataan keaslian ini saya buat dengan data yang sebenarnya.

Malang, 14 Juli 2025


Mohammad Febri Nurrohman
2111036

LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI

Nama : Mohammad Febri Nurrohman

NIM : 2111036

Program Studi : Teknik Mesin S-1

Judul : **DESAIN DAN SIMULASI DISTRIBUSI PANAS
PADA OVEN UNTUK PROSES *POWDER COATING*
MENGUNAKAN *ANSYS FLUENT***

Dosen Pembimbing : Gerald Adityo Pohan, ST., MT.

No.	Materi Bimbingan	Waktu Bimbingan	Paraf Dosen Pembimbing
1.	Konsultasi topik penelitian Tugas Akhir	Selasa 15/10/2024	
2.	Konsultasi project penelitian yang akan dibuat	Senin 21/10/2024	
3.	Konsultasi alur penulisan Tugas Akhir	Sabtu 09/11/2024	
4.	Pelaksanaan Seminar Proposal Tugas Akhir	Jum'at 20/12/2024	
5.	Konsultasi Bab 1-3 kepada pembimbing baru	Senin 14/04/2025	
6.	Menunjukkan contoh hasil dari simulasi oven	Senin 21/04/2025	
7.	Menunjukkan hasil penyajian data Bab 4	Rabu 30/04/2025	
8.	Revisi hasil penyajian data hasil simulasi	Selasa 06/05/2025	
9.	Pelaksanaan Seminar Hasil Tugas Akhir	Senin 19/05/2025	
10.	Revisi kesimpulan dan saran	Senin 26/05/2025	

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, serta shalawat dan salam kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW, karena atas segala rahmat, nikmat, dan karunia-Nya yang telah diberikan, sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi ini dengan judul **“Desain dan simulasi distribusi panas pada oven untuk proses powder coating menggunakan Ansys Fluent”**.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan terima kasih sebanyak – banyaknya kepada yang terhormat :

1. Bapak Awan Uji Krismanto, ST., MT., Ph.D selaku Rektor ITN Malang
2. Bapak Dr. Eko Yohanes Setiawan, ST., MT., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Ibu Tutut Nani Prihatmi, SS., S.Pd., M. Pd., selaku Sekertaris Program Studi Teknik Mesin S-1 Intitut Teknologi Nasional Malang.
4. Bapak Gerald Adityo Pohan, ST., M. Eng., selaku Dosen Pembimbing
5. Bapak Dosen Penguji I dan Penguji II Program Studi Teknik Mesin S-1, Fakultas Teknologi Industri, ITN Malang
6. Kedua Orang Tua yang selalu memberikan dukungan dan do’a serta telah membiayai selama kuliah demi terselesaikannya skripsi ini.
7. Rekan - rekan Program Studi Teknik Mesi S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.

Akhir kata, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca, dan menjadi amal jariyah di sisi Allah SWT. Aamiin.

Malang, 14 Juli 2025

Penulis

Desain dan Simulasi Distribusi Panas pada Oven untuk Proses *Powder coating* Menggunakan *Ansys Fluent*

Mohammad Febri Nurrohman^{1a}, Gerald Adityo Pohan^{2b}

1. Mahasiswa Teknik Mesin S-1 ITN Malang

2. Dosen Teknik Mesin S-1 ITN Malang

Email: febrimohammad07@gmail.com

ABSTRAK

Proses *powder coating* membutuhkan suhu tinggi yang merata agar lapisan cat dapat melekat secara optimal dan tahan lama. Ketidakseimbangan distribusi panas dalam oven seringkali menyebabkan cacat pada permukaan seperti gelembung atau pengelupasan. Penelitian ini merancang dan mensimulasikan oven *powder coating* menggunakan *Software Autodesk Inventor* untuk pembuatan model 3D dan *Ansys Fluent* untuk menganalisis distribusi panas. Model oven berukuran 100 cm × 100 cm × 100 cm diuji dengan lima variasi posisi pemanas, yaitu di bagian belakang, samping kiri, samping kanan, bawah, dan atas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penempatan pemanas di bagian belakang menghasilkan distribusi panas paling merata dengan suhu rata-rata 186,995°C dan selisih temperatur hanya 0,420°C. Sementara itu, pemanas di samping kiri dan kanan menunjukkan ketidakseimbangan distribusi panas yang signifikan dengan selisih mencapai 1,655°C. Penelitian ini membuktikan bahwa posisi pemanas berperan penting dalam menciptakan pemanasan yang efisien dan merata. Penerapan simulasi CFD melalui *Ansys Fluent* dapat mengoptimalkan desain oven dan meningkatkan kualitas proses *powder coating* di industri manufaktur.

Kata Kunci: *Powder coating*, Distribusi panas, Desain oven, *Ansys Fluent*

**Design and Simulation of Heat Distribution in Oven for Powder coating
Process Using Ansys Fluent**

Mohammad Febri Nurrohman^{1a}, Gerald Adityo Pohan^{2b}

1. Mahasiswa Teknik Mesin S-1 ITN Malang

2. Dosen Teknik Mesin S-1 ITN Malang

Email: febrimohammad07@gmail.com

ABSTRACT

The powder coating process requires evenly distributed high temperature for optimal paint layer adhesion and durability. Heat distribution imbalance in ovens often causes surface defects such as bubbles or flaking. This research designs and simulates a powder coating oven using Autodesk Inventor Software for 3D modeling and Ansys Fluent for heat distribution analysis. An oven model measuring 100 cm × 100 cm × 100 cm was tested with five Heater position variations: rear, left side, right side, bottom, and top. Results showed that rear Heater placement produced the most even heat distribution with average temperature of 186.995°C and temperature difference of only 0.420°C. Meanwhile, left and right side Heaters showed significant heat distribution imbalance with differences reaching 1.655°C. This research proves that Heater position plays an important role in creating efficient and uniform heating. Application of CFD simulation through Ansys Fluent can optimize oven design and improve powder coating process quality in manufacturing industries.

Keywords: Powder coating, Heat distribution, Oven design, Ansys Fluent

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	iii
BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI	iv
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN	v
LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	5
2.1 Penelitian terdahulu	6
2.2 <i>Coating</i>	8
2.2.1 <i>Powder coating</i>	8
2.3 Suhu oven <i>powder coating</i>	9
2.4 Perpindahan panas	10
2.4.1 Perpindahan panas konduksi	10

2.4.2 Perpindahan panas konveksi	10
2.4.3 Perpindahan panas radiasi	11
2.5 Oven.....	12
2.5.1 Oven konveksi.....	12
2.5.2 Oven <i>infrared</i>	12
2.6 Komponen utama oven <i>powder coating</i>	13
2.6.1 Kerangka oven <i>powder coating</i>	13
2.6.2 Termometer suhu.....	14
2.6.3 Pemanas atau <i>Heater</i>	14
2.6.4 <i>Box Panel</i>	14
2.6.5 Plat baja	15
2.7 <i>Software computer aided design (CAD)</i>	16
2.8 <i>Software Ansys Fluent</i>	17
BAB III METODE PENELITIAN	17
3.1 Diagram alir penelitian	18
3.2 Penjelasan diagram alir	19
3.3 Tempat dan waktu penelitian	21
3.4 Peralatan dan bahan uji	22
3.5 Variabel penelitian	24
3.6 Prosedur pengujian	25
3.6.1 Proses mendesain oven.....	25
3.6.2 Proses simulasi	26
3.7 Parameter Simulasi CFD	28
3.7.1 Pengaturan Model Simulasi.....	28
3.7.2 Kondisi Batas (<i>Boundary conditions</i>)	28
3.7.3 Sifat Material	29

3.8 Validasi <i>Mesh</i> (<i>Grid Independence Study</i>)	30
3.8.1 Variasi <i>Mesh</i>	30
3.8.2 Hasil <i>Grid Independence Study</i>	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1 Pendahuluan	31
4.2 Validasi Model CFD	31
4.2.1 Validasi <i>Grid Independence</i>	31
4.2.2 Validasi Konvergensi	32
4.3 Konfigurasi Simulasi	32
4.3.1 Desain oven <i>powder coating</i>	33
4.4 Hasil simulasi	35
4.5 Analisa perbandingan	42
4.6 Hasil dan Pembahasan	44
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	45
5.1 Kesimpulan	46
5.2 Saran	46
DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN	49

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Proses <i>powder coating</i>	9
Gambar 2. 2 Oven konveksi <i>powder coating</i>	12
Gambar 2. 3 Oven <i>infrared</i>	13
Gambar 2. 4 Kerangka oven <i>powder coating</i>	13
Gambar 2. 5 Termometer	14
Gambar 2. 6 Pemanas atau <i>Heater</i>	14
Gambar 2. 7 <i>Box</i> panel	15
Gambar 2. 8 Plat baja pintu oven	15
Gambar 3. 1 Diagram alir penelitian	18
Gambar 3. 2 Aplikasi <i>Autodesk Inventor</i>	19
Gambar 3. 3 Laptop Lenovo Ideapad Slim 3	22
Gambar 3. 4 Logo <i>Software Autodesk Inventor</i>	23
Gambar 3. 5 Logo <i>Software Ansys</i>	24
Gambar 3. 6 <i>Autodesk Inventor 2021</i>	25
Gambar 3. 7 Hasil menggambar oven 3D	26
Gambar 3. 8 Beranda aplikasi <i>Ansys Fluent</i>	26
Gambar 3. 9 Hasil <i>Meshing</i>	27
Gambar 3. 10 Pemilihan setup untuk distribusi panas	27
Gambar 4. 1 Desain oven dengan pemanas dibagian belakang	33
Gambar 4. 2 Desain oven dengan pemanas di samping kiri	33
Gambar 4. 3 Desain oven dengan pemanas di samping kanan	34
Gambar 4. 4 Desain oven dengan pemanas di bawah	34
Gambar 4. 5 Desain oven dengan pemanas di atas	35
Gambar 4. 6 Hasil simulasi letak <i>Heater</i> di belakang	35
Gambar 4. 7 Hasil simulasi letak <i>Heater</i> di samping kanan	37
Gambar 4. 8 Hasil simulasi letak <i>Heater</i> di samping kiri	38
Gambar 4. 9 Hasil simulasi letak <i>Heater</i> di bawah	39
Gambar 4. 10 Hasil simulasi letak <i>Heater</i> di atas	41
Gambar 4. 11 Grafik perbandingan hasil simulasi	43

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Jadwal kegiatan pengujian skripsi.....	21
Tabel 3. 2 Spesifikasi laptop	22
Tabel 3. 3 Kondisi batas simulasi	29
Tabel 3. 4 Sifat material oven	29
Tabel 3. 5 Variasi <i>Mesh</i> untuk <i>Grid Independence Study</i>	30
Tabel 3. 6 Hasil <i>Grid Independence Study</i>	30
Tabel 4. 1 Parameter Simulasi	32
Tabel 4. 2 Hasil simulasi 1	36
Tabel 4. 3 Hasil simulasi 2	37
Tabel 4. 4 Hasil simulasi 3.....	39
Tabel 4. 5 Hasil simulasi 4.....	40
Tabel 4. 6 Hasil simulasi 5.....	41
Tabel 4. 7 Hasil perbandingan simulasi	43