

SKRIPSI
**SIMULASI *COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS* PADA
CABINET DRYER PENGERING KUNYIT DENGAN VARIASI
SUDUT PIPA MASUK, SUHU, DAN KECEPATAN UDARA**



Intelligentia - Dignitas

**ANINDRA RAFIF DANISWARA
1520622007**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
2026**

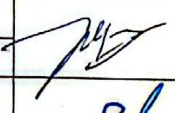
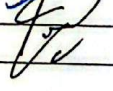
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

BENTUK: SKRIPSI SARJANA

Nama Penyusun : Anindra Rafif Daniswara
NIM : 1520622007
Program Studi/Fakultas : S1 Teknik Mesin/Fakultas Teknik
Judul Penelitian : Simulasi *Computational Fluid Dynamics* pada *Cabinet Dryer* Pengering Kunyit dengan Variasi Sudut Pipa Masuk, Suhu, dan Kecepatan Udara

Ini telah dipertahankan dihadapan dewan penguji dan dinyatakan Lulus/~~Tidak Lulus~~* Ujian Tugas Akhir oleh Tim Penguji pada Tanggal 29 Juli 2026.

Tim Penguji,

	Nama	Tanda Tangan
Dosen Pembimbing 1	Nugroho Gama Yoga, M.T.	
	NIDN. 0005027603	
Dosen Pembimbing 2	Dr. Eng. I Wayan Sugita, M.T.	
	NIDN. 0014117906	
Ketua Penguji	Dr. Ir. Ahmad Kholil, M.T.	
	NIDN. 0031087901	
Sekretaris	Prof. Dr. Ir. Imam Basori, M.T.	
	NIDN. 0007067903	
Dosen Ahli	Pratomo Setyadi, M.T.	
	NIDN. 0022028102	

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik UNJ


Prof. Dr. Neneng Siti Silfi Ambarwati, S.Si., Apt., M.Si.
NIDN. 0029027204

Koordinator Program Studi

S1 Teknik Mesin


Dr. Ir. Ragil Sukarno, S.T., M.T., IPM.
NIDN. 0402117902

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini merupakan karya asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana, baik di Universitas Negeri Jakarta maupun di Perguruan Tinggi lain.
2. Skripsi ini belum dipublikasikan, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
3. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidak benaran, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta,

Yang membuat pernyataan



Anindra Rafif Daniswara

NIM.1520622007



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
PERPUSTAKAAN DAN KEARSIPAN
Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220
Telepon/Faksimili: 021-4894221
Laman: lib.unj.ac.id

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Anindra Rafif Daniswara
NIM : 1520622007
Fakultas/Prodi : Teknik/ S1- Teknik Mesin
Alamat Email : anindrarafifdaniswara675@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan dan Kearsipan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:

☒ Skripsi ☐ Tesis ☐ Disertasi ☐ Lain-lain (.....)

yang berjudul: "SIMULASI COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS PADA CABINET DRYER PENERING KUNYIT DENGAN VARIASI SUDUT PIPA MASUK, SUHU, DAN KECEPATAN UDARA"

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan dan Kearsipan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 20 Agustus 2026

Penulis

(Anindra Rafif Daniswara)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat, nikmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul "*Simulasi Computational Fluid Dynamics Pengeringan Kunyit pada Cabinet Dryer Berpipa Silang dengan Variasi Sudut, Suhu, dan Kecepatan Udara*" ini dengan baik. Penyusunan skripsi ini diajukan guna memenuhi salah satu syarat untuk meraih gelar Sarjana Teknik pada Program Studi S1 Teknik Mesin, Universitas Negeri Jakarta.

Selama tahapan penyusunan skripsi, penulis menerima banyak bantuan, dorongan moral, dan panduan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis ingin menyampaikan apresiasi dan rasa terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

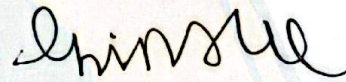
1. Nugroho Gama Yoga, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I yang telah membimbing dan mengarahkan penulis dalam penyusunan skripsi ini.
2. Dr. Eng. I Wayan Sugita, M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang telah membimbing dan mengarahkan penulis dalam penyusunan skripsi ini.
3. Keluarga besar Program Studi S1 Teknik Mesin yang selalu memberikan dukungan dan pengetahuan yang sangat berharga dalam penyelesaian proposal penelitian ini.
4. Seluruh Bapak/Ibu Dosen Program Studi S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta atas ilmu yang telah diberikan kepada penulis selama berkuliah.
5. Kedua orang tua penulis yang telah mendoakan, mendukung, dan membantu penulis selama masa studi.
6. Seluruh rekan Mahasiswa Teknik Mesin Universitas Negeri Jakarta angkatan 2022 yang telah memotivasi penulis dalam penyusunan skripsi ini.

Penulis sangat berharap bahwa hasil simulasi dan analisis rancangan *cabinet dryer* ini tidak hanya berhenti sebagai kajian akademis di lingkungan kampus. Lebih dari itu, semoga inovasi ini dapat dikembangkan lebih lanjut menjadi teknologi tepat guna yang mampu meningkatkan efisiensi pascapanen, khususnya dalam membantu para petani dan pelaku UMKM pengolahan kunyit maupun rempah lainnya di Indonesia.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa penyusunan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna, baik dari substansi materi maupun sistematika penulisannya. Oleh sebab itu, segala bentuk kritik dan saran yang konstruktif sangat penulis harapkan demi penyempurnaan karya-karya di masa mendatang. Akhir kata, semoga skripsi ini mampu memberikan manfaat yang nyata bagi para pembaca sekaligus membawa sumbangsih positif bagi kemajuan ilmu pengetahuan, khususnya di ranah teknik mesin.

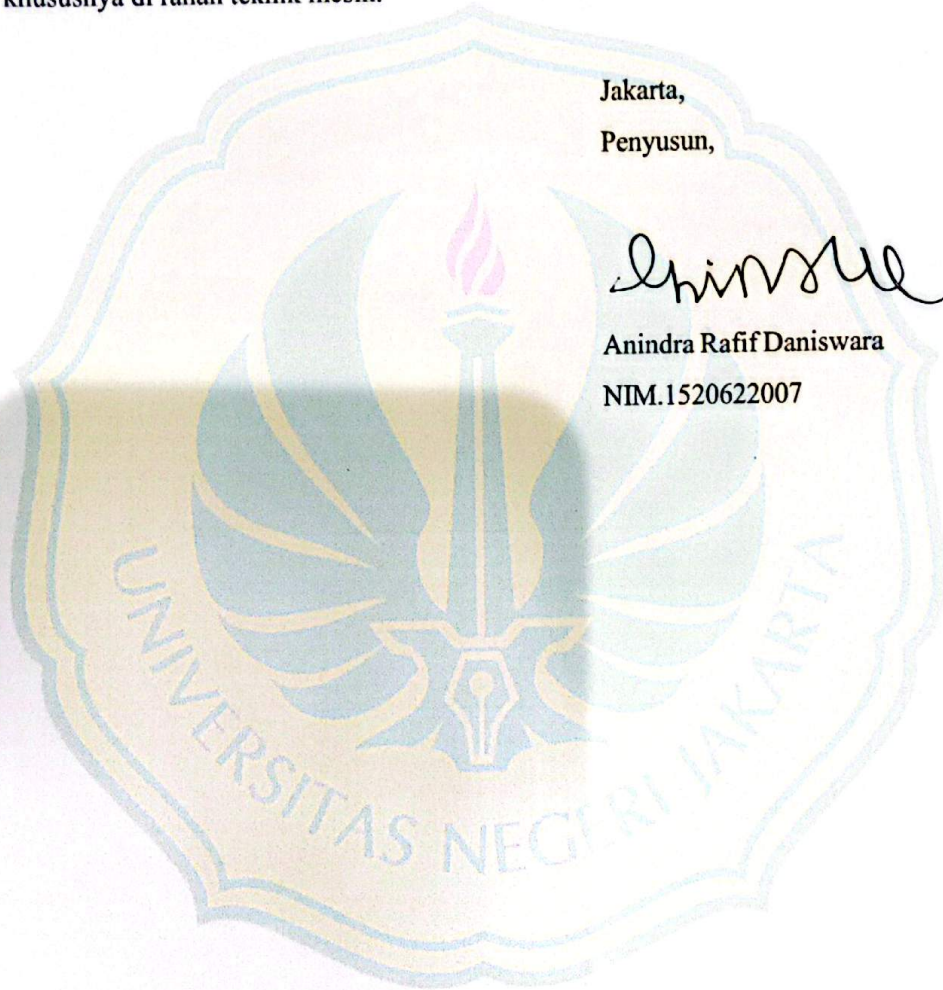
Jakarta,

Penyusun,



Anindra Rafif Daniswara

NIM.1520622007



ABSTRAK

Kunyit (*Curcuma longa L.*) memiliki kadar air awal yang tinggi (75-85%), sehingga memerlukan proses pengeringan mekanis untuk memperpanjang umur simpannya. Namun, penggunaan *cabinet dryer* konvensional seringkali menghasilkan distribusi panas dan aliran udara yang tidak merata, memicu terbentuknya zona mati (*dead zone*) yang berisiko merusak senyawa kurkumin. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan mengoptimalkan pola distribusi aliran udara serta temperatur pada *cabinet dryer* yang dimodifikasi dengan *inlet* pipa silang menggunakan metode simulasi *Computational Fluid Dynamics* (CFD). Simulasi numerik dilakukan menggunakan perangkat lunak ANSYS Fluent dengan menguji tiga variasi kemiringan sudut pipa (45° , 60° , dan 90°), kecepatan udara (0,5 m/s, 1,0 m/s, dan 1,5 m/s), serta temperatur udara masukan (50°C dan 60°C). Hasil simulasi menunjukkan bahwa konfigurasi sudut pipa silang 60° merupakan desain mekanis yang paling efektif dalam mendistribusikan aliran udara secara merata dan meminimalisasi *dead zone* dibandingkan sudut 45° dan 90° . Keseimbangan termal dan aerodinamis yang paling optimal dicapai pada kombinasi sudut *inlet* 60° , kecepatan aliran 1,0 m/s, dan temperatur 60°C . Pada kondisi tersebut, sistem mampu menghasilkan laju perpindahan panas konveksi terbaik tanpa memicu pengerasan permukaan (*case hardening*), dengan pencapaian efisiensi indeks keseragaman suhu sebesar 99,96%. Modifikasi *inlet* dengan pipa silang ini berguna untuk meningkatkan kualitas pengeringan pada pascapanen pertanian

Kata Kunci: *Cabinet dryer*, *Computational Fluid Dynamics* (CFD), kunyit, pengeringan, pipa silang.

ABSTRACT

Turmeric (*Curcuma longa L.*) has a high initial moisture content (75-85%), requiring a mechanical drying process to extend its shelf life. However, the use of conventional cabinet dryers often results in uneven heat and airflow distribution, triggering the formation of dead zones that risk degrading the curcumin compounds. This study aims to analyze and optimize the airflow and temperature distribution patterns in a cabinet dryer modified with a cross-pipe inlet using the Computational Fluid Dynamics (CFD) simulation method. Numerical simulations were performed using ANSYS Fluent software by testing three variations of pipe inclination angles (45°, 60°, and 90°), air velocities (0.5 m/s, 1.0 m/s, and 1.5 m/s), and inlet air temperatures (50°C and 60°C). The simulation results indicate that the 60° cross-pipe angle configuration is the most effective mechanical design for distributing airflow evenly and minimizing dead zones compared to the 45° and 90° angles. The most optimal thermal and aerodynamic balance was achieved with the combination of a 60° inlet angle, 1.0 m/s flow velocity, and 60°C temperature. Under these conditions, the system was able to produce the best convective heat transfer rate without triggering case hardening, achieving a temperature uniformity index efficiency of 99.96%. This cross-pipe inlet modification is useful for improving drying quality in agricultural post-harvest.

Keywords: *Cabinet dryer, Computational Fluid Dynamics (CFD), cross-pipe, drying, turmeric.*

DAFTAR ISI

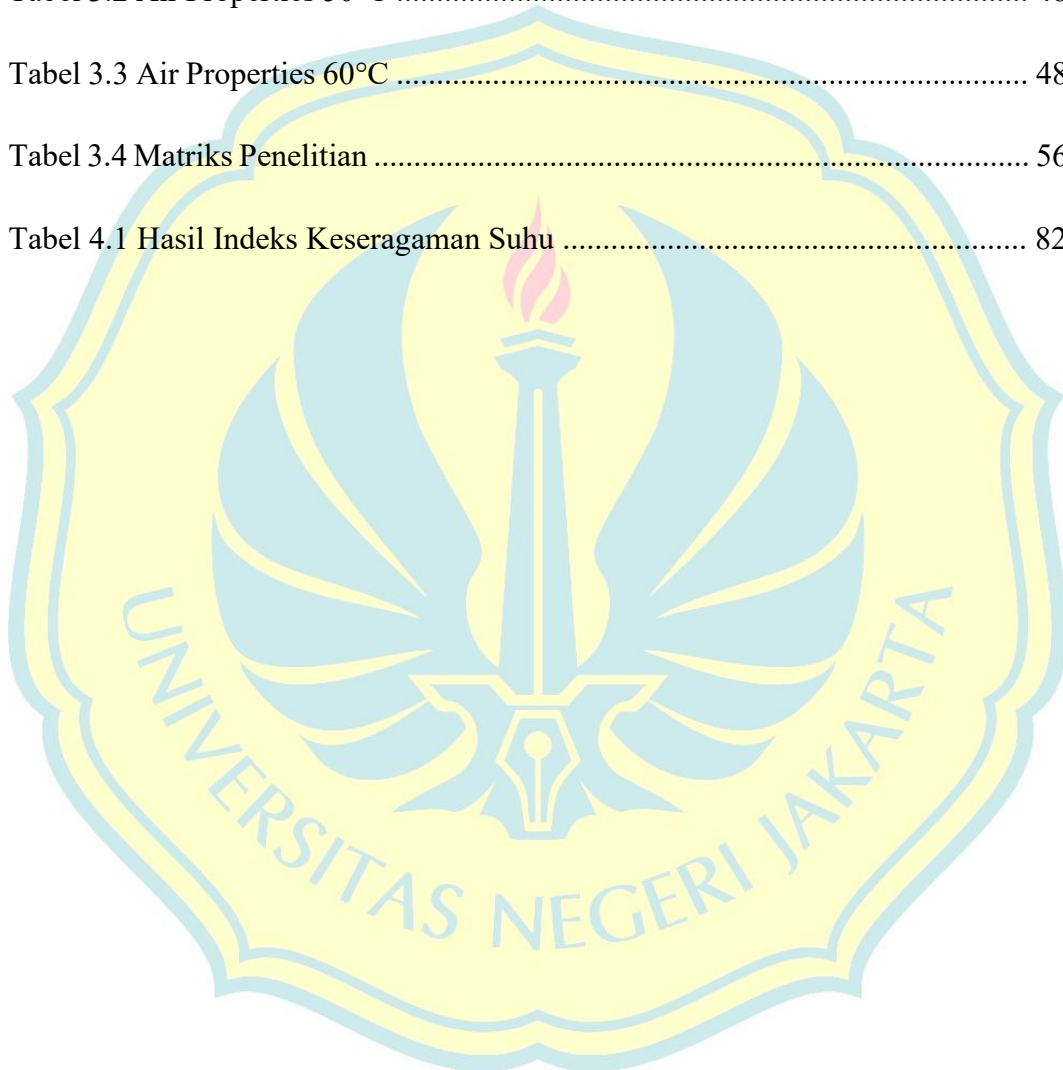
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	4
1.3 Pembatasan Masalah	4
1.4 Perumusan Masalah	4
1.5 Tujuan Penelitian.....	5
1.6 Manfaat Penelitian	5
BAB II LANDASAN TEORI	6
2.1 Pengeringan.....	6
2.1.1 Definisi Pengeringan	6
2.1.2 Cara Kerja Pengeringan.....	7
2.1.3 Faktor-Faktor Pengeringan	8
2.1.4 <i>Temperature Uniformity Index</i>	9
2.2 Kunyit (<i>Curcuma Longa L.</i>).....	9
2.2.1 Karakteristik Kunyit	9
2.2.2 Manfaat Kunyit.....	10
2.2.3 Sifat Termal Kunyit	11
2.3 Perpindahan Panas	12
2.3.1 Konduksi	12
2.3.2 Konveksi.....	14
2.3.3 Radiasi	16
2.4 Perpindahan Massa	17
2.4.1 Definisi Perpindahan Massa.....	17
2.4.3 Hukum Fick (Difusi)	19

2.4.4	Perpindahan Massa pada Permukaan	19
2.5	Alira Fluida	21
2.5.1	Bilangan Reynolds	21
2.5.2	Prandtl Number	22
2.5.3	Nusselt Number	23
2.5.4	Froude Number	24
2.5.5	Pengaruh Modifikasi Saluran Masuk pada Fluida	25
2.5.6	Hukum Kontinuitas Aliran	26
2.5.7	Hukum Bernoulli	26
2.5.8	Vortex	27
2.6	Sistem Pengeringan Mekanis	28
2.6.1	Jenis – Jenis Pengeringan Mekanis	28
2.6.2	Cabinet Dryer	29
2.6.3	Heater	30
2.7	<i>Computational Fluid Dynamics (CFD)</i>	31
2.7.1	Definisi Simulasi CFD	31
2.7.2	ANSYS	31
2.7.3	Ansyz Fluent	32
2.7.4	Autodesk Inventor	33
2.7.6	Peran dan Tahapan Simulasi CFD	35
2.8	Penelitian Relevan	35
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	43
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian	43
3.2	Alat dan Bahan Penelitian	43
3.3	Metode Penelitian	43
3.4	Diagram Alir Penelitian	44
3.5	Teknik Pengumpulan Data	45
3.5.1	Desain Geometri	45
3.5.2	Boundary Condition	46
3.5.3	Material Kunyit	47
3.5.4	Fluida Kerja	48
3.6	Teknik Analisis Data	49

3.7 Tahapan Simulasi	49
3.7.1 Import Geometri	49
3.7.2 Persiapan Geometri Simulasi.....	49
3.7.3 Proses <i>Meshing</i>	50
3.7.4 Setup Parameter	53
3.7.5 Grafik Scaled Residuals.....	55
3.7.6 <i>Post</i> Simulasi	55
3.8 Matriks Penelitian.....	56
BAB IV	57
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	57
4.1 Hasil Simulasi Sudut 45°	57
4.1.1 Variasi Kecepatan Sudut 45°	57
4.1.2 Variasi Temperatur Sudut 45°	60
4.2 Hasil Simulasi Sudut 60°	65
4.2.1 Variasi Kecepatan Sudut 60°	65
4.2.2 Variasi Temperatur Sudut 60°	68
4.3 Hasil Simulasi Sudut 90°	73
4.3.1 Variasi Kecepatan Sudut 90°	73
4.3.2 Variasi Temperatur Sudut 90°	76
4.4 Hasil Indeks Keseragaman Suhu	81
4.5 Rekomendasi Variasi	84
4.7 Validasi Data	86
BAB V.....	89
PENUTUP.....	89
5.1 Kesimpulan.....	89
5.2 Saran	90
DAFTAR PUSTAKA	91
LAMPIRAN	96

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Properti Termal Kunyit	12
Tabel 2.2 Parameter Geometri dari Modifikasi Cabinet Dryer	37
Tabel 3.1 Material Properties	47
Tabel 3.2 Air Properties 50°C	48
Tabel 3.3 Air Properties 60°C	48
Tabel 3.4 Matriks Penelitian	56
Tabel 4.1 Hasil Indeks Keceragaman Suhu	82



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Data BPS Produksi Tanaman Obat 2025	1
Gambar 2.1 Proses Pengeringan	7
Gambar 2.2 Kunyit	9
Gambar 2.3 Perpindahan Panas Konduksi	13
Gambar 2.4 Perpindahan Panas Konveksi	14
Gambar 2.5 Perpindahan Panas Radiasi	16
Gambar 2.6 Ilustrasi Perpindahan Massa	17
Gambar 2.7 Ilustrasi Konveksi Massa	19
Gambar 2.8 Aliran Laminar dan Turbulen	21
Gambar 2.9 Dryer	28
Gambar 2.10 Cabinet Dryer	29
Gambar 2.11 Hasil Simulasi CFD Posisi Heater	36
Gambar 2.12 Hasil Simulasi CFD (Sulistiono)	37
Gambar 2.13 Hasil Simulasi CFD dari Modifikasi Cabinet Dryer	38
Gambar 2.14 2D Spray Dryer Vortex Generator	39
Gambar 2.15 Distribusi Suhu	40
Gambar 2.16 Jalur Aliran Udara	40
Gambar 2.17 Intensitas Turbulen	40
Gambar 2.18 Heat Flux	41
Gambar 2.19 Simulasi oleh Yusfiansyah & Zainuri	42
Gambar 2.20 Hasil Simulasi Mesin Pengering	42

Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	44
Gambar 3.2 Desain Pengering Kunyit	46
Gambar 3.3 Variasi Kemiringan Pipa	46
Gambar 3.4 Toolbox Input Geometri	49
Gambar 3.5 Volume Extract	50
Gambar 3.6 Toolbox Meshing	51
Gambar 3.7 Proses Meshing	52
Gambar 3.8 Jumlah Nodes dan Elements	53
Gambar 3.9 Proses Setup	54
Gambar 3.10 Grafik Residual	55
Gambar 3.11 Interface CFD Post	55
Gambar 4.1 Hasil Simulasi Kecepatan Aliran sudut 45°	58
Gambar 4.2 Grafik Hasil <i>plot over line</i> Kecepatan pada Sudut 45°	59
Gambar 4.3 Hasil Simulasi Temperatur sudut 45° Suhu 50°C	61
Gambar 4.4 Grafik <i>plot over line</i> Temperatur pada Sudut 45°, Suhu 50°	62
Gambar 4.5 Hasil Simulasi Temperatur sudut 45° Suhu 60°C	63
Gambar 4.6 Grafik <i>plot over line</i> Temperatur pada Sudut 45°, Suhu 60°	64
Gambar 4.7 Hasil Simulasi Kecepatan sudut 60°	66
Gambar 4.8 Grafik Hasil <i>plot over line</i> Kecepatan pada Sudut 60°	67
Gambar 4.9 Hasil Simulasi Temperatur sudut 60° Suhu 50°C	69
Gambar 4.10 Grafik <i>plot over line</i> Temperatur pada Sudut 60°, Suhu 50°C	70
Gambar 4.11 Hasil Simulasi Temperatur sudut 60° Suhu 60°C	71
Gambar 4.12 Grafik <i>plot over line</i> Temperatur pada Sudut 60°, Suhu 60°C	72

Gambar 4.13 Hasil Simulasi Kecepatan sudut 90°	74
Gambar 4.14 Grafik Hasil <i>plot over line</i> Kecepatan pada Sudut 90°	75
Gambar 4.15 Hasil Simulasi Temperatur sudut 90° Suhu 50°C	77
Gambar 4.16 Grafik <i>plot over line</i> Temperatur pada Sudut 90° , Suhu 50°C	78
Gambar 4.17 Hasil Simulasi Temperatur sudut 90° Suhu 60°C	79
Gambar 4.18 Grafik <i>plot over line</i> Temperatur pada Sudut 90° , Suhu 60°C	80
Gambar 4.19 Grafik Indeks Keseragaman Suhu	82
Gambar 4.20 Simulasi Sudut 90° pada Suhu Operasi 60°C	85
Gambar 4.21 Hasil Penelitian	86
Gambar 4.22 Hasil Simulasi Distribusi Udara	87



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Desain Geometri	96
Lampiran 2 Gambar Teknik	97
Lampiran 3 Persiapan Geometri Simulasi	99
Lampiran 4 Proses Meshing	99
Lampiran 5 Proses Setup Parameter	100
Lampiran 6 Konvergensi	101
Lampiran 7 Hasil Simulasi	102
Lampiran 8 Log Book Bimbingan Bersama Dosen	138

