

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan judul “ANALISIS COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS (CFD) TERHADAP PROFIL TEMPERATUR UNTUK KONDENSASI STEAM ARAH CIRCUMFERENTIAL PADA PIPA KONSENTRIK HORISONTAL DENGAN ALIRAN PENDINGINAN SEARAH DI DALAM RUANG ANULAR” adalah karya saya pribadi dan bukan karya yang pernah diajukan atau ditulis sebelumnya. Tugas Akhir ini saya tulis berdasarkan kaidah penyusunan karya tulis yang berlaku.

Yogyakarta, 17 Agustus 2016

Immawan Wahyudi Ahyar

PERSEMBAHAN



Tugas Akhir ini saya persembahkan kepada :

1. Orang Tua tercinta, yang tanpa mereka tak mungkin saya bisa melakukan hal sampai sejauh ini. Tak ada ungkapan yang dapat menggambarkan apa yang telah mereka lakukan untuk saya. Saya menyadari bahwa saya tidak mungkin mampu membalas apa yang telah mereka berikan. Terima kasih kepada Bapak dan Ibu, semoga saya senantiasa diberi kesempatan melakukan hal terbaik untuk kalian.
2. Kakak-kakak saya, Mas Fuad dan Mbak Fitria, terima kasih atas segala bentuk dukungan kalian untuk adikmu yang “sering” bandel ini.
3. Keluarga besar Ikatan Mahasiswa Muhammadiyah Komisariat Fakultas Teknik UMY khususnya angkatan 2012 dan PC IMM AR Fakhruddin Kota Yogyakarta, yang telah menemani saya berproses selama menjadi mahasiswa.

KATA PENGANTAR



*Alhamdulillah, puji syukur kehadirat Allah Ta’ala, yang telah memberikan petunjuk dan kemudahan kepada penyusun sehingga penyusun dapat menyelesaikan karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir dengan judul “ANALISIS COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS (CFD) TERHADAP PROFIL TEMPERATUR UNTUK KONDENSASI STEAM ARAH CIRCUMFERENTIAL PADA PIPA KONSENTRIK HORISONTAL DENGAN ALIRAN PENDINGINAN SEARAH DI DALAM RUANG ANULAR” yang bertujuan untuk memperoleh hasil simulasi komputasi dinamika fluida untuk profil temperatur kondensasi uap pada posisi *circumferential* pipa konsentrik horisontal dengan pendinginan searah untuk mendukung desain yang optimal pada sistem perpipaan bertemperatur tinggi guna menghindari atau meminimalisir terjadinya fenomena *water hammer* dengan mekanisme *early warning system*.*

Tugas Akhir ini disusun guna memenuhi syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini, penyusun ucapkan terima kasih kepada pihak yang membantu sehingga karya tulis ini dapat diselesaikan dengan baik.

1. Bapak Novi Caroko, S.T., M. Eng. selaku Ketua Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Bapak Dr. Sukamta, S.T., M.T. dan Bapak Ir. Sudarja, M.T. selaku dosen pembimbing dalam penyusunan tugas akhir ini.
3. Bapak Muhammad Nadjib, S.T., M. Eng. selaku dosen penguji tugas akhir ini.
4. Seluruh Dosen pengajar di Program Studi Teknik Mesin UMY.

5. Mas Azim yang telah mengajari dan mendampingi kami selama proses penelitian.
6. Haris Setyawan dan Lucky K. Octatriandi selaku tim penelitian dalam proses penyusunan karya tulis ini.
7. Seluruh pihak yang membantu yang tidak dapat penyusun sebutkan semuanya.

Dalam penyusunan karya tulis ini tentu sangat jauh dari kesempurnaan sehingga penyusun sangat berharap akan adanya kritik dan saran yang membangun untuk karya tulis ini yang ke depannya dapat dijadikan bahan evaluasi.

Sebagai penutup, dengan keterbatasan yang ada semoga karya tulis ini dapat bermanfaat bagi umat untuk kemajuan peradaban manusia yang lebih baik. Aamiin.

Billaahi fii sabiilil haq, fastabiqul khiraat.

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR NOTASI	xiii
INTISARI	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	4
2.1 Tinjauan Pustaka	4
2.2 Dasar Teori	5
2.2.1 Definisi Fluida	5
2.2.2 Aliran Fluida	5
2.2.3 Pola Aliran Fluida Dua Fasa	7
2.2.4 Kondensasi	10
2.2.5 Komputasi Dinamika Fluida	11
2.2.6 Proses CFD	13
2.2.6.1 <i>Pre-processing</i>	14
2.2.6.2 <i>Processing</i>	17
2.2.6.3 <i>Post-processing</i>	20
2.2.7 <i>Software CFD</i>	23

BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	28
3.1	Perangkat Penelitian	28
3.2	Diagram Alir Penelitian	28
3.2.1	<i>Pre-processing</i>	30
3.2.2	<i>Processing</i>	33
3.2.3	<i>Post-processing</i>	40
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	45
4.1	Hasil Penelitian	45
4.2	Pembahasan	53
BAB V	PENUTUP	61
5.1	Kesimpulan	61
5.2	Saran	62
Daftar Pustaka	63
Lampiran	65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Aliran Laminar	6
Gambar 2.2.	Aliran Turbulen	7
Gambar 2.3.	Aliran Transisi	7
Gambar 2.4.	Bubbly Flow	8
Gambar 2.5.	Plug Flow	8
Gambar 2.6.	Stratified Flow	9
Gambar 2.7.	Wavy Flow	9
Gambar 2.8.	Slug Flow	9
Gambar 2.9.	Annular Flow	10
Gambar 2.10.	Flowchart proses FLUENT	14
Gambar 2.11.	Bentuk Sel Dua Dimensi	15
Gambar 2.12.	Bentuk Sel Tiga Dimensi	15
Gambar 2.13.	Structured Mesh	16
Gambar 2.14.	Unstructured Mesh	16
Gambar 2.15.	Contoh Displaying Mesh	21
Gambar 2.16.	Contoh Tampilan Kontur Tekanan Statik	21
Gambar 2.17.	Contoh Tampilan Kontur Statik Dalam Bentuk Flat	22
Gambar 2.18.	Contoh Tampilan Vektor Kecepatan	22
Gambar 2.19.	Contoh Tampilan Pathlines	23
Gambar 2.20.	Logo OpenFOAM	23
Gambar 2.21.	Preview OpenFOAM	24
Gambar 2.22.	Logo Ansys FLUENT	24
Gambar 2.23.	Preview Ansys FLUENT	25
Gambar 2.24.	Preview Post-processing Ansys FLUENT	25
Gambar 2.25.	Logo XFlow	26
Gambar 2.26.	Preview Tampilan XFlow	26
Gambar 2.27.	Preview Post-processing XFlow	27
Gambar 3.1.	Diagram alir	29
Gambar 3.2.	Pipa Konsentrik G (tampak depan)	30

Gambar 3.3.	Pipa Konsentrik (tampak samping)	31
Gambar 3.4.	Hasil Meshing	31
Gambar 3.5.	Hasil Meshing	32
Gambar 3.6.	Hasil Meshing	32
Gambar 3.7.	Toolbar General	33
Gambar 3.8.	Toolbar Models	34
Gambar 3.9.	Toolbar Materials	34
Gambar 3.10.	Toolbar Cell Zone Conditions	35
Gambar 3.11.	Toolbar Mass Flow Inlet	35
Gambar 3.12.	Toolbar Pressure Inlet	36
Gambar 3.13.	Toolbar Pressure Outlet	36
Gambar 3.14.	Toolbar Pressure Outlet	37
Gambar 3.15.	Toolbar Solution Methods	38
Gambar 3.16.	Toobal Residual Monitors	38
Gambar 3.17.	Toolbar Solution Initialization	39
Gambar 3.18.	Toolbar Run Calculation	39
Gambar 3.19.	Toolbar Plane	40
Gambar 3.20.	Toolbar Plane	40
Gambar 3.21.	Tampilan YZ Plane	41
Gambar 3.22.	Tampilan XY Plane	41
Gambar 3.23.	Toolbar Cotent	42
Gambar 3.24.	Tampilan YZ Contour	42
Gambar 3.25.	Tampilan XY Contour	43
Gambar 3.26.	Toolbar Legend	43
Gambar 3.27.	Toolbar Legend	44
Gambar 3.28.	Legend berdasarkan koordinat YZ	44
Gambar 3.29.	XY Legend pada titik Z	44
Gambar 4.1.	Profil temperatur pada 10 cm dari inlet ($\dot{m}_{st,i} = 5.9 \times 10^{-3}$ kg/s)	45
Gambar 4.2.	Profil temperatur pada 10 cm dari inlet ($\dot{m}_{st,i} = 8.9 \times 10^{-3}$ kg/s)	46

Gambar 4.3.	Profil temperatur pada 10 cm dari inlet ($\dot{m}_{st,i} = 1.9 \times 10^{-2}$ kg/s)	46
Gambar 4.4.	Profil temperatur pada 30 cm dari inlet ($\dot{m}_{st,i} = 5.9 \times 10^{-3}$ kg/s)	47
Gambar 4.5.	Profil temperatur pada 30 cm dari inlet ($\dot{m}_{st,i} = 8.9 \times 10^{-3}$ kg/s)	47
Gambar 4.6.	Profil temperatur pada 30 cm dari inlet ($\dot{m}_{st,i} = 1.9 \times 10^{-2}$ kg/s)	48
Gambar 4.7.	Profil temperatur pada 55 cm dari inlet ($\dot{m}_{st,i} = 5.9 \times 10^{-3}$ kg/s)	48
Gambar 4.8.	Profil temperatur pada 55 cm dari inlet ($\dot{m}_{st,i} = 8.9 \times 10^{-3}$ kg/s)	49
Gambar 4.9.	Profil temperatur pada 55 cm dari inlet ($\dot{m}_{st,i} = 1.9 \times 10^{-2}$ kg/s)	49
Gambar 4.10.	Profil temperatur pada 100 cm dari inlet ($\dot{m}_{st,i} = 5.9 \times 10^{-3}$ kg/s)	50
Gambar 4.11.	Profil temperatur pada 100 cm dari inlet ($\dot{m}_{st,i} = 8.9 \times 10^{-3}$ kg/s)	50
Gambar 4.12.	Profil temperatur pada 100 cm dari inlet ($\dot{m}_{st,i} = 1.9 \times 10^{-2}$ kg/s)	51
Gambar 4.13.	Profil temperatur pada 150 cm dari inlet ($\dot{m}_{st,i} = 5.9 \times 10^{-3}$ kg/s)	51
Gambar 4.14.	Profil temperatur pada 150 cm dari inlet ($\dot{m}_{st,i} = 8.9 \times 10^{-3}$ kg/s)	52
Gambar 4.15.	Profil temperatur pada 150 cm dari inlet ($\dot{m}_{st,i} = 1.9 \times 10^{-2}$ kg/s)	52
Gambar 4.16.	Grafik profil temperatur dengan $\dot{m}_{st,i} = 5.9 \times 10^{-3}$ kg/s	53
Gambar 4.17.	Grafik profil temperatur dengan $\dot{m}_{st,i} = 8.9 \times 10^{-3}$ kg/s	53
Gambar 4.18.	Grafik profil temperatur dengan $\dot{m}_{st,i} = 1.9 \times 10^{-2}$ kg/s	54

Gambar 4.19. Grafik profil temperatur pada posisi atas di dalam pipa konsentrik	58
Gambar 4.20. Grafik profil temperatur pada posisi samping di dalam pipa konsentrik	59
Gambar 4.21. Grafik profil temperatur pada posisi bawah di dalam pipa konsentrik	59

DAFTAR NOTASI

D_{in}	= Diameter dalam pipa (m)
D_{out}	= Diameter luar pipa (m)
V	= Kecepatan Fluida (m/s)
ρ	= Massa Jenis Fluida (kg/m ³)
μ	= Viskositas Dinamik Fluida (kg/m.s) atau (N.s/m ²)
x	= Koordinat Sumbu X
y	= Koordinat Sumbu Y
z	= Koordinat Sumbu Z
u	= Komponen Kecepatan U
v	= Komponen Kecepatan V
w	= Komponen Kecepatan W
t	= Waktu (s)
E_t	= Energi Total
q	= Heat Flux
R_e	= Bilangan Reynold
P_r	= Bilangan Prandtl
T_1	= Temperatur Inlet
T_2	= Temperatur Outlet

P = Tekanan Total

Tdp = Temperatur Dew Point

Pv = Tekanan Uap

T_{sat} = Temperatur Jenuh

Cp = Kalor Jenis

P_g = Tekanan Jenuh

h_f = Entalpi liquid

h_g = Entalpi gas

h_{fg} = Entalpi Evaporasi

ϕ = Kelembaban Relatif

ω = Kelembaban Spesifik