

TUGAS AKHIR

SIMULASI *COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS* (CFD)
POLA ALIRAN DUA - FASE UDARA - AIR DAN MINYAK PADA PIPA
KAPILER HORIZONTAL

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai Derajat
Strata-1 Pada Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Disusun Oleh:

BAGUS

PRAMUJO

20180130129

PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK
MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH
YOGYAKARTA YOGYAKARTA

2024

LEMBAR PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa tugas akhir ini adalah hasil karya saya dan di dalamnya tidak terdapat karya yang diajukan untuk memperoleh gelar sarjana sebelumnya. Selain itu, karya tulis ilmiah ini juga tidak berisi pendapat atau hasil penelitian yang sudah dipublikasikan oleh orang lain selain referensi yang ditulis dengan menyebutkan sumbernya di dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, Juni 2024



METERAI
TEMPEL
BIAE9ALX185448649

Bagus Pramujo
20180130129

KATA PENGANTAR

السَّلَامُ عَلَيْكُمْ وَرَحْمَةُ اللَّهِ وَبَرَكَاتُهُ

Syukur Alhamdulillah kepada Allah SWT, yang telah memberikan petunjuk dan kemudahan sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Skripsi yang berjudul “Simulasi *Computational Fluid Dynamics (CFD)* Fraksi Hampa Aliran Dua-Fase Udara-Air dan Minyak pada Pipa Kapiler Horizontal” berhasil diselesaikan tanpa hambatan apapun.

Penyusunan tugas akhir ini merupakan bagian dari persyaratan untuk mendapatkan gelar sarjana dalam Program Studi S-1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Penelitian ini secara detail mengulas data fraksi hampa, pola aliran, serta sifat-sifat aliran dua fase di dalam minichannel, dengan menggunakan campuran fluida air, udara, dan minyak dalam pipa kapiler horisontal.

Saya menyadari bahwa penelitian ini masih memiliki sejumlah kekurangan. Oleh karena itu, saya dengan tulus mengharapkan kritik dan saran yang membangun guna meningkatkan kualitas skripsi ini. Pada akhirnya, dengan segala keterbatasan yang ada, saya berharap hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat yang sesuai dan bermanfaat sebagaimana mestinya.

وَالسَّلَامُ عَلَيْكُمْ وَرَحْمَةُ اللَّهِ وَبَرَكَاتُهُ

Bagus Pramujo
20180130129

LEMBAR PERSEMBAHAN



Alhamdulillahirobbilalamin, segala puji syukur kehadiran Allah SWT atas rahmat dan petunjuk-Nya, serta dukungan dan doa dari orang-orang terkasih, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Oleh karena itu, dengan penuh hormat dan kebahagiaan, penulis menyampaikan terima kasih yang tulus kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, khususnya ibu Dian Retno Setiyorini, yang selalu memberikan doa dan motivasi untuk kesuksesan penulis. Semoga segala jerih payah dan dukungan dari kedua orang tua dalam merawat dan mendukung pendidikan penulis mendapat balasan dari Allah SWT, dan semoga penulis dapat membahagiakan kedua orang tua di dunia dan di akhirat.
2. Bapak Ir. Berli Paripurna Kamiel, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Sukamta, M.T., IPM., sebagai dosen pembimbing utama, dan Bapak Thoharudin, S.T., M.T., Ph.D., sebagai dosen pembimbing pendamping tugas akhir, atas arahan, saran, dan masukan yang telah diberikan kepada penulis dalam menyusun skripsi ini.
4. Bapak dan Ibu Dosen serta Staf Akademik Program Studi S-1 Teknik Mesin yang telah membantu dan memberikan banyak pengetahuan serta pengalaman kepada penulis selama menempuh pendidikan di Program S-1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta..

5. Kepada seluruh teman dan sahabat yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah memberikan arahan, saran, dan dukungansaran dan dukungan.

Penulis dengan tulus mengungkapkan rasa terima kasih yang besar kepada semua pihak yang telah turut membantu dalam penyelesaian proyek akhir ini. Semoga semua kebaikan yang telah diberikan oleh mereka mendapat balasan yang baik dari Allah SWT. Pada akhirnya, diharapkan bahwa isi dari proyek akhir ini dapat memberikan manfaat yang luas bagi semua yang terlibat.

Yogyakarta, Juni 2024

DAFTAR ISI

SKRIPSI	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xii
INTISARI	xiii
ABSTRACT	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Asumsi dan Batasan Masalah.....	4
1.4. Tujuan Penelitian.....	4
1.5. Manfaat Penelitian.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Tinjauan Pustaka.....	5
2.2. Dasar Teori.....	12
2.2.1. Fluida.....	12
2.2.2. Aliran Fluida.....	12
2.2.3. Aliran Dua Fasa.....	14
2.2.4. Pola Aliran Dua Fasa.....	15
2.2.5. Peta Pola Aliran.....	17
2.2.6. Kecepatan Superfisial.....	17
2.2.7. Viskositas Fluida.....	18
2.2.8. Massa Jenis (<i>Density</i>).....	19
2.2.9. Tegangan Permukaan.....	19
2.2.10. <i>Computational Fluid Dynamics</i>	20

2.2.11. Tahapan <i>CFD</i>	20
BAB 3 METODE PENELITIAN	23
3.1. Alat.....	23
3.2. Bahan	24
3.2.1. Fluida Cair	24
3.2.2. Fluida Gas	24
3.3. Diagram Alir Penelitian	25
3.4. Langkah Penelitian	26
3.4.1. Geometri	26
3.4.2. <i>Pre-Processing</i>	26
3.4.3. Karakteristik Simulasi	29
3.4.4. Setup Pada Simulasi 2D.....	30
3.4.5. <i>Processing</i>	31
3.4.6. <i>Post Processing</i>	40
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	41
4.1. Profil Fraksi Hampa pada Simulasi	41
4.1.1. Kontur	41
4.1.2. <i>Vektor</i>	43
4.1.3. <i>Plot</i>	45
4.2. Profil Tekanan pada Simulasi	46
4.2.1. Kontur	46
4.2.2. <i>Vektor</i>	48
4.2.3. <i>Plot</i>	49
4.3. Profil Kecepatan pada Simulasi	50
4.3.1. Kontur	50
4.3.2. <i>Vektor</i>	52
4.3.3. <i>Plot</i>	53
BAB 5 PENUTUP	55
DAFTAR PUSTAKA	58
DAFTAR LAMPIRAN	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Aliran Laminer (Cengel & Cimbala, 2014).....	13
Gambar 2.2 Aliran Turbulen (Cengel & Cimbala, 2014).....	14
Gambar 2.3 Aliran Transisi (Cengel & Cimbala, 2014)	14
Gambar 2.4 Pola aliran dua fase pada pipa horizontal (Faghri & Zhang, 2006).....	16
Gambar 2.5 Data Flow Pattern Map aliran dua fase pada pipa horizontal (Madhane dkk., 1974)	17
Gambar 3.1 Flow Chart metodologi penelitian	25
Gambar 3.2 Skema Geometri simulasi pada pipa <i>horizontal</i>	26
Gambar 3.3 Kualitas Skewness Mesh Metric dan Orthogonal Quality yang direkomendasikan (Fluent,2013)	28
Gambar 3.4 Nilai Skweness Equiangle mesh pada pipa horizontal	28
Gambar 3.5 General Setup	32
Gambar 3.6 Setup Multiphase Models	33
Gambar 3.7 Setup surface tension.....	34
Gambar 3.8 Material Properties	35
Gambar 3.9 Boundary Condition	36
Gambar 3.10 Contact Angle.....	36
Gambar 3.11 Solution methods	37
Gambar 3.12 Monitor	38
Gambar 3.13 Solution <i>Initialization</i>	38
Gambar 3.14 Run Calculation	39
Gambar 3.15 Skala Residual	40
Gambar 4.1 Kontur Fraksi Hampa	41
Gambar 4.2 Vektor Fraksi Hampa	44
Gambar 4.3 Plot Fraksi Hampa	45
Gambar 4.4 Kontur Tekanan	47
Gambar 4.5 Vektor Tekanan	48
Gambar 4.6 Plot Tekanan	49
Gambar 4.7 Kontur Kecepatan	51
Gambar 4.8 Vektor Kecepatan	52
Gambar 4.9 Plot Kecepatan.....	53

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Tabel Hardware	23
Tabel 3.2 Tabel Software	23
Tabel 3.3 Sifat Fisik Cairan.....	24
Tabel 3.4 Variasi Kecepatan Superfisial Gas dan Liquid	30
Tabel 3.5 Setup pada Simulasi	30
Tabel 4.1 Perbandingan Pola hasil eksperimen dengan simulasi.....	42

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Sifat Fisik Cairan	61
-------------------------------------	----

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

- J_G : Kecepatan superfisial gas (m/s)
- J_L : Kecepatan superfisial cairan (m/s)
- Q_G : Laju aliran gas dalam pipa (m^3 /s)
- Q_L : Laju aliran cairan dalam pipa (m^3 /s)
- A : Luas penampang pipa
- d : Diameter saluran (m)
- ρ : Massa Jenis fluida (kg/m^3)
- u : Kecepatan rata-rata Fluida dalam saluran (m/s)
- μ : Viskositas dinamis fluida (kg/m.s)