

SKRIPSI

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

TUGAS AKHIR

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



UMY

**UNIVERSITAS
MUHAMMADIYAH
YOGYAKARTA**

Unggul & Islami

Disusun oleh:

Fikri Maulana. M

20180130036

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
2022**

HALAMAN PERNYATAAN

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

Yogyakarta, 28 Oktober 2022



Fikri Maulana. M

NIM: 20180130036

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji syukur kehadiran Allah SWT. Yang telah memberikan petunjuk dan kemudahan kepada penyusun dapat menyelesaikan karya tulis ilmiah berupa skripsi dengan judul “ Simulasi Computational Fluid Dynamics (CFD) Fraksi Hampa Aliran Dua – Fase Udara – Air Dan Minyak Pada Pipa Kapiler Horisontal ”dapat saya selesaikan dengan baik tanpa halangan apapun.

Penyusunan tugas akhir ini diajukan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana di Program Studi S-1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Penelitian ini membahas secara detail data fraksi hampa, pola aliran dan karakteristik aliran dua fase berukuran *minichannel*, dengan campuran fluida air, udara, dan minyak pada pipa kapiler horisontal.

Penyusun menyadari bahwa dalam penyusun skripsi ini masih terdapat banyak kesalahan, oleh karena itu bila ada saran, koreksi, dan kritik demi kesempurnaan skripsi ini akan penyusun terima dengan ikhlas dan dengan ucapan terima kasih. Akhir kata dengan segala keterbatasan yang ada penyusun berharap skripsi ini bermanfaat dan digunakan sebagai mana mestinya.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Yogyakarta, 28 Oktober 2022



Fikri Maulana. M

NIM: 20180130036

HALAMAN PERSEMBAHAN



Alhamdulillahirobbilalamin, puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat, nikmat, dan petunjuk-Nya serta atas dukungan dan doa dari orang-orang tercinta yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir ini dengan lancar dan tepat pada waktunya. Oleh karena itu, dengan rasa hormat dan bahagia penulis haturkan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, bapak M Nur dan ibu Fatmawati yang selalu mendoakan dan memberikan motivasi untuk kesuksesan penulis. Semoga segala jerih payah dukungan dari kedua orang tua dalam merawat dan mengupayakan pendidikan untuk putra-putrinya mendapat balasan oleh Allah SWT dan semoga penulis bisa 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. selaku dosen pembimbing utama dan Bapak Thoharudin, S.T., M.T., Ph.D. sebagai dosen pembimbing pendamping tugas akhir atas bimbingan berupa bantuan, saran, dan masukan yang telah diberikan kepada penulis dalam penyusunan skripsi.
4. Bapak Dr. Ir. Sudarja, M.T., IPM. selaku dosen penguji pada pendadaran tugas akhir yang telah memberikan saran dan masukan dalam penulisan.
5. Bapak Ibu Dosen dan Staf akademik Program Studi S-1 Teknik Mesin yang telah membantu dan memberikan banyak pengetahuan serta pengalaman kepada penulis selama menempuh pendidikan di Program Studi S-1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
6. Kakak dan adek penulis, Andra Orahmin dan Rajwa Nafisha Agustia yang memberikan perhatian dan dukungan kepada penulis.

7. Teman-teman TSG, Rahadiean, Adit, Razaq, Reza, Amal, dan Arief yang selalu menemani dan berjuang selama perkuliahan.
8. Kelompok tugas akhir CFD CREW: Akbar dan Noval yang telah menjadi teman perjuangan penulis selama penyusunan tugas akhir.
9. Teman teman Team KHAD yang telah memberikan banyak pengalaman yang sangat berharga dan ilmunya yang didapat.
10. Teman-teman teknik mesin angkatan 2018 khususnya kelas A yang telah kebersamai dalam perjuangan penulis menyelesaikan studi.
11. Kepada seluruh sahabat dan teman dimanapun berada yang tidak dapat dituliskan satu persatu yang telah memberikan saran dan dukungan.

Penulis hanya bisa mengucapkan terima kasih yang sebesar besarnya kepada seluruh pihak yang telah membantu penyusunan tugas akhir ini. Semoga kebaikan dari pihak-pihak yang disebutkan mendapatkan balasan dari Allah SWT. Akhir kata, semoga apa yang saya sampaikan pada skripsi ini memberi manfaat bagi berbagai pihak terkait.

Yogyakarta, 28 Oktober 2022

DAFTAR ISI

SKRIPSI	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xiii
INTISARI	xiv
ABSTRACT	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah.....	4
1.4. Tujuan Penelitian	4
1.5. Manfaat Penelitian	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	5
2.1. Tinjauan Pustaka	5
2.2. Dasar Teori.....	11
2.2.1. Fluida	11
2.2.2. Aliran fluida.....	12
2.2.3. Aliran dua fase	14
2.2.4. Pola aliran dua fase	14
2.2.5. Peta pola aliran	16
2.2.6. Fraksi hampa aliran dua fase	16
2.2.7. Fraksi hampa homogen.....	18
2.2.8. Kecepatan superfisial	19
2.2.9. <i>Computational Fluid Dynamic (CFD)</i>	20
2.2.10. 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	24
3.4. Langkah Penelitian.....	26
3.4.1. Geometri	26
3.4.2. <i>Pre-Processing</i>	26
3.4.3. <i>Processing</i>	32
3.4.4. <i>Post-Processing</i>	40
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	41
4.1. Karakteristik Simulasi	41
4.2. Kontur Pola Aliran dan <i>Air Volume Fraction</i> pada Simulasi 2D.....	41
4.2.1. Pola Aliran	43
4.2.2. Fraksi hampa.....	43
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	48
5.1. Kesimpulan	48
5.2. Saran.....	48
DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN.....	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Aliran laminer (Cengel & Cimbala, 2014).....	13
Gambar 2.2 Aliran turbulen (Cengel & Cimbala, 2014).....	13
Gambar 2.3 Aliran transisi (Cengel & Cimbala, 2014)	13
Gambar 2.4 Pola aliran dua fase pada pipa <i>horizontal</i> (Faghri & Zhang, 2006) ..	15
Gambar 2.5 Data <i>flow pattern map</i> aliran dua fase pipa horizontal (Mandhane dkk., 1974).....	16
Gambar 2.6 Fraksi hampa <i>chordal</i> (Thome, 2004).....	17
Gambar 2.7 <i>Cross- section void fraction</i> (Thome, 2004)	18
Gambar 2.8 Fraksi hampa volumetrik (Thome, 2004).....	18
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> metodologi penelitian	25
Gambar 3.2 (a) Skema geometri simulasi pipa <i>horizontal</i> (b). Ukuran geometri pipa <i>horizontal</i> (c) Pembagian <i>inlet gas</i> dan <i>inlet liquid</i>	26
Gambar 3.3 Kualitas <i>Skewness mesh metric</i> dan <i>Orthogonal Quality</i> yang di rekomendasikan (Fluent, 2013)	28
Gambar 3.4 Nilai <i>skewness equiangle mesh</i> pipa <i>horizontal</i>	29
Gambar 3.5 a) <i>Mesh element</i> 28600 b) <i>Mesh element</i> 12800 c) <i>Mesh element</i> 6400	30
Gambar 3.6 <i>Grid independence test pressure drop</i> terhadap jumlah <i>mesh element</i> pada aliran air udara dan minyak.....	31
Gambar 3.7 <i>General setup</i>	33
Gambar 3.8 <i>Setup multiphase models</i>	34
Gambar 3.9 <i>Setup surface tension</i>	35
Gambar 3.10 <i>Material properties</i>	36
Gambar 3.11 <i>Boundary condition</i>	36
Gambar 3.12 <i>Solution methods</i>	37
Gambar 3.13 <i>Calculation activities</i>	38
Gambar 3.14 <i>Solution initialization</i>	38
Gambar 3.15 <i>Run calculation</i>	39
Gambar 3.16 Skala residual	40

Gambar 4.1 <i>Air Volume Fraction</i>	43
Gambar 4.2 Kontur pola aliran (a) <i>Plug</i> (b) <i>Slug</i> (c) <i>Churn</i>	43
Gambar 4.3 Kontur pola aliran <i>plug</i> pada $(J_G) = 0,0829$ dan $(J_L) = 0,0414$ m/s... 44	
Gambar 4.4 Grafik <i>Air Volume Fraction</i> pola aliran <i>plug</i>	45
Gambar 4.5 Kontur pola aliran <i>slug</i> pada $(J_G) = 3,3174$ dan $(J_L) = 0,622$ m/s	45
Gambar 4.6 Grafik <i>Air Volume Fraction</i> pola aliran <i>slug</i>	46
Gambar 4.7 Kontur pola aliran <i>churn</i> pada $(J_G) = 3,3174$ dan $(J_L) = 1,244$ m/s... 47	
Gambar 4.8 Grafik <i>Air Volume Fraction</i> pola aliran <i>churn</i>	47

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Tabel <i>hardware</i>	23
Tabel 3.2 Tabel <i>software</i>	23
Tabel 3.3 Sifat fisik cairan	24
Tabel 3.4 Informasi <i>mesh</i>	30
Tabel 4.1 Variasi kecepatan superfisial gas dan <i>liquid</i>	42
Tabel 4.2 <i>Setup</i> pada simulasi	42

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Sifat fisik cairan.....	51
------------------------------------	----