

**SKRIPSI**  
**SIMULASI CFD FRAKSI HAMPA ALIRAN DUA FASE UDARA-AIR**  
**DAN MINYAK PADA *T-JUNCTION* PIPA KAPILER**

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 :

Akbar Afrizal

20180130090

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



## LEMBAR PENGESAHAN

### SKRIPSI

**Simulasi *Computational Fluid Dynamics (CFD)* Fraksi Hampa Aliran Dua –  
Fasa Udara – Air Dan Minyak Pada T-Junction Pipa Kapiler**

*CFD Simulation Of Vacuum Fraction Of Air-Water And Oil Two-Phase  
Flow At The Capillary Tube*

Dipersiapkan dan disusun oleh:

Akbar Afrizal

20180130090

telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
pada tanggal, 10 Oktober 2022

**Pembimbing Utama**

**Pembimbing Pendamping**

Prof. Dr. Ir. Sukamta, S.T., M.T.,

IPM

NIK. 19700502 199603 123023

Thoharudin, S.T., M.T., Ph.D

NIK. 19870410201604123097

**Penguji**

.Drs. Sudarisman, M. S. Mechs, PhD

NIK. 195905021987021001

**Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan  
untuk memperoleh gelar Sarjana**

Tanggal, 10 Oktober 2022

**Mengetahui,**

**Ketua Program Studi S-1 Teknik Mesin FT UMY**

Berli Paripurna Kaniel, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D.

NIK. 19740302 200104 123049

## KATA PENGANTAR

سَمِ اللهُ الرَّحْمَنُ الرَّحِيمُ

*Assalammu'alaikum Wr WB*

Alhamdulillah, puji syukur kehadiran Allah, yang telah memberikan petunjuk dan kemudahan kepada penyusun sehingga penyusun dapat menyelesaikan karya tulis ilmiah berupa skripsi dengan judul “Simulasi *Computational Fluid Dynamic (CFD)* Fraksi Hampa Aliran Dua-Fasa Udara–Air dan Minyak Pada *T-Junction* Pipa Kapiler” dapat saya selesaikan dengan baik tanpa halangan apapun.

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh hasil simulasi komputasi dinamika fluida fraksi hampa aliran dua fase air-udara dan minyak pada pipa kapiler *T-junction*. Berdasarkan hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pola aliran yang didapatkan adalah pola aliran *Plug-Slug* dan pola aliran *churn*.

Penyusun menyadari dalam penyusunan 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 sebagaimana mestinya.

*Wassalamu'alaikum Wr.Wb*

Terimakasih,  
Yogyakarta, 10  
November 2022



Akbar Afrizal  
20180130090

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN .....</b>	<b>xi</b>
<b>INTISARI .....</b>	<b>xii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	3
1.3. Asumsi dan Batasan Masalah .....	3
1.4. Tujuan Penelitian .....	3
1.5. Manfaat Penelitian .....	4
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....</b>	<b>5</b>
2.1. Tinjauan Pustaka .....	5
2.2. Landasan Teori.....	9
2.2.1. Definisi Fluida .....	9
2.2.2. Aliran Fluida.....	9
2.2.3. Tinjauan Umum Aliran Dua Fase.....	11
2.2.4. Pola Aliran Fluida.....	11
2.2.5. Fraksi Hampa Aliran Dua Fase .....	12
2.2.6. Fraksi Hampa Homogen.....	14
2.2.7. Kecepatan Superfisial .....	15
2.2.8. Pola Aliran <i>Air Inlet T-junction</i> .....	16
2.2.9. Udara-Air dan Minyak.....	19
2.2.10. <i>Computational Fluid Dynamic (CFD)</i> .....	20
2.2.11. Tahapan <i>CFD</i> .....	20
2.2.12. <i>Pre Processing</i> .....	21
2.2.13. <i>Processing</i> .....	24

2.2.14. <i>Post Processing</i> .....	24
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN.....</b>	<b>25</b>
3.1. Variasi $J_G$ dan $J_L$ .....	25
3.2. Bahan.....	25
3.3. Diagram Alir penelitian.....	26
3.4. Langkah Penelitian.....	28
3.4.1. Geometri .....	28
3.4.2. <i>Processing</i> .....	32
3.4.3. <i>Post Processing</i> .....	41
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>42</b>
4.1.1. Karakteristik Simulasi .....	42
4.1.2. Alat .....	42
4.1.3. Pola Aliran .....	44
4.1.4. Fraksi Hampa.....	46
4.1.5. Fraksi Hampa Pola Aliran <i>Plug</i> .....	46
4.1.6. Fraksi Hampa Pola Aliran <i>Slug</i> .....	47
4.1.7. Fraksi Hampa Pola Aliran <i>Churn</i> .....	49
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>51</b>
5.1. Kesimpulan .....	51
5.2. Saran.....	51
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>54</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>56</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Aliran dua fasapdi <i>T-junction</i> (CME, 2001) .....	6
Gambar 2.2 Pola aliran <i>bubbly</i> dengan $J_G = 0,207$ m/s dan $J_L = 2,297$ m/s pada (a). GL40, (b). GL50. (c). GL60, (d). GL70 (Sukamta, Rianda, and Sudarja, 2020).....	7
Gambar 2.3 Fraksi hampa terhadap waktu pada pola aliran <i>bubbly</i> dengan $J_G =$ $0,207$ m/s dan $J_L = 2,297$ m/s pada (a). GL40, (b). GL50. (c). GL60, (d). GL70 (Sukamta, Rianda, and Sudarja, 2020).....	7
Gambar 2.4. Pola aliran gas-cair pada pipa horizontal (Darzi and Park,2018).....	12
Gambar 2.5. Fraksi hampa <i>chordal</i> (Thome, 2004) .....	13
Gambar 2.6 <i>Cross- section void fraction</i> (Thome, 2004) .....	13
Gambar 2.7 Fraksi hampa volumetrik (Thome, 2004).....	14
Gambar 2.8 (a) Pola Aliran <i>Stratified</i> (b) Pola Aliran <i>Stratified Wavy</i> (c) Pola Aliran <i>Three Layer</i> (d) Pola Aliran <i>Dispersed</i> Berman dkk., (2010).....	18
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian.....	27
Gambar 3.2 Geometri fluida kerja .....	28
Gambar 3.3 (a) geometri keseluruhan, (b) geometri bagian <i>inlet-outlet</i> (c) geometri pembagian <i>inlet gas</i> dan <i>inlet liquid</i> dan titik seksi uji .....	29
Gambar 3.4 Bentuk <i>mesh</i> geometri <i>T-Junction 2D</i> .....	31
Gambar 3.5 <i>Skewness equiangle geometri 2D</i> .....	31
Gambar 3.6 <i>General Setup</i> .....	33
Gambar 3.7 <i>Setup Multiphase Models</i> .....	34
Gambar 3.8 <i>Surface tension</i> .....	35
Gambar 3.9. <i>Material Properties</i> .....	36
Gambar 3.10 <i>Boundary conditions</i> .....	37
Gambar 3.11 <i>Solution Methods</i> .....	38
Gambar 3.12 Report file.....	38
Gambar 3.13 <i>Solution Initialization</i> .....	39
Gambar 3.14 <i>Run Calculation</i> .....	40
Gambar 3.15 Grafik <i>residual</i> .....	41

Gambar 4.1. <i>Air Volume Fraction</i> pada simulasi.....	44
Gambar 4.2 Kontur pola aliran (a) <i>Slug</i> (b) <i>Plug</i> (c) <i>Churn</i> .....	45
Gambar 4.3. Kontur pola aliran <i>plug</i> pada $J_G = 0,0829$ m/s dan $J_L = 0,0414$ m/s	46
Gambar 4.4. Grafik <i>air volume fraction</i> pola aliran <i>plug</i> .....	47
Gambar 4.5. Kontur pola aliran <i>slug</i> pada $J_G = 3,3174$ m/s dan $J_L = 0,622$ m/s...	48
Gambar 4.6. Grafik <i>air volume fraction</i> pola aliran <i>slug</i> .....	48
Gambar 4.7. Kontur pola aliran <i>churn</i> pada $J_G = 3,3174$ m/s dan $J_L = 1,244$ m/s	49
Gambar 4.8 Grafik <i>air volume fraction</i> pola aliran <i>churn</i> .....	50

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Variasi Kecepatan Superfisial Gas dan Liquid .....	25
Tabel 3.2 Sifat fisik cairan .....	26
Tabel 3.3 Informasi <i>mesh</i> .....	30
Tabel 4.1 Tabel <i>Hardwere</i> .....	43
Table 4.2 Tabel <i>Software</i> .....	43
Tabel 4.3 <i>Setup</i> pada Simulasi .....	44



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data <i>Set Up</i> .....	54
Lampiran 2 Informasi <i>Mesh</i> .....	54
Lampiran 3 Sifat Fisik Cairan .....	55

## 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)
$\rho$	: Massa jenis fluida ( $kg/m^3$ )
$v$	: Kecepatan rata-rata fluida dalam saluran (m/s)
$\mu$	: Viskositas dinamis fluida (kg/m.s)