

**SKRIPSI**

**STUDI EKSPERIMENTAL TENTANG POLA ALIRAN DAN FRAKSI  
HAMPALIRAN MULTI KOMPONEN DUA-FASE GAS-CAMPURAN  
AQUADES 43% GLISERIN 50% BUTANOL 7% PADA  
PIPA MINI HORIZONTAL**

Ditujukan untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana  
Teknik



**Disusun Oleh:**

**Ahmad Miftakhul Ulum**  
**(20160130203)**

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA  
2023**

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ahmad Miftahul Ulum  
Nomor Induk Mahasiswa : 20160130203  
Program Studi : S-1 Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik  
Judul Penelitian : Studi Eksperimental Tentang Pola Aliran Dan Fraksi  
Hampa Aliran Multi Komponen Dua-Fase Gas  
Campuran Akuades 43% Gliserin 50% Butanol 7%  
Pada Pipa Mini Horizontal.

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa dalam tugas akhir ini adalah asli karya saya dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu Perguruan Tinggi dan sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya yang pernah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang sengaja tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan sumbernya dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 12 Mei 2023



Ahmad Miftahul Ulum

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbilalaamiin atas segala karunia nikmat, rahmat serta petunjukNya sehingga sehingga tugas akhir dengan judul “Studi Experimental Tentang Pola Aliran Dan Fraksi Hampa Aliran Multi Komponen Dua Fase: Gas-Campuran *Aquades* 43% *Glycerin* 50% *Butanol* 7% Pada Pipa Mini Horisontal” berupa penyusunan skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Penyusunan skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana S-1 di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna dikarenakan terbatasnya pengalaman dan pengetahuan yang dimiliki penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan segala bentuk saran serta kritik yang membangun dari berbagai pihak. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat untuk mendorong penelitian selanjutnya.

Yogyakarta, 12 Mei 2023



Ahmad Miftakhul Ulum

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN.....	xii
INTISARI.....	xiii
<i>Abstractz</i> .....	xiv
BAB I.....	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 II.....	5
KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	5
2.1. Kajian Pustaka.....	5
2.2. Landasan Teori.....	10
2.2.1. Fase dan Aliran Dua Fase.....	10
2.2.2. Kecepatan Superfisial.....	11
2.2.3. Tegangan Permukaan.....	11

2.2.4 Viskositas .....	12
2.2.5 <i>Glycerin</i> .....	12
2.2.6. <i>Butanol</i> .....	13
2.2.7 Pola Aliran Dua Fase.....	13
2.2.8 Peta Pola Aliran Dua Fase.....	14
2.2.9 Fraksi Hampa (Void Fraction) .....	15
2.2.10 <i>Digital Image Processing</i> .....	15
2.2.11 Metode Analisis Statistik .....	16
<b>BAB III.....</b>	<b>18</b>
<b>METODE PENELITIAN .....</b>	<b>18</b>
3.1. Tempat Penelitian.....	18
3.2. Alat dan Bahan Penelitian .....	18
3.2.1. Alat Penelitian .....	18
3.2.2 Seksi Uji .....	24
3.3. Bahan Penelitian.....	26
3.4. Skema alat yang digunakan.....	27
3.5. Diagram Alir Penelitian.....	29
<b>BAB IV.....</b>	<b>31</b>
<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>31</b>
4.1. Pola Aliran.....	31
4.1.1 Pola Aliran <i>Plug</i> .....	31
4.1.2. Pola Aliran <i>Bubbly</i> .....	34
4.1.3. Pola Aliran <i>Slug Annular</i> .....	36
4.1.4. Pola Aliran <i>Annular</i> .....	37
4.1.5 Pola Aliran <i>churn</i> .....	39

4.2. Peta Pola Aliran.....	41
4.2.1. Perbandingan Peta Pola Aliran dengan Penelitian Terdahulu .....	43
4.3. Fraksi Hampa ( <i>Void Fraction</i> ) .....	45
4.3.1 Fraksi Hampa Pola Aliran <i>Plug</i> .....	45
4.3.2 Fraksi Hampa Pola Aliran <i>Bubbly</i> .....	46
4.3.3 Fraksi Hampa Pola Aliran <i>Slug-Annular</i> .....	47
4.3.4 Fraksi Hampa Pola Aliran <i>Annular</i> .....	48
4.3.5 Fraksi Hampa Pola aliran <i>Churn</i> .....	49
4.4 Perbandingan Pengaruh Kecepatan Superfisial Terhadap Fraksi Hampa ...	51
4.5. Perbandingan Fraksi Hampa Penelitian Terhadap Penelitian Sebelumnya	53
BAB V.....	55
PENUTUP .....	55
5.1. Kesimpulan.....	55
5.2. Saran.....	56
DAFTAR PUSTAKA.....	57
LAMPIRAN .....	60

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Pola aliran teridentifikasi (Serizawa dkk, 2002) .....	6
Gambar 2. 2 Peta pola aliran (Serizawa dkk, 2002) .....	6
Gambar 2. 3 Bentuk pola aliran (Triplett dkk, 1999) .....	7
Gambar 2. 4 Bentuk peta pola aliran (Triplett dkk, 1999) .....	8
Gambar 2. 5 Bentuk pola aliran yang terobservasi (F. Jayadi dkk, 2015) .....	14
Gambar 2. 6 Peta pola aliran Sudarja Dkk (2014) dibandingkan.....	15
Gambar 2. 7 Langkah-langkah dalam <i>image processing</i> (Mayor dkk, 2007).....	16
Gambar 3. 1 Kompresor .....	18
Gambar 3. 2 Selang .....	19
Gambar 3. 3 <i>Flowmeter</i> udara .....	19
Gambar 3. 4 <i>Regulator</i> dan <i>filter</i> .....	20
Gambar 3. 5 Bak penampungan fluida cair .....	20
Gambar 3. 6 Pompa Air.....	21
Gambar 3. 7 Bejana bertekanan.....	22
Gambar 3. 8 <i>Flowmeter</i> Air.....	23
Gambar 3. 9 <i>Check valve</i> .....	23
Gambar 3. 10 <i>Ball valve</i> .....	24
Gambar 3. 11 Kamera Nikon J4.....	24
Gambar 3. 12 <i>Mixer</i> .....	25
Gambar 3. 13 <i>Test section</i> .....	25
Gambar 3. 14 Lampu penerangan2 Lampu LED .....	26
Gambar 3. 15 Cairan (a) <i>Aquades</i> , (b) <i>Glycerin</i> , (c) <i>Butanol</i> .....	27
Gambar 3. 16 Skema alat uji .....	28
Gambar 3. 17 Diagram alir penelitian .....	29
Gambar 4. 1 Peta pola aliran konsentrasi gas-campuran <i>Aquades</i> 43% <i>glycserin</i> 50% <i>Butanol</i> 7%.....	41
Gambar 4. 2 Peta pola aliran hasil penelitian ini dibandingkan dengan peta pola Sudarja (2019).....	43

Gambar 4. 3 Peta pola aliran hasil penelitian ini dibandingkan dengan peta pola aliran Triplett dkk. (1999). .....	44
Gambar 4. 4 Pengaruh kenaikan $J_L$ terhadap fraksi hampa .....	51
Gambar 4. 5 Pengaruh kenaikan $J_G$ terhadap fraksi hampa.....	52
Gambar 4. 6 Hubungan antara fraksi hampa hasil penelitian dengan korelasi model homogen dan penelitian terdahulu .....	53



## DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Spesifikasi kompresor .....	18
Tabel 3. 2 Spesifikasi bak penampung cairan .....	21
Tabel 3. 3 Spesifikasi Pompa Air .....	21
Tabel 3. 4 Spesifikasi bejana bertekanan .....	22
Tabel 3. 5 Sifat fisik udara .....	27
Tabel 4. 1 Perbedaan antara pola aliran <i>plug</i> dengan konsentrasi gas- campuran <i>Aquades</i> 43%, <i>Glycerin</i> 50%, <i>Butanol</i> 7% dengan nilai $J_G$ tetap, $J_G = 0,025$ m/s dan $J_L$ bervariasi.....	31
Tabel 4. 2 Perbedaan pola aliran <i>plug</i> dengan konsentrasi gas- campuran <i>Aquades</i> 43% <i>Glycerin</i> 50% dan <i>Butanol</i> 7% dengan nilai $J_L$ tetap, $J_L = 0,033$ m/s, dan $J_G$ bervariasi. ....	33
Tabel 4. 3 Perbedaan pola aliran <i>bubbly</i> dengan konsentrasi gas-campuran <i>Aquades</i> 43% <i>Glycerin</i> 50% dan <i>Butanol</i> 7% nilai $J_G$ tetap, $J_G = 0,423$ m/s dan $J_L$ bervariasi. ....	34
Tabel 4. 4 Perbedaan pola <i>bubbly</i> aliran dengan konsentrasi gas-campuran <i>Aquades</i> 43% <i>Glycerin</i> 50% dan <i>Butanol</i> 7% nilai $J_L$ tetap, $J_L = 2,297$ m/s dan $J_G$ bervariasi. ....	35
Tabel 4. 5 Perbedaan pola <i>slug anular</i> aliran dengan konsentrasi <i>Aquades</i> 43% <i>Glycerin</i> 50% dan <i>Butanol</i> 7% nilai $J_G$ tetap, $J_G = 1,941$ m/s dan $J_L$ bervariasi....	36
Tabel 4. 6 Perbedaan pola <i>slug anular</i> aliran dengan konsentrasi <i>Aquades</i> 43% <i>Glycerin</i> 50% serta <i>Butanol</i> 7% nilai $J_L$ tetap, $J_L = 0,033$ dan $J_G$ bervariasi.....	37
Tabel 4. 7 Perbedaan pola <i>anular</i> aliran dengan konsentrasi <i>Aquades</i> 43%, <i>Glycerin</i> 50%, dan <i>Butanol</i> 7% nilai $J_G$ tetap, $J_G = 58,05$ m/s dan $J_L$ bervariasi...	38
Tabel 4. 8 Perbedaan pola <i>anular</i> aliran dengan konsentrasi <i>Aquades</i> 43%, <i>Glycerin</i> 50%, dan <i>Butanol</i> 7% nilai $J_L$ tetap, $J_L = 0,149$ m/s dan $J_G$ bervariasi...	39
Tabel 4. 9 Perbedaan pola <i>churn</i> aliran dengan konsentrasi <i>Butanol</i> 7% , <i>Glycerin</i> 50%, <i>Aquades</i> 43% nilai $J_G$ tetap, $J_G = 4.238$ m/s serta $J_L$ bervariasi. ....	40
Tabel 4. 10 Perbedaan pola <i>anular</i> aliran dengan konsentrasi <i>Aquades</i> 43 %, <i>Glycerin</i> 50% <i>Butanol</i> 7% nilai $J_L$ tetap, $J_L = 0,879$ m/s serta $J_G$ bervariasi.....	40

Tabel 4. 11 Perbedaan <i>time average</i> dan PDF pola aliran <i>plug</i> dengan $J_L = 0,539$ /s pada $J_G = 0,025$ m/s dan 0,116 m/s.....	45
Tabel 4. 12 Perbedaan <i>time average</i> dan PDF pola aliran <i>bubbly</i> dengan $J_L = 2,297$ m/s pada $J_G = 0,116$ m/s dan 0,423 m/s. ....	47
Tabel 4. 13 Perbedaan <i>time average</i> dan PDF pola aliran <i>slug annular</i> dengan $J_L = 0,033$ m/s pada $J_G = 1,941$ m/s dan 7 m/s.....	48
Tabel 4. 14 Perbedaan <i>time average</i> dan PDF pola aliran <i>annular</i> dengan $J_L = 0,149$ m/s pada $J_G = 58,05$ m/s dan 66,3 m/s. ....	49
Tabel 4. 15 Perbedaan <i>time average</i> dan PDF pola aliran <i>churn</i> dengan $J_L = 0,879$ m/s pada $J_G 4,238$ m/s dan 7 m/s .....	50

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel kecepatan superfisial terbentuknya pola aliran.....	60
Lampiran 2. Hasil uji laboratorium tegangan permukaan dan viskositas campuran <i>Aquades, Glycerin, dan Butanol</i> .....	62
Lampiran 3. Hasil perhitungan fraksi hampa homogen dan data fraksi hampa penelitian .....	63
Lampiran 4. Matrik pengambilan data pola aliran .....	64

## 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 ( $m^2$ )
$D$	: Diameter pipa (mm)
$\rho$	: Massa jenis ( $kg/m^3$ )
$\mu$	: Viskositas dinamis (mPa.s)
$\nu$	: Viskositas kinematis ( $mm^2/s$ )
$\varepsilon$	: Fraksi hampa (-)
$\beta$	: Fraksi hampa homogen (-)
$\gamma$	: Tegangan permukaan (N/m)
$F$	: Gaya (N)