

**SKRIPSI**  
**KAJIAN EKSPERIMENTAL ALIRAN MULTI KOMPONEN**  
**(UDARA, AKUADES 27%, GLISERIN 70%, BUTANOL 3%)**  
**PADA PIPA MINI DENGAN KEMIRINGAN 20 DERAJAT**  
**TERHADAP HORIZONTAL**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar

Sarjana Teknik



**UMY**

**UNIVERSITAS  
MUHAMMADIYAH  
YOGYAKARTA**

Unggul & Islami

Disusun Oleh:

**Adi Sumarsono**

**20170130120**

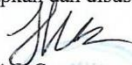
**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**  
**2021**



## LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI


**Kajian Eksperimental Aliran Multi Komponen (Udara, Akuades 27%, Gliserin 70%,  
Butanol 3%) pada Pipa Mini dengan Kemiringan 20 Derajat terhadap Horizontal**  
*Experimental Study Of Multi Component Flow (Air, 27% Aquades, 70% Glycerine, 3%  
Butanol) In Mini Pipe With 20 Degree Slope to Horizontal*

Dipersiapkan dan disusun oleh :

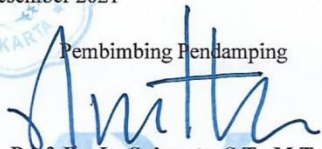
  
**Adi Sumarsono**  
NIM 20160130120

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
pada tanggal, 7 Desember 2021


Pembimbing Utama

  
**Dr. Ir. Sudarja, M.T.,IPM**  
NIK 19620904 200104 123050

Pembimbing Pendamping

  
**Prof. Dr. Ir. Sukamta, S.T., M.T.,IPM**  
NIK 19700502 199603 123023

Penguji

  
**Dr. Muhammad Najib, S.T.,M.Eng**  
NIK 19660616199702 123033

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

Tanggal, 7 Desember 2021

Mengetahui,

Ketua Program Studi S-1 Teknik Mesin FT UMY

  
**Ir. Bedi Partipurna Kamtel, S.T., M.M., M.Eng.Sc., Ph.D**  
NIK 19740302 200104 123049

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Adi Sumarsono  
Nomor Induk Mahasiswa : 20160130120  
Program Studi : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik  
Judul Penelitian : Kajian Eksperimental Aliran Multi Komponen  
(Udara, Akuades 23%, Gliserin 70%, Butanol 3%)  
pada Pipa Mini dengan Kemiringan 20 Derajat  
terhadap Horisontal

Saya menyatakan bahwa skripsi ini adalah asli hasil karya saya dan di dalamnya tidak terdapat karya (tulisan) yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di perguruan tinggi lain 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 naskah dan daftar pustaka.

Yogyakarta, 7 Desember 2021



Adi Sumarsono

## **KATA PENGANTAR**

Alhamdulillahirabbilalaamiin atas segala karunia nikmat, rahmat serta petunjuk-Nya, sehingga tugas akhir dengan judul “Kajian Experimental Aliran Multi Komponen (Udara, Akuades 23%, Gliserin 70%, Butanol 3%) pada Pipa Mini dengan Kemiringan 20 Derajat terhadap Horizontal” 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.

Dalam Penyusunan skripsi ini penulis telah banyak mendapat masukan, bimbingan, serta motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Berli Paripurna Kamiel, S.T., M.M., M.Eng.Sc., Ph.D. selaku Ketua Program Studi S-1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Bapak Dr. Ir. Sudarja M.T., IPM., selaku dosen pembimbing utama tugas akhir atas bimbingan, bantuan dan saran-saran yang telah diberikan kepada penyusun dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Sukamta M.T., IPM., selaku dosen pembimbing pendamping tugas akhir atas bimbingan, bantuan dan saran-saran yang telah diberikan kepada penyusun dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Bapak Ibu Dosen dan Staf lainnya serta seluruh civitas akademika Program Studi S-1 Teknik Mesin yang telah memberikan banyak pengalaman, dan bantuan kepada penulis selama berada di lingkungan Program Studi S-1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Semoga seluruh amal baik dari pihak-pihak yang disebutkan mendapatkan balasan dari Allah SWT dengan balasan berlipat ganda dan segala kekhilafan baik

yang disengaja maupun tidak disengaja mendapatkan ampunan sebesar-besarnya dari Allah SWT.

Perlu disadari bahwa dengan segala keterbatasan, skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Kritik dan saran yang membangun diharapkan demi sempurnanya laporan ini ke depan serta sebagai bahan pembelajaran yang sebaik-baiknya. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi seluruh pihak yang berproses, berkepentingan, dan berkenan untuk membacanya.

Yogyakarta, 7 desember 2021



Adi Sumarsono

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN.....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xv</b>
<b>INTISARI .....</b>	<b>xvi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	3
1.3. Batasan Masalah.....	4
1.4. Tujuan Penelitian.....	4
1.5. Manfaat Penelitian.....	5
<b>BAB II .....</b>	<b>6</b>
<b>TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI .....</b>	<b>6</b>
2.1. Tinjauan Pustaka .....	6
2.2. Dasar Teori .....	11
2.2.1. Aliran Dua Fase.....	11
2.2.2. Tegangan Permukaan .....	11
2.2.3. Kecepatan Superfisial.....	12

2.2.4.	Viskositas .....	13
2.2.5.	Butanol .....	13
2.2.6.	Gliserin .....	14
2.2.7.	Akuades.....	15
2.2.8.	Pola Aliran .....	16
2.2.9.	Peta pola aliran .....	18
2.2.10.	Fraksi Hampa .....	19
2.2.11.	Digital Image Processing .....	22
2.2.12.	<i>Noise</i> .....	23
2.2.13.	<i>Filtering</i> .....	24
2.2.14.	Metode Analisis Statik .....	25
2.2.15.	Gradien Tekanan .....	26
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>		<b>28</b>
3.1.	Tempat Penelitian .....	28
3.2.	Bahan Penelitian .....	28
3.3.	Alat Penelitian .....	29
3.3.1.	Skema Alat yang Digunakan.....	29
3.3.2.	Alur Aliran Fluida .....	30
3.3.3.	Alur Aliran Udara .....	35
3.3.4.	Peralatan Pengambilan Gambar .....	38
3.3.5.	Peralatan Uji.....	39
3.4.	Diagram Alir Penelitian.....	43
3.5.	Tahapan Penelitian .....	44
3.6.	Pengolahan Data .....	45
3.6.1.	Pola Aliran dan Peta Pola Aliran .....	45

3.6.2.	Gradien Tekan .....	45
3.6.3.	Fraksi Hampa .....	46
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>49</b>
4.1.	Kalibrasi Alat Ukur .....	49
4.2.	Pola Aliran.....	50
4.2.1.	Pola Aliran <i>Disperse Bubbly</i> .....	50
4.2.2.	Pola Aliran <i>Plug</i> .....	53
4.2.3.	Pola Aliran <i>Slug Annular</i> .....	55
4.2.4.	Pola Aliran <i>Churn</i> .....	58
4.2.5.	Pola Aliran <i>Annular</i> .....	60
4.3.	Peta Pola Aliran .....	64
4.4.	Perbandingan Peta Pola Aliran .....	65
4.5.	Fraksi Hampa .....	67
4.5.1.	Fraksi Hampa Pola Aliran <i>Disperse Bubbly</i> .....	68
4.5.2.	Fraksi Hampa Pola Aliran <i>Plug</i> .....	69
4.5.3.	Fraksi Hampa Pola Aliran <i>Slug Annular</i> .....	70
4.5.4.	Fraksi Hampa Pola Aliran <i>Churn</i> .....	71
4.5.5.	Fraksi Hampa Pola Aliran <i>Annular</i> .....	72
4.2.	Gradien Tekanan ( <i>Pressure Gradient</i> ) .....	73
<b>BAB V PENUTUP .....</b>		<b>77</b>
5.1.	Kesimpulan.....	77
5.2.	Saran .....	78
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>80</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>		<b>82</b>



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Pola aliran (a) <i>Bubble</i> , (b) <i>Slug</i> , (c) <i>Annular</i> , (d) <i>Slug – annular</i> , (e) <i>Churn</i> (Triplett dkk, 1999)	7
Gambar 2. 2. Perbandingan peta pola aliran Triplett dkk, (1999) dengan peneliti terdahulu	8
Gambar 2. 3. Peta pola aliran, (a) 530 $\mu\text{m}$ dan (b) 250 $\mu\text{m}$ (Chung & Kawaji, 2004)	9
Gambar 2.4. Perbandingan peta pola aliran Sudarja dkk, (2021) dengan peneliti terdahulu	10
Gambar 2.5. Pola aliran <i>bubble</i> (Triplett dkk, 1999)	16
Gambar 2.6. Pola aliran <i>slug</i> (Triplett dkk, 1999)	17
Gambar 2.7. Pola aliran <i>slug – annular</i> (Triplett dkk, 1999)	17
Gambar 2. 8. Pola aliran <i>annular</i> (Triplett dkk, 1999)	18
Gambar 2. 9. Pola aliran <i>churn</i> (Triplett dkk, 1999)	18
Gambar 2. 10. Perbandingan peta pola aliran (Sudarja dkk, 2014) dengan peta pola aliran (Triplett dkk, 1999)	19
Gambar 2. 11. Skema fraksi hampa metode <i>chordal</i>	21
Gambar 2. 12. Skema fraksi hampa metode <i>cross section</i>	21
Gambar 2. 13. Skema fraksi hampa metode <i>volumetric</i>	22
Gambar 2. 14. Contoh grafik <i>time average</i>	25
Gambar 2. 15. Contoh <i>Probability Distribution Function</i>	26
Gambar 2. 16. Diagram alir	43
Gambar 3. 1. Fluida cair	29
Gambar 3. 2 Skema alat uji	30
Gambar 3. 3. Penampung fluida cair	31
Gambar 3. 4. Pompa air	32

Gambar 3. 5. Bejana bertekanan	33
Gambar 3. 6. <i>gate valve</i>	34
Gambar 3. 7. <i>Flowmeter</i> cairan	35
Gambar 3. 8. Kompresor	36
Gambar 3. 9. Regulator dan <i>fiter</i>	36
Gambar 3. 10. <i>Flowmeter</i> udara	37
Gambar 3. 11. Kamera	38
Gambar 3. 12. Lampu <i>LED</i>	39
Gambar 3. 13. <i>Mixer</i>	40
Gambar 3. 14. <i>Correction box</i>	40
Gambar 3. 15 Komputer	41
Gambar 3. 16. <i>Advantec</i> USB-4704	41
Gambar 4. 1 Kalibrasi <i>pressure transducer</i>	49
Gambar 4. 2.Peta pola aliran udara, aquades 27%, gliserin 70%, butanol 3% pada pipa mini dengan kemiringan 20 derajat terhadap horizontal	64
Gambar 4. 3. Perbandingan peta pola penelitian ini dengan peta Triplett dkk, (1999) dan peta Sudarja dkk, (2021)	66
Gambar 4. 4. Pengaruh $J_t$ terhadap <i>pressure gradient</i> pada variasi nilai $J_G$	74
Gambar 4. 5. Pengaruh $J_G$ terhadap <i>pressure gradient</i> pada variasi nilai $J_t$	74
Gambar 4. 6. <i>Pressure gradient</i> pola aliran <i>annular</i> dengan $J_G = 66,61$ m/s $J_t =$ 0,149 m/s	75
Gambar 4. 7. Grafik <i>Probability Distribution Function</i> (PDF) terhadap <i>gradien tekanan</i> pada pola aliran <i>annular</i> dengan nilai $J_G =$ 66,618 m/s dan nilai $J_t = 0,149$ m/s	76

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2. 1.</b> Sifat fisik butanol .....	14
<b>Tabel 2. 2.</b> Sifat fisik gliserin .....	15
<b>Tabel 2. 3.</b> Sifat fisik akuades .....	15
<b>Tabel 3. 1</b> Sifat fisik fluida udara.....	28
<b>Tabel 3. 2.</b> Spesifikasi penampung fluida.....	31
<b>Tabel 3. 3.</b> Spesifikasi pompa air.....	32
<b>Tabel 3. 4.</b> Spesifikasi bejana bertekanan.....	33
<b>Tabel 3. 5.</b> Spesifikasi <i>flowmeter</i> cairan.....	34
<b>Tabel 3. 6.</b> Spesifikasi kompresor.....	35
<b>Tabel 3. 7.</b> Spesifikasi <i>flowmeter</i> udara.....	37
<b>Tabel 3. 8.</b> Spesifikasi kamera .....	38
<b>Tabel 3. 9.</b> Spesifikasi <i>advantec</i> USB-4704.....	42
<b>Tabel 4. 1.</b> Perbandingan pola aliran <i>disperse bubbly</i> dengan nilai $J_L$ tetap yaitu $J_L$ = 4,935 m/s dan nilai $J_G$ bervariasi .....	51
<b>Tabel 4. 2.</b> Perbandingan pola aliran <i>disperse bubbly</i> dengan nilai $J_L$ tetap yaitu $J_L$ = 0,423 m/s dan nilai $J_G$ bervariasi .....	52
<b>Tabel 4. 3.</b> Perbandingan antara pola aliran <i>plug</i> dengan nilai $J_L$ tetap yaitu $J_L = 0,$ 879 m/s dan nilai $J_G$ bervariasi .....	54
<b>Tabel 4. 4.</b> Perbandingan antara pola aliran <i>plug</i> dengan nilai $J_G$ tetap yaitu $J_G =$ 0,025 m/s dan nilai $J_L$ bervariasi .....	55
<b>Tabel 4. 5.</b> Perbandingan pola aliran <i>slug annular</i> dengan nilai $J_L$ tetap yaitu $J_L =$ 0,033 m/s dan nilai $J_G$ bervariasi .....	56
<b>Tabel 4. 6.</b> Perbandingan pola aliran <i>slug annular</i> dengan nilai $J_G$ tetap yaitu $J_G =$ 7 m/s dan nilai $J_L$ bervariasi .....	57

<b>Tabel 4. 8.</b> Perbandingan pola aliran <i>churn</i> dengan nilai $J_G$ tetap yaitu $J_G = 4,238$ m/s dan nilai $J_L$ bervariasi .....	60
<b>Tabel 4. 9.</b> Perbandingan pola aliran <i>annular</i> dengan nilai $J_L$ tetap yaitu $J_L = 0,539$ m/s dan nilai $J_G$ bervariasi .....	61
<b>Tabel 4. 10.</b> Perbandingan pola aliran <i>annular</i> dengan nilai $J_G$ tetap yaitu $J_G = 50$ m/s dan nilai $J_L$ bervariasi .....	63
<b>Tabel 4. 11.</b> Perbandingan <i>time average</i> , PDF, dan persentase pola aliran <i>disperse bubble</i> dengan $J_L = 4,935$ m/s pada $J_G = 0,116$ dan $0,423$ m/s .....	68
<b>Tabel 4. 12.</b> Perbandingan <i>time average</i> , PDF, dan persentase pola aliran <i>plug</i> dengan $J_L = 0,149$ m/s pada $J_G = 0,025$ m/s dan $0,423$ m/s .....	69
<b>Tabel 4. 13.</b> Perbandingan <i>time average</i> , PDF, dan persentase pola aliran <i>slug annular</i> dengan $J_L = 0,149$ m/s pada $J_G = 7$ dan $9,62$ m/s .....	70
<b>Tabel 4. 14.</b> Perbandingan <i>time average</i> , PDF, dan persentase pola aliran <i>churn</i> dengan $J_L = 2,297$ m/s pada $J_G = 4,238$ dan $7$ m/s .....	72
<b>Tabel 4. 15.</b> Perbandingan <i>time average</i> , PDF, dan persentase pola aliran <i>annular</i> dengan $J_L = 0,149$ m/s pada $J_G = 50$ dan $66,3$ m/s .....	73

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel kecepatan superfisial terbentuknya pola aliran.....	82
Lampiran 2. Hasil uji laboratorium tegangan permukaan campuran akuades, gliserin, dan butanol .....	85
Lampiran 3. Hasil uji laboratorium viskositas campuran akuades, gliserin, dan butanol.....	87
Lampiran 4 .....	88

