

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

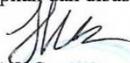
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
2021



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 :

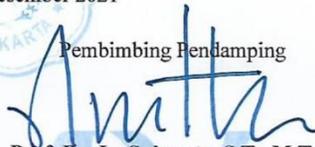

Adi Sumarsono
NIM 20160130120

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. Bendi 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

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
INTISARI	xvi
BAB I 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.....	5
BAB II	6
TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	6
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
BAB III METODE PENELITIAN		28
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
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	49
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
BAB V	PENUTUP	77
5.1.	Kesimpulan.....	77
5.2.	Saran	78
DAFTAR PUSTAKA		80
LAMPIRAN		82

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 μm dan (b) 250 μm (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

Tabel 2. 1. Sifat fisik butanol	14
Tabel 2. 2. Sifat fisik gliserin	15
Tabel 2. 3. Sifat fisik akuades	15
Tabel 3. 1 Sifat fisik fluida udara.....	28
Tabel 3. 2. Spesifikasi penampung fluida.....	31
Tabel 3. 3. Spesifikasi pompa air.....	32
Tabel 3. 4. Spesifikasi bejana bertekanan.....	33
Tabel 3. 5. Spesifikasi <i>flowmeter</i> cairan.....	34
Tabel 3. 6. Spesifikasi kompresor.....	35
Tabel 3. 7. Spesifikasi <i>flowmeter</i> udara.....	37
Tabel 3. 8. Spesifikasi kamera	38
Tabel 3. 9. Spesifikasi <i>advantec</i> USB-4704.....	42
Tabel 4. 1. 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
Tabel 4. 2. 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
Tabel 4. 3. 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
Tabel 4. 4. 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
Tabel 4. 5. 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
Tabel 4. 6. Perbandingan pola aliran <i>slug annular</i> dengan nilai J_G tetap yaitu $J_G =$ 7 m/s dan nilai J_L bervariasi.....	57

Tabel 4. 8. Perbandingan pola aliran <i>churn</i> dengan nilai J_G tetap yaitu $J_G = 4,238$ m/s dan nilai J_L bervariasi	60
Tabel 4. 9. Perbandingan pola aliran <i>annular</i> dengan nilai J_L tetap yaitu $J_L = 0,539$ m/s dan nilai J_G bervariasi	61
Tabel 4. 10. Perbandingan pola aliran <i>annular</i> dengan nilai J_G tetap yaitu $J_G = 50$ m/s dan nilai J_L bervariasi	63
Tabel 4. 11. 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
Tabel 4. 12. 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
Tabel 4. 13. 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
Tabel 4. 14. 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
Tabel 4. 15. 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

