

SKRIPSI

**KAJIAN EKSPERIMENTAL ALIRAN MULTI KOMPONEN (UDARA,
AKUADES 67%, GLISERIN 30%, BUTANOL 3%) PADA PIPA MINI
DENGAN KEMIRINGAN 20 DERAJAT TERHADAP HORIZONTAL**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar

Sarjana Teknik



Disusun Oleh:

Muhammad Aldi Riyadi

20170130095

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

2021

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Aldi Riyadi
Nomor Induk Mahasiswa : 20170130095
Program Studi : S-1 Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Penelitian : Kajian Eksperimental Aliran Multi
Komponen (Udara, Akuades 67%, Gliserin
30%, Butanol 3%) Pada Pipa Mini Dengan
Kemiringan 20 Derajat Terhadap
Horisontal

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, 9 Oktober 2021



Muhammad Aldi Riyadi

HALAMAN PERSEMBAHAN



Dengan mengucap Alhamdulillahillobbil'amin, puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan segala rahmat-Nya dan atas dukungan dan doa dari orang-orang tercinta sehingga penulis bisa tetap tegar untuk menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan tepat pada waktunya. Oleh karena itu dengan rasa bahagia dan bangga penulis haturkan terimakasih yang setulus-tulusnya kepada :

1. Kedua orang tua, bapak Sawali Purnomo dan ibu Rismawanah yang selalu berdoa dan memberikan dukungan dalam segala hal apapun. Dalam hal ini penulis hanya dapat mendoakan semoga bapak dan ibu senantiasa diberikan kesehatan dan dibalas oleh Allah atas semua kebaikan, pengorbanan yang telah dilakukan bapak dan ibu, Aamiin.
2. Terimakasih kepada Dr. Ir. Sudarja M.T., IPM. dan Prof. Dr. Ir. Sukamta M.T., IPM. yang telah menjadi pembimbing dan mengajari banyak hal sehingga dapat menyelesaikan naskah ini sesuai yang diharapkan.
3. Bapak ibu dosen dan staf serta laboran Program Studi S1 Teknik Mesin yang telah memberikan banyak pengalaman dan bantuan kepada penulis selama berada di lingkungan Program Studi S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
4. Teman-teman satu kelas (MKC) yang selalu membantu selama masa perkuliahan dan telah memberikan warna dalam masa perkuliahan. Semoga kebaikan kalian dibalas oleh Allah S.W.T.
5. Teman-teman seluruh angkatan 2017 yang berjuang bersama semasa perkuliahan.
6. Kontrakan LEO MOTOR yang siap bersedia mengurus motor kesayangan penulis dan sering refreshing bareng. Semoga kita semua senantiasa diberi jalan yang terbaik dan dimudahkan segala hal yang dihadapi kedepannya.
7. Teman-teman satu kelompok Tugas Akhir Aliran Dua Fase, mas Adi, mas Heru, Pifhe (pipe), Tri (boge), Naufal, Arisky, Ravian (menye) yang telah

membantu selama pengambilan data, pengolahan data, dan penulisan. Semoga semua yang telah dilakukan mendapatkan balasan yang setimpal oleh Allah S.W.T.

8. Teman-teman pengurus HMM yang telah memberi pengalaman dan tambahan ilmu untuk bekal yang akan datang. Terimakasih atas ilmunya yang didapat, semoga kedepannya lebih baik.
9. Teman-teman pengurus Mesin Tempur yang telah memberi hidup menjadi berwarna dan telah memberi pengalaman. Terimakasih atas pengalaman yang didapat, semoga kedepannya lebih baik.
10. Teruntuk semua orang yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu terimakasih sebesar-besarnya karena telah menjadi guru dalam kehidupan.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat, kenikmatan, dan karunia-Nya yang telah diberikan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Shalawat dan salam selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW, yang telah membimbing kita dari zaman yang penuh kegelapan menuju zaman yang terang benderang ini. Alhamdulillahirobbil'alamin penulis telah menyelesaikan tugas akhir dengan judul **“Kajian Experimental Aliran Multi Komponen (Udara, Akuades 67%, Gliserin 30%, Butanol 3%) Pada Pipa Mini Dengan Kemiringan 20 Derajat Terhadap Horisontal”**. Tugas akhir ini berisi tentang karakteristik pola dan peta aliran, nilai fraksi hampa dan gradien tekanan aliran dua fase pada pipa mini dengan kemiringan 20 derajat terhadap horisontal.

Penulis sangat bersyukur karena dapat menyelesaikan tugas akhir ini yang menjadi syarat untuk mendapatkan gelar sarjana dan sebagai bukti bahwa penulis telah menyelesaikan kuliah jenjang Strata-1 pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Selain itu, penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis selama proses penyusunan tugas akhir ini.

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih ada kekurangan dan masih jauh dari bentuk sempurna, seperti pepatah yang mengatakan “Tiada gading yang tak retak”. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dan memotivasi dari semua pihak untuk memperbaiki tugas akhir ini agar lebih baik dimasa yang akan datang.

Semoga tugas akhir ini bermanfaat dan dapat digunakan sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya. Atas perhatiannya penulis mengucapkan terimakasih. Wassalamu'alaikum Warahmatullaahi Wabarakaatuh.

Yogyakarta, 9 Oktober 2021

Penulis

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Aldi', written in a cursive style.

(Muhammad Aldi Riyadi)

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xv
INTISARI	xvi
ABSTRACT	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	4
2.1 Tinjauan Pustaka	4
2.2 Dasar Teori	7
2.2.1 Fase dan Aliran Dua Fase	7
2.2.2 Kecepatan Superfisial	7
2.2.3 Tegangan Permukaan.....	8
2.2.4 Viskositas.....	9
2.2.5 Akuades	9
2.2.6 Gliserin.....	10
2.2.7 Butanol.....	10
2.2.8 Pola Aliran	11
2.2.9 Peta Pola Aliran	12
2.2.10 Gradien Tekanan.....	13

2.2.11 Fraksi Hampa.....	14
2.2.12 <i>Digital Image Processing</i>	15
2.2.12.1 <i>Image</i>	16
2.2.12.2 <i>Noise</i>	17
2.2.12.3 <i>Filtering</i>	17
2.2.12.4 Metode Analisis Statistik	18
BAB III METODE PENELITIAN	19
3.1 Bahan Penelitian.....	19
3.2 Alat Penelitian	20
3.3 Tempat Penelitian.....	35
3.4 Skema Alat Uji	36
3.5 Diagram Alir.....	38
3.6 Proses Tahapan Penelitian.....	39
3.7 Pengolahan Data.....	40
3.7.1. Pola Aliran dan Peta Pola Aliran	40
3.7.2. Fraksi Hampa.....	40
3.7.3. Gradien Tekanan.....	42
BAB IV HASIL DAN PEMBAHAS	43
4.1 Kalibrasi Alat Ukur	43
4.2 Pola Aliran.....	44
4.2.1 Pola Aliran <i>Dispersed Bubble</i>	44
4.2.2 Pola Aliran <i>Plug</i>	46
4.2.3 Pola Aliran <i>Slug Annular</i>	47
4.2.4 Pola Aliran <i>Annular</i>	49
4.2.5 Pola Aliran <i>Churn</i>	51
4.3 Peta Pola Aliran.....	53
4.4 Perbandingan Peta Pola Aliran.....	55
4.5 Fraksi Hampa (<i>Void Fraction</i>)	58
4.5.1 Fraksi Hampa Pola Aliran <i>Dispersed Bubble</i>	58
4.5.2 Fraksi Hampa Pola Aliran <i>Plug</i>	59
4.5.3 Fraksi Hampa Pola Aliran <i>Slug Annular</i>	61
4.5.4 Fraksi Hampa Pola Aliran <i>Annular</i>	62

4.5.5	Fraksi Hampa Pola Aliran <i>Churn</i>	63
4.6	Gradien Tekanan	64
4.6.1	Pengaruh Kecepatan Superfisial Terhadap Gradien Tekanan Pada Aliran Dua Fase Udara–Akuades 67%, Gliserin 30% dan Butanol 3% Dengan Kemiringan 20 Derajat Terhadap Horisontal	65
4.6.2	Pengaruh Gradien Tekanan Terhadap Waktu	66
BAB V PENUTUP		68
5.1	Kesimpulan.....	68
5.1.1	Pola Aliran dan Peta Pola Aliran	68
5.1.2	Fraksi Hampa (<i>Void Fraction</i>).....	68
5.1.3	Gradien Tekanan.....	68
5.2	Saran	69
DAFTAR PUSTAKA		70
LAMPIRAN		73

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pola Aliran (Triplett dkk., 1999).....	5
Gambar 2.2 Peta Pola Aliran (Sudarja dkk., 2020).....	5
Gambar 2.3 Grafik Perbandingan <i>Pressure Drop</i> Terhadap Laju Aliran (Izwan Ismail dkk., 2015).....	6
Gambar 2.4 Peta Pola Aliran (Saisorn & Wongwises, 2008)	13
Gambar 2.5 Peta Pola Aliran (Sudarja dkk., 2020).....	13
Gambar 2.6 Fraksi Hampa <i>Chordal</i> (Thome, 2004).....	14
Gambar 2.7 Fraksi Hampa <i>Cross-Section</i> (Thome, 2004).....	15
Gambar 2.8 Fraksi Hampa <i>Volumetric</i> (Thome, 2004).....	15
Gambar 3.1 Cairan: (a) Gliserin, (b) Butanol, (c) Akuades	20
Gambar 3.2 Kompresor	21
Gambar 3.3 Bak Penampungan Fluida.....	22
Gambar 3.4 Pompa.....	23
Gambar 3.5 Bejana Bertekanan.....	24
Gambar 3.6 <i>Mixer</i>	25
Gambar 3.7 Pipa Kaca dan Seksi Uji	25
Gambar 3.8 <i>Optical Correction Box</i>	26
Gambar 3.9 <i>Flens</i>	26
Gambar 3.10 (a) <i>Flowmeter</i> Udara, (b) <i>Flowmeter</i> Air	27
Gambar 3.11 Selang	29
Gambar 3.12 <i>Gate Valve</i>	29
Gambar 3.13 <i>Check Valve</i>	30
Gambar 3.14 Lampu.....	30
Gambar 3.15 Kamera	31
Gambar 3.16 Advantec USB-4704	33
Gambar 3.17 Komputer.....	35
Gambar 3.18 Skema Alat Uji	36
Gambar 3.19 Diagram Alir	38
Gambar 4.1 Grafik kalibrasi MPX	43

Gambar 4.2 Peta Pola Aliran Akuades 67%, Gliserin 30%, Butanol 3%	54
Gambar 4.3 Perbandingan Peta Pola Aliran Hasil Penelitian Dengan Peta Pola Aliran (Triplet dkk., 1999).....	56
Gambar 4.4 Perbandingan Peta Pola Aliran Hasil Penelitian Dengan Peta Pola Aliran (Sudarja dkk., 2021).....	57
Gambar 4.5 Pengaruh J_G Terhadap Gradien Tekanan dengan Variasi J_L	65
Gambar 4.6 Pengaruh J_L Terhadap Gradien Tekanan dengan Variasi J_G	66
Gambar 4.7 Pengaruh Gradien Tekanan Terhadap Waktu dengan Campuran (Akuades 67%, Gliserin 30%, Butanol 3%) dan Kemiringan 20 Derajat Pada J_G 66,618 m/s dan J_L 0,033 m/s	67
Gambar 4.8 Grafik <i>Probability Distribution Function</i> (PDF) Gradien Tekanan dengan Nilai J_G 66,618 m/s dan J_L 0,033 m/s	67

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sifat Fisik Akuades	9
Tabel 2.2 Sifat Fisik Gliserin	10
Tabel 2.3 Sifat Fisik Butanol	11
Tabel 3.1 Sifat Fisik Udara	19
Tabel 3.2 Sifat Fisik Campuran Fluida	20
Tabel 3.3 Spesifikasi Kompresor	21
Tabel 3.4 Spesifikasi Bak Penampungan Fluida.....	22
Tabel 3.5 Spesifikasi Pompa	23
Tabel 3.6 Spesifikasi Bejana Bertekanan.....	24
Tabel 3.7 Spesifikasi <i>Flowmeter</i> Udara.....	28
Tabel 3.8 Spesifikasi <i>Flowmeter</i> Air	28
Tabel 3.9 Spesifikasi Kamera Nikon J4.....	32
Tabel 3.10 Spesifikasi Advantec USB-4704.....	34
Tabel 4.1 Perbandingan Pola Aliran <i>Dispersed Bubble</i> dengan Nilai J_G Tetap Yaitu $J_G = 0,116$ m/s dan Nilai J_L Bervariasi.....	45
Tabel 4.2 Perbandingan Pola Aliran <i>Dispersed Bubble</i> dengan Nilai J_L Tetap Yaitu $J_L = 2,308$ m/s dan Nilai J_G Bervariasi.....	45
Tabel 4.3 Perbandingan Pola Aliran <i>Plug</i> dengan Nilai J_G Tetap Yaitu $J_G = 0,116$ m/s dan Nilai J_L Bervariasi	46
Tabel 4.4 Perbandingan Pola Aliran <i>Plug</i> dengan Nilai J_L Tetap Yaitu $J_L = 0,033$ m/s dan Nilai J_G Bervariasi.....	47
Tabel 4.5 Perbandingan Pola Aliran <i>Slug Annular</i> dengan Nilai J_G Tetap Yaitu $J_G = 4,258$ m/s dan Nilai J_L Bervariasi	48
Tabel 4.6 Perbandingan Pola Aliran <i>Slug Annular</i> dengan Nilai J_L Tetap Yaitu $J_L = 0,149$ m/s dan Nilai J_G Bervariasi.....	49
Tabel 4.7 Perbandingan Pola Aliran <i>Annular</i> dengan Nilai J_G Tetap Yaitu $J_G = 50,24$ m/s dan Nilai J_L Bervariasi	50
Tabel 4.8 Perbandingan Pola Aliran <i>Annular</i> dengan Nilai J_L Tetap Yaitu $J_L = 0,033$ m/s dan Nilai J_G Bervariasi.....	51
Tabel 4.9 Perbandingan Pola Aliran <i>Churn</i> dengan Nilai J_G Tetap Yaitu $J_G = 3,014$ m/s dan Nilai J_L Bervariasi	52

Tabel 4.10 Perbandingan Pola Aliran <i>Churn</i> dengan Nilai J_L Tetap Yaitu $J_L = 0,883$ m/s dan Nilai J_G Bervariasi.....	53
Tabel 4.11 Perbandingan <i>Time Average</i> dan PDF Pola Aliran <i>Dispersed Bubble</i> dengan Nilai J_L 2,308 m/s Terhadap J_G 0,116 m/s dan J_G 0,425 m/s .	59
Tabel 4.12 Perbandingan <i>Time Average</i> dan PDF Pola Aliran <i>Plug</i> dengan Nilai J_L 0,033 m/s Terhadap J_G 0,025 m/s dan J_G 0,116 m/s.....	60
Tabel 4.13 Perbandingan <i>Time Average</i> dan PDF Pola Aliran <i>Slug Annular</i> dengan Nilai J_L 0,149 m/s Terhadap J_G 3,014 m/s dan J_G 7,033 m/s	61
Tabel 4.14 Perbandingan <i>Time Average</i> dan PDF Pola Aliran <i>Annular</i> dengan Nilai J_L 0,149 m/s Terhadap J_G 50,24 m/s dan J_G 58,328 m/s	63
Tabel 4.15 Perbandingan <i>Time Average</i> dan PDF Pola Aliran <i>Churn</i> dengan Nilai J_L 2,308 m/s Terhadap J_G 3,014 m/s dan J_G 58,328 m/s	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)

ϵ : Fraksi hampa

γ : Tegangan permukaan (N/m)

d : Panjang permukaan (m)

F : Gaya (N)