

SKRIPSI

**KAJIAN EKSPERIMENTAL ALIRAN MULTI KOMPONEN (UDARA,
AKUADES 45%, GLISERIN 50%, BUTANOL 5%) PADA PIPA MINI
DENGAN KEMIRINGAN 40 DERAJAT TERHADAP HORIZONTAL**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar

Sarjana Teknik



Disusun Oleh:

RAVIAN CAHYO PRABOWO

20170130110

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

2021

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ravian Cahyo Prabowo
Nomor Induk Mahasiswa : 20170130110
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Penelitian : Kajian Eksperimental Aliran Multi Komponen
(Udara, Akuades 45%, Gliserin 50%, Butanol 5%)
pada Pipa Mini dengan Kemiringan 40 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, 30 Oktober
2021



Ravian Cahyo P

UCAPAN TERIMAKASIH

Dengan mengucapkan Alhamdulillahirobbil'alamin, puji syukur kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala 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 Suratman dan Ibu Sriyanti 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.
2. Terima kasih 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. Terima kasih kepada Dr. Ir. Harini Sosiati, M.Eng. selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan masukan demi kesempurnaan penulisan skripsi.
4. Bapak ibu dosen dan staff 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.
5. Teman-teman satu kelas (MKC) yang selalu membantu selama masa perkuliahan dan telah memberikan warna dalam masa perkuliahan. Semoga kebaikan kalian dibalas oleh Allah Subhanahu Wa Ta'ala
6. Teman-teman seluruh angkatan 2017 yang berjuang bersama semasa perkuliahan.
7. Teman-teman satu kelompok Tugas Akhir Aliran Dua Fase, Mas Adi, Mas Heru, Pifhe, Tri, Aldi, Arisky, Naufal yang telah membantu selama pengambilan data, pengolahan data, dan penulisan. Semoga semua yang telah

dilakukan mendapatkan balasan yang setimpal oleh Allah Subhanahu Wa Ta'ala.

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. 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 tucurahkan 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 45%, Gliserin 50%, Butanol 5%) Pada Pipa Mini Dengan Kemiringan 40 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 40 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-I 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.

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

Yogyakarta, 30 Oktober 2021

Penulis,



Ravian Cahyo Prabowo

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xii
ABSTRACT	xiv
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1. Latar Belakang	1
2. Rumusan Masalah	3
3. Batasan Masalah	3
4. Tujuan Penelitian	4
5. Manfaat Penelitian	4
BAB II	5
TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Landasan Teori	8
2.2.1 Fase dan Aliran Dua Fase	8
2.2.2 Pola Aliran	9
2.2.3 Peta pola aliran	11
2.2.4 Viskositas	12
2.2.5 Tegangan Permukaan	13
2.2.6 Kecepatan Superfisial	13

2.2.7	Gliserin.....	14
2.2.8	Butanol.....	15
2.2.9	Akuades.....	16
2.2.10	Fraksi Hampa.....	17
2.2.11	Gradien Tekanan.....	18
2.2.12	digital Image Processing.....	19
2.2.12.1	Image.....	19
2.2.12.2	Noise.....	20
2.2.12.3	Filtering.....	20
2.2.12.4	Metode Analisis Statistik.....	21
BAB III	22
METODE PENELITIAN	22
3.1	Tempat Penelitian.....	22
3.2	Alat dan Bahan Penelitian.....	22
3.2.1	Alat Penelitian.....	22
3.2.2	Bahan Penelitian.....	37
3.3	Skema Alat Uji.....	39
3.4	Diagram Aliran Penelitian.....	41
3.5	Tahapan Penelitian.....	42
3.6	Pengolahan Data.....	43
3.6.1	Pola Aliran dan Peta Pola Aliran.....	43
3.6.2	Fraksi Hampa.....	44
3.6.3	Gradien Tekanan.....	46
BAB IV	47
HASIL PEMBAHASAN	47
4.1	Kalibrasi Alat Ukur.....	47
4.2	Pola Aliran.....	48
4.2.1	Pola Aliran Dispersed Bubble.....	48
4.2.2	Pola Aliran Plug.....	50

4.2.3	Pola Slug Annular.....	52
4.2.4	Pola Aliran Annular.....	53
4.2.5	Pola Aliran Churn.....	55
4.3	Peta Pola Aliran	57
4.4	Perbandingan Peta Pola Aliran	58
4.5	Fraksi Hampa	60
4.5.1	Fraksi Hampa Pola Aliran <i>Dispersed Bubble</i>	60
4.5.2	Fraksi Hampa Pola Aliran <i>Plug</i>	62
4.5.3	Fraksi Hampa Pola Aliran <i>Slug Annular</i>	63
4.5.4	Fraksi Hampa Pola Aliran <i>Annular</i>	64
4.5.5	Fraksi Hampa Pola Aliran <i>Churn</i>	66
4.6	Gradien Tekanan	67
4.6.1	Pengaruh Kecepatan Superfisial Terhadap Gradien Tekanan Pada Aliran Dua Fase Udara-akuades 45%, Gliserin 50%, dan Butanol 5% dengan kemiringan 40 derajat terhadap horisontal.....	68
4.6.2	Pengaruh Gradien Tekanan Terhadap Waktu	69
BAB V.....		70
PENUTUP.....		70
5.1	Kesimpulan.....	70
5.2	Saran.....	70
UCAPAN TERIMAKASIH.....		71
DAFTAR PUSTAKA.....		73
LAMPIRAN.....		75

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Spesifikasi Kompresor	21
Tabel 3.2 Spesifikasi Bak Penampungan Fluida.....	22
Tabel 3.3 Spesifikasi Pompa	23
Tabel 3.4 Spesifikasi Bejana Betekanan	24
Tabel 3.5 Spesifikasi Flowmeter Udara	27
Tabel 3.6 Spesifikasi Flowmeter Air	28
Tabel 3.7 Spesifikasi Kamera Nikon J4.....	31
Tabel 3.8 Spesifikasi Advantec USB-4704.....	33
Tabel 3.9 Sifat Fisik Campuran Fluida	35
Tabel 3.10 Sifat Fisik Udara	35
Tabel 4.1 Perbandingan pola aliran <i>dispersed bubble</i> dengan nilai J_G 0,0251 m/s dan nilai J_L bervariasi	45
Tabel 4.2 Perbandingan pola aliran <i>dispersed bubble</i> dengan nilai $J_L = 2,297$ m/s dan nilai J_G bervariasi.....	46
Tabel 4.3 Perbandingan pola aliran <i>plug</i> dengan nilai J_G tetap yaitu $J_G = 0,025$ m/s dan nilai J_L bervariasi	48
Tabel 4.4 Perbandingan pola aliran <i>plug</i> dengan nilai J_L tetap yaitu $J_L = 0,5415$ m/s dan nilai J_G bervariasi.....	49
Tabel 4.5 Perbandingan pola aliran <i>slug annular</i> dengan nilai J_G tetap yaitu $J_G = 7$ m/s dan nilai J_L bervariasi	51
Tabel 4.6 Perbandingan pola aliran <i>slug annular</i> dengan nilai J_L tetap yaitu $J_L = 0,033$ m/s dan nilai J_G bervariasi.....	52
Tabel 4.7 Perbandingan pola aliran <i>churn</i> dengan nilai J_G tetap yaitu $J_G = 7,033$ m/s dan nilai J_L bervariasi	54
Tabel 4.8 Perbandingan pola aliran <i>churn</i> dengan nilai J_L tetap yaitu $J_L = 0,883$ m/s dan nilai J_G bervariasi.....	55
Tabel 4.9 Perbandingan pola aliran <i>annular</i> dengan nilai J_G tetap yaitu $J_G = 50,24$ m/s dan nilai J_L bervariasi	57
Tabel 4.10 Perbandingan pola aliran <i>annular</i> dengan nilai J_L tetap yaitu $J_L = 0,149$ m/s dan nilai J_G bervariasi	58

Tabel 4.11 Perbandingan <i>time average</i> dan PDF pola aliran <i>plug</i> dengan $J_L = 2,308$ m/s pada $J_G = 0,025$ dan $0,116$ m/s	64
Tabel 4.8 Perbandingan <i>time average</i> dan PDF pola aliran <i>plug</i> dengan $J_L = 0,54$ m/s pada $J_G = 0,025$ dan $0,116$ m/s	66
Tabel 4.9 Perbandingan <i>time average</i> dan PDF pola aliran <i>slug annular</i> dengan $J_L = 0,149$ m/s pada $J_G = 3,014$ dan $4,258$ m/s	67
Tabel 4.10 Perbandingan <i>time average</i> dan PDF pola aliran <i>slug annular</i> dengan $J_L = 2,308$ m/s pada $J_G = 3,014$ dan $4,258$ m/s	69
Tabel 4.11 Perbandingan <i>time average</i> dan PDF pola aliran <i>annular</i> dengan $J_L = 0,149$ m/s pada $J_G = 50,24$ dan $58,32$ m/s	70

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Kompresor	20
Gambar 3.2 Bak Penampungan Fluida.....	21
Gambar 3.3 Pompa.....	22
Gambar 3.4 Bejana Bertekanan.....	23
Gambar 3.5 Mixer	24
Gambar 3.6 Pipa Kaca dan Seksi Uji	25
Gambar 3.7 Optical Correction Box	25
Gambar 3.8 Flens	26
Gambar 3.9 (a) Flowmeter Udara, (b) Flowmeter Air	26
Gambar 3.10 Selang.....	28
Gambar 3.11 Check Valve	29
Gambar 3.12 Gate Valve.....	29
Gambar 3.13 Lampu.....	30
Gambar 3.14 Kamera	30
Gambar 3.15 Advantec USB-4704	32
Gambar 3.16 Komputer.....	34
Gambar 3.17 Fluida Cair.....	34
Gambar 3.18 Skema Alat Uji	36
Gambar 3.18 Diagram Alir	38
Gambar 4.1 Grafik Kalibrasi MPX System	43
Gambar 4.2 Peta Pola Aliran Udara-Akuades 45%, Gliserin 50%, Butanol 5%	60
Gambar 4.3 Perbandingan Peta Pola Aliran Hasil Penelitian dengan Peta Pola Aliran Triplett dkk, (1999).....	61
Gambar 4.4 Perbandingan Peta Pola Aliran Hasil Penelitian dengan Peta pola Aliran Sudarja dkk (2021).....	63
Gambar 4.5 Pengaruh J_G Terhadap Gradien Tekanan dengan Variasi J_L	71
Gambar 4.6 Pengaruh Gradien Tekanan Terhadap Waktu dengan Akuades 45%, Gliserin 50% dan Butanol 5% pada $J_G = 66,6$ m/s dan $J_L = 0,033$ m/s.....	72

Gambar 4.7 Grafik Persebaran Nilai Gradien Tekanan dengan Akuades 45%, Gliserin 50% dan Butanol 5% pada $J_G = 66,6$ m/s dan $J_L = 0,033$ m/s 73

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)