

SKRIPSI
STUDI EKSPERIMENTAL KARAKTERISTIK DASAR ALIRAN MULTI
KOMPONEN DUA FASE: GAS-CAMPURAN AQUADES 45% GLISERIN 50%
BUTANOL 5% PADA PIPA MINI HORIZONTAL

Ditujukan untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik



Disusun Oleh :
Muhamad Fachri Al Fudholi
20160130209

PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
2022

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhamad Fachri Al Fudholi
Nomor induk Mahasiswa : 20160130209
Program Studi : Teknik
Judul Penelitian : Studi Eksperimental Karakteristik Dasar Aliran Multi Komponen Dua-Fase Gas-Campuran Aquades 45%, Gliserin 50%, Dan Butanol 5% 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, 2 Februari 2022



Muhamad Fachri Al Fudholi

HALAMAN PERSEMBAHAN



Dengan mengucapkan Alhamdulillah rabbil ‘alamiin, puja serta puji syukur kehadirat Allah S.W.T yang telah memberikan rahmat serta karunia-Nya dan dukungan dari orang-orang terkasih dan tercinta sehingga penulis terus memiliki semangat untuk menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Oleh sebab itu dengan rasa syukur dan bangga penulis haturkan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada:

1. Kedua orang tua yang sangat dicintai, papah Dedi Dimiyati dan mamah Yani Indrayani yang dimana selalu dan tak pernah berhenti mendoakan penulis menjadi pribadi yang lebih baik serta terus berusaha memenuhi kebutuhan penulis selama proses kuliah. Pada kesempatan ini penulis hanya dapat menghaturkan do’a agar selalu diberkahi oleh Allah S.W.T dan diampuni dosa-dosanya yang telah lalu.
2. Saudara-Saudari penulis yang senantiasa mendukung dan membantu penulis terutama pada teh Emil, a Apid, dan neng Dea agar dapat menyelesaikan penulisan naskah ini.
3. Keluarga besar aki Memed dan Keluarga besar aki Barnas yang telah mendoakan dan mendukung penulis.
4. Ruli Fitriana yang telah menjadi sosok tercinta dimana selalu menemani, membantu, dan menjadi penyemangat penulis hingga dapat menyelesaikan penulisan naskah ini.
5. Raka Rohmat, teman sedari TK yang telah membantu dan menemani penulis ke Jogja.

6. Kelompok tugas akhir aliran dua fase Butanol dan Glukosa yang dimana telah membantu penulis agar dapat melaksanakan pengambilan data dan proses pengambilan data.
7. Teman-teman kelas E yang telah berjuang dan membantu penulis selama proses kuliah.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah rabbilalamin atas segala limpahan nikmat dan karunia yang Allah SWT berikan, tugas akhir dengan judul **“Studi Eksperimental Tentang Pola Aliran dan Fraksi Hampa Aliran Multi Komponen Dua-Fase Gas-Campuran Aquades 45%, Gliserin 50%, Butanol 5% Pada Pipa Mini Horizontal”** dalam bentuk penyusunan skripsi ini dapat diselesaikan. Penyusunan skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana S-1 di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Aliran dua fase pada pipa mini cukup banyak diterapkan pada teknologi berskala mikro dan peralatan yang rumit. Penelitian ini dilakukan pada pipa mini horizontal dengan memakai fluida gas dan fluida cair bercampuran aquades 45%, gliserin 50%, dan butanol 5%. Penelitian ini memperoleh data mengenai karakteristik dasar aliran seperti pola aliran, peta pola aliran, dan fraksi hampa yang kelak dapat dijadikan sebagai rujukan dalam perkembangan dibidang teknologi.

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

1. Bapak Ir. Bapak 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 Dr. Ir. Wahyudi, S.T., M.T. selaku dosen penguji.
5. 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 dilingkungan Program Studi S-1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Penyusun memahami selama penulisan laporan tugas akhir banyak kekurangan, maka dari itu kritik dan saran yang bersifat motivasi sangat diperlukan bagi penyusun untuk dapat menyempurnakan laporan tugas akhir ini. Penyusun berharap semoga laporan tugas akhir ini menjadi manfaat untuk pribadi dan untuk para pembaca.

Yogyakarta, 3 Februari 2022

Penyusun



Muhamad Fachri Al Fudholi
NIM. 20160130209

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR NOTASI SINGKATAN	xiv
INTISARI	xv
<i>ABSTRACT</i>	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	17
1.1. Latar Belakang	17
1.2. Rumusan Masalah	18
1.3. Batasan Masalah.....	19
1.4. Tujuan Penelitian.....	19
1.5. Manfaat Penelitian.....	19
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	21
2.1. Tinjauan Pustaka	21
2.2. Dasar Teori	25
2.2.1. Fase dan Aliran Dua Fase	25
2.2.2. Kecepatan Superfisial.....	25
2.2.3. Tegangan Permukaan	26
2.2.4. Viskositas	27
2.2.5. Gliserin	27
2.2.6. Butanol	28
2.2.7. Pola Aliran	28
2.2.8. Peta Pola Aliran Dua Fase.....	30
2.2.9. Fraksi Hampa	31
2.2.10. <i>Digital Image Processing</i>	31
2.2.11. Metode Analisis Statistik.....	32
BAB 3 METODE PENELITIAN	33
3.1. Bahan Penelitian.....	33

3.2.	Alat Penelitian	34
3.2.1.	Skema Alat yang Digunakan.....	34
3.2.2.	Aliran Fluida Udara.....	35
3.2.3.	Aliran Fluida Air	36
3.2.4.	Peralatan Pengambilan Gambar	40
3.2.5.	Bagian Uji	41
3.3.	Tempat Penelitian.....	42
3.4.	Diagram Alir Penelitian.....	43
3.5.	Prosedur Pengambilan Data	45
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN	47
4.1.	Pola aliran.....	47
4.1.1.	Pola Aliran <i>Plug</i>	47
4.1.2.	Pola Aliran Slug-Annular.....	51
4.1.3.	Pola aliran <i>annular</i>	53
4.1.4.	Pola aliran <i>churn</i>	55
4.2.	Peta pola aliran	57
4.2.1.	Perbandingan Peta Pola Aliran dengan Penelitian Terdahulu.....	59
4.3.	Fraksi Hampa (<i>Void Fraction</i>)	61
4.3.1.	Fraksi Hampa Pola Aliran <i>Plug</i>	62
4.3.2.	Fraksi Hampa Pola Aliran <i>Bubbly</i>	63
4.3.3.	Fraksi Hampa Pola Aliran <i>Slug-Annular</i>	64
4.3.4.	Fraksi Hampa Pola Aliran <i>Annular</i>	65
4.3.5.	Fraksi Hampa Pola Aliran <i>Churn</i>	67
4.4.	Perbandingan Pengaruh Kecepatan Superfisial Terhadap Fraksi Hampa	68
4.5.	Perbandingan Fraksi Hampa Penelitian Terhadap Penelitian Terdahulu	70
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	72
5.1.	Kesimpulan.....	72
5.2.	Saran.....	73
DAFTAR PUSTAKA	74
LAMPIRAN	77

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Visualisasi pola aliran pada pipa sirkular D: 1,45 m (Triplet, dkk, 1999).....	21
Gambar 2. 2 Hubungan antara fraksi hampa dan kualitas volumetrik dari eksperimen (Chung dan Kawaji, 2004)	23
Gambar 2. 3 Peta pola aliran dua fase gas-cair B3 (Sudarja dan Sukamta, 2019)	24
Gambar 2. 4 Pola aliran plug penelitian	29
Gambar 2. 5 Pola aliran bubbly penelitian	29
Gambar 2. 6 Pola aliran slug annular penelitian.....	29
Gambar 2. 7 Pola aliran annular penelitian	29
Gambar 2. 8 Pola aliran churn penelitian	30
Gambar 2. 9 Peta pola aliran penelitian dibandingkan dengan peta pola aliran Sudarja dan Sukamta (2019).....	30
Gambar 3. 1 Cairan (a) butanol, (b) gliserin, (c) aquades	34
Gambar 3. 2 Skema peralatan penelitian	34
Gambar 3. 3 Kompresor	35
Gambar 3. 4 Flowmeter udara	36
Gambar 3. 5 Regulator dan filter	36
Gambar 3. 6 Bak penampung fluida cair.....	37
Gambar 3. 7 Pompa air	38
Gambar 3. 8 Flowmeter air.....	38
Gambar 3. 9 Bejana tekan.....	39
Gambar 3. 10 Ball valve	39
Gambar 3. 11 Check valve	40
Gambar 3. 12 Kamera.....	40
Gambar 3. 13 Mixer	41
Gambar 3. 14 Test section	41
Gambar 3. 15 Lampu LED	42
Gambar 3. 16 Diagram alir penelitian	44

Gambar 4. 1	Peta pola aliran konsentrasi gas – campuran aquades 45%, gliserin 50%, dan butanol 5%.....	58
Gambar 4. 2	Perbandingan peta pola aliran hasil dari penelitian ini dengan peta pola aliran (Sudarja, dkk. 2019)	60
Gambar 4. 3	Perbandingan peta pola aliran hasil dari penelitian ini dengan peta pola aliran (Triplett, dkk. 2019)	61
Gambar 4. 4	Pengaruh kenaikan J_L terhadap fraksi hampa	68
Gambar 4. 5	Pengaruh kenaikan J_G terhadap fraksi hampa.....	69
Gambar 4. 6	Hubungan antara fraksi hampa hasil penelitian dengan korelasi model homogen dan penelitian terdahulu.....	71

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Hasil Uji Laboratorium tegangan permukaan dan viskositas campuran fluida aquades 45%, gliserin 50%, dan butanol 5%.....	33
Tabel 4. 1 Perbandingan pola aliran plug dengan dengan nilai J_G tetap ($J_G = 0,03$ m/s) dan J_L bervariasi	48
Tabel 4. 2 Perbandingan pola aliran plug dengan dengan nilai J_L tetap ($J_L = 0,03$ m/s) dan J_G bervariasi.....	49
Tabel 4. 3 Perbandingan pola aliran bubbly dengan dengan nilai J_G tetap ($J_G = 0,03$ m/s) dan J_L bervariasi	50
Tabel 4. 4 Perbandingan pola aliran bubbly dengan dengan nilai J_L tetap ($J_L = 2,30$ m/s) dan J_G bervariasi.....	51
Tabel 4. 5 Perbandingan pola aliran slug-annular dengan dengan nilai J_G tetap ($J_G = 3$ m/s) dan J_L bervariasi.....	52
Tabel 4. 6 Perbandingan pola aliran slug-annular dengan dengan nilai J_L tetap ($J_L = 0,03$ m/s) dan J_G bervariasi.....	53
Tabel 4. 7 Perbandingan pola aliran annular dengan dengan nilai J_G tetap ($J_G = 50$ m/s) dan J_L bervariasi	54
Tabel 4. 8 Perbandingan pola aliran annular dengan dengan nilai J_L tetap ($J_L = 0,03$ m/s) dan J_G bervariasi	55
Tabel 4. 9 Perbandingan pola aliran churn dengan dengan nilai J_G tetap ($J_G = 1,94$ m/s) dan J_L bervariasi	56
Tabel 4. 10 Perbandingan pola aliran churn dengan dengan nilai J_L tetap ($J_L = 0,88$ m/s) dan J_G bervariasi.....	57
Tabel 4. 11 Perbandingan time average dan PDF pola aliran plug dengan nilai J_L tetap ($J_L = 0,03$ m/s) dan J_G bervariasi	62
Tabel 4. 12 Perbandingan time average dan PDF pola aliran bubbly dengan nilai J_L tetap ($J_L = 2,30$ m/s) dan J_G bervariasi	64
Tabel 4. 13 Perbandingan time average dan PDF pola aliran slug-annular dengan nilai J_L tetap ($J_L = 0,03$ m/s) dan J_G bervariasi	65

Tabel 4. 14 Perbandingan time average dan PDF pola aliran annular dengan nilai J_L tetap ($J_L = 0,03$ m/s) dan J_G bervariasi	66
Tabel 4. 15 Perbandingan time average dan PDF pola aliran churn dengan nilai J_L tetap ($J_L = 0,88$ m/s) dan J_G bervariasi	67

DAFTAR NOTASI 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
β	: Fraksi hampa homogen
γ	: Tegangan permukaan (N/m)
L	: Panjang permukaan (m)
F	: Gaya (N)
D	: Diameter pipa (mm)(μm)