

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
MOTTO	vi
INTISARI	vii
ABSTRACT.....	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR NOTASI.....	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL.....	xix
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II DASAR TEORI	
2.1 Tinjauan Pustaka	4
2.2 Dasar Teori	18
2.2.1 Fasa	18
2.2.2 Aliran Dua Fasa	18
2.2.3 Viskositas	18
2.2.4 Konsep Aliran Multifasa	19
2.2.5 Pola Aliran pada Aliran Dua Fasa	20
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Metode Penelitian	26
3.2 Tempat Penelitian	26

3.3	Alat dan Bahan Penelitian	26
3.3.1	Alat Penelitian	26
3.3.2	Bahan Penelitian	34
3.4	Skema Alat Uji	35
3.5	Tahapan Penelitian	37
3.6	Metode Pengujian	38
3.7	Diagram Alir Penelitian	39
3.8	Pengolahan Data dan Analisis Hasil	39
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	Pola Aliran.....	40
4.1.1	Pola Aliran <i>Plug</i>	40
4.1.2	Pola Aliran <i>Bubbly</i>	47
4.1.3	Pola Aliran <i>Slug-annular</i>	53
4.1.4	Pola Aliran <i>Annular</i>	59
4.1.5	Pola Aliran <i>Churn</i>	65
4.2	Peta Pola Aliran	70
4.3	Perbandingan Peta Pola Aliran dengan Penelitian Terdahulu	75
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Kesimpulan	79
5.2	Saran	80
DAFTAR PUSTAKA		81
LAMPIRAN.....		83

DAFTAR NOTASI

A	= luas penampang pipa (m^2)
V_l	= volume bagian pipa yang diduki oleh cairan
V	= volume pipa (m^3)
μ_l	= viskositas zat cair
μ_m	= mikro meter
μ_g	= viskositas gas
Q_l	= laju aliran volumetrik cairan (m^3/s)
Q_g	= laju aliran volumetrik gas (m^3/s)
ρ_l	= massa jenis zat cair (kg/m^3)
ρ_g	= massa jenis gas (kg/m^3)
J_G	= kecepatan superfisial gas (m/s)
J_L	= kecepatan superfisial liquid (m/s)

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Foto pola aliran dua fase dalam aliran udara-air melalui saluran diameter 0,53 mm (Sira Saisorn dan Somchai Wongwises, 2008)	5
Gambar 2.2	Sketsa Pola Aliran yang Diamati (Sira Saisorn dan Somchai Wongwises, 2008)	5
Gambar 2.3	Foto Gelembung Berbusa dalam <i>Throat-Annular Flow</i> (Sira Saisorn dan Somchai Wongwises, 2008)	6
Gambar 2.4	Pola aliran pada kecepatan superfisial air = 0,7 m/s (Agus dwi korawan, 2015)	9
Gambar 2.5	Visualisasi <i>bubble flow</i> pada TP1 dengan variasi kecepatan superfisial air (Agus dwi korawan, 2015)	9
Gambar 2.6	Visualisasi pola aliran pada TP6 dengan variasi kecepatan superfisial air (Agus dwi korawan, 2015)	10
Gambar 2.7	Skema Diagram Aliran Bangun <i>Taylor Bubble</i> (Qi Lu, dkk., 2015)	13
Gambar 2.8	Morfologi antarmuka <i>Taylor Bubble</i> dengan fluida kerja fase gas yang berbeda ($G_1 = 2200 \text{ kg/m}^2\text{s}$, $Q_g = 3,0 \text{ ml/dtk}$) (a) udara; (b) nitrogen; (c) argon; (d) karbon dioksida (Qi Lu, dkk., 2015)	13
Gambar 2.9	Hasil Komputasi (Seok Kim dan Sang Yong Lee, 2015).....	14
Gambar 2.10	Aliran Gelembung, <i>bubble</i> (J.Braz.Soc.Mech.Sci, 2005)	21
Gambar 2.11	Aliran Kantung, <i>plug</i> (J.Braz.Soc.Mech.Sci, 2005).....	21
Gambar 2.12	Aliran Strata, <i>stratified</i> (J.Braz.Soc.Mech.Sci, 2005).....	21
Gambar 2.13	Aliran Strata Bergelombang, <i>stratified wave</i> (J.Braz.Soc.Mech.Sci, 2005)	21
Gambar 2.14	Aliran Sumbat, <i>slug</i> (J.Braz.Soc.Mech.Sci, 2005).....	22
Gambar 2.15	Aliran Cincin <i>annular</i> (J.Braz.Soc.Mech.Sci, 2005)	22
Gambar 2.16	Aliran Gelembung, <i>bubble</i> (Hewitt, 1982)	23
Gambar 2.17	Aliran Kantung, <i>slug</i> (Hewitt, 1982)	23
Gambar 2.18	Aliran Acak, <i>Churn</i> (Hewitt, 1982)	24

Gambar 2.19	Aliran Cincin <i>annular</i> (Hewitt, 1982).....	24
Gambar 2.20	Aliran <i>wispy annular</i> (Hewitt, 1982)	25
Gambar 3.1	Kompresor Udara (Foto Alat)	27
Gambar 3.2	Penampung Air dan Gliserin.....	27
Gambar 3.3	Pompa Air	28
Gambar 3.4	Bejana Bertekanan	28
Gambar 3.5	<i>Mixer</i>	29
Gambar 3.6	<i>Test Section</i>	29
Gambar 3.7	Kamera	30
Gambar 3.8	Lampu	31
Gambar 3.9	<i>Flowmeter</i> udara (a)	31
Gambar 3.10	<i>Flowmeter</i> udara (b).....	31
Gambar 3.11	<i>Flowmeter</i> udara (c)	31
Gambar 3.12	<i>Flowmeter</i> cairan (a)	32
Gambar 3.13	<i>Flowmeter</i> cairan (b).....	32
Gambar 3.14	<i>Flowmeter</i> cairan (c)	32
Gambar 3.15	filter dan regulator (<i>watertrap</i>)	33
Gambar 3.16	<i>Check Valve</i>	34
Gambar 3.17	<i>Gate Valve</i>	34
Gambar 3.18	Skema Alat Uji.....	36
Gambar 3.19	Diagram Alir Penelitian	39
Gambar 4.1	Peta Pola Aliran pada Konsentrasi Gliserin 0%	71
Gambar 4.2	Peta Pola Aliran pada Konsentrasi Gliserin 10%	72
Gambar 4.3	Peta Pola Aliran pada Konsentrasi Gliserin 20%	73
Gambar 4.4	Peta Pola Aliran pada Konsentrasi Gliserin 30%	74
Gambar 4.5	Perbandingan Peta Pola Aliran pada Konsentrasi Gliserin 0%, 10%, 20% dan 30%	75
Gambar 4.6	Perbandingan Peta Pola Aliran Hasil Penelitian dengan Peta Pola Aliran diko anutup (2016)	76
Gambar 4.7	Perbandingan Peta Pola Aliran Hasil Penelitian dengan Peta Pola Aliran Imaduddin (2015).....	77

Gambar 4.8 Perbandingan Peta Pola Aliran Hasil Penelitian dengan
Peta Pola Aliran Sudarja dkk (2016) 78

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Titik-Titik Pengamatan Pada Media Uji (Korawan, Agus Dwi. 2015).....	8
Tabel 2.2	Contoh Fotografi Dari Pola Aliran Yang Diamati (Ahmad Shamsul Izwan Ismail, 2015)	11
Tabel 3.1	Spesifikasi Kompresor Udara	27
Tabel 3.2	Spesifikasi Penampung Air dan Gliserin	27
Tabel 3.3	Spesifikasi Pompa Air.....	28
Tabel 3.4	Spesifikasi Bejana Bertekanan	29
Tabel 3.5	Spesifikasi Kamera.....	30
Tabel 3.6	Spesifikasi <i>Flowmeter</i> Udara	32
Tabel 3.7	Spesifikasi <i>Flowmeter</i> Cairan	32
Tabel 3.8	Spesifikasi Filter dan Regulator	33
Tabel 3.9	Hasil Pengujian Laboratorium	35
Tabel 4.1	Pola aliran <i>plug</i> yang terbentuk pada J_G tetap 0,423 m/s dan J_L bervariasi pada 0% konsentrasi gliserin (GL0)	41
Tabel 4.2	Pola aliran <i>plug</i> yang terbentuk pada J_G bervariasi dan J_L tetap 0,149 m/s pada 0% konsentrasi gliserin (GL0)	42
Tabel 4.3	Pola aliran <i>plug</i> yang terbentuk pada J_G tetap 0,423 m/s dan J_L bervariasi pada 10% konsentrasi gliserin (GL10)	43
Tabel 4.4	Pola aliran <i>plug</i> yang terbentuk pada J_G bervariasi dan J_L tetap 0,149 m/s pada 10% konsentrasi gliserin (GL10)	43
Tabel 4.5	Pola aliran <i>plug</i> yang terbentuk pada J_G tetap 0,423 m/s dan J_L bervariasi pada 20% konsentrasi gliserin (GL20)	44
Tabel 4.6	Pola aliran <i>plug</i> yang terbentuk pada J_G bervariasi dan J_L tetap 0,149 m/s pada 20% konsentrasi gliserin (GL20)	44
Tabel 4.7	Pola aliran <i>plug</i> yang terbentuk pada J_G tetap 0,423 m/s dan J_L bervariasi pada 30% konsentrasi gliserin (GL30)	45
Tabel 4.8	Pola aliran <i>plug</i> yang terbentuk pada J_G bervariasi dan J_L tetap 0,149 m/s pada 30% konsentrasi gliserin (GL30)	45

Tabel 4.9	Pola aliran <i>plug</i> yang terbentuk pada $J_G = 0,423$ m/s dan $J_L = 0,539$ m/s	46
Tabel 4.10	Pola aliran <i>bubbly</i> yang terbentuk pada J_G tetap 0,423 m/s dan J_L bervariasi pada 0% konsentrasi gliserin (GL0)	47
Tabel 4.11	Pola aliran <i>bubbly</i> yang terbentuk pada J_G bervariasi dan J_L tetap 2,297 m/s pada 0% konsentrasi gliserin (GL0)	48
Tabel 4.12	Pola aliran <i>bubbly</i> yang terbentuk pada J_G tetap 0,207 m/s dan J_L bervariasi pada 10% konsentrasi gliserin (GL10)	49
Tabel 4.13	Pola aliran <i>bubbly</i> yang terbentuk pada J_G bervariasi dan J_L tetap 2,297m/s pada 10% konsentrasi gliserin (GL10)	49
Tabel 4.14	Pola aliran <i>bubbly</i> yang terbentuk pada J_G tetap 0,423 m/s dan J_L bervariasi pada 20% konsentrasi gliserin (GL20)	50
Tabel 4.15	Pola aliran <i>bubbly</i> yang terbentuk pada J_G bervariasi dan J_L tetap 2,297 m/s pada 20% konsentrasi gliserin (GL20)	50
Tabel 4.16	Pola aliran <i>bubbly</i> yang terbentuk pada J_G tetap 0,423 m/s dan J_L bervariasi pada 30% konsentrasi gliserin (GL30)	51
Tabel 4.17	Pola aliran <i>bubbly</i> yang terbentuk pada J_G bervariasi dan J_L tetap 2,297 m/s pada 30% konsentrasi gliserin (GL30)	51
Tabel 4.18	Pola aliran <i>bubbly</i> yang terbentuk pada $J_G = 0,423$ m/s dan $J_L = 0,879$ m/s	52
Tabel 4.19	Pola aliran <i>slug-annular</i> yang terbentuk pada J_G tetap 4,238 m/s dan J_L bervariasi pada 0% konsentrasi gliserin (GL0)	53
Tabel 4.20	Pola aliran <i>slug-annular</i> yang terbentuk pada J_G bervariasi dan J_L tetap 0,091 m/s pada 0% konsentrasi gliserin (GL0).....	54
Tabel 4.21	Pola aliran <i>slug-annular</i> yang terbentuk pada J_G tetap 4,238 m/s dan J_L bervariasi pada 10% konsentrasi gliserin (GL10)	55
Tabel 4.22	Pola aliran <i>slug-annular</i> yang terbentuk pada J_G bervariasi dan J_L tetap 0,091 m/s pada 10% konsentrasi gliserin (GL10).....	55
Tabel 4.23	Pola aliran <i>slug-annular</i> yang terbentuk pada J_G tetap 4,238 m/s dan J_L bervariasi pada 20% konsentrasi gliserin (GL20)	56

Tabel 4.24	Pola aliran <i>slug-annular</i> yang terbentuk pada J_G bervariasi dan J_L tetap 0,091 m/s pada 20% konsentrasi gliserin (GL20).....	56
Tabel 4.25	Pola aliran <i>slug-annular</i> yang terbentuk pada J_G tetap 4,238 m/s dan J_L bervariasi pada 30% konsentrasi gliserin (GL30)	57
Tabel 4.26	Pola aliran <i>slug-annular</i> yang terbentuk pada J_G bervariasi dan J_L tetap 0,091 m/s pada 30% konsentrasi gliserin (GL30).....	57
Tabel 4.27	Pola aliran <i>slug-annular</i> yang terbentuk pada $J_G = 4,238$ m/s dan $J_L = 0,091$ m/s.....	58
Tabel 4.28	Pola aliran <i>annular</i> yang terbentuk pada J_G tetap 50 m/s dan J_L bervariasi pada 0% konsentrasi gliserin (GL0)	59
Tabel 4.29	Pola aliran <i>annular</i> yang terbentuk pada J_G bervariasi dan J_L tetap 0,149 m/s pada 0% konsentrasi gliserin (GL0)	60
Tabel 4.30	Pola aliran <i>annular</i> yang terbentuk pada J_G tetap 50 m/s dan J_L bervariasi pada 10% konsentrasi gliserin (GL10)	61
Tabel 4.31	Pola aliran <i>annular</i> yang terbentuk pada J_G bervariasi dan J_L tetap 0,149 m/s pada 10% konsentrasi gliserin (GL10)	61
Tabel 4.32	Pola aliran <i>annular</i> yang terbentuk pada J_G tetap 50 m/s dan J_L bervariasi pada 20% konsentrasi gliserin (GL20)	62
Tabel 4.33	Pola aliran <i>annular</i> yang terbentuk pada J_G bervariasi dan J_L tetap 0,149 m/s pada 20% konsentrasi gliserin (GL20)	62
Tabel 4.34	Pola aliran <i>annular</i> yang terbentuk pada J_G tetap 50 m/s dan J_L bervariasi pada 30% konsentrasi gliserin (GL30)	63
Tabel 4.35	Pola aliran <i>annular</i> yang terbentuk pada J_G bervariasi dan J_L tetap 0,149 m/s pada 30% konsentrasi gliserin (GL30)	63
Tabel 4.36	Pola aliran <i>annular</i> yang terbentuk pada $J_G = 50$ m/s dan $J_L = 0,149$ m/s.....	64
Tabel 4.37	Pola aliran <i>churn</i> yang terbentuk pada J_G tetap 22,6 m/s dan J_L bervariasi pada 0% konsentrasi gliserin (GL0)	65
Tabel 4.38	Pola aliran <i>churn</i> yang terbentuk pada J_G bervariasi dan J_L tetap 0,7 m/s pada 0% konsentrasi gliserin (GL0)	66

Tabel 4.39	Pola aliran <i>churn</i> yang terbentuk pada J_G tetap 22,6 m/s dan J_L bervariasi pada 10% konsentrasi gliserin (GL10)	67
Tabel 4.40	Pola aliran <i>churn</i> yang terbentuk pada J_G bervariasi dan J_L tetap 0,7 m/s pada 10% konsentrasi gliserin (GL10)	67
Tabel 4.41	Pola aliran <i>churn</i> yang terbentuk pada J_G tetap 22,6 m/s dan J_L bervariasi pada 20% konsentrasi gliserin (GL20)	68
Tabel 4.42	Pola aliran <i>churn</i> yang terbentuk pada J_G bervariasi dan J_L tetap 0,7 m/s pada 20% konsentrasi gliserin (GL20)	68
Tabel 4.43	Pola aliran <i>churn</i> yang terbentuk pada J_G tetap 22,6 m/s dan J_L bervariasi pada 30% konsentrasi gliserin (GL30)	69
Tabel 4.44	Pola aliran <i>churn</i> yang terbentuk pada J_G bervariasi dan J_L tetap 0,7 m/s pada 30% konsentrasi gliserin (GL30)	69
Tabel 4.45	Pola aliran <i>churn</i> yang terbentuk pada $J_G = 22,6$ m/s dan $J_L = 0,7$ m/s	70

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran Matriks Pengambilan Data Pola Aliran	83
Lampiran Tabel Kecepatan Superfisial Terbentuknya Pola Aliran Plug	84
Lampiran Tabel Kecepatan Superfisial Terbentuknya Pola Aliran Bubbly.....	86
Lampiran Tabel Kecepatan Superfisial Terbentuknya Pola Aliran Slug-annular.....	87
Lampiran Tabel Kecepatan Superfisial Terbentuknya Pola Aliran Annular	88
Lampiran Tabel Kecepatan Superfisial Terbentuknya Pola Aliran Churn	89
Lampiran Hasil Uji Lab Larutan Campuran Aquades dan Gliserin	90