

**INVESTIGASI POLA ALIRAN DUA FASE UDARA
AIR DAN GLISERIN (0-30%) PADA PIPA KAPILER
DENGAN KEMIRINGAN 15⁰ TERHADAP POSISI HORIZONTAL**

TUGAS AKHIR



UMY

**UNIVERSITAS
MUHAMMADIYAH
YOGYAKARTA**

Unggul & Islami

Disusun oleh:

Mugi Pramono

20140130237

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
2018**

**INVESTIGASI POLA ALIRAN DUA FASE UDARA
AIR DAN GLISERIN (0-30%) PADA PIPA KAPILER
DENGAN KEMIRINGAN 15° TERHADAP POSISI HORIZONTAL**

TUGAS AKHIR

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar
Sarjana Teknik



UMY

**UNIVERSITAS
MUHAMMADIYAH
YOGYAKARTA**

Unggul & Islami

Disusun oleh:

Mugi Pramono

20140130237

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
2018**

HALAMAN PERNYATAAN

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,

2018

Mugi Pramono

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan menyebut nama ALLAH yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, Tugas Akhir ini saya persembahkan kepada orang yang sangat disayangi dan dikasihi

Bapak dan Mamak

Sebuah persembahan ini tidak akan pernah bisa membalas semua jasmu dalam membimbing anakmu ini. Terimakasih atas semua kerja keras, doa, dan dukungan yang tidak pernah berhenti mak, pak.

Keluarga

Terima kasih untuk A Kodrat, Teh Tuntut, A Erwin, Faruna Petir dan saudara-saudara yang selalu memberi nasihat, support, dan doa yang membuat Tugas Akhir ini terselesaikan.

Two Phase Flow Team (Suku Bar-Bar)

Tim penelitian aliran dua fase yang banyak membantu dan mendukung saya, dari proses pengambilan data sampai terselesaikannya tulisan persembahan ini. Saya ucapkan terimakasih atas semua dukungan, semangat dan telah menjadi partner yang baik selama penelitian.

Teman Terbaik

Keluarga seperjuangan E14, Tim Fokus United, tim KKN Mahardika Bakti Nusantara dan teman Ciptamulya punya cerita yang telah memotivasi saya baik dalam perkuliahan maupun penelitian ini.

MOTTO

*“Sikap setengah hati
tidak akan menghasilkan apa-apa.
Setengah baik berarti tidak baik,
Setengah benar berarti tidak benar”
~ Max Havelaar - Multatuli ~*

*“Seorang terpelajar harus sudah berbuat adil
Sejak dalam pikiran
Apalagi dalam perbuatan”
~ Pramoedya Ananta Toer ~*

*“Dunia itu seluas langkah kaki.
Jelajahilah dan jangan pernah takut melangkah
Hanya dengan itu kita bisa mengerti Kehidupan
Dan menyatu dengannya”
~ Soe Hok Gie ~*

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb

Dalam penulisan Tugas Akhir ini penelitian dan pengamatan dilakukan pada aliran dua fase yang diberi judul “**Investigasi Pola Aliran Dua Fase Udara-Air dan Gliserin (0-30%) pada Pipa Kapiler dengan Kemiringan 15^o Terhadap Posisi Horizontal**” yang merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan program Strata-1 Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Pola aliran merupakan hal yang sangat penting untuk meramalkan bagaimana perilaku aliran fluida. Pengkajian terhadap pola aliran dua fase masih sangat luas cakupannya. Banyak ilmu yang masih bisa digali untuk menjelaskan fenomena pola aliran dua fase.

Penelitian yang dilakukan mengenai aliran dua fasa pada pipa berukuran 1,6 mm antara udara dan campuran antara air-gliserin (0%,10%,20% , dan 30%) dengan mengambil beberapa sampel video yang diperlukan. Pembahasan yang dilakukan dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Pola Aliran
 - a. *Plug*
 - b. *Bubble*
 - c. *Slug annular*
 - d. *Annular*
 - e. *Churn*
2. Peta pola aliran
 - a. Peta pola aliran konsentrasi gliserin 0%
 - b. Peta pola aliran konsentrasi gliserin 10%
 - c. Peta pola aliran konsentrasi gliserin 20%
 - d. Peta pola aliran konsentrasi gliserin 30%
 - e. Perbandingan peta pola aliran dengan penelitian terdahulu.

Dalam penyelesaian tugas akhir ini, tidak lepas dari bimbingan, dan bantuan dari berbagai pihak dari masa pelaksanaan penelitian aliran dua fasa sampai pada penyusunan laporan tugas akhir ini, maka dari itu ucapan terima kasih diucapkan kepada : Bpk Berli Paripurna Kamiel, S.T., M.M., M.Eng.Sc, Ph.D, selaku Ketua Prodi S1 Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Bpk Dr. Ir. Sukamta M.T., IPM., dan Dr.,Ir. Sudarja M.T., selaku dosen pembimbing, serta tim penelitian aliran dua fase yang membantu proses penelitian dan pengolahan data.

Yogyakarta ,

2018

Mugi Pramono

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
MOTTO	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
DAFTAR NOTASI.....	xvii
INTISARI	xviii
ABSTRACT	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Landasan Teori.....	13
2.2.1 Pola Aliran Dua Fase	13
2.2.2 Aliran Laminar	16
2.2.3 Aliran Turbulen.....	17
2.2.4 Aliran <i>Bubbly</i>	18
2.2.5 Peta Pola Aliran.....	18
2.2.6 Parameter Ukuran Pipa	19
2.2.7 Fase	20

BAB III METODE PENELITIAN	21
3.1 Tempat Penelitian	21
3.2 Bahan Penelitian.....	21
3.3 Alat yang dipakai	22
3.3.1 Aliran Fluida Gas	24
3.3.2 Aliran Fluida Cair	26
3.3.3 Pengambilan Gambar	28
3.3.4 Seksi Uji.....	29
3.4 Diagram Alir Penelitian	32
3.5 Prosedur Pengambilan Data	32
3.6 Pengolahan Data dan Analisis Hasil	34
BAB IV PEMBAHASAN.....	35
4.1 Pola Aliran	35
4.1.1 Pola Aliran <i>Plug</i>	35
4.1.2 Pola Aliran <i>Bubbly</i>	42
4.1.3 Pola Aliran <i>Slug Annular</i>	49
4.1.4 Pola Aliran <i>Annular</i>	55
4.1.5 Pola Aliran <i>Churn</i>	61
4.2 Peta Pola Aliran.....	67
4.3 Perbandingan Peta Pola Aliran dengan Penelitian Terdahulu.....	73
BAB V PENUTUP.....	77
5.1 Kesimpulan	77
5.2 Saran.....	78
DAFTAR PUSTAKA	79
LAMPIRAN.....	81

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pola aliran pada saluran berdiameter 1,45 mm (Triplett dkk.,1999)...	6
Gambar 2.2 Peta pola aliran (Serizawa dkk., 2002).....	9
Gambar 2.3 Peta pola aliran konsentrasi gliserin 20% (Sudarja dkk., 2018).....	12
Gambar 2.4 Pola aliran pada pipa vertikal (Xu dkk., 1999)	15
Gambar 2.5 Pola aliran pada pipa Horizontal (Wongwises, 2008).....	16
Gambar 2.6 Peta pola aliran (Triplett dkk., 1999)	19
Gambar 3.1 Gliserin dan Aquades	21
Gambar 3.2 Skema instalasi alat	23
Gambar 3.3 <i>Test Section</i> (pipa diameter 1,6 mm) dan	24
Gambar 3.4 <i>Mixer</i>	24
Gambar 3.5 Kompresor	25
Gambar 3.6 <i>flowmeter</i> udara (a) kapasitas 0-100 cc/menit, (b) kapasitas 100-1000 cc/menit, (c) 1-10 liter/menit	25
Gambar 3.7 Pompa air.....	26
Gambar 3.8 <i>Flowmeter</i> air (a) kapasitas 0-100 ml/menit, (b) kapasitas 0-500 ml/menit (c) kapasitas 0-3785 ml/menit.	27
Gambar 3.9 Bejana tekan	27
Gambar 3.10 Bak penampung.....	28
Gambar 3.11 Separator.....	28
Gambar 3.12 Kamera Nikon J4.....	29
Gambar 3.13 <i>Mixer</i>	30
Gambar 3.14 Konektor.....	30
Gambar 3.15 Lampu Penerangan	31
Gambar 3.16 <i>Optical Corecction Box</i>	31
Gambar 3.17 Diagram alir penelitian.....	32
Gambar 4.1 Peta pola aliran 0% gliserin.....	68
Gambar 4.2 Peta pola aliran 10% gliserin	69

Gambar 4.3 Peta pola aliran 20% gliserin.....	70
Gambar 4.4 Peta pola aliran 30% gliserin.....	71
Gambar 4.5 Perbandingan peta pola aliran 0%, 10%, 20%, 30% gliserin.....	72
Gambar 4.6 Perbandingan peta pola aliran dengan (Sudarja dkk., 2018).....	73
Gambar 4.7 Perbandingan peta pola aliran dengan (Triplett dkk., 1999).....	74
Gambar 4.8 Perbandingan peta pola aliran dengan (Chung dan Kawaji., 2004)...	75

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Sifat fisik cairan	22
Tabel 4.1 Perbandingan pola aliran <i>plug</i> dengan konsentrasi gliserin 0%, nilai J_G tetap yaitu $J_G = 0,423$ m/s dan nilai J_L bervariasi.....	36
Tabel 4.2 Perbandingan pola aliran <i>plug</i> dengan konsentrasi gliserin 0%, nilai J_L tetap yaitu $J_L = 0,149$ m/s dan nilai J_G bervariasi.....	37
Tabel 4.3 Perbandingan pola aliran <i>plug</i> dengan konsentrasi gliserin 10%, nilai J_G tetap yaitu $J_G = 0,116$ m/s dan nilai J_L bervariasi.....	38
Tabel 4.4 Perbandingan pola aliran <i>plug</i> dengan konsentrasi gliserin 10%, nilai J_L tetap yaitu $J_G = 0,232$ m/s dan nilai J_G bervariasi	38
Tabel 4.5 Perbandingan pola aliran <i>plug</i> dengan konsentrasi gliserin 20%, nilai J_G tetap yaitu $J_G = 0,066$ m/s dan nilai J_L bervariasi.....	39
Tabel 4.6 Perbandingan pola aliran <i>plug</i> dengan konsentrasi gliserin 20%, nilai J_L tetap yaitu $J_L = 0,539$ m/s dan nilai J_G bervariasi	39
Tabel 4.7 Perbandingan pola aliran <i>plug</i> dengan konsentrasi gliserin 30%, nilai J_G tetap yaitu $J_G = 0,025$ m/s dan nilai J_L bervariasi	40
Tabel 4.8 Perbandingan pola aliran <i>plug</i> dengan konsentrasi gliserin 30%, nilai J_L tetap yaitu $J_L = 0,7$ m/s dan nilai J_G bervariasi	40
Tabel 4.9 Perbandingan pola aliran <i>plug</i> untuk tiap konsentrasi campuran larutan gliserin dengan nilai $J_G = 0,207$ m/s dan $J_L = 0,232$ m/s.....	41
Tabel 4.10 Perbandingan pola aliran <i>bubbly</i> dengan konsentrasi gliserin 0%, nilai J_G tetap, yaitu $J_G = 0,423$ m/s dan nilai J_L bervariasi	43
Tabel 4.11 Perbandingan pola aliran <i>bubbly</i> dengan konsentrasi gliserin 0%, nilai J_L tetap, yaitu $J_L = 0,89$ m/s dan nilai J_G bervariasi	44
Tabel 4.12 Perbandingan pola aliran <i>bubbly</i> dengan konsentrasi gliserin 10%, nilai J_G tetap, yaitu $J_G = 0,207$ m/s dan nilai J_L bervariasi.....	45
Tabel 4.13 Perbandingan pola aliran <i>bubbly</i> dengan konsentrasi gliserin 10%, nilai J_L tetap, yaitu $J_L = 0,89$ m/s dan nilai J_G bervariasi	45
Tabel 4.14 Perbandingan pola aliran <i>bubbly</i> dengan konsentrasi gliserin 20%, nilai J_G tetap, yaitu $J_G = 0,423$ m/s dan nilai J_L bervariasi.....	46

Tabel 4.15 Perbandingan pola aliran <i>bubbly</i> dengan konsentrasi gliserin 20%, nilai J_L tetap, yaitu $J_L = 0,89$ m/s dan nilai J_G bervariasi	46
Tabel 4.16 Perbandingan pola aliran <i>bubbly</i> dengan konsentrasi gliserin 30%, nilai J_G tetap, yaitu $J_G = 0,207$ m/s dan nilai J_L bervariasi	47
Tabel 4.17 Perbandingan pola aliran <i>bubbly</i> dengan konsentrasi gliserin 30%, nilai J_L tetap, yaitu $J_L = 0,89$ m/s dan nilai J_G bervariasi	47
Tabel 4.18 Perbandingan pola aliran <i>bubbly</i> untuk tiap konsentrasi campuran larutan gliserin dengan nilai $J_G = 0,116$ m/s dan $J_L = 0,89$ m/s	48
Tabel 4.19 Perbandingan pola aliran <i>slug annular</i> dengan konsentrasi gliserin 0%, nilai J_G tetap, yaitu $J_G = 7$ m/s dan nilai J_L bervariasi	50
Tabel 4.20 Perbandingan pola aliran <i>slug annular</i> dengan konsentrasi gliserin 0%, nilai J_L tetap, yaitu $J_L = 0,149$ m/s dan nilai J_L bervariasi	51
Tabel 4.21 Perbandingan pola aliran <i>slug annular</i> dengan konsentrasi gliserin 10%, nilai J_G tetap, yaitu $J_G = 7$ m/s dan nilai J_L bervariasi	51
Tabel 4.22 Perbandingan pola aliran <i>slug annular</i> dengan konsentrasi gliserin 10%, nilai J_L tetap, yaitu $J_L = 0,149$ m/s dan nilai J_L bervariasi	52
Tabel 4.23 Perbandingan pola aliran <i>slug annular</i> dengan konsentrasi gliserin 20%, nilai J_G tetap, yaitu $J_G = 9,62$ m/s dan nilai J_L bervariasi	52
Tabel 4.24 Perbandingan pola aliran <i>slug annular</i> dengan konsentrasi gliserin 20%, nilai J_L tetap, yaitu $J_L = 0,232$ m/s dan nilai J_L bervariasi	53
Tabel 4.25 Perbandingan pola aliran <i>slug annular</i> dengan konsentrasi gliserin 30%, nilai J_G tetap, yaitu $J_G = 9,62$ m/s dan nilai J_L bervariasi	53
Tabel 4.26 Perbandingan pola aliran <i>slug annular</i> dengan konsentrasi gliserin 30%, nilai J_L tetap, yaitu $J_L = 0,232$ m/s dan nilai J_L bervariasi	54
Tabel 4.27 Perbandingan pola aliran <i>slug annular</i> untuk tiap campuran larutan gliserin dengan nilai $J_G = 4,238$ m/s dan $J_L = 0,091$ m/s	54
Tabel 4.28 Perbandingan pola aliran <i>annular</i> dengan konsentrasi gliserin 0%, nilai J_G tetap, yaitu $J_G = 58,05$ m/s dan nilai J_L bervariasi	56
Tabel 4.29 Perbandingan pola aliran <i>annular</i> dengan konsentrasi gliserin 0%, nilai J_L tetap, yaitu $J_L = 0,091$ m/s dan nilai J_L bervariasi	57

Tabel 4.30 Perbandingan pola aliran <i>annular</i> dengan konsentrasi gliserin 10%, nilai J_G tetap, yaitu $J_G = 58,05$ m/s dan nilai J_L bervariasi.....	57
Tabel 4.31 Perbandingan pola aliran <i>annular</i> dengan konsentrasi gliserin 10%, nilai J_L tetap, yaitu $J_L = 0,091$ m/s dan nilai J_G bervariasi	58
Tabel 4.32 Perbandingan pola aliran <i>annular</i> dengan konsentrasi gliserin 20%, nilai J_G tetap, yaitu $J_G = 58,05$ m/s dan nilai J_L bervariasi.....	58
Tabel 4.33 Perbandingan pola aliran <i>annular</i> dengan konsentrasi gliserin 20%, nilai J_L tetap, yaitu $J_L = 0,091$ m/s dan nilai J_G bervariasi	59
Tabel 4.34 Perbandingan pola aliran <i>annular</i> dengan konsentrasi gliserin 30%, nilai J_G tetap, yaitu $J_G = 58,05$ m/s dan nilai J_L bervariasi.....	59
Tabel 4.35 Perbandingan pola aliran <i>annular</i> dengan konsentrasi gliserin 30%, nilai J_L tetap, yaitu $J_L = 0,091$ m/s dan nilai J_G bervariasi	60
Tabel 4.36 Perbandingan pola aliran <i>annular</i> untuk tiap campuran larutan gliserin dengan nilai $J_G = 50$ m/s dan $J_L = 0,149$ m/s	61
Tabel 4.37 Perbandingan pola aliran <i>churn</i> dengan konsentrasi gliserin 0%, nilai J_G tetap, yaitu $J_G = 50$ m/s dan nilai J_L bervariasi	62
Tabel 4.38 Perbandingan pola aliran <i>churn</i> dengan konsentrasi gliserin 0%, nilai J_L tetap, yaitu $J_L = 2,297$ m/s dan nilai J_G bervariasi	63
Tabel 4.39 Perbandingan pola aliran <i>churn</i> dengan konsentrasi gliserin 10%, nilai J_G tetap, yaitu $J_G = 50$ m/s dan nilai J_L bervariasi	63
Tabel 4.40 Perbandingan pola aliran <i>churn</i> dengan konsentrasi gliserin 10%, nilai J_L tetap, yaitu $J_L = 2,297$ m/s dan nilai J_G bervariasi	64
Tabel 4.41 Perbandingan pola aliran <i>churn</i> dengan konsentrasi gliserin 20%, nilai J_G tetap, yaitu $J_G = 50$ m/s dan nilai J_L bervariasi	64
Tabel 4.42 Perbandingan pola aliran <i>churn</i> dengan konsentrasi gliserin 20%, nilai J_L tetap, yaitu $J_L = 2,297$ m/s dan nilai J_G bervariasi	65
Tabel 4.43 Perbandingan pola aliran <i>churn</i> dengan konsentrasi gliserin 30%, nilai J_G tetap, yaitu $J_G = 50$ m/s dan nilai J_L bervariasi	65
Tabel 4.44 Perbandingan pola aliran <i>churn</i> dengan konsentrasi gliserin 30%, nilai J_L tetap, yaitu $J_L = 2,297$ m/s dan nilai J_G bervariasi	66

Tabel 4.45 Perbandingan pola aliran *churn* untuk tiap campuran larutan gliserin
dengan nilai $J_G = 22,6$ m/s dan $J_L = 0,7$ m/s67

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. tabel kecepatan superfisial pembentukan <i>annular</i>	81
Lampiran 2. tabel kecepatan superfisial pembentukan <i>bubbly</i>	82
Lampiran 3. tabel kecepatan superfisial pembentukan <i>churn</i>	83
Lampiran 4. tabel kecepatan superfisial pembentukan <i>slug annular</i>	85
Lampiran 5. tabel kecepatan superfisial pembentukan <i>plug</i>	86

DAFTAR NOTASI

D	= Diameter
DH	= Diameter dalam
Re	= <i>Reynolds</i>
ρ	= massa jenis
ν	= viskositas kinematik
d	= diameter
μ	= viskositas dinamik
μm	= mikrometer
β	= volumetrik gas quality
J_G	= Kecepatan superfisial udara
J_L	= Kecepatan superfisial air