

**INVESTIGASI POLA ALIRAN DUA FASE UDARA
AIR DAN GLISERIN (0-30%) PADA PIPA KAPILER
DENGAN KEMIRINGAN 45⁰ TERHADAP POSISI HORIZONTAL**

TUGAS AKHIR



UMY

**UNIVERSITAS
MUHAMMADIYAH
YOGYAKARTA**

Unggul & Islami

Disusun oleh:

Windy Prasetyo

20140130050

**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 45° TERHADAP POSISI HORIZONTAL**

TUGAS AKHIR

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar
Sarjana Teknik



UMY

**UNIVERSITAS
MUHAMMADIYAH
YOGYAKARTA**

Unggul & Islami

Disusun oleh:

Windy Prasetyo

20140130050

**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, 18, Desember 2018



Windy Prasetyo

HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

- Orang tua saya, suliyono dan sriastuti yang selalu membimbing dan memberikan do'a serta semangat buat saya dengan tak pernah lelah mendidik saya untuk mencari ilmu, belajar, ibadah, dan berdo'a
- Kedua saudara saya, heri setiawan dan dewi nurhayati yang selalu menjadi contoh buat saya dalam berjuang meraih pendidikan
- Ayudia kumala dewi yang selalu memberikan semangat dan motivasi dalam pengerjaan skripsi ini hingga selesai
- Tim bubadibako yang memberikan semangat dan motivasi, hiburan dan berbagai dukungan.
- Tim kelas A yang memberikan semangat dan motivasi, hiburan dan berbagai dukungan.
- Tim suku bar-bar yang memberikan semangat dan motivasi, hiburan dan berbagai dukungan.
- Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah memberikan support dengan tulus dan ikhlas serta memberikan doa dan motivasi sehingga dapat terselesaikannya skripsi ini
- Almamater saya Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

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 45^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

Windy Prasetyo

DAFTAR ISI

SKRIPSI	i
LEMBAR PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR LAMPIRAN	xii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xiii
INTISARI	xiv
ABSTRACT	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Dasar Teori Aliran Dua Fase	8
2.2.3 Fase	11
2.2.4 Visikositas	11
2.2.5 Massa Jenis	11
2.2.6 Aliran Transisi	12
2.3 konsep Aliran Multifase	12
BAB III METODE PENELITIAN	13
3.1 Metode Penelitian	13
3.2 Tempat Penelitian	13

3.3 Alat Dan Bahan Pada Penelitian	13
3.3.1 Alat Penelitian	13
3.2.1 Bahan Penelitian	24
3.4 Alat Uji	25
3.5 Tahapan Penelitian	27
3.6 Metode Pengujian	28
3.7 Diagram Alir Penelitian	29
3.8 Pengolahan Data dan Analisis Hasil.....	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1 Pola Aliran	30
4.1.1 Pola Aliran <i>Bubbly</i>	30
4.1.2 Pola Aliran <i>Plug</i>	38
4.1.3 Pola Aliran <i>Slug-Annular</i>	46
4.1.4 Pola Aliran <i>Annular</i>	52
4.1.5 Pola Aliran <i>Churn</i>	58
4.2 Peta Pola Aliran	64
4.3 Perbandingan Peta Pola Aliran Dengan Peneliti Sebelumnya	70
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	73
5.1 Kesimpulan	73
5.2 Saran	75
DAFTAR PUSTAKA	76
LAMPIRAN	77

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Aliran gelembung	9
Gambar 2.2 Aliran kantung.....	9
Gambar 2.3 Aliran strata	10
Gambar 2.4 Aliran strata bergelombang	10
Gambar 2.5 Aliran sumbat	10
Gambar 2.6 Aliran cincin.....	10
Gambar 3.1 Tampunguan Air dan Gliserin.....	17
Gambar 3.2 Pompa Air	18
Gambar 3.3 Bejana Bertekanan	19
Gambar 3.4 Kompresor Udara	19
Gambar 3.5 <i>Mixer</i>	20
Gambar 3.6 <i>Test Section</i>	20
Gambar 3.7 <i>Flowmeter</i> udara (A).....	21
Gambar 3.8 <i>Flowmeter</i> udara (B)	21
Gambar 3.9 <i>Flowmeter</i> udara (C)	21
Gambar 3.10 <i>Flowmeter</i> air (A)	22
Gambar 3.11 <i>Flowmeter</i> air (B).....	22
Gambar 3.12 <i>Flowmeter</i> air (C).....	22
Gambar 3.13 Filter dan Regulator.....	23
Gambar 3.14 <i>Check valve</i>	23
Gambar 3.15 <i>Gate valve</i>	24
Gambar 3.16 Lampu Penerangan.....	25
Gambar 3.17 kamera	25
Gambar 3.18 Gliserin dan Akuades	27
Gambar 3.18 Skema Alat Uji	28
Gambar 3.19 Diagram Alir Penelitian	31

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Sifat Fisik Pada Cairan	26
Tabel 3.2 Peralatan Alat Uji yang Digunakan	28
Tabel 4.1 Perbandingan pola aliran <i>bubble</i> dengan konsentrasi gliserin 0% nilai J_L tetap yaitu pada $J_L = 0,89$ dan nilai J_G yang bervariasi	33
Tabel 4.2 Perbandingan pola aliran <i>bubble</i> dengan konsentrasi gliserin 0% nilai J_G tetap yaitu pada $J_G = 0,423$ dan nilai J_L yang bervariasi	34
Tabel 4.3 Perbandingan pola aliran <i>bubble</i> dengan konsentrasi gliserin 10% nilai J_L tetap yaitu pada $J_L = 0,879$ m/s dan nilai J_G yang bervariasi	35
Tabel 4.4 Perbandingan pola aliran <i>bubble</i> dengan konsentrasi gliserin 10% nilai J_G tetap yaitu pada $J_G = 0,423$ dan nilai J_L yang bervariasi	36
Tabel 4.5 Perbandingan pola aliran <i>bubble</i> dengan konsentrasi gliserin 20% nilai J_L tetap yaitu pada $J_L = 0,879$ dan nilai J_G yang bervariasi	36
Tabel 4.6 Perbandingan pola aliran <i>bubble</i> dengan konsentrasi gliserin 20% nilai J_G tetap yaitu pada $J_G = 0,423$ dan nilai J_L yang bervariasi	37
Tabel 4.7 Perbandingan pola aliran <i>bubble</i> dengan konsentrasi gliserin 30% nilai J_L tetap yaitu pada $J_L = 0,879$ dan nilai J_G yang bervariasi	37
Tabel 4.8 Perbandingan pola aliran <i>bubble</i> dengan konsentrasi gliserin 30% nilai J_G tetap yaitu pada $J_G = 0,423$ dan nilai J_L yang bervariasi	38
Tabel 4.9 Perbandingan pola aliran <i>bubble</i> dengan konsentrasi gliserin 0%, 10%, 20%, 30%	40
Tabel 4.10 Perbandingan pola aliran <i>plug</i> dengan konsentrasi gliserin 0% nilai J_L tetap yaitu pada $J_L = 0,539$ dan nilai J_G yang bervariasi	41
Tabel 4.11 Perbandingan pola aliran <i>plug</i> dengan konsentrasi gliserin 0% nilai J_G tetap yaitu pada $J_G = 0,423$ dan nilai J_L yang bervariasi	42
Tabel 4.12 Perbandingan pola aliran <i>plug</i> dengan konsentrasi gliserin 10% nilai J_L tetap yaitu pada $J_L = 0,539$ dan nilai J_G yang bervariasi	42
Tabel 4.13. Perbandingan pola aliran <i>plug</i> dengan konsentrasi gliserin 10% nilai J_G tetap yaitu pada $J_G = 0,423$ dan nilai J_L yang bervariasi	43

Tabel 4.14. Perbandingan pola aliran <i>plug</i> dengan konsentrasi gliserin 20% nilai J_L tetap yaitu pada $J_L = 0,539$ dan nilai J_G yang bervariasi	43
Tabel 4.15. Perbandingan pola aliran <i>plug</i> dengan konsentrasi gliserin 20% nilai J_G tetap yaitu pada $J_G = 0,423$ dan nilai J_L yang bervariasi	44
Tabel 4.16. Perbandingan pola aliran <i>plug</i> dengan konsentrasi gliserin 30% nilai J_L tetap yaitu pada $J_L 0,7$ dan nilai J_G yang bervariasi	44
Tabel 4.17. Perbandingan pola aliran <i>plug</i> dengan konsentrasi gliserin 30% nilai J_G tetap yaitu pada $J_G 0,207$ dan nilai J_L yang bervariasi	45
Tabel 4.18. Perbandingan pola aliran <i>plug</i> dengan konsentrasi gliserin 0%, 10%, 20%, 30%	47
Tabel 4.19. Perbandingan pola aliran <i>slug annular</i> dengan konsentrasi gliserin 0% nilai J_L tetap yaitu pada $J_L 0,232$ dan nilai J_G yang bervariasi	49
Tabel 4.20. Perbandingan pola aliran <i>slug annular</i> dengan konsentrasi gliserin 0% nilai J_G tetap yaitu pada $J_G 7,00$ dan nilai J_L yang bervariasi	49
Tabel 4.21. Perbandingan panjang <i>slug annular</i> dengan konsentrasi gliserin 10% nilai J_L tetap yaitu pada $J_L 0,232$ dan nilai J_G yang bervariasi	50
Tabel 4.22. Perbandingan pola aliran <i>slug annular</i> dengan konsentrasi gliserin 10% nilai J_G tetap yaitu pada $J_G 7,00$ dan nilai J_L yang bervariasi	50
Tabel 4.23. Perbandingan pola aliran <i>slug annular</i> dengan konsentrasi gliserin 20% nilai J_L tetap yaitu pada $J_L 0,232$ dan nilai J_G yang bervariasi	51
Tabel 4.24. Perbandingan pola aliran <i>slug annular</i> dengan konsentrasi gliserin 20% nilai J_G tetap yaitu pada $J_G 7,00$ dan nilai J_L yang bervariasi	51
Tabel 4.25. Perbandingan pola aliran <i>slug annular</i> dengan konsentrasi gliserin 30% nilai J_L tetap yaitu pada $J_L 0,232$ dan nilai J_G yang bervariasi	52
Tabel 4.26. Perbandingan pola aliran <i>slug annular</i> dengan konsentrasi gliserin 30% nilai J_G tetap yaitu pada $J_G 7,00$ dan nilai J_L yang bervariasi	53
Tabel 4.27. Perbandingan pola aliran <i>slug annular</i> dengan konsentrasi gliserin 0%, 10%, 20%, 30%	53
Tabel 4.28. Perbandingan pola aliran <i>annular</i> dengan konsentrasi gliserin 0% nilai J_L tetap yaitu pada $J_L 0,232$ dan nilai J_G yang bervariasi	55

Tabel 4.29. Perbandingan pola aliran <i>annular</i> dengan konsentrasi gliserin 0% nilai J_G tetap yaitu pada J_G 58,05 dan nilai J_L yang bervariasi	55
Tabel 4.30. Perbandingan pola aliran <i>annular</i> dengan konsentrasi gliserin 10% nilai J_L tetap yaitu pada J_L 0,232 dan nilai J_G yang bervariasi	56
Tabel 4.31. Perbandingan pola aliran <i>annular</i> dengan konsentrasi gliserin 10% nilai J_G tetap yaitu pada J_G 58,05 dan nilai J_L yang bervariasi	56
Tabel 4.32. Perbandingan pola aliran <i>annular</i> dengan konsentrasi gliserin 20% nilai J_L tetap yaitu pada J_L 0,232 dan nilai J_G yang bervariasi.	57
Tabel 4.33. Perbandingan pola aliran <i>annular</i> dengan konsentrasi gliserin 20% nilai J_G tetap yaitu pada J_G 58,05 dan nilai J_L yang bervariasi	57
Tabel 4.34. Perbandingan pola aliran <i>annular</i> dengan konsentrasi gliserin 30% nilai J_L tetap yaitu pada J_L 0,232 dan nilai J_G yang bervariasi	58
Tabel 4.35. Perbandingan pola aliran <i>annular</i> dengan konsentrasi gliserin 30% nilai J_G tetap yaitu pada J_G 58,05 dan nilai J_L yang bervariasi	58
Tabel 4.36. Perbandingan pola aliran <i>annular</i> dengan konsentrasi gliserin 0%, 10%, 20%, 30%	59
Tabel 4.37. Perbandingan pola aliran <i>churn</i> dengan konsentrasi gliserin 0% nilai J_L tetap yaitu pada J_L 2,297 dan nilai J_G yang bervariasi	60
Tabel 4.38. Perbandingan pola aliran <i>annular</i> dengan konsentrasi gliserin 0% nilai J_G tetap yaitu pada J_G 50 dan nilai J_L yang bervariasi	61
Tabel 4.39. Perbandingan pola aliran <i>churn</i> dengan konsentrasi gliserin 10% nilai J_L tetap yaitu pada J_L 2,297 dan nilai J_G yang bervariasi	62
Tabel 4.40. Perbandingan pola aliran <i>annular</i> dengan konsentrasi gliserin 10% nilai J_G tetap yaitu pada J_G 50 dan nilai J_L yang bervariasi	62
Tabel 4.41. Perbandingan pola aliran <i>churn</i> dengan konsentrasi gliserin 20% nilai J_L tetap yaitu pada J_L 2,297 dan nilai J_G yang bervariasi	63
Tabel 4.42. Perbandingan pola aliran <i>annular</i> dengan konsentrasi gliserin 20% nilai J_G tetap yaitu pada J_G 50 dan nilai J_L yang bervariasi	63
Tabel 4.43. Perbandingan pola aliran <i>churn</i> dengan konsentrasi gliserin 30% nilai J_L tetap yaitu pada J_L 2,297 dan nilai J_G yang bervariasi	64

Tabel 4.44. Perbandingan pola aliran <i>annular</i> dengan konsentrasi gliserin 30% nilai J_G tetap yaitu pada J_G 50 dan nilai J_L yang bervariasi	64
Tabel 4.45. Perbandingan pola aliran churn dengan konsentrasi gliserin 0%, 10%, 20%, 30%	65

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 tabel kecepatan superficial pembentukan <i>annular</i>	77
Lampiran 2 tabel kecepatan superficial pembentukan <i>bubbly</i>	78
Lampiran 3 tabel kecepatan superficial pembentukan <i>churn</i>	79
Lampiran 4 tabel kecepatan superficial pembentukan <i>slug annular</i>	81
Lampiran 5 tabel kecepatan superficial pembentukan <i>annular</i>	82
Lampiran 6 Hasil Pengujian Tegangan Permukaan	85
Lampiran Tabel Kecepatan <i>bubbly</i> dan <i>Plug</i>	85

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

J_G	= Kecepatan superfisial udara (m/s)
J_L	= Kecepatan superfisial air (m/s)
ρ	= Massa jenis (kg/m^3)
U_m	= Kecepatan campuran cairan
U_{sl}	= kecepatan superfisial cairan
U_{sg}	= kecepatan superfisial gas
H_l	= hambatan cairan
V_l	= volume bagian pipa yang diduduki oleh cairan
V	= seluruh volume bagian pipa
Q_l	= laju aliran volumetrik cairan
Q_g	= laju aliran volumetrik gas
A_f, A_g	= daerah penampang melintang aliran pipa
μ_m	= viskositas campuran gas-zat cair
μ_l	= viskositas zat cair
μ_g	= viskositas zat gas
ρ_m	= massa jenis campuran gas-zat cair
ρ_l	= massa jenis zat cair
ρ_g	= massa jenis zat gas