

**SKRIPSI**  
**INVESTIGASI POLA ALIRAN DUA FASE UDARA**  
**AIR DAN GLISERIN (40 – 70 %) PADA PIPA KAPILER**  
**DENGAN KEMIRINGAN 45° TERHADAP POSISI HORIZONTAL**

**Ditujukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar**  
**Sarjana Teknik**



**UMY**

**UNIVERSITAS  
MUHAMMADIYAH  
YOGYAKARTA**

**Unggul & Islami**

**Disusun oleh:**  
**Andi Cahyaningtyas**  
**20150130108**

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**  
**2019**

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Andi Cahyaningtyas  
Nim : 20150130108  
Jurusan : Teknik Mesin  
Universitas : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Menyatakan bahwa skripsi tentang **“Investigasi Pola Aliran Dua-Fase Udara-Air dan Gliserin (40-70%) pada Pipa Kapiler dengan Kemiringan 45° Terhadap Posisi Horizontal”** ini merupakan hasil investigasi penelitian dari pengujian dan karya ilmiah saya secara murni keasliannya, dengan tidak adanya manipulasi data dan semua yang saya tuliskan tidak terdapat unsur plagiat ataupun pernah diajukan sebelumnya untuk mendapat gelar sarjana di perguruan tinggi lain. Dengan pernyataan ini, karya yang saya buat tidak terdapat hasil dari penelitian yang sudah dipublikasikan ataupun di terbitkan selain dari refrensi yang diikut sertakan sumber keasliannya dalam naskah ini.

Yogyakarta, Juli 2019



## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, kami panjatkan puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah dan inayah-Nya kepada kita semua, sehingga kami diberikan kelancaran dalam menyelesaikan tugas akhir dengan judul **“Investigasi Pola Aliran Dua-Fase Udara-Air dan Gliserin (40-70%) pada Pipa Kapiler dengan Kemiringan 45<sup>0</sup> Terhadap Posisi Horizontal”** secara baik dan tepat pada waktunya.

Tidak lupa penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis, baik secara moril dan materil dalam pelaksanaan tugas akhir maupun penyusunan laporan ini. Terima kasih kepada Bapak Berli Paripurna Kamiel, S.T., M.M., M.Eng.Sc., Ph.D. selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta atas izin dan persetujuan peminjaman laboratorium untuk penelitian, Bapak Dr. Ir. Sukamta, M.T., IPM. dan Bapak Dr. Ir. Sudarja, M.T. selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah memberikan ilmu kepada penulis dan membantu dalam pelaksanaan penyusunan ataupun penulisan tugas akhir ini hingga selesai, Bapak Krisdiyanto, S.T., M.Eng. selaku dosen penguji tugas akhir, semua staf pelayanan dan laboran Teknik Mesin UMY yang telah melayani mahasiswa dalam segala urusan akademik dan teman-teman Teknik Mesin UMY angkatan 2015 serta rekan tim tugas akhir aliran dua fase yang telah membantu baik itu berupa saran, doa, maupun dukungan sampai selesai.

Akhir kata penulisan tugas akhir ini, penulis sadar masih adanya kekurangan dan kesalahan dalam penyusunan karya tulis ini. Untuk itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca untuk perbaikan dimasa mendatang agar menjadi lebih baik dikemudian hari.

Yogyakarta, Juli 2019

Andi Cahyaningtyas

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	ix
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiii
<b>DAFTAR NOTASI</b> .....	xiv
<b>PERSEMBAHAN</b> .....	xv
<b>MOTTO</b> .....	xvi
<b>INTISARI</b> .....	xvii
<b>ABSTRACT</b> .....	xviii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan Penelitian .....	2
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI</b> .....	4
2.1 Tinjauan Pustaka.....	4
2.2 Landasan Teori .....	10
2.2.1 Aliran dua fase.....	10
2.2.2 Pola aliran .....	11
2.2.3 Viskositas.....	13
2.2.4 Fase .....	14

2.2.5	Peta Pola aliran .....	14
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>		<b>16</b>
3.1	Tempat Penelitian .....	16
3.2	Alat dan Bahan Penelitian .....	16
3.2.1	Alat yang digunakan .....	16
3.2.2	Bahan yang digunakan.....	23
3.3	Skema Penelitian .....	24
3.4	Tahapan Penelitian .....	26
3.5	Diagram Alir Penelitian.....	27
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>28</b>
4.1	Pola Aliran.....	28
4.1.1	Pola Aliran <i>Plug</i> .....	29
4.1.2	Pola Aliran <i>Bubbly</i> .....	36
4.1.3	Pola Aliran <i>Slug-Annular</i> .....	43
4.1.4	Pola Aliran <i>Annular</i> .....	51
4.1.5	Pola Aliran <i>Churn</i> .....	58
4.1.6	Peta Pola Aliran .....	64
4.1.7	Perbandingan Peta Pola Aliran dengan Penelitian Terdahulu.....	68
<b>BAB V PENUTUP .....</b>		<b>71</b>
5.1	Kesimpulan.....	71
5.2	Saran.....	71
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>72</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>74</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pola aliran yang terbentuk pada pipa sirkular berdiameter 1,097 mm (Triplett dkk 1999) .....	6
Gambar 2.2 Perbandingan peta pola aliran pada pipa sirkular berdiameter 1,097 mm dengan peta pola aliran peneliti sebelumnya. (Triplett dkk, 1999)7	
Gambar 2.3 pola aliran yang terbentuk (Sudarja dkk, 2014) .....	9
Gambar 2.4 Pola aliran yang terbentuk (Eli dkk, 2017) .....	10
Gambar 2.5 Pola aliran pipa vertikal (Hewitt, 2007) .....	12
Gambar 2.6 Pola aliran pada pipa horizontal (Korawan, 2015).....	13
Gambar 2.7 Peta pola aliran dengan menggunakan parameter kecepatan superfisial (Sudarja dkk, 2014). .....	15
Gambar 3.1 Tempat penampungan .....	16
Gambar 3.2 Pompa air.....	17
Gambar 3.3 Bejana tekan .....	18
Gambar 3.4 Kompresor udara .....	18
Gambar 3.5 <i>Mixer</i> .....	19
Gambar 3.6 <i>Optical Correction Box</i> .....	19
Gambar 3.7 <i>Flowmeter</i> air (a) kapasitas 0-100ml/menit, (b) kapasitas 0-500 ml/menit, (c) kapasitas 0 – 1000 ml/menit.....	20
Gambar 3.8 <i>Flowmeter</i> udara (a) kapasitas 0-100 cc/menit, (b) kapasitas 100-1000 cc/menit, (c) 1-10 liter/menit.....	21
Gambar 3.9 Filter dan Regulator.....	22
Gambar 3.10 Lampu penerangan .....	22
Gambar 3.11 Kamera Nikon J4.....	23
Gambar 3.12 Cairan akuades dan gliserin.....	24
Gambar 3.13 Skema penelitian .....	25
Gambar 3.14 Diagram Alir .....	27
Gambar 4.1 Peta Pola Aliran Pada Campuran Gliserin 40 % .....	65
Gambar 4.2 Peta Pola Aliran Pada Campuran Gliserin 50 % .....	66

Gambar 4.3 Peta Pola Aliran Pada Campuran Gliserin 60 % .....	67
Gambar 4.4 Peta Pola Aliran Pada Campuran Gliserin 70 % .....	68
Gambar 4.5 Perbandingan Peta Pola Aliran dan garis transisi dengan hasil penelitian Triplett dkk. (1999) .....	69
Gambar 4.6 Perbandingan Peta Pola Aliran dan garis transisi dengan hasil penelitian Sudarja dkk. (2014) .....	70

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Sifat fisik cairan .....	24
Tabel 4.1 Perbandingan pola aliran <i>plug</i> dengan konsentrasi campuran gliserin 40%, nilai $J_L$ tetap yaitu 0,149 m/s dan nilai $J_G$ divariasi .....	29
Tabel 4.2 Perbandingan pola aliran <i>plug</i> dengan konsentrasi campuran gliserin 40%, nilai $J_G$ tetap yaitu 0,116 m/s dan nilai $J_L$ divariasi .....	30
Tabel 4.3 Perbandingan pola aliran <i>plug</i> dengan konsentrasi campuran gliserin 50%, nilai $J_L$ tetap yaitu 0,232 m/s dan nilai $J_G$ divariasi .....	31
Tabel 4.4 Perbandingan pola aliran <i>plug</i> dengan konsentrasi campuran gliserin 50%, nilai $J_G$ tetap yaitu 0,207 m/s dan nilai $J_L$ divariasi .....	31
Tabel 4.5 Perbandingan pola aliran <i>plug</i> dengan konsentrasi campuran gliserin 60%, nilai $J_L$ tetap yaitu 0,539 m/s dan nilai $J_G$ divariasi .....	32
Tabel 4.6 Perbandingan pola aliran <i>plug</i> dengan konsentrasi campuran gliserin 60%, nilai $J_G$ tetap yaitu 0,423 m/s dan nilai $J_L$ divariasi .....	33
Tabel 4.7 Perbandingan pola aliran <i>plug</i> dengan konsentrasi campuran gliserin 70%, nilai $J_L$ tetap yaitu 0,7 m/s dan nilai $J_G$ divariasi .....	33
Tabel 4.8 Perbandingan pola aliran <i>plug</i> dengan konsentrasi campuran gliserin 70%, nilai $J_G$ tetap yaitu 0,207 m/s dan nilai $J_L$ divariasi .....	34
Tabel 4.9 Perbandingan pola aliran <i>plug</i> untuk tiap konsentrasi campuran gliserin dengan nilai $J_L$ 0,7 m/s dan nilai $J_G$ 0,423 m/s. ....	35
Tabel 4.10 Perbandingan pola aliran <i>bubble</i> dengan konsentrasi campuran gliserin 40 % dengan nilai $J_L$ tetap 0,879 m/s dan nilai $J_G$ divariasi. ....	36
Tabel 4.11 Perbandingan pola aliran <i>bubble</i> dengan konsentrasi campuran gliserin 40 % dengan nilai $J_G$ tetap 0,116 m/s dan nilai $J_L$ divariasi. ....	37
Tabel 4.12 Perbandingan pola aliran <i>bubble</i> dengan konsentrasi campuran gliserin 50% dengan nilai $J_L$ tetap 2,297 m/s dan nilai $J_G$ divariasi. ....	38
Tabel 4.13 Perbandingan pola aliran <i>bubble</i> dengan konsentrasi campuran gliserin 50% dengan nilai $J_G$ tetap yaitu 0,116 m/s dan nilai $J_L$ divariasi .....	39
Tabel 4.14 Perbandingan pola aliran <i>bubble</i> dengan konsentrasi campuran gliserin 60% dengan nilai $J_L$ tetap 2,297 m/s dan nilai $J_G$ divariasi. ....	40



Tabel 4.15 Perbandingan pola aliran <i>bubble</i> dengan kon sentrasi campuran gliserin 60% dengan nilai $J_G$ tetap yaitu 0,025 m/s dan nilai $J_L$ divariasi .....	40
Tabel 4.16 Perbandingan pola aliran <i>bubble</i> dengan konsentrasi campuran gliserin 70% dengan nilai $J_L$ tetap 2,297 m/s dan nilai $J_G$ divariasi. ....	41
Tabel 4.17 Perbandingan pola aliran <i>bubble</i> dengan konsentrasi campuran gliserin 70 % dengan nilai $J_G$ tetap yaitu 0,116 m/s dan nilai $J_L$ divariasi.....	41
Tabel 4.18 Perbandingan pola aliran <i>Bubble</i> untuk tiap konsentrasi campuran gliserin dengan nilai $J_L$ 2,297 m/s $J_G$ 0,116 m/s. ....	42
Tabel 4.19 Perbandingan pola aliran <i>slug-annular</i> dengan konsentrasi campuran gliserin 40% dengan nilai $J_L$ tetap yaitu 0,149 m/s dan nilai $J_G$ divariasi. ....	44
Tabel 4.20 Perbandingan pola aliran <i>slug-annular</i> dengan konsentrasi campuran gliserin 40% dengan nilai $J_G$ tetap yaitu 4,238 m/s dan nilai $J_L$ divariasi .....	45
Tabel 4.21 Perbandingan pola aliran <i>slug-annular</i> dengan konsentrasi campuran gliserin 50% dengan nilai $J_L$ tetap yaitu 0,232 m/s dan nilai $J_G$ divariasi .....	46
Tabel 4.22 Perbandingan pola aliran <i>slug-annular</i> dengan konsentrasi campuran gliserin 50% dengan nilai $J_G$ tetap yaitu 4,238 m/s dan nilai $J_L$ divariasi .....	46
Tabel 4.23 Perbandingan pola aliran <i>slug-annular</i> dengan konsentrasi campuran gliserin 60% dengan nilai $J_L$ tetap yaitu 0,091 m/s dan nilai $J_G$ divariasi .....	47
Tabel 4.24 Perbandingan pola aliran <i>slug-annular</i> dengan konsentrasi campuran gliserin 60% dengan nilai $J_G$ tetap yaitu 7 m/s dan nilai $J_L$ divariasi. ....	48
Tabel 4.25 Perbandingan pola aliran <i>slug-annular</i> dengan konsentrasi campuran gliserin 70% dengan nilai $J_L$ tetap yaitu 0,539 m/s dan nilai $J_G$ divariasi .....	48

Tabel 4.26 Perbandingan pola aliran <i>slug-annular</i> dengan konsentrasi campuran gliserin 70% dengan nilai $J_G$ tetap yaitu 9,62 m/s dan nilai $J_L$ divariasi .....	49
Tabel 4.27 Perbandingan pola aliran <i>slug-annular</i> untuk tiap konsentrasi campuran gliserin dengan nilai $J_L$ 0,149 m/s $J_G$ 4,238 m/s. ....	49
Tabel 4.28 Perbandingan pola aliran <i>annular</i> dengan konsentrasi campuran gliserin 40% dengan nilai $J_L$ tetap yaitu 0,149 m/s dan nilai $J_G$ divariasi .....	51
Tabel 4.29 Perbandingan pola aliran <i>annular</i> dengan konsentrasi campuran gliserin 40% dengan nilai $J_G$ tetap yaitu 66,3 m/s dan nilai $J_L$ divariasi. ....	52
Tabel 4.30 Perbandingan pola aliran <i>annular</i> dengan konsentrasi campuran gliserin 50% dengan nilai $J_L$ tetap yaitu 0,149 m/s dan nilai $J_G$ divariasi .....	53
Tabel 4.31 Perbandingan pola aliran <i>annular</i> dengan konsentrasi campuran gliserin 50% dengan nilai $J_G$ tetap yaitu 66,3 m/s dan nilai $J_L$ divariasi. ....	54
Tabel 4.32 Perbandingan pola aliran <i>annular</i> dengan konsentrasi campuran gliserin 60% dengan nilai $J_L$ tetap yaitu 0,149 m/s dan nilai $J_G$ divariasi .....	55
Tabel 4.33 Perbandingan pola aliran <i>annular</i> dengan konsentrasi campuran gliserin 60% dengan nilai $J_G$ tetap yaitu 66,3 m/s dan nilai $J_L$ divariasi. ....	55
Tabel 4.34 Perbandingan pola aliran <i>annular</i> dengan konsentrasi campuran gliserin 70% dengan nilai $J_L$ tetap yaitu 0,149 m/s dan nilai $J_G$ divariasi .....	56
Tabel 4.35 Perbandingan pola aliran <i>annular</i> dengan konsentrasi campuran gliserin 70% dengan nilai $J_G$ tetap yaitu 66,3 m/s dan nilai $J_L$ divariasi. ....	57
Tabel 4.36 Perbandingan pola aliran <i>annular</i> untuk tiap konsentrasi campuran gliserin dengan nilai $J_L$ 0,539 m/s $J_G$ 58,05 m/s. ....	57

Tabel 4.37 Perbandingan pola aliran <i>churn</i> dengan konsentrasi campuran gliserin 40% dengan nilai $J_L$ tetap yaitu 2,297 m/s dan nilai $J_G$ divariasi .....	59
Tabel 4.38 Perbandingan pola aliran <i>churn</i> dengan konsentrasi campuran gliserin 40% dengan nilai $J_G$ tetap yaitu 22,6 m/s dan nilai $J_L$ divariasi.....	60
Tabel 4.39 Perbandingan pola aliran <i>churn</i> dengan konsentrasi campuran gliserin 50% dengan nilai $J_L$ tetap yaitu 2,297 m/s dan nilai $J_G$ divariasi. ....	60
Tabel 4.40 Perbandingan pola aliran <i>churn</i> dengan konsentrasi campuran gliserin 50% dengan nilai $J_G$ tetap yaitu 22,6 m/s dan nilai $J_L$ divariasi.....	61
Tabel 4.41 Perbandingan pola aliran <i>churn</i> dengan konsentrasi campuran gliserin 60% dengan nilai $J_L$ tetap yaitu 2,297 m/s dan nilai $J_G$ divariasi. ....	61
Tabel 4.42 Perbandingan pola aliran <i>churn</i> dengan konsentrasi campuran gliserin 60% dengan nilai $J_G$ tetap yaitu 22,6 m/s dan nilai $J_L$ divariasi. ....	62
Tabel 4.43 Perbandingan pola aliran <i>churn</i> dengan konsentrasi campuran gliserin 70 % dengan nilai $J_L$ tetap yaitu 2,297 m/s dan nilai $J_G$ divariasi. ....	62
Tabel 4.44 Perbandingan pola aliran <i>churn</i> dengan konsentrasi campuran gliserin 70 % dengan nilai $J_G$ tetap yaitu 22,6 m/s dan nilai $J_L$ divariasi. ....	63
Tabel 4.45 Perbandingan pola aliran <i>churn</i> untuk tiap konsentrasi campuran gliserin dengan nilai $J_L$ 2,297 m/s $J_G$ 58,05 m/s. ....	63

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Tabel pengambilan data pola aliran .....	74
Lampiran 2 Tabel kecepatan superfisial terbentuknya pola aliran <i>Bubble</i> .....	75
Lampiran 3 Tabel kecepatan superfisial terbentuknya pola aliran <i>plug</i> .....	76
Lampiran 4 Tabel kecepatan superfisial terbentuknya pola aliran <i>Slug-Annular</i> .	78
Lampiran 5 Tabel kecepatan superfisial terbentuknya pola aliran <i>Annular</i> .....	79
Lampiran 6 Tabel kecepatan superfisial terbentuknya pola aliran <i>Churn</i> .....	80

## DAFTAR NOTASI

D = Diameter

C = celcius

$\mu\text{m}$  = mikrometer

$J_G$  = Kecepatan superfisial udara

$J_L$  = Kecepatan superfisial air

cm = centimeter

m/s = meter per sekon

mm = milimeter

## PERSEMBAHAN

*Dengan mengucap syukur Alhamdulillah skripsi ini saya persembahkan untuk ibu saya tercinta ibu **Wasmi** terima kasih atas doa, motivasi, perhatian, dan kasih sayang yang telah diberikan kepada penyusun.*

MOTTO

*Hidup adalah sebuah perjuangan apabila gagal teruslah berusaha sampai berhasil*

*Kegagalan adalah batu loncatan menuju kesuksesan  
(Oprah Winfrey)*

*Hiduplah seakan-akan kamu akan mati besok.  
Belajarlah seakan kamu akan hidup selamanya  
(Mahatma Gandhi)*