

**INVESTIGASI POLA ALIRAN DUA FASE UDARA - AKUADES DAN  
GLISERIN (40%, 50%, 60%,70 %) PADA PIPA KAPILER DENGAN  
KEMIRINGAN 5° TERHADAP POSISI HORIZONTAL**

**SKRIPSI**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar  
Sarjana Teknik



**UMY**

**UNIVERSITAS  
MUHAMMADIYAH  
YOGYAKARTA**

Unggul & Islami

**Disusun Oleh :  
Endradi Roziantho  
20140130020**

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

**2018**

**LEMBAR PENGESAHAN  
SKRIPSI**

**Investigasi Pola Aliran Dua Fase Udara – Akuades dan Gliserin (40%, 50%,  
60%,70 %) pada Pipa Kapiler dengan Kemiringan 5° terhadap Posisi  
Horizontal**

*Investigation Flow Pattern of Air-Aquades and Glycerin (40%, 50%, 60%, 70%)  
Two Phase Flow in the Capillary Tube with Slope of 5° to Horizontal Position*

**Dipersiapkan dan disusun oleh:**

Endardi Roziantho  
20140130020

telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
pada tanggal, 08 Desember 2018

**Pembimbing Utama**

Dr. Ir. Sukamta, M.T., IPM.  
NIK. 19700502 199603 123023

**PembimbingPendamping**

Dr. Ir. Sudarja, M.T.  
NIK. 19620904 200104 123050

**Penguji**

Berli Paripurna Kamiel, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D.  
NIK. 19740302 200104 123049

**Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan  
untuk memperoleh gelar Sarjana**

Tanggal, (    Desember 2018 )

**Mengetahui,  
Ketua Program Studi S-1 Teknik Mesin FT UMY**

Berli Paripurna Kamiel, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D.  
NIK. 19740302 200104 123049

## **HALAMAN PERNYATAAN**

Saya menyatakan bahwa skripsi ini dengan judul **“INVESTIGASI POLA ALIRAN DUA FASE UDARA-AKUADES DAN GLISERIN (40%, 50%, 60%,70 %) PADA PIPA KAPILER DENGAN KEMIRINGAN 5° TERHADAP POSISI HORIZONTAL”** 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, Desember 2018

Endradi Roziantho

## PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan syukur *Alhamdulillah* penyusun mempersembahkan karya ini kepada:

1. Bapak Berli Paripurna Kamiel, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Bapak Dr. Ir. Sukamta, M.T., IPM., selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak Ir. Sudarja, M.T., selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, bantuan, dan motivasi selama proses penyelesaian skripsi.
3. Seluruh dosen, staf pengajar, dan karyawan Program Studi Teknik Mesin yang telah memberikan bantuannya selama masa perkuliahan.
4. Kedua orang tua terhebat dan luar biasa, Bapak Haryadi dan Ibu Endah Widyastuti yang telah memberikan kasih sayang, motivasi, dan do'a yang tiada hentinya serta dukungan moral dan material sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
5. Kepada kedua adiku dan yang selalu memberi semangat selama penyusunan skripsi berlangsung.
6. Kepada Arum Surya Utami yang selalu setia membantu dan memotivasi selama ini.
7. Kepada sahabatku yaitu Nalar, Bayu, Yudi, Yusuf, Agung, Bintang, Gembul, Angger, Micun, Dewi, Andre, dan Nofal yang selalu memberikan semangat selama pengerjaan skripsi berlangsung.
8. Untuk semua teman-teman yang tidak bisa disebutkan satu persatu, terimakasih selalu memberi motivasi penulis untuk lebih giat dalam menyelesaikan penelitian ini.
9. Kepada keluarga besar aliran dua fasa yang selalu memberikan bantuan dan motivasi selama penelitian ini berlangsung.
10. Kepada Almaterku terhebat, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
11. Teman-teman Teknik Mesin angkatan 2014 yang selalu memberikan motivasi, saran, serta do'a kepada penulis untuk senantiasa semangat dalam menyusun skripsi.

Sebagai akhir kata, layaknya manusia normal yang tidak pernah dari kesalahan dan kekhilafan, penulis menyadari masih begitu banyak kekurangan dalam skripsi ini. Oleh karena itu, apabila terdapat kritik, saran, dan pengembangan penelitian selanjutnya sangat diperlukan untuk kedalaman karya tulis dengan topik yang sama.

Yogyakarta, Desember 2018

Endaradi Roziantho

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penyusun panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat, nikmat, dan karunia-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “ Investigasi Pola Aliran Dua Fase Udara – Akuades dan Gliserin (40%, 50%, 60%, 70%) pada Pipa Kapiler dengan Kemiringan 5° terhadap Posisi Horizontal”. Skripsi ini berisi uraian mengenai pola aliran dan peta pola aliran dua fase pada pipa mini dengan variasi viskositas cairan dan rentang  $J_G = 0 \text{ m/s} - 66,3 \text{ m/s}$  ;  $J_L = 0,033 \text{ m/s} - 4,935 \text{ m/s}$ .

Dalam penyelesaian tugas akhir ini tidak luput dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penyusun memberikan penghargaan dan ucapan terima kasih. Penyusun menyadari dalam penulisan skripsi masih terdapat kesalahan, untuk itu sebelumnya mohon maaf apabila ada kesalahan dalam penulisan skripsi ini. Penyusun membuka ruang untuk kritik dan saran guna menjadikan penulisan ini menjadi lebih baik. Semoga dengan disusunnya skripsi ini dapat memberikan ilmu dan pengetahuan bagi pembacanya.

Yogyakarta, Desember 2018

Endradi Roziantho

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>PERSEMBAHAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR NOTASI.....</b>	<b>xvi</b>
<b>INTISARI.....</b>	<b>xvii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xviii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah .....	2
1.4. Tujuan Penelitian .....	3
1.5. Manfaat Penelitian .....	3
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI .....</b>	<b>4</b>
2.1. Kajian Pustaka .....	4
2.2. Dasar Teori Aliran Dua Fase .....	13
2.2.1. Pola Aliran Dua Fase Saluran Horizontal Berukuran Mini.....	14
2.2.2. Peta Pola Aliran .....	17
2.2.3. Parameter Aliran Dua Fase .....	19
2.2.4. Parameter Sifat Fluida .....	19
2.2.5. Metode Visualisasi .....	19
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>21</b>
3.1. Tempat Penelitian .....	21
3.2. Bahan Penelitian .....	21

3.3.	Skema Penelitian .....	22
3.3.1.	Aliran Fluida Cair .....	23
3.3.2.	Aliran Fluida Udara .....	25
3.3.3.	Seksi Uji .....	27
3.3.4.	Peralatan Pengambilan Gambar.....	29
3.4.	Prosedur Pengambilan Data.....	29
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>32</b>
4.1.	Pola Aliran .....	32
4.1.1.	Pola Aliran Bubbly .....	32
4.1.2.	Pola Aliran Plug.....	38
4.1.3.	Pola Aliran Slug-Annular .....	45
4.1.4.	Pola Aliran Annular .....	49
4.1.5.	Pola Aliran Churn .....	53
4.2.	Peta Pola Aliran .....	56
4.3.	Perbandingan Peta Pola Aliran dengan Penelitian Terdahulu .....	60
<b>BAB V PENUTUP .....</b>		<b>63</b>
5.1.	Kesimpulan .....	63
5.2.	Saran .....	64
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>65</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>67</b>



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pola Aliran pada Saluran Sirkular berdiameter 1,097 mm (Triplett dkk., 1999) .....	4
Gambar 2.2 Perbandingan Peta Pola Aliran pada Saluran Sirkular 1,097 mm dengan Peta Pola Aliran Peneliti Terdahulu (Triplett Dkk., 1999).....	5
Gambar 2.3 Peta Pola Aliran (Chung dan Kawaji, 2004).....	6
Gambar 2.4 Pola Aliran (Sur dan Liu, 2012).....	7
Gambar 2.5 Peta Pola Aliran (a) Parameter Kcepatan Superfisial gas dan air, (b) Parameter Tak Berdimensi (Sur dan Liu, 2012) .....	7
Gambar 2.6 Pola Aliran (Zhao dkk., 2013).....	8
Gambar 2.7 Pola Aliran (Sudarja dkk., 2014).....	9
Gambar 2.8 Diagram Peralatan Penelitian (Korawan, 2015).....	10
Gambar 2.9 Pola Aliran yang Terbentuk pada Konsentrasi 60% (Sudarja dkk., 2018).....	13
Gambar 2.10 Bentuk Pola Aliran Air-Udara pada Pipa Horizontal dengan Diameter 5,1 cm (Weisman, 1983).....	16
Gambar 2.11 Pola Aliran pada Pipa Mini Diameter 1,6 mm (Sudarja dkk., 2014).....	17
Gambar 2.12 Peta Pola Aliran dengan Parameter Tak Berdimensi (Sur dan Liu, 2012) .....	18
Gambar 2.13 Peta Pola Aliran dengan Parameter Kecepatan Superfisial (Sudarja dkk., 2014).....	18
Gambar 3.1 Gliserin .....	22
Gambar 3.2 Skema Instalasi Penelitian.....	23
Gambar 3.3 Pompa Air .....	24
Gambar 3.4 Bejana Bertekanan.....	24
Gambar 3.5 Liquid Flowmeter .....	25
Gambar 3.6 Bak Penampungan.....	25
Gambar 3.7 Kompresor.....	26
Gambar 3.8 Water Trap.....	26

Gambar 3.9 Flowmeter Udara.....	27
Gambar 3.10 Mixer .....	27
Gambar 3.11 Flens .....	28
Gambar 3.12 Lampu Penerangan LED .....	28
Gambar 3.13 Kamera Nikon J4.....	29
Gambar 3.13 Diagram Alir Penelitian .....	31
Gambar 4.1 Pola Aliran Bubbly yang Terbentuk pada Campuran 40% Gliserin dengan $JG = 0,025$ m/s dan Berbagai Variasi JL.....	33
Gambar 4.2 Pola Aliran Bubbly yang Terbentuk pada Campuran 40% Gliserin dengan $JL = 2,297$ m/s dan Berbagai Variasi JG.....	34
Gambar 4.3 Pola Aliran Bubbly yang Terbentuk pada Campuran 50% Gliserin dengan $JG = 0,025$ m/s dan Berbagai Variasi JL.....	34
Gambar 4.4 Pola Aliran Bubbly yang Terbentuk pada Campuran 50% Gliserin dengan $JL = 2,297$ m/s dan Berbagai Variasi JG.....	35
Gambar 4.5 Pola Aliran Bubbly yang Terbentuk pada Campuran 60% Gliserin dengan $JG = 0,025$ m/s dan Berbagai Variasi JL.....	35
Gambar 4.6 Pola Aliran Bubbly yang Terbentuk pada Campuran 60% Gliserin dengan $JL = 2,297$ m/s dan Berbagai Variasi JG.....	36
Gambar 4.7 Pola Aliran Bubbly yang Terbentuk pada Campuran 70% Gliserin dengan $JG = 0,025$ m/s dan Berbagai Variasi JL.....	36
Gambar 4.8 Pola Aliran Bubbly yang Terbentuk pada Campuran 70% Gliserin dengan $JL = 2,297$ m/s dan Berbagai Variasi JG.....	36
Gambar 4.9 Pola Aliran Bubbly yang Teramati: (a) Bubble dengan Bentuk Spherical dengan Ekor Runcing, (b) Bubble Terdispersi (Triplett dkk.,1999).....	38
Gambar 4.10 Pola Aliran Plug yang Terbentuk pada Campuran 40% Gliserin dengan $JG = 0,207$ m/s dan Berbagai Variasi JL.....	39
Gambar 4.11 Pola Aliran Plug yang Terbentuk pada Campuran 40% Gliserin dengan $JL = 0,149$ m/s dan Berbagai Variasi JG.....	39
Gambar 4.12 Pola Aliran Plug yang Terbentuk pada Campuran 50% Gliserin dengan $JG = 0,207$ m/s dan Berbagai Variasi JL.....	40

Gambar 4.13 Pola Aliran Plug yang Terbentuk pada Campuran 50% Gliserin dengan $JL = 0,149$ m/s dan Berbagai Variasi JG.....	41
Gambar 4.14 Pola Aliran Plug yang Terbentuk pada Campuran 60% Gliserin dengan $JG = 0,207$ m/s dan Berbagai Variasi JL.....	41
Gambar 4.15 Pola Aliran Plug yang Terbentuk pada Campuran 60% Gliserin dengan $JL = 0,149$ m/s dan Berbagai Variasi JG.....	42
Gambar 4.16 Pola Aliran Plug yang Terbentuk pada Campuran 70% Gliserin dengan $JG = 0,207$ m/s dan Berbagai Variasi JL.....	42
Gambar 4.17 Pola Aliran Plug yang Terbentuk pada Campuran 70% Gliserin dengan $JL = 0,149$ m/s dan Berbagai Variasi JG.....	43
Gambar 4.18 Pola Aliran Plug yang Teramati pada $JG = 0,116$ m/s ; $JL = 0,033$ m/s (Sudarja dkk., 2018).....	45
Gambar 4.19 Pola Aliran Slug-Annular yang Terbentuk pada Campuran 40% dengan Variasi JL .....	45
Gambar 4.20 Pola Aliran Slug-Annular yang Terbentuk pada Campuran 40% dengan Variasi JG .....	46
Gambar 4.21 Pola Aliran Slug-Annular yang Terbentuk pada Campuran 50% dengan Variasi JL .....	46
Gambar 4.22 Pola Aliran Slug-Annular yang Terbentuk pada Campuran 50% dengan Variasi JG .....	46
Gambar 4.23 Pola Aliran Slug-Annular yang Terbentuk pada Campuran 60% dengan Variasi JL .....	47
Gambar 4.24 Pola Aliran Slug-Annular yang Terbentuk pada Campuran 60% dengan Variasi JG .....	47
Gambar 4.25 Pola Aliran Slug-Annular yang Terbentuk pada Campuran 70% dengan Variasi JL .....	47
Gambar 4.26 Pola Aliran Slug-Annular yang Terbentuk pada Campuran 70% dengan Variasi JG .....	48
Gambar 4.27 Pola Aliran Annular yang Terbentuk pada Campuran 40% dengan Variasi JL .....	49
Gambar 4.28 Pola Aliran Annular yang Terbentuk pada Campuran 40% dengan Variasi JG .....	50

Gambar 4.29 Pola Aliran Annular yang Terbentuk pada Campuran 50% dengan Variasi JL .....	50
Gambar 4.30 Pola Aliran Annular yang Terbentuk pada Campuran 50% dengan Variasi JG .....	50
Gambar 4.31 Pola Aliran Annular yang Terbentuk pada Campuran 60% dengan Variasi JL .....	51
Gambar 4.32 Pola Aliran Annular yang Terbentuk pada Campuran 60% dengan Variasi JG .....	51
Gambar 4.33 Pola Aliran Annular yang Terbentuk pada Campuran 70% dengan Variasi JL .....	52
Gambar 4.34 Pola Aliran Annular yang Terbentuk pada Campuran 70% dengan Variasi JG .....	52
Gambar 4.35 Pola Aliran Churn yang Terbentuk pada Campuran 40% dengan Variasi JL .....	54
Gambar 4.36 Pola Aliran Churn yang Terbentuk pada Campuran 40% dengan Variasi JG .....	54
Gambar 4.37 Pola Aliran Churn yang Terbentuk pada Campuran 50% dengan Variasi JL .....	54
Gambar 4.38 Pola Aliran Churn yang Terbentuk pada Campuran 50% dengan Variasi JG .....	54
Gambar 4.39 Pola Aliran Churn yang Terbentuk pada Campuran 60% dengan Variasi JL .....	55
Gambar 4.40 Pola Aliran Churn yang Terbentuk pada Campuran 60% dengan Variasi JG .....	55
Gambar 4.41 Pola Aliran Churn yang Terbentuk pada Campuran 70% dengan Variasi JL .....	55
Gambar 4.42 Pola Aliran Churn yang Terbentuk pada Campuran 70% dengan Variasi JG .....	55
Gambar 4.43 Peta Pola Aliran pada Konsentrasi Gliserin 40% .....	57
Gambar 4.44 Peta Pola Aliran pada Konsentrasi Gliserin 50% .....	58
Gambar 4.45 Peta Pola Aliran pada Konsentrasi Gliserin 60% .....	59
Gambar 4.46 Peta Pola Aliran pada Konsentrasi Gliserin 70% .....	60

Gambar 4.47 Perbandingan Garis Transisi Peta Pola Aliran dengan Hasil Penelitian (Triplett dkk., 1999).....	61
Gambar 4.48 Perbandingan Garis Transisi Peta Pola Aliran dengan Hasil Penelitian (Chung dan Kawaji, 2004).....	62

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Sifat Fisik Cairan .....	22
Tabel 4.1 Perbandingan Pola Aliran Bubbly.....	37
Tabel 4.2 Perbandingan Pola Aliran Plug .....	44
Tabel 4.3 Perbandingan Pola Aliran Slug-Annular.....	48
Tabel 4.4 Perbandingan Pola Aliran Annular .....	53
Tabel 4.5 Perbandingan Pola Aliran Churn .....	56

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Matriks Pengujian Data Peta Pola Aliran .....	67
Lampiran 2. Kecepatan Superfisial Pembentukan Pola Aliran Bubbly .....	67
Lampiran 3. Kecepatan Superfisial Pembentukan Pola Aliran Plug.....	68
Lampiran 4. Kecepatan Superfisial Pembentukan Pola Aliran Slug-Annular .....	69
Lampiran 5. Kecepatan Superfisial Pembentukan Pola Aliran Annular .....	70
Lampiran 6. Kecepatan Superfisial Pembentukan Pola Aliran Churn.....	71