

**INVESTIGASI GRADIEN TEKANAN DUA FASE UDARA-AIR DAN
GLISERIN (0-30%) PADA PIPA KAPILER DENGAN KEMIRINGAN 5°
TERHADAP POSISI HORIZONTAL**

TUGAS AKHIR

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar
Sarjana Teknik



UMY

**UNIVERSITAS
MUHAMMADIYAH
YOGYAKARTA**

Unggul & Islami

**Disusun oleh:
Arif Kurniantoro
20140130214**

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

TUGAS AKHIR

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

**Investigasi Gradien Tekanan Dua Fase Udara Air Dan
Gliserin (0-30%) Pada Pipa Kapiler Dengan Kemiringan 5⁰ Terhadap Posisi
Horizontal**

*Investigation Pressure Gradient of Air-Water and Glycerin (0-30%) Two-Phase
Flow in The Capillary Tube with Slope of 5° to Horizontal Position*

Dipersiapkan dan disusun oleh:

Arif Kurniantoro

20140130214

telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
pada tanggal, Desember 2018
Pembimbing Utama Pembimbing Pendamping

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

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

Penguji

Berli Paripurna Kamiel, S.T., M.M., 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 yang berjudul “Investigasi Gradien Tekanan Dua Fase Udara-Air dan Gliserin (0-30%) Pada Pipa Kapiler Dengan Kemiringan 5° Terhadap Posisi Horizontal” 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, Desember 2018

Arif Kurniantoro

NIM. 20140130214

HALAMAN PERSEMBAHAN



Dengan menyebut nama Allah yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, skripsi ini saya persembahkan kepada orang yang sangat disayangi dan dikasihani.

Ayah dan Ibu Tercinta

Apalah arti sebuah persembahan dan ucapan terima kasih dari anakmu ini dibandingkan dengan kerja keras dan doamu wahai ayah dan ibuku tercinta, dukungan dan semangat dari kalian sangatlah berarti bagiku. Terima kasih ayah dan ibuku tercinta.

I LOVE YOU

Keluarga

Terima kasih kepada adik, tante, om dan saudara - saudara yang lainnya yang selalu mendukung, mendoakan, memberi motivasi dan kepercayaan kepada penyusun.

Jim aliran dua fase dan suku Bar-bar

Pihak dan tim kelompok tugas akhir yang banyak membantu saya dalam penulisan Tugas Akhir ini Khususnya mas Rizal Fakh dan mas Irvandi Pandos dan temen suku bar-bar yang telah banyak memberi bantuan dan selalu menyemangati kepada penyusun sekaligus patner dalam tugas akhir ini.

Kontrakan Sholehah Dan Sahabat Terbaik

Teman kontrakan sholehah mas Mugí Pram, mas Aldi Sinpae, mas Aan Sompil, keluarga E14 dan sahabat sahabat kampung mas David, mas Dimas, mas Guntur, mas Deni dan semua pihak yang telah memotivasi saya dalam perkuliahan maupun dalam penelitian ini.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah Swt yang telah memberi rahmat dan karunia-Nya, tidak lupa sholawat dan salam penulis curah limpahkan kepada nabi besar Muhammad SAW beserta keluarga dan sahabatnya, berkat bantuan dan dorongan dari semua pihak yang telah membantu terselesaikannya tugas akhir pada aliran dua fase yang berjudul **“Investigasi Gradien Tekanan Dua Fase Udara-Air Dan Gliserin (0-30%) Pada Pipa Kapiler Dengan Kemiringan 5° Terhadap Posisi Horizontal”** yang merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan program Strata-1 Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Penelitian yang dilakukan mengenai aliran dua fase udara-air dan gliserin 0-30% pada pipa kapiler dengan diameter dalam 1,6 mm dan diameter luar 8 mm pada kemiringan 5° terhadap posisi horizontal mengambil beberapa data gradien tekanan dengan alat *pressure transducer validyne* yang dihubungkan dengan sisi *in* dan *out* pada seksi uji yang terhubung dengan data akuisisi dan hasilnya terlihat pada komputer berupa grafik. Pembahasan yang dilakukan dari hasil penelitian ini adalah pengaruh kecepatan superficial terhadap gradien tekanan pada pipa kapiler. Pengaruh variasi viskositas campuran terhadap gradien tekanan pada pipa kapiler. Hal ini untuk menambah referensi dalam memecahkan masalah pada aliran dua fase. Dalam penyelesaian tugas akhir ini, tidak lepas dari bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak mulai dari pelaksanaan penelitian aliran dua fase sampai dengan penyusunan laporan tugas akhir ini, maka dari itu diucapkan terima kasih kepada: Bpk Berli Paripurna Kamiel, S.T., MM., M.Eng.Sc, Ph.D. selaku Ketua

Prodi S1 Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Bpk Dr. Ir. Sukamta M.T., IPM. dan Sudarja M.T. selaku dosen pembimbing, serta tim penelitian aliran dua fase yang membantu proses penelitian dan pengolahan data.

Dalam penyusunan karya tulis ini tentu sangat jauh dari kesempurnaan sehingga penyusun sangat berharap akan adanya kritik dan saran yang membangun untuk karya tulis ini yang kedepanya dapat dijadikan bahan evaluasi.

Sebagai penutup, dengan keterbatasan yang ada semoga karya tulis ini dapat bermanfaat bagi umat untuk kemajuan peradaban manusia yang lebih baik. Aaamiiiiinn.

Yogyakarta, Desember 2018

Arif Kurniantoro

DAFTAR ISI

INVESTIGASI GRADIEN TEKANAN DUA FASE UDARA-AIR DAN GLISERIN (0-30%) PADA PIPA KAPILER DENGAN KEMIRINGAN 5° TERHADAP POSISI HORIZONTAL.....	i
TUGAS AKHIR	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
DAFTAR NOTASI.....	xiv
INTISARI	xv
ABSTRACT.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan Penelitian.....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	4
2.1. Tinjauan Pustaka	4
2.2. Landasan Teori	8
2.2.1. Viskositas Cairan	8
2.2.2. Gliserin.....	9
2.2.3. Persamaan Dasar Pada Aliran Dua Fase	10
2.2.4. Kecepatan Superfisial dan Perubahan Tekanan	11

2.2.5. Fase	14
BAB III METODE PENELITIAN	15
3.1. Bahan Penelitian.....	15
3.2. Skema Instalasi Penelitian.....	16
3.3. Fasilitas Aliran Fluida	17
3.3.1. Fasilitas Aliran Fluida Cair	17
3.3.2. Fasilitas Aliran Fluida Gas/Udara	21
3.3.3. Sistem Penerangan	24
3.3.4. Peralatan Uji.....	25
3.3.5. Peralatan Perekam Akuisisi Data	27
3.4. Kalibrasi Alat	31
3.5. Diagram Alir Penelitian	33
3.6. Jalanya Penelitian	34
3.7. Tempat Penelitian.....	34
3.8. Prosedur Pengambilan Data	34
3.9. Analisis Visual	36
BAB VI HASIL DAN PEMBAHASAN	37
4.1. Pengaruh Kecepatan Superfisial Terhadap Gradien Tekanan Pada Aliran Dua Fase Udara-Campuran Air dan Gliserin 0%	37
4.2. Pengaruh Kecepatan Superfisial Terhadap Gradien Tekanan Pada Aliran Dua Fase Udara-Campuran Air dan Gliserin 10%	38
4.3. Pengaruh Kecepatan Superfisial Terhadap Gradien Tekanan Pada Aliran Dua Fase Udara-Campuran Air dan Gliserin 20%	39
4.4. Pengaruh Kecepatan Superfisial Terhadap Gradien Tekanan Pada Aliran Dua Fase Udara-Campuran Air dan Gliserin 30%	40
4.5. Pengaruh Viskositas Campuran Terhadap Gradien Tekanan.....	42
4.6. Perbandingan Hasil Gradien Tekanan Terhadap Aliran Homogen.....	46
4.7. Perbandingan Hasil Gradien Tekanan Terhadap Aliran Terpisah.....	48
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	51
5.1. Kesimpulan.....	51
5.2. Saran.....	52
DAFTAR PUSTAKA	53

LAMPIRAN.....	55
----------------------	-----------

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tipikal variasi gradien tekanan dengan kecepatan superfisial aliran cairan dan gas (diblock: gap = 4 mm, berlubang: gap = 0,4 mm) Lee dan Lee (2001)	5
Gambar 3.1 Skema Instalasi Penelitian.....	16
Gambar 3.2 Tangki penampungan air dan gliserin	17
Gambar 3.3 <i>Water pump</i>	18
Gambar 3.4 Bejana bertekan	19
Gambar 3.5 <i>Flowmeter</i> cairan.....	20
Gambar 3.6 Kompresor.....	21
Gambar 3.7 Filter dan regulator udara (<i>watertrap</i>).....	22
Gambar 3.8 <i>Flowmeter</i> udara.....	23
Gambar 3.9 Sistem penerangan dengan lampu LED	24
Gambar 3.10 Pipa uji.....	25
Gambar 3.11 <i>Optical correction box</i>	25
Gambar 3.12 <i>Mixer</i>	26
Gambar 3.13 <i>Flens</i>	26
Gambar 3.14 <i>Check valve</i>	27
Gambar 3.15 <i>Gate valve</i>	27
Gambar 3.16 Kamera kecepatan tinggi	29
Gambar 3.17 <i>Pressure transducer</i>	29
Gambar 3.18 Komputer.....	30
Gambar 3.19 Data akuisisi (<i>Advantech</i>).....	31
Gambar 3.20 Grafik kalibrasi <i>pressure transducer</i> (<i>validyne</i>).....	32
Gambar 3.21 Diagram alir penelitian.....	33
Gambar 4.1 (a) Pengaruh J_L terhadap <i>pressure gradient</i> dengan variasi J_G . (b) Pengaruh J_G terhadap <i>pressure gradient</i> dengan variasi J_L pada viskositas GL 0%.....	38

Gambar 4.2 (a) Pengaruh J_L terhadap <i>pressure gradient</i> dengan variasi J_G . (b) Pengaruh J_G terhadap <i>pressure gradient</i> dengan variasi J_L pada viskositas GL 10%.....	39
Gambar 4.3 (a) Pengaruh J_L terhadap <i>pressure gradient</i> dengan variasi J_G . (b) Pengaruh J_G terhadap <i>pressure gradient</i> dengan variasi J_L pada viskositas GL 20%.....	40
Gambar 4.4 (a) Pengaruh J_L terhadap <i>pressure gradient</i> dengan variasi J_G . (b) Pengaruh J_G terhadap <i>pressure gradient</i> dengan variasi J_L pada viskositas GL 30%.....	41
Gambar 4.5 (a) Pengaruh viskositas fluida terhadap gradien tekanan pada J_L 0,091 dengan J_G bervariasi. (b) Pengaruh viskositas fluida terhadap gradien tekanan pada J_G 0,116 dengan J_L bervariasi.	43
Gambar 4.6 Time series gradien tekanan pada $J_G = 0.066$ m/s dan $J_L = 0.149$ m/s, (a) GL 0%, (b) GL 10%, (c) GL 20% dan (d) 30%	45
Gambar 4.7 Perbandingan hasil gradien tekanan terhadap aliran homogen Dukler dkk. (1964) pada GL 0%	46
Gambar 4.8 Perbandingan hasil gradien tekanan terhadap aliran homogen Dukler dkk. (1964) pada GL 10%	47
Gambar 4.9 Perbandingan hasil gradien tekanan terhadap aliran homogen Dukler dkk. (1964) pada GL 20%	47
Gambar 4.10 Perbandingan hasil gradien tekanan terhadap aliran homogen Dukler dkk. (1964) pada GL 30%	48
Gambar 4.11 Perbandingan hasil gradien tekanan terhadap aliran terpisah Mishima dan Hibiki (1996) pada GL 0%	49
Gambar 4.12 Perbandingan hasil gradien tekanan terhadap aliran terpisah Mishima dan Hibiki (1996) pada GL 10%	49
Gambar 4.13 Perbandingan hasil gradien tekanan terhadap aliran terpisah Mishima dan Hibiki (1996) pada GL 20%	50
Gambar 4.14 Perbandingan hasil gradien tekanan terhadap aliran terpisah Mishima dan Hibiki (1996) pada GL 30%	50

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Sifat fisik cairan	15
Tabel 3.2 Spesifikasi penampung air dan gliserin	17
Tabel 3.3 Spesifikasi Pompa Air.....	18
Tabel 3.4 Spesifikasi Bejana Bertekanan.....	19
Tabel 3.5 Spesifikasi <i>Flowmeter</i> cairan	20
Tabel 3.6 Spesifikasi Kompresor Udara (Buku Manual Alat).....	21
Tabel 3.7 Spesifikasi filter dan regulator (<i>watertrap</i>).....	22
Tabel 3.8 Spesifikasi <i>flowmeter</i> udara	23
Tabel 3.9 Spesifikasi Kamera	28
Tabel 3.10 Spesifikasi <i>pressure transducers</i>	30

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Tabel Variasi Kecepatan Superfisial Gas (J_G) Terhadap Gradien Tekanan Pada Konsentrasi Gliserin 0%	55
Lampiran 2 Tabel Variasi Kecepatan Superfisial Gas (J_G) Terhadap Gradien Tekanan Pada Konsentrasi Gliserin 10%	60
Lampiran 3 Tabel Variasi Kecepatan Superfisial Gas (J_G) Terhadap Gradien Tekanan Pada Konsentrasi Gliserin 20%	65
Lampiran 4 Tabel Variasi Kecepatan Superfisial Gas (J_G) Terhadap Gradien Tekanan Pada Konsentrasi Gliserin 30%	70
Lampiran 5 Tabel Variasi Kecepatan Superfisial Liquid (J_L) Terhadap Gradien Tekanan Pada Konsentrasi Gliserin 0%	75
Lampiran 6 Tabel Variasi Kecepatan Superfisial Liquid (J_L) Terhadap Gradien Tekanan Pada Konsentrasi Gliserin 10%	79
Lampiran 7 Tabel Variasi Kecepatan Superfisial Liquid (J_L) Terhadap Gradien Tekanan Pada Konsentrasi Gliserin 20%	83
Lampiran 8 Tabel Variasi Kecepatan Superfisial Liquid (J_L) Terhadap Gradien Tekanan Pada Konsentrasi Gliserin 30%	87

DAFTAR NOTASI

μ	= viskositas dinamik
t	= waktu
V	= volume cairan
P	= tekanan
L	= jarak
ρ	= densitas
\dot{m}	= laju aliran
A	= luas penampang
τ_w	= tegangan geser
Q_m	= debit aliran campuran
H_l	= hambatan cairan
u_G/u_L	= ratio kecepatan
J_G	= kecepatan superfisial gas
J_L	= kecepatan superfisial <i>liquid</i>
H	= ketinggian
θ	= sudut
ρ_H	= kepadatan homogen
ϵ_H	= fraksi hampa homogen
f_{fp}	= faktor gesekan
Re	= bilangan reynolds
d	= diameter

INTISARI

Aliran dua fase merupakan aliran yang paling sederhana dari aliran multifase. Aliran multifase adalah aliran simultan yang mengalir dalam satu pipa lebih dari satu fase (wujud/bentuk) fluida (cair-gas, padat-cair, padat-cair-gas). Karakteristik dasar aliran dua fase meliputi: pola aliran, peta pola aliran, fraksi hampa dan gradien tekanan. Pada penelitian ini membahas tentang investigasi gradien tekanan pada aliran dua fase. Dalam bidang medis gradien tekanan digunakan untuk mengetahui perbedaan tekanan sistem aliran darah dan sperma.

Dalam melakukan penelitian ini fluida yang digunakan yaitu udara-campuran air dan gliserin dengan konsentrasi 0%, 10%, 20% dan 30% pada pipa kapiler dengan diameter 1,6 mm. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh kecepatan superficial gas (J_G) = 0-66,3 m/s maupun kecepatan superficial *liquid* (J_L) = 0,033-4,935 m/s dan pengaruh viskositas campuran terhadap gradien tekanan. Untuk mendapatkan data gradien tekanan menggunakan alat *pressure transducer* (PT) yang terhubung dengan sisi *in* dan sisi *out* pada seksi uji. Kemudian PT terhubung dengan beberapa chanel pada data akuisisi yang merubah data analog menjadi data digital yang berupa grafik.

Pada hasil investigasi, gradien tekanan dipengaruhi oleh besarnya kecepatan superficial gas (J_G) maupun kecepatan superficial *liquid* (J_L). Gradien tekanan mengalami peningkatan akibat pengaruh J_L pada rentang 0,091; 0,539 dan 0,879 m/s dengan memvariasikan J_G (0 – 66,3) m/s dan gradien tekanan mengalami peningkatan akibat pengaruh J_G pada rentang 0,066; 3 dan 22,6 m/s dengan memvariasikan J_L (0,033 – 4,935) m/s. Viskositas juga mempengaruhi gradien tekanan, dari data hasil penelitian pada GL 0%, 10%, 20% dan 30% dengan memvariasikan J_G = 0,066 m/s dan J_L = 0,149 m/s nilai gradien tekanan meningkat akibat kenaikan viskositas campuran air dan gliserin.

Kata kunci: dua fase, gradien tekanan, pipa kapiler, kecepatan superficial,

viskositas

ABSTRACT

Two-phase flow is a stream of the most simple of multiphase flow. Multiphase Flow simultaneous flow is flowing in a pipe more than one phase (form/shape) fluid (liquid-gas, solid-liquid, solid-liquid-gas). The basic characteristics of the flow of the two phases include flow pattern, flow pattern maps, the fraction vacuum, and pressure gradient. This research discusses the investigation of pressure gradient flow in two phases. In the medical field, a pressure gradient is used to know the system pressure difference the flow of blood and sperm.

In doing this research the used fluid air-water mixture and Glycerin with concentrations of 0%, 10%, 20% and 30% in the capillary pipe with a diameter of 1.6 mm. This research was conducted to find out the influence of superficial gas velocity (J_G) = 0-66.3 m/s or superficial velocity of liquid (J_L) = 0,033-4,935 m/s and the influence of the viscosity of the mixture against the pressure gradient. To get the data pressure gradient using a pressure transducer (PT) connected with the side in and out on the side of the test section. Then PT is connected with a number of data acquisition on the channel change the analog data into digital data in the form of graphs.

On the results of the investigation, the pressure gradient is influenced by the amount of superficial gas velocity (J_G) and liquid superficial velocities (J_L). Experience increased pressure gradient due to the influence of the J_L on the range 0.091; 0.539 and 0.879 m/s by varying the J_G (0 – 66.3) m/s and experience increased pressure gradient due to the influence of J_G at 0.066 range; 3 and 22.6 m/s by varying the J_L (0.033 – 4.935) m/s. Viscosity also affects the pressure gradient, from data research results on GL 0%, 10%, 20%, and 30% by varying the J_G = 0.066 m/s and J_L = 0.149 m/s pressure gradient value increases due to the increase in the viscosity of the mixture of water and Glycerin.

Keywords: two-phase, pressure gradient, capillary pipe, superficial velocity, viscosity