

**INVESTIGASI GRADIEN TEKANAN DUA FASE UDARA-AIR DAN
GLISERIN (40-70%) 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:

Irvandi Eka Setyawan

20140130025

**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, 19 . Desember 2018



Irvandi Eka Setyawan

PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Dengan menyebut nama Allah yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, tugas akhir ini saya persembahkan kepada orang yang sangat disayangi dan dikasihi.

Bapak dan Ibu Tercinta

Apalah arti sebuah persembahan dan ucapan terimakasih dari anakmu ini dibandingkan dengan kerja keras dan do'amu wahai bapak dan ibuku tercinta, dukungan dan semangat dari kalian sangatlah berarti bagiku. Terima kasih bapak dan ibuku tercinta.

Tim Aliran dua fase dan suku Bar-bar

Pihak dan tim kelompok tugas akhir yang banyak membantu saya dalam penulisan tugas akhir ini khususnya mas Arif Kurniantoro, Nalar Wiardi, dan Rizal Fakhriadi sebagai divisi Gradien Tekanan dan suku Bar-Bar yang telah banyak memberi bantuan dan selalu menyemangati kepada penyusun sekaligus patner dalam tugas akhir ini.

Vinka Rizqi Amalia

Seseorang yang telah memberi semangat dan do'a dari jauh. Walaupun terhalang jarak yang amat jauh, tetapi do'a yang tulus pun akan sampai dengan cepatnya.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan kehadiran Allah S.W.T, atas segala rahmat, hidayah, barokah dan inayah-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan tugas akhir sebagai salah satu syarat mendapatkan gelar sarjana di Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang berjudul **"INVESTIGASI GRADIEN TEKANAN ALIRAN DUA FASE UDARA-AIR DAN GLISERIN (40-70%) PADA PIPA KAPILER KEMIRINGAN 5° TERHADAP POSISI HORIZONTAL"**. Aliran dua fase adalah bagian dari aliran multifase yang terdiri atas fase-fase aliran yaitu gas-cair, cair-padat, dan padat-gas. Aliran dua fase ini dapat kita temukan dalam kehidupan sehari-hari dan pada proses industri seperti kondensor, ketel uap, alat penukar kalor, reaktor nuklir, dan lain-lain. Ada beberapa karakteristik dasar pada aliran dua fase yaitu terdiri dari : pola aliran (*flow pattern*) dan peta pola aliran (*flow pattern map*), fraksi hampa (*void fraction*), gradien tekanan (*pressure gradient*). Pada penelitian kali ini akan dibahas mengenai investigasi gradien tekanan pada aliran dua fase. Gradien tekanan dalam dunia industri digunakan untuk mengetahui beda tekanan aliran fluida pada sistem perpipaan.

Penelitian ini dilakukan pada pipa kaca yang memiliki diameter 1,6 mm dan dipaang dengan kemiringan 5° terhadap posisi horizontal. Suhu yang digunakan adalah suhu kamar dan tidak terpengaruh oleh lingkungan luar (adiabatik). Bahan yang digunakan adalah fluida udara dan campuran air dengan 40%, 50%, 60%, dan 70% gliserin. Alat yang digunakan untuk mengetahui besaran perbedaan tekanan yang terjadi dalam sistem adalah *pressure transducer*.

Penyusunan laporan ini tidak lepas dari peran, dukungan dan do'a, serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terimakasih kepada : Bapak Dr. Ir. Sukamta, M.T., IPM., Bapak Dr. Ir. Sudarja, M.T., dan Bapak Novi Caroko, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing dan penguji yang dengan sabar membimbing, memotivasi, mengarahkan dan memberi masukan untuk kebaikan penelitian ini. Terima kasih juga kepada pengelola Prodi yang telah memfasilitasi dan memacu penulis untuk menyelesaikan studi.

Penyusun menyadari, masih banyak kekurangan dalam penyusunan tugas akhir ini. Oleh karena itu , penyusun mengharapkan kritik dan saran dari pembaca untuk perbaikan di masa mendatang.

Yogyakarta, 14 Desember 2018

Irvandi Eka Setyawan

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iii
PERSEMBAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN.....	xiv
INTISARI	xv
ABSTRACT	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
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
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI.....	4
2.1 Tinjauan Pustaka.....	4
2.2 Dasar Teori.....	8
2.2.1 Persamaan Dasar dalam Aliran Dua Fase.....	9
2.2.2 Fase	9
2.2.3 Gliserin.....	10

2.2.4	Viskositas Cairan	10
2.2.5	Perubahan tekanan	12
2.2.6	Pengukuran Perbedaan Tekanan	13
2.2.7	Kecepatan aliran	13
BAB III METODE PENELITIAN		15
3.1	Tempat Penelitian	15
3.2	Bahan Penelitian	15
3.3	Alat Penelitian.....	16
3.3.1	Perakitan Alat	18
3.3.2	Aliran Fluida Cair	18
3.3.3	Aliran Fluida Gas.....	21
3.3.4	Peralatan Uji	23
3.4	Kalibrasi Alat.....	29
3.5	Metode Pengujian	30
3.6	Diagram Alir	31
3.7	Prosedur Penelitian	32
3.8	Pengolahan Data dan Analisis Hasil	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		34
4.1	Pengaruh Kecepatan Superfisial Terhadap Gradien Tekanan pada Aliran Dua Fase Udara-Campuran Air dan Gliserin 40%.....	34
4.2	Pengaruh Kecepatan Superfisial Terhadap Gradien Tekanan pada Aliran Dua Fase Udara-Campuran Air dan Gliserin 50%.....	35
4.3	Pengaruh Kecepatan Superfisial Terhadap Gradien Tekanan pada Aliran Dua Fase Udara-Campuran Air dan Gliserin 60%.....	36
4.4	Pengaruh Kecepatan Superfisial Terhadap Gradien Tekanan pada Aliran Dua Fase Udara-Campuran Air dan Gliserin 70%.....	37

4.5	Pengaruh Viskositas Cairan Terhadap Gradien Tekanan	38
4.5.1	Perbandingan Hasil Gradien dengan Data Hasil Prediksi pada Model Homogen.....	41
4.5.2	Perbandingan Hasil Gradien Tekanan Terhadap Model <i>Separated Flow</i>	43
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		45
5.1	Kesimpulan	45
5.2	Saran	45
DAFTAR PUSTAKA		46
LAMPIRAN-LAMPIRAN		49

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Grafik pressure gradient aliran minyak-air terhadap input fraksi volume minyak yang berbeda untuk berbagai kecepatan campuran 0,2-0,6 m/s. (Abubakar dkk., 2015).....	7
Gambar 2.2	Grafik pressure gradient aliran minyak-air terhadap input fraksi volume minyak yang berbeda untuk berbagai kecepatan campuran 0,8-1,5 m/s. (Abubakar dkk., 2015).....	7
Gambar 2.3	Grafik perbandingan pressure drop terhadap laju aliran	8
Gambar 3.1	Skema instalasi penelitian	16
Gambar 3.2	<i>Mixer</i>	17
Gambar 3.3	Pompa.....	19
Gambar 3.4	Penampungan fluida cair	19
Gambar 3.5	Bejana tekan	20
Gambar 3.6	<i>Flowmeter Air</i>	21
Gambar 3.7	Kompresor udara	22
Gambar 3.8	<i>Watertrap</i>	22
Gambar 3.9	<i>Flowmeter gas</i>	23
Gambar 3.10	<i>Mixer</i>	24
Gambar 3.11	Flens	24
Gambar 3.12	Lampu penerangan	25
Gambar 3.13	<i>Optical correction box</i>	25
Gambar 3.14	Kamera Nikon J4.....	27
Gambar 3.15	<i>Pressure transducer</i>	28
Gambar 3.16	Data akuisisi	28
Gambar 3.17	Komputer.....	29
Gambar 3.18	Grafik hasil kalibrasi <i>pressure transducer</i>	29
Gambar 3.19	Diagram alir penelitian	31
Gambar 4.1	Gradien tekanan Pada $J_G = 0 - 66,3$ [m/s] dengan rentang $3 J_L$ (0,70; 0,23; dan 0,03 [m/s]), campuran gliserin 40%	34

Gambar 4.2	Gradien tekanan pada $J_L = 0,033 - 4,935$ [m/s] dengan rentang 3 J_G (22,60; 1,94; dan 22,60 [m/s]), campuran gliserin 40%	34
Gambar 4.3	Gradien tekanan Pada $J_G = 0 - 66,3$ [m/s] dengan rentang 3 J_L (0,70; 0,23; dan 0,03 [m/s]), campuran gliserin 50%	35
Gambar 4.4	Gradien tekanan pada $J_L = 0,033 - 4,935$ [m/s] dengan rentang 3 J_G (22,60; 1,94; dan 22,60 [m/s]), campuran gliserin 50%	35
Gambar 4.5	Gradien tekanan Pada $J_G = 0 - 66,3$ [m/s] dengan rentang 3 J_L (0,70; 0,23; dan 0,03 [m/s]), campuran gliserin 60%	36
Gambar 4.6	Gradien tekanan pada $J_L = 0,033 - 4,935$ [m/s] dengan rentang 3 J_G (22,60; 1,94; dan 0,03 [m/s]), campuran gliserin 60%	36
Gambar 4.7	Gradien tekanan Pada $J_G = 0 - 66,3$ [m/s] dengan rentang 3 J_L (0,70; 0,23; dan 0,03 [m/s]), campuran gliserin 70%	37
Gambar 4.8	Gradien tekanan pada $J_L = 0,033 - 4,935$ [m/s] dengan rentang 3 J_G (22,60; 1,94; dan 0,03 [m/s]), campuran gliserin 70%	37
Gambar 4.9	Pengaruh viskositas terhadap gradien tekanan pada (a) $J_L = 0,879$ m/s dan J_G bervariasi, (b) $J_G = 66,3$ m/s dan J_L bervariasi	39
Gambar 4.10	<i>Time series pressure gradient</i> pada $J_G = 0,116$ m/s dan $J_L = 0,149$ m/s (a) GL 40%, (b) GL 50%, (c) GL 60%, dan (d) GL 70%	40
Gambar 4.11	Perbandingan gradien tekanan hasil eksperimen dengan hasil prediksi model homogen (Dukler dkk., 1964) pada persentase gliserin (a) 40%, (b) 50%, (c) 60%, dan (d) 70%	42
Gambar 4.12	Perbandingan gradien tekanan hasil eksperimen dengan hasil prediksi model <i>separated flow</i> (Mishima & Hibiki, 1996) pada persentase gliserin (a) 40%, (b) 50%, (c) 60%, dan (d) 70%	44

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Sifat fisik cairan	15
Tabel 3.2 Spesifikasi kamera Nikon J4.....	26
Tabel 3.3 Spesifikasi <i>Pressure Transducer</i>	27

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Pengaruh Variasi J_L Terhadap <i>Pressure Gradient</i> dengan J_G Tetap Gliserin 40%	50
Lampiran 2	Pengaruh Variasi J_G Terhadap <i>Pressure Gradient</i> dengan J_L Tetap Gliserin 40%	54
Lampiran 3	Pengaruh Variasi J_L Terhadap <i>Pressure Gradient</i> dengan J_G Tetap Gliserin 50%	57
Lampiran 4	Pengaruh Variasi J_g Terhadap <i>Pressure Gradient</i> dengan J_l Tetap Gliserin 50%	61
Lampiran 5	Pengaruh Variasi J_L Terhadap <i>Pressure Gradient</i> dengan J_G Tetap Gliserin 60%	64
Lampiran 6	Pengaruh Variasi J_G Terhadap <i>Pressure Gradient</i> dengan J_L Tetap Gliserin 60%	68
Lampiran 7	Pengaruh Variasi J_L Terhadap <i>Pressure Gradient</i> dengan J_G Tetap Gliserin 70%	71
Lampiran 8	Pengaruh Variasi J_G Terhadap <i>Pressure Gradient</i> Dengan J_L Tetap Gliserin 70%	75

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

\dot{m}	= total laju aliran massa
A dan P	= luas penampang dan perimeter
τ_w	= tegangan geser dinding rata-rata
$\frac{dq}{dz}$	= perpindahan kalor per unit panjang dari penampang
z	= koordinat vertikal
θ	= inklinasi dari penampang ke vertikal
μ_m	= viskositas campuran gas-zat cair
μ_l, μ_g	= viskositas zat cair dan gas
Re	= bilangan Reynolds
\dot{m}_{total}	= total kecepatan massa
d_i	= diameter Pipa
μ_{tp}	= kualitas rata-rata viskositas
H_l	= hambatan cairan
V_l	= volume bagian pipa yang diduduki oleh cairan
V	= seluruh volume bagian pipa
ρ	= massa jenis