

**INVESTIGASI GRADIEN TEKANAN DUA-FASE UDARA AIR DAN
GLISERIN (40-70%) PADA PIPA KAPILER DENGAN KEMIRINGAN 15°
TERHADAP POSISI HORIZONTAL**

TUGAS AKHIR

Ditunjukkan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar
Sarjana Teknik



UMY

**UNIVERSITAS
MUHAMMADIYAH
YOGYAKARTA**

Unggul & Islami

Disusun oleh :

Rizal Fakhriadi

20140130199

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

2018



LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**Investigasi Gradien Tekanan Dua Fase Udara Air Dan
Gliserin (40-70%) Pada Pipa Kapiler Dengan Kemiringan 15° Terhadap Posisi
Horizontal**

*Investigation Pressure Gradient of Air-Water and Glycerin (40-70%) Two-Phase Flow in
The Capillary Tube with Slope of 15° to Horizontal Position*

Dipersiapkan dan disusun oleh:

Rizal Fakhriadi

20140130199

telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
pada tanggal, 4 Desember 2018

Pembimbing Utama

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

Pembimbing Pendamping

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

Penguji

Novi Caroko, S.T., M.Eng.
NIP 19791113 200501 1001

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana
Tanggal, **15 Desember 2018**

Mengetahui,

Ketua Program Studi S-1 Teknik Mesin FT UMY



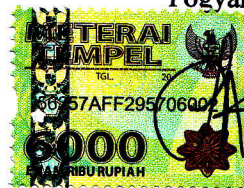
Berli Paripurna Kaniel, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D.

NIK 19740302 200104 123049

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, 25 November 2018



Rizal Fakhriadi

NIM. 20140130199

HALAMAN PERSEMBAHAN

الرَّحِيمِ الرَّحْمَنِ اللَّهُ بِسْمِ

Alhamdulillah Rabbil ‘Alamin Segala puji bagi Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta hidayah-Nya. Sholawat dan salam selalu terlimpahkan kepada Rasulullah Muhammad SAW, keluarganya, dan sahabat sehingga mendapat petunjuk hingga hari akhir. Amiin.

Persembahan tugas akhir ini saya ucapkan untuk:

Kedua orang tuaku serta adikku yang telah memberikan kasih sayang, doa, dukungan serta motivasi baik secara moril maupun materil.

Tim aliran dua fase yang banyak membantu dari awal hingga selesai penulisan naskah ini.

Kampus tercinta Universitas Muhammadiyah Yogyakarta khususnya fakultas teknik jurusan teknik mesin yang telah memberikan berbagai ilmu serta bimbingan tanpa ada batasan

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah S.W.T. atas segala rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul ” **INVESTIGASI GRADIEN TEKANAN DUA-FASE UDARA AIR DAN GLISERIN (40-70%) PADA PIPA KAPILER DENGAN KEMIRINGAN 15⁰ TERHADAP POSISI HORIZONTAL** ”. Aliran dua fase banyak dijumpai dalam kehidupan sehari-hari maupun dalam bidang industri. Aliran dua fase dapat dibedakan dalam dua kategori yaitu fase-fase yang terdapat didalamnya dan juga arah aliran. Pada aliran multifase terdiri dari 3 fase yaitu cair-padat, gas-cair dan gas-padat. Aliran dua fase dapat terjadi pada saluran berbentuk pipa dengan berbagai ukuran mulai dari ukuran besar (*large channel*) hingga nano (*nano channel*). Pada bidang industri aliran dua fase pada pipa kapiler diaplikasikan pada alat penukar kalor (*heat exchanger*), evaporator, kondensor, *Micro Electro Mechanical System (MEMS)* dan lain-lain, sedangkan pada kedokteran adalah sistem aliran darah yang terdapat dalam tubuh manusia.

Penelitian ini dilakukan dengan memberikan variasi kecepatan superfisial udara maupun cairan dan variasi campuran gliserin (40%, 50%, 60% dan 70%) pada pipa kapiler berdiameter 1,6 mm dengan kemiringan 15⁰ terhadap posisi horizontal. Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan sensor *pressure transducer* yang dihubungkan pada sisi input dan output seksi uji. Data ditampilkan dan diolah menggunakan komputer. Penyusunan laporan ini tidak lepas dari peran, dukungan dan doa, serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada Bapak Berli Paripurna Kamiel S.T., M.Eng Sc., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Bapak Dr. Ir. Sudarja, M.T. dan Bapak Dr. Ir. Sukamta, M.T., IPM. selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah memberikan banyak penjelasan, bimbingan dan pengarahan dalam penulisan tugas akhir ini, serta seluruh pihak yang telah terlibat dan membantu selama pengambilan data dan membuat naskah tugas akhir yang tidak bisa penyusun sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari, masih banyak kekurangan maupun kesalahan dalam penyusunan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca untuk perbaikan di masa mendatang.

Yogyakarta, 25 November 2018

Rizal Fakhriadi

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
DAFTAR NOTASI	xiii
INTISARI	xiv
ABSTRACT	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Tujuan Penulisan	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	4
2.1. Tinjauan Pustaka.....	4
2.2. Landasan Teori	12
2.2.1. Tinjauan Umum Aliran Dua Fasa	12
2.2.2. Kecepatan <i>Superficial</i>	12

2.2.3.	Viskositas Cairan	13
2.2.4.	Tinjauan Tentang Gliserin	13
2.2.5.	<i>Pressure Drop</i> Aliran Dua Fasa.....	13
2.2.6.	Pengukuran Perbedaan Tekanan	14
BAB III METODE PENELITIAN		15
3.1.	Tempat Penelitian	15
3.2.	Bahan Penelitian	15
3.3.	Alat Penelitian	16
3.3.1.	Skema Alat	16
3.3.2.	Aliran Fluida	16
3.3.3.	Aliran Udara.....	19
3.3.4.	Seksi Uji.....	22
3.3.5.	Peralatan Pengambilan Data <i>Pressure Drop</i>	22
3.4.	Kalibrasi Alat Ukur	23
3.5.	Prosedur Penelitian	24
3.6.	Analisis Data.....	25
3.7.	Diagram Alir Penelitian.....	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		27
4.1.	Pengaruh Kecepatan Superfisial Terhadap Gradien Tekanan pada Aliran Dua Fase Udara-Campuran Air dan Gliserin 40%	27
4.2.	Pengaruh Kecepatan Superfisial Terhadap Gradien Tekanan pada Aliran Dua Fase Udara-Campuran Air dan Gliserin 50%	28
4.3.	Pengaruh Kecepatan Superfisial Terhadap Gradien Tekanan pada Aliran Dua Fase Udara-Campuran Air dan Gliserin 60%	29
4.4.	Pengaruh Kecepatan Superfisial Terhadap Gradien Tekanan pada Aliran Dua Fase Udara-Campuran Air dan Gliserin 70%	30

4.5. Pengaruh Viskositas Cairan Terhadap Gradien Tekanan	32
4.6. Perbandingan Hasil Gradien Tekanan Terhadap Model Aliran Homogen	37
4.7. Perbandingan Hasil Gradien Tekanan Terhadap Model Aliran Terpisah	39
BAB V_KESIMPULAN DAN SARAN	41
5.1. Kesimpulan	41
5.2. Saran	41
DAFTAR PUSTAKA	42
LAMPIRAN	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Perbandingan antara nilai terukur (total) dengan nilai perhitungan dengan asumsi aliran homogen (akselerasi) (Triplett dkk., 1999).....	4
Gambar 2.2 Hubungan antara penurunan tekanan dan kecepatan superfisial gas untuk $D_o=12,5$ mm, $D_i = 8$ mm, $\theta = 0^\circ$ (Wongwises dan Pipathatta, 2006)	6
Gambar 2.3 Hubungan antara penurunan tekanan dan kecepatan superfisial gas untuk $D_o=12,5$ mm, $D_i = 8$ mm, $\theta = 30^\circ$ (Wongwises dan Pipathatta, 2006)	6
Gambar 2.4 Hubungan antara penurunan tekanan dan kecepatan superfisial gas untuk $D_o=12,5$ mm, $D_i = 8$ mm, $\theta = 60^\circ$ (Wongwises dan Pipathatta, 2006)	7
Gambar 3.1 Skema alat penelitian	16
Gambar 3.2 Pompa Air	17
Gambar 3.3 Tangki Air	17
Gambar 3.4 Bejana Tekan.....	18
Gambar 3.5 <i>Liquid Flowmeter</i>	19
Gambar 3.6 Kompresor.....	20
Gambar 3.7 <i>Water Trap</i>	20
Gambar 3.8 <i>Air Flowmeter</i>	21
Gambar 3.9 <i>Mixer</i>	22
Gambar 3.10 <i>Validyne</i>	23
Gambar 3.11 Kalibrasi <i>Pressure Transducer (Validyne)</i>	24
Gambar 3.12 Diagram Alir Penelitian	26
Gambar 4.1 (a) Pengaruh J_L terhadap gradien tekanan dengan variasi J_G , (b) Pengaruh J_G terhadap gradien tekanan dengan variasi J_L pada viskositas GL 40 %	28

Gambar 4.2 (a) Pengaruh J_L terhadap gradien tekanan dengan variasi J_G , (b) Pengaruh J_G terhadap gradien tekanan dengan variasi J_L pada viskositas GL 50 %	29
Gambar 4.3 (a) Pengaruh J_L terhadap gradien tekanan dengan variasi J_G , (b) Pengaruh J_G terhadap gradien tekanan dengan variasi J_L pada viskositas GL 60 %	30
Gambar 4.4 (a) Pengaruh J_L terhadap gradien tekanan dengan variasi J_G , (b) Pengaruh J_G terhadap gradien tekanan dengan variasi J_L pada viskositas GL 70 %	31
Gambar 4.5 (a) Pengaruh viskositas fluida terhadap gradien tekanan pada J_L 0,149 m/s dan J_G bervariasi, (b) Pengaruh viskositas fluida terhadap gradien tekanan pada J_G 66,3 m/s dan J_L bervariasi.....	32
Gambar 4.6 Time series gradien tekanan pada $J_G = 0,066$ [m/s] dan $J_L = 0,7$ [m/s] (a) GL 40%, (b) GL 50%, (c) GL 60% dan (d) GL 70%.....	34
Gambar 4.7 Perbandingan hasil gradien tekanan eksperimen pada GL 40% terhadap nilai teoritis Dukler dkk. (1964).....	37
Gambar 4.8 Perbandingan hasil gradien tekanan eksperimen pada GL 50% terhadap nilai teoritis Dukler dkk. (1964).....	37
Gambar 4.9 Perbandingan hasil gradien tekanan eksperimen pada GL 60% terhadap nilai teoritis Dukler dkk. (1964).....	38
Gambar 4.10 Perbandingan hasil gradien tekanan eksperimen pada GL 70% terhadap nilai teoritis Dukler dkk. (1964).....	38
Gambar 4.11 Perbandingan hasil gradien tekanan eksperimen pada GL 40% terhadap nilai teoritis Mishima dan Hibiki (1996).....	39
Gambar 4.12 Perbandingan hasil gradien tekanan eksperimen pada GL 50% terhadap nilai teoritis Mishima dan Hibiki (1996).....	39
Gambar 4.13 Perbandingan hasil gradien tekanan eksperimen pada GL 60% terhadap nilai teoritis Mishima dan Hibiki (1996).....	40
Gambar 4.14 Perbandingan hasil gradien tekanan eksperimen pada GL 70% terhadap nilai teoritis Mishima dan Hibiki (1996)	40

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Sifat Fisik Air dan Gliserin	15
Tabel 3.2 Spesifikasi <i>Flowmeter</i> Air	19
Tabel 3.3 Spesifikasi <i>Flowmeter</i> Udara	21
Tabel 3.4 Spesifikasi <i>Validyne</i>	23

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Pengaruh J_L terhadap gradien tekanan pada GL 40%	45
Lampiran 2 Pengaruh J_L terhadap gradien tekanan pada GL 50%	48
Lampiran 3 Pengaruh J_L terhadap gradien tekanan pada GL 60%	51
Lampiran 4 Pengaruh J_L terhadap gradien tekanan pada GL 70%	54
Lampiran 5 Pengaruh J_G terhadap gradien tekanan pada GL 40%	58
Lampiran 6 Pengaruh J_G terhadap gradien tekanan pada GL 50%	61
Lampiran 7 Pengaruh J_G terhadap gradien tekanan pada GL 60%	64
Lampiran 8 Pengaruh J_G terhadap gradien tekanan pada GL 70%	67

DAFTAR NOTASI

J_G	= Kecepatan superfisial <i>gas</i> (m/s)
J_L	= Kecepatan superfisial <i>liquid</i> (m/s)
Q_G	= Laju aliran <i>gas</i> (m ³ /s)
Q_L	= Laju aliran <i>liquid</i> (m ³ /s)
A	= Luas Penampang (m ²)
D	= Diameter (m)
Re	= Bilangan Reynold
μ	= Viskositas (N.s/m ²)
f_f	= <i>Friction factor</i>
ρ	= Massa jenis (kg/m ³)
v	= Kecepatan aliran (m/s)
ΔP	= Perbedaan tekanan, $P_{in} - P_{out}$ (Pa)
$\left(\frac{\Delta P}{\Delta Z}\right)$	= Gradien tekanan (kPa/m)