

## **SKRIPSI**

# **STUDI EKSPERIMENTAL FRAKSI HAMPA, PANJANG GELEMBUNG DAN KECEPATAN GELEMBUNG PADA ALIRAN DUA FASE UDARA - CAMPURAN AIR DAN GLISERIN 70% PADA POSISI HORIZONTAL**

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai Derajat  
Strata-1 Pada Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



# **UMY**

**UNIVERSITAS  
MUHAMMADIYAH  
YOGYAKARTA**

Unggul & Islami

Disusun oleh:

**Islamick Ibadurrochman M.A.A  
(20190130103)**

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

**2024**

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Islamick Ibadurrochman M.A.A  
Nomor Induk Mahasiswa : 20190130103  
Program Studi : S-1 Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik  
Judul Penelitian : Studi Eksperimental Fraksi Hampa, Panjang Gelembung, dan Kecepatan Gelembung Pada Aliran Dua Fase Udara-Campuran Air dan Gliserin 70% Pada Posisi Horizontal

Saya menyatakan bahwa skripsi ini adalah asli hasil karya saya dan di dalamnya tidak terdapat karya 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, Mei 2024



Islamick Ibadurrochman M.A.A  
NIM: 20190130103

## HALAMAN PERSEMBAHAN

*“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.*

*Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.”*

*(QS. Al-Insyirah ayat 5-6)*

Skripsi ini saya persembahkan kepada bapak dan ibu saya serta seluruh dosen Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah membimbing saya selama kuliah.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Alhamdulillah segala puji syukur berkat rahmat dan berkah-Nya Allah SWT penulis dapat menyusun Tugas Akhir ini. Tugas Akhir dapat terselesaikan dengan baik semata-mata tidak hanya usaha penulis sendiri, melainkan bimbingan, bantuan dan saran dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis berhak mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Ir. Berli Paripurna Kamiel, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D, selaku Ketua Jurusan Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Bapak Dr. Ir. Sudarja, M.T., IPM., ASEAN Eng., selaku pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, arahan serta masukan, dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Prof. Dr. Ir. Sukamta, S.T., M.T., IPU., selaku pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, arahan serta masukan, dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Dr. Ir. Novi Caroko, S.T., M.Eng., IPP., selaku dosen penguji.
5. Segenap Dosen Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
6. Kedua orang tua penulis ayahanda M. Ariyanto dan ibunda Purwestri Madya Harianti yang tidak hentinya selalu memberikan doa, semangat dan dukungannya agar penulis dapat mencapai cita-cita yang diimpikan.

Semoga Allah SWT memberikan imbalan yang berlimpah ganda atas semua kebaikan yang telah diberikan kepada penulis. Serta semoga laporan ini memberikan manfaat kepada penulis khususnya dan kepada pembaca umumnya.

Yogyakarta, 14 Mei 2024



Islamick Ibadurrochman M.A.A

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT. Yang telah memberikan petunjuk dan kemudahan kepada penyusun dapat menyelesaikan karya tulis ilmiah berupa skripsi dengan judul Studi Eksperimental Fraksi Hampa, Panjang Gelembung, dan Kecepatan Gelembung Pada Aliran Dua Fase Udara-Campuran Air dan Gliserin 70% Pada Posisi Horisontal dapat saya selesaikan dengan baik tanpa halangan apapun.

Penyusunan tugas akhir ini diajukan sebagai syarat memperoleh gelar sarjana di Program Studi S-1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Penelitian ini membahas Studi Eksperimental Fraksi Hampa, Panjang Gelembung, dan Kecepatan Gelembung Pada Aliran Dua Fase Udara-Campuran Air dan Gliserin 70% Pada Posisi Horisontal.

Penyusun menyadari dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat banyak kesalahan, oleh karena itu bila ada saran, koreksi, dan kritik demi kesempurnaan skripsi ini akan penyusun terima dengan ikhlas dan dengan ucapan terima kasih. Akhir kata dengan segala keterbatasan yang ada penyusun berharap skripsi ini bermanfaat dan digunakan sebagai mana mestinya.

Yogyakarta, 14 Mei 2024



Islamick Ibadurrochman M.A.A  
NIM: 20190130103

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	iv
UCAPAN TERIMAKASIH .....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN .....	xiii
INTISARI.....	xiv
<i>ABSTRACT</i> .....	xv
BAB I. PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
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 .....	11
2.2.1 Digital image processing.....	12
2.2.2 <i>Image</i> .....	12
2.2.3 <i>Noise</i> .....	13
2.2.4 <i>Filtering</i> .....	13
2.2.5 Metode Analisis Statistik .....	13
BAB III METODE PENELITIAN .....	15
3.1 Tempat Penelitian .....	15
3.2 Alat dan Bahan .....	15

3.2.1	Alat yang dibutuhkan .....	15
3.2.2	Bahan Penelitian .....	25
3.3	Proses Pengolahan Data .....	26
3.4	Skema Alat.....	26
3.5	Diagram Alir Penelitian.....	28
3.6	Tahapan Penelitian.....	29
BAB IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN .....	30
4.1	Fraksi Hampa.....	30
4.2	Fraksi Hampa Pola Aliran <i>Plug</i> .....	30
4.3	Fraksi Hampa Pola Aliran <i>Bubbly</i> .....	36
4.4	Kecepatan Aliran <i>Bubbly</i> dan <i>Plug</i> .....	41
4.4.1	Perbandingan Kecepatan Aliran <i>Plug</i> dan <i>Bubble</i> .....	44
4.4.2	Panjang <i>Bubble</i> dan <i>Plug</i> .....	44
4.4.3	Mencari waktu tempuh dari Fraksi Hampa.....	44
4.4.4	Mencari Panjang <i>Bubble</i> dan <i>Plug</i> .....	45
4.4.5	Grafik dan Tabel Panjang <i>Bubble</i> dan <i>Plug</i> .....	45
4.5	Frekuensi <i>Bubble</i> dan <i>Plug</i> .....	46
4.6	Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu .....	47
4.6.1	Grafik Perbandingan Fraksi Hampa.....	48
4.6.2	Perbandingan kecepatan <i>plug</i> dan <i>bubble</i> .....	48
4.6.3	Perbandingan panjang <i>plug</i> dan <i>bubble</i> .....	49
4.6.4	Perbandingan frekuensi <i>plug</i> dan <i>bubble</i> .....	50
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN .....	51
5.1	Kesimpulan.....	51
5.2	Saran .....	52
DAFTAR PUSTAKA	.....	53

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Kompresor .....	15
Gambar 3.2	Penampung Fluida .....	16
Gambar 3.3	Pompa Air .....	17
Gambar 3.4	Bejana Tekan .....	18
Gambar 3.5	<i>Mixer</i> .....	19
Gambar 3.6	Pipa Kaca pada Seksi Uji .....	19
Gambar 3.7	Konektor .....	20
Gambar 3.8	<i>Flowmeter</i> Air .....	20
Gambar 3.9	<i>Flowmeter</i> Udara .....	21
Gambar 3.10	Selang .....	22
Gambar 3.11	<i>Gate Valve</i> .....	23
Gambar 3.12	<i>Check Valve</i> .....	23
Gambar 3.13	Kamera .....	24
Gambar 3.14	Lampu .....	25
Gambar 3.15	Skema Alat .....	26
Gambar 4.1	Aliran <i>Plug</i> Pada (a) $J_G = 0.025$ m/s, $J_G = 0.54$ m/s dan (b) $J_G = 0.42$ m/s, $J_L = 0.88$ m/s .....	31
Gambar 4.2	Fraksi hampa pada (a) $J_G = 0.025$ m/s, $J_L = 0.54$ m/s dan (b) $J_G = 0.1$ m/s, $J_L = 0.54$ m/s .....	31
Gambar 4.3	Fraksi hampa pada $J_G = 0.2$ m/s, $J_L = 0.54$ m/s dan (b) $J_G = 0.3$ m/s, $J_L = 0.54$ m/s .....	32
Gambar 4.4	Fraksi hampa pada $J_G = 0.42$ m/s, $J_L = 0.54$ m/s (a) dan (b) $J_G = 0.025$ m/s, $J_L = 0.6$ m/s .....	32
Gambar 4.5	Fraksi hampa pada (a) $J_G = 0.1$ m/s, $J_L = 0.6$ m/s dan (b) $J_G = 0.2$ m/s, $J_L = 0.6$ m/s .....	32
Gambar 4.6	Fraksi hampa pada (a) $J_G = 0.3$ m/s, $J_L = 0.6$ m/s dan (b) $J_G = 0.42$ , $J_L = 0.6$ m/s .....	33
Gambar 4.7	Fraksi hampa pada $J_G = 0.025$ m/s, $J_L = 0.7$ m/s (a) dan (b) $J_G = 0.1$ m/s, $J_L = 0.7$ m/s .....	33



Gambar 4.8	Fraksi hampa pada $J_G = 0.2 \text{ m/s}$ , $J_L = 0.7 \text{ m/s}$ (a) dan (b) $J_G = 0.3 \text{ m/s}$ , $J_L = 0.7 \text{ m/s}$ .....	33
Gambar 4.9	Fraksi hampa pada $J_G = 0.42 \text{ m/s}$ , $J_L = 0.7 \text{ m/s}$ (a) dan (b) $J_G = 0.025 \text{ m/s}$ , $J_L = 0.8 \text{ m/s}$ .....	34
Gambar 4.10	Fraksi hampa pada $J_G = 0.1 \text{ m/s}$ , $J_L = 0.8 \text{ m/s}$ (a) dan (b) $J_G = 0.2 \text{ m/s}$ , $J_L = 0.8 \text{ m/s}$ .....	34
Gambar 4.11	Fraksi hampa pada $J_G = 0.3 \text{ m/s}$ , $J_L = 0.8 \text{ m/s}$ (a) dan (b) $J_G = 0.42 \text{ m/s}$ , $J_L = 0.8 \text{ m/s}$ .....	34
Gambar 4.12	Fraksi hampa pada $J_G = 0.025 \text{ m/s}$ , $J_L = 0.88 \text{ m/s}$ (a) dan (b) $J_G = 0.1 \text{ m/s}$ , $J_L = 0.88 \text{ m/s}$ .....	35
Gambar 4.13	fraksi hampa pada $J_G = 0.2 \text{ m/s}$ , $J_L = 0.88 \text{ m/s}$ (a) dan (b) $J_G = 0.3 \text{ m/s}$ , $J_L = 0.88 \text{ m/s}$ .....	35
Gambar 4.14	Fraksi hampa pada $J_G = 0.42 \text{ m/s}$ , $J_L = 0.88 \text{ m/s}$ .....	35
Gambar 4.15.	Aliran <i>bubble</i> pada $J_G = 0.025 \text{ m/s}$ , $J_L = 2.3 \text{ m/s}$ (a) dan (b) $J_G = 4.2 \text{ m/s}$ , $J_L = 4.95 \text{ m/s}$ .....	36
Gambar 4.16.	Fraksi hampa <i>bubble</i> pada $J_G = 0.025 \text{ m/s}$ , $J_L = 2.3 \text{ m/s}$ (a) dan (b) $J_G = 0.1 \text{ m/s}$ , $J_L = 2.3 \text{ m/s}$ .....	37
Gambar 4.17.	Fraksi hampa <i>bubble</i> pada $J_G = 0.2 \text{ m/s}$ , $J_L = 2.3 \text{ m/s}$ (a) dan (b) $J_G = 0.3 \text{ m/s}$ , $J_L = 2.3 \text{ m/s}$ .....	37
Gambar 4.18.	Fraksi hampa <i>bubble</i> pada $J_G = 0.42 \text{ m/s}$ , $J_L = 2.3 \text{ m/s}$ (a) dan (b) $J_G = 0.025 \text{ m/s}$ , $J_L = 3.0 \text{ m/s}$ .....	37
Gambar 4.19.	Fraksi hampa <i>bubble</i> pada $J_G = 0.1 \text{ m/s}$ , $J_L = 3.0 \text{ m/s}$ (a) dan (b) $J_G = 0.2 \text{ m/s}$ , $J_L = 3.0 \text{ m/s}$ .....	38
Gambar 4.20.	fraksi hampa <i>bubble</i> pada $J_G = 0.3 \text{ m/s}$ , $J_L = 3.0 \text{ m/s}$ (a) dan (b) $J_G = 0.42 \text{ m/s}$ , $J_L = 3.0 \text{ m/s}$ .....	38
Gambar 4.21.	Fraksi hampa <i>bubble</i> pada $J_G = 0.025 \text{ m/s}$ , $J_L = 3.5 \text{ m/s}$ (a) dan (b) $J_G = 0.1 \text{ m/s}$ , $J_L = 3.5 \text{ m/s}$ .....	38
Gambar 4.22.	Fraksi hampa <i>bubble</i> pada $J_G = 0.2 \text{ m/s}$ , $J_L = 3.5 \text{ m/s}$ (a) dan (b) $J_G = 0.3 \text{ m/s}$ , $J_L = 3.5 \text{ m/s}$ .....	39
Gambar 4.23.	Fraksi hampa <i>bubble</i> pada $J_G = 0.42 \text{ m/s}$ , $J_L = 3.5 \text{ m/s}$ (a) dan (b) $J_G = 0.025 \text{ m/s}$ , $J_L = 4.0 \text{ m/s}$ .....	39

Gambar 4.24. Fraksi hampa <i>bubble</i> pada $J_G = 0.1$ m/s, $J_L = 4.0$ m/s (a) dan (b) $J_G = 0.2$ m/s, $J_L = 4.0$ m/s .....	39
Gambar 4.25. Fraksi hampa <i>bubble</i> pada $J_G = 0.3$ m/s, $J_L = 4.0$ m/s (a) dan (b) $J_G = 0.42$ m/s, $J_L = 4.0$ m/s.....	40
Gambar 4.26. Fraksi hampa <i>bubble</i> pada $J_G = 0.025$ m/s, $J_L = 4.95$ m/s (a) dan (b) $J_G = 0.1$ m/s, $J_L = 4.95$ m/s.....	40
Gambar 4.27. fraksi hampa <i>bubble</i> pada $J_G = 0.2$ m/s, $J_L = 4.95$ m/s (a) dan (b) $J_G = 0.3$ m/s, $J_L = 4.95$ m/s.....	41
Gambar 4.28. fraksi hampa <i>bubble</i> pada $J_G = 0.42$ m/s, $J_L = 4.95$ m/s (a).....	41
Gambar 4.29. Grafik kecepatan aliran <i>cross-corelation plug</i> tertinggi pada $J_G$ $= 0.42$ m/s, $J_L = 0.88$ m/s.....	42
Gambar 4.30. Grafik kecepatan aliran <i>cross-corelation plug</i> terendah pada $J_G$ $= 0.025$ m/s, $J_L = 0.54$ m/s.....	42
Gambar 4.31. Grafik kecepatan aliran <i>cross-corelation bubble</i> tertinggi pada $J_G = 0.42$ m/s, $J_L = 4.95$ m/s.....	43
Gambar 4.32. Grafik kecepatan aliran <i>cross-corelation bubble</i> terendah pada $J_G = 0.025$ m/s, $J_L = 2.3$ m/s .....	43
Gambar 4.33. Grafik Perbandingan Kecepatan Aliran <i>Plug</i> dan <i>Bubble</i> .....	44
Gambar 4.34 Grafik Panjang <i>Plug</i> .....	45
Gambar 4.35 Grafik Panjang <i>Bubble</i> .....	46
Gambar 4.36 Grafik Frekuensi Pola Aliran <i>Plug</i> .....	47
Gambar 4.37 Grafik Frekuensi Pola Aliran <i>Bubble</i> . .....	47
Gambar 4.38 Grafik fraksi hampa penelitian (a) dan Sudarja dkk. (2018) (b) .....	48
Gambar 4.39 Grafik hasil <i>cross-corelation</i> penelitian (a) dan Sukamta & Sudarja, (2020) (b).....	48
Gambar 4.40 Grafik panjang <i>plug</i> peneliti (a) dan Sukamta & Sudarja, (2020) (b).....	49
Gambar 4.41 Grafik Perbandingan Frekuensi <i>plug</i> peneliti (a) dan Sukamta & Sudarja, (2020) (b) .....	50

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Spesifikasi Kompresor.....	16
Tabel 3.2	Spesifikasi Penampung Fluida Cair.....	16
Tabel 3.3.	Spesifikasi Pompa Air .....	17
Tabel 3.4.	Spesifikasi Bejana Tekan.....	18
Tabel 3.5.	Spesifikasi <i>Flowmeter</i> Air .....	21
Tabel 3.6.	Spesifikasi <i>Flowmeter</i> Udara .....	21
Tabel 3.7.	Spesifikasi Kamera .....	24
Tabel 3.8.	Spesifikasi Lampu .....	25
Tabel 3.9.	Sifat Fisik Fluida .....	25
Tabel 3.10.	Sifat Fluida Gas .....	25

## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

$\Delta P$	: Penurunan tekanan (kPa)	$\varepsilon$	: Fraksi Hampa
$\Delta Z$	: Panjang saluran (m)		
$\dot{m}_{total}$	: Total kecepatan massa		
$\mu_{tp}$	: Kualitas rata-rata viskositas		
$\mu_l, \mu_g$	: Viskositas fluida cair dan gas		
$d_i$	: Diameter pipa		
$J_G$	: Kecepatan <i>superfisial gas</i> (m/s)		
$J_L$	: Kecepatan <i>superfisial Liquid</i> (m/s)		
$Q_G$	: Laju aliran gas dalam pipa (m <sup>3</sup> /s)		
$Q_L$	: Laju aliran liquid dalam pipa (m <sup>3</sup> /s)		
$A$	: Luas penampang pipa (m <sup>2</sup> )		
$Re$	: bilangan <i>Reynolds</i>		
$\rho$	: Massa jenis fluida (kg/m <sup>3</sup> )		
$v$	: Kecepatan rata-rata (m/s)		
$D$	: Diameter pipa (m)		
$\mu$	: viskositas dinamik (kg/m.s)		
$\nu$	: Viskositas kinematik (m <sup>2</sup> /s)		
$\gamma$	: Tegangan Permukaan (N/m)		
$F$	: Gaya (N)		
$d$	: Panjang permukaan (m)		