

**SKRIPSI**

**STUDI EKSPERIMENTAL FRAKSI HAMPA, PANJANG GELEMBUNG,  
KECEPATAN GELEMBUNG PADA ALIRAN DUA FASE  
UDARA-CAMPURAN AIR DAN GLISERIN 60%  
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:

**Hadi Indra Wijaya  
(20190130002)**

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA  
2024**

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Hadi Indra Wijaya

Nomor Induk Mahasiswa : 20190130002

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 60% 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, 14 Mei 2024



Hadi Indra Wijaya  
NIM: 20190130002

## 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

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillah segala puji syukur berkat rahmat dan berkah-Nya Allah SWT saya 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. Wahyudi S.T., M.T., selaku dosen penguji.
5. Segenap Dosen Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
6. Kedua orang tua penulis ayahanda Irwansyah dan ibunda Susi hariyatun 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



**Hadi Indra Wijaya**

## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

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 60% Pada Posisi Horizontal ”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 60% Pada Posisi Horizontal.

Penyusun menyadari dalam penyusun 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.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Yogyakarta, 14 Mei 2024



Hadi Indra Wijaya  
NIM: 20190130002

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN	
PENGESAHAN .....	<b>Erro</b>
<b>r! Bookmark not defined.</b>	
HALAMAN PERNYATAAN .....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	iii
UCAPAN TERIMAKASIH.....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN .....	xii
INTISARI.....	xiii
<i>ABSTRACT</i> .....	xiv
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 .....	5
2.1. Tinjauan Pustaka .....	5
2.2. Dasar Teori.....	11
2.2.1. Digital Image Processing.....	12
2.2.2. Gambar (Image).....	12
2.2.3. Noise.....	13
2.2.4. Filtering .....	13
2.2.5. Metode Analisis Statik .....	13
BAB III    METODE PENELITIAN .....	15

3.1. Tempat Penelitian .....	15
3.2. Alat dan Bahan.....	15
3.2.1 Alat .....	15
3.2.2 Bahan Penelitian.....	25
3.3. Proses Pengolahan Data .....	26
3.4. Skema Alat.....	27
3.5. Diagram Alir Penelitian .....	29
3.6. Tahapan Penelitian.....	30
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>31</b>
4.1. Fraksi Hampa .....	31
4.2. Fraksi Hampa pada <i>Plug</i> .....	31
4.3. Fraksi Hampa pada <i>Bubbly</i> .....	36
4.4. Kecepatan Aliran <i>Bubbly</i> dan <i>Plug</i> .....	41
4.5. Panjang <i>Bubbly</i> dan <i>Plug</i> .....	44
4.5.1. Mencari Waktu Tempuh dari Fraksi Hampa .....	44
4.5.2. Mencari Panjang <i>Bubbly</i> dan <i>Plug</i> .....	45
4.5.3. Grafik dan Tabel Panjang <i>Bubbly</i> dan <i>Plug</i> .....	45
4.6. Frekuensi <i>Bubbly</i> dan <i>Plug</i> .....	46
4.7. Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu.....	46
4.7.1. Grafik Perbandingan Fraksi Hampa .....	47
4.7.2. Grafik perbandingan kecepatan <i>plug</i> dan <i>bubble</i> .....	48
4.7.3. Grafik Perbandingan panjang <i>plug</i> dan <i>bubble</i> .....	48
4.7.4. Grafik Perbandingan frekuensi <i>plug</i> dan <i>bubble</i> .....	49
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>50</b>
5.1. Kesimpulan .....	50
5.2. Saran .....	51
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>52</b>

## 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.	Mixer.....	19
Gambar 3.6.	Seksi Uji.....	19
Gambar 3.7.	Konektor .....	20
Gambar 3.8.	Flowmeter Air.....	20
Gambar 3.9.	Flowmeter Udara .....	21
Gambar 3.10.	Selang.....	22
Gambar 3.11.	Gate Valve .....	23
Gambar 3.12.	Check Valve.....	23
Gambar 3.13.	Kamera.....	24
Gambar 3.14.	Lampu .....	25
Gambar 3.15.	Gliserin.....	26
Gambar 3.16.	Skema Alat.....	27
Gambar 3.17.	Skema Alat diagram alir penelitian .....	29
Gambar 4.1.	Aliran Plug Pada (a) $J_G = 0.025$ m/s, $J_L = 0.54$ m/s dan (b) $J_G = 0.42$ m/s, $J_L = 0.88$ m/s .....	32
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.....	32
Gambar 4.3.	Fraksi hampa pada $J_G = 0.2$ m/s, $J_L = 0.54$ m/s (a) 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 .....	33
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 .....	33
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.....	34
Gambar 4. 8.	Fraksi hampa pada $J_G = 0.2$ m/s, $J_L = 0.7$ m/s (a) dan (b) $J_G = 0.3$ m/s, $J_L = 0.7$ m/s .....	34
Gambar 4.9.	Fraksi hampa pada $J_G = 0.42$ m/s, $J_L = 0.7$ m/s (a) dan (b) $J_G = 0.025$ m/s, $J_L = 0.8$ m/s .....	34
Gambar 4.10.	Fraksi hampa pada $J_G = 0.1$ m/s, $J_L = 0.8$ m/s (a) dan (b) $J_G = 0.2$ m/s, $J_L = 0.8$ m/s .....	35
Gambar 4.11.	Fraksi hampa pada $J_G = 0.3$ m/s, $J_L = 0.8$ m/s (a) dan (b) $J_G = 0.42$ m/s, $J_L = 0.8$ m/s .....	35
Gambar 4.12.	Fraksi hampa pada $J_G = 0.025$ m/s, $J_L = 0.88$ m/s (a) dan (b) $J_G = 0.1$ m/s, $J_L = 0.88$ m/s.....	35
Gambar 4.13.	Fraksi hampa pada $J_G = 0.2$ m/s, $J_L = 0.88$ m/s (a) dan (b) $J_G = 0.3$ m/s, $J_L = 0.88$ m/s.....	36
Gambar 4.14,	Fraksi hampa pada $J_G = 0.42$ m/s, $J_L = 0.88$ m/s.....	36
Gambar 4.15.	Aliran Bubbly pada $J_G = 0.025$ m/s, $J_L = 2.3$ m/s (a) dan (b) $J_G = 4.2$ m/s, $J_L = 4.95$ m/s .....	37
Gambar 4.16.	Fraksi hampa <i>Bubbly</i> pada $J_G = 0.025$ m/s, $J_L = 2.3$ m/s (a) dan (b) $J_G = 0.1$ m/s, $J_L = 2.3$ m/s.....	37
Gambar 4.17.	Fraksi hampa <i>Bubbly</i> pada $J_G = 0.2$ m/s, $J_L = 2.3$ m/s (a) dan (b) $J_G = 0.3$ m/s, $J_L = 2.3$ m/s .....	37
Gambar 4.18.	fraksi hampa <i>Bubbly</i> pada $J_G = 0.42$ m/s, $J_L = 2.3$ m/s (a) dan (b) $J_G = 0.025$ m/s, $J_L = 3.0$ m/s .....	38
Gambar 4. 19	fraksi hampa <i>Bubbly</i> pada $J_G = 0.1$ m/s, $J_L = 3.0$ m/s (a) dan (b) $J_G = 0.2$ m/s, $J_L = 3.0$ m/s .....	38
Gambar 4. 20	Fraksi hampa <i>Bubbly</i> pada $J_G = 0.3$ m/s, $J_L = 3.0$ m/s (a) dan (b) $J_G = 0.42$ m/s, $J_L = 3.0$ m/s .....	38
Gambar 4. 21	Fraksi hampa <i>Bubbly</i> pada $J_G = 0.025$ m/s, $J_L = 3.5$ m/s (a) dan (b) $J_G = 0.1$ m/s, $J_L = 3.5$ m/s .....	39
Gambar 4. 22	Fraksi hampa <i>Bubbly</i> pada $J_G = 0.2$ m/s, $J_L = 3.5$ m/s (a) dan (b) $J_G = 0.3$ m/s, $J_L = 3.5$ m/s .....	39

Gambar 4. 23	Fraksi hampa <i>Bubbly</i> pada $J_G = 0.42$ m/s, $J_L = 3.5$ m/s (a) dan (b) $J_G = 0.025$ m/s, $J_L = 4.0$ m/s .....	39
Gambar 4. 24	Fraksi hampa <i>Bubbly</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 .....	40
Gambar 4. 25.	Fraksi hampa <i>Bubbly</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>Bubbly</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>Bubbly</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>Bubbly</i> pada $J_G = 0.42$ m/s, $J_L = 4.95$ m/s (a).....	41
Gambar 4.29,	Grafik kecepatan aliran cross-correlation plug tertinggi pada $J_G$ $= 0.42$ m/s, $J_L = 0.88$ m/.....	42
Gambar 4.30.	Grafik kecepatan aliran cross-correlation plug terendah pada $J_G = 0.025$ m/s, $J_L = 0.54$ m/s.....	42
Gambar 4. 31.	Grafik kecepatan aliran cross-correlation <i>Bubbly</i> tertinggi pada $J_G 0.423$ , $J_L 4,935$ .....	43
Gambar 4. 32.	Grafik kecepatan aliran cross-correlation <i>Bubbly</i> terendah pada $J_G = 0.025$ m/s, $J_L = 2.3$ m/s.....	43
Gambar 4. 33.	Grafik Perbandingan Kecepatan Aliran Plug dan <i>Bubbly</i> .....	44
Gambar 4.34.	Grafik Panjang Plug .....	45
Gambar 4.35.	Grafik Panjang <i>Bubbly</i> .....	45
Gambar 4.36.	Grafik Frekuensi (A) Plug dan (B) <i>Bubbly</i> .....	46
Gambar 4.37,	Grafik fraksi hampa penelitian (a) dan Sudarja dkk. (2018) (b) .....	47
Gambar 4.38.	Grafik Hasil Cross-Corelation Penelitian (a) dan Sukamta dkk. (2019) (b) .....	48
Gambar 4.39	Grafik panjang plug peneliti (a) dan Sukamta & Sudarja, (2020) (b) .....	48
Gambar 4.40	Grafik Perbandingan Frekuensi plug peneliti (a) dan Sukamta & Sudarja, (2020) (b).....	49

## **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 Flowmeter Air .....	21
Tabel 3.6. Spesifikasi Flowmeter Udara.....	21
Tabel 3.7. Spesifikasi Kamera .....	24
Tabel 3.8. Spesifikasi Lampu.....	25
Tabel 3.9. Sifat Fisik Fluida.....	26
Tabel 3.10. Sifat Fluida Gas.....	26

## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

$\Delta P$	: Penurunan tekanan (kPa)
$\Delta Z$	: 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)
$\epsilon$	: Fraksi Hampa