

SKRIPSI

**STUDI EKPERIMENTAL FRAKSI HAMPA, PANJANG GELEMBUNG,
DAN KECEPATAN GELEMBUNG PADA ALIRAN DUA-FASE UDARA -
CAMPURAN AIR DAN 60 % GLISERIN, POSISI 45 °**

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai Derajat

Strata-1 Pada Teknik Mesin Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Disusun Oleh:

Wahyu Rifqi

20200130069

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

2024

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Wahyu Rifqi
Nomor Induk Mahasiswa : 20200130069
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 miring 45°

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, 26 September 2024


Wahyu Rifqi
20200130069



MOTO

"Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan."

(Q.S. Al-Insyirah: 5-6)

"Success is not final, failure is not fatal, it is the courage to start the counts"

(Winston Churchill)

"You can't let your failures define you. You have to let your failures teach you"

(Barack Obama)

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

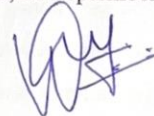
Puji syukur kehadiran Allah SWT. Yang telah memberikan petunjuk dan kemudahan kepada penyusun dapat menyelesaikan karya tulis ilmiah berupa skripsi dengan judul "Studi Eksperimental Fraksi Hampa, Panjang Gelembung, dan Kecepatan Gelembung Pada Aliran Dua Fase Udara-Campuran Air dan Gliserin 60% Pada Posisi kemiringan 45° "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 kemiringan 45°.

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.

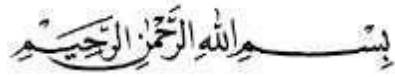
Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Yogyakarta, 26 September 2024



Wahyu Rifqi
20200130069

PERSEMBAHAN



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 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 Thoharudin, S.T., M.T., Ph.D selaku dosen penguji.
5. Segenap Dosen Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
6. Kedua orang tua penulis ayahanda Wahyu Ridwan, S.T dan ibunda Emrina Surya Putri, S.H 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.

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
MOTO	iv
KATA PENGANTAR	v
PERSEMBAHAN	vi
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	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	4
2.1 Tinjauan Pustaka	4
2.2 Dasar Teori	9
2.2.1 Tinjauan Umum Aliran Dua fase	9
2.2.2 Fraksi Hampa Aliran Dua Fase	9
2.2.3 Rasio Kecepatan	11
2.2.4 Digital Image Processing	11
2.2.5 Digital Image	11
2.2.6 Noise	12
2.2.7 Filtering	12
2.2.8 Metode analisis statistic	12

BAB III METODE PENELITIAN.....	14
3.1 Tempat Penelitian	14
3.2 Alat Bahan Penelitian	14
3.2.1 Alat.....	14
3.2.2 Bahan yang digunakan.....	22
3.3 Proses Pengolahan Data	23
3.4 Skema Penelitian.....	23
3.4 Tahapan Penelitian	25
3.5 Diagram Alir Penelitian.....	26
3.6 Proses Pengolahan Data	27
3.6.1 Pembaca Gambar	27
3.6.2 Pengubahan Gambar.....	27
3.6.3 Penyuaian Gambar	28
3.6.4 Pembalikan Warna Gambar	28
3.6.5 <i>Filtering</i>	28
3.6.6 Segmentasi Data.....	29
3.6.7 <i>Data Gathering</i>	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1. Fraksi Hampa.....	30
4.1.1 Fraksi Hampa pada <i>Plug</i>	30
4.2. Kecepatan Aliran <i>Bubbly</i> dan <i>Plug</i>	41
4.2.1 Kecepatan <i>Plug</i>	41
4.2.2 Kecepatan <i>Bubbly</i>	42
4.3 Perbandingan kecepatan aliran <i>Plug</i> dan <i>Bubbly</i>	44
4.4 Panjang <i>Bubbly</i> dan <i>Plug</i>	44
4.4.1 Mencari Waktu Tempuh dari Fraksi Hampa	44
4.4.2 Mencari Panjang <i>Bubbly</i> dan <i>Plug</i>	44
4.4.3 Grafik dan Tabel Panjang <i>Bubbly</i> dan <i>Plug</i>	45
4.5 Frekuensi <i>Bubbly</i> dan <i>Plug</i>.....	46
4.6 Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu.....	47
4.6.1 Grafik Perbandingan Fraksi Hampa	47
4.6.2 Grafik perbandingan kecepatan <i>plug</i> dan <i>bubble</i>	48
4.6.3 Grafik Perbandingan panjang <i>plug</i> dan <i>bubble</i>	49
4.6.4 Grafik Perbandingan frekuensi <i>plug</i> dan <i>bubble</i>	50
BAB V PENUTUP	51

5.1. Kesimpulan.....	51
5.2. Saran	52
DAFTAR PUSTAKA.....	53
LAMPIRAN.....	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Tempat Penampung	14
Gambar 3. 2 Pompa	15
Gambar 3. 3 Pressure vessel (bejana tekan).....	16
Gambar 3. 4 Kompresor Udara	17
Gambar 3. 5 Filter dan regulator.....	18
Gambar 3. 6 Flowmeter Air	18
Gambar 3. 7 Mixer	20
Gambar 3. 8 Optical Correction Box	21
Gambar 3. 9 Lampu Penerangan.....	21
Gambar 3. 10 Kamera	22
Gambar 3. 11 Cairan air dan Gliserin	23
Gambar 3. 12 Skema Penelitian.....	24
Gambar 3. 13 Diagram Alir Penelitian.....	26
Gambar 3. 14 RGB.....	27
Gambar 3. 15 Grayscale	28
Gambar 3. 16 Crop	28
Gambar 3. 17 Perbaikan Warna	28
Gambar 3. 18 Filtering	29
Gambar 3. 19 Binner	29
Gambar 4.1 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.....	31
Gambar 4.2 Fraksi hampa pada (a) $J_G = 0,1$ m/s, $J_L 0,6$ m/s dan (b) $J_G=0,02$ m/s, $J_L 0,6$ m/s.....	32
Gambar 4.3 Fraksi hampa pada (a) $J_G = 0,3$ m/s, $J_L 0,6$ m/s dan (b) $J_G=0,42$ m/s, $J_L 0,6$ m/s.....	32
Gambar 4.4 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.....	32
Gambar 4.5 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	33
Gambar 4.6 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.....	33
Gambar 4.7 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	33
Gambar 4.8 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.....	34
Gambar 4.9 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.....	34
Gambar 4.10 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.....	35
Gambar 4.11 Fraksi hampa pada $J_G = 0,42$ m/s, $J_L 0,88$ m/s	35

Gambar 4.12 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.....	36
Gambar 4.13 Fraksi hampa Bubbly pada $J_G = 0,025$ m/s, J_L 2,3 m/s (a) dan (b) $J_G=0,1$ m/s, J_L 0,23 m/s	36
Gambar 4.14 Fraksi hampa Bubbly 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 4.15 Fraksi hampa Bubbly 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	37
Gambar 4.16 Fraksi hampa Bubbly pada $J_G = 0,42$ m/s, $J_L= 2,3$ m/s (a).....	37
Gambar 4.17 Fraksi hampa Bubbly pada $J_G = 0,3$ m/s, $J_L= 3$ m/s (a) dan (b) $J_G=0,42$ m/s, $J_L= 3,0$ m/s	38
Gambar 4.18 Fraksi hampa Bubbly 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.....	38
Gambar 4.19 Fraksi hampa Bubbly 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.....	38
Gambar 4.20 Fraksi hampa Bubbly pada $J_G = 0,42$ m/s, $J_L= 3,5$ m/s (a) dan (b) $J_G=0,25$ m/s, $J_L= 4,0$ m/s.....	39
Gambar 4.21 Fraksi hampa Bubbly 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 4.22 Fraksi hampa Bubbly 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 4.23 Fraksi hampa Bubbly 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 4.24 Fraksi hampa Bubbly 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.....	40
Gambar 4.25 Fraksi hampa Bubbly pada $J_G = 0,42$ m/s, $J_L= 4,95$ m/s	41
Gambar 4.26 Grafik kecepatan aliran cross-corellation Bubbly tertinggi pada $J_G = 0,423$ J_L 4,935	43
Gambar 4.27 Grafik Perbandingan Kecepatan Aliran Plug dan Bubbly.....	44
Gambar 4.28 Grafik Panjang Plug	45
Gambar 4.29 Grafik Panjang Bubbly.....	45
Gambar 4.30 Grafik Frekuensi Plug	46
Gambar 4.31 Grafik Frekuensi Bubbly	47
Gambar 4.32 Grafik fraksi hampa penelitian (a) dan Sudarja dkk. (2018) (b).....	48
Gambar 4.33 Grafik Hasil Cross-Corellation Penelitian (a) dan Sukamta dkk. (2019)	49
Gambar 4.34 Grafik panjang plug peneliti (a) dan Sukamta & Sudarja, (2020) (b)	50
Gambar 4.35 Grafik Perbandingan frekuensi plug peneliti (a) dan Suka(2020) (b).....	50

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Tempat Penampung Fluida Cair	15
Tabel 3. 2 Spesifikasi pompa air	15
Tabel 3. 3 Spesifikasi pressure vessel (bejana tekan)	16
Tabel 3. 4 Spesifikasi Kompresor	17
Tabel 3. 5 Spesifikasi flowmeter air.....	19
Tabel 3. 6 Spesifikasi lampu penerangan	22
Tabel 3. 7 Spesifikasi kamera	22

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Matriks Pengambilan Data	55
---	----

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

ΔP	: Penurunan tekanan (kPa)
ΔZ	: Panjang saluran (m)
\dot{m}_{total}	: Total kecepatan massa
μ_{tp}	: Kualitas rata-rata viskositas
μ_l, μ_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 ³ /s)
Q_L	: Laju aliran liquid dalam pipa (m ³ /s)
A	: Luas penampang pipa (m ²)
Re	: bilangan <i>Reynolds</i>
ρ	: Massa jenis fluida (kg/m ³)
v	: Kecepatan rata-rata (m/s)
D	: Diameter pipa (m)
μ	: viskositas dinamik (kg/m.s)
ν	: Viskositas kinematik (m ² /s)
γ	: Tegangan Permukaan (N/m)
F	: Gaya (N)
d	: Panjang permukaan (m)
ε	: Fraksi Hampa