

## SKRIPSI

# KARAKTERISTIK DASAR ALIRAN DUA FASA UDARA DAN AIR PADA TEMPERATUR 60°C, 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:

**Goma Ilham Putra Arsiwinarto**

**20190130083**

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

## 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, 6 Juli 2024



Goma Ilham Putra Arsiwinarto

## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Alhamdulillahilalahirabbil'aalamiin dengan memanjatkan Puji dan syukur kehadiran Allah S.W.T, yang telah memberikan kekuatan, Rahmat dan hidayah-Nya. Shalawat serta salam senantiasa tercurah limpahkan kepada Nabi kita Muhammad S.A.W, sehingga dapat menyelesaikan laporan proposal. Tugas Akhir yang berjudul **“Karakteristik Dasar Aliran Dua Fasa Udara dan Air Temperatur 60°C Posisi Horisontal”** ini di tempuh untuk memenuhi salah satu syarat mencapai Strata satu (S-1) di program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Penulis menyadari penulisan laporan ini jauh dari kesempurnaan, itu dikarenakan keterbatasan dari penulis. Untuk itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran dalam penulisan laporan tugas akhir ini, semoga laporan ini berguna bagi penulis dan untuk pihak-pihak lain sebagai acuan untuk kebutuhan ilmu pengetahuan.

Dalam proses pengerjaan dan penyusunan laporan tugas akhir ini tidak lepas dari pengarahan dan bimbingan diberbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan laporan tugas akhir kepada:

1. Bapak Ir. Berli Paripurna Kamiel. S.T., M.Eng.Sc., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin 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 penguji yang telah memberi arahan serta masukan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Segenap Dosen Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
6. Seluruh rekan-rekan seperjuangan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta Angkatan 2019 yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu yang telah memberikan semangat dan dukungannya.
7. Kedua orang tua penulis ayahanda Yudo Kalsiwinarto dan ibunda Karyati 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. Aamiin.

Yogyakarta, 6 Juli 2024

  
Goma Illam Putra Arsiwinarto

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN.....</b>	<b>xii</b>
<b>INTISARI .....</b>	<b>xiii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xiv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1    Latar Belakang .....	1
1.2    Rumusan Masalah .....	2
1.3    Batasan Masalah.....	3
1.4    Tujuan Penelitian.....	3
1.5    Manfaat Penelitian.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI.....</b>	<b>5</b>
2.1    Tinjauan Pustaka.....	5
2.2    Landasan Teori .....	8
2.2.1    Aliran Dua Fasa.....	8
2.2.2    Tegangan Permukaan .....	8
2.2.3    Kecepatan Superfisial.....	9
2.2.4    Pola Aliran.....	10

2.2.5	Fraksi Hampa .....	11
2.2.6	Gradien Tekanan .....	11
2.2.7	<i>Digital Image Processing</i> .....	13
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>		<b>14</b>
3.1	Tempat Penelitian .....	14
3.2	Bahan Penelitian .....	14
3.3	Alat Penelitian .....	15
3.3.1	Skema Alat yang Digunakan .....	15
3.3.2	Alat yang Dibutuhkan .....	16
3.4	Diagram Alir .....	30
3.5	Prosedur Pengambilan Data .....	32
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>34</b>
4.1	Kalibrasi Alat Ukur <i>Pressure Transducer</i> .....	34
4.2	Pola Aliran .....	35
4.2.1	Pola Aliran <i>Plug</i> .....	35
4.2.2	Pola Aliran <i>Bubbly</i> .....	36
4.2.3	Pola Aliran <i>Slug-Annular</i> .....	37
4.2.4	Pola Aliran <i>Annular</i> .....	38
4.2.5	Pola Aliran <i>Churn</i> .....	39
4.3	Peta Pola Aliran .....	41
4.3.1	Perbandingan Peta Pola Aliran dengan Penelitian Terdahulu .....	44
4.4	Fraksi Hampa ( <i>Void Fraction</i> ) .....	46
4.4.1	Fraksi Hampa Pola Aliran <i>Plug</i> .....	46
4.4.2	Fraksi Hampa Pola Aliran <i>Bubbly</i> .....	48
4.4.3	Fraksi Hampa Pola Aliran <i>Slug-Annular</i> .....	49

4.4.4	Fraksi Hampa Pola Aliran <i>Annular</i> .....	50
4.4.5	Fraksi Hampa Pola Aliran <i>Churn</i> .....	51
4.5	Gradien Tekanan .....	52
4.5.1	Perbandingan Hasil Gradien Tekanan Terhadap Prediksi Mishima dan Hibiki	54
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>56</b>
5.1	Kesimpulan .....	56
5.2	Saran .....	58
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>59</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>		<b>63</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Pola Aliran.....	10
Gambar 3.1. Skema Alat Uji .....	16
Gambar 3.2. Kompresor .....	17
Gambar 3.3. Pompa.....	18
Gambar 3.4. Tangki Fulida.....	19
Gambar 3.5. <i>Water Heater</i> .....	20
Gambar 3.6. Bejana Tekan .....	21
Gambar 3.7. <i>Themocouple</i> .....	22
Gambar 3.8. <i>Thermometer</i> .....	22
Gambar 3.9. <i>Mixer</i> Air dan Gas .....	23
Gambar 3.10. Pipa Kaca pada Seksi Uji .....	23
Gambar 3.11. Konektor atau <i>Flens</i> .....	24
Gambar 3.12. (a) <i>Flowmeter</i> Air, (b) <i>Flowmeter</i> Gas.....	24
Gambar 3.13. Selang.....	26
Gambar 3.14. <i>Gate Valve</i> .....	27
Gambar 3.15. <i>Check Valve</i> .....	27
Gambar 3.16. <i>Pressure Transducer</i> .....	28
Gambar 3.17. <i>Computer</i> .....	28
Gambar 3.18. Kamera .....	29
Gambar 3.19. Lampu.....	29
Gambar 3.20. Diagram Alir.....	30
Gambar 3.21. Diagram Alir Lanjutan .....	31
Gambar 4.1. Grafik kalibrasi MPX 5500DP .....	34
Gambar 4. 2 Peta pola aliran udara dan air temperatur 60°C, posisi horisontal.	42
Gambar 4. 3. Perbandingan hasil peta pola aliran penelitian dengan peta pola aliran (Sudarja dkk. 2019).....	44
Gambar 4. 4. Perbandingan hasil peta pola aliran penelitian dengan peta pola aliran (Triplet dkk. 1999). .....	45



Gambar 4.5. Gradien tekanan pada aliran udara dan air temperatur 60°C, posisi horisontal. ....	53
Gambar 4.6 Perbandingan Gradien Tekanan Penelitian dengan Gradien Tekanan Mishima & Hibiki. ....	55

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Sifat Fisik Gas .....	14
Tabel 3.2. Sifat Fisik Air 60°C .....	15
Tabel 3.3. Detail Kompresor .....	17
Tabel 3.4. Detail Pompa .....	18
Tabel 3.5. Detail Tangki Fluida .....	19
Tabel 3.6. Detail <i>Water Heater</i> .....	20
Tabel 3.7. Detail Bejana Tekan .....	21
Tabel 3.8. Detail <i>Flowmeter</i> Air .....	25
Tabel 3.9. Detail <i>Flowmeter</i> Gas.....	25
Tabel 4.1. Pola aliran <i>plug</i> pada $J_L = 0,539$ m/s dan $J_G$ bervariasi. ....	36
Tabel 4.2. Pola aliran <i>bubbly</i> pada $J_G = 0,025$ m/s dan $J_L$ bervariasi. ....	36
Tabel 4.3. Pola aliran <i>slug-annular</i> pada $J_L = 7$ m/s dan $J_G$ bervariasi. ....	37
Tabel 4.4. Pola aliran <i>annular</i> pada $J_L = 0,879$ m/s dan $J_G$ bervariasi. ....	39
Tabel 4.5. Pola aliran <i>churn</i> pada $J_G = 66,3$ m/s dan $J_L$ bervariasi.....	39
Tabel 4.6. Pola aliran <i>churn</i> pada $J_L = 2,297$ m/s dan $J_G$ bervariasi.....	40
Tabel 4.7. Perbandingan <i>time average of void fraction</i> dan PDF pola aliran <i>plug</i> pada $J_L = 0,539$ m/s dan $J_G$ bervariasi. ....	47
Tabel 4.8. Perbandingan <i>time average of void fraction</i> dan PDF pola aliran <i>bubbly</i> pada $J_L = 2,297$ m/s dan $J_G$ bervariasi. ....	48
Tabel 4.9. Perbandingan <i>time average of void fraction</i> dan PDF pola aliran <i>slug-annular</i> pada $J_L = 0,539$ m/s dan $J_G$ bervariasi.....	50
Tabel 4.10. Perbandingan <i>time average of void fraction</i> dan PDF pola aliran <i>annular</i> pada $J_L = 0,879$ m/s dan $J_G$ bervariasi. ....	51
Tabel 4.11. Perbandingan <i>time average of void fraction</i> dan PDF pola aliran <i>churn</i> pada $J_L = 2,297$ m/s dan $J_G$ bervariasi. ....	52

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Matriks pengambilan data. ....	63
Lampiran 2. Tabel Persebaran Pola Aliran. ....	64
Lampiran 3. Pola Aliran dan Fraksi Hampa. ....	65

## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

- $J_G$  : Kecepatan *superfisial gas* (m/s)
- $J_L$  : Kecepatan *superfisial liquid* (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)
- $D$  : Diameter pipa (m)
- $A$  : Luas penampang pipa (m<sup>2</sup>)
- $A_G$  : Luas penampang gas (m<sup>2</sup>)
- $\varepsilon$  : Fraksi Hampa
- $\Delta P$  : Penurunan tekanan (kPa)
- $\rho_H$  : Kepadatan homogen
- $\theta$  : Sudut terhadap garis horizontal
- $\mu$  : Viskositas dinamik (kg/m.s)
- $\dot{m}_{total}$  : Total kecepatan massa
- $\Delta Z$  : Panjang saluran (m)
- $\mu_{tp}$  : Kualitas rata-rata viskositas
- $\mu_l, \mu_g$  : Viskositas fluida cair dan gas
- $Re$  : Bilangan *Reynolds*
- $P$  : Massa jenis fluida (kg/m<sup>3</sup>)
- $v$  : Kecepatan rata-rata (m/s)
- $V$  : Viskositas kinematik (m<sup>2</sup>/s)