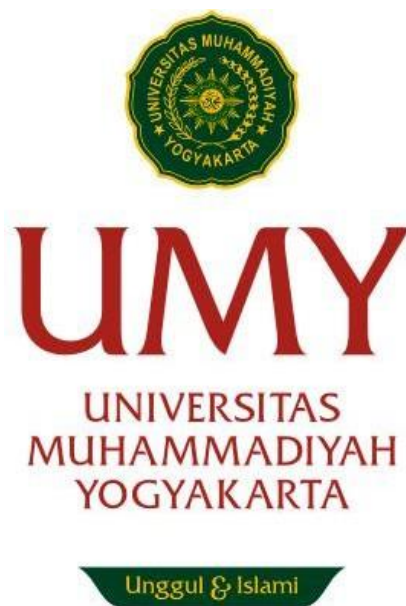


TUGAS AKHIR
INVESTIGASI FRAKSI HAMPA DUA-FASE UDARA-AIR DAN MINYAK PADA
PIPA KAPILER KEMIRINGAN 75° TERHADAP SUMBU HORIZONTAL

Ditujukan Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar

Sarjana Teknik



Disusun Oleh:

FANI NUR HIDAYAT

20180130157

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

2022

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Fani Nur Hidayat
Nomor Induk Mahasiswa : 20180130157
Program Studi : S-1 Teknik Mesin
Judul Penelitian : Investigasi Fraksi Hampa Dua-Fase Udara-Air dan Minyak pada Pipa Kapiler Kemiringan 75° Terhadap Sumbu Horisontal

Saya menyatakan bahwa skripsi ini adalah asli hasil karya saya dan didalamnya tidak terdapat karya (tulisan) yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana 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, 01 Maret 2022



Fani Nur Hidayat

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakaatuh,

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat, nikmat, serta petunjuk-Nya yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Tidak lupa shalawat serta salam selalu tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, berkat bimbingan beliau kita berada di zaman yang terang benderang. Alhamdulillahirabbilalaamiin, penulis dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir dengan judul "Investigasi Fraksi Hampa Dua-Fase Udara-Air dan Minyak pada Pipa Kapiler Kemiringan 75° Terhadap Sumbu Horisontal" dengan baik dan lancar.

Penulisan tugas akhir ini disusun dan diajukan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana di Program Studi S-1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Tugas akhir ini menjelaskan secara detail tentang karakteristik fraksi hampa aliran dua fase menggunakan larutan *emulsi* akuades dan minyak kelapa dengan konsentrasi 350 mg/dl dan 500 mg/dl pada pipa kapiler berukuran *mini channel* kemiringan 75° terhadap sumbu horisontal.

Penulis menyadari dalam penyusunan tugas akhir masih terdapat kekurangan dan jauh dari kata sempurna, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk menjadi motivasi perbaikan dan pembelajaran selanjutnya. Selain itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam proses penyusunan tugas akhir ini.

Semoga tugas akhir ini dapat memberi manfaat bagi seluruh pihak yang berkepentingan dan dapat digunakan sebagai referensi penelitian selanjutnya. Atas perhatiannya penulis mengucapkan terima kasih. Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Yogyakarta, 01 Maret 2022

Penulis,



Fani Nur Hidayat

HALAMAN PERSEMBAHAN



Alhamdulillahirobbilalamin, puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat, nikmat, dan petunjuk-Nya serta atas dukungan dan doa dari orang-orang tercinta yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir ini dengan lancar dan tepat pada waktunya. Oleh karena itu, dengan rasa hormat dan bahagia penulis haturkan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, bapak Sarjiman dan ibu Suparjilah yang selalu mendoakan dan memberikan motivasi untuk kesuksesan penulis. Semoga segala jerih payah dukungan dari kedua orang tua dalam merawat dan mengupayakan pendidikan untuk putra-putrinya mendapat balasan oleh Allah SWT dan semoga penulis bisa membahagiakan kedua orang tua di dunia dan di akhirat.
2. Bapak Ir. Berli Paripurna Kamiel, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Sukamta, M.T., IPM. selaku dosen pembimbing utama tugas akhir atas bimbingan berupa bantuan, saran, dan masukan yang telah diberikan kepada penulis dalam penyusunan skripsi.
4. Bapak Dr. Ir. Sudarja, M.T., IPM. selaku dosen pembimbing pendamping tugas akhir atas saran dan masukan dalam penyusunan.
5. Bapak Sunardi, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku dosen penguji pada pendadaran tugas akhir yang telah memberikan saran dan masukan dalam penulisan.
6. Bapak Ibu Dosen dan Staf akademik Program Studi S-1 Teknik Mesin yang telah membantu dan memberikan banyak pengetahuan serta pengalaman kepada penulis selama menempuh pendidikan di Program Studi S-1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
7. Keluarga besar simbah Suparja dan simbah Mitro Wiyono yang selalu memberikan saran, perhatian, dan dukungan kepada penulis.
8. Kelompok tugas akhir fraksi hampa: Dwi Ari, Fajar Satria, Deni, dan Bakti yang telah menjadi teman perjuangan penulis selama penyusunan tugas akhir.
9. Teman-teman teknik mesin angkatan 2018 khususnya kelas D yang telah kebersamai dalam perjuangan penulis menyelesaikan studi.

10. Teman-teman organisasi BEM KMFT terutama Dinas Teknologi Kajian dan Keilmuan (TKK) yang telah memberikan banyak pembelajaran dan pengalaman.
11. Kepada seluruh sahabat dan teman dimanapun berada yang tidak dapat dituliskan satu persatu yang telah memberikan saran dan dukungan.

Penulis hanya bisa mengucapkan terima kasih yang sebesar besarnya kepada seluruh pihak yang telah membantu penyusunan tugas akhir ini. Semoga kebaikan dari pihak-pihak yang disebutkan mendapatkan balasan dari Allah SWT. Akhir kata, semoga apa yang saya sampaikan pada skripsi ini memberi manfaat bagi berbagai pihak terkait.

Yogyakarta, 01 Maret 2022

DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xii
NOTASI DAN SINGKATAN	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
INTISARI.....	xvi
<i>ABSTRACT</i>	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	5
2.1 Kajian Pustaka	5
2.2 Dasar Teori	8
2.2.1 Pengertian Aliran Dua Fasa.....	8
2.2.2 Fraksi Hampa.....	8
2.2.3 Tegangan Permukaan	9
2.2.4 Viskositas	10
2.2.5 Kecepatan Aliran	11
2.2.6 Lokart-Martinelli	12
2.2.7 <i>Digital Image Processing</i>	13

2.2.8	<i>Digital Image</i>	14
2.2.9	<i>Noise</i>	14
2.2.10	<i>Filtering</i>	14
2.2.11	Metode Analisis Statik	15
BAB III METODE PENELITIAN		16
3.1	Tempat Penelitian	16
3.2	Bahan Penelitian	16
3.3	Alat Penelitian.....	18
3.3.1	Skema Alat	18
3.3.2	Aliran Fluida Cair.....	18
3.3.3	Aliran Gas (Udara)	22
3.3.4	Seksi Uji	25
3.3.5	Peralatan Pengambilan Data.....	27
3.4	Prosedur Penelitian	29
3.5	Pengolahan Data	29
3.6	Perhitungan Fraksi Hampa.....	31
3.7	Matrik Penelitian.....	32
3.8	Diagram Alir Penelitian	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		34
4.1.	Hasil Fraksi Hampa (<i>Void Fraction</i>)	34
4.1.1.	Fraksi Hampa pada Pola Aliran <i>Plug</i>	34
4.1.2.	Fraksi Hampa pada Pola Aliran <i>Slug-Annular</i>	36
4.1.3.	Fraksi Hampa pada Pola Aliran <i>Annular</i>	37
4.1.4.	Fraksi Hampa pada Pola Aliran <i>Churn</i>	39
4.2.	Pembahasan Fraksi Hampa (<i>Void Fraction</i>).....	41
BAB V PENUTUP		44
5.1	Kesimpulan	44

5.2	Saran	44
	DAFTAR PUSTAKA.....	45
	LAMPIRAN	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Akuades	17
Gambar 3.2 Minyak kelapa	17
Gambar 3.3 Skema instalasi penelitian.....	18
Gambar 3.4 Bak penampung.	19
Gambar 3.5 Pompa air.	19
Gambar 3.6 Selang liquid	20
Gambar 3.7 Bejana tekan.....	20
Gambar 3.8 Flowmeter air.....	21
Gambar 3.9 Kompresor	22
Gambar 3.10 Selang gas	23
Gambar 3.11 Water trap	23
Gambar 3.12 Flowmeter gas.....	24
Gambar 3.13 Katup	25
Gambar 3. 14 Mixer	25
Gambar 3. 15 Flens.....	26
Gambar 3. 16 Pipa uji.....	26
Gambar 3. 17 Correction box	27
Gambar 3. 18 Lampu LED	27
Gambar 3. 19 Kamera.....	28
Gambar 4. 1 Pola aliran plug pada (a) Konsentrasi 350 mg/dl dan (b) Konsentrasi 500 mg/dl.....	34
Gambar 4. 2 Biner pola aliran plug pada (a) Konsentrasi 350 mg/dl dan (b) Konsentrasi 500 mg/dl.....	34
Gambar 4. 3 Time average fraksi hampa pola aliran plug pada (a) Konsentrasi 350 mg/dl dan (b) Konsentrasi 500 mg/dl	35
Gambar 4. 4 PDF fraksi hampa pola aliran plug pada (a) Konsentrasi 350 mg/dl dan (b) Konsentrasi 500 mg/dl.....	35
Gambar 4. 5 Pola aliran slug-annular pada (a) Konsentrasi 350 mg/dl dan (b) Konsentrasi 500 mg/dl.....	36
Gambar 4. 6 Biner pola aliran slug-annular pada (a) Konsentrasi 350 mg/dl dan (b) Konsentrasi 500 mg/dl.....	36

Gambar 4. 7 Time average fraksi hampa pola aliran slug-annular pada (a) Konsentrasi 350 mg/dl dan (b) Konsentrasi 500 mg/dl	37
Gambar 4. 8 PDF fraksi hampa pola aliran slug-annular pada (a) Konsentrasi 350 mg/dl dan (b) Konsentrasi 500 mg/dl	37
Gambar 4. 9 Pola aliran annular pada (a) Konsentrasi 350 mg/dl dan (b) Konsentrasi 500 mg/dl.....	38
Gambar 4. 10 Biner pola aliran annular pada (a) Konsentrasi 350 mg/dl dan (b) Konsentrasi 500 mg/dl.....	38
Gambar 4. 11 Time average fraksi hampa pola aliran annular pada (a) Konsentrasi 350 mg/dl dan (b) Konsentrasi 500 mg/dl.....	38
Gambar 4. 12 PDF fraksi hampa pola aliran annular pada (a) Konsentrasi 350 mg/dl dan (b) Konsentrasi 500 mg/dl	39
Gambar 4. 13 Pola aliran churn pada (a) Konsentrasi 350 mg/dl dan (b) Konsentrasi 500 mg/dl.....	39
Gambar 4. 14 Biner pola aliran churn pada (a) Konsentrasi 350 mg/dl dan (b) Konsentrasi 500 mg/dl.....	40
Gambar 4. 15 Time average fraksi hampa pola aliran churn pada (a) Konsentrasi 350 mg/dl dan (b) Konsentrasi 500 mg/dl	40
Gambar 4. 16 PDF fraksi hampa pola aliran churn pada (a) Konsentrasi 350 mg/dl dan (b) Konsentrasi 500 mg/dl.....	40
Gambar 4. 17 Grafik $J_G J_L$ terhadap fraksi hampa	42

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Sifat fisik udara.....	16
Tabel 3.2 Sifat fisik cairan.....	17
Tabel 3.3 Spesifikasi penampung fluida.....	19
Tabel 3.4 Spesifikasi pompa air	20
Tabel 3.5 Spesifikasi bejana tekan	21
Tabel 3.6 Spesifikasi flowmeter air	21
Tabel 3.7 Spesifikasi kompresor	22
Tabel 3.8 Spesifikasi flowmeter gas.....	24
Tabel 3.9 Spesifikasi kamera.....	28
Tabel 3.10 Matrik uji	32

NOTASI DAN SINGKATAN

J_G	: Kecepatan superfisial gas (m/s)
J_L	: Kecepatan superfisial cairan (m/s)
J_M	: Kecepatan superfisial campuran (m/s)
Q_G	: Laju aliran volumetrik gas (m^3/s)
Q_L	: Laju aliran volumetrik cairan (m^3/s)
A	: Luas penampang pipa (m^2)
F	: Gaya (Nm)
ε	: Fraksi Hampa
ν	: Viskositas kinematik (m^2/s)
μ	: Viskositas dinamik (kg/m.s)
ρ	: Kerapatan fluida (kg/m^3)
τ	: Tegangan geser (N/m^2)
γ	: Tegangan permukaan (Nm/m)
ΔP_{TP}	: Gradien tekanan
f_L''	: Faktor gesekan cairan
μ_L^2	: Viskositas absolut cairan
ρ_L	: massa jenis cairan
D_L	: Hidrolik diameter saluran cairan
f_G''	: Faktor gesekan gas
μ_G^2	: Viskositas absolut gas
ρ_G	: massa jenis gas
D_G	: Hidrolik diameter saluran gas
A_L	: Luas penampang cairan
A_G	: Luas penampang gas
α'	: Rasio diameter pipa A_L terhadap diameter hidrolik fase cair.
μ_L	: Viskositas absolut cairan
μ_G	: Viskositas absolut gas
M_L	: Laju aliran massa cairan
M_G	: Laju aliran massa gas
f_L''	: Faktor gesekan cairan Lokart Martinelli

- C_L : Koefisien gesek cairan
- f_G'' : Faktor gesekan gas Lokart Martinelli
- C_G : Koefisien gesek gas
- β' : Rasio diameter pipa A_G terhadap diameter hidrolis fase gas
- A : Luas penampang pipa
- \emptyset : Parameter Lokart Martinelli
- ΔP_L : Gradien tekanan gesekan aliran cairan
- ΔP_G : Gradien tekanan gesekan aliran gas
- X : Lokart Martinelli

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Matrik Pengambilan Data	47
Lampiran 2. Tabel Terbentuknya Pola Aliran pada Konsentrasi 350 mg/dl.....	47
Lampiran 3. Tabel Terbentuknya Pola Aliran pada Konsentrasi 500 mg/dl.....	48
Lampiran 4. Tabel Nilai Fraksi Hampa	48