

TUGAS AKHIR
INVESTIGASI FRAKSI HAMPA ALIRAN DUA – FASE UDARA –
LARUTAN MINYAK KELAPA DAN AQUADES PADA PIPA KAPILER
HORIZONTAL

Ditujukan untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik



Disusun Oleh:

Dwi Ari Saputra

20170130084

PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
2021

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, 18 Oktober 2021



Dwi Ari Saputra

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan Alhamdulillah rabbilalamin, puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan segala rahmat-Nya dan atas dukungan dan doa dari orang-orang tercinta sehingga penulis bisa tetap tegar untuk menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan tepat pada waktunya. Oleh karena itu, dengan rasa bahagia dan bangga penulis haturkan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada:

1. Bapak Ir. Berli Paripurna Kamiel, S.T., M.M., M.Eng.Sc., Ph.D. selaku Ketua Program Studi S-1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Sukamta M.T., IPM., selaku dosen pembimbing utama tugas akhir atas bimbingan, bantuan dan saran-saran yang telah diberikan kepada penyusun dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Ir. Sudarja M.T., IPM., selaku dosen pembimbing pendamping tugas akhir atas bimbingan, bantuan dan saran-saran yang telah diberikan kepada penyusun dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Dr. Sri Sundari, M.Kes., selaku dosen FKIK yang telah memberikan bantuan dan saran-saran dalam penelitian ini.
5. Ir. Cahyo Budiyanoro M.Sc., IPM. Selaku dosen penguji tugas akhir yang telah banyak memberikan masukan terkait penulisan.
6. Bapak Ibu Dosen dan Staf lainnya serta seluruh civitas akademika Program Studi S-1 Teknik Mesin yang telah memberikan banyak pengalaman, dan bantuan kepada penulis selama berada dilingkungan Program Studi S-1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
7. Kedua orang tua tercinta, Bapak Burhanuddin dan Ibu Dalmiyati yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan untuk kesuksesan penulis. Penulis tidak bisa membalas seluruh kebaikan kedua orang tua, akan tetapi penulis hanya bisa mendoakan semoga segala jerih payah dan dukungan dari kedua orang tua dibalas oleh Allah SWT dan semoga penulis bisa membahagiakan kedua orangtua di dunia dan di akhirat.

8. Kaka dan adek penulis, Ardi, Arif, Nimas, Panca yang tiada henti memberikan perhatian, doa dan dukungan kepada penulis.
9. Keluarga: Keluarga besar Mbah Sukardi yang telah banyak membantu dan mendoakan demi kelancaran penulis.
10. Keluarga IKJ: Ardi, Anggun, Fajar, Sarah, Angga, Zahid, Kiki, dan Ivan terima kasih karena telah menjadi sahabat yang setia menemani perjuangan selama perkuliahan, sehari-hari dan terima kasih untuk canda tawa yang kalian berikan setiap saat.
11. Teman-teman kelas B dan seluruh angkatan teknik mesin 2017 yang telah membantu berjuang selama kuliah.
12. Teman-teman Team Dadakan: Lucky, Bakti, Wijaya, Rafiq, dan yang lainnya yang tidak bisa disebutkan satu-persatu terima kasih karena selalu memberikan dukungan kepada penulis dikala sedang kesusahan dan kebahagiaan.
13. Kelompok tugas akhir Aliran Dua Fase, karena kalian penulis bisa melaksanakan pengambilan data dan pengolahan data.
14. Teman-teman Organisasi IMM-FT, DPM-FT & DPM Universitas, karena dalam organisasi penulis banyak mendapatkan tambahan ilmu untuk bekal di masa mendatang.
15. Kepada sahabat-sahabat di manapun berada yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang memberi dukungan dan do'a kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir.

Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah mendukung penulisan skripsi ini. Semoga segala bantuan yang telah diberikan kepada penulis menjadi amalan yang akan mendapatkan balasan dari Allah SWT. Di akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi berbagai pihak.

Yogyakarta, 14 Oktober 2021

KATA PENGANTAR

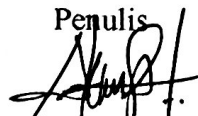
Alhamdulillahirabbilalaamiin atas segala karunia nikmat, rahmat serta petunjuk-Nya, sehingga tugas akhir dengan judul “Investigasi Fraksi Hampa Aliran Dua-Fase Udara-Larutan Minyak Kelapa dan Aquades pada Pipa Kapiler Horizontal” berupa penyusunan skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Penyusunan skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana S-1 di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Tugas akhir ini membahas secara detail terkait data fraksi hampa, pola aliran, dan karakteristik pola aliran dua fase pada *minichannel* dengan larutan *emulsi* minyak kelapa dan aquades pada takaran 350 mg/dl dan 500 mg/dl pada pipa kapiler horizontal. Campuran fluida gas - cair yang digunakan dapat mengilustrasikan aliran dua fase pada pembuluh darah dimana salah satu kandungan yang terdapat pada tubuh manusia yaitu minyak (kolesterol) dan fluida gas (udara kompresor) diasumsikan sebagai oksigen. Penelitian ini menggunakan takaran minyak (kolesterol) yang tinggi dan ekstrim yaitu diatas 250-350 mg/dl masuk dalam katagori kolesterol tinggi sedangkan diatas 350-500 mg/dl masuk dalam katagori kolesterol ekstrim atau sangat berbahaya. Oleh karena itu, data penelitian ini diharapkan dapat membantu dalam penelitian selanjutnya guna menghindari bentuk pola aliran yang sangat berbahaya pada pembuluh darah manusia yaitu pada pola aliran *slug-annular* dan *churn*. Sehingga kedepannya dapat memberikan manfaat yang baik terutama dalam mengembangkan bidang teknik *biomedik*.

Akhir kata, semoga dengan adanya skripsi ini dapat bermanfaat bagi peneliti selanjutnya serta kritik dan saran yang membangun diharapkan demi sempurnanya skripsi ini ke depan serta sebagai bahan pembelajaran yang sebaik-baiknya.

Yogyakarta, 14 Oktober 2021

Penulis



Dwi Ari Saputra

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
INTISARI.....	xv
<i>ABSTRACT</i>	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
3.1. Latar Belakang.....	1
3.2. Rumusan Masalah	3
3.3. Asumsi dan Batasan Masalah.....	3
3.4. Tujuan Penelitian.....	3
3.5. Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI.....	5
2.1. Tinjauan Pustaka	5
2.2. Landasan Teori	13
2.2.1 Tinjauan Umum Aliran Dua-Fase.....	13
2.2.2 Fraksi Hampa	14
2.2.3 Fraksi Hampa Homogen	16
2.2.4 Kecepatan Superfisial.....	16
2.2.5 Rasio Kecepatan.....	17
2.2.6 Bilangan Reynolds	17
2.2.7 <i>Digital Image Processing</i>	18
2.2.8 <i>Digital Image</i>	18
2.2.9 <i>Noise</i>	19

2.2.10	<i>Filtering</i>	20
2.2.11	Analisis Statistik.....	20
BAB III METODE PENELITIAN.....		22
3.1.	Bahan Penelitian.....	22
3.1.1	Fluida Cair.....	22
3.1.2.	Fluida Gas	22
3.2	Alat Penelitian	23
3.2.1	Skema Alat	23
3.2.2	Aliran Fluida Cair	24
2.2.3.	Aliran Fluida Gas	26
2.2.4.	Peralatan Uji.....	28
2.2.5.	Peralatan Pengambilan Data	30
3.3.	Prosedur Penelitian.....	30
3.4.	Data Penelitian.....	31
3.5.	Proses Pengolahan Data	32
3.5.1.	Pembacaan Gambar.....	32
3.5.2.	Pengubahan Gambar	32
3.5.3.	Penyesuaian Gambar.....	33
3.5.4.	Pembalikan Warna Gambar	33
3.5.5.	<i>Filtering</i>	33
3.5.6.	Segmentasi Gambar	33
3.6.	Pengambilan Data.....	34
3.6.1.	Kalibrasi Ukuran Gambar	34
3.6.2.	Perhitungan Data.....	34
3.7.	Tempat Penelitian.....	35
3.8.	Matiks JG dan JL.....	35
3.9.	Diagram Alir Penelitian.....	36
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		37
4.1.	Fraksi Hampa.....	37
4.1.1.	Fraksi Hampa pada Pola Aliran <i>Plug</i>	37
4.1.2.	Fraksi Hampa pada Pola Aliran Annular	39
4.1.3.	Fraksi Hampa pada Pola Aliran <i>Slug-Annular</i>	41

4.1.4.	Fraksi Hampa Pada pola Aliran <i>Churn</i>	44
4.1.5.	Fraksi Hampa pada Pola Aliran <i>Bubbly</i>	46
BAB V PENUTUP.....		49
5.1.	Kesimpulan.....	49
5.2.	Saran.....	50
DAFTAR PUSTAKA		51
LAMPIRAN.....		53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Hubungan antara konduksi tanpa dimensi dan void fraction α	6
Gambar 2. 2 Perbandingan fraksi kosong R1234yf berbeda dengan model literatur terbuka.	7
Gambar 2. 3 Fraksi hampa pengukuran independen dan kualitas uap.	8
Gambar 2. 4 Perbandingan fraksi hampa yang diukur dengan prediksi berbagai korelasi dengan; (a) model aliran homogen; (b) Chexal	9
Gambar 2. 5 Hubungan antara fraksi hampa dan kualitas volumetric	10
Gambar 2. 6 Fraksi hampa vs rasio kecepatan superfisial gas-cair, USG/Usl: (a) aira-water dan (b) Air-Etanol.	11
Gambar 2. 7 (a) Pengaruh JG dan JL terhadap fraksi hampa, (b) Pengaruh β terhadap ε . ($\varepsilon = \alpha$)	12
Gambar 2. 9 Fraksi Hampa <i>Chordal</i>	15
Gambar 2. 10 <i>Cross-Sectional Void Fraction</i>	15
Gambar 2. 11 Fraksi Hampa Volumetrik	16
Gambar 3. 1 Skema alat	23
Gambar 3. 2 Pompa air	24
Gambar 3. 3 <i>Flow meter</i> air	25
Gambar 3. 4 Tangki bertekanan	25
Gambar 3. 5 Katup <i>ball valve</i>	26
Gambar 3. 6 Kompresor	27
Gambar 3. 7 <i>Flowmeter</i> udara	27
Gambar 3. 8 Katup udara	28
Gambar 3. 9. <i>Mixer</i>	28
Gambar 3. 10. <i>Optical correction box</i>	29
Gambar 3. 11. Lampu <i>LED</i>	29
Gambar 3. 12. Kamera	30
Gambar 3. 13. Sampel gambar RGB	32
Gambar 3. 14. Sampel gambar <i>grayscale</i>	32
Gambar 3. 15. Sampel gambar <i>crop</i>	33
Gambar 3. 16. Sampel gambar pembalikan warna	33
Gambar 3. 17. Sampel gambar <i>filtering</i>	33
Gambar 3. 18. Gambar biner	34
Gambar 3. 19. Fase fluida pada saluran	34
Gambar 3. 20 Diagram Alir	36
Gambar 4. 1. Sampel pola aliran <i>plug</i> pada (a) Minyak 350 mg/dl (b) Minyak 500 mg/dl	37
Gambar 4. 2. Sampel gambar biner pola aliran <i>plug</i> pada (a) Minyak 350 mg/dl (b) Minyak 500 mg/dl.	38
Gambar 4. 3. Time average fraksi hampa pola aliran <i>plug</i> pada (a) Minyak 350 mg/dl (b) Minyak 500 mg/dl.	38
Gambar 4. 4. PDF fraksi hampa pola aliran <i>plug</i> pada (a) Minyak 350 mg/dl (b) Minyak 500 mg/dl	39
Gambar 4. 5. Sampel pola aliran <i>annular</i> pada (a) Minyak 350 mg/dl (b) Minyak 500 mg/dl	40

Gambar 4. 6 Sampel biner pola aliran <i>annular</i> pada (a) Minyak 350 mg/dl (b) Minyak 500 mg/dl.	40
Gambar 4. 7. tim average fraksi hampa pola aliran <i>annular</i> pada (a) Minyak 350 mg/dl (b) Minyak 500 mg/dl.	41
Gambar 4. 8. PDF fraksi hampa pola aliran <i>annular</i> pada (a) Minyak 350 mg/dl (b) Minyak 500 mg/dl.	41
Gambar 4. 9. Sampel pola aliran <i>slug-annular</i> pada (a) Minyak 350 mg/dl (b) Minyak 500 mg/dl.	42
Gambar 4. 10. Sampel gambar biner pola aliran <i>slug-annular</i> pada (a) Minyak 350 mg/dl (b) Minyak 500 mg/dl.	42
Gambar 4. 11. time average fraksi hampa pola aliran <i>slug-annular</i> pada (a) Minyak 350 mg/dl (b) Minyak 500 mg/dl.	43
Gambar 4. 12. PDF fraksi hampa pola aliran <i>slug-annular</i> pada (a) Minyak 350 mg/dl (b) Minyak 500 mg/dl.	43
Gambar 4. 13. Sampel pola aliran <i>churn</i> pada (a) Minyak 350 mg/dl (b) Minyak 500 mg/dl.....	44
Gambar 4. 14. Sampel gambar biner pola aliran <i>churn</i> pada (a) Minyak 350 mg/dl (b) Minyak 500 mg/dl.....	44
Gambar 4. 15. time average fraksi hampa pola aliran <i>churn</i> pada (a) Minyak 350 mg/dl (b) Minyak 500 mg/dl.	45
Gambar 4. 16. PDF fraksi hampa pola aliran <i>churn</i> pada (a) Minyak 350 mg/dl (b) Minyak 500 mg/dl.	45
Gambar 4. 17. Sampel pola aliran <i>bubbly</i> pada Minyak 350 mg/dl.....	46
Gambar 4. 18. Sampel gambar biner pola aliran <i>bubbly</i> pada konsentrasi Minyak 350 mg/dl.....	47
Gambar 4. 19. time average fraksi hampa pola aliran <i>bubbly</i> pada konsentrasi Minyak 350 mg/dl.	47
Gambar 4. 20. PDF fraksi hampa pola aliran <i>bubbly</i> pada konsentrasi Minyak 350 mg/dl.....	48

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Sifat fisik cairan	22
Tabel 3.8 1 Matriks JG dan JL	35

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

- Q_G : Laju aliran gas dalam pipa (m^3/s)
 Q_L : Laju aliran cairan dalam pipa (m^3/s)
 J_G : Kecepatan superfisial gas (m/s)
 J_L : Kecepatan superfisial cairan (m/s)
 A : Luas penampang pipa (m^2)
 ε : Fraksi hampa
 γ : Tegangan permukaan (N/m)
 d : Panjang permukaan (m)
 F : Gaya (N)

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Matriks Pengambilan Data	53
Lampiran 2 Tabel Kecepatan Superfisial Terbentuknya Pola Aliran pada Minyak 350 mg/dl.	53
Lampiran 3 Tabel Kecepatan Superfisial Terbentuknya Pola Aliran pada Minyak 500 mg/dl.	53
Lampiran 4 Tabel Nilai Fraksi Hampa Pada Larutan Emulsi Minyak Kelapa 350 mg/dl dan 500 mg/dl	54