

TUGAS AKHIR
INVESTIGASI POLA ALIRAN DUA FASE GLUKOSA-
MINYAK-UDARA PADA PIPA MINI DENGAN KEMIRINGAN
60 DERAJAT

Diajukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelas sarjana pada
Fakultas Teknik Program Studi S-1 Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah
Yogyakarta



Disusun Oleh:

Rifqi Arip Rahman Hakim

20200130115

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

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Rifqi Arip Rahman Hakim
NIM : 20200130115
Jurusan : Teknik Mesin
Universitas : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Judul : Investigasi Pola Aliran Dua Fase Glukosa - Minyak -
Udara Pada Pipa Mini Dengan Kemiringan 60 Derajat

Saya menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya asli saya dan tidak mengandung tulisan yang pernah diajukan untuk meraih gelar sarjana di perguruan tinggi lain sebelumnya. Selain itu, karya tulis ilmiah ini juga tidak mencakup pendapat atau hasil penelitian yang telah dipublikasikan oleh pihak lain, kecuali untuk referensi yang dicantumkan dengan jelas dalam naskah dan daftar pustaka.

Yogyakarta, 26 September 2024



Rifqi Arip Rahman Hakim

KATA PENGANTAR

Assalamu' alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Alhamdulillah rabbil 'alamin, puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, karunia-nya dan petunjuknya sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi tugas akhir yang berjudul "Investigasi Pola Aliran Dua Fase Glukosa-Minyak-Udara Pada Pipa Mini Dengan Kemiringan 60 Derajat" Sebagai salah satu syarat yang wajib dilakukan untuk mendapatkan gelar sarjana S1 Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Pada kesempatan ini, penulis ingin mengungkapkan rasa terima kasih yang mendalam kepada semua pihak yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan motivasi selama proses penyusunan skripsi tugas akhir ini, yaitu:

1. Bapak Ir. Berli Paripurna Kaniel, S.T., M.Eng.Sc., Ph. D. selaku ketua program studi S-1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Sukamta, S.T., M. T., IPM. Selaku dosen pembimbing skripsi tugas akhir.
3. Ibu Dr. Ir. Harini Sosiati, M.Eng. Selaku dosen penguji.
4. Bapak Ibu Dosen dan Staf lainnya serta seluruh civitas akademika Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa skripsi tugas akhir ini masih memiliki ruang untuk perbaikan sebelum mencapai kesempurnaan. Kritik dan saran yang diberikan diharapkan dapat membantu dalam proses perbaikan dan menjadi bagian dari proses pembelajaran ke depan. Semoga skripsi ini memberikan manfaat dan kontribusi yang signifikan bagi semua yang membutuhkannya dan bagi para pembacanya

Yogyakarta, 26 September 2024



Rifqi Arip Rahman Hakim

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah rabbil 'alamin, puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat, karunia, dan nikmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan baik. Dengan penuh rasa syukur dan bahagia, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Almh. Ibu **Lilis Kurniasih**, Seseorang yang biasa saya sebut mama. Alhamdulillah kini penulis sudah berada di tahap ini, menyelesaikan Tugas Akhir. Saya ucapkan banyak-banyak terima kasih mah, dikau yang selalu tak kenal lelah mendoakanku serta memberi semangat sebelum engkau benar-benar pergi. Terima kasih atas semuanya mah insyaallah pesan-pesan yang mamah sampaikan akan saya wujudkan.
2. Bapakku pahlawanku. Bapak **Handi Hartono**. Terima kasih banyak-banyak untukmu pak, berkat perjuangan bapak. Saya bisa sampai sejauh ini. Semoga bapak selalu dalam lindungan Allah SWT serta sehat selalu bapak.
3. Kepada keluarga besar. Terima kasih telah banyak-banyak mendoakan saya dan memberi support, saya ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya. Semoga kalian selalu diberikan kesehatan.
4. Kepada Cece serta keluarga. Terima kasih selalu memberikan support serta do'a nya.
5. Kepada bapak **Prof. Dr.Ir Sukamta**, sebagai dosen pembimbing, saya mengucapkan terima kasih yang mendalam atas sesuatu hal yang telah anda ajarkan kepada saya. Baik itu berupa bimbingan, kritik, saran, pembelajaran mengenai penghargaan terhadap waktu, serta berbagai pengalaman berharga yang telah Anda bagikan. Saya sangat menghargai waktu yang Anda luangkan untuk bimbingan dan konsultasi di tengah kesibukan yang tak pernah berhenti. Merupakan sebuah kehormatan dan rasa syukur bagi saya menjadi salah satu mahasiswa bimbingan Anda selama masa studi di kampus ini. Terima kasih banyak, Prof. Semoga

segala usaha dan kelelahan Anda mendapatkan ganjaran yang baik dari-Nya, serta semoga kesehatan dan kebahagiaan selalu menyertai Anda dan keluarga.

6. Terima kasih kepada teman-teman satu team penelitian Aliran Dua Fase: Rizal Ahmad Affandi, M.Yoga Nugraha R, Yudhi Cahya KS, Fajar Rizky K, Fuzan Abdul R, Sega, M Dimas, Tegar Eko, Aditya Reza, Ananda Farizki, Ikmal. Terima kasih atas kekompakan kalian penelitian ini bisa selesai dan berjalan dengan baik. Terima kasih support serta arahan nya. Harapan saya, semoga kalian bisa sukses selalu serta diberikan kesehatan.
7. Kepada semua kawan-kawan Tahun 2020 yang saya gak bisa menyebutkan satu-satu baik teman-teman yang pernah bersosial, bercengkrama, membantu serta kebersamai saya selama perkuliahan. Saya mohon maaf yang sebesar-besarnya apabila saya pernah ngerepotin kalian. Terima kasih atas semuanya saya ucapkan banyak-banyak terima kasih.
8. Terima kasih banyak untuk teman-teman yang sering bercanda tawa bareng, yang selalu memberikan support, motivasi, dan pengalaman hidup. Semoga kalian selalu diberikan kesehatan serta sukses selalu.
9. Terima kasih kepada diri sendiri telah berjuang dan semangat terus. Semoga selalu diberikan kesehatan, sukses selalu dan bersyukur.

MOTTO

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

“Dalam hidup kita harus mengikhhlaskan, meski jalan menuju ikhlas sungguh panjang, terjal dan tidak ada ujungnya”

(FiersaBesari)

“Tidak ada yang instan di dunia ini, semua butuh proses dan perjuangan”

(Indro)

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
MOTTO	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR NOTASI DAN SATUAN.....	xiv
INTISARI	xv
ABSTRACT.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	2
1.1 Latar Belakang	2
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	4
2.1 Tinjauan Pustaka	4
2.2 Dasar Teori.....	8
2.2.1 Aliran Dua Fase	8
2.2.2 Pola Aliran	9
2.2.3 Peta Pola Aliran	11
2.2.4 Viskositas.....	12
2.2.5 Kecepatan Aliran	12
2.2.6 Masa Jenis.....	13
2.2.7 Glukosa	13

2.2.8 Minyak Kelapa.....	14
2.2.9 Tegangan Permukaan.....	14
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	15
3.1 Waktu Penelitian	15
3.2 Bahan Penelitian.....	15
3.2.1 Fluida Gas	15
3.2.2 Fluida Cair	16
3.3 Alat Penelitian	17
3.3.1 Skema Alat.....	17
3.3.2 Aliran Fluida Cair	19
3.3.3 Aliran Gas (Udara).....	24
3.3.4 Seksi Uji.....	28
3.3.5 Peralatan Pengambilan Data	29
3.4 Presedur Penelitian.....	31
3.5 Pengolahan Data.....	32
3.6 Diagram Alir Penelitian	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	34
4.1. Pola Aliran	34
4.1.1 Pola Aliran <i>Plug</i>	34
4.1.2 Pola Aliran <i>Bubbly</i>	39
4.1.3 Pola Aliran <i>Slug Annular</i>	44
4.1.4 Pola Aliran <i>Annular</i>	47
4.1.5 Pola Aliran <i>Churn</i>	50
4.1.6 Penjelasan Pola Aliran yang tidak muncul pada campuran glukosa 10%, minyak dan gom arab (2:3:1).....	53
4.2 Peta Pola Aliran.....	53
4.2.1 Peta Pola Aliran Dengan Campuran Glukosa 10%, Minyak dan Gom Arab (8:3:1).....	54
4.2.2 Peta Pola Aliran Dengan Campuran Glukosa 10%, Minyak dan Gom Arab (2:3:1).....	55

4.2.3. Perbandingan Peta Pola Aliran Dengan Campuran Glukosa 10%, Minyak, Gom Arab (8:3:1) dan Glukosa 10%, Minyak, Gom Arab (2:3:1) .	56
4.2.4. Perbandingan Peta Pola Aliran Dengan Penelitian Terdahulu	57
BAB V PENUTUPAN	58
5.1 Kesimpulan	58
5.2 Saran.....	59
DAFTAR PUSTAKA	60
LAMPIRAN.....	64

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Memperlihatkan pola aliran pada pipa horizontal.	10
Gambar 2.2	Memperlihatkan pola aliran pada pipa vertikal	11
Gambar 2.3	Peta pola aliran	11
Gambar 3. 1	Glukosa	16
Gambar 3. 2	Minyak Kelapa	16
Gambar 3. 3	Gom Arab	16
Gambar 3. 4	Skema Alat	18
Gambar 3. 5	Bak Penampung	19
Gambar 3. 6	Selang Liquid.....	20
Gambar 3. 7	Pompa Air.....	21
Gambar 3. 8	Bejana Tekan	22
Gambar 3. 9	Flowmeter Air.....	23
Gambar 3. 10	Kompresor	24
Gambar 3. 11	Filter dan Regulator	25
Gambar 3. 12	Katup	25
Gambar 3. 13	Selang Udara.....	26
Gambar 3. 14	Fowmeter Gas.....	27
Gambar 3. 15	Mixer	28
Gambar 3. 16	Flens atau Konektor.....	28
Gambar 3. 17	Correction Box	29
Gambar 3. 18	Lampu LED	29
Gambar 3. 19	Kamera.....	31
Gambar 3. 20	Diagram Alir.....	33

Gambar 4. 1 Peta pola aliran campuran glukosa 10%, minyak dan gom arab (8:3:1).....	54
Gambar 4. 2 Peta pola aliran campuran glukosa 10%, minyak dan gom arab (2:3:1).....	55
Gambar 4. 3 Perbandingan peta pola aliran campuran glukosa 10%, minyak, gom arab (8:3:1) dan glukosa 10%, minyak, gom arab (2:3:1).....	56
Gambar 4. 4 Perbandingan Peta Pola Aliran Dengan Penelitian Terdahulu	57

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Sifat Fisik Udara.....	15
Tabel 3. 2 Variasi Larutan	16
Tabel 3. 3 Sifat Fisik Cairan.....	17
Tabel 3. 4 Spesifikasi bak penampung	19
Tabel 3. 5 Spesifikasi Pompa.....	20
Tabel 3. 6 Spesifikasi Bejana Tekan.....	22
Tabel 3. 7 Spesifikasi Flowmeter Air	23
Tabel 3. 8 Spesifikasi Kompresor	24
Tabel 3. 9 Spesifikasi Flowmeter Gas	27
Tabel 3. 10 Spesifikasi Kamera	30
Tabel 4. 1 Pola aliran plug terbentuk pada J_G 0,083 m/s tetap dan J_L bervariasi dengan campuran glukosa 10%, minyak dan gom arab (8:3:1).....	35
Tabel 4. 2 Pola aliran plug terbentuk pada J_L 0,207 m/s tetap dan J_G bervariasi dengan campuran glukosa 10%, minyak dan gom arab (8:3:1).....	36
Tabel 4. 3 Pola aliran plug terbentuk pada J_G 0,083 m/s tetap dan J_L bervariasi dengan campuran glukosa 10%, minyak dan gom arab (2:3:1)	37
Tabel 4. 4 Pola aliran plug terbentuk pada J_L 0,622 m/s tetap dan J_G bervariasi pada campuran glukosa 10%, minyak dan gom arab (2:3:1).....	38
Tabel 4. 5 Pola aliran bubbly terbentuk pada J_G 0,829 m/s tetap dan J_L bervariasi pada campuran glukosa 10%, minyak dan gom arab (8:3:1).....	40
Tabel 4. 6 Pola aliran bubbly terbentuk pada J_L 2,072 m/s tetap dan J_G bervariasi dengan campuran glukosa 10%, minyak dan gom arab (8:3:1).....	41
Tabel 4. 7 Pola aliran bubbly terbentuk pada J_G 0.829 m/s tetap dan J_L bervariasi dengan campuran glukosa 10%, minyak dan gom arab (2:3:1).....	42
Tabel 4. 8 Pola aliran bubbly terbentuk pada J_L 2.072 m/s tetap dan J_G bervariasi dengan campuran glukosa 10%, minyak dan gom arab (2:3:1).....	43
Tabel 4. 9 Pola aliran slug annular terbentuk pada J_G 0,829 m/s tetap dan J_L bervariasi dengan campuran glukosa 10%, minyak dan gom arab (8:3:1)	45

Tabel 4. 10 Pola aliran slug annular terbentuk pada J_L 0,207 m/s tetap dan J_G bervariasi dengan campuran glukosa 10%, minyak dan gom arab (8:3:1)	46
Tabel 4. 11 Pola aliran annular terbentuk pada J_G 49,736 m/s tetap dan J_L bervariasi dengan campuran glukosa 10%, minyak dan gom arab (8:3:1)	48
Tabel 4. 12 Pola aliran annular terbentuk pada J_L 0,041 m/s tetap dan J_G bervariasi dengan campuran glukosa 10%, minyak dan gom arab (8:3:1)	49
Tabel 4. 13 Pola aliran churn terbentuk pada J_G 8,289 m/s tetap dan J_L bervariasi dengan campuran glukosa 10%, minyak dan gom arab (8:3:1)	51
Tabel 4. 14 Pola aliran churn terbentuk pada J_L 1,243 m/s tetap dan J_G bervariasi dengan campuran glukosa 10%, minyak dan gom arab (8:3:1)	52

DAFTAR NOTASI DAN SATUAN

μ	: Viskositas dinamik (kg/m.s)
τ	: Tegangan geser (N/m^2)
$d\mu/d\gamma$: Gradien kecepatan fluida ((m/s)/m)
ν	: Viskositas kinematik (m^2/s)
μ	: Viskositas dinamik (kg/m.s)
ρ	: Densitas (kg/m^3)
J_L	: Kecepatan superfisial cairan (m/s)
J_G	: Kecepatan superfisial gas (m/s)
Q_L	: Laju aliran volumetrik cairan (m^3/s)
Q_G	: Laju aliran volumetrik gas (m^3/s)
A	: Luas penampang pipa (m^2)
ρ campuran	: Massa jenis campuran zat cair dan gas
ρ_i	: Massa jenis komponen ke-I dalam campuran (kg/m^3)
ϕ_i	: Fraksi massa dari komponen ke-I dalam campuran (kg/m^3)
γ	: Tegangan permukaan (Nm/m)
F	: Gaya (N)
L	: Panjang permukaan (m)