

**TUGAS AKHIR**  
**INVESTIGASI POLA ALIRAN DUA FASE CAIRAN GLUKOSA-  
MINYAK-UDARA PADA PIPA MINI HORIZONTAL**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar  
Sarjana Teknik



Disusun oleh  
**YUDHI CAHYA KUSUMA SARI**  
20200130123

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**  
2024

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Yudhi Cahya Kusuma Sari  
NIM : 20200130123  
Jurusan : Teknik Mesin  
Universitas : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta  
Judul : Investigasi Pola Aliran Dua Fase Cairan Glukosa-Minyak-  
Udara Pada Pipa Mini Horizontal

Saya menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan hasil karya asli saya sendiri dan tidak memuat karya (tulisan) yang sebelumnya telah diajukan untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di perguruan tinggi lain. Selain itu, karya tulis ilmiah ini juga tidak mengandung pendapat atau hasil penelitian yang telah dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang telah disebutkan sumbernya di dalam teks dan daftar pustaka.

Yogyakarta, 19 September 2024



Yudhi Cahya Kusuma Sari

## **MOTTO**

"Meskipun sibuk, semangat tak pernah padam untuk menyelesaikan tugas akhir."

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan kekuatan dan kesehatan serta atas segala limpahan ramhar, taufik dan hidayah-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul **“Investigasi Pola Aliran Dua Fase Cairan Glukosa-Minyak-Udara Pada Pipa Mini Horizontal”** yang merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan program Stara-1 Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Dalam Penyusunan skripsi ini penulis telah banyak mendapat arahan, bimbingan, serta motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak 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, S.T., M.T., IPU., ASEAN Eng. yang telah banyak mengarahkan dan memberikan masukan, membimbing dengan sabar, serta memotivasi dalam penyusunan tugas akhir ini.
3. Dr. Ir. Sudarja, M.T., IPM., ASEAN Eng. selaku dosen penguji.
4. 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.

Yogyakarta, 19 September 2024



Yudhi Cahya Kusuma Sari

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan Alhamdulillahirabbilalaamiin, 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 tugas akhir ini dengan baik. Oleh karena itu dengan rasa bahagia dan bangga penulis haturkan terimakasih yang setulus-tulusnya kepada :

1. Kepada orang tua tercinta, Bapak Kiyeng Winarno dan Ibu Siusni Hariyati yang telah memberikan doa, dukungan, dan segala bentuk kebaikan yang tidak ada habis-habisnya, penulis hanya bisa mengucapkan terimakasih yang setulustulusnya semoga Allah membalas dengan pahala yang berlimpah dan semoga penulis bisa membahagiakan bapak dan ibu dengan kesuksesan kelak aamiin.
2. Terima kasih Ibu Kusrini (Almh) telah menjadi orang tua yang sangat luar biasa, terima kasih untuk semua kasih sayang, cinta, pengorbanan, perjuangan dan pelajaran hidup bagi saya.
3. Kepada Mas Septian, Mas Hendro, Ayuk Elsa, Aldo, Valen, Rara yang telah memberikan doa, dukungan, dan segala bentuk kebaikan.
4. Kepada teman-teman saya Teknik Mesin UMY 2020 yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu yang telah memberi dukungan dan hiburan kepada saya selama mengerjakan skripsi ini.
5. Kepada Majelis remaja Masjid AL-pur Gading, Putra, Fajar, Fauzan, Andri, Awan, Bagas, Dwi, Flandy, Henggo, Kobe, Lukman, Rosid, Wahyu, Zaki, Michel, Eko telah memberi dukungan dan hiburan kepada saya.
6. Kepada kontrakan share jawaban Nopal, Faisal, Rifqi, Yoga, Arul, Fauzan, Rizal, Adit, Husen, Ilham, Rahmat, Hari, Zein, Wahyu terimakasih telah membantu perkuliahan dan hiburan kepada saya selama ini.
7. Dengan penuh rasa syukur dan cinta, tugas akhir ini aku persembahkan untukmu, Rita Rahmawati. Terima kasih atas setiap dukungan, kesabaran, dan pengertian yang kau berikan selama perjalanan panjang ini. Kehadiranmu telah menjadi penyemangat terbesar dalam menyelesaikan tugas ini.

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>MOTTO .....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN.....</b>	<b>xiii</b>
<b>INTISARI .....</b>	<b>xiv</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1    Latar Belakang.....	1
1.2    Rumusan Masalah.....	3
1.3    Batasan masalah.....	3
1.4    Tujuan penelitian.....	3
1.5    Manfaat penelitian .....	3
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA DAN KAJIAN TEORI.....</b>	<b>4</b>
2.1    Kajian 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 Kecepatan Superfisial .....	12
2.2.5 Viskositas Fluida .....	12
2.2.6 Massa jenis.....	13
2.2.7 Minyak Kelapa.....	13
2.2.8 Glukosa .....	14
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>15</b>

3.1	Tempat Penelitian.....	15
3.2	Teknik Analisis.....	15
3.3	Metodologi Pengumpulan Data .....	17
3.3.1	Skema Alat .....	17
3.3.2	Aliran Fluida Udara.....	18
3.3.3	Aliran Fluida Air .....	21
3.3.4	Seksi Uji.....	25
3.3.5	Peralatan Pengambilan Data .....	26
3.4	Prosedur Penelitian .....	28
3.5	Pengolahan Data .....	29
3.6	Matriks Pengambilan Data.....	29
3.7	Diagram Alir Penelitian .....	30
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>31</b>
4.1	Pola Aliran .....	31
4.1.1	Pola Aliran <i>Plug</i> .....	31
4.1.2	Pola Aliran <i>Bubbly</i> .....	34
4.1.3	Pola Aliran <i>Slug annular</i> .....	37
4.1.4	Pola Aliran <i>Annular</i> .....	40
4.1.5	Pola Aliran <i>Churn</i> .....	41
4.1.6	Pola Aliran Yang Tidak Muncul.....	43
4.2	Peta Pola Aliran.....	43
4.2.1	Peta Pola Aliran Konsentrasi glukosa 10% dan minyak (7:3) .....	43
4.2.2	Peta Pola Aliran Konsentrasi glukosa 10% dan minyak (2:3) .....	44
4.2.3	Perbandingan Pola Aliran Konsentrasi glukosa 10% dan minyak (7:3) dan (2:3) .....	45
4.2.3	Perbandingan Peta Pola Aliran dengan Penelitian Terdahulu .....	46
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>47</b>
5.1	Kesimpulan .....	47
5.2	Saran .....	47
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>48</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>51</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Pola Aliran <i>Bubbly</i> .....	9
Gambar 2. 2 Pola Aliran <i>Slug Annular</i> .....	9
Gambar 2. 3 Pola Aliran <i>Plug</i> .....	10
Gambar 2. 4 Pola Aliran <i>Annular</i> .....	10
Gambar 2. 5 Pola Aliran <i>Churn</i> .....	10
Gambar 2. 6 Peta Pola Aliran.....	11
Gambar 3. 1 Glukosa.....	16
Gambar 3. 2 Minyak .....	16
Gambar 3. 3 Gom Arab .....	16
Gambar 3. 4 Skema Alat .....	18
Gambar 3. 5 Kompresor .....	19
Gambar 3. 6 Filler Dan Regulator.....	19
Gambar 3. 7 Selang.....	20
Gambar 3. 8 <i>Flowmeter</i> Udara.....	20
Gambar 3. 9 Pompa.....	21
Gambar 3. 10 Selang.....	21
Gambar 3. 11 <i>Flowmeter</i> Air.....	22
Gambar 3. 12 Katub .....	23
Gambar 3. 13 Bejana Tekan .....	23
Gambar 3. 14 Bak Penampung .....	24
Gambar 3. 15 <i>Check valve</i> .....	24
Gambar 3. 16 <i>Mixer</i> .....	25
Gambar 3. 17 <i>Correction Box</i> .....	25
Gambar 3. 18 <i>Flens</i> .....	26
Gambar 3. 19 Pipa Uji.....	26
Gambar 3. 20 Lampu LED.....	26
Gambar 3. 21 Kamera .....	27
Gambar 4. 1 Peta pola aliran konsentrasi glukosa 10% dan minyak (7:3) .....	43
Gambar 4. 2 Peta pola aliran konsentrasi glukosa 10% dan minyak (2:3) .....	44



Gambar 4. 3 Peta perbandingan pola aliran konsentrasi glukosa 10% - minyak (7:3) dan (2:3) .....	45
Gambar 4. 4 Perbandingan peta pola aliran dengan penelitian terdahulu.....	46

## DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Sifat Fisik Udara.....	15
Tabel 3. 2 Variasi Larutan .....	16
Tabel 3. 3 Sifat Fisik Fluida .....	17
Tabel 3. 4 Spesifikasi Kompresor .....	19
Tabel 3. 5 Spesifikasi <i>Flowmeter</i> Udara .....	20
Tabel 3. 6 Spesifikasi Pompa .....	21
Tabel 3. 7 Spesifikasi <i>Flowmeter</i> Air .....	22
Tabel 3. 8 Spesifikasi Bejana Tekan.....	23
Tabel 3. 9 Spesifikasi Bak Penampung .....	24
Tabel 3. 10 Spesifikasi Kamera.....	27
Tabel 3. 11 Matriks Pengambilan Data .....	29
Tabel 4. 1 Aliran <i>plug</i> konsentrasi glukosa 10% dan minyak (7:3) $J_G = 0,083$ tetap dan $J_L$ bervariasi .....	31
Tabel 4. 2 Aliran <i>plug</i> konsentrasi glukosa 10% dan minyak (7:3) $J_L = 0.207$ m/s tetap $J_G$ bervariasi.....	32
Tabel 4. 3 Aliran <i>plug</i> konsentrasi glukosa 10% dan minyak (2:3) $J_G = 0,083$ tetap $J_L$ bervariasi.....	33
Tabel 4. 4 Aliran <i>plug</i> konsentrasi glukosa 10% dan minyak (2:3) $J_L = 0.207$ m/s tetap, $J_G$ bervariasi.....	33
Tabel 4. 5 Aliran <i>bubbly</i> konsentrasi glukosa 10% dan minyak (7:3) $J_G = 0,083$ tetap $J_L$ bervariasi .....	34
Tabel 4. 6 Aliran <i>bubbly</i> konsentrasi glukosa 10% dan minyak (7:3) $J_L = 2,072$ tetap $J_G$ bervariasi.....	35
Tabel 4. 7 Aliran <i>bubbly</i> konsentrasi glukosa 10% dan minyak (2:3) $J_G = 0,083$ tetap dan $J_L$ bervariasi .....	35
Tabel 4. 8 Aliran <i>bubbly</i> konsentrasi glukosa 10% dan minyak (2:3) $J_L = 2,072$ tetap dan $J_G$ bervariasi. ....	36
Tabel 4. 9 Aliran <i>slug annular</i> konsentrasi glukosa 10% dan minyak (7:3) $J_G = 8,829$ tetap $J_L$ bervariasi .....	37

Tabel 4. 10 Aliran <i>slug annular</i> konsentrasi glukosa 10% dan minyak (7:3) $J_L = 0,207$ tetap dan $J_G$ bervariasi .....	38
Tabel 4. 11 konsentrasi glukosa 10% dan minyak (2:3) $J_G = 49,736$ tetap dan $J_L$ bervariasi .....	38
Tabel 4. 12 konsentrasi glukosa 10% dan minyak (2:3) dengan $J_L = 0.207$ tetap dan $J_G$ bervariasi .....	39
Tabel 4. 13 Aliran <i>annular</i> konsentrasi glukosa 10% dan minyak (7:3) dengan $J_G = 49,736$ tetap dan $J_L$ bervariasi .....	40
Tabel 4. 14 Aliran <i>annular</i> konsentrasi glukosa 10% dan minyak (7:3) dengan $J_L = 0,041$ tetap dan $J_G$ bervariasi .....	41
Tabel 4. 15 Aliran <i>churn</i> konsentrasi glukosa 10% dan minyak (7:3) dengan $J_G = 8,829$ tetap $J_L$ bervariasi .....	42
Tabel 4. 16 Aliran <i>churn</i> konsentrasi glukosa 10% dan minyak (7:3) dengan $J_L = 1,243$ tetap dan $J_G$ bervariasi .....	42

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Matriks Pengambilan Data .....	51
Lampiran 2. Konsentrasi glukosa 10% dan minyak (7:3).....	52
Lampiran 3. Konsentrasi glukosa 10% dan minyak (2:3).....	53

## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

- $\nu$  : Viskositas kinematis ( $\text{m}^2/\text{s}$ )  
 $\mu$  : Viskositas dinamis (cP)  
 $\nu\alpha$  : Viskositas pembanding (mPa.s)  
 $t$  : Waktu (s)  
 $\rho$  : Densitas ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )  
 $t\alpha$  : Waktu pembanding (s)  
 $\rho\alpha$  : Densitas pembanding ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )  
 $J_G$  : Kecepatan superfisial fase gas (m/s)  
 $J_L$  : Kecepatan superfisial fase cairan/*liquid* (m/s)  
 $Q_G$  : Laju aliran gas dalam pipa  
 $Q_L$  : Laju aliran cairan/*liquid* dalam pipa  
 $A$  : Luas penampang pipa ( $\text{m}^2$ )  
 $m$  : Massa jenis (g/mL)  
 $V$  : Volume ( $\text{m}^3$ )