

**SKRIPSI**

**INVESTIGASI POLA ALIRAN-DUA FASE UDARA – LARUTAN  
SODIUM KLORIDA DAN GLUKOSA PADA PIPA KAPILER  
HORIZONTAL**

Ditujukan untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar  
Sarjana Teknik



**UMY**

UNIVERSITAS  
MUHAMMADIYAH  
YOGYAKARTA

Unggul & Islami

**Disusun Oleh :**

**Okky Rinaldi**  
**20160130177**

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA  
2023**

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi ini dengan judul **“INVESTIGASI POLA ALIRAN-DUA FASE UDARA – LARUTAN SODIUM KLORIDA DAN GLUKOSA PADA PIPA KAPILER HORIZONTAL”** 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, 25 Maret 2023



Okky Rinaldi

## KATA PENGANTAR

*Alhamdulillah* atas segala karunia nikmat, rahmat serta petunjuk-Nya sehingga sehingga tugas akhir dengan judul “**Investigasi Pola Aliran Dua-Fase Udara-Larutan Sodium Klorida dan Glukosa 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.

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 Ir. Berli Paripurna Kamiel, 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 tugas akhir atas bimbingan, bantuan dan saran yang telah diberikan kepada penyusun dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Thoharudin, S.T., M.Eng., Ph.D. 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.

Perlu disadari bahwa dengan segala keterbatasan, Skripsi ini masih jauh dari sempurna. Kritik dan saran yang membangun diharapkan demi sempurnanya laporan ini ke depan serta sebagai bahan pembelajaran yang sebaik-baiknya. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi seluruh pihak yang berproses, berkepentingan, dan berkenan untuk membacanya.

## HALAMAN PERSEMBAHAN



Dengan mengucapkan *Alhamdulillah* 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. Kedua orang tua tercinta, bapak Syamsul Bahri dan ibu Rosmidar yang selalu berdoa 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.
2. Adik penulis, Gustiardo dan Gustiardi yang tiada henti memberikan perhatian, doa dan dukungan kepada penulis.
3. Teman – teman asal daerah yang sama – sama berjuang di jogja : Indra, Nella, Sella dan Dodi terima kasih karena selalu memberikan support kepada penulis dikala sedang kesusahan.
4. Teman – teman kelas E dan seluruh angkatan teknik mesin 2016 yang telah membantu berjuang selama kuliah di UMY.
5. Kelompok tugas akhir Aliran Dua Fase, karna kalian penulis bisa melaksanakan pengambilan data dan pengolahan data.
6. Teman – teman kerja METRO KAMPUS UMY, karena kalian penulis mendapatkan banyak tambahan ilmu untuk bekal di masa mendatang.
7. Kepada sahabat -sahabat dimanapun 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.

## DAFTAR ISI

<b>SKRIPSI .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN.....</b>	<b>xii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xiii</b>
<b>INTISARI .....</b>	<b>xiv</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 TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....</b>	<b>4</b>
2.1 Tinjauan Pustaka.....	4
2.2 Dasar Teori.....	19
2.2.1 Fase dan Aliran Dua Fase .....	19
2.2.2 Pola Aliran Dua Fase .....	19
2.2.3 Peta Pola Aliran Dua Fase .....	20
2.2.4 Kecepatan Superfisial .....	21
2.2.5 Glukosa .....	22
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>23</b>
3.1 Bahan Penelitian .....	23
3.2 Alat Penelitian.....	24
3.2.1 Skema Alat yang Digunakan.....	24
3.2.2 Aliran Fluida Udara .....	24
3.2.3 Aliran Fluida Air.....	26
3.2.4 Seksi Uji.....	29

3.2.5 Peralatan Pengambilan Gambar .....	31
3.2.6 Tempat Penelitian .....	32
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>33</b>
4.1 Pola Aliran .....	35
4.1.1 Pola Aliran <i>Plug</i> .....	35
4.1.2 Pola Aliran <i>Bubbly</i> .....	38
4.1.3 Pola Aliran <i>Slug Anular</i> .....	42
4.1.4 Pola Aliran <i>Annular</i> .....	46
4.1.5 Pola Aliran <i>Churn</i> .....	50
4.2 Peta Pola Aliran .....	53
4.2.1 Peta Pola Aliran Glukosa 5%.....	53
4.2.2 Peta Pola Aliran Glukosa 10%.....	54
4.2.3 Perbandingan peta pola aliran .....	55
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>59</b>
5.1 Kesimpulan .....	60
5.2 Saran .....	61
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>61</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>64</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Gambar pola aliran (Triplett, Dkk. 1999).....	4
Gambar 2. 2 Bentuk pola aliran (Serizawa Dkk.,2002) .....	5
Gambar 2. 3 Skema Diagram Aliran Bangun Taylor (Qi Lu, dkk 2015).....	7
Gambar 2. 4 Morfologi antarmuka Taylor Bubble dengan fluida kerja fasa gas yang berbeda (Qi Lu, dkk.2015) .....	7
Gambar 2. 5 Pola Aliran hasil observasi (Santoso 2012).....	9
Gambar 2. 6 Pola Aliran (Sur & Liu ,2012).....	10
Gambar 2. 7 Peta Pola Aliran (Sur & Liu ,2012) .....	10
Gambar 2. 8 Peta Pola Aliran (Hetsroni ,2003).....	11
Gambar 2. 9 Visualisasi Pola Aliran (Korawan,2015) .....	12
Gambar 2. 10 Peta Pola Aliran (Sudarja,dkk. 2019).....	13
Gambar 2. 11 Perbandingan peta pola Aliran (Sudarja ,2019),(Triplett, 2019).....	14
Gambar 2. 12 Hasil Pola Aliran (Kawahara 2002) .....	20
Gambar 2. 13 Gambar Pola Aliran (Triplett, dkk. 1999) .....	21
Gambar 3. 1 Skema instalasi penelitian .....	24
Gambar 3. 2 Kompresor.....	25
Gambar 3. 3 Flowmeter udara.....	25
Gambar 3. 4 Regulator dan filter.....	26
Gambar 3. 5 Penampung fluida cair.....	26
Gambar 3. 6 Pompa air .....	27
Gambar 3. 7 Flow meter air.....	27
Gambar 3. 8 Bejana tekan .....	28
Gambar 3. 9 <i>Ball valve</i> .....	29
Gambar 3. 10 <i>Check valve</i> .....	29
Gambar 3. 11 <i>Mixer</i> .....	30
Gambar 3. 12 <i>Test section</i> .....	30
Gambar 3. 13 Lampu LED.....	31
Gambar 3. 14 Kamera.....	32
Gambar 3. 15 Diagram Alir .....	34
Gambar 4. 1 Peta pola aliran glukosa 5% .....	53
Gambar 4. 2 Peta pola aliran glukosa 10% .....	54
Gambar 4. 3 Perbandingan peta pola aliran variasi 5 % dan 10% .....	56
Gambar 4. 4 Perbandingan Peta Pola Aliran dengan Penelitian Terdahulu.....	57



## DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Perbandingan pola aliran <i>plug</i> konsentrasi glukosa 5% dengan nilai $J_G$ tetap $J_L$ bervariasi .....	35
Tabel 4. 2 Perbandingan pola aliran <i>plug</i> konsentrasi glukosa 10% dengan .....	36
Tabel 4. 3 Perbandingan pola aliran <i>plug</i> konsentrasi glukosa 5% $J_L = 0,207$ m/s tetap, $J_G$ bervariasi.....	37
Tabel 4. 4 Perbandingan pola aliran <i>plug</i> konsentrasi glukosa 10% $J_L = 0,207$ m/s tetap, $J_G$ bervariasi.....	38
Tabel 4. 5 Perbandingan pola aliran <i>plug</i> konsentrasi glukosa 5% $J_G = 0,829$ m/s tetap $J_L$ bervariasi .....	39
Tabel 4. 6 Perbandingan pola aliran <i>plug</i> konsentrasi 10% dengan $J_G = 0,829$ m/s tetap, $J_L$ bervariasi .....	40
Tabel 4. 7 Perbandingan pola aliran <i>bubbly</i> konsentrasi glukosa 5% dengan nilai $J_L = 2,072$ m/s tetap $J_G$ bervariasi .....	41
Tabel 4. 8 Perbandingan pola aliran <i>bubbly</i> konsentrasi glukosa 10% $J_L = 2,072$ m/s tetap, $J_G$ bervariasi.....	41
Tabel 4. 9 Perbandingan pola aliran <i>slug annular</i> konsentrasi glukosa 5% nilai $J_G = 8,289$ m/s tetap $J_L$ bervariasi .....	43
Tabel 4. 10 Perbandingan pola aliran <i>slug annular</i> konsentrasi glukosa 10% dengan nilai $J_G = 8,289$ m/s tetap $J_L$ bervariasi .....	44
Tabel 4. 11 Perbandingan pola aliran <i>slug annular</i> konsentrasi glukosa 5% dengan nilai $J_L = 0,041$ tetap $J_G$ bervariasi. ....	45
Tabel 4. 12 Perbandingan pola aliran <i>slug annular</i> konsentrasi glukosa 10 % dengan nilai $J_L = 2,072$ m/s tetap $J_G$ bervariasi.....	45
Tabel 4. 13 Perbandingan pola aliran <i>annular</i> konsentrasi glukosa 5% nilai $J_G = 49,736$ m/s tetap, $J_L$ bervariasi .....	47
Tabel 4. 14 Perbandingan pola aliran <i>annular</i> konsentrasi glukosa 10% nilai $J_G = 49,736$ m/s tetap, $J_L$ bervariasi .....	48
Tabel 4. 15 Perbandingan pola aliran <i>annular</i> konsentrasi glukosa 5% nilai $J_L = 0,622$ m/s tetap, $J_G$ bervariasi .....	49

Tabel 4. 16 Perbandingan pola aliran <i>annular</i> konsentrasi glukosa 10% nilai $J_L = 0,622$ m/s tetap, $J_G$ bervariasi .....	49
Tabel 4. 17 Perbandingan pola aliran churn konsentrasi glukosa 5% nilai $J_G = 8,289$ m/s tetap, $J_L$ bervariasi .....	50
Tabel 4. 18 Perbandingan pola aliran churn konsentrasi glukosa 5% nilai $J_G = 8,289$ m/s tetap, $J_L$ bervariasi .....	51
Tabel 4. 19 Perbandingan pola aliran churn konsentrasi glukosa 5% nilai $J_L = 3,316$ m/s tetap, $J_G$ bervariasi .....	52
Tabel 4. 20 Perbandingan pola aliran churn konsentrasi glukosa 10% nilai $J_L = 3,316$ m/s tetap, $J_G$ bervariasi .....	52

## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

$J_G$	= Kecepatan superfisial gas (m/s)
$J_L$	= Kecepatan superfisial cairan (m/s)
$Q_G$	= Laju aliran gas dalam pipa ( $m^3/s$ )
$Q_L$	= Laju aliran cairan dalam pipa ( $m^3/s$ )
$A$	= Luas penampang pipa ( $m^2$ )
$\varepsilon$	= Fraksi hampa
$\gamma$	= Tegangan permukaan (N/m)
$d$	= Panjang permukaan (m)
$F$	= Gaya (N)