

**SKRIPSI**  
**INVESTIGASI FRAKSI HAMPALIRAN DUA – FASE UDARA –**  
**LARUTAN SODIUM Klorida DAN GLUKOSA PADA PIPA KAPILER**  
**DENGAN KEMIRINGAN 75° TERHADAP HORIZONTAL**

Ditujukan untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar  
Sarjana Teknik



**Disusun Oleh :**  
**Agung Bakti Permana**  
**20170130048**

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**  
**2022**

## 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, 22 juli 2022

Yang membuat pernyataan



Agung Bakti Permana

## HALAMAN PERSEMBAHAN



Alhamdulillahirabbilalaamiin, puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan segala rahmat-Nya, atas dukungan dan doa dari orang-orang tercinta sehingga penulis bisa tetap tangguh untuk menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Oleh karena itu dengan rasa bahagia dan bangga penulis haturkan terimakasih 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 yang diberikan kepada penyusun guna menyelesaikan skripsi ini.
4. Dr. Sri Sundari, M.Kes., selaku dosen FKIK yang telah memberikan bantuan dan saran-saran dalam penelitian ini.
5. Dr. Ir. Harini Sosiati, M.Eng. selaku dosen penguji.
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 Samijo dan Ibu Imas Rofiah yang selalu berdoa dan memberikan dukungan untuk keberhasilan penulis. Penulis tidak bisa membalas seluruh kebaikan kedua orang tua, yang selalu mendukung perjalanan hidup, mengupayakan anaknya bisa kuliah hingga sekarang. Penulis

hanya bisa mendoakan semoga segala jerih payah dan dukungan dari kedua orangtua dibalas oleh Allah SWT dan semoga penulis bisa membahagiakan kedua orangtua di dunia dan di akhirat.

8. Kakak penulis, Holan Robuana, Devi Anggraini, Dewi Sekar Arum Kartika, Nuzulul Purwandana. yang tiada henti memberikan dukungan, doa, dan perhatian kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan kuliah dengan baik.
9. Pasangan penulis, Anggun Sari yang tiada henti memberikan semangat, dukungan, dan doa kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan kuliah ini
10. Teman – teman kelompok penelitian aliran dua fase:Fajar, Zahid, Pace, dan Deny terima kasih karena selalu ada dikala penelitian berlangsung.
11. Teman – teman kelas B dan seluruh angkatan teknik mesin 2017 yang telah berjuang selama kuliah di UMY.
12. Kelompok tugas akhir Aliran Dua Fase, karna kalian penulis bisa melaksanakan pengambilan data dan pengolahan data.
13. Kepada sahabat yang di manapun berada yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang memberi dukungan dan do'a kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir.

Semoga seluruh amal baik dari pihak-pihak yang disebutkan mendapatkan balasan dari Allah SWT dengan balasan berlipat ganda dan segala kekhilafan baik yang disengaja maupun tidak disengaja mendapatkan ampunan sebesar-besarnya dari Allah SWT.

Yogyakarta, juli 2022

## **KATA PENGANTAR**

Alhamdulillahirabbilalaamiin atas segala limpahan nikmat dan karunia yang Allah SWT berikan, sehingga tugas akhir dengan judul “Investigasi Fraksi Hampa Aliran Dua-Fase Udara-Larutan Sodium Klorida dan Glukosa Pada Pipa Kapiler dengan Kemiringan  $75^\circ$  Terhadap Horizontal” dapat diselesaikan. Penyusunan tugas akhir ini diajukan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana S-1 di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang turut membantu memberikan arahan, bimbingan dan motivasi-Nya dalam penyusunan skripsi tugas akhir ini, yaitu:

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, M.T., IPM. selaku dosen pembimbing utama tugas akhir atas arahan, bimbingan dan motivasi-Nya dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Ir. Sudarja, M.T., IPM. selaku dosen pembimbing pendamping tugas akhir atas arahan, bimbingan dan motivasi-Nya dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Dr. Sri Sundari, M.Kes. selaku dosen FKIK yang telah memberikan bantuan dan saran-saran dalam penelitian ini.
5. Ibu Dr. Ir. Harini Sosiati, M.Eng, selaku dosen penguji
6. Bapak Ibu Dosen dan Staf lainnya serta seluruh civitas akademika Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih jauh dari sempurna. Kritik dan saran membangun sangat penulis harapkan untuk perbaikan dan

pembelajaran selanjutnya. Semoga kebaikan dari pihak-pihak yang disebutkan mendapatkan balasan dari Allah SWT dan semoga skripsi tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi yang berkepetingan dan berkenan untuk membacanya.

Yogyakarta, 11 juli 2022

Penulis,



Agung Bakti Permana

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>intisari .....</b>	<b>xvi</b>
<b>abstrak .....</b>	<b>xvii</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 .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI .....</b>	<b>5</b>
2.1 Tinjauan Pustaka .....	5
2.2 Dasar Teori .....	7
2.2.1 Tinjauan Umum Aliran Dua Fase .....	7
2.2.2 Fraksi Hampa Aliran Dua-Fase.....	7
2.2.3 Fraksi Hampa Homogen .....	9
2.2.4 Kecepatan Superfisial.....	10
2.2.5 <i>Digital Image Processing</i> .....	10
2.2.6 Metode Analisis Statistik .....	13
2.2.7 Glukosa .....	14

<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>15</b>
3.1 Bahan yang akan digunakan.....	15
3.2 Alat Penelitian.....	16
3.2.1 Skema Alat.....	16
3.2.2 Aliran Fluida Udara.....	16
3.2.3 Aliran Fluida Air .....	18
3.3 Diagram Aliran Penelitian .....	23
3.4 Prosedur Penelitian.....	24
3.5 Data Penelitian .....	25
3.6 Proses Pengolahan Data .....	25
3.6.1 Pembacaan Gambar.....	25
3.6.2 Pengubahan Gambar .....	26
3.8. Tempat Penelitian.....	28
<b>BAB IV .....</b>	<b>29</b>
<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>29</b>
4.1 Fraksi Hampa .....	29
4.1.1 Fraksi Hampa pada Pola Aliran <i>Plug</i> .....	29
4.1.2 Fraksi Hampa Pola Aliran <i>Slug Annular</i> .....	31
4.1.3 Fraksi Hampa Pola Aliran <i>Annular</i> .....	33
4.1.4 Fraksi Hampa Pola Aliran <i>Bubbly</i> .....	36
4.1.5 Fraksi Hampa Pola Aliran <i>Churn</i> .....	38
4.2 Pembahasan.....	40
<b>BAB V.....</b>	<b>43</b>



<b>PENUTUP .....</b>	<b>43</b>
5.1 Kesimpulan .....	43
5.2 Saran.....	44
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>45</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>52</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Sifat fisik cairan .....	15
-------------------------------------	----

## DAFTAR GAMBAR

<i>Gambar 2. 1 Fraksi Hampa Chordel Thome, (2004)</i> .....	8
<i>Gambar 2. 2 Cross-Sectional Thome, (2004)</i> .....	9
<i>Gambar 2. 3 Fraksi Hampa Volumetrik Thome, (2004)</i> .....	9
<i>Gambar 3. 1 Skema instalasi penelitian</i> .....	16
<i>Gambar 3. 2 Kompresor</i> .....	17
<i>Gambar 3. 3 Flowmeter udara</i> .....	17
<i>Gambar 3. 4 Regulator dan filter</i> .....	18
<i>Gambar 3. 5 Penampung fluida cair</i> .....	18
<i>Gambar 3. 6 Pompa air</i> .....	19
<i>Gambar 3. 7 Flowmeter air</i> .....	20
<i>Gambar 3. 8 Bejana tekan</i> .....	20
<i>Gambar 3. 9 Lampu LED</i> .....	21
<i>Gambar 3. 10 Check valve</i> .....	21
<i>Gambar 3. 11 Correction Box</i> .....	22
<i>Gambar 3. 12 Kamera</i> .....	22
<i>Gambar 3. 13 Diagram alir</i> .....	23
<i>Gambar 3. 14 Sampel gambar RGB</i> .....	25
<i>Gambar 3. 15 Pengubahan gambar</i> .....	26
<i>Gambar 3. 16 Sampel gambar crop</i> .....	26
<i>Gambar 3. 17 Sampel gambar pembalikan warna</i> .....	26
<i>Gambar 3. 18 Sampel gambar filtering</i> .....	27
<i>Gambar 3. 19 Gambar biner</i> .....	27
<i>Gambar 3. 20 Fase fluida pada saluran</i> .....	28
<i>Gambar 4. 1 Pola aliran plug pada konsentrasi (a) N88G12 dan (b) N94G6</i> .....	29
<i>Gambar 4. 2 Biner pola aliran plug pada (a) N88G12 dan (b) N94G6</i> .....	30

Gambar 4. 3 Grafik average fraksi hampa pola aliran plug pada (a) N88G12 dan N94G6 .....	30
Gambar 4. 4 PDF pola aliran plug pada (a) N88G12 dan (b) N94G6.....	31
Gambar 4. 5 Sampel pola aliran slug annular pada (a) N88G12 dan (b) N94G6 .....	32
Gambar 4. 6 Gambar biner pola aliran slug annular pada (a) N88G12 dan (b) N94G6 .....	32
Gambar 4. 7 Time average fraksi hampa pada pola aliran slug annular pada.....	33
Gambar 4. 8 PDF fraksi hampa pola aliran slug annular pada (a) N88G12 dan (b) N94G6 .....	33
Gambar 4. 9 Pola aliran annular pada (a) N88G12 dan (b) N94G6 .....	34
Gambar 4. 10 Gambar biner pola aliran annular pada (a) N88G12 dan N94G6.....	34
Gambar 4. 11 Time average fraksi hampa pola aliran annular pada (a) N88G12 dan (b) N94G6 .....	35
Gambar 4. 12 PDF fraksi hampa pola aliran annular (a) N88G12 dan (b) N94G6 ..	35
Gambar 4. 13 Pola aliran bubbly pada (a) N88G12 dan (b) N94G6 .....	36
Gambar 4. 14 Biner pola aliran bubbly (a) N88G12 dan (b) N94G6.....	36
Gambar 4. 15 Time average fraksi hampa pola aliran bubbly (a) N88G12 dan (b) N94G6 .....	37
Gambar 4. 16 PDF fraksi hampa pola aliran bubbly pada (a) N88G12 dan (b) N94G6 .....	37
Gambar 4. 17 Pola aliran churn (a) N88G12 dan (b) N94G6.....	38
Gambar 4. 18 Biner pola aliran churn (a) N88G12 dan (b) N94G6 .....	38
Gambar 4. 19 Time average fraksi hampa pola aliran churn (a) N88G12 dan (b) N94G6 .....	39
Gambar 4. 20 PDF fraksi hampa pola aliran churn (a) N88G12 dan (b) N94G6 .....	39
Gambar 4. 21 Grafik perbandingan $J_G$ dan $J_L$ terdapat Fraksi Hampa.....	46

## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

$Q_G$	: Laju aliran gas pipa ( $\text{m}^3/\text{s}$ )
$Q_L$	: Laju aliran cairan dalam pipa ( $\text{m}^3/\text{s}$ )
$J_G$	: Kecepatan superfisial gas ( $\text{m/s}$ )
$J_L$	: Kecepatan superfisial cairan ( $\text{m/s}$ )
$A$	: Luas penampang pipa ( $\text{m}^2$ )
$J_M$	: Kecepatan superfisial campuran ( $\text{m/s}$ )
$\dot{m}$	: Laju aliran massa ( $\text{kg/s}$ )
$\varepsilon$	: Fraksi hampa
$\gamma$	: Tegangan permukaan ( $\text{N/m}$ )
$d$	: Panjang permukaan ( $\text{m}$ )
$F$	: Gaya ( $\text{N}$ )
$L_G$	: Panjang saluran melalui fase gas
$L_L$	: Panjang saluran melalui fase cair
$A_L$	: Luas permukaan fase cair
$A_G$	: Luas permukaan fase gas
$V_L$	: Volume fase cairan
$V_G$	: Volume fase gas
$\varepsilon_H$	: Fraksi hampa homogen
$x$	: Kualitas gas
$\rho_G$	: Massa jenis gas

## LAMPIRAN

Lampiran 1 Matriks pengambilan data .....	48
Lampiran 2 Tabel Kecepatan Superfisial terbentuknya Pola Aliran pada N88G12 dan N94G6.....	48
Lampiran 3 Tabel Nilai Fraksi Hampa pada N88G12 dan N94G6.....	49