

SKRIPSI
INVESTIGASI FRAKSI HAMPA ALIRAN DUA – FASE UDARA – LARUTAN
SODIUM KLORIDA DAN GLUKOSA PADA PIPA KAPILER HORIZONTAL

Ditujukan untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik



Disusun Oleh :
Cahya Tresna Pradana
20160130025


PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
2020

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, 24 Oktober 2020




Cahya Tresna Pradana

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 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 Khadiri dan ibu Suprihati Siwie 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, Tiara Septiana Aulia yang tiada henti memberikan perhatian, doa dan dukungan kepada penulis.
3. Kepompom: Adit, Angga, Asyraf dan Rahman terima kasih sudah menjadi sahabat yang setia. Walaupun jarang bertemu dengan mereka, tetapi penulis yakin mereka selalu mendoakan yang terbaik untuk penulis.
4. Black Jazz: Rama Putrantyo Anwar dan Revi Dwi Saputra terima kasih karena telah menjadi sahabat yang setia menemani perjuangan selama perkuliahan ini dan terima kasih untuk canda tawa yang kalian selalu berikan.
5. Aldi Gifari, partner penulis mulai dari OSIS SMA sampai saat ini yang selalu memberikan support kepada penulis.
6. Teman – teman kelompok nano: Ardhia, Irfan, Fachri dan Ardi terima kasih karena selalu memberikan support kepada penulis dikala sedang kesusahan.
7. Teman – teman kelas A dan seluruh angkatan teknik mesin 2016 yang telah membantu berjuang selama kuliah di UMY.
8. Kelompok tugas akhir Aliran Dua Fase, karna kalian penulis bisa melaksanakan pengambilan data dan pengolahan data.
9. Teman – teman Organisasi HMM UMY, karena organisasi tersebut penulis mendapatkan banyak tambahan ilmu untuk bekal di masa mendatang.

10. Teman – teman IKA SMAZHAR JOGJA keluarga alumni SMA yang selalu saling membantu di tanah rantau khususnya kepada 3rd Batch.
11. Wadesta Squad: Tyo, Iqbal, Odel, Ema, Caca, Giya, Dewi, Ijah, Ajeng, Novi, Adrian dan mas Satria yang selalu menemani penulis diakhir masa perkuliahan.
12. Fachrun Wira Prana, teman se-rumah penulis yang banyak membantu penulis selama masa perkuliahan.
13. 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.

Yogyakarta, 23 Oktober 2020

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
INTISARI	xvii
<i>ABSTRACT</i>	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Asumsi dan Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	4
2.1. Tinjauan Pustaka.....	4
2.2. Landasan Teori	17
2.2.1. Tinjauan Umum Aliran Dua-Fase	17
2.2.2. Fraksi Hampa Aliran Dua-Fase	17
2.2.3. Fraksi Hampa Homogen.....	19
2.2.4. Kecepatan Superfisial	20
2.2.5. Rasio Kecepatan	20
2.2.6. Glukosa.....	20

2.2.7.	<i>Digital Image Processing</i>	21
2.2.8.	<i>Digital Image</i>	21
2.2.9.	<i>Noise</i>	23
2.2.10.	<i>Filtering</i>	23
2.2.11.	Analisis Statistik	24
BAB III METODE PENELITIAN		25
3.1.	Bahan Penelitian	25
3.1.1.	Fluida Gas	25
3.1.2.	Fluida Cair	25
3.2.	Alat Penelitian	26
3.2.1.	Skema Alat	26
3.2.2.	Aliran Fluida Cair	26
3.2.3.	Aliran Fluida Gas	29
3.2.4.	Peralatan Uji	30
3.2.5.	Peralatan Pengambilan Data	32
3.3.	Prosedur Penelitian	33
3.4.	Data Penelitian	34
3.5.	Proses Pengolahan Data	34
3.5.1.	Pembacaan Gambar	34
3.5.2.	Pengubahan Gambar	34
3.5.3.	Penyesuaian Gambar	35
3.5.4.	Pembalikan Warna Gambar	35
3.5.5.	Filtering	35
3.5.6.	Segmentasi Gambar	35
3.6.	Pengambilan Data	36
3.6.1.	Kalibrasi Ukuran Gambar	36
3.6.2.	Perhitungan Data	36
3.7.	Tempat Penelitian	37
3.8.	Diagram Alir Penelitian	38
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		39
4.1.	Fraksi Hampa	39

4.1.1.	Fraksi Hampa pada Pola Aliran <i>Plug</i>	39
4.1.2.	Fraksi Hampa pada Pola Aliran <i>Slug-Annular</i>	41
4.1.3.	Fraksi Hampa pada Pola Aliran <i>Annular</i>	43
4.1.4.	Fraksi Hampa pada Pola Aliran <i>Bubble</i>	45
4.1.5.	Fraksi Hampa pada Pola Aliran <i>Churn</i>	47
BAB V PENUTUP		50
5.1.	Kesimpulan	50
5.2.	Saran	51
DAFTAR PUSTAKA.....		52
LAMPIRAN		55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Data fraksi hampa diklasifikasikan dengan pola aliran dengan peningkatan kecepatan superfisial gas untuk aliran dua fase vertikal ke bawah pada pipa diameter dalam 25 mm (Xue et al., 2016).	5
Gambar 2. 2 Fraksi hampa: pengukuran independen Thom (1964) vs kualitas uap dan prediksi persamaan 2.2 dan 2.3 yang diusulkan (Cioncolini & Thome, 2012).	6
Gambar 2. 3 Fraksi hampa lokal sebagai fungsi dari kualitas uap lokal $p_{in} = 0,116$ MPa (a) $dh = 0,98$ mm, (b) $dh = 1,9$ mm, (c) $dh = 2,8$ mm (Kaniowski & Poniewski, 2013).	8
Gambar 2. 4 Koefisien perpindahan panas lokal sebagai fungsi dari fraksi hampa lokal (Kaniowski & Poniewski, 2013).	8
Gambar 2. 5 Prediksi fraksi hampa sebagai fungsi kualitas menggunakan korelasi homogen (Singh dkk., 2019).	9
Gambar 2. 6 Prediksi fraksi hampa sebagai fungsi kualitas menggunakan korelasi Lockhart-Martinelli (Singh dkk., 2019).	9
Gambar 2. 7 Prediksi fraksi hampa sebagai fungsi kualitas menggunakan korelasi Fauske (Singh dkk., 2019).	10
Gambar 2. 8 Prediksi fraksi hampa sebagai fungsi kualitas menggunakan korelasi Levy's (Singh dkk., 2019).	10
Gambar 2. 9 Perbandingan fraksi hampa yang diukur dengan prediksi berbagai korelasi dengan: (a) model aliran homogen; (b) Chexal dkk. (Triplett dkk., 1999)...	11
Gambar 2. 10 Visualisasi pola aliran yang terbentuk pada pipa sirkular dengan diameter dalam 1,1 mm: (a), (b) <i>bubbly</i> ; (c), (d) <i>slug</i> ; (e), (f) <i>churn</i> ; (g), (h) <i>slug-annular</i> ; (i), (j) <i>annular</i> (Triplett dkk., 1999).	12
Gambar 2. 11 Hubungan antara data yang diukur dengan fraksi hampa homogen (Kawahara dkk., 2002).	13
Gambar 2. 12 Hubungan antara fraksi hampa dan kualitas volumetrik (Chung & Kawaji, 2004)	14
Gambar 2. 13 Pengaruh J_G dan J_L terhadap fraksi hampa (Sudarja dkk., 2015)	15
Gambar 2. 14 Pengaruh β terhadap ε . ($\varepsilon = \alpha$) (Sudarja dkk., 2015)	15
Gambar 2. 15 Hubungan antara α dan β (Kurimoto dkk., 2017).	16

Gambar 2. 16 Fraksi Hampa Lokal (Thome, 2004)	18
Gambar 2. 17 Fraksi Hampa <i>Chordal</i> (Thome, 2004)	18
Gambar 2. 18 <i>Cross-Sectional Void Fraction</i> (Thome, 2004)	19
Gambar 2. 19 Fraksi Hampa Volumetrik (Thome, 2004)	19
Gambar 2. 20 RGB (McAndrew, 2004)	21
Gambar 2. 21 <i>Grayscale</i> (McAndrew, 2004)	22
Gambar 2. 22 Biner (McAndrew, 2004).....	22
Gambar 3. 1 Skema alat.....	26
Gambar 3. 2. Pompa air	27
Gambar 3. 3. <i>Flow meter</i> air	28
Gambar 3. 4. <i>Pressure vessel</i>	28
Gambar 3. 5. Katup <i>ball valve</i>	29
Gambar 3. 6. Kompresor	30
Gambar 3. 7. <i>Flowmeter</i> udara	30
Gambar 3. 8. <i>Mixer</i>	31
Gambar 3. 9. <i>Optical correction box</i>	31
Gambar 3. 10. Lampu <i>LED</i>	32
Gambar 3. 11. Kamera.....	32
Gambar 3. 12. Sampel gambar RGB	34
Gambar 3. 13. Sampel gambar <i>grayscale</i>	34
Gambar 3. 14. Sampel gambar <i>crop</i>	35
Gambar 3. 15. Sampel gambar pembalikan warna	35
Gambar 3. 16. Sampel gambar <i>filtering</i>	35
Gambar 3. 17. Gambar biner	36
Gambar 3. 18. Fase fluida pada saluran.....	36
Gambar 4. 1. Sampel pola aliran <i>plug</i> pada (a) Glukosa 5% (b) Glukosa 10%	39
Gambar 4. 2. Sampel gambar biner pola aliran <i>plug</i> pada (a) Glukosa 5% (b) Glukosa 10%	40
Gambar 4. 3. <i>Time average</i> fraksi hampa pola aliran <i>plug</i> pada (a) Glukosa 5% (b) Glukosa 10%	40

Gambar 4. 4. PDF fraksi hampa pola aliran <i>plug</i> pada (a) Glukosa 5% (b) Glukosa 10% . 41	41
Gambar 4. 5. Sampel pola aliran <i>slug-annular</i> pada (a) Glukosa 5% (b) Glukosa 10%..... 41	41
Gambar 4. 6. Sampel gambar biner pola aliran <i>slug-annular</i> pada (a) Glukosa 5% (b) Glukosa 10%..... 42	42
Gambar 4. 7. <i>Time average</i> fraksi hampa pola aliran <i>slug-annular</i> pada (a) Glukosa 5% (b) Glukosa 10%..... 42	42
Gambar 4. 8. PDF fraksi hampa pola aliran <i>slug-annular</i> pada (a) Glukosa 5% (b) Glukosa 10% 43	43
Gambar 4. 9. Sampel pola aliran <i>annular</i> pada (a) Glukosa 5% (b) Glukosa 10%..... 43	43
Gambar 4. 10. Sampel gambar biner pola aliran <i>annular</i> pada (a) Glukosa 5% (b) Glukosa 10% 44	44
Gambar 4. 11. <i>Time average</i> fraksi hampa pola aliran <i>annular</i> pada (a) Glukosa 5% (b) Glukosa 10%..... 44	44
Gambar 4. 12. PDF fraksi hampa pola aliran <i>annular</i> pada (a) Glukosa 5% (b) Glukosa 10% 45	45
Gambar 4. 13. Sampel pola aliran <i>bubble</i> pada (a) Glukosa 5% (b) Glukosa 10% 45	45
Gambar 4. 14. Sampel gambar biner pola aliran <i>bubble</i> pada (a) Glukosa 5% (b) Glukosa 10% 46	46
Gambar 4. 15. <i>Time average</i> fraksi hampa pola aliran <i>bubble</i> pada (a) Glukosa 5% (b) Glukosa 10%..... 46	46
Gambar 4. 16. PDF fraksi hampa pola aliran <i>bubble</i> pada (a) Glukosa 5% (b) Glukosa 10% 47	47
Gambar 4. 17. Sampel pola aliran <i>churn</i> pada (a) Glukosa 5% (b) Glukosa 10%..... 47	47
Gambar 4. 18. Sampel gambar biner pola aliran <i>churn</i> pada (a) Glukosa 5% (b) Glukosa 10% 48	48
Gambar 4. 19. <i>Time average</i> fraksi hampa pola aliran <i>churn</i> pada (a) Glukosa 5% (b) Glukosa 10%..... 48	48
Gambar 4. 20. PDF fraksi hampa pola aliran <i>churn</i> pada (a) Glukosa 5% (b) Glukosa 10% 49	49

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Sifat fisik cairan.....	25
------------------------------------	----

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)
ε	= Fraksi hampa
γ	= Tegangan permukaan (N/m)
d	= Panjang permukaan (m)
F	= Gaya (N)

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Matriks Pengambilan Data.....	55
Lampiran 2 Tabel Kecepatan Superfisial Terbentuknya Pola Aliran pada Glukosa 5%.....	55
Lampiran 3 Tabel Kecepatan Superfisial Terbentuknya Pola Aliran pada Glukosa 10%...	56