

SKRIPSI

**KAJIAN EKSPERIMENTAL KARAKTERISTIK ALIRAN DUA FASE
UDARA-AIR + 5% BUTANOL PADA PIPA KECIL
POSISI MIRING 40°**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar

Sarjana Teknik



UMY

**UNIVERSITAS
MUHAMMADIYAH
YOGYAKARTA**

Unggul & Islami

Disusun Oleh :

DIMAS ANGGA ANJASMARA

20150130189

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

2019

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dimas Angga Anjasmara
Nomor Induk Mahasiswa : 20150130189
Program Studi : S-1 Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Penelitian : Kajian Eksperimental Karakteristik Aliran
Dua Fase Udara-Air dan Butanol 5% pada
Pipa Kecil posisi Miring 40°

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa dalam tugas akhir ini adalah asli karya saya dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu Perguruan Tinggi dan sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya yang pernah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang sengaja tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan sumbernya dalam daftar pustaka.

Yogjakarta, 04 Desember 2019



Dimas Angga Anjasmara

NIM 20150130189

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 terimakasih yang setulus-tulusnya kepada :

1. Bapak Berli Paripurna Kamiel, S.T.,M.M. M.Eng.Sc, Ph.D, selaku Ketua Prodi S1 Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Bapak Dr. Ir. Sudarja M.T., selaku dosen pembimbing tugas akhir atas bimbingan, bantuan dan saran-saran yang telah diberikan kepada penyusun dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Ir. Sukamta M.T., IPM., selaku dosen pembimbing tugas akhir atas bimbingan, bantuan dan saran-saran yang telah diberikan kepada penyusun dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Bapak Krisdiyanto, S.T., M.Eng. selaku dosen penguji.
5. Kedua orangtua tercinta, bapak Syahrir dan ibu Mulyasari yang selalu berdoa dan memberikan dukungan untuk kesuksesan penulis. Penulis tidak bisa membalas seluruh kebaikan kedua orangtua, akan tetapi 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.
6. Kakak dan adik penulis yaitu : Rahayu Intan Pratami, Nesya Azzahra Y dan Muhammad Azka Azfar yang tiada henti memberikan perhatian, doa dan dukungan kepada penulis.
7. Kepada teman-teman satu kos saya yaitu : Wahyu, Teguh, Hanif, Wibi, Rahmat, Kurnianto, Gemilang, dan Hafizh terimakasih karena telah menemani perjuangan selama perkuliahan ini dan terimakasih untuk kehangatan yang kalian berikan.

8. Teman teman kelas E dan seluruh angkatan teknik mesin 2015 yang telah membantu berjuang selama kuliah di UMY.
9. Kelompok tugas akhir Aliran Dua Fase, karna kalian penulis bisa melaksanakan pengambilan data dan pengolahan data.

Penyusun menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan tugas akhir ini. Saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan sebagai bahan masukan untuk perbaikan. Semoga hasil penelitian ini dapat bermanfaat dan dapat digunakan dengan baik dalam bidang ilmu pengetahuan, teknik dan para pembaca.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT, yang telah memberikan kekuatan dan kesehatan serta atas segala limpahan ramhat, taufik dan hidayah-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul **“Kajian Eksperimental Karakteristik Aliran Dua Fase Udara-Air + 5% Butanol Pada Pipa Kecil Posisi Miring 40⁰”** yang merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan program Stara-1 Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa banyak kekurangan dalam menuliskan tugas akhir atau skripsi ini, kritik dan saran yang bersifat membangun menjadi masukan bagi penulis untuk menyempurnakannya.

Akhir kata saya mengharapkan semoga laporan tugas akhir atau skripsi saya ini bermanfaat bagi penulis maupun bagi para pembaca.

Yogyakarta, 04 Desember 2019

Penyusun

Dimas Angga Anjasmara

NIM 20150130189

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xvii
INTISARI.....	18
<i>ABSTRACT</i>	19
BAB I.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan Penelitian.....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	4
BAB II.....	5
2.1. Tinjauan Pustaka	5
2.2. Landasan Teori.....	19
2.2.1. Aliran Dua Fasa.....	19

2.2.2. Tegangan Permukaan	20
2.2.3. Butanol	20
2.2.4. Kecepatan Superfisial.....	21
2.2.5. Pola Aliran	22
2.2.6. Fraksi Hampa	24
2.2.7. <i>Digital Image Processing</i>	26
2.2.8. Gradien Tekanan	31
BAB III	32
3.1. Tempat Penelitian.....	32
3.2. Bahan Penelitian.....	32
3.3. Alat Penelitian.....	34
3.3.1. Skema Alat yang Digunakan.....	34
3.3.2. Aliran Fluida Udara.....	36
3.3.3. Aliran Fluida Air	39
3.3.4. Peralatan Pengambilan Gambar	43
3.3.5. Seksi Uji	45
3.4. Kalibrasi Alat Ukur	49
3.5. Diagram Alir	50
3.6. Prosedur Pengambilan Data	52
3.7. Pengolahan Data dan Analisis Hasil	53
3.7.1. Pola aliran.....	53
3.7.2. Fraksi Hampa	53
3.7.3. Gradien.....	56
BAB IV	57

4.1. Pola Aliran	57
4.1.1 Pola Aliran <i>Plug</i>	57
4.1.2 Pola Aliran <i>Bubbly</i>	59
4.1.3 Pola Aliran <i>Slug Annular</i>	62
4.1.4 Pola Aliran <i>Annular</i>	64
4.1.5 Pola Aliran <i>Churn</i>	66
4.1.6 Peta Pola Aliran.....	67
4.1.7 Perbandingan Peta Pola Aliran.....	69
4.2 Fraksi Hampa	71
4.2.1 Fraksi Hampa Pola Aliran <i>Plug</i>	71
4.2.2 Fraksi Hampa Pola Aliran <i>Bubbly</i>	73
4.2.3 Fraksi Hampa Pola Aliran <i>Slug-annular</i>	75
4.2.4 Fraksi Hampa Pola Aliran <i>Annular</i>	77
4.2.5 Fraksi Hampa Pola Aliran <i>Churn</i>	79
4.3 Gradien Tekanan	81
4.3.1 Pengaruh Kecepatan Superfisial terhadap Gradien Tekanan	81
4.3.2 Gradien Tekanan terhadap Waktu.....	82
BAB V.....	84
5.1. Kesimpulan.....	84
5.1.1. Pola Aliran dan Peta Pola Aliran	84
5.1.2. Fraksi Hampa	85
5.1.3. Gradien Tekanan	85
5.2. Saran.....	86
DAFTAR PUSTAKA	87

LAMPIRAN.....	89
---------------	----

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Pola aliran pada circular microchannels berdiameter 1,097 mm (Triplett dkk., 1999).....	7
Gambar 2.2	Perbandingan peta pola aliran pada circular microchannels berdiameter 1,097 mm dengan peta pola aliran peneliti terdahulu Triplett dkk., (1999).....	8
Gambar 2.3	Perbandingan nilai terukur (total) dan nilai perhitungan dengan asumsi aliran homogen (akselerasi) (Triplett dkk., 1999).....	9
Gambar 2.4	Hubungan antara pengukuran dengan fraksi hampa homogen (Kawahara dkk., 2002)	10
Gambar 2.5	Peta pola aliran (Serizawa dkk., 2002).....	11
Gambar 2.6	Data gradien tekanan gesek dua fase (Kawahara dkk., 2002).....	12
Gambar 2.7	Peta pola aliran : (a) 530 μm dan (b) 250 μm (Chung dan Kawaji, 2004)	13
Gambar 2.8	Hubungan antara fraksi hampa dan volumetric quality (Chung dan Kawaji, 2004).....	14
Gambar 2.9	Pengaruh JG dan JL terhadap fraksi hampa.....	16
Gambar 2.10	(a) Pengaruh JL terhadap gradien tekanan pada berbagai JG, (b) Pengaruh JG terhadap gradien tekanan pada berbagai JL (Sudarja dkk., 2016)	17
Gambar 2.11	Pola aliran pada konsentrasi gliserin 60% : (a) Bubbly: JG = 0,116 m/s ; JL = 0,539 m/s, (b) Plug: JG = 0,116 m/s ; JL = 0,033 m/s, (c) Slug-annular: JG = 9,62 m/s ; JL = 0,091 m/s, (d) Annular: JG = 66,2 m/s ; JL = 0,149 m/s dan (e) Churn: JG = 22,26 m/s ; JL = 2,297 m/s. (Sudarja dkk., 2018).....	18
Gambar 2.12	Peta pola aliran konsentrasi gliserin 60% (Sudarja dkk., 2018).....	19
Gambar 2.13	Pola aliran bubbly pada mini channel (Triplett dkk., 1999)	22
Gambar 2.14	Pola aliran slug pada mini channel (Triplett dkk., 1999).	23

Gambar 2.15	Pola aliran slug annular pada mini channel (Triplett dkk., 1999).	23
Gambar 2.16	Pola aliran annular pada mini channel (Triplett dkk., 1999).....	24
Gambar 2.17	Pola aliran churn pada mini channel (Triplett dkk., 1999)	24
Gambar 2.18	Fraksi hampa local (thome, 2004).....	25
Gambar 2.19	Skema fraksi hampa chordal (Thome, 2004)	25
Gambar 2.20	Fraksi hampa cross-section (Thome, 2004)	26
Gambar 2.21	Fraksi hampa volumetrik (Thome, 2004).....	26
Gambar 2.22	Digital Image processing (Mayor dkk., 2007)	27
Gambar 2.23	Contoh gambar RGB dengan aliran plug	28
Gambar 2.24	Contoh gambar greyscale dengan aliran plug	28
Gambar 2.25	Contoh gambar biner dengan aliran plug	28
Gambar 3.1	Cairan (a) butanol dan (b) akuades	33
Gambar 3.2	Grafik perbandingan index butanol dan nilai surface tension.....	34
Gambar 3.3	Skema Instalasi Penelitian.....	35
Gambar 3.4	Kompresor.....	36
Gambar 3.5	Watertrap.....	37
Gambar 3.6	<i>Flowmeter</i> Udara.....	38
Gambar 3.7	Penampung Fluida Cair.....	39
Gambar 3.8	Pompa air.....	40
Gambar 3.9	Flowmeter Air	41
Gambar 3.10	Bejana bertekanan	42
Gambar 3.11	<i>Gate Valve</i>	43
Gambar 3.12	<i>Check Valve</i>	43
Gambar 3.13	Kamera	44

Gambar 3.14	<i>Mixer</i>	45
Gambar 3.15	<i>Test Section</i>	46
Gambar 3.16	Lampu LED.....	46
Gambar 3.17	<i>Pressure Transducer</i>	47
Gambar 3.18	Arduino UNO.....	47
Gambar 3.19	Komputer.....	48
Gambar 3.20	Grafik Kalibrasi MPX.....	49
Gambar 3.21	Diagram Alir Penelitian	50
Gambar 3.22	Sampel gambar RGB.....	54
Gambar 3.23	Sampel gambar grayscale.....	54
Gambar 3.24	Sampel gambar Crop.....	55
Gambar 3.25	Sampel gambar pembalikan warna	55
Gambar 3.26	Filtering	55
Gambar 3.27	Biner	56
Gambar 4.1	Peta pola aliran butanol 5%.....	68
Gambar 4.2	Perbandingan peta pola aliran dengan garis transisi (Fukano dan Kariyaki, 1993).....	69
Gambar 4.3	Perbandingan peta pola aliran dengan garis transisi (Chung dan Kawaji 2004)	70
Gambar 4.4	pengaruh J_G terhadap gradien tekanan dengan variasi J_L	81
Gambar 4.5	pengaruh J_L terhadap gradien tekanan dengan variasi J_G	82
Gambar 4.6	Gradien tekanan terhadap waktu pada $J_G = 22,6$ m/s dan $J_L = 0,232$ m/s	83

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Sifat fisik udara	32
Tabel 3.2	Sifat fisik cairan (Hasil uji Laboratorium Thermal UGM)	33
Tabel 3.3	Spesifikasi kompresor	36
Tabel 3.4	Spesifikasi watertrap	37
Tabel 3.5	Spesifikasi flowmeter udara.....	38
Tabel 3.6	Spesifikasi Penampung Akuades dan Butanol.....	39
Tabel 3.7	Spesifikasi pompa air	40
Tabel 3.8	Spesifikasi flowmeter air	41
Tabel 3.9	Spesifikasi Bejana Bertekanan.....	42
Tabel 3.10	Spesifikasi kamera	44
Tabel 3.11	Spesifikasi Pressure Transducer.....	47
Tabel 3.12	Spesifikasi Akuisisi Data	48
Tabel 4.1	Perbandingan pola aliran plug dengan konsentrasi butanol 5%, dengan nilai JG tetap 0,066m/s dan nilai JL bervariasi.....	58
Tabel 4.2	Perbandingan pola aliran plug dengan konsentrasi butanol 5%, dengan nilai JG bervariasi dan nilai JL tetap 0,149 m/s.....	59
Tabel 4.3	Perbandingan pola aliran bubbly dengan konsentrasi butanol 5%, dengan nilai JG tetap 0,116 m/s dan nilai JL bervariasi.....	60
Tabel 4.4	Perbandingan pola aliran bubbly dengan konsentrasi butanol 5%, dengan nilai JG bervariasi dan nilai JL tetap 0,879 m/s.....	61
Tabel 4.5	Perbandingan pola aliran slug annular dengan konsentrasi butanol 5%, dengan nilai JG tetap 0,7 m/s dan nilai JL bervariasi.....	62
Tabel 4.6	Perbandingan pola aliran slug annular dengan konsentrasi butanol 5%, dengan nilai JG bervariasi dan nilai JL tetap 0,149 m/s.....	63
Tabel 4.7	Perbandingan pola aliran annular dengan konsentrasi butanol 5%, dengan nilai JG tetap 50 m/s dan nilai JL bervariasi.....	64

Tabel 4.8	Perbandingan pola aliran annular dengan konsentrasi butanol 5%, dengan nilai JG bervariasi dan nilai JL tetap 0,091 m/s.....	65
Tabel 4.9	Perbandingan pola aliran churn dengan konsentrasi butanol 5%, dengan nilai JG tetap 50 m/s dan nilai JL bervariasi.....	66
Tabel 4.10	Perbandingan pola aliran churn dengan konsentrasi butanol 5%, dengan nilai JG bervariasi dan nilai JL tetap 0,879 m/s.....	67
Tabel 4.11	Fraksi hampa aliran plug.....	72
Tabel 4.12	Fraksi hampa aliran bubbly.....	74
Tabel 4.13	Fraksi hampa aliran slug-annular.....	76
Tabel 4.14	Fraksi hampa aliran annular.....	78
Tabel 4.15	Fraksi hampa aliran <i>churn</i>	80

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Tabel Variasi Kecepatan Superfisial Gas (J_G) Terhadap Gradien Tekanan Pada Butanol 5%.....	89
Lampiran 2	Tabel Variasi Kecepatan Superfisial Cairan (J_L) Terhadap Gradien Tekanan Pada Butanol 5%.....	92
Lampiran 3	Hasil Kalibrasi <i>Pressure Transducer MPX System</i>	94
Lampiran 4	Matriks Pengambilan Data Pola Aliran	95
Lampiran 5	Tabel terbentuknya pola aliran <i>plug</i> , <i>bubbly</i> dan <i>slug-annular</i>	96
Lampiran 6	Tabel terbentuknya pola aliran <i>annular</i> dan <i>churn</i>	97
Lampiran 7	Hasil Uji Laboratorium Campuran Aquades dan Butanol.....	98

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)
D_H	= Diameter pipa (mm)
L	= Panjang pipa (m)
ρ	= Massa jenis (kg/m^3)