SKRIPSI

STUDI EXPERIMENTAL TENTANG POLA ALIRAN DAN FRAKSI HAMPA ALIRAN MULTI KOMPONEN DUA-FASA GAS-CAMPURAN AQUADES 65% GLISERIN 30% BUTANOL 5% PADA PIPA MINI HORISONTAL

Ditujukan untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik

Disusun Oleh :

Bayu Hermawan

20160130179

PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

2019

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama	:	Bayu Hermawan
Nomor Induk Mahasiswa	:	20160130179
Program Studi	:	S-1 Teknik Mesin
Fakultas	:	Teknik
Judul Penelitian	:	Studi Experimental Tentang Pola Aliran Dan Fraksi Hampa Aliran Multi Komponen Dua-Fasa Gas-Campuran Aquades 65% Gliserin 30% Butanol 5% Pada Pipa Mini Horisontal

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.

Yogyakarta, 11 Januari 2021

Bayu Hermawan

HALAMAN PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِيْمِ

Dengan mengucap 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. Kedua orang tua tercinta, bapak slamet yani dan ibu Suprehatin yang tak ada hentinya mendoakan, yang selalu mendukung perjalanan hidup, yang mengupayakan anaknya bisa kuliah hingga sekarang, dalam hal ini penulis hanya dapat mendoakan semoga selalu dalam rahmad Allah SWT, semoga dapat pengampunan dan amal beliau dilimpah gandakan oleh Allah SWT
2. Keluarga besar Sumo Kardi yang tak lelah mendoakan dan mendukung agar bisa selesai dalam penulisan naskah ini.
3. Terimakasih kepada Dr.Ir. Sudarja M.T. dan Dr.Ir. Sukamta M.T.,IPM. Yang telah menjadi pembimbing dan mengajari banyak hal sehingga dapat menyelesaikan naskah ini sesuai yang diharapkan.
4. Sahabat saya yang tidak banyak tapi setia Iskandar hasibuan, Daniel YP, Ketut, Koppral dan yohanes yang menjadi keluarga tak sedarah dari bangku sekolah hingga kuliah masih tetap bersama, semoga kebaikan mereka dibalas oleh sang pencipta.
5. Idham usop, Fahmi kibil dan Mira Fitriana Maharani yang selalu memotivasi dan mendengarkan keluh kesah dalam penulisan ini, serta sebagai orang yang senantiasa membantu dalam masalah apapun. Terimakasih saya ucapakan dan semoga diberi jalan kemudahan untuk kita semua.
6. Teman-teman kos bayu ismarwanto (mirbay) penghuni boleh berganti tapi kalian tetap dihati.

7. Sahabat mirbay, sesepuh mawan, gayuh, kuntos, syech, cahyo, pahlevi, rezdar, mustaq, jody, loka dan puji terimakasih telah menjadi keluarga tidak sedarah
8. Teman teman kelas E dan seluruh angkatan teknik mesin 2016 yang sama-sama berjuang dalam perkuliahan dari awal semester.
9. Teman teman Bem KMFT terimakasih atas ilmunya yang didapat, semoga kedepannya lebih baik.
10. Teruntuk semua orang yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu terimaksih sebesar-besarnya karena telah menjadi guru dalam kehidupan.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbilalaamiin atas segala limpahan nikmat dan karunia yang Allah SWT berikan, tugas akhir dengan judul "studi experimental tentang pola alirandan fraksi hampa aliran multi komponen dua-fasa gas-campuran aquades 65% gliserin 30% butanol 5% pada pipa mini horisontal" dalam bentuk penyusunan skripsi ini dapat diselesaikan. 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 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 Dr. Ir. Sudarja M.T., selaku dosen pembimbing utama tugas akhir atas bimbingan, bantuan dan saran-saran yang telah diberikan kepada penyusun dalam menyelesaikan skirpsi ini.
3. Bapak Dr. Ir. Sukamta M.T., IPM., selaku dosen pembimbing pendamping tugas akhir atas bimbingan, bantuan dan saran-saran yang telah diberikan kepada penyusun dalam menyelesaikan skirpsi ini.
4. Bapak Novi Caroko, S.T., M.eng. selaku dosen penguji.
5. 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, 11 Januari 2021

Bayu Hermawan

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDU……..…….....i
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI .....**Error! Bookmark not defined.**
HALAMAN PERNYATAAN .....**Error! Bookmark not defined.**
HALAMAN PERSEMBAHAN 3
KATA PENGANTAR 5
DAFTAR ISI.....6
DAFTAR GAMBAR 9
DAFTAR TABEL.....12
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN 14
INTISARI.....**Error! Bookmark not defined.**
ABSTRACT.....**Error! Bookmark not defined.**
BAB I PENDAHULUAN.....**Error! Bookmark not defined.**
1.1 Latar Belakang .....**Error! Bookmark not defined.**
1.2 Rumusan masalah.....**Error! Bookmark not defined.**
1.3 Batasan Masalah.....**Error! Bookmark not defined.**
1.4 Tujuan Penelitian.....**Error! Bookmark not defined.**
1.5 Manfaat Penelitian.....**Error! Bookmark not defined.**
BAB I I TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI.... **Error! Bookmark not defined.**
2.1 Tinjauan Pustaka .....**Error! Bookmark not defined.**
2.2 Dasar Teori .....**Error! Bookmark not defined.**
2.2.1 Fase dan Aliran Dua Fase .....**Error! Bookmark not defined.**
2.2.2 Tegangan Permukaan.....**Error! Bookmark not defined.**
2.2.3 Kecepatan Superfisial .....**Error! Bookmark not defined.**
2.2.3. Viskositas.....**Error! Bookmark not defined.**
2.2.4 Gliserin.....**Error! Bookmark not defined.**
2.2.5. Butanol.....**Error! Bookmark not defined.**
2.2.6 Pola Aliran Dua Fase .....**Error! Bookmark not defined.**
2.2.7 Peta Pola Aliran Dua Fase .....**Error! Bookmark not defined.**
2.2.8 Fraksi Hampa (*Void Fraction*) Aliran Dua Fase **Error! Bookmark not defined.**

2.2.9 Digital Image Processing ..... **Error! Bookmark not defined.**
BAB III ..... **Error! Bookmark not defined.**
METODE PENELITIAN ..... **Error! Bookmark not defined.**
3.1 Bahan Penelitian ..... **Error! Bookmark not defined.**
3.2 Alat Penelitian ..... **Error! Bookmark not defined.**
3.2.1 Skema Alat yang Digunakan ..... **Error! Bookmark not defined.**
3.2.2 Aliran Fluida Udara ..... **Error! Bookmark not defined.**
3.2.3. Aliran Fluida Air ..... **Error! Bookmark not defined.**
3.2.4 Peralatan Pengambilan Gambar ..... **Error! Bookmark not defined.**
3.2.5 Seksi Uji ..... **Error! Bookmark not defined.**
3.3 Tempat Penelitian ..... **Error! Bookmark not defined.**
3.4 Diagram Alir Penelitian ..... **Error! Bookmark not defined.**
3.5 Prosedur Pengambilan Data ..... **Error! Bookmark not defined.**
BAB IV ..... **Error! Bookmark not defined.**
HASIL DAN PEMBAHASAN ..... **Error! Bookmark not defined.**
4.1 Pola Aliran ..... **Error! Bookmark not defined.**
4.1.1 Pola Aliran *Plug* ..... **Error! Bookmark not defined.**
4.1.2 Pola Aliran *Bubbly* ..... **Error! Bookmark not defined.**
4.1.3 Pola Aliran *Slug Anular* ..... **Error! Bookmark not defined.**
4.1.4 Pola Aliran *Annular* ..... **Error! Bookmark not defined.**
4.1.5 Pola Aliran *churn* ..... **Error! Bookmark not defined.**
4.2 Peta Pola Aliran ..... **Error! Bookmark not defined.**
4.2.1 Perbandingan Peta Pola Aliran dengan Penelitian Terdahulu ..... **Error! Bookmark not defined.**
4.3 Fraksi Hampa (*Void Vraction)* ..... **Error! Bookmark not defined.**
4.3.1 Fraksi Hampa Pola Aliran *Plug* ..... **Error! Bookmark not defined.**
4.3.2 Fraksi Hampa Pola Aliran *Bubbly* ..... **Error! Bookmark not defined.**
4.3.3 Fraksi Hampa Pola Aliran *Slug-Annular* ..... **Error! Bookmark not defined.**
4.3.4 Fraksi Hampa Pola Aliran *Annular* ..... **Error! Bookmark not defined.**
4.3.5 Fraksi Hampa Pola aliran *Churn* ..... **Error! Bookmark not defined.**
BAB V ..... **Error! Bookmark not defined.**
KESIMPULAN DAN SARAN ..... **Error! Bookmark not defined.**

5.1 Kesimpulan.....**Error! Bookmark not defined.**
5.2 Saran.....**Error! Bookmark not defined.**
DAFTAR PUSTAKA .....**Error! Bookmark not defined.**
LAMPIRAN.....**Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Gambar peta pola aliran (Triplett, Dkk. 1999) ..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 2. 2 Bentuk pola aliran (Serizawa Dkk.,2002)..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 2. 3 Peta pola aliran (Serizawa Dkk, 2002) ..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 2. 4 Hubungan antara fraksi hampa dan kualitas volumetrik dari eksperimen (Chung dan Kawaji, 2004) ..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 2. 5 Peta pola aliran aliran dua fase gas-cair B3 (Sudarja Dkk., 2019) .....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 2. 6 Perbandingan peta pola aliran aliran dua fase Sudarja (2019), Triplet (1999), dan Chung, Kawaji (Sudarja Dkk., 2019) **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 2. 7 Pola aliran dua fasa (Serizawa., 2002)..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 2. 8 Peta pola aliran Sudarja Dkk. (2014) dibandingkan dengan peta pola aliran Triplet Dkk. (1999).....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3. 1 Cairan (a) gliserin, (b) butanol dan (c) akuades ...**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3. 2 Skema instalasi penelitian .....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3. 3 Kompresor .....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3. 4 Flowmeter udara .....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3. 5 Regulator dan filter.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3. 6 Penampung fluida cair .....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3. 7 Pompa air.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3. 8 *Flowmeter* air.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3. 9 Bejana tekan.....**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 3. 10 *Ball* valve.....**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 3. 11 *Check valve*.....**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 3. 12 Kamera.....**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 3. 13 *Mixer*.....**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 3. 14 *Test section* .....**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 3. 15 Lampu LED .....**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 3. 16 Diagram alir penelitian .....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 1 Peta pola aliran udara-air dan aquades gliserin butanol ……**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 2 Perbandingan peta pola aliran hasil penelitian ini dengan peta pola aliran Sudarja (2019). .....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 3 Perbandingan peta pola aliran hasil penelitian ini dengan peta pola aliran Triplett Dkk. (1999). .....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 4 Pola aliran *plug* pada (a) J_G = 0,025 m/s dan J_L = 0,149 m/s (b) J_G = 0,423 m/s dan J_L = 0,149 m/s .....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 5 *Time average* fraksi hampa pola aliran *plug* pada (a) J_G = 0,025 m/s dan J_L = 0,149 m/s (b) J_G = 0,423 m/s dan J_L = 0,149 m/s.…. **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 6 PDF fraksi hampa pola aliran *plug* pada (a) J_G = 0,025 m/s dan J_L = 0,149 m/s (b) J_G = 0,423 m/s dan J_L = 0,149 m/s.**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 7 Pola aliran *bubbly* pada (a) J_G = 0,116 m/s dan J_L = 2,297 m/s (b) J_G = 0,423 dan J_L = 2,297 m/s.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 8 *Time average* fraksi hampa pola aliran *bubbly* pada (a) J_G = 0,116 m/s dan J_L = 2,297 m/s (b) J_G = 0,423 m/s dan J_L = 2,297 m/s .....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 9 PDF fraksi hampa pola aliran *bubbly* pada (a) J_G = 0,116 m/s dan J_L = 2,297 m/s (b) J_G = 0,423 m/s dan J_L = 2,297 m/s..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 10 Pola aliran *slug-annular* pada (a) J_G = 1,941 m/s dan J_L = 0,149 m/s (b) J_G = 9.62 m/s dan J_L = 0,149 m/s**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 11 *Time average* fraksi hampa pola aliran *slug-annular* pada (a) J_G = 3 m/s dan J_L = 0,149 m/s (b) J_G = 9.62 m/s dan J_L = 0,149 m/s .....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 12 PDF fraksi hampa pola aliran *slug-annular* pada (a) J_G = 3 m/s dan J_L = 0,149 m/s (b) J_G = 9.62 m/s dan J_L = 0,149 m/s ..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 13 Pola aliran *annular* pada (a) J_G = 50 m/s dan J_L = 0,149 m/s (b) J_G = 66,3 m/s dan J_L = 0,149 m/s.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 14 *Time average* fraksi hampa pola aliran *annular* pada (a) J_G = 50 m/s dan J_L = 0,149 m/s (b) J_G = 66,3 m/s dan J_L = 0,149 m/s..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 15 PDF fraksi hampa pola aliran *annular* pada (a) J_G = 50 m/s dan J_L = 0,149 m/s (b) J_G = 66,3 m/s dan J_L = 0,149 m/s**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 16 Pola aliran *churn* pada (a) J_G = 9,62 m/s dan J_L = 0,879 m/s (b) J_G = 22,6 m/s dan J_L = 0,879 m/s .....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 17 *Time average* fraksi hampa pola aliran *churn* pada (a) J_G = 22,6 m/s dan J_L = 0,879 m/s (b) J_G = 22,6 m/s dan J_L = 0,879 m/s ..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 18 PDF fraksi hampa pola aliran *churn* pada (a) J_G = 22,6 m/s dan J_L = 0,879 m/s (b) J_G = 22,6 m/s dan J_L = 0,879 m/s**Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi gliserin .....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 2. 2 Spesifikasi butanol .....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4. 1 Perbandingan pola aliran *plug* dengan konsentrasi Gliserin 30%, Butanol 5% dan Aquades 65% dengan nilai J_G tetap, J_G = 0,025 m/s dan J_L bervariasi……**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4. 2 Perbandingan pola aliran *plug* dengan konsentrasi Gliserin 30% dan Butanol 5% dengan nilai J_L tetap, J_L = 0,539 m/s, dan J_G bervariasi .....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4. 3 Perbandingan pola aliran *bubbly* dengan Gliserin 30% dan Butanol 5% nilai J_G tetap, J_G = 0,116 m/s dan J_L bervariasi**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4. 4 Perbandingan pola *bubbly* aliran dengan konsentrasi Gliserin 30% dan Butanol 5% nilai J_L tetap, J_L = 2,297 m/s dan J_G bervariasi..... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4. 5 Perbandingan pola *slug anular* aliran dengan konsentrasi Gliserin 30% dan Butanol 5% nilai J_G tetap, J_G = 4.238 m/s dan J_L bervariasi. **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4. 6 Perbandingan pola *slug anular* aliran dengan konsentrasi Gliserin 30% dan Butanol 5% nilai J_L tetap, J_L = 0,149 dan J_G bervariasi..... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4. 7 Perbandingan pola *anular* aliran dengan konsentrasi Butanol 5% nilai J_G tetap, J_G = 58,05 m/s dan J_L bervariasi **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4. 8 Perbandingan pola *anular* aliran dengan konsentrasi Gliserin 30% dan Butanol 5% nilai J_L tetap, J_L = 0,033 m/s dan J_G bervariasi..... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4. 9 Perbandingan pola *Churn* aliran dengan konsentrasi Butanol 5% nilai J_G tetap, J_G = 4.238 m/s dan J_L bervariasi **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4. 10 Perbandingan pola *anular* aliran dengan konsentrasi Butanol 5% nilai J_L tetap, J_L = 0,879 m/s dan J_G bervariasi**Error! Bookmark not defined.**

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)