

SKRIPSI

**KAJIAN EKSPERIMENTAL ALIRAN MULTI KOMPONEN (UDARA,
AKUADES 65%, GLISERIN 30%, BUTANOL 5%) PADA PIPA MINI
DENGAN KEMIRINGAN 40 DERAJAT TERHADAP HORIZONTAL**

Ditunjukkan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar
Sarjana Teknik



UMY

**UNIVERSITAS
MUHAMMADIYAH
YOGYAKARTA**

Unggul & Islami

Disusun oleh :

Pifhe Muhamad Akbar

20170130124

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

2021

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Pifhe Muhamad Akbar
Nomor Induk Mahasiswa : 20170130124
Program Studi : S-1 Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Penelitian : Kajian Eksperimental Aliran Multi Komponen
(Udara, Akuades 65%, Gliserin 30%, Butanol
5%) Pada Pipa Mini Dengan Kemiringan 40
Derajat Terhadap 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, 20 Agustus 2021



Pifhe Muhamad Akbar

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. Kedua orang tua tercinta, bapak Armidin dan ibu Leni Marlina 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. Terimakasih kepada Dr.Ir. Sudarja M.T. dan Prof. Dr.Ir. Sukamta M.T.,IPM. yang telah menjadi pembimbing dan mengajari banyak hal sehingga dapat menyelesaikan naskah ini sesuai yang diharapkan.
3. Bapak ibu dosen dan staf serta laboran Program Studi S1 Teknik Mesin yang telah memberikan banyak pengalaman dan bantuan kepada penulis selama berada di lingkungan Program Studi S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
4. Sahabat saya yang tidak banyak tapi setia Ray Hari dan Yan Febbi yang menjadi keluarga tak sedarah dari bangku sekolah hingga kuliah masih tetap bersama yang selalu senantiasa memotivasi dan mendengarkan keluh kesah, serta selalu membantu dalam masalah apapun. Semoga kebaikan mereka dibalas oleh sang pencipta.
5. Teman-teman kontrakan ninja yang selalu mebantu selama perkuliahan, semoga kita semua senantiasa diberi jalan yang terbaik dan dimudahkan segala hal yang dihadapi kedepannya.

6. Teman-teman satu kelompok Tugas Akhir Aliran Dua Fase, mas Adi, mas Heru, Aldi (yonglex), Tri (boge), Naufal, Arisky, Ravian (menye) yang telah membantu selama pengambilan data, pengolahan data, dan penulisan. Semoga semua yang telah dilakukan mendapatkan balasan yang setimpal oleh Allah S.W.T.
7. Teman teman satu kelas atau yang biasa disebut Mas Kamto Crew (MKC) yang telah menerima kehadiran saya di kehidupan kalian semua, yang telah membantu saat kesusahan dalam perkuliahan maupun sehari-hari. Semoga kebaikan kalian dibalas oleh Allah S.W.T. dengan setimpal.
8. Teman teman angkatan teknik mesin 2017 yang sama-sama berjuang dalam perkuliahan dari awal semester.
9. Teman teman pengurus HMM yang telah memberikan pengalaman yang sangat berharga. Terimakasih atas ilmunya yang didapat, semoga kedepannya lebih baik.
10. Teruntuk semua orang yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu terimakasih sebesar-besarnya karena telah menjadi guru dalam kehidupan.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullaahi Wabarakaatuh.

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat, nikmat, dan karunia-Nya yang telah diberikan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Shalawat beriring salam insya Allah selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW, yang telah membimbing kita dari zaman yang penuh kegelapan menuju zaman yang terang benderang ini. Alhamdulillah rabbilalaaamiin penulis telah menyelesaikan tugas akhir dengan judul **“Kajian Eksperimental Aliran Multi Komponen (Udara, Akuades 65%, Gliserin 30%, Butanol 5%) Pada Pipa Mini Dengan Kemiringan 40 Derajat Terhadap Horisontal”**. Tugas akhir ini menjelaskan tentang karakteristik pola dan peta aliran, nilai fraksi hampa, dan gradien tekanan aliran dua fase pada pipa mini dengan kemiringan 40 derajat terhadap horisontal.


Penulis sangat bersyukur karena dapat menyelesaikan tugas akhir ini yang menjadi syarat memperoleh gelar sarjana dan sebagai bukti bahwa penulis telah menyelesaikan kuliah jenjang Strata-1 di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Selain itu, penulis juga banyak mengucapkan terima kasih kepada pihak yang telah membantu penulis dalam proses penyusunan tugas akhir ini.

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis menyadari bahwa tugas akhir ini jauh dari kata sempurna dan masih banyak kekurangan, seperti pepatah yang mengatakan bahwa “Tiada gading yang tak retak”. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dan memotivasi dari semua pihak untuk memperbaiki tugas akhir ini agar lebih baik lagi dimasa yang akan datang.

Semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat dan digunakan sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya. Atas perhatiannya penulis mengucapkan banyak terima kasih. Wassalamu'alaikum Warahmatullaahi Wabarakaatuh.

Yogyakarta, 31 Agustus 2021

Penulis,

A handwritten signature in black ink, consisting of several vertical and diagonal strokes on the left side, followed by a series of connected, wavy horizontal lines that form a stylized, cursive-like shape.

(Pifhe Muhamad Akbar)

DAFTAR ISI

| | |
|--|--------------|
| LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI | ii |
| HALAMAN PERNYATAAN..... | iii |
| HALAMAN PERSEMBAHAN | iv |
| KATA PENGANTAR..... | vi |
| DAFTAR ISI..... | viii |
| DAFTAR GAMBAR..... | xii |
| DAFTAR TABEL | xiv |
| DAFTAR LAMPIRAN | xvii |
| DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN..... | xviii |
| INTISARI | i |
| ABSTRACT | ii |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| 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 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI | 5 |
| 2.1 Tinjauan Pustaka..... | 5 |
| 2.2 Dasar Teori..... | 8 |
| 2.2.1 Fase dan Aliran Dua Fase | 8 |

| | | |
|--|--------------------------------|-----------|
| 2.2.2 | Pola Aliran | 9 |
| 2.2.3 | Peta pola aliran..... | 10 |
| 2.2.4 | Kecepatan Superfisial | 12 |
| 2.2.5 | Viskositas..... | 13 |
| 2.2.6 | Tegangan Permukaan..... | 13 |
| 2.2.7 | Gliserin..... | 13 |
| 2.2.8 | Butanol..... | 14 |
| 2.2.9 | Akuades..... | 15 |
| 2.2.10 | Gradien Tekanan..... | 15 |
| 2.2.11 | Fraksi Hampa | 15 |
| 2.2.12 | Digital Image Processing | 17 |
| 2.2.12.1 | <i>Image</i> | 17 |
| 2.2.12.2 | <i>Noise</i> | 18 |
| 2.2.12.3 | <i>Filtering</i> | 18 |
| 2.2.12.4 | Metode Analisis statistik..... | 19 |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN | | 20 |
| 3.1 | Alat Penelitian..... | 20 |
| 3.2 | Bahan Penelitian | 35 |
| 3.3 | Tempat Penelitian | 37 |
| 3.4 | Skema Alat Uji..... | 37 |
| 3.5 | Diagram Alir Penelitian | 39 |
| 3.6 | Tahapan Penelitian..... | 40 |
| 3.7 | Pengolahan Data | 41 |

| | | |
|--|---|-----------|
| 3.7.1 | Pola Aliran Dan Peta Pola Aliran..... | 41 |
| 3.7.2 | Fraksi Hampa | 41 |
| 3.7.3 | Gradien Tekanan | 43 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | | 44 |
| 4.1 | Kalibrasi Alat Ukur..... | 44 |
| 4.2 | Pola Aliran | 45 |
| 4.2.1 | Pola Aliran <i>Dispersed Bubble</i> | 45 |
| 4.2.2 | Pola Aliran <i>Plug</i> | 47 |
| 4.2.3 | Pola Aliran <i>Slug Annular</i> | 49 |
| 4.2.4 | Pola Aliran <i>Annular</i> | 52 |
| 4.2.5 | Pola Aliran <i>Churn</i> | 54 |
| 4.3 | Peta Pola Aliran | 56 |
| 4.4 | Perbandingan Peta Pola Aliran | 58 |
| 4.5 | Fraksi Hampa (<i>Void Fraction</i>)..... | 61 |
| 4.5.1 | Fraksi Hampa Pola Aliran <i>Dispersed Bubble</i> | 61 |
| 4.5.2 | Fraksi Hampa Pola Aliran <i>Plug</i> | 63 |
| 4.5.3 | Fraksi Hampa Pola Aliran <i>Slug Annular</i> | 64 |
| 4.5.4 | Fraksi Hampa Pola Aliran <i>Annular</i> | 65 |
| 4.5.5 | Fraksi Hampa Pola Aliran <i>Churn</i> | 67 |
| 4.6 | Gradien Tekanan..... | 68 |
| 4.6.1 | Pengaruh Kecepatan Superfisial Terhadap Gradien Tekanan pada Aliran Dua Fase Udara-Akuades 65%, Gliserin 30% dan Butanol 5% dengan kemiringan 40 Derajat Terhadap horisontal..... | 69 |

| | |
|---|-----------|
| 4.6.2 Pengaruh Gradien Tekanan Terhadap Waktu | 70 |
| BAB V PENUTUP..... | 71 |
| 5.1 Kesimpulan | 71 |
| 5.2 Saran | 73 |
| DAFTAR PUSTAKA | 74 |
| LAMPIRAN..... | 76 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 2.1 Pola aliran Triplett dkk. (1999)..... | 6 |
| Gambar 2.2 Perbandingan peta pola aliran Triplett dkk. (1999) dengan beberapa penelitian sebelumnya..... | 7 |
| Gambar 2.3 Peta pola aliran Sudarja, (2014)..... | 8 |
| Gambar 2.4 Peta pola aliran Saisorn & Wongwises, (2008)..... | 11 |
| Gambar 2.5 Peta pola aliran Sudarja, (2021)..... | 11 |
| Gambar 2.6 Fraksi Hampa <i>chordal</i> | 16 |
| Gambar 3.1 Kompresor..... | 20 |
| Gambar 3.2 Bak Penampungan Fluida..... | 21 |
| Gambar 3.3 Pompa..... | 22 |
| Gambar 3.4 Bejana Bertekanan..... | 23 |
| Gambar 3.5 Mixer..... | 24 |
| Gambar 3.6 Pipa Kaca dan Seksi Uji..... | 25 |
| Gambar 3.7 Optical Correction Box..... | 25 |
| Gambar 3.8 Flens..... | 26 |
| Gambar 3.9 (a) Flowmeter Udara, (b) Flowmeter Air..... | 27 |
| Gambar 3.10 Selang..... | 29 |
| Gambar 3.11 Check Valve..... | 29 |
| Gambar 3.12 <i>Gate Valve</i> | 30 |
| Gambar 3.13 Lampu..... | 30 |

| | |
|---|----|
| Gambar 3.14 Kamera | 31 |
| Gambar 3.15 Advantec USB-4704 | 33 |
| Gambar 3.16 Komputer..... | 35 |
| Gambar 3.17 Fluida Cair..... | 35 |
| Gambar 3.18 Skema Alat Uji | 37 |
| Gambar 3.19 Diagram Alir | 39 |
| Gambar 4.1 Grafik kalibrasi <i>system</i> MPX | 44 |
| Gambar 4.2 Peta pola aliran Udara-Akuades 65%, gliserin 30%, dan Butanol 5%. | 57 |
| Gambar 4.3 Perbandingan peta pola aliran hasil penelitian dengan peta pola aliran Triplett dkk. (1999)..... | 59 |
| Gambar 4.4 Perbandingan peta pola aliran hasil penelitian ini dengan peta pola aliran (Sudarja, 2021)..... | 60 |
| Gambar 4.5 Pengaruh JG terhadap gradien tekanan dengan variasi JL..... | 69 |
| Gambar 4.6 Pengaruh gradien tekanan terhadap waktu dengan akuades 65%, gliserin 30%, dan butanol 5% pada JG = 66,6 m/s dan JL = 0,0331 m/s. | 70 |
| Gambar 4.7 Grafik persebaran nilai gradien tekanan dengan akuades 65%, gliserin 30%, dan butanol 5% pada JG = 66,6 m/s dan JL = 0,0331 m/s. | 70 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 2.1 Sifat-sifat Gliserin..... | 14 |
| Tabel 2.2 Sifat-sifat Butanol..... | 14 |
| Tabel 2.3 Sifat-sifat Akuades..... | 15 |
| Tabel 3.1 Spesifikasi Kompresor..... | 21 |
| Tabel 3.2 Spesifikasi Bak Penampungan Fluida..... | 22 |
| Tabel 3.3 Spesifikasi Pompa..... | 23 |
| Tabel 3.4 Spesifikasi Bejana Bertekanan..... | 24 |
| Tabel 3.5 Spesifikasi Flowmeter Udara..... | 28 |
| Tabel 3.6 Spesifikasi Flowmeter Air..... | 28 |
| Tabel 3.7 Spesifikasi Kamera Nikon J4..... | 32 |
| Tabel 3.8 Spesifikasi Advantec USB-4704..... | 34 |
| Tabel 3.9 Sifat Fisik Campuran Fluida..... | 36 |
| Tabel 3.10 Sifat Fisik Udara..... | 36 |
| Tabel 4.1 Perbandingan pola aliran <i>dispersed bubble</i> pada $JG = 0,0251$ m/s dan nilai JL bervariasi..... | 46 |
| Tabel 4.2 Perbandingan pola aliran <i>dispersed bubble</i> dengan JL tetap dengan nilai yakni $JL = 2,308$ m/s dan nilai JG bervariasi..... | 47 |
| Tabel 4.3 Perbandingan pola aliran <i>plug</i> pada $JG = 0,1165$ m/s dan nilai JL bervariasi..... | 48 |

| | |
|--|----|
| Tabel 4.4 Perbandingan pola aliran <i>plug</i> dengan JL tetap dengan nilai yakni JL = 0,5415 m/s dan nilai JG bervariasi..... | 49 |
| Tabel 4.5 Perbandingan pola aliran <i>slug annular</i> dengan nilai JG tetap dengan nilai yakni JG = 9,666 m/s dan nilai JL bervariasi. | 50 |
| Tabel 4.6 Perbandingan pola aliran <i>slug annular</i> dengan nilai JL tetap dengan nilai yakni JL = 0,0331 m/s dan nilai JG bervariasi. | 51 |
| Tabel 4.7 Perbandingan pola aliran <i>annular</i> dengan nilai JG tetap yakni JG = 22,708 m/s dan nilai JL bervariasi. | 53 |
| Tabel 4.8 Perbandingan pola aliran <i>annular</i> dengan nilai JL tetap yakni JL = 0,0331 m/s dan nilai JG bervariasi..... | 54 |
| Tabel 4.9 Perbandingan pola aliran <i>churn</i> dengan nilai JG tetap yakni JG = 7,0336 m/s dan nilai JL bervariasi. | 55 |
| Tabel 4.10 Perbandingan pola aliran <i>churn</i> dengan nilai JL tetap yakni JL = 0,883 m/s dan nilai JG bervariasi..... | 56 |
| Tabel 4.11 Perbandingan <i>time average</i> dan PDF pola aliran <i>dispersed bubble</i> dengan JL = 2,308 m/s pada JG = 0,025 m/s dan JG = 0,1165 m/s. | 62 |
| Tabel 4.12 Perbandingan <i>time average</i> dan PDF pola aliran <i>plug</i> dengan JL = 0,5415 m/s pada JG = 0,025 m/s dan JG = 0,1165 m/s. | 63 |
| Tabel 4.13 Perbandingan <i>time average</i> dan PDF pola aliran <i>slug annular</i> dengan JL = 0,0331 m/s dan pada JG = 3,0144 m/s dan JG = 9,666 m/s. | 65 |
| Tabel 4.14 Perbandingan <i>time average</i> dan PDF pola aliran <i>annular</i> dengan JL = 0,1497 m/s pada JG = 22,708 m/s dan JG = 58,329 m/s. | 66 |
| Tabel 4.15 Perbandingan <i>time average</i> dan PDF pola aliran <i>churn</i> dengan JL = 0,8831 m/s pada JG = 7,033 m/s dan JG = 22,7 m/s. | 67 |

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel kecepatan superfisial terbentuknya pola aliran

Lampiran 2. Hasil uji laboratorium tegangan permukaan campuran akuades, gliserin, dan butanol

Lampiran 3. Hasil uji laboratorium viskositas campuran akuades, gliserin, dan butanol

Lampiran 4. Matriks Pengambilan data pola aliran

Lampiran 5. Formulir persetujuan jurnal

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)