

**KAJIAN EKSPERIMENTAL GRADIEN TEKANAN ALIRAN DUA-FASE MULTI  
KOMPONEN: (UDARA-CAMPURAN AQUADES 67%, GLISERIN 30%,  
BUTANOL 3%) PADA PIPA KAPILER**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai Derajat Strata-1

Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



**UMY**  
UNIVERSITAS  
MUHAMMADIYAH  
YOGYAKARTA

Unggul & Islami

Disusun oleh:

FIKRI NUR KHOLIS  
20180130070

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

**2023**

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fikri Nur Kholis  
Nomor Induk Mahasiswa : 20180130070  
Program Studi : S-1 Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik  
Judul Penelitian : Kajian Experimental Aliran Dua Fase Multi Komponen  
Udara-Campuran (Aquades 67%, Gliserin 30%, Butanol 3%)  
Pada Pipa Kapiler.

Saya menyatakan bahwa tugas akhir ini adalah karya asli saya dan tidak ada karya (tertulis) lain yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di Universitas lain. Selain itu, tidak ada pendapat atau temuan yang dipublikasikan dalam karya ilmiah ini, kecuali kutipan tertulis dengan mengacu pada sumber dalam naskah dan daftar pustaka.

Yogyakarta, 19 Juni 2023



Fikri Nur Kholis  
20180130070

## KATA PERSEMBAHAN

سَمِ اللهُ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

Mengucapkan Alhamdulillahirabbilalaamiin, panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan segala berkat dan dukungan serta doa dari orang-orang terkasih sehingga penulis dapat berdiri teguh untuk menyelesaikan karya ini dengan benar dan tepat waktu. Oleh karena itu, dengan rasa senang dan bangga, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Terimakasih untuk kedua orang tua tercinta, bapak Kholidin dan ibu Istiqomah yang tidak ada hentinya mendoakan, mendukung, dan mengupayakan untuk anak-anaknya supaya bisa menuntut ilmu sampai jenjang tertinggi yaitu sarjana. Dalam hal ini penulis hanya dapat mendoakan semoga beliau selalu dalam lindungan-Nya dan mendapat pengampunan serta amalnya dilipat gandakan oleh Alloh SWT.
2. Terimakasih kepada Dr. Ir. Sudarja, M.T., IPM., ASEAN Eng. dan Prof. Dr. Ir. Sukanta, S.T., M.T. yang telah menjadi pembimbing dan banyak memberikan pembelajaran tentang banyak hal sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini sesuai yang diharapkan.
3. Terimakasih kepada Thoharudin, S.T., M.T., Ph.D. selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan dan kritikan kepada penulis.
4. Dosen, asisten laboratorium dan juga staf program Studi S-1 Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang sudah memberikan banyak pengalaman dan dukungan kepada penulis.
5. Sahabat saya Miftaqul Arif, Akbar Afrizal yang telah banyak membantu dan mensupport selama masa perkuliahan sampai dengan titik dimana sekripsi ini selesai semoga kebaikan mereka dibalas lebih oleh yang Maha Kuasa.
6. Terimakasih untuk kaka-kaka saya khususnya Harman Iswahyudi yang telah membantu segala aspek dan mengajari tentang pahit-manisnya kehidupan selama di Yogyakarta. Terimakasih juga untuk adik-adik saya Khafsoh Fajri Maulidya dan Cahya Kholis Maulani dll yang telah menjadi *supportsystem* saya selama di akademis maupun non-akademis.
7. Teman-teman satu kelompok Tugas Akhir Aliran Dua Fase, Wenadi, Zidni, Razaq, dan Ikhsan yang telah membantu selama pengambilan data, pengolahan data, dan

penulisan. Semoga kalian semua di berikan imbalan yang setimpal oleh Alloh SWT dan semoga kesuksesan berpihak kepada kita semua.

8. Teman-teman angkatan Teknik Mesin 2018 yang telah sama-sama berjuang dalam perkuliahan dari awal masuk sampai dengan mendapat gelar Sarjana S-1.
9. Teman satu kost Sidik Ilman Prayogi dan Lentera Aditya Pratama yang menjadi keluarga tak sedarah yang telah bersedia untuk mendengarkan keluh kesah dan berbagi cerita. Semoga kita senantiasa diberi kemudahan oleh sang pencipta.
10. Kepada Putri Fisabili sebagai orang yang selalu sabar, perhatian, dan selalu memberikan semangat kepada saya. Semoga kita di pertemukan di jenjang yang lebih serius. amin
11. Teruntuk semua orang yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu terimakasih sebesar-besarnya karena telah menjadi guru besar dalam kehidupan saya.

## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakaatuh.

Dengan mengucapkan puji dan syukur atas kehadiran Alloh SWT. dengan limpahan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul "Kajian Experimental Gradien Tekanan Aliran Dua-Fase Multi Komponen Udara-Campuran (Aquadess 67%, Gliserin 30%, Butanol 3%) Pada Pipa Kapiler". Tugas Akhir ini menjelaskan tentang karakteristik gradien tekanan aliran dua fase pada pipa kapiler.

Penulis sangat bersyukur karena bisa menyelesaikan tugas akhir ini yang menjadi syarat mendapatkan gelar sarjana dan sebagai bukti bahwa penulis telah menyelesaikan kuliah jenjang Starta-1 di Program studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Selain itu, penulis juga mengucapkan banyak terimakasih kepada berbagai aspek yang telah membantu penulisan dalam penyusunan naskah tugas akhir ini.

Penulis sangat menyadari dalam pembuatan tugas akhir ini masih banyak kekurangan, hal ini dikarenakan keterbatasan penulis. Maka dengan segala kerendahan hati penulis mengharap kritik dan saran yang bersifat memperbaiki dan membangun dari pembaca.

Akhir kata semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat dan menambah wawasan ilmu pengetahuan tentang aliran dua fase terutama bagi mahasiswa Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakaatuh.

Yogyakarta, 19 Juni 2023



Fikri Nur Kholis  
20180130070

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>KATA PERSEMBAHAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN</b> .....	<b>xii</b>
<b>INTISARI</b> .....	<b>xiii</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>xiv</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 .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI</b> .....	<b>5</b>
2.1 Tinjauan Pustaka .....	5
2.2 Landasan Teori .....	8
2.2.1 Fluida dan Aliran Dua Fase .....	8
2.2.2 Kecepatan Superfisial .....	9
2.2.3 Viskositas .....	10
2.2.4 <i>Pressure Drop</i> .....	10
2.2.5 Gradien Tekanan .....	11
2.2.6 Bilangan Reynolds .....	12
2.2.7 Aquades.....	12
2.2.8 Gliserin.....	13
2.2.9 Butanol .....	13
2.2.10 Pengukuran Gradien Tekanan .....	14
2.2.11 Tegangan Permukaan .....	14
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	<b>15</b>

3.1	Alat Penelitian .....	15
3.1.1	Kompresor.....	15
3.1.2	Pompa.....	16
3.1.3	Tangki Fluida .....	17
3.1.4	Bejana Tekan .....	18
3.1.5	<i>Mixer</i> Air dan Udara .....	19
3.1.6	Pipa Kaca Dan Seksi Uji .....	19
3.1.7	<i>Flens</i> atau Konektor .....	20
3.1.8	Selang.....	20
3.1.9	<i>Gate Valve</i> .....	21
3.1.10	<i>Check Valve</i> .....	21
3.1.11	MPX 5500DP .....	22
3.1.12	Komputer .....	22
3.1.13	<i>Flowmeter</i> Udara dan <i>Flowmeter</i> Air .....	23
3.2	Bahan Penelitian .....	25
3.2.1	Fluida Cair.....	25
3.2.2	Fluida Gas .....	26
3.3	Tempat Penelitian .....	25
3.4	Skema Alat Uji .....	26
3.5	Diagram Alir Penelitiian.....	28
3.6	Tahapan Penelitian .....	29
3.7	Pengolahan Data .....	30
<b>BAB IV</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>31</b>
4.1	Kalibrasi Alat Ukur .....	31
4.2	Gradien Tekanan.....	32
4.2.1	Gradien Tekanan pada Posisi Pipa Horisontal (Sudut $0^\circ$ ) .....	32
4.2.2	Gradien Tekanan pada Posisi Pipa Sudut $20^\circ$ .....	33
4.2.3	Gradien Tekanan pada Posisi Pipa Sudut $40^\circ$ .....	33
4.2.4	Gradien Tekanan pada Posisi Pipa Sudut $60^\circ$ .....	34
4.3	Pengaruh Kecepatan Superfisial Gas ( $J_G$ ) terhadap gradien tekanan dengan variasi Kecepatan Superfisial Liquid ( $J_L$ ) untuk sudut $0^\circ$ , $20^\circ$ , $40^\circ$ , dan $60^\circ$ .....	35
4.3.1	Pengaruh Kecepatan Superfisial Gas ( $J_G$ ) terhadap Gradien Tekanan untuk $J_L$ 0,539 m/s. ....	35
4.3.2	Pengaruh Kecepatan Superfisial Gas ( $J_G$ ) terhadap Gradien Tekanan untuk $J_L$ 0.879 m/s. ....	36

4.3.3 Pengaruh Kecepatan Superfisisal Gas ( $J_G$ ) terhadap Gradien Tekanan untuk $J_L$ 2.297 m/s .....	37
4.3.4 Pengaruh Kecepatan Superfisisal Gas ( $J_G$ ) terhadap Gradien Tekanan untuk $J_L$ 4.935m/s .....	38
4.4 Perbandingan Hasil Gradien Tekanan terhadap Prediksi Mishima dan Hibiki .....	39
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>40</b>
5.1 Kesimpulan.....	40
5.2 Saran .....	40
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>41</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>44</b>



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 3.1</b> Kompresor.....	15
<b>Gambar 3.2</b> Pompa.....	16
<b>Gambar 3.3</b> Tangki Fluida. ....	17
<b>Gambar 3.4</b> Bejana Tekan.....	18
<b>Gambar 3.5</b> <i>Mixer</i> udara dan air. ....	19
<b>Gambar 3.6</b> Pipa Kaca dan Seksi Uji.....	19
<b>Gambar 3.7</b> <i>Flens</i> atau Konektor. ....	20
<b>Gambar 3.8</b> Selang.....	20
<b>Gambar 3.9</b> <i>Gate Valve</i> . ....	21
<b>Gambar 3.10</b> <i>Check Valve</i> . ....	21
<b>Gambar 3.11</b> MPX 5500DP. ....	22
<b>Gambar 3.12</b> Komputer. ....	22
<b>Gambar 3.13</b> (a) <i>Flowmeter</i> Udara dan (b) <i>Flowmeter</i> Air. ....	23
<b>Gambar 3.14</b> Fluida Cair.....	25
<b>Gambar 3.15</b> Skema Alat Uji.....	26
<b>Gambar 3.16</b> Diagram alir penelitian.....	28
<b>Gambar 4.1</b> Grafik kalibrasi MPX 5500DP.....	31
<b>Gambar 4.2</b> Pengaruh $J_G$ terhadap Gradien tekanan pada berbagai $J_L$ .....	32
<b>Gambar 4.3</b> Pengaruh $J_G$ terhadap Gradien tekanan pada berbagai $J_L$ .....	33
<b>Gambar 4.4</b> Pengaruh $J_G$ terhadap Gradien tekanan pada berbagai $J_L$ .....	33
<b>Gambar 4.5</b> Pengaruh $J_G$ terhadap Gradien tekanan pada berbagai $J_L$ .....	34
<b>Gambar 4.6</b> Pengaruh $J_G$ terhadap gradien tekanan untuk berbagai orientasi untuk $J_L= 0.539$ m/s.....	35
<b>Gambar 4.7</b> Pengaruh $J_G$ terhadap gradien tekanan untuk berbagai orientasi untuk $J_L= 0.879$ m/s.....	36
<b>Gambar 4.8</b> Pengaruh $J_G$ terhadap gradien tekanan untuk berbagai orientasi untuk $J_L= 2.297$ m/s.....	37
<b>Gambar 4.9</b> Pengaruh $J_G$ terhadap gradien tekanan untuk berbagai orientasi untuk $J_L= 4.935$ m/s.....	38
<b>Gambar 4.10</b> Perbandingan Hasil Gradien Tekanan terhadap Prediksi Mishima dan Hibiki.....	38

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Sifat Fisik Aquades.....	13
<b>Tabel 2.2</b> Sifat Fisik Gliserin.....	13
<b>Tabel 2.3</b> Sifat Fisik Butanol.....	13
<b>Tabel 3.1</b> Spesifikasi Kompresor.....	15
<b>Tabel 3.2</b> Spesifikasi Pompa.....	16
<b>Tabel 3.3</b> Spesifikasi Tangki Fluida.....	17
<b>Tabel 3.4</b> Spesifikasi Bejana Tekan.....	18
<b>Tabel 3.5</b> Spesifikasi <i>Flowmeter</i> udara.....	23
<b>Tabel 3.6</b> Spesifikasi <i>Flowmeter</i> udara.....	24
<b>Tabel 3.7</b> Sifat fisik fluida cair.....	25
<b>Tabel 3.8</b> Sifat fisik fluida gas.....	26

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1.</b> Matriks Pengambilan data gradien tekanan .....	55
---	----

## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

- $J_G$  : Kecepatan superfisial gas (m/s).  
 $J_L$  : Kecepatan superfisial liquid (m/s).  
 $Q_g$  : Laju aliran gas dalam pipa ( $m^3/s$ ).  
 $Q_l$  : Laju aliran liquid dalam pipa ( $m^3/s$ ).  
 $A$  : Luas penampang pipa ( $m^2$ ).  
 $\Delta P$  : Penurunan tekanan, (kPa).  
 $\Delta Z$  : Panjang saluran (m).  
 $Re$  : bilangan *Reynolds*.  
 $\rho$  : Massa jenis ( $kg/m^3$ ).  
 $v$  : Kecepatan rata-rata (m/s)  
 $d$  : Diameter pipa (m)  
 $\mu$  : Viskositas dinamis, ( $kg/m.s$ ).