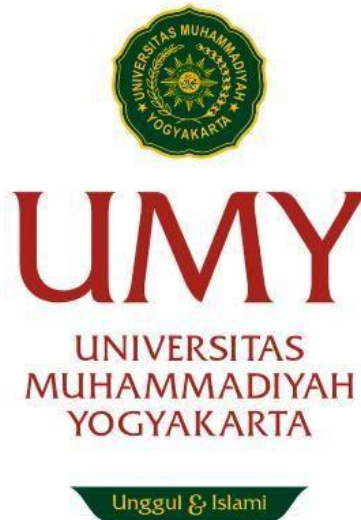


**TUGAS AKHIR**  
**KAJIAN EXPERIMENTAL GRADIEN TEKANAN ALIRAN DUA-FASE**  
**MULTI KOMPONEN (UDARA-CAMPURAN AQUADES 47%,**  
**GLISERIN 50%, BUTANOL 3%) PADA PIPA KAPILER**

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai Derajat Strata-1 Pada  
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Disusun Oleh:

Zidni Iman Nafia  
2018010083

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**  
**YOGYAKARTA**  
**2023**



**LEMBAR PENGESAHAN**  
**TUGAS AKHIR**  
**KAJIAN EXPERIMENTAL GRADIEN TEKANAN ALIRAN DUA-FASE**  
**MULTI KOMPONEN (UDARA-CAMPURAN AQUADES 47%, GLISERIN**  
**50%, BUTANOL 3%) PADA PIPA KAPILER**

Oleh :

Zidni Ilman Nafia

20180130083

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
Pada, 2 Agustus 2023



**Dosen Pembimbing I**

**Dosen Pembimbing II**





**Dr. Ir. Sudarja, M.T., IPM., ASEAN Eng.**  
NIK. 19620904 200104 123050

**Prof. Dr. Ir. Sukamta, S.T., M.T., IPM.**  
NIK. 19700502 199603 123023

**Dosen Penguji**



**Thoharudin, S.T., M.T., Ph.D.**  
NIK. 19870410201604123097

Tugas Akhir ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan  
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik  
Pada, 2 Agustus 2023

Mengetahui,

Ketua Program Studi S-1 Teknik Mesin Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



  
**Ir. Berli Paripurna Kamiel, S.T., M.M., M.Eng.Sc., Ph.D.**  
NIK. 19740302 200104 123049

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Zidni Ilman Nafia  
Nomor Induk Mahasiswa : 20180130083  
Program Studi : S-1 Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik  
Judul Penelitian : Kajian Experimental Aliran Dua Fase Multi  
Komponen Udara-Campuran (Aquades  
47%, Gliserin 50%, Butanol 3%) Pada Pipa  
Kapiler.

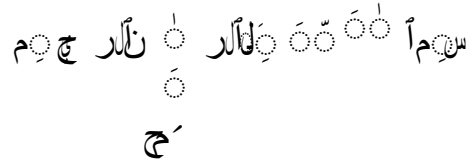
Saya menyatakan bahwa tugas akhir ini adalah karya asli saya dan tidak ada karya (tertulis) lain yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di universitas lain. Selain itu, tidak ada pendapat atau temuan yang dipublikasikan dalam karya ilmiah ini, kecuali kutipan tertulis dengan mengacu pada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

Yogyakarta, 2 Agustus 2023



Zidni Ilman Nafia  
20180130083

## KATA PERSEMBAHAN



Mengucapkan Alhamdulillahirabbialam panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan segala nikmat dan dukungan serta doa-doa dari orang-orang terkasih sehingga penulis tetap teguh menyelesaikan karya ini dengan benar dan tepat waktu. Oleh karena itu, dengan rasa gembira dan bangga penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya:

1. Kedua orang tua penulis, bapak dan ibu atas segala fasilitas pendukung selama berkuliah di jogja.
2. Bapak Ir. Berli Paripurna Kamiel, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
3. Dosen pembimbing I bapak Dr. Ir. Sudarja M.T., IPM., ASEAN Eng. dan Dosen pembimbing II bapak Prof. Dr. Ir. Sukamta, S.T., M.T., IPM. yang telah memberi bimbingan, ilmu dan arahan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini sesuai harapanDosen, 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.
4. Kepada kedua kakak saya yang telah banyak membantu dan mensupport selama masa perkuliahan sampai dengan titik dimana sekripsi ini selesai semoga kebaikannya dibalas lebih oleh yang Maha Kuasa.
5. Teman-teman satu kelompok Tugas Akhir Aliran Dua Fase, Wenadi, Fikri, 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.

6. Seluruh Bapak Ibu dosen dan staff laboran Program Studi S-1 Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah memberi Ilmu, bantuan dan pengalaman selama penulis berada di lingkungan perkuliahan.
7. Teman teman satu kelas B yang telah yang telah membantu saat kerja kelompok dalam perkuliahan maupun sehari-hari. Semoga kebaikan kalian dibalas oleh Allah S.W.T.
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. Teruntuk semua orang yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu terimakasih sebesar-besarnya karena telah menjadi guru besar dalam kehidupan saya.
10. Kepada seluruh sahabat dan teman dimanapun berada yang tidak dapat dituliskan satu persatu yang telah memberikan saran dan dukungan. Penulis hanya bisa mengucapkan terima kasih yang sebesar besarnya kepada seluruh pihak yang telah membantu penyusunan tugas akhir ini. Semoga kebaikan dari pihak-pihak yang disebutkan mendapatkan balasan dari Allah SWT. Akhir kata, semoga apa yang saya sampaikan pada skripsi ini memberi manfaat bagi berbagai pihak terkait.

## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji syukur kehadirat Allah SWT. Yang telah memberikan petunjuk dan kemudahan kepada penyusun dapat menyelesaikan karya tulis ilmiah berupa skripsi dengan judul “ Kajian Eksperimental Gradien Tekanan Aliran Dua-Fase Multi Komponen (Udara-Campuran Akuades 47%, Gliserin 50%, Butanol 3%) Pada Pipa Kapiler ”dapat saya selesaikan dengan baik tanpa halangan apapun.

Penyusunan tugas akhir ini diajukan sebagai syarat memperoleh gelar sarjana di Program Studi S-1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Penelitian ini membahas gradien tekanan aliran dua fase berukuran mini dengan campuran Akuades 47%, Gliserin 50%, Butanol 3% pada pipa kapiler dengan sudut horisontal ( $0^\circ$ ),  $20^\circ$ ,  $40^\circ$  dan  $60^\circ$ .

Penyusun menyadari dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat banyak kesalahan, oleh karena itu bila ada saran, koreksi, dan kritik demi kesempurnaan skripsi ini akan penyusun terima dengan ikhlas dan dengan ucapan terima kasih. Akhir kata dengan segala keterbatasan yang ada penyusun berharap skripsi ini bermanfaat dan digunakan sebagai mana mestinya.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Yogyakarta, 2 Agustus 2023



Zidni Ilman Nafia  
NIM: 20180130083

## DAFTAR ISI

	<b>Hal</b>
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN.TUGAS AKHIR .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PERSEMBAHAN .....</b>	<b>iv</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>ix</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN.....</b>	<b>xii</b>
<b>INTISARI .....</b>	<b>xiii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xiv</b>
<b>BAB I.....</b>	<b>1</b>
<b>PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
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
<b>BAB II .....</b>	<b>5</b>
<b>TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI.....</b>	<b>5</b>
2.1 Tinjauan Pustaka.....	5
2.2 Landasan teori.....	9
2.2.1 Fluida dan Aliran Dua Fase .....	9
2.2.2 Kecepatan Superfisial .....	10
2.2.3 Viskositas .....	10
2.2.4 Pressure Drop .....	11
2.2.5 Gradien Tekanan .....	12
2.2.6 Bilangan Reynolds.....	13
2.2.7 Aquades .....	13
2.2.8 Gliserin .....	14
2.2.9 Butanol .....	14
2.2.10 Pengukuran Gradien Tekanan .....	15
2.2.11 Pengukuran Gradien Tekanan .....	15
2.2.12 Tegangan Permukaan .....	15
<b>BAB III.....</b>	<b>17</b>
<b>METODE PENELITIAN .....</b>	<b>17</b>

3.1	Alat Penelitian.....	17
3.1.1	Kompresor.....	17
3.1.2	Pompa.....	18
3.1.3	Tangki Fluida.....	19
3.1.4	Bejana Tekan.....	20
3.1.5	<i>Mixer</i> Air dan Udara.....	21
3.1.6	Pipa Kaca Dan Seksi Uji.....	21
3.1.8	Selang.....	22
3.1.9	<i>Gate Valve</i> .....	23
3.1.10	<i>Check Valve</i> .....	23
3.1.11	MPX 5500DP.....	24
3.1.12	Komputer.....	24
3.1.13	<i>Flowmeter</i> Udara dan <i>Flowmeter</i> Air.....	25
3.2	Bahan Penelitian.....	26
3.2.1	Fluida Cair.....	27
3.2.2	Fluida Gas.....	28
3.3	Tempat Penelitian.....	28
3.4	Skema Alat Uji.....	28
3.5	Diagram Alir Penelitian.....	30
3.6	Tahapan Penelitian.....	31
3.7	Pengolahan Data.....	32
<b>BAB IV</b>	<b>.....</b>	<b>33</b>
<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>.....</b>	<b>33</b>
4.1	Kalibrasi Alat Ukur.....	33
4.2	Gradien Tekanan.....	34
4.2.1	Gradien Tekanan pada Posisi Pipa Horizontal (Sudut 0°).....	34
4.2.2	Gradien Tekanan pada Posisi Pipa Sudut 20°.....	35
4.2.3	Gradien Tekanan pada Posisi Pipa Sudut 40°.....	35
4.2.4	Gradien Tekanan pada Posisi Pipa Sudut 60°.....	36
4.3	Pengaruh Kecepatan Superfisial Gas ( $J_G$ ) terhadap gradien dengan variasi kecepatan superfisial liquid ( $J_L$ ) untuk sudut 0°, 20°, 40°, dan 60°.....	37
4.3.1.	Pengaruh kecepatan superfisial gas ( $J_G$ ) dan sudut kemiringan terhadap gradien tekanan untuk $J_L$ 0.539 m/s.....	37
4.3.2	Pengaruh Kecepatan Superfisial Gas ( $J_G$ ) terhadap gradien tekanan untuk $J_L$ 0.879 m/s.....	37
4.3.3	Pengaruh Kecepatan Superfisial Gas ( $J_G$ ) dan sudut kemiringan terhadap gradien tekanan untuk $J_L$ 2,297 m/s.....	38
4.3.4	Pengaruh kecepatan superfisial gas ( $J_G$ ) dan sudut kemiringan terhadap gradien tekanan untuk $J_L$ 4,935 m/s.....	39
<b>BAB V</b>	<b>.....</b>	<b>41</b>
<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>.....</b>	<b>41</b>
5.1	Kesimpulan.....	41
5.2	Saran.....	41
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>.....</b>	<b>42</b>



## DAFTAR GAMBAR

	<b>Hal</b>
Gambar 3.1 kompresor.....	17
Gambar 3.2 Pompa Fluida.....	18
Gambar 3.3 Tangki Fluida .....	19
Gambar 3.4 Bejana Tekan.....	20
Gambar 3.5 Mixer udara dan air. ....	21
Gambar 3.6 Pipa Kaca dan Seksi Uji. ....	21
Gambar 3.7 Flens atau Konektor. ....	22
Gambar 3.8 Selang. ....	22
Gambar 3.9 <i>Gate Valve</i> .....	23
Gambar 3.10 <i>Check Valve</i> .....	23
Gambar 3.11 MPX 5500DP .....	24
Gambar 3.12 Komputer.....	24
Gambar 3.13 (a) Flowmeter Udara (b) Flowmeter Air. ....	25
Gambar 3.14 Fluida Cair.....	27
Gambar 3.15 Skema Alat Uji .....	28
Gambar 3.16 Diagram alir penelitian.....	30
Gambar 4.1 Grafik kalibrasi MPX 5500DP .....	33
Gambar 4.2 Pengaruh $J_G$ terhadap Gradien tekanan berbagai $J_L$ pada sudut $0^\circ$ ...	34
Gambar 4.3 Pengaruh $J_G$ terhadap Gradien tekanan berbagai $J_L$ pada sudut $20^\circ$ .	35
Gambar 4.4 Pengaruh $J_G$ terhadap Gradien tekanan berbagai $J_L$ pada sudut $40^\circ$ .	35
Gambar 4.5 Pengaruh $J_G$ terhadap Gradien tekanan berbagai $J_L$ pada sudut $60^\circ$ .	36
Gambar 4.6 Pengaruh $J_G$ terhadap gradien tekanan untuk berbagai orientasi $J_L=$ $0,539$ m/s.....	37
Gambar 4.7 Pengaruh $J_G$ terhadap gradien tekanan untuk berbagai orientasi $J_L=$ $0,879$ m/s.....	38
Gambar 4.8 Pengaruh $J_G$ terhadap gradien tekanan untuk berbagai orientasi untuk $J_L= 2,297$ m/s. ....	38
Gambar 4.9 Pengaruh $J_G$ terhadap gradien tekanan untuk berbagai orientasi untuk $J_L= 4.935$ m/s. ....	39
Gambar 4. 10 Perbandingan Gradien Tekanan pada Penelitian ini terhadap Penelitian Mishima & Hibiki (1996).....	40

## DAFTAR TABEL

**Hal**

Tabel 2.1 Sifat Fisik Aquades. ....	14
Tabel 2.2 Sifat Fisik Gliserin. ....	14
Tabel 2.3 Sifat Fisik Butanol. ....	15
Tabel 3.1 Spesifikasi Kompresor. ....	17
Tabel 3.2 Spesifikasi Pompa. ....	18
Tabel 3.3 Spesifikasi Wadah Fluida.....	19
Tabel 3.4 Spesifikasi Bejana Tekan. ....	20
Tabel 3.5 Spesifikasi <i>Flowmeter</i> udara.....	26
Tabel 3.6 Spesifikasi <i>Flowmeter</i> air.....	26
Tabel 3.7 Sifat fisik fluida cair.....	27
Tabel 3.8 Sifat fisik fluida gas. ....	28

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Matriks pengambilan data pola aliran.....	44
Lampiran 2. Tabel gradien tekanan sudut horisontal ( $0^\circ$ ).....	45
Lampiran 3. Tabel gradien tekanan sudut horisontal ( $20^\circ$ ).....	46
Lampiran 4. Tabel gradien tekanan sudut horisontal ( $40^\circ$ ).....	47
Lampiran 5. Tabel gradien tekanan sudut horisontal ( $60^\circ$ ).....	48

## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

- $\Delta P$  : Penurunan tekanan (kPa)  
 $\Delta Z$  : Panjang saluran (m)  
 $\dot{m}_{total}$  : Total kecepatan massa  
 $\mu_{tp}$  : Kualitas rata-rata viskositas  
 $\mu_l, \mu_g$  : Viskositas fluida cair dan gas  
 $d_i$  : Diameter pipa (m)  
 $J_G$  : Kecepatan *superfisial gas* (m/s)  
 $J_L$  : Kecepatan *superfisial Liquid* (m/s)  
 $Q_G$  : Laju aliran gas dalam pipa (m<sup>3</sup>/s)  
 $Q_L$  : Laju aliran liquid dalam pipa (m<sup>3</sup>/s)  
 $A$  : Luas penampang pipa (m<sup>2</sup>)  
 $Re$  : bilangan Reynolds  
 $\rho$  : Massa jenis fluida (kg/m<sup>3</sup>)  
 $v$  : Kecepatan rata-rata (m/s)  
 $D$  : Diameter pipa (m)  
 $\mu$  : viskositas dinamik (kg/m.s)  
 $\nu$  : Viskositas kinematik (m<sup>2</sup>/s)  
 $\gamma$  : Tegangan Permukaan (N/m)  
 $F$  : Gaya (N)  
 $D$  : Panjang permukaan (m)