

TUGAS AKHIR

PENELITIAN *PRESSURE GRADIENT* ALIRAN DUA FASE

MINYAK-UDARA PADA *T-JUNCTION* PIPA *MINI*

Ditujukan untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Teknik



UMY

**UNIVERSITAS
MUHAMMADIYAH
YOGYAKARTA**

Unggul & Islami

Disusun Oleh:

Eberta Fuadi

20200130221

PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

2024

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Eberta Fuadi
NIM : 20200130221
Jurusan : Teknik Mesin
Universitas : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Judul : Penelitian *Pressure Gradient* Aliran Dua-Fase
Air-Minyak-Udara pada *T-Junction* Pipa *Mini*

Saya menyatakan bahwa skripsi tugas akhir ini merupakan hasil karya orisinal dari diri saya sendiri, tidak ada unsur karya (tulisan) yang pernah diajukan untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di institusi pendidikan lain. Selain itu, dalam karya tulis ilmiah ini, tidak terdapat pendapat atau hasil penelitian yang sudah dipublikasikan oleh pihak lain kecuali referensi yang saya kutip dengan menyebutkan sumbernya secara jelas dalam naskah dan daftar pustaka.

Yogyakarta, 28 Maret 2024



Eberta Fuadi

MOTTO



لا حَوْلَ وَلَا قُوَّةَ إِلَّا بِاللَّهِ الْعَلِيِّ الْعَظِيمِ

la Haula Wala Quwwata Illa Billahil Aliyil Adzim.

Tiada daya dan upaya kecuali dengan kekuatan Allah SWT
yang maha tinggi lagi maha agung.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah rabbil 'alamin, puja dan puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, karunia, nikmat dan petunjuk-Nya sehingga penulis bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik dan tepat pada waktunya. Maka dengan sukacita dan bahagia, penulis mengucapkan terimakasih sebanyak-banyaknya kepada:

1. Ibuku Sayang. Ibu Manisi. Terima Kasih banyak saya ucapkan untukmu ibu, dikau tak kenal lelah untuk mendoakanku dan memberi semangat kepada anakmu.
2. Bapakku Pahlawanku. Bapak Andra Hasriadi. Terimakasih banyak pak, berkat usaha bapak. Kakak bisa sampai di titik ini. Apapun dan bagaimanapun itu bakal kakak usahakan semampu kakak buat keluarga. Sampai saat ini.
3. Kepada adikku, Dandy Fauzi. Terima kasih sudah banyak memberi *support* dalam bentuk apapun.
4. Prof Sukamta selaku dosen pembimbing, terima kasih atas segala hal yang pernah diajarkan ke penulis baik berupa bimbingan, kritik, saran, belajar menghargai waktu dan berbagai pengalaman yang pernah diajarkan ke penulis. Terima kasih banyak Prof saya ucapkan atas segala waktu yang dapat diluangkan baik untuk bimbingan ataupun konsultasi disela kesibukan yang tiada hentinya. Menjadi salah satu anak dari bimbinganmu merupakan salah satu hal yang sangat saya syukuri selama pembejarian di kampus ini. Terima kasih banyak Prof, semoga lelah itu menjadi lillah dan kesehatan serta kebahagiaan selalu dilimpahkan Rahmat-Nya untuk Prof dan keluarga.
5. Seluruh teman-teman Angkatan 2020 yang tidak bisa saya sebutkan satu per satu baik yang pernah bersosial, berkomunikasi, bercengkrama, membantu dan membersamai saya selama di bangku perkuliahan yang beragam jenis model pertemanannya ini. Saya mohon maaf sebesar-besarnya apabila saya sering salah sebut atau bahkan lupa dengan nama

kalian, akan tetapi saya selalu ingat dengan wajah kalian. Terimakasih banyak saya ucapkan, saya bangga dengan kalian.

6. Terima kasih untuk teman satu team penelitian *T-Junction*: Viely Berty Hasana, Ridho Pratama Ramadhan, Alfandi Syaifullah Ihsan, Anggi Tri Awang, Insan Bela Al Balad. Oleh karena kalian penelitian ini dapat berjalan dengan baik dan semestinya. Terima kasih atas segala support, arahan dan wejangan yang pernah disampaikan ke penulis. Harapan saya, kita bisa sukses dimasa mendatang dengan pilihannya masing-masing dan selalu diberi kesehatan serta panjang umur.
7. Himpunan Mahasiswa Mesin (HMM) UMY, yang pernah menjadi wadah untuk berinteraksi dengan teman-teman dan tempat untuk menuang segala kreatifitas serta inovasi yang beragam. Harapan saya selalu maju dan menjadi lebih baik pada setiap masanya.
8. Kakak Tingkat selama di bangku kuliah yang selalu memberikan motivasi, wejangan dan arahan dalam setiap lika-likunya. Terimakasih atas segala pencerahan dan support dalam setiap prosesnya.
9. Terima kasih juga untuk semua pengalaman dari teman lintas jurusan yang pernah sehari-hari berkegiatan dengan saya, baik teman-teman KDS MATAF TEKNIK 2022 dan KKN 116.
10. Terimakasih banyak untuk rencang-rencang “PROBLEM BOYS”, yang selalu memberi support dan memotivasi setiap lika-liku saya dalam bersosial disetiap harinya. Walaupun singkat waktu saya bertemu dengan kalian akan tetapi banyak cerita, pengalaman, pesan, kesan, dan kritik selama penulis melanglang buana di kota Jogja ini. Dan saya ucapkan khususon untuk kalian “Matur sembah nuwun lan Seng semangat Pak! perjalanan masih panjang. Mboten pareng ngelah-ngeluh terus, seng gadah masalah mboten namung panjenengan piyambakan”.
11. Terimakasih kepada teman-teman Weleri yang selalu siap siaga menyambut kepulangan saya, baik dalam liburan atau libur akhir pekan. Mohon maaf atas segala keluh kesahnya dalam setiap bercerita dan kurangnya waktu dalam bercengkrama.

12. Terimakasih banyak untuk Gilang, Kipli, Nabil, Sultan, dan Dimas yang setiap detik kebersamai saya dengan segala permasalahan yang setiap hari saya ceritakan maupun kelakuan aneh yang selalu saya lakukan. Mohon maaf sebanyak banyaknya apabila sering terlontar kata-kata yang kurang pantas, kelakuan aneh dan tak enak untuk didengar. Terima kasih banyak saudaraku.
13. Terakhir, untuk diri saya sendiri. Eberta Fuadi. Terimakasih atas segala usaha dan doanya. Belajar tak kenal lelah dan berusaha semaksimal mungkin tanpa tau batasan dan hasilnya. Belajar yakin akan segala hal yang kamu tempuh dan jalani asalkan itu benar. Hidup penuh dengan rasa syukur dan rasa bangga atas sekelilingmu. Ingat, hidup cuma sekali jangan pernah mundur dari medan pertempuran ini dan percaya bahwa doa orang tuamu selalu menyertaimu.

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Alhamdulillah rabbil 'alamin, puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, karunia, nikmat dan petunjuk-nya sehingga penulis bisa menyelesaikan tugas akhir dengan judul "Penelitian Pressure Gradient Aliran Dua-Fase Air-Minyak-Udara Pada *T-Junction* Pipa *Mini*" sebagai salah satu syarat wajib dilakukan untuk mendapatkan gelar sarjana S1 Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan penghargaan yang tulus kepada semua pihak yang telah membantu memberikan arahan, bimbingan dan motivasi dalam tahap penyusunan skripsi tugas akhir ini, yakni:

1. Bapak Ir. Berli Paripurna Kamiel, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D. selaku Ketua Program Studi S-1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Sukamta, S.T., M.T., IPM. selaku dosen pembimbing skripsi tugas akhir.
3. Bapak Dr. Ir. Sudarja, M.T., IPM., ASEAN Eng. selaku dosen penguji skripsi tugas akhir.
4. Bapak Ibu Dosen dan Staf lainnya serta seluruh civitas akademika Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Penulis mengakui bahwa skripsi tugas akhir ini masih memiliki celah yang perlu diperbaiki sebelum mencapai taraf kesempurnaan. Penulis berharap kritik dan saran membangun dapat membantu perbaikan dan menjadi bagian integral dari proses pembelajaran berikutnya, serta mendapat balasan kebaikan dari Allah SWT. Semoga skripsi tugas akhir ini dapat memberikan manfaat dan menjadi kontribusi yang nyata bagi yang berkepentingan dan memiliki kesediaan untuk membaca.

Yogyakarta, 28 Maret 2024



Eberta Fuadi

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
MOTTO	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR NOTASI DAN SATUAN	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
INTISARI	xvi
ABSTRACT	xvii
BAB I PENDAHULUAN	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	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Tinjauan Pustaka	4
2.2. Dasar Teori	8
2.2.1. Aliran Dua Fase.....	8
2.2.2. Pola Aliran Pada Aliran Dua Fase	9

2.2.3.	Kecepatan Superfisial.....	11
2.2.4.	Gradien Tekanan	12
2.2.5.	Viskositas Cairan.....	13
2.2.6.	Minyak Goreng	14
2.2.7.	Parameter Lockhart Martinelli	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		16
3.1.	Waktu Penelitian	16
3.2.	Teknik Analisis.....	16
3.3.	Metodologi Pengumpulan Data	17
3.3.1.	Skema Alat	17
3.3.2.	Aliran Fluida Udara.....	18
3.3.3.	Aliran Fluida Air	21
3.3.4.	Seksi Uji.....	25
3.3.5.	Kalibrasi <i>Pressure Transducer</i> MPX-5500DP	29
3.4.	Prosedur Penelitian.....	30
3.5.	Matriks Penelitian	31
3.6.	Diagram Alir.....	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		33
4.1.	Gradien Tekanan Pada Emulsi 350 mg/dl.....	33
4.2.	Gradien Tekanan Pada Emulsi 500 mg/dl.....	33
4.3.	Gradien Tekanan Emulsi 350 mg/dl dengan Emulsi 500 mg/dl.....	34
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		37
5.1.	Kesimpulan	37
5.2.	Saran.....	37
DAFTAR PUSTAKA.....		38

LAMPIRAN.....	41
----------------------	-----------

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pola aliran <i>bubbly flow</i>	9
Gambar 2.2 Pola aliran <i>plug flow</i>	10
Gambar 2.3 Pola aliran <i>slug annular flow</i>	10
Gambar 2.4 Pola aliran <i>annular flow</i>	10
Gambar 2.5 Pola aliran <i>churn flow</i>	11
Gambar 3.1 Aquades dan Minyak Kelapa.....	17
Gambar 3.2 Skema Alat.....	18
Gambar 3.3 Kompresor	19
Gambar 3.4 <i>Filter</i> dan <i>regulator</i>	19
Gambar 3.5 Selang penghantar udara.....	20
Gambar 3.6 <i>Flowmeter</i> Udara	20
Gambar 3.7 Pompa Air	21
Gambar 3.8 Selang penghantar fluida cair	21
Gambar 3.9 <i>Flowmeter Gas</i> (Udara)	22
Gambar 3.10 Katup (<i>Gate Valve</i>)	23
Gambar 3.11 Bejana Tekan.....	23
Gambar 3.12 Bak Penampung fluida cair.....	24
Gambar 3.13 <i>Check Valve</i>	24
Gambar 3.14 <i>T-Junction</i> Pipa <i>Mini</i>	25
Gambar 3.15 <i>Correction Box</i>	25
Gambar 3.16 Lampu LED	25
Gambar 3.17 Mixer.....	26
Gambar 3.18 Flens atau konektor.....	26
Gambar 3.19 <i>Pressure Transducer</i> MPX 5500.....	27
Gambar 3.20 Kamera.....	28
Gambar 3.21 <i>Data Acquisition System</i>	29
Gambar 3.22 Hasil Kalibrasi <i>Pressure Transducer</i> MPX-5500DP	29
Gambar 4.1 Gradien Tekanan Pada Emulsi 350 mg/dl	33
Gambar 4.2 Gradien Tekanan Pada Emulsi 500 mg/dl	33

Gambar 4.3 Grafik Gradien Tekanan Pada Emulsi 350 mg/dl dan 500 mg/dl	34
Gambar 4.4 Perbandingan Gradien Tekanan Emulsi 350 mg/dl Dengan Penelitian Sembada (2023)	36

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Sifat Fisik Udara	16
Tabel 3.2 Variasi Larutan.....	17
Tabel 3.3 Spesifikasi Kompresor	19
Tabel 3.4 Spesifikasi <i>flowmeter</i> udara	20
Tabel 3.5 Spesifikasi Pompa.....	21
Tabel 3.6 Spesifikasi <i>flowmeter</i> air.....	22
Tabel 3.7 Spesifikasi bejana tekan.....	23
Tabel 3.8 Spesifikasi bak penampung	24
Tabel 3.9 Spesifikasi <i>Pressure Transducer</i> MPX 5500	27
Tabel 3.10 Spesifikasi Kamera	28
Tabel 3.11 Matriks Penelitian	31

DAFTAR NOTASI DAN SATUAN

J_G	: Kecepatan superfisial fase gas (m/s)
J_L	: Kecepatan superfisial fase cairan/ <i>liquid</i> (m/s)
Q_G	: Laju aliran gas dalam pipa (m ³ /s)
Q_L	: Laju aliran cairan/ <i>liquid</i> dalam pipa (m ³ /s)
A	: Luas penampang pipa (m ²)
ΔP	: Penurunan Tekanan (kPa)
ΔZ	: Panjang saluran (m)
ΔP_{total}	: Penurunan tekanan total
ΔP_{static}	: Penurunan tekanan statis
ΔP_{mom}	: Penurunan tekanan momentum
ΔP_{frict}	: Penurunan tekanan gesekan
\dot{m}_{total}	: Total kecepatan massa
μ_{tp}	: Kualitas rata-rata viskositas
μ_G/μ_L	: Viskositas fluida gas / cairan
d_i	: Diameter pipa
μ_{tp}	: Viskositas dua fase
Re	: Bilangan <i>Reynolds</i>
f_{tp}	: faktor gesekan
ρ	: Densitas (kg/m ³)
v	: Kecepatan rata-rata (m/s)
D	: Diameter pipa (m)
μ	: Viskositas dinamik (kg/m.s)
τ	: Tegangan geser (N/m ²)
$\frac{d\mu}{dy}$: Gradien kecepatan fluida ((m/s)/m)
d	: Panjang permukaan (m)
X	: Parameter Lockhart Martinelli
$(\Delta P)_L$: Penurunan tekanan fluida cair
$(\Delta P)_G$: Penurunan tekanan fluida gas

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Matriks Penelitian.....	41
Lampiran 2 Tabel Gradien Tekanan Emulsi 350 mg/dl.....	41
Lampiran 3 Tabel Gradien Tekanan Emulsi 500 mg/dl.....	42