

SKRIPSI
ANALISIS KERUGIAN ALIRAN DUA FASE
(UDARA-AIR) DALAM PIPA PLEXIGLASS
TERHADAP VARIASI KEMIRINGAN SUDUT



OLEH:
ILHAM RUKHIVATI
03111005079

PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SEBELAS MARET

2017

620.. 106 08

11h.
a
2017

10617

SKRIPSI
ANALISIS KERUGIAN ALIRAN DUA FASE
(UDARA-AIR) DALAM PIPA PLEXIGLASS
TERHADAP VARIASI KEMIRINGAN SUDUT



Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya



OLEH:
ILHAM RUKHIYAT
03111005079

PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2017

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS KERUGIAN ALIRAN DUA FASE (UDARA-AIR) DALAM PIPA PLEXIGLASS TERHADAP VARIASI KEMIRINGAN SUDUT

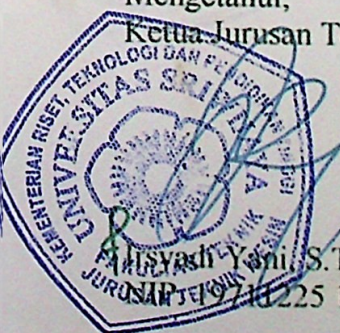
SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:

Ilham Rukhiyat
NIM. 03111005079

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Alsyah Yoni, S.T., M.Eng., Ph.D
NIP. 19710225 199702 1 001

Indralaya Juli 2017
Pembimbing Skripsi,

Dr. Dewi Puspitasari, S.T., M.T.
NIP. 19700115 199412 2 001

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Agenda No.
Diterima Tanggal
Paraf

: 013/TM/AL/2017
: 31/7-2017-
:

SKRIPSI

NAMA : ILHAM RUKHIYAT
NIM : 03111005079
JUDUL : ANALISIS KERUGIAN ALIRAN DUA FASE
(UDARA-AIR) DALAM PIPA PLEXIGLASS
TERHADAP VARIASI KEMIRINGAN SUDUT
DIBERIKAN : JULI 2016
SELESAI : JULI 2017

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Indralaya Juli 2017
Pembimbing Skripsi,



Dr. Dewi Puspitasari, S.T., M.T.
NIP. 19700115 199412 2 001

Dr. Dewi Puspitasari, S.T., M.T.
NIP. 19700115 199412 2 001

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

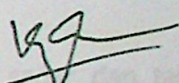
Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “Analisis Kerugian Aliran Dua Fase (Udara-Air) dalam Pipa Plexiglass terhadap Variasi Kemiringan Sudut” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 13 Juli 2017.

Indralaya, 13 Juli 2017

Tim penguji karya tulis ilmiah berupa Skripsi

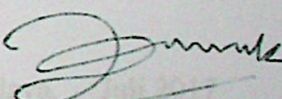
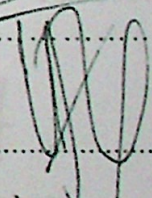
Ketua :

1. Prof. Dr. Ir. H. Kaprawi, DEA
NIP. 19570118 198503 1 004


(.....)

Anggota :

1. Ir. H. M. Zahri Kadir, M.T.
NIP. 19590823 198903 1 001
2. Ir. Firmansyah Burlan
NIP. 19561227 198811 1 001

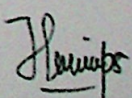

(.....)

(.....)

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin




Dr. Dewy Puspitasari, S.T., M.Eng., Ph.D
NIP. 19700115 199412 2 001

Pembimbing Skripsi,


Dr. Dewi Puspitasari, S.T., M.T.
NIP. 19700115 199412 2 001

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ilham Rukhiyat

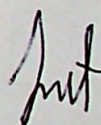
NIM : 03111005079

Judul : Analisis Kerugian Aliran Dua Fase (Udara-Air) dalam Pipa Plexiglass terhadap Variasi Kemiringan Sudut

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (Corresponding author)

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Inderalaya, Juli 2017



Ilham Rukhiyat
NIM. 03111005079

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ilham Rukhiyat

NIM : 03111005079

Judul : Analisis Kerugian Aliran Dua Fase (Udara-Air) dalam Pipa Plexiglass terhadap Variasi Kemiringan Sudut

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Inderalaya, Juli 2017



Materai Rp.6000

Ilham Rukhiyat
NIM. 03111005079

KATA PENGANTAR

Pertama, penulis mengucapkan syukur dan berterimakasih kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan segala rahmat, karunia, dan anugerah-Nya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan. Dalam kesempatan ini penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah banyak membantu hingga akhirnya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini, adapun pihak tersebut:

1. Keluarga Penulis, kedua Orangtua yang selalu memberikan dukungan moral dan materi serta doanya yang tulus membimbing, mengarahkan, mendidik, dan memotivasi penulis dari awal hingga selesainya skripsi ini.
2. Ibu Dr. Dewi Puspitasari, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing yang dengan ikhlas dan tulus telah membimbing, mengarahkan, mendidik, memotivasi serta banyak memberikan sarana kepada penulis dari awal hingga selesainya skripsi ini.
3. Ibu Astuti, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan arahan kegiatan perkuliahan.
4. Bapak Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Ketua Jurusan dan Bapak Amir Arifin, S.T., M.Eng. selaku Sekretaris Jurusan di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Prof. Dr. Ir. Riman Sipahutar, M.Sc. selaku Ketua KBK Bidang Konstruksi di Jurusan Teknik Mesin.
6. Seluruh Dosen Pengajar di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah membagikan ilmu Teknik Mesin.
7. Staf Administrasi Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah banyak membantu dalam proses administrasi.
8. Teman satu bimbingan dalam penelitian yaitu Dyan Irawan dan Sahidah Grozny yang telah banyak membantu dalam proses menyelesaikan skripsi
9. Teman satu tim ketika memperkuat ECUS TEAM di Kompetisi Mobil Listrik Indonesia 2014 yaitu Beni Girsang, Firthon M Simatupang, Sandy

Purwanto, Bayu Dwi Prasetyo, Asep Irwanto, Dimas Ari Yoga, S Aulia Ulfah, Dwi Nisa, dan Debi Arianti yang telah memberi dorongan dan bantuan dimasa kuliah dan pengerjaan skripsi.

10. Teman sejawat yaitu Dio PC Purba, Agusta Arsyia Putra, Zainal Hamzah, Cesar Satriansyah, Redi Avriansyah, Faisal Fikri, Hafid dasuki, dan Akbar Teguh Prakoso yang telah membantu dalam proses pengambilan data dan membantu hal-hal kecil lainnya.
11. Teman seperjuangan kosan yaitu Jourdan Jonathan, Miftahl hoiri, dan Dwi Satria Maru yang selalu menghibur dikala galau.
12. Wanita tegar yang setia menemani dan memberi dukungan semasa kuliah hingga detik ini Adwiyana, S.I.P..
13. Teman-teman seperjuangan angkatan 2011 terutama yang sedang menggarap Skripsi dan yang sudah bekrja.
14. Adik-adik tingkatku terutama 2012 yang sedang berjuang untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik.

Dalam penulisan skripsi ini, penulis sadar masih terdapat kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran serta masukan yang bersifat membangun sangat penulis harapkan untuk membantu dalam perbaikan. Penulis juga mengharapkan skripsi dengan judul “Analisis Kerugian Aliran Dua Fase (Udara-Air) dalam Pipa Plexiglass terhadap Variasi Sudut Kemiringan” dapat memberikan manfaat untuk kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi di negara Indonesia serta menjadi referensi bagi yang akan mengkaji dimasa yang akan datang.

Palembang, Juli 2017

Penulis

RINGKASAN

ANALISIS KERUGIAN GESEKAN ALIRAN DUA FASE (UDARA-AIR) DALAM PIPA PLEXIGLASS TERHADAP VARIASI SUDUT KEMIRINGAN

Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi, 10 Mei 2017

Ilham Rukhiyat; dibimbing oleh Dewi Puspitasari

Losses Analysis from Two Phase (Air-Water) Flows in Plexiglass Pipe to Variation of Inclination

xxvii + 127 halaman, 11 tabel, 26 gambar, 3 lampiran

RINGKASAN

Aliran dalam pipa merupakan salah satu metode transportasi untuk membawa fluida dari suatu tempat ke tempat lain. Fase fluida yang dialirkan melalui pipa biasanya berupa fase fluida cair, gas atau multi fase. Salah satu aliran multi fase adalah aliran dua fase, yang mana terdiri dari dua fase fluida berbeda. Aliran dua fase ini banyak dijumpai dalam kehidupan sehari-hari maupun dalam proses industri, antara lain terdapat pada aliran saluran pembuangan, pembangkit daya uap, industri perminyakan, dan sebagainya. Aliran fluida didalam pipa pada kenyataannya mengalami penurunan tekanan atau Pressure drop seiring dengan panjangnya pipa tersebut, yang mana sangat penting untuk kita ketahui guna merancang sistem perpipaan. Kehilangan energi yang terbesar dari aliran fluida dalam pipa adalah akibat dari gesekan yang terjadi antara fluida dan dinding dalam pipa. Kehilangan energi ini banyak terjadi pada aliran multi fase karena adanya interaksi antar fase dalam hal ini udara dan air. Hal-hal yang berkaitan dengan terjadinya pressure drop antara lain adalah kekasaran pipa, panjang pipa, diameter pipa, jenis fluida kerja, kecepatan dan bentuk aliran, sehingga dianggap perlu untuk menganalisisnya. Melalui eksperimental, pola aliran dan pressure drop dapat diketahui, kemudian temuan ini divalidasi dengan perhitungan menurut teoritis. Hasil temuan sesuai dengan perhitungan teoritis. Pada penelitian ini terlihat bahwa Pada kemiringan 10° dan 5° terdapat pola aliran Stratified Wavy dan Smooth Stratified Flow, sedangkan pada kemiringan 0° , -5° , dan -10° pola aliran tersebut cenderung menghilang. Nilai pressure drop paling besar pada sudut 10° dan paling kecil pada sudut 10° , jadi dapat disimpulkan bahwa semakin besar sudut kemiringan downward semakin besar pula nilai pressure drop, sebaliknya semakin besar sudut kemiringan upward nilai pressure drop semakin kecil.

Kata Kunci : Pressure drop, downward, upward, smooth stratified flow, stratified wavy, pola aliran

SUMMARY

LOSSES ANALYSIS FROM TWO PHASES (AIR-WATER) FLOWS IN PLEXIGLASS PIPE TO VARIATION OF INCLINATION

Final Project, 10th May 2017

Ilham Rukhiyat; supervised by Dewi Puspitasari

Analisis Kerugian Aliran Dua Fase (Udara-Air) dalam Pipa Plexiglass terhadap Variasi Kemiringan Sudut

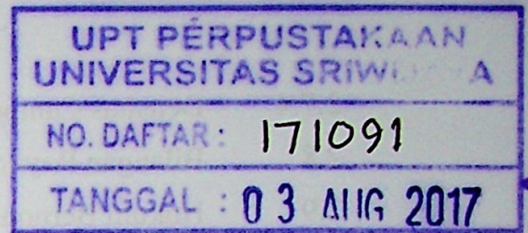
xvii + 127 Pages, 11 tables, 26 Figures, 3 attachments

SUMMARY

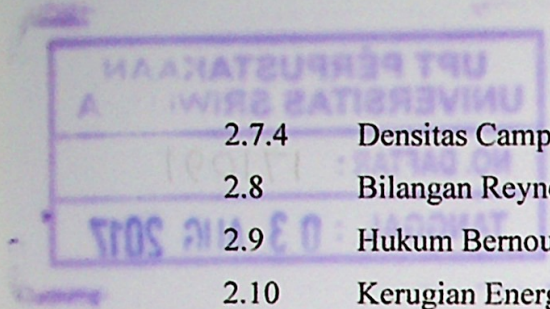
Flows in the pipe is one of transportation method to bring the fluids from one place to the other place. Phase of the fluids that flowing through the pipe usually be in the form of liquid, gas, or multi phase. Two phase flows is one of the multi phase flows type, which this two phase flows is composed from two different fluids phase. Two phase flows can be found in dayly life and industry process, which is in exhaust duct, steam turbine, petroleum industry, etc. Flows in the pipe actually has pressure drop along the pipe which is really important to us if we want to design piping system. The biggest fluid flow losses in the pipe is result of the friction between fluid and the pipe surface. This losses is usually occured in multi phase flows, because the interaction between the phase in this case its water and air. The important thing that we need to analysed before we start to studied about Pressure Drop are the roughness, lenght, diameter of the pipe, fluid type, velocity and flow pattern. Flow pattern and pressure drop can studied through the experiments, then the result is validated by teoritical calculation. The result of experiment is based on teoritical calculation. In this experiment shown that 10° and 5° inclination having Stratified Wavy and Smooth Stratified flow pattern, while at 0°, -5°, and -10° inclination, the pattern is dissapeared. The biggest pressure drop value can we see at 10° inclination and the smallest at -10°, So we can assumed that more bigger the downward inclination, the pressure drop value will more bigger too, otherwise more bigger the upward inclination, the pressure drop value will getting smaller.

Keywords : Pressure drop, downward, upward, smooth stratified flow, stratified wavy, flow pattern

Daftar Isi



Halaman Judul.....	i
Halaman Pengesahan	iii
Halaman Pengesahan Agenda	v
Halaman Persetujuan.....	vii
Halaman Pernyataan Pernyataan Publikasi.....	ix
Halaman Integritas	xi
Kata Pengantar	xiii
Ringkasan.....	xv
Summary	xvii
Daftar Isi.....	xixx
Daftar Gambar.....	xxiii
Daftar tabel.....	xxvv
Daftar Lampiran.....	xxvii
BAB 1 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	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Aliran Dua Fase	5
2.2 Hold-Up	5
2.3 Laju Aliran	5
2.4 Pola Aliran	6
2.5 Kecepatan Superfisial	8
2.6 Viskositas.....	10
2.7 Densitas.....	11
2.7.1 Densitas Massa	11
2.7.2 Densitas Spesifik.....	12
2.7.3 Densitas Relatif.....	12



2.7.4	Densitas Campuran	12
2.8	Bilangan Reynolds	13
2.9	Hukum Bernoulli	14
2.10	Kerugian Energi	14
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN		19
3.1	Metode Penelitian	19
3.2	Alat dan Bahan	19
3.2.1	Alat	19
3.2.2	Bahan	24
3.3	Peralatan Eksperimen	24
3.4	Diagram Alir Penelitian	26
3.5	Prosedur Pengambilan Data	27
3.6	Waktu dan Tempat Penelitian	29
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		31
4.1	Data Hasil Perhitungan	31
4.2	Pembahasan	107
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		113
5.1	Kesimpulan	113
5.2	Saran	113
DAFTAR PUSTAKA		115
LAMPIRAN		117

Daftar Gambar

Gambar 2.1 Gambar Pola Aliran pada Pipa Horizontal	8
Gambar 2.2 Visualisasi Kecepatan Aliran Dua Fase	9
Gambar 2.3 (a) Aliran Laminer, (b) Kritik dan (c) Turbulen.....	14
Gambar 3.1 Pipa Plexiglass.....	22
Gambar 3.2 Flowmeter air	22
Gambar 3.3 Selang pengukuran	23
Gambar 3.4 Keran untuk menentukan besarnya laju aliran	23
Gambar 3.5 Tangki penampung fluida.....	24
Gambar 3.6 Manometer	24
Gambar 3.7 Flowmeter Udara.....	25
Gambar 3.8 Kompresor Udara	25
Gambar 3.9 Pompa.....	26
Gambar 3.7 Kamera untuk visualisasi	26
Gambar 3.10 Peralatan Eksperimental.....	27
Gambar 3.11 Variasi Keniringan Sudut Pipa Seksi Uji	28
Gambar 3.12 Diagram Alir Penelitian	29
Gambar 4.1 Grafik pemetaan pola aliran pada Kemiringan 10°	49
Gambar 4.2 Grafik ΔP vs J_{mix} pada Kemiringan 10°	50
Gambar 4.3 Grafik pemetaan pola aliran pada Kemiringan 5°	64
Gambar 4.4 Grafik ΔP vs J_{mix} pada Kemiringan 5°	65
Gambar 4.5 Grafik pemetaan pola aliran pada Kemiringan 0°	79
Gambar 4.6 Grafik ΔP vs J_{mix} pada Kemiringan 0°	80
Gambar 4.7 Grafik pemetaan pola aliran pada Kemiringan -5°	94
Gambar 4.8 Grafik ΔP vs J_{mix} pada Kemiringan -5°	95
Gambar 4.9 Grafik pemetaan pola aliran pada Kemiringan -10°	109
Gambar 4.10 Grafik ΔP vs J_{mix} pada Kemiringan -10°	110

Daftar Tabel

Tabel 2.1	Nilai Parameter C.....	16
Tabel 3.1	Properties Fluida Kerja.	24
Tabel 3.2	Tabel Pengujian.	27
Tabel 3.3	Matriks Test Penelitian.	28
Tabel 3.4	Jadwal Kegiatan.	29
Tabel 4.1	Data Hasil Perhitungan pada Sudut Kemiringan 10°	36
Tabel 4.2	Data Hasil Perhitungan pada Sudut Kemiringan 5°	51
Tabel 4.3	Data Hasil Perhitungan pada Sudut Kemiringan 0°	66
Tabel 4.4	Data Hasil Perhitungan pada Sudut Kemiringan -5°	81
Tabel 4.5	Data Hasil Perhitungan pada Sudut Kemiringan -10°	97
Tabel 4.6	Perbandingan Nilai Pressure Drop setiap Kemiringan.	111

Daftar Lampiran

Lampiran A.1 Pengolahan Data.	121
Lampiran A.2 Pengolahan Data Excell.	122
Lampiran A.3Pengolahan Data Pemetaan Pola Aliran.	123

BAB 1

PENDAHULUAN



1.1 Latar Belakang

Aliran dalam pipa merupakan salah satu metode transportasi untuk membawa fluida dari suatu tempat ke tempat lain. Fase fluida yang dialirkan melalui pipa biasanya berupa fase fluida cair, gas atau multi fase. Salah satu aliran multi fase adalah aliran dua fase. Aliran dua fase terdiri dari dua fase fluida yang banyak dijumpai dalam kehidupan sehari-hari maupun dalam proses industri, antara lain terdapat pada aliran saluran pembuangan, pembangkit daya uap, industri perminyakan, dan lain-lain.

Aliran fluida didalam pipa pada kenyataanya mengalami penurunan tekanan seiring dengan panjang pipa yang dilalui fluida tersebut. Penurunan tekanan aliran didalam pipa sangat penting untuk diketahui guna merancang sistem perpipaan. Kehilangan energi yang terbesar dari aliran fluida dalam pipa adalah akibat dari gesekan yang terjadi antara fluida dan dinding dalam pipa terlebih lagi pada aliran multi fase karena adanya interaksi antar fase dalam hal ini udara dan air. Kekasaran pipa, panjang dan diameter pipa, jenis fluida kerja, kecepatan dan bentuk aliran adalah hal yang sangat terkait dengan penurunan tekanan tersebut.

(Lum, 2006) meneliti aliran dua fase minyak-air terhadap pengaruh kemiringan pipa keatas (*upward*: $+5^{\circ}$ dan $+10^{\circ}$) dan kebawah (*downward*: -5°), dengan kecepatan superfisial fluida campuran antara 0,7 dan 2,5 m/s dan fraksi fase antara 10%-90%. Pengujian dilakukan pada pipa stainless steel ID 38 mm. Berdasarkan penelitiannya pada (*upward*: $+5^{\circ}$ dan $+10^{\circ}$) didapat pola aliran stratified wavy sedangkan pada (*downward*: -5°) pola aliran tersebut cenderung menghilang. Kecepatan aliran pada (*upward*: $+5^{\circ}$ dan $+10^{\circ}$) lebih tinggi dari pada (*downward*: -5°) dan pada kasus ini minyak lebih cepat mengalir dari pada air. (Saisorn, Sira, 2008) melakukan penelitian dua fase gas nitrogen-air

dengan mengamati flow pattern, void fraction dan pressure drop. Penelitian ini dilakukan pada saluran silika dengan panjang saluran 320 mm, dan ID 0,53 mm, kecepatan superfisial yang digunakan 0,37-16 dan 0,005-0,34 m/s. Pola aliran yang didapat adalah slug flow, throat-annular flow, churn flow and annular-rivulet flow, pada percobaan satu fase tidak ada perbedaan yang signifikan baik nitrogen saja maupun air. Pada data void fraction menunjukkan bahwa aliran ini homogen. Dan pressure drop sangat bergantung dengan pola aliran.

(Antoni, Dachry, 2012) meneliti pengaruh efek kekasaran pipa terhadap koefisien gesek. Penelitian dilakukan dengan cara memberi variasi jumlah ulir pada dinding pipa, dari pengujian tersebut menunjukkan bahwa koefisien gesek pada aliran turbulen terlihat meningkat sebanding dengan kekasaran pipa. Rasio kekasaran yang besar mendapatkan koefisien gesek yang besar pula dan sebaliknya. Kenaikan rasio k/D diikuti dengan kenaikan nilai koefisien gesek. Semakin kasar permukaan pipa maka koefisien gesek juga semakin besar. Koefisien gesek menurun seiring dengan kenaikan bilangan Reynold. (Korawan, Agus Dwi, 2015) melakukan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh elbow terhadap *pressure drop* aliran dua fase (air dan udara) dalam pipa. Dengan menggunakan pipa transparan diameter 36 mm, posisi vertikal dengan panjang 2000 mm, dihubungkan dengan elbow 60° dilanjutkan dengan pipa dengan sudut kemiringan 30° . *Pressure drop* diukur dengan menggunakan manometer U. Berdasarkan hasil pengukuran *pressure drop* pada *elbow* memiliki kecenderungan turun pada setiap kecepatan superfisial liquid.

Dengan melihat latar belakang masalah yang telah diuraikan sebelumnya, maka penulis tertarik untuk menganalisis kerugian gesekan pada aliran dua fase (udara-air) di dalam pipa plexiglass terhadap variasi sudut kemiringan pipa.

Dalam perancangan alat kali ini penulis mengambil skripsi dengan judul "ANALISIS KERUGIAN PADA ALIRAN DUA FASE (UDARA-AIR) DALAM PIPA PLEXIGLASS TERHADAP VARIASI SUDUT KEMIRINGAN PIPA".

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya, dapat dirumuskan suatu permasalahan yaitu seberapa besar kerugian yang dipengaruhi variasi kemiringan pipa pada aliran dua fase (udara-air) didalam pipa plexiglass.

1.3 Batasan Masalah

Pada penelitian ini hanya dibatasi pada :

1. Fluida yang digunakan air dan udara.
2. Seksi uji yang digunakan *plexiglass*.
3. Temperatur fluida campuran dianggap konstan.
4. Pengambilan data hanya pada seksi uji.
5. Pengambilan data dilakukan pada sudut kemiringan -10^0 , -5^0 , 0^0 , 5^0 dan 10^0 .

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui dan menganalisis kerugian pada aliran dua fase (udara-air) di dalam pipa plexiglass terhadap variasi sudut kemiringan pipa.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat dijadikan acuan dalam bidang industri yang mengaplikasikan aliran dua fase (cair-gas), selain itu dapat pula dijadikan pengembangan cabang ilmu mekanika fluida.

DAFTAR PUSTAKA

- Rohsenow M, Warren., Hartnett P, James., Cho I, Young. 1998. *Handbook of Heat Transfer* (3rd ed). New York, USA: McGraw-Hill.
- Boyun Guo. 2005. *Offshore Pipelines*. Lousiana, USA: University of Lousiana at Lafayette.
- Lum, J, Y, -L, Al-Wahaibi, dkk. 2006. *Upward and Downwar Inclination Oil-Water Flows*. London, UK: Department of Chemical Engineering, University College London, Torrington Place.
- Biksono, Damawidjaya. 2006. *Karakteristik dan Visualisasi Aliran Dua Fasa pada Pipa Spiral*. Bandung: Universitas Jendral Achmad Yani.
- Saisorn Sira, Wongwises, dkk. 2007. *Flow pattern, void fraction and pressure drop of two-phase air-water flow in a horizontal circular micro-channel*. Bangkok, Thailand: Energy Division, The Joint Graduate School of Energy and Environment (JGSEE), King Mongkut's University of Technology Thonburi.
- Salimin. 2009. *Pengaruh Perubahan Aliran Terhadap Koefisien Kerugian*. Kendari: Universitas Haluoleo.
- Muhajir. 2009. *Karakteristik Aliran Fluida Gas-Cair Melalui Pipa Sudden Contraction*. Yogyakarta: Institut Sains dan Teknologi AKPRIND.
- Antoni, Dachry. 2012. *Efek Kekerasan Pipa Terhadap Koefisien Gesek*. Depok: Universitas Indonesia.
- Awaluddin, Slamet Wahyudi, dkk. 2014. *Analisis Aliran Fluida Dua Fase (Udara-Air) Melalui Belokan 45°*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Korawan, Agus Dwi Yuwono, dkk. 2015. *Studi Eksperimental dan Numerik Aliran Dua Fase (Air-Udara) Melewati Elbow 60° dari Pipa Vertikal Menuju Pipa dengan Sudut Kemiringan 30°*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Hadi, Rido Mardhan. 2016. *Karakteristik Aliran Gas-Cair yang Terjadi Akibat Pengaruh Variasi Sudut Kemiringan Pipa*. Indralaya: Universitas Sriwijaya.
- Ramdani, Ichsan. 2016. *Distribusi Tekanan dan Visualisasi Pola Aliran Gas-Cair pada Pipa Plexiglass Diameter ¾ Inch dengan Sudut Kemiringan 10°, 5°, 0°, -5° DAN -10°*. Indralaya: Universitas Sriwijaya.