

SKRIPSI
PEMODELAN ALIRAN DUA FASE GAS CAIR
PADA KEMIRINGAN PIPA
UPWARD HORIZONTAL DOWNWARD



OLEH:
SAHIDAH GROZNY
03121005077

PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2017

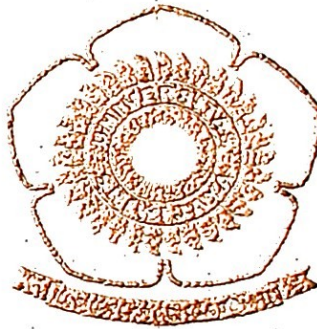
S
621.867 207
Sah
9
2017

500647



SKRIPSI
PEMODELAN ALIRAN DUA FASE GAS CAIR
PADA KEMIRINGAN PIPA
UPWARD HORIZONTAL DOWNWARD

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



OLEH:
SAHIDAH GROZNY
03121005077

PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2017

HALAMAN PENGESAHAN

PEMODELAN ALIRAN DUA FASE GAS CAIR PADA KEMIRINGAN PIPA UPWARD HORIZONTAL DOWNWARD

SKRIPSI

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

Oleh:

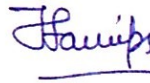
**SAHIDAH GROZNY
03121005077**

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyadi Yan, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 19711225 199702 1 001

Indralaya, Agustus 2017
Diperiksa dan disetujui oleh :
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 :

SKRIPSI

NAMA : SAHIDAH GROZNY
NIM : 03121005077
JURUSAN : TEKNIK MESIN
JUDUL : PEMODELAN ALIRAN DUA FASE GAS
CAIR PADA KEMIRINGAN PIPA UPWARD
HORIZONTAL DOWNWARD
DIBERIKAN : Agustus 2016
SELESAI : Agustus 2017

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyadi Yani, ST, M.Eng, Ph.D
NIP. 19711225 199702 1 001

Inderalaya, Agustus 2017
Diperiksa dan disetujui oleh :
Pembimbing Skripsi,

A handwritten signature in blue ink, which appears to read 'Dewi Puspitasari'.

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

HALAMAN PERSETUJUAN

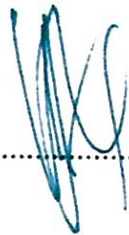
Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “Pemodelan Aliran Dua Fase Gas Cair Pada Kemiringan Pipa Upward Horizontal Downward” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal Agustus 2017.

Indralaya, Agustus 2017

Tim Penguji Karya tulis ilmiah berupa Skripsi

Ketua:

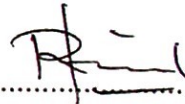
1. Ir. Firmansyah Burlian, M.T.
NIP. 19561227 198811 1 001



(.....)

Anggota:

1. Prof. Ir. Riman Sipahutar, M.Sc., Ph.D.
NIP. 19560604 198602 1 001
2. Prof. Dr. Ir. H. Kaprawi Sahim, DEA
NIP. 19570118 198503 1 004
3. Ir. Joni Yanto, M.T.
NIP. 19570522 198703 1 003



(.....)



(.....)



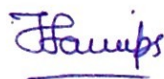
(.....)

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Pembimbing Skripsi



Irsyadi Yanti, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 19711225 199702 1 001



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

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Sahidah Grozny

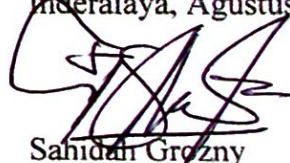
NIM : 03121005077

Judul : Pemodelan Aliran Dua Fase Gas Cair Pada Kemiringan Pipa
Upward Horizontal Downward

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, Agustus 2017



Sahidah Grozny
03121005077

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Sahidah Grozny

NIM : 03121005077

Judul : *Pemodelan Aliran Dua Fase Gas Cair Pada Kemiringan Pipa
Upward Horizontal Downward*

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.



Indralaya, Agustus 2017

METERAI
TEMPEL

8CBA4ADF771162838

6000
ENAM RIBURUPIAH

Sahidah Grozny
03121005077

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat, karunia, dan anugrah-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, Ayah Saefudin, Ibu Nurlela, Kakak Salbyah Govina Abang Najib Amaro serta Keluarga Miyanto, SH (Tante Jumirah, Rizki, Dafa dan Eka) yang tidak pernah lelah memberi dukungan baik moril maupun materil dan doa-doa sepertiga malam yang mereka panjatkan serta menjadi motivasi penulis.
2. Ibu Dr. Dewi Puspitasari, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing yang dengan ikhlas dan tulus telah membimbing, mengarahkan, mendidik, dan memotivasi penulis dari awal hingga selesainya skripsi ini.
3. Bapak Irsyadi Yani, ST, M.Eng, P.hD selaku Ketua Jurusan dan Bapak Amir Arifin, S.T. M.Eng, selaku Sekretaris Jurusan di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
4. Seluruh Dosen Pengajar, Staff Jurusan dan Staff Laboratorium Fenomena Dasar Mesin dan Laboraturium Studio Gambar di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu, memfasilitasi kegiatan penelitian dan pengarahan selama proses perkuliahan.
5. Para ST (-ðt) kesayangan; Seftyen Andrianto Ontjom, Wahyu Santoso Ayah, Vicky Rizky Ananda Kuncir, Anhari Babsker, Pulo Rudi Valentino Samosir Suhu MKM, Okky Wiranata PGB, Devry Dwinanda Alias, Akbar Andika Jok, Bembi Aris Munandar Emak, Akmal Zuhri Wak, Redo Tosilan Pooh – Raka Pradifta Dakdak – Faisyal Aminin Ipin (GirlsDayOut), Yasir Bahri Amstrong, Ezief Muhammad Fahmi Jr.PHB,

Evan Manullang Opung, Yope Korintus Mbing, dan (Batakers) Riska – Maryan yang kebanyakan dari mereka sukar gemuk. Terimakasih disetiap suka, duka, kekonyolan dan kebersamaan mencari ilmu serta mengajari banyak hal dalam perantauan.

6. Keluarga Besar Green Machine Spirit sebagai tempat pulang saat perantauan sedang tidak memihak (terkhusus Srikandismew, angkatan 18 serta angkatan 19-22).
7. Teman satu tim dalam bimbingan dan penelitian yaitu Ilham Rukhiyat, serta Squad Emultion Akbar Teguh P, Zainal Hamzah, Firman Achsanu Faisal Fikri, Diyan Irawan, Jourdan, Redi Aviansyah dan Dio PC Purba kakak tingkat kece yang rela menjadi Planner-Solver-Driver dan Kelakar (kalengnya) yang menemani penulis disaat Skripsmew melanda.
8. Seluruh Keluarga besar Mahasiswa Teknik Mesin Universitas Sriwijaya terutama teman-teman seperjuangan Angkatan 2012.
9. Semua pihak yang telah memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Dalam penulisan skripsi ini, mungkin terdapat kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran serta masukan yang bersifat membangun sangat penulis harapkan untuk membantu dalam perbaikan. Penulis mengharapkan semoga skripsi dengan judul “Pemodelan Aliran Dua Fase Gas Cair Pada Kemiringan Pipa Upward Horizontal Downward” dapat berguna dan memberikan manfaat untuk kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi serta menjadi referensi bagi yang akan mengkaji dimasa yang akan datang.

Indralaya, Agustus 2017

Penulis

RINGKASAN

PEMODELAN ALIRAN DUA FASE GAS CAIR PADA KEMIRINGAN PIPA UPWARD HORIZONTAL DOWNWARD

Karya tulis ilmiah berupa skripsi, Agustus 2017

Sahidah Grozny; Dibimbing oleh Dr. Dewi Puspitasari, S.T., M.T.

Modeling Two Phase Flow Gas Liquid In Upward Horizontal Downward Pipe

xxvii + 66 halaman, 58 gambar, 10 tabel, 12 Lampiran.

RINGKASAN

Pemodelan aliran dua fase ini dilaksanakan dengan menggunakan perangkat lunak Ansys Fluent 15.0.7 dan menggunakan variasi kecepatan superfisial air udara dan kemiringan pipa upward horizontal downward. Aliran dua fase ini sering ditemui pada dunia industri, khususnya industri perminyakan, mulai dari penyedotan sampai pendistribusian ke kilangan minyak. Fenomena aliran dua fase ini dapat ditunjukkan dengan pola aliran pada orientasi pipa horizontal antara lain; pola aliran sumbat air, aliran sumbat air bergelembung, aliran sumbat air bergelembung dan berkantung, aliran berkantung udara, aliran berkantung udara bergelembung, aliran gelembung, aliran gelembung berukuran lebih besar, dan aliran strata bergelombang. Pola aliran yang terbentuk dipengaruhi oleh 7 kecepatan superfisial air (0,225-1,578 m/s) dan 7 kecepatan superfisial udara (0,225-0,803 m/s) yang menjadi variabel input dan kemiringan pipa upward horizontal downward menjadi geometri pada pemodelan aliran dua fase lalu divalidasi dengan eksperimental dapat menjadi pertimbangan dalam sistem perpipaan. Penelitian komputasi dinamika fluida ansys fluent ini dilaksanakan dengan 18 data variasi kecepatan superfisial dengan 5 variasi kemiringan pipa dan menghasilkan : Pola aliran sumbat air yang terjadi di setiap kemiringan pipa kecuali kemiringan downward 10^0 yang disimulasikan pada kemiringan upward 10^0 horizontal 0^0 downward 5^0 . Pola aliran sumbat air bergelembung terjadi di setiap kemiringan pipa dan dilaksanakan simulasi kecuali pada kemiringan downward 10^0 . Pola aliran sumbat air bergelembung dan berkantung terjadi hanya pada kemiringan upward dan downward 10^0 dan dilaksanakan simulasi pada kemiringan upward 10^0 . Pola aliran sumbat air berkantung udara terjadi pada kemiringan upward 5^0 dan horizontal 0^0 lalu dilaksanakan simulasi pada kemiringan upward 5^0 . Pola aliran kantung udara hanya terjadi pada horizontal 0^0 dan disimulasikan. Pola aliran berkantung udara bergelembung terjadi di setiap kemiringan pipa dan disimulasi kecuali pada kemiringan

downward 5^0 . Pola aliran gelembung udara terjadi hanya pada upward 5^0 dan downward 10^0 lalu dilaksanakan simulasi pada kemiringan upward 5^0 . Pola aliran gelembung berukuran lebih besar terjadi disetiap kemiringan pipa, kecuali upward 10^0 dan 5^0 dilaksanakan simulasi pada horizontal 0^0 dan downward 5^0 . Pola aliran strata bergelombang terjadi dan dilaksanakan simulasi pada kemiringan downward 5^0 dan 10^0 .

Kata Kunci : Dua Fase, Ansys Fluent, Pola Aliran, Kemiringan Pipa, Kecepatan Superfisial.

SUMMARY

MODELING TWO PHASE FLOW GAS LIQUID IN UPWARD HORIZONTAL DOWNWARD PIPE

Scientific paper such as essay, August, 2017

Sahidah Grozny; Supervised by Dr. Dewi Puspitasari, S.T., M.T.

Pemodelan Aliran Dua Fase Gas Cair Pada Kemiringan Pipa Upward Horizontal
Downward

xxvii + 66 pages, 58 images, 10 tables, 12 Attachments.

SUMMARY

Modeling two phase flow is carried out using Ansys Fluent (15.0.7)'s software and uses variations of superficial velocity of water air and downward horizontal downward pipe. This two-phase flow is often encountered in the industrial world, especially the petroleum industry, from suction to distribution to oil refineries. This phenomenon of two-phase flow can be demonstrated flow pattern at horizontal pipe among others are slug flow, slug bubble flow, slug plug bubble flow, slug plug flow, plug flow, plug bubble flow, bubble flow, elongated bubble flow, and stratified wavy flow. The flow pattern formed is influenced by 7 superficial velocity of water with range (0.225-1.578 m/s) and 7 superficial air velocity with range (0.225-0.803 m/s) which becomes for input variable and the downward horizontal downward pipeline becomes the geometry of the two-phase flow modeling then validated with the experimental can be considered in the piping system. Computational fluid dynamics of ansys fluent was carried out with 18 datas of superficial velocity variation with 5 variations of slope of pipe and resulted: Slug flow patterns that occurred in each slope of the pipe except the downward slope of 10^0 which is simulated on the upward slope of 10^0 horizontal 0^0 downward 5^0 . Slug bubble flow pattern occurred at each slope of the pipe and implemented simulations except on the downward slope of 10^0 . Slug plug bubble flow pattern occurred only in upward and downward slope 10^0 and implemented simulation at upward slope of 10^0 . Slug plug flow pattern occurs at upward slope 5^0 and horizontal 0^0 , then implemented simulation at upward slope 5^0 . Plug flow pattern only occurred in horizontal 0^0 and simulated. Plug bubble flow pattern occurred in each pipe slope and is simulated except at the downward slope of 5^0 . Bubble flow pattern occurred only on the upward 5^0 and downward 10^0 then implemented simulations on the upward slope 5^0 . Elongated bubble flow pattern occurred in each slope of the pipe, except

upward 10^0 and 5^0 simulations were performed on horizontal 0^0 and downward 5^0 . Stratified wavy flow pattern occurred and implemented simulations on the downward slope of 5^0 and 10^0 .

Keywords : Two Phases, Ansys Fluent, Flow Pattern, Inclined Pipe, Superficial Velocity.

Daftar Isi



Halaman Judul.....	i
Halaman Pengesahan.....	iii
Halaman Pengesahan Agenda	v
Halaman Persetujuan.....	vii
Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi.....	ix
Halaman Pernyataan Integritas	xi
Kata Pengantar	xiii
Ringkasan	xv
Summary	xvii
Daftar Isi.....	xix
Daftar Gambar	xxi
Daftar Tabel.....	xx
Daftar Lampiran	xxiii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB 2 DASAR TEORI	5
2.1. Tinjauan Pustaka	5
2.2. Aliran Dua Fase.....	7
2.2.1 Pola Aliran	7
2.2.2 Peta Pola Aliran.....	9
2.3 Komputasi Dinamika Fluida	10
2.3.1 Persamaan Komputasi Dinamika Fluida.....	11
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	13
3.1 Diagram Alir Penelitian	13
3.2 Simulasi Perangkat Lunak Ansys Fluent 15.0.7	15



1705 13080

3.2.1	Pre-Processing	15
3.2.2	Solving	19
3.2.3	Post Processing	20
3.3	Tempat dan Waktu Penelitian	21
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		23
4.1	Pola Aliran pada Variasi Kemiringan Pipa	23
4.1.1	Kemiringan Pipa Upward 10 Derajat	23
4.1.2	Kemiringan Pipa Upward 5 Derajat	27
4.1.3	Kemiringan Pipa Horizontal	30
4.1.4	Kemiringan Pipa Downward 5 Derajat	33
4.1.5	Kemiringan Pipa Downward 10 Derajat	36
4.2	Gradien Tekanan Simulasi di Setiap Variasi Kemiringan Pipa	37
4.2.1	Gradien Tekanan pada Kemiringan Pipa Upward 10 Derajat	38
4.2.2	Gradien Tekanan pada Kemiringan Pipa Upward 5 Derajat	39
4.2.3	Gradien Tekanan pada Kemiringan Pipa Horizontal	39
4.2.4	Gradien Tekanan pada Kemiringan Pipa Downward 5 Derajat	40
4.2.5	Gradien Tekanan pada Kemiringan Pipa Downward 10 Derajat	41
4.3	Hasil Pola Aliran terhadap Variasi Kemiringan Pipa	42
4.3.1	Pola Aliran Slug	42
4.3.2	Pola Aliran Plug	46
4.3.3	Pola Aliran Bubble	48
4.3.4	Pola Stratified Flow	50
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		51
5.1	Kesimpulan	51
5.2	Saran	52
DAFTAR PUSTAKA		53

Daftar Gambar

Gambar 2.1	Grafik Hubungan Proporsi Volumetrik Udara (β) dengan terhadap Pressure Drop pada V_{SG} 0.025 m/s.....	5
Gambar 2.2	Hasil Pola Aliran Simulasi Komputasi Dinamika Fluida Dan Eksperimen pada V_{SG} 0.025 m/s	6
Gambar 2.3	Pola Aliran Hasil Penelitian : (a) Slug dan Plug ; (b) Less Aerated Slug ; (c) Highly Aerated Slug ; (d) Slug dan Wavy	8
Gambar 2.4	Pola Aliran Dua Fase Gas-Cair pada Pipa Horizontal	8
Gambar 2.5	Flow Pattern Map untuk aliran campuran udara-air pada pipa aliran horizontal.....	10
Gambar 3.1	Diagram Alir Prosedur Penelitian	13
Gambar 3.2	Diagram Alir Penelitian	14
Gambar 3.3	Tampilan setelah Generate Kemiringan Downward 10^0	15
Gambar 3.4	Tampilan Meshing	16
Gambar 3.5	Tampilan Penamaan Bidang Batas	16
Gambar 3.6	Tampilan General.....	17
Gambar 3.7	Tampilan Models	17
Gambar 3.8	Tampilan Materials	18
Gambar 3.9	Tampilan Phase	18
Gambar 3.10	Tampilan Boundary Conditions	19
Gambar 3.11	Tampilan Pengaturan Run Calculation Transient.....	20
Gambar 3.12	Tampilan Plane.....	21
Gambar 4.1 (a)	Visualisasi Pola Aliran Hasil Simulasi Slug pada $J_L=0,225$ m/s $J_G=0,255$ m/s	23
Gambar 4.1 (b)	Visualisasi Pola Aliran Hasil Eksperimen Slug pada $J_L =0,225$ m/s $J_G= 0,255$ m/s $\Delta P = 1176.768$ Pa	24
Gambar 4.2 (a)	Visualisasi Pola Aliran Hasil Simulasi Slug Bubble pada $J_L=0,450$ m/s $J_G=0,707$ m/s	24
Gambar 4.2 (b)	Visualisasi Pola Aliran Hasil Eksperimen Slug Bubble pada $J_L=0,450$ m/s $J_G=0,707$ m/s $\Delta P=1716,164$ Pa	24

B

Gambar 4.3 (a) Visualisasi Pola Aliran Hasil Simulasi Slug Plug Bubble pada $J_L=0,675$ m/s $J_G=0,225$ m/s.	25
Gambar 4.3 (b) Visualisasi Pola Aliran Hasil Eksperimen Slug Plug Bubble pada $J_L=0,675$ m/s $J_G=0,225$ m/s $\Delta P=1716,164$ Pa....	25
Gambar 4.4 (a) Visualisasi Pola Aliran Hasil Simulasi Plug Bubble pada $J_L=1,578$ m/s $J_G=0,225$ m/s.	26
Gambar 4.4 (b) Visualisasi Pola Aliran Hasil Eksperimen Plug Bubble Pada $J_L=1,578$ m/s $J_G=0,225$ m/s $\Delta P=1716,164$ Pa	26
Gambar 4.5 (a) Visualisasi Pola Aliran Hasil Simulasi slug plug pada $J_L=0,675$ m/s $J_G=0,225$ m/s.	27
Gambar 4.5 (b) Visualisasi Pola Aliran Hasil Eksperimen slug plug pada $J_L=0,675$ m/s $J_G=0,225$ m/s $\Delta P=1961,33$ Pa	27
Gambar 4.6 (a) Visualisasi Pola Aliran Hasil Simulasi slug bubble pada $J_L=0,900$ m/s $J_G=0,225$ m/s.	28
Gambar 4.6 (b) Visualisasi Pola Aliran Hasil Eksperimen slug bubble pada $J_L=0,900$ m/s $J_G=0,225$ m/s $\Delta P=2206,496$ Pa.	28
Gambar 4.7 (a) Visualisasi Pola Aliran Hasil Simulasi bubble pada $J_L=1,353$ m/s $J_G=0,225$ m/s.....	28
Gambar 4.7 (b) Visualisasi Pola Aliran Hasil Eksperimen bubble pada $J_L=1,353$ m/s $J_G=0,225$ m/s dan $\Delta P=3432,327$ Pa	29
Gambar4.8 (a) Visualisasi Pola Aliran Hasil Simulasi plug bubble pada $J_L=1,353$ m/s $J_G=0,321$ m/s.....	29
Gambar4.8 (b) Visualisasi Pola Aliran Hasil Eksperimen plug bubble pada $J_L=1,353$ m/s $J_G=0,321$ m/s dan $\Delta P=3432,327$ Pa.....	29
Gambar 4.9 (a) Visualisasi Pola Aliran Hasil Simulasi Slug pada $J_L=0,225$ m/s $J_G=0,321$ m/s.....	30
Gambar 4.9 (b) Visualisasi Pola Aliran Hasil Eksperimen Slug pada $J_L=0,225$ m/s $J_G=0,321$ m/s. $\Delta P=2206,496$ Pa.....	30
Gambar 4.10 (a) Visualisasi Pola Aliran Hasil Simulasi Slug Bubble Pada $J_L=0,450$ m/s $J_G=0,611$ m/s	31
Gambar 4.10 (b) Visualisasi Pola Aliran Hasil Eksperimen Slug Bubble pada $J_L=0,450$ m/s $J_G=0,611$ m/s ; $\Delta P=2696,829$ Pa	31
Gambar 4.11 (a) Visualisasi Pola Aliran Hasil Simulasi Plug pada	

C

$J_L=1,125\text{ m/s}$ $J_G=0,225\text{ m/s}$	31
Gambar 4.11 (b) Visualisasi Pola Aliran Hasil Eksperimen Plug pada $J_L=1,125\text{ m/s}$ $J_G=0,225\text{ m/s}$; $\Delta P=3922,660\text{ Pa}$	32
Gambar 4.12 (a) Visualisasi Pola Aliran Hasil Simulasi Elongated Bubble pada $J_L=1,578\text{ m/s}$ $J_G=0,225\text{ m/s}$	32
Gambar 4.12 (b) Visualisasi Pola Aliran Hasil Simulasi Elongated Bubble pada $J_L=1,578\text{ m/s}$ $J_G=0,225\text{ m/s}$; $\Delta P=4412,993\text{ Pa}$	32
Gambar 4.13 (a) Visualisasi Pola Aliran Hasil Simulasi slug flow pada $J_L=0,225\text{ m/s}$ $J_G=0,225\text{ m/s}$ $\Delta P=1961.33\text{ Pa}$	33
Gambar 4.13 (b) Visualisasi Pola Aliran Hasil Eksperimental slug flow pada $J_L=0,225\text{ m/s}$ $J_G=0,225\text{ m/s}$ $\Delta P=1961.33\text{ Pa}$	33
Gambar 4.14 (a) Visualisasi Pola Aliran Hasil Simulasi Stratified Wavy pada $J_L=0,450\text{ m/s}$ $J_G=0,514\text{ m/s}$	34
Gambar 4.14 (b) Visualisasi Pola Aliran Hasil Eksperimental Stratified Wavy pada $J_L=0,450\text{ m/s}$ $J_G=0,514\text{ m/s}$ $\Delta P=4412.9025\text{ Pa}$...	34
Gambar 4.15 (a) Visualisasi Pola Aliran Hasil Simulasi Slug Bubble pada $J_L=1,353\text{ m/s}$ $J_G=0,321\text{ m/s}$	34
Gambar 4.15 (b) Visualisasi Pola Aliran Hasil Eksperimental Slug Bubble pada $J_L=1,353\text{ m/s}$ $J_G=0,321\text{ m/s}$ $\Delta P=3432.3275\text{ Pa}$	35
Gambar 4.16 (a) Visualisasi Pola Aliran Hasil Simulasi Elongated Bubble pada $J_L=1,578\text{ m/s}$ $J_G=0,225\text{ m/s}$	35
Gambar 4.16 (b) Visualisasi Pola Aliran Hasil Eksperimental Elongated Bubble pada $J_L=1,578\text{ m/s}$ $J_G=0,225\text{ m/s}$ $\Delta P=3922.66\text{ Pa}$	35
Gambar 4.17 (a) Visualisasi Pola Aliran Hasil Simulasi Stratified Wavy pada $J_L=0,225\text{ m/s}$ $J_G=0,225\text{ m/s}$	36
Gambar 4.17 (b) Visualisasi Pola Aliran Hasil Eksperimental Stratified Wavy Flow pada $J_L=0,225\text{ m/s}$ $J_G=0,225\text{ m/s}$ $\Delta P=2451,6625\text{ Pa}$	36
Gambar 4.18 (a) Visualisasi Pola Aliran Hasil Simulasi Plug Bubble pada $J_L=1,125\text{ m/s}$ $J_G=0,321\text{ m/s}$	37
Gambar 4.18 (b) Visualisasi Pola Aliran Hasil Eksperimen Plug Bubble pada $J_L=1,125\text{ m/s}$ $J_G=0,321\text{ m/s}$; $\Delta P=2451,6625\text{ Pa}$	37
Gambar 4.19 Gradien Tekanan pada Kemiringan Upward 10 Derajat	38

Gambar 4.20 Gradien Tekanan pada Kemiringan Upward 5 Derajat	39
Gambar 4.21 Gradien Tekanan pada Kemiringan Horizontal 0 derajat.....	40
Gambar 4.22 Gradien Tekanan pada Kemiringan Downward 5 Derajat	41
Gambar 4.23 Gradien Tekanan pada Kemiringan Downward 10 Derajat	41

B.

B.

D

Daftar Tabel

Tabel 3.1	Jadwal Penelitian.....	21
Tabel 4.1	Pola Aliran Slug Pada Variasi Kemiringan Upward Horizontal Downward.....	42
Tabel 4.2	Pola Aliran Slug Bubble Pada Variasi Kemiringan Upward Horizontal Downward.....	43
Tabel 4.3	Pola Aliran Slug Plug Bubble Pada Variasi Kemiringan Upward Horizontal Downward.....	44
Tabel 4.4	Pola Aliran Slug Plug Pada Variasi Kemiringan Upward Horizontal Downward.....	45
Tabel 4.5	Pola Aliran Plug Pada Variasi Kemiringan Upward Horizontal Downward.....	46
Tabel 4.6	Pola Aliran Plug Bubble Pada Variasi Kemiringan Upward Horizontal Downward	47
Tabel 4.7	Pola Aliran Bubble Pada Variasi Kemiringan Upward Horizontal Downward.....	48
Tabel 4.8	Pola Aliran Elongated Bubble Pada Variasi Kemiringan Upward Horizontal Downward.....	49
Tabel 4.9	Pola Aliran Stratified Wavy Pada Variasi Kemiringan Upward Horizontal Downward.....	50

Daftar Lampiran

Lampiran A1	Instalasi Pipa dan Geometri Pipa.....	55
Lampiran A2	Kontur (Gradien) Tekanan.....	57
Lampiran A3	Simulasi Ansys Fluent 15.0.7.....	59
Lampiran A4	Jadwal Simulasi.....	63
Lampiran A5	Kartu Bimbingan Skripsi.....	65

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Aliran dua fase gas cair banyak ditemui dalam bidang perindustrian yaitu proses transportasi, pengolahan, dan produksi antara lain di industri perminyakan transportasi, pengolahan, produksi minyak dan gas, proses produksi dan transportasi uap pada pembangkit listrik, alat penukar kalor, pada sistem evaporator dan pada suatu kondensor. Terlebih pada PDAM saat air (minum) masuk yang berasal dari *suction* reservoir, mengalami penurunan tekanan yang mengakibatkan volume berkurang dan temperatur naik yang menyebabkan air menguap, dan uap tersebut diasumsikan fase gas yang dapat menyebabkan kavitasi pada pompa. Lalu pada industri perminyakan sistem perpipaan di pendistribusian yang banyak menggunakan elbow atau variasi *junction* lainnya dapat menimbulkan gelembung udara yang mana dapat mengurangi performansi pompa dan hasil produksi minyak tersebut. Desain dan operasi dari sistem atau peralatan yang melibatkan aliran dua fase membutuhkan pemahaman yang teliti dikarenakan karakteristik kedua fase yang cukup jauh berbeda. Perbedaan karakteristik kedua fase pada penelitian ini diperoleh dari interaksi antar fase yang akan menghasilkan pola aliran (*flow pattern*), dan peta pola aliran (*flow pattern map*).

Menurut (Puspitasari, dkk 2016) pada hasil penelitiannya didapat pola aliran *plug* disetiap variasi kemiringan pipa. Di kemiringan 10 derajat berlawanan arah dengan gravitasi pola aliran *plug* didapat dengan asumsi kecepatan superfisial gas meningkat dan kecepatan superfisial air menurun, lalu kemiringan 5 derajat berlawanan arah gravitasi didapat pola aliran *plug* dengan kecepatan superfisial air dan udara sama besar, pada horizontal didapat pola aliran *plug* dengan kecepatan superfisial air lebih besar daripada kecepatan superfisial udara dan untuk kemiringan yang searah gravitasi didapat pola aliran

plug dengan kecepatan superfisial air minimum dan kecepatan superfisial gas maksimum.

Penelitian aliran dua fase dilakukan secara eksperimental dan komputasi menggunakan *Ansys Fluent*. Penelitian secara eksperimental ini didapatkan variabel tekanan yang dipengaruhi oleh variasi kecepatan superfisial fluida kerja dan kemiringan pipa. Lalu dilanjutkan dengan komputasi dinamika fluida *Ansys fluent* dengan variasi kecepatan superfisial gas dan udara serta variasi sudut kemiringan pipa yang akan menghasilkan *animation* pola aliran gas cair.

Simulasi aliran dua fase dalam pipa menggunakan perangkat lunak termasuk dalam komputasi dinamika fluida. Menurut (Mazumder 2012) Komputasi dinamika fluida (CFD) teknik pertama kali diperkenalkan pada 1940-an yang diperlukan untuk mensimulasikan interaksi cairan dan gas dengan permukaan yang didefinisikan oleh kondisi batas. Simulasi lebih unggul dibandingkan pendekatan statistik konvensional yang harus membutuhkan eksperimental atau usaha percobaan untuk mendapatkan informasi dan merupakan teknik campuran dari keahlian analisis dan pemahaman tentang program komputer yang digunakan. Motivasi mengembangkan dan menggunakan bahasa simulasi berasal dari keinginan untuk mempersingkat waktu yang dibutuhkan untuk menganalisa, mengembangkan model valid yang relatif mudah, dan menyediakan *output* statistik yang dibutuhkan dalam pengambilan keputusan Berdasarkan uraian sebelumnya, penulis memiliki gagasan untuk melakukan penelitian Tugas Akhir dengan judul “Pemodelan Aliran Dua Fase Gas Cair Pada Kemiringan Pipa Upward Horizontal Downward”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang sebelumnya, transportasi aliran dua fase dalam pipa dianalisa dengan melakukan komputasi dinamika fluida yang hasil pola alirannya akan divalidasi dengan hasil eksperimental dan dipengaruhi oleh

variasi kecepatan superfisial dan sudut kemiringan pipa dengan menggunakan Perangkat Lunak jenis ANSYS *Fluent*.

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan penelitian yang akan dilaksanakan, penulis membatasi hal yang akan diteliti, sebagai berikut.

1. Visualisasi pola aliran yang terjadi pada saat penelitian menggunakan perangkat lunak ANSYS *Fluent*.
2. Penelitian menggunakan pipa *plexyglass* berdiameter 19.05 mm dan panjang 2500 mm.
3. Fluida kerja yaitu udara dan air.
4. Temperatur fluida kerja dianggap konstan, sehingga tidak terjadi perpindahan kalor saat penelitian.
5. Variasi sudut kemiringan (letak posisi) pipa hanya meliputi: $+10^0$, $+5^0$, 0^0 , -5^0 , dan -10^0 keadaan *upward*, horizontal dan *downward*.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian aliran dua fase dengan simulasi menggunakan Perangkat Lunak ANSYS *Fluent* sebagai berikut.

1. Mengetahui pengaruh variasi kecepatan superfisial air udara terhadap terbentuknya pola aliran.
2. Mengetahui pengaruh variasi kecepatan superfisial air udara dengan variasi sudut kemiringan terhadap terbentuknya pola aliran.

1.5 Manfaat Penelitian

Penulis berharap hasil penelitian dapat dimanfaatkan sebagai referensi dalam bidang Mekanika Fluida pembahasa aliran dua fase gas-cair yang menggunakan komputasi dinamika fluida jenis perangkat lunak ANSYS *Fluent*.

DAFTAR PUSTAKA



- Boyun Guo. 2005. *Offshore Pipelines*. Louisiana, USA: University of Louisiana at Lafayette.
- Cengel, Y. A., & Cimbala, J. M. (2006). *Fluids Mechanic: Fundamental and Application*. New York: Mc. GrawHill.
- Dinaryanto, O., Sarworo, R. S., Majid, A. I., Indarto, & Deendarlianto. (2016). Studi Eksperimental Mengenai Sub-Regime Aliran Slug Dua Fasa Pada Pipa Horizontal. *Thermofluids VIII* (hal. 293-298). Yogyakarta: Departemen Teknik Mesin dan Teknik Industri Universitas Gajah Mada.
- Mandhane, J. M., Gregory, G. A., & Aziz, K. (1974). A Flow Pattern Map for Gas-Liquid Flow in Horizontal Pipes. *International Journal of Multiphase Flow*, 537-553.
- Mazumder, Q. H. (2012). CFD Analysis of Single and Multiphase Flow Characteristic in Elbow. *Journal of Scientetific Research Engineering*, 210-2014.
- Munson, B. R., Okiishi, T. H., Young, D. F., Budiarso, & Harinaldi. (2003). *Mekanika Fluida*. Jakarta: Erlangga.
- Nugraha, A. Y., Soenoko, R., & Wahyudi, S. (2014). Pemodelan dan Verifikasi Aliran Dua Fase (Air-Udara) di Belokan 90 derajat. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 225-238.
- Puspitasari, D., Marwani, Hadi, R. M., & Grozny, S. (2016). Pola Aliran Plug (Liquid-Gas) pada Variasi Sudut Kemiringan Pipa. *Thermofluids VIII* (hal. 257-261). Yogyakarta: Departemen Teknik Mesin dan Industri Universitas Gajah Mada.
- Ramdani, I. (2016). "Distribusi Tekanan dan Visualisasi Pola Aliran Gas-Cair pada Pipa Plexyglass Diameter 3/4 Inchi dengan Sudut Kemiringan 10 derajat, 5 derajat, 0 derajat, -5 derajat, dan -10 derajat". *Skripsi*. FT, Teknik Mesin, Universitas Sriwijaya.
- Santoso, B., Indarto, Deendarlianto, & W, Thomas. S. (2012). Fluktuasi Beda Tekanan dari Pola Aliran Slug Air-Udara pada Aliran Dua Fase Searah Pipa Horizontal. *Rotasi*, 1-6.
- Versteeg, H. K., & Malalasekara, W. (1995). *An Introduction to Computational Fluid Dynamic The Finite Elemen Analysis*. Longman.