

LEMBAR PERSETUJUAN

KARAKTERISTIK ALIRAN DUA FASE (AIR – UDARA) PADA ORIFICE MELALUI HORIZONTAL CIRCULAR CHANNELS

SKRIPSI KONSENTRASI TEKNIK KONVERSI ENERGI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun oleh

MUHAMMAD FAUZI
NIM. 105060200111066-62

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Dr.Eng. Widya Wijayanti, ST.,MT.
NIP. 19750802 199903 2 002

Agung Sugeng Widodo, ST.,MT.,Ph.D
NIP. 19710321 199802 1 001

LEMBAR PENGESAHAN

KARAKTERISTIK ALIRAN DUA FASE (AIR – UDARA) PADA ORIFICE MELALUI HORIZONTAL CIRCULAR CHANNELS

SKRIPSI KONSENTRASI TEKNIK KONVERSI ENERGI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik

Disusun oleh

MUHAMMAD FAUZI
NIM. 105060200111066-62

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada
Tanggal 22 Juli 2014

Majelis Penguji

Skripsi I

Skripsi II

Dr.Ir. Wahyono Suprpto, MT.,Met
NIP. 19551117 198601 1 001

Dr.Eng. Lilis Yulianti, ST.,MT.
NIP. 19750702 200003 2 001

Skripsi III

Rudianto Raharjo, ST.,MT.
NIP. 19820225 201212 1 002

Mengetahui,
Ketua Program Studi S1 Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Dr.Eng. Widya Wijayanti, ST.,MT.
NIP. 19750802 199903 2 002

HALAMAN PERUNTUKAN

Teriring ucapan terimakasih kepada :

1. Kedua orang tua, Ayah Islaili dan Ibu Lis Nurhuda serta saudara kandungku, Mas Endra, Mbak Indri, dan Hasan tercinta yang telah memberikan segalanya yang terbaik untuk penulis.
2. Rahmi Asti Harumi yang selalu menemani, mendukung, dan memberikan motivasi dalam penyelesaian perkuliahan dan skripsi ini.
3. Keluarga Besar Laboratorium Fenomena Dasar Mesin Bu Widya, Pak Agung, Lek Djoko, Mas Tukul, Mas Angga, Mas Kipo, Mbak Tita, Hamid, Pungkas, Raka, Farid, Riyan, Irul, Alvi, Ony, Bintoro, Erwin, Gede, Endang yang selalu mendukung dan menghibur selama penyelesaian skripsi ini.
4. Keluarga Besar Mahasiswa Mesin (KBMM) khususnya angkatan 2010 (IMMORTAL) yang secara langsung maupun tidak langsung ikut membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Keluarga Besar SOCM Prizzy, Tasya, Anggi, Yudi, Apris, Adit, Indrawan, Moka, Ilham, Awang, Tito, Fajar, Hafith, Tunggul, Angga, Yamin, Ari, Habib, Sony, Riandi, Teguh, Arya, Reza, Wildan, Atma, Oki.
6. Keluarga Mahasiswa Osing Brawijaya Malang (KMOBM) Abiseka, Wavheta, Franciska, Yudi, Dinar, Oki, Abu, Andi, Sheli, Yuli, Ayu, Broto, Huda, Rohman, Sinta, Dwi, Abas, Chantika, Affan, Rangga, Fajar, Tata, Sultan, Angga, Echa, Clara, Windi, Radix, Yanuar, Gisela, Wika, Savril, Faro, Samantha, Ilmi, Bayu, Riskita, Iccha, Mahardika, Astrid, Danang, Dimas, Dedi, Rizki, Bagus, Siti, Novia, Indah dkk yang selalu mendukung dan menghibur selama penyelesaian perkuliahan dan skripsi ini.
7. Teman-teman ngopi, kemah dan futsal Yus, Franciska, Pungkas, Hamid, Raka, Rama, Faisal, Reza, Djoni yang telah mendukung dan menghibur selama perkuliahan dan skripsi ini.
8. Teman-teman seperjuangan kost di Malang Aan, Arif, Broto, Franciska, Iwan, Wowok, Cahya, Ryan, Huda, Puguh, Mirza, Dwi, Andika, Anwar, Bardin, Jefri, Almabi yang telah mendukung dan menghibur selama perkuliahan dan skripsi ini.

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan benar. Sholawat dan salam semoga selalu diberikan kepada Nabi besar Muhammad SAW yang telah menyempurnakan peradaban manusia dengan Islam.

Penyusunan dan penyelesaian skripsi ini tidak lepas dari keterlibatan dan bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan kepada:

1. Bapak Dr.Eng. Nurkholis Hamidi, ST.,M.Eng. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya dan Bapak Purnami, ST.,MT. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya serta Ibu Dr.Eng. Widya, ST.,MT. selaku Ketua Program Studi 1 Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya.
2. Ibu Dr.Eng. Widya, ST.,MT. dan Bapak Agung Sugeng Widodo, ST.,MT.,Ph.D selaku Dosen Pembimbing Skripsi sekaligus Kepala Laboratorium Fenomena Dasar Mesin atas bantuan fasilitas dan arahan yang telah diberikan guna menyelesaikan skripsi.
3. Ibu Haslinda Kusumaningsih, ST.,M.Eng. yang telah membantu dan membimbing dalam penyelesaian skripsi ini.
4. Bapak Ir. Handono S, M.Eng.Sc. dan Bapak Khairul Anam, ST.,M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan saran-saran selama menyelesaikan perkuliahan dan skripsi ini.
5. Seluruh staf pengajar dan administrasi Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya.
6. Semua pihak dan teman-teman yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu yang telah membantu penulis selama ini.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis telah berusaha sebaik mungkin untuk menyelesaikan skripsi ini dengan sebaik-baiknya dan penulis juga menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi penyusunan yang lebih baik lagi.

Akhirnya penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis dan bagi para pembaca umumnya sekaligus dapat menjadi bahan acuan untuk penelitian lebih lanjut. Akhir kata, penulis mengharapkan skripsi ini dapat memberikan

manfaat yang positif pada pembaca. Semoga memunculkan ide-ide baru, saran dan kritik yang membangun ke depannya.

Malang, Juli 2014

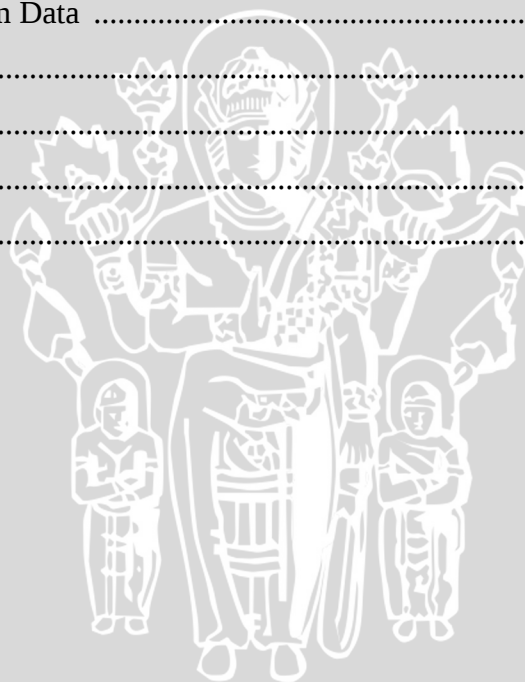
Penulis



DAFTAR ISI

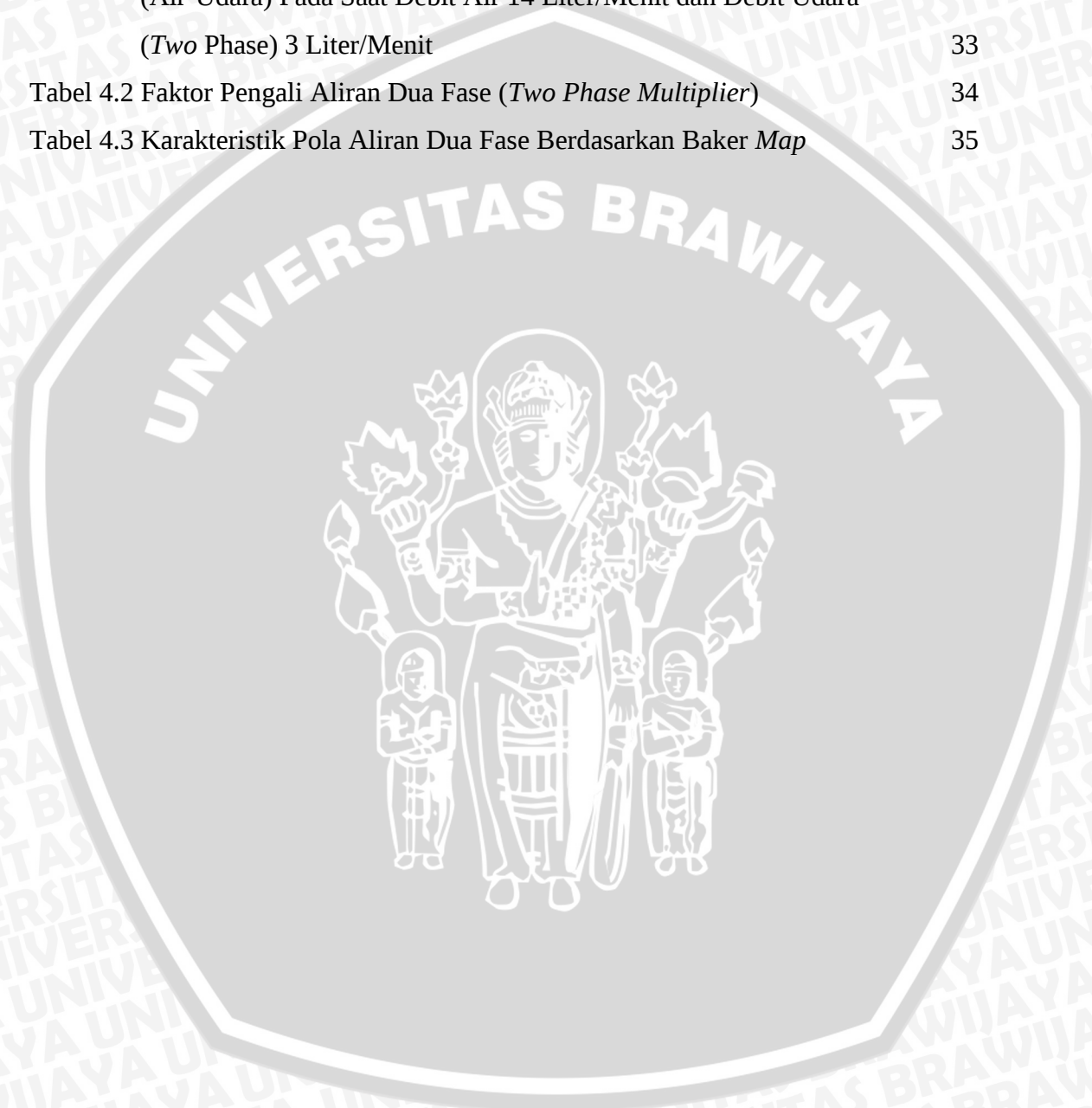
	Halaman
LEMBAR PERSETUJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERUNTUKAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
RINGKASAN	xii
 BAB I PENDAHULUAN	 1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	 4
2.1 Penelitian Sebelumnya	4
2.2 Karakteristik Pola Aliran Fluida	5
2.2.1 Pola Aliran Satu Fase	5
2.2.2 Pola Aliran Dua Fase Melalui Pipa Horizontal	6
2.3 Aliran Fluida dalam Pipa	8
2.3.1 Aliran Berkembang Penuh (<i>Fully Developed Flow</i>)	8
2.3.2 <i>Vortex</i>	9
2.3.3 Persamaan Bernoulli	10
2.3.3 Persamaan Kontinuitas	11
2.4 <i>Orifice</i>	12
2.4.1 Macam-macam <i>Orifice</i>	15
2.4.2 Peletakan Titik Pengukuran Beda Tekanan	16
2.4.3 <i>Pressure Drop</i> Melalui <i>Orifice</i>	19
2.4.3.1 <i>Pressure Drop</i> pada Aliran Satu Fase	19

2.4.3.2 <i>Pressure Drop</i> pada Aliran Dua Fase	19
2.5 Hipotesis	21
BAB III METODE PENELITIAN	22
3.1 Tempat Penelitian	22
3.2 Variabel Penelitian	22
3.3 Peralatan Penelitian	23
3.4 Skema Instalasi Penelitian	28
3.5 Prosedur Penelitian	29
3.6 Diagram Alir Penelitian	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1 Hasil Penelitian	33
4.1.1 Data Hasil Penelitian	33
4.1.2 Pengolahan Data	35
4.2 Pembahasan	39
BAB V PENUTUP	46
5.1 Kesimpulan	46
5.2 Saran	46
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	



DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 4.1	Distribusi Tekanan Pada Aliran Satu Fase (Air) dan Dua Fase (Air-Udara) Pada Saat Debit Air 14 Liter/Menit dan Debit Udara (Two Phase) 3 Liter/Menit	33
Tabel 4.2	Faktor Pengali Aliran Dua Fase (<i>Two Phase Multiplier</i>)	34
Tabel 4.3	Karakteristik Pola Aliran Dua Fase Berdasarkan Baker Map	35



DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Data eksperimen berdasarkan Baker Map	4
Gambar 2.2	Grafik hubungan <i>gas volume fraction</i> terhadap <i>two phase multiplier</i> untuk perbedaan ketebalan <i>orifice</i>	5
Gambar 2.3	Aliran laminar	6
Gambar 2.4	Aliran transisi	6
Gambar 2.5	Aliran turbulen	6
Gambar 2.6	<i>Bubbly flow</i>	7
Gambar 2.7	<i>Plug flow</i>	7
Gambar 2.8	<i>Stratified flow</i>	8
Gambar 2.9	<i>Wavy flow</i>	8
Gambar 2.10	<i>Slug flow</i>	8
Gambar 2.11	<i>Annular flow</i>	8
Gambar 2.12	Perkembangan aliran laminar pada pipa	9
Gambar 2.13	Aliran yang telah berkembang penuh antara 2 penampang dalam pipa miring	10
Gambar 2.14	Geometri <i>vortex</i> menurut besar bilangan <i>Reynolds</i>	11
Gambar 2.15	<i>Vortex</i> 2 dimensi	11
Gambar 2.16	Aliran fluida yang melewati <i>orifice</i>	13
Gambar 2.17	Skema aliran dalam <i>orifice</i>	14
Gambar 2.18	Grafik <i>flow coefficient</i> (K) dan <i>Reynold number</i> (Re) pada <i>orifice</i> , <i>nozzle</i> dan venturimeter	15
Gambar 2.19	Jenis <i>concentric orifice</i>	16
Gambar 2.20	Jenis <i>eccentric orifice</i>	17
Gambar 2.21	Jenis <i>segmental orifice</i>	17
Gambar 2.22	<i>Corner taps</i>	18
Gambar 2.23	<i>Flange taps</i>	18
Gambar 2.24	<i>Vena contracta taps</i>	19
Gambar 2.25	<i>Pipe taps</i>	19
Gambar 3.1	Pompa	24
Gambar 3.2	Kompresor torak	24

Gambar 3.3 Pipa PVC dan akrilik	25
Gambar 3.4 Bak penampung air	25
Gambar 3.5 <i>Orifice</i>	26
Gambar 3.6 Katup (<i>valve</i>)	26
Gambar 3.7 Manometer	27
Gambar 3.8 <i>Flowmeter</i> Air dan Udara	27
Gambar 3.9 Kamera	28
Gambar 3.10 Skema instalasi penelitian	29
Gambar 3.11 <i>Orifice</i>	29
Gambar 3.12 Diagram alir penelitian	31
Gambar 4.1 Grafik distribusi tekanan pada aliran satu fase (a) dan aliran dua fase (b)	39
Gambar 4.2 Grafik hubungan fraksi volume gas terhadap faktor pengali aliran dua fase (a) $Q_1 = 14$ l/m, (b) $Q_1 = 16$ l/m, (c) $Q_1 = 18$ l/m, (d) $Q_1 = 20$ l/m	40
Gambar 4.3 Grafik karakteristik pola aliran dua fase (air-udara) pada orifice melalui horizontal circular channels berdasarkan baker <i>map</i> (a) batas sesuai baker <i>map</i> , (b) batas berbeda dengan baker <i>map</i>	43
Gambar 4.4 Pola Aliran <i>Wavy</i>	45
Gambar 4.4 Pola Aliran <i>Slug</i>	45
Gambar 4.4 Pola Aliran <i>Bubbly</i>	45
Gambar 4.4 Pola Aliran <i>Annular</i>	45

DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul	Halaman
Lampiran 1.	Gambar Visualisasi Pola Aliran Dua Fase Secara Aktual	47
Lampiran 2.	Data Beda tekanan Aliran Satu Fase (Air)	48
Lampiran 3.	Data Beda tekanan Aliran Dua Fase (Air-Udara)	48



RINGKASAN

Muhammad Fauzi, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Juli 2014, Karakteristik Aliran Dua Fase (Air-Udara) pada *Orifice* Melalui *Horizontal Circular Channels*, Dosen Pembimbing: Widya Wijayanti dan Agung Sugeng Widodo.

Aliran dua fase merupakan aliran simultan dari dua fluida yang terpisah satu sama lain baik itu fluida cair dengan gas maupun fluida cair atau gas dengan partikel padat yang telah tersuspensi. Pengetahuan mengenai karakteristik aliran dua fase melalui *orifice*, venturi, *valve* sangat penting guna mengontrol dan mengoperasikan peralatan pada sistem industri perminyakan, pembangkit tenaga nuklir, sistem *refrigerator*.

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui karakteristik aliran dua fase (air-udara) pada *orifice* melalui *horizontal circular channels*. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu menggunakan metode penelitian eksperimental nyata (*true experimental research*), dengan melakukan pengamatan secara langsung untuk memperoleh data sebab akibat melalui eksperimen guna mendapatkan data empiris yang secara langsung digunakan ke obyek yang akan diteliti.

Debit air dan udara divariasikan berturut-turut sebagai berikut (14, 16, 18, 20) liter/menit dan (3, 6, 9, 12, 15) liter/menit. Data yang diambil pada penelitian ini berupa beda tekanan pada *orifice* dengan menggunakan manometer air dan memvisualisasikan pola aliran yang terjadi pada *orifice* menggunakan kamera DSLR. Dalam penelitian pipa uji yang digunakan transparan berdiameter 31,75 mm dengan panjang 390 mm, fluida kerjanya adalah air dan udara, *orifice* yang digunakan terbuat dari pelat akrilik dengan *area ratio* (σ) antara diameter *orifice* dan pipa sebesar 0,6 dan *thickness ratio* (s/d) antara ketebalan dan diameter *orifice* sebesar 0,11, tipe peletakan titik pengukuran yang digunakan yaitu tipe *corner taps*, sistem saluran diasumsikan *adiabatic*.

Hasil dari penelitian ini bahwa karakteristik pola aliran dua fase (air-udara) pada *horizontal circular channels* berdasarkan *Baker map* terbentuk pola aliran *slug* dan *annular*. Akan tetapi karakteristik pola aliran dua fase (air-udara) pada *orifice* melalui *horizontal circular channels* berdasarkan *Baker map* dengan batas yang berbeda terbentuk pola aliran *wavy*, *bubbly*, *slug* dan *annular*. Semakin meningkatnya fraksi volume gas maka faktor pengali aliran dua fase secara aktual akan semakin meningkat. Hal ini disebabkan karena dengan semakin meningkatnya fraksi volume gas maka *pressure drop* dari aliran dua fase akan semakin besar diakibatkan adanya *vortex*, ketidakseimbangan antarfase kompresibel dengan inkompresibel menimbulkan hilangnya head tekan.

Kata Kunci: Pola aliran dua fase, faktor pengali aliran dua fase (*two phase multiplier*), penurunan tekanan (*pressure drop*), fraksi volume gas (*gas volume fraction*).