

SKRIPSI
INVESTIGASI POLA ALIRAN DUA – FASE UDARA – LARUTAN EMULSI
MINYAK KELAPA DAN AQUADES PADA PIPA KAPILER DENGAN
KEMIRINGAN 60⁰ TERHADAP POSISI HORIZONTAL

Ditujukan untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik



Disusun Oleh :

Rizky Nur Ikhsan

20170130043

PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
2021

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini adalah asli hasil karya saya dan belum pernah diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks referensi yang ditulis dengan menyantumkan sumbernya dalam naskah dan daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa skripsi yang saya tulis ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Yogyakarta, 28 Oktober 2021



Rizky Nur Ikhsan

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, karunia, nikmat dan petunjuk-Nya sehingga skripsi tugas akhir dengan judul “Investigasi Pola Aliran Dua – Fase Udara – Larutan *Emulsi* Minyak Kelapa dan Aquades pada Pipa Kapiler Dengan Kemiringan 60^0 Terhadap Posisi Horizontal” dapat diselesaikan dengan baik dan lancar. Skripsi ini disusun untuk diajukan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana S-1 di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang turut membantu memberikan arahan, bimbingan dan motivasi-Nya dalam Penyusunan skripsi tugas akhir ini, yaitu:

1. Bapak Berli Paripurna Kamiel, S.T., M.M., M.Eng.Sc., Ph.D. selaku Ketua Program Studi S-1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Sukamta M.T., IPM., selaku dosen pembimbing utama tugas akhir atas arahan, bimbingan dan motivasi-Nya dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Ir. Sudarja M.T., selaku dosen pembimbing pendamping tugas akhir atas arahan, bimbingan dan motivasi-Nya dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Dr. Sri Sundari, M.Kes., selaku dosen FKIK yang telah memberikan bantuan dan saran-saran dalam penelitian ini.
5. Bapak Tito Hadji Agung Santosa, S.T., M.T., selaku dosen penguji.
6. Bapak Ibu Dosen dan Staf lainnya serta seluruh civitas akademika Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih jauh dari sempurna. Kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan untuk perbaikan dan pembelajaran selanjutnya. Semoga kebaikan dari pihak-pihak yang disebutkan mendapatkan balasan dari Allah SWT dan Semoga skripsi tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi yang berkepentingan dan berkenan untuk membacanya.

Yogyakarta, 27 Oktober 2021



Rizky Nur Ikhsan

HALAMAN PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillah rabbilalamin, puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, karunia, nikmat dan petunjuk-Nya sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan tepat pada waktunya. Oleh karena itu dengan rasa bahagia dan penuh suka cita penulis haturkan terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua Bapak Edy Sudjono dan Ibu Heny Ratna Pamungkas, yang telah membiayai, mendukung dan mendoakan kesuksesan penulisan dalam masa studi di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Terimakasih atas seluruh doa yang selalu dipanjatkan disetiap ibadahnya. Penulis hanya bisa mendoakan semoga segala kerja keras dan doa dari kedua orang tua dibalas oleh Allah SWT dan mendapatkan kebahagiaan di dunia maupun di akhirat.
2. Kakak-kakakku Resti Cucu Ikhsani dan Rendi Bani Ikhsan yang selalu mensupport saya dan mendoakan saya selama kuliah di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
3. Keluarga besar IKJ : Ardi, Dwi Ari, Fajar, Anggun, Angga, Zahid, Sarah dan Ivan yang telah membantu memberikan ilmunya kepada penulis, memberikan motivasinya, memberikan tenaga dan fikirannya dan selalu mendukung serta kebersamai hingga akhir disetiap perjalanan penulis semasa kuliah.
4. Teman-teman TRAH MB angkatan 2017 yang telah membantu dan kebersamai selama kuliah.
5. Kelompok tugas akhir aliran dua fase: Dwi Ari, Fajar, Zahid, Aji, Andy, Angga dan Sarah, karena kalian penulis dapat melaksanakan pengambilan dan penelitian ini dengan lancar.
6. Teman-teman “Padepokan Mbah Bombom”, personil “Mumbul Duwur Gandeng Rapet”, player “PB~21+ Miracle”, dan keluarga Saimun yang selalu menghibur saya dan mensupport saya selama saya kuliah di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
7. Teman-teman 7Icon : Norma Amalia.R.A., Pamela Dylan.Y., Indah Cahyani, Aulia Fitri, Desti Admi, Ivan Setio.F. yang selalu ada dan mensupport saya dari masa SMA hingga kuliah di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

8. Aplikasi Tinder dan Tantan yang telah mempertemukan saya dengan orang-orang pilihan yang membuat hari hariku penuh warna selama di Jogja sampai akhirnya saya bisa semangat hidup, semangat kuliah di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
9. Mantan pacar saya dan yang pernah digebet oleh saya yang telah memberikan pelajaran berharga, kesabaran, motifasi, support, dan ilmu kehidupan yang bermanfaat, berkat kalian semua saya bisa dengan semangat menyelesaikan study saya di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
10. Orang-orang yang selalu menanyakan “Kapan Selesai Skripsi, Kapan Wisuda?” saya ucapkan terimakasih berkat kalian yang selalu menanyakan saya itu membuat semangat saya dalam menyelesaikan penulisan tugas akhir ini dengan lancar.

Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah mendukung penulisan skripsi ini. Semoga segala bantuan yang telah diberikan kepada penulis menjadi amalan yang akan mendapatkan balasan dari Allah SWT. Di akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi berbagai pihak.

Yogyakarta, 26 Oktober 2021



Rizky Nur Ikhsan

DAFTAR ISI

SKRIPSI	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
INTISARI	xvii
<i>ABSTRACT</i>	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	1
1.3. Batasan Masalah	1
1.4. Tujuan Penelitian	1
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	3
2.1. Tinjauan Pustaka	3
2.2. Landasan Teori.....	15
2.2.1. Tinjauan Umum <i>Emulsi</i>	16
2.2.2. Tinjauan Umum Aliran Dua-Fase	17
2.2.3. Pola Aliran Dua-Fase.....	17
2.2.4. Pola Aliran Dua-Fase pada Pipa Kapiler Horizontal	18
2.2.5. Pola Aliran Dua Fase Pada Pipa Kapiler Vertikal	19
2.2.6. Peta Pola Aliran	20
2.2.7. Kecepatan Superfisial (<i>Superficial velocity</i>)	21

2.2.8.	Viskositas Fluida	23
2.2.9.	Massa Jenis (<i>Density</i>)	23
BAB III METODE PENELITIAN		24
3.1.	Bahan Penelitian	24
3.1.1.	Fluida Gas.....	24
3.1.2.	Fluida Cair	24
3.2.	Alat Penelitian.....	26
3.2.1.	Skema Alat.....	26
3.2.2.	Aliran Fluida Cair	27
3.2.3.	Aliran Fluida Gas.....	30
3.2.4.	Peralatan Uji	32
3.2.5.	Peralatan Pengambilan Data	34
3.3.	Prosedur Penelitian	35
3.4.	Data Penelitian	36
3.5.	Proses Pengolahan Data	36
3.6.	Tempat Penelitian	37
3.7.	Diagram Alir Penelitian	38
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		39
4.1.	Pola Aliran	39
4.1.1.	Pola Aliran <i>Plug</i>	39
4.1.2.	Pola Aliran <i>Slug Annular</i>	43
4.1.3.	Pola Aliran <i>Annular</i>	46
4.1.4.	Pola Aliran <i>Churn</i>	49
4.2.	Peta Pola Aliran	52
4.3.	Perbandingan Peta Pola Aliran dengan penelitian terdahulu	55
BAB V PENUTUP		57
5.1.	Kesimpulan	57
5.2.	Saran.....	58
DAFTAR PUSTAKA.....		59

LAMPIRAN..... 63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Perhitungan Kecepatan <i>Oil Plug</i>	4
Gambar 2.2 Hubungan Kecepatan Superfisial terhadap Kecepatan <i>Plug</i>	5
Gambar 2.3 Hubungan Panjang Liquid <i>Plug</i> terhadap Kecepatan Superfisial <i>crude oil</i> pada Variasi Kecepatan Superfisial Air Tetap.	5
Gambar 2.4 Hubungan Perubahan Panjang Kantung <i>Plug</i> terhadap Kecepatan Superfisial oil dengan Kecepatan Superfisial Air Tetap	5
Gambar 2.5 Hubungan Frekuensi <i>Plug</i> dengan Variasi Kecepatan Superfisial <i>crude oil</i> dengan Kecepatan Superfisial Air Konstan.	6
Gambar 2.6 Gambar skematis dari sistem slug dengan kantung gas, liquid <i>slug</i> , dan total <i>slug</i> unit.....	6
Gambar 2.7 Susunan peralatan eksperimen	7
Gambar 2.8 Tipe pola aliran <i>slug</i> hasil observasi penelitian	7
Gambar 2.9 Perbedaan tekanan kecepatan <i>superfisial</i> fluida.....	8
Gambar 2.10 Tekanan <i>diferensial</i> dalam rangkaian waktu	8
Gambar 2.11 Diagram peralatan penelitian	11
Gambar 2.12 Skema Diagram Aliran Bangun <i>Taylor Bubble</i>	12
Gambar 2.13 Morfologi antarmuka <i>Taylor Bubble</i> dengan fluida kerja fasa gas yang berbeda ($G_l = 2200 \text{ kg/m}^2 \text{ s}$, $Q_g = 3,0 \text{ mL/dtk}$) (a) udara; (b) nitrogen; (c) argon; (d) karbon dioksida	13
Gambar 2.14 Aliran <i>Plug</i> Viskositas darah tergantung pada konsentrasi sel darah	15
Gambar 2.15 Aliran <i>Plug</i>	18
Gambar 2.16 Aliran <i>Stratified</i>	18
Gambar 2.17 Aliran <i>Wavy</i>	18
Gambar 2.18 Aliran <i>Slug</i>	19
Gambar 2.19 Aliran <i>bubbly</i>	19
Gambar 2.20 Aliran <i>Annular</i>	19
Gambar 2.21 A. <i>Wavy Annular</i> , B. <i>Annular</i> , C. <i>Churn</i> , D. <i>Slug</i> , E. <i>Bubbly</i>	20
Gambar 2.22 Peta pola aliran dengan parameter tak berdimensi	21
Gambar 2.23 Perbandingan peta pola aliran dua penelitian	21
Gambar 3.1 Aquades Gambar 3.2 Minyak Kelapa (<i>Barco</i>).....	25
Gambar 3.3 Gom Arab (sampel 100 gr)	25
Gambar 3.4 Skema alat	27

Gambar 3.5 Pompa air	28
Gambar 3.6 <i>Flow meter</i> air (a) kapasitas 0-100 ml/menit, (b) 0-500 ml/menit.....	28
Gambar 3.7 <i>Pressure vessel</i>	29
Gambar 3.8 Katup <i>ball valve</i>	29
Gambar 3.9 Tangki penampung	30
Gambar 3.10 Kompresor	30
Gambar 3.11 <i>Flowmeter</i> udara (a) kapasitas 0-100 cc/menit (b) kapasitas 100-1000 cc/menit (c) kapasitas 1-10 liter/menit.....	31
Gambar 3.12 Katup Udara.....	32
Gambar 3.13 <i>Mixer</i>	32
Gambar 3.14 Pipa Mini.....	33
Gambar 3.15 <i>Optical correction box</i>	33
Gambar 3.16 Lampu <i>LED</i>	34
Gambar 3.17 Kamera	35
Gambar 3.18 Proses <i>emulsi</i> air dan minyak kelapa	35
Gambar 4.1 Peta pola aliran pada <i>emulsi</i> air dan minyak 350 mg/dl	53
Gambar 4.2 Peta pola aliran pada <i>emulsi</i> air dan minyak 500 mg/dl	54
Gambar 4.3 Perbandingan peta pola aliran pada <i>emulsi</i> air dan minyak 350 mg/dl dan 500 mg/dl	54
Gambar 4.4 Perbandingan peta pola aliran penelitian dengan peta pola aliran	56

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Matriks Penelitian Pola Aliran Plug	4
Tabel 2.2 Contoh fotografi dari pola aliran yang diamati	10
Tabel 3.1 Variasi larutan.....	24
Tabel 3.2 Sifat fisik cairan	25
Tabel 4.1 Pola aliran <i>plug</i> terbentuk pada JG 0,083 m/s tetap dan JL bervariasi pada air dan minyak 350 mg/dl.....	40
Tabel 4.2 Pola aliran <i>plug</i> terbentuk pada JL 0,041 m/s tetap dan JG bervariasi pada air dan minyak 350 mg/dl	41
Tabel 4.3 Pola aliran <i>plug</i> terbentuk pada JG 0,829 m/s tetap dan JL bervariasi pada air dan minyak 500 mg/dl	42
Tabel 4.4 Pola aliran <i>Plug</i> terbentuk pada JL 0,207 m/s tetap dan JG bervariasi pada air dan minyak 500 mg/dl	42
Tabel 4.5 Pola aliran <i>Slug Annular</i> terbentuk pada JG 3,316 m/s tetap dan JL bervariasi pada air dan minyak 350 mg/dl.....	43
Tabel 4.6 Pola aliran <i>Slug Annular</i> terbentuk pada JL 0,041 m/s tetap dan JG bervariasi pada air dan minyak 350 mg/dl.....	44
Tabel 4.7 Pola aliran <i>Slug Annular</i> terbentuk pada JG 8,289 m/s tetap dan JL bervariasi pada air dan minyak 500 mg/dl.....	45
Tabel 4.8 Pola aliran <i>Slug Annular</i> terbentuk pada JL 0,207 m/s tetap dan JG bervariasi pada air dan minyak 500 mg/dl.....	46
Tabel 4.9 Pola aliran <i>Annular</i> terbentuk pada JG 24,868 m/s tetap dan JL bervariasi pada air dan minyak 350 mg/dl	47
Tabel 4.10 Pola aliran <i>Annular</i> terbentuk pada JL 0,041 m/s tetap dan JG bervariasi pada air dan minyak 350 mg/dl	47
Tabel 4.11 Pola aliran <i>Annular</i> terbentuk pada JG 49,736 m/s tetap dan JL bervariasi pada air dan minyak 500 mg/dl	48
Tabel 4.12 Pola aliran <i>Annular</i> terbentuk pada JL 0,041 m/s tetap dan JG bervariasi pada air dan minyak 500 mg/dl	49
Tabel 4.13 Pola aliran <i>Churn</i> terbentuk pada JG 8,289 m/s tetap dan JL bervariasi pada air dan minyak 350 mg/dl	50
Tabel 4.14 Pola aliran <i>Churn</i> terbentuk pada JL 2,072 m/s tetap dan JG bervariasi pada air dan minyak 350 mg/dl	50

Tabel 4.15 Pola aliran <i>Churn</i> terbentuk pada JG 8,289 m/s tetap dan JL bervariasi pada air dan minyak 500 mg/dl	51
---	----

DAFTAR NOTASIDAN SINGKATAN

J_G	: Kecepatan superfisial gas (m/s)
J_L	: Kecepatan superfisial cairan (m/s)
Q_G	: Laju aliran gas dalam pipa (m^3/s)
Q_L	: Laju aliran cairan dalam pipa (m^3/s)
A	: Luas penampang pipa (m^2)
γ	: Tegangan permukaan (N/m)
d	: Panjang permukaan (m)
ρ	: Massa jenis (kg/m^3)
U_m	: Kecepatan campuran cairan
U_{sl}	: Kecepatan superficial cairan
U_{sg}	: Kecepatan superficial gas
μ_m	: Viskositas campuran gas-zat cair
μ_l	: Viskositas zat cair
μ_g	: Viskositas zat gas
ρ_m	: Massa jenis campuran gas-zat cair
ρ_l	: Massa jenis zat cair
ρ_g	: Massa jenis zat gas

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Matriks Pengambilan Data.....	63
Lampiran 2 Tabel Kecepatan Superfisial Terbentuknya Pola Aliran pada <i>emulsi</i> Air dan Minyak 350 mg/dl.....	63
Lampiran 3 Tabel Kecepatan Superfisial Terbentuknya Pola Aliran pada <i>emulsi</i> Air dan Minyak 500 mg/dl.....	64