

SKRIPSI
INVESTIGASI POLA ALIRAN DUA–FASE UDARA–LARUTAN
SODIUM KLORIDA DAN GLUKOSA PADA PIPA KAPILER
SEARAH VERTIKAL KE ATAS

Ditujukan untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik



Disusun Oleh:

Nur Ali
20170130130

PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
2023

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI



LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**Investigasi Pola Aliran Dua-Fase Udara-Larutan Sodium Klorida dan
Glukosa Pada Pipa Kapiler Searah Vertikal ke Atas**

*Investigation of Two-Phase Air Flow Patterns of Sodium Chloride and
Glucose Solutions in The Capillary Tube in a Vertical Direction Upward*

Dipersiapkan dan disusun oleh:

Nur Ali

NIM: 20170130130

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
pada tanggal, 18 Agustus 2023

Pembimbing Utama

Prof. Dr. Ir. Sukamta, S.T., M.T., IPM.
NIK: 19700502 199603 123023

Pembimbing Pendamping

Dr. Ir. Sudaria, S.T., M.T., IPM., ASEAN., M.Eng.
NIK: 19620904 200104 123050

Penguji

Dr. Ir. Wahyudi, S.T., M.T.
NIK: 19700823 199702 123032

Skrripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana

Tanggal, 28 Agustus 2023

Mengetahui,

Ketua Program Studi S-1 Teknik Mesin FT UMY

Dr. Bertj Partoufah Kamiel, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D.
NIK: 19740302 200104 123049

ii

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Nur Ali

NIM : 20170130130

Program Studi : S-1 Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Judul Penelitian : Investgasi Pola Aliran Dua-Fase Udara-Larutan Sodium Klorida dan Glukosa pada Pipa Kapiler Searah Vertikal ke Atas.

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa dalam tugas akhir ini adalah asli karya saya dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu Perguruan Tinggi dan sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya yang pernah ditulis ataupun dipublikasikan sebelumnya oleh orang lain, kecuali yang sengaja tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan sumbernya dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 10 April 2023



10000
MEPERAI
TEMPEL
011AAKX671281092

Nur Ali

HALAMAN PERSEMBAHAN



Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, yang telah memberikan kesehatan, rahmat dan hidayah, sehingga penulis masih diberikan kesempatan untuk menyelesaikan skripsi ini, sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar kesarjanaan. Walaupun jauh dari kata sempurna, namun penulis bangga telah mencapai titik ini, yang akhirnya skripsi ini bisa selesai diwaktu yang tepat.

Tidak lupa rasa terimakasih penulis haturkan atas dukungan dan doa dari orang-orang tercinta, sehingga penulis bisa tetap tegar untuk menyelesaikan skripsi. Oleh karena itu dengan rasa bahagia dan bangga penulis ucapkan terimakasih yang setulus-tulusnya kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, yang senantiasa mendoakan, yang senantiasa memberikan dukungan, yang mengupayakan anaknya bisa kuliah hingga sekarang. Dalam hal ini penulis hanya dapat mendoakan semoga bapak dan ibu senantiasa diberikan kesehatan dan dibalas oleh Allah atas semua kebaikan, pengorbanan yang telah dilakukan bapak dan ibu, Aamiin.
2. Bapak Ir. 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.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Sukamta, S.T., M.T., IPM., selaku dosen pembimbing utama tugas akhir atas bimbingan, bantuan dan saran-saran yang telah diberikan kepada penyusun dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Bapak Dr. Ir. Sudarja M.T., IPM. ASEAN Eng., selaku dosen pembimbing pendamping tugas akhir atas bimbingan, bantuan dan saran-saran yang telah diberikan kepada penyusun dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Bapak Dr. Ir. Wahyudi S.T., M.T., selaku dosen penguji.
6. Kedua orang tua tercinta, yang senantiasa mendoakan, yang senantiasa memberikan dukungan, yang mengupayakan anaknya bisa kuliah hingga sekarang. Dalam hal ini penulis hanya dapat mendoakan semoga bapak dan

ibu senantiasa diberikan kesehatan dan dibalas oleh Allah atas semua kebaikan, pengorbanan yang telah dilakukan bapak dan ibu, Aamiin.

7. Bapak Ibu Dosen dan Staf lainnya serta seluruh civitas akademika Program Studi S-1 Teknik Mesin yang telah memberikan banyak pengalaman, dan bantuan kepada penulis selama berada dilingkungan Program Studi S-1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
8. Teman-teman satu kelompok Tugas Akhir Aliran Dua Fase Andra Ersa Septa, dan Aji Pangestu yang telah membantu selama pengambilan data, pengolahan data, dan penulisan. Semoga semua yang telah dilakukan mendapatkan balasan yang setimpal oleh Allah S.W.T.
9. Untuk semua orang yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu terimakasih sebesar-besarnya karena telah menjadi guru dalam kehidupan.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat, kenikmatan, dan karunia-Nya yang telah diberikan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Shalawat dan salam selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW, yang telah membimbing kita dari zaman yang penuh kegelapan menuju zaman yang terang benderang ini. Alhamdulillah rabbil'alamin penulis telah menyelesaikan tugas akhir dengan judul **“Investigasi Pola Aliran Dua-Fase Udara–Larutan Sodium Klorida dan Glukosa pada Pipa Kapiler Searah Vertikal ke Atas”**. Tugas akhir ini berisi tentang karakteristik pola dan peta aliran dua fase pada pipa mini yang dipasang dengan searah vertikal ke atas.

Penulis sangat bersyukur karena dapat menyelesaikan tugas akhir ini yang menjadi syarat untuk mendapatkan gelar sarjana dan sebagai bukti bahwa penulis telah menyelesaikan kuliah jenjang Strata-1 pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Selain itu, penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis selama proses penyusunan tugas akhir ini.

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih ada kekurangan dan masih jauh dari bentuk sempurna, seperti pepatah yang mengatakan “Tiada gading yang tak retak”. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dan memotivasi dari semua pihak untuk memperbaiki tugas akhir ini agar lebih baik dimasa yang akan datang.

Semoga tugas akhir ini bermanfaat dan dapat digunakan sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya. Atas perhatiannya penulis mengucapkan terimakasih. Wassalamu'alaikum Warahmatullaahi Wabarakaatuh.

Yogyakarta, 10 April 2023

Penulis

(Nur Ali)

DAFTAR ISI

SKRIPSI.....	i
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xii
INTISARI.....	xiii
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	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI.....	5
2.1 Tinjauan Pustaka.....	5
2.2 Dasar Teori.....	9
2.2.1 Pola Aliran Dua Fase	9
2.2.2 Peta Pola Aliran.....	10
2.2.3 Fase	11
2.2.4 Aliran Dua Fase (Udara-Air)	11
2.2.5 Viskositas Fluida	11
2.2.6 Massa Jenis (Density)	11
2.2.7 <i>Superficial Velocity</i>	12
2.2.8 Kecepatan Campuran	12
2.2.9 Penurunan Tekanan	13
2.2.10 Bilangan <i>Reynolds</i>	14
2.2.11 Lochart Martineli	15
BAB III METODE PENELITIAN	16

3.1 Bahan Penelitian.....	16
3.2 Alat Penelitian	16
3.2.1 Skema Alat	16
3.2.2 Aliran Fluida Cair	17
3.2.3 Aliran Fluida Gas	20
3.2.4 Peralatan Uji.....	21
3.2.5 Peralatan Pengambilan Data	23
3.3 Diagram Alir Penelitian	24
3.4 Prosedur Penelitian	25
3.5 Data Penelitian	26
3.6 Proses Pengolahan Data.....	26
3.7 Data Penelitian	26
3.8 Proses Pengolahan Data.....	26
3.9 Tempat Penelitian	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1 Pola Aliran.....	27
4.1.1 Pola Aliran <i>Plug</i>	27
4.1.2 Pola Aliran <i>Bubbly</i>	31
4.1.3 Pola Aliran <i>Slug Anular</i>	35
4.1.4 Pola Aliran <i>Annular</i>	39
4.1.5 Pola Aliran <i>churn</i>	43
4.2 Peta Pola Aliran.....	46
4.2.1 Peta Pola Aliran 5%	47
4.2.2 Peta Pola Aliran 10%	48
BAB V PENUTUP.....	53
5.1 Kesimpulan.....	53
5.2 Saran.....	53
DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN.....	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Pola aliran pada pipa vertikal (Xu dkk, 1999)	10
Gambar 2. 2 Peta pola aliran (Triplett dkk, 1999)	10
Gambar 3. 1 Skema instalasi penelitian	17
Gambar 3. 2 Pompa air.....	18
Gambar 3. 3 Flowmeter air (a) kapasitas 0-100 ml/menit, (b) 0-500 ml/menit ...	18
Gambar 3. 4 Bejana Tekan.....	19
Gambar 3. 5 Katup <i>ball valve</i>	19
Gambar 3. 6 Kompresor	20
Gambar 3. 7 <i>Flowmeter</i> udara (a) kapasitas 0,01-0,1 L/menit, (b) kapasitas 0,1-1 L/menit, (c) kapasitas 1-10 L/menit	21
Gambar 3. 8 Katup udara	21
Gambar 3. 9 <i>Mixer</i>	22
Gambar 3. 10 <i>Optical correction box</i>	22
Gambar 3. 11 Lampu <i>LED</i>	23
Gambar 3. 12 Kamera <i>Nikon J 4</i>	23
Gambar 3. 13 Diagram alir penelitian.....	24
Gambar 4. 1 Peta pola aliran udara-gliserin 5%	47
Gambar 4. 2 Peta pola aliran udara-gliserin 10%	48
Gambar 4. 3 Perbandingan peta pola aliran glukosa 5% dan glukosa 10%	49
Gambar 4. 4 Perbandingan peta pola aliran penelitian ini dengan peta pola aliran penelitian terdahulu.....	50

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1	Sifat Fisik Cairan.....	16
Tabel 4. 1	Perbandingan pola aliran <i>plug</i> konsentrasi glukosa 5% dengan nilai J_G tetap J_L bervariasi.....	28
Tabel 4. 2	Perbandingan pola aliran <i>plug</i> konsentrasi glukosa 10% dengan nilai J_G tetap J_L bervariasi.....	29
Tabel 4. 3	Perbandingan pola aliran <i>plug</i> konsentrasi glukosa 5% $J_L = 0,207$ m/s tetap, J_G bervariasi	30
Tabel 4. 4	Perbandingan pola aliran <i>plug</i> konsentrasi glukosa 10% $J_L = 0,207$ m/s tetap, J_G bervariasi	31
Tabel 4. 5	Perbandingan pola aliran <i>plug</i> konsentrasi glukosa 5% $J_G = 0,829$ m/s tetap J_L bervariasi	32
Tabel 4. 6	Perbandingan pola aliran <i>plug</i> konsentrasi 10% dengan $J_G = 0,829$ m/s tetap, J_L bervariasi	33
Tabel 4. 7	Perbandingan pola aliran <i>bubbly</i> konsentrasi glukosa 5% dengan nilai $J_L = 1,243$ m/s tetap J_G bervariasi	34
Tabel 4. 8	Perbandingan pola aliran <i>bubbly</i> konsentrasi glukosa 10% $J_L = 1,243$ m/s tetap, J_G bervariasi	35
Tabel 4. 9	Perbandingan pola aliran <i>slug annular</i> konsentrasi glukosa 5% nilai $J_G = 8,289$ m/s tetap J_L bervariasi	36
Tabel 4. 10	Perbandingan pola aliran <i>slug annular</i> konsentrasi glukosa 10% dengan nilai $J_G = 8,289$ m/s tetap J_L bervariasi.....	37
Tabel 4. 11	Perbandingan pola aliran <i>slug annular</i> konsentrasi glukosa 5% dengan nilai $J_L = 1,243$ tetap J_G bervariasi.....	38
Tabel 4. 12	Perbandingan pola aliran <i>slug annular</i> konsentrasi glukosa 10 % dengan nilai $J_L = 1,243$ m/s tetap J_G bervariasi.....	38
Tabel 4. 13	Perbandingan pola aliran <i>annular</i> konsentrasi glukosa 5% nilai $J_G = 49,736$ m/s tetap, J_L bervariasi.....	40
Tabel 4. 14	Perbandingan pola aliran <i>annular</i> konsentrasi glukosa 10% nilai $J_G = 49,736$ m/s tetap, J_L bervariasi.....	41

Tabel 4. 15 Perbandingan pola aliran <i>annular</i> konsentrasi glukosa 5% nilai J_L = 0,622 m/s tetap, J_G bervariasi.....	42
Tabel 4. 16 Perbandingan pola aliran <i>annular</i> konsentrasi glukosa 10% nilai $J_L = 0,622$ m/s tetap, J_G bervariasi.....	42
Tabel 4. 17 Perbandingan pola aliran <i>churn</i> konsentrasi glukosa 5% nilai J_G = 8,289 m/s tetap, J_L bervariasi	44
Tabel 4. 18 Perbandingan pola aliran <i>churn</i> konsentrasi glukosa 5% nilai J_G = 8,289 m/s tetap, J_L bervariasi	44
Tabel 4. 19 Perbandingan pola aliran <i>churn</i> konsentrasi glukosa 5% nilai $J_L =$ 4,145 m/s tetap, J_G bervariasi	45
Tabel 4. 20 Perbandingan pola aliran <i>churn</i> konsentrasi glukosa 10% nilai J_L = 4,145 m/s tetap, J_G bervariasi.....	46

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

J_G : Kecepatan superfisial gas (m/s)

J_L : Kecepatan superfisial cairan (m/s)

Q_L : Laju aliran cairan dalam pipa (m^3/s)

Q_G : Laju aliran gas dalam pipa (m^3/s)

A : Luas penampang pipa (m^2)

d : panjang permukaan (m^2)

F : Gaya (N)

γ : Tegangan permukaan (mN/m)