

**SKRIPSI**  
**INVESTIGASI POLA ALIRAN DUA – FASE UDARA – LARUTAN**  
**SODIUM KLORIDA DAN GLUKOSA PADA PIPA KAPILER DENGAN**  
**KEMIRINGAN 60° TERHADAP POSISI HORIZONTAL**

Ditunjukkan untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar

Sarjana Teknik



**Disusun Oleh:**

**Aji Pangestu**  
**20170130142**

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

**2021**

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Aji Pangestu

NIM : 20170130142

Program Studi : S-1 Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Judul Penelitian : Investigasi Pola Aliran Dua-Fase Udara-Larutan Sodium Klorida dan Glukosa Pada Pipa Kapiler dengan Kemiringan  $60^{\circ}$  Terhadap Posisi Horisontal.

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, 15 Oktober 2021



Aji Pangestu

## 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 kesarjana. 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 haturkan 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., selaku dosen pembimbing pendamping tugas akhir atas bimbingan, bantuan dan saran-saran yang telah diberikan kepada penyusun dalam menyelesaikan skripsi 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 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.

7. Teman-teman satu kelompok Tugas Akhir Aliran Dua Fase Rachmad Pratama Octaviandy, Rizky Nur Ikhsan, Dwi Ari, Fajar Saputra, Zahid yang telah membantu selama pengambilan data, pengolahan data, dan penulisan. Semoga semua yang telah dilakukan mendapatkan balasan yang setimpal oleh Allah S.W.T.
8. Dwi afianti selaku teman dekat yang selalu memberikan semangat dan doa selama kuliah.
9. Teruntuk 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 a'lamin penulis telah menyelesaikan tugas akhir dengan judul **“Investigasi Pola Aliran Dua-Fase Udara-Larutan Sodium Klorida dan Glukosa Pada Pipa Kapiler dengan Kemiringan 60° Terhadap Posisi Horisontal”**. Tugas akhir ini berisi tentang karakteristik pola dan peta aliran dua fase pada pipa mini dengan kemiringan 60 derajat terhadap horisontal.

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, 6 Oktober 2021

Penulis



(Aji Pangestu)

## DAFTAR ISI

SKRIPSI.....	i
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI .....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	iii
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN .....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
INTISARI.....	xv
ABSTRACK .....	xvi
BAB I.....	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 II.....	16
TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI .....	16
2.1 Tinjauan Pustaka .....	16
2.1 Dasar Teori.....	21
BAB III METODE PENELITIAN.....	28
3.1 Bahan Penelitian.....	33

3.2.1	Fluida Gas .....	33
3.2.2	Fluida Cair.....	33
3.2	Alat Penelitian .....	34
	Peralatan yang digunakan adalah sebagai berikut: .....	34
3.2.1	Skema Alat .....	34
3.2.2	Aliran Fluida Cair .....	35
3.2.3	Aliran Fluida Gas .....	38
3.2.4	Peralatan Uji.....	39
3.2.5	Peralatan Pengambilan Data .....	41
3.3	Prosedur Penelitian .....	42
3.4	Data Penelitian .....	43
3.5	Proses Pengolahan Data .....	43
3.6	Diagram Alir Penelitian.....	44
BAB IV	.....	45
HASIL DAN PEMBAHASAN	.....	45
4.1	Pola Aliran.....	45
4.1.1	Pola Aliran <i>Plug</i> .....	45
4.1.2	Pola aliran <i>Bubbly</i> .....	50
4.1.3	Pola Aliran <i>Slug Annular</i> .....	53
4.1.4	Pola aliran <i>Annular</i> .....	58
4.1.5	Pola aliran <i>Churn</i> .....	61
4.2	Peta pola aliran .....	65
BAB V	.....	71
KESIMPULAN DAN SARAN	.....	71
5.1	Kesimpulan.....	71

5.2	Saran .....	72
	DAFTAR PUSTAKA .....	74
	LAMPIRAN.....	78



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Pola aliran pada diameter 1,45 mm .....	17
Gambar 2. 2 Pola Aliran pada Pipa Horizontal.....	22
Gambar 2. 3 Pola Aliran pada Pipa Vertikal.....	24
Gambar 2. 4 Peta Pola aliran .....	25
Gambar 3. 1 (a)Sodium Klorida 0,9%, (b) Glukosa 10%, (c) Glukosa 5% .....	34
Gambar 3. 2 Skema alat .....	35
Gambar 3. 3 Pompa air.....	35
Gambar 3. 4 Flowmeter air (a) kapasitas 0-100 ml/menit, (b) 0-500 ml/menit. ....	36
Gambar 3. 5 Beja Tekan.....	37
Gambar 3. 6 Katup <i>ball valve</i> .....	37
Gambar 3. 7 Kompresor.....	38
Gambar 3. 8 <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.....	39
Gambar 3. 9 Katup udara .....	39
Gambar 3. 10 <i>Mixer</i> .....	40
Gambar 3. 11 <i>Optical correction box</i> .....	40
Gambar 3. 12 Lampu <i>LED</i> .....	41
Gambar 3. 13 Kamera Nikon .....	41
Gambar 4. 1 Peta pola aliran pada konsentrasi glukosa 5% .....	66
Gambar 4. 2 Peta pola aliran pada konsentrasi glukosa 10% .....	67
Gambar 4. 3 Peta pola aliran konsentrasi glukosa 5% dan glukosa 10% .....	68
Gambar 4. 4 Perbandingan peta pola aliran dengan Triplett dkk., (1999) dan Sudarja & Sukamta, (2020).....	69

## DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Pola aliran <i>plug</i> terbentuk pada $J_G$ 0,829 m/s tetap dan $J_L$ bervariasi pada glukosa 5%.....	46
Tabel 4. 2 Pola aliran <i>plug</i> terbentuk pada $J_L$ 0,207 m/s tetap dan $J_G$ bervariasi pada glukosa 5%.....	47
Tabel 4. 3 Pola aliran <i>plug</i> terbentuk pada $J_G$ 0,829 m/s tetap dan $J_L$ bervariasi pada glukosa 10%.....	48
Tabel 4. 4 Pola aliran <i>plug</i> terbentuk pada $J_L$ 0,207 m/s tetap dan $J_G$ bervariasi pada glukosa 10%.....	49
Tabel 4. 5 Pola aliran <i>bubbly</i> terbentuk pada $J_G$ 0,829 m/s tetap dan $J_L$ bervariasi pada glukosa 5% .....	50
Tabel 4. 6 Pola aliran <i>bubbly</i> terbentuk pada $J_L$ 2,072 m/s tetap dan $J_G$ bervariasi pada glukosa 5% .....	51
Tabel 4. 7 Pola aliran <i>bubbly</i> terbentuk pada $J_G$ 0,829 m/s tetap dan $J_L$ bervariasi pada glukosa 10% .....	51
Tabel 4. 8 Pola aliran <i>bubbly</i> terbentuk pada $J_L$ 2,072 m/s tetap dan $J_G$ bervariasi pada glukosa 10% .....	53
Tabel 4. 9 Pola aliran <i>slug annular</i> terbentuk pada $J_G$ 8,289 m/s tetap dan $J_L$ bervariasi pada glukosa 5%.....	54
Tabel 4. 10 Pola aliran <i>slug annular</i> terbentuk pada $J_L$ 0,041 m/s tetap dan $J_G$ bervariasi pada glukosa 5%.....	55
Tabel 4. 11 Pola aliran <i>slug annular</i> terbentuk pada $J_G$ 8,289 m/s tetap dan $J_L$ bervariasi pada glukosa 10%.....	56
Tabel 4. 12 Pola aliran <i>slug annular</i> terbentuk pada $J_L$ 0,041 m/s tetap dan $J_G$ bervariasi pada glukosa 10%.....	57
Tabel 4. 13 Pola aliran <i>annular</i> terbentuk pada $J_G$ 49,736 m/s tetap dan $J_L$ bervariasi pada glukosa 5% .....	58
Tabel 4. 14 Pola aliran <i>annular</i> terbentuk pada $J_L$ 0,207 m/s tetap dan $J_G$ bervariasi pada glukosa 5% .....	59
Tabel 4. 15 Pola aliran <i>annular</i> terbentuk pada $J_G$ 49,736 m/s tetap dan $J_L$ bervariasi pada glukosa 10% .....	60

Tabel 4. 16 Pola aliran <i>annular</i> terbentuk pada $J_L$ 0,207 m/s tetap dan $J_G$ bervariasi pada glukosa 10% .....	61
Tabel 4. 17 Pola aliran <i>churn</i> terbentuk pada $J_G$ 8,289 m/s tetap dan $J_L$ bervariasi pada glukosa 5% .....	62
Tabel 4. 18 Pola aliran <i>churn</i> terbentuk pada $J_L$ 1,243 m/s tetap dan $J_G$ bervariasi pada glukosa 5% .....	63
Tabel 4. 19 Pola aliran <i>churn</i> terbentuk pada $J_G$ 8,289 m/s tetap dan $J_L$ bervariasi pada glukosa 10% .....	64
Tabel 4. 20 Pola aliran <i>churn</i> terbentuk pada $J_L$ 1,243 m/s tetap dan $J_G$ bervariasi pada glukosa 10% .....	65

## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

- $J_G$  : Kecepatan superfisial gas (m/s)
- $J_L$  : Kecepatan superfisial cairan (m/s)
- $Q_G$  : Laju aliran gas dalam pipa (m<sup>3</sup>/s)
- $Q_L$  : Laju aliran cairan dalam pipa (m<sup>3</sup>/s)
- $A$  : Luas penampang pipa (m<sup>2</sup>)
- $\gamma$  : Tegangan permukaan (N/m)
- $d$  : Panjang permukaan (m)
- $F$  : Gaya (N)

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Tabel matriks pengambilan data.....	78
Lampiran 2 Tabel kecepatan superfisial terbentuknya pola aliran glukosa 10%..	78
Lampiran 3 Tabel Kecepatan superfisial terbentuknya pola aliran glukosa 5%...	78