

**SIMULASI *COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS* (CFD) POLA ALIRAN
DUA – FASE UDARA – NATRIUM KLORIDA DAN GLUKOSA PADA
PIPA KAPILER HORIZONTAL**

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai Derajat Strata-1

Pada Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Disusun Oleh:

FAUZIAH AZHARA HARTONO PUTRI

20170130046

PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

2021

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa tugas akhir ini adalah asli hasil karya saya dan di dalamnya tidak terdapat karya (tulisan) yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di perguruan tinggi lain sebelumnya. Selain itu, karya tulis ilmiah ini juga tidak berisi pendapat atau hasil penelitian yang sudah dipublikasikan oleh orang lain selain referensi yang ditulis dengan menyebutkan sumbernya di dalam naskah dan daftar pustaka.

Yogyakarta, 24 Oktober 2021



Fauziah Azhara Hartono Putri

HALAMAN PERSEMBAHAN

“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan “

(QS. Al-Insyirah ayat 5-6)

Tugas Akhir ini saya persembahkan kepada Papa, Mama, dan Adik saya serta seluruh dosen Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah membimbing saya selama kuliah.

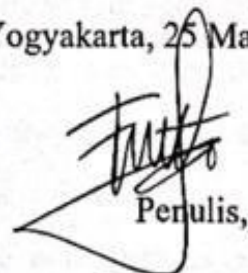
KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbailalaamiin atas segala karunia nikmat, rahmat serta petunjuk Allah SWT sehingga, tugas akhir dengan Judul “Simulasi *Computational Fluid Dynamics* (CFD) Pola Aliran Dua – Fase Udara – Natrium Klorida dan Glukosa Pada Pipa Kapiler Horizontal” dapat diselesaikan. Penyusunan tugas akhir ini diajukan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana S-1 di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Tugas akhir ini membahas secara detail terkait data pola aliran dan karakteristik pola aliran dua fase pada *minichannel* dengan larutan natrium klorida dan glukosa pada pipa kapiler horizontal. Campuran fluida gas – cair yang digunakan untuk mengilustrasikan aliran dua fase pada pembuluh darah. Salah satu kandungan yang terdapat pada tubuh manusia yaitu gula (glukosa) dan fluida gas (udara kompresor) diasumsikan sebagai oksigen. Penelitian ini menggunakan takaran glukosa yang tinggi dan ekstrem yaitu 600 mg/dl masuk ke dalam kategori diabetes atau sangat berbahaya. Oleh karena itu, data penelitian ini diharapkan dapat membantu dalam penelitian selanjutnya guna menghindari bentuk pola aliran yang sangat berbahaya pada pembuluh darah manusia yaitu pola aliran *churn* dan dapat memberikan manfaat yang baik khususnya dalam mengembangkan bidang teknik *biomedik*.

Akhir kata, semoga dengan adanya tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi peneliti. Selanjutnya serta kritik dan saran yang membangun diharapkan demi sempurnanya tugas akhir ini serta sebagai bahan pembelajaran yang sebaik-baiknya.

Yogyakarta, 25 Maret 2021


Penulis,

Fauziah Azhara Hartono Putri

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
UCAPAN TERIMA KASIH	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xiv
INTISARI	xv
ABSTRACT	xvi
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	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Dasar Teori	15
2.2.1 Definisi Fluida	15
2.2.2 Aliran Fluida	15
2.2.3 Pola Aliran Fluida	17
2.2.4 Kecepatan Superfisial	18
2.2.5 Komputasi Dinamika Fluida	19
2.2.6 Proses Komputasi Dinamika Fluida	19
BAB III METODE PENELITIAN	28

3.1 Alat dan Bahan	28
3.1.1 Alat	28
3.1.2 Bahan.....	29
3.2 Diagram Alir Penelitian.....	29
3.3 Langkah Penelitian	30
3.3.1 <i>Pre Processing</i>	31
3.3.2 <i>Processing</i>	41
3.3.3 <i>Post Processing</i>	42
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	44
4.1 Karakteristik Simulasi	44
4.2 Kontur Pola Pada Simulasi 2D.....	44
4.2.1 Pola Aliran.....	47
BAB V PENUTUP	53
5.1 Kesimpulan.....	53
5.2 Saran	53
DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN.....	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kontur fraksi volume fluida (VOF) pada pola aliran <i>transient</i> dari aliran <i>plug</i> sampai aliran <i>annular</i> penuh : (a) aliran <i>plug/slug</i> , (b) aliran <i>slug</i> , (c,d,e,f) aliran <i>wavy annular</i> , (g) aliran <i>annular</i> penuh, dan (h) skala warna volume air fraksi	6
Gambar 2.2 Hasil simulasi pola aliran terhadap pengaruh waktu dengan $J_G = 0,05$ m/s dan $J_L = 0,1$ m/s.....	7
Gambar 2.3 Pola aliran dengan $J_G = 9,62$ m/s dan variasi J_L a) udara -air dengan 0% gliserin , b) udara-air dengan 10% gliserin, c) udara-air dengan 20% gliserin, d) udara-air dengan 30% gliserin.....	9
Gambar 2.4 Data eksperimen pola aliran dengan $J_G = 4,238$ m/s dan $J_L = 0,091$ m/s dengan berbagai konsentrasi gliserin	9
Gambar 2.5 Hasil simulasi pola aliran dua fase	10
Gambar 2.6 Grafik perbandingan garis transisi peta pola aliran penelitian Sudarja dkk. (2014) dengan (a) Mandhane dkk (1974) dan (b) Triplett dkk (1999)	12
Gambar 2.7 Pola aliran gas-cair pada pipa horizontal	18
Gambar 2.8 <i>Graphic User Interface</i> pada <i>software ANSYS Fluent</i>	19
Gambar 2.9 Bentuk <i>mesh</i> untuk geometri fluida 2 dimensi : (a) <i>Triangular</i> dan (b) <i>Quadrilateral</i>	20
Gambar 2.10 Bentuk <i>mesh</i> untuk geometri fluida 3 dimensi : (a) <i>Tetrahedron</i> , (b) <i>Hexahedron</i> , (c) <i>Wedge</i> , dan (d) <i>Pyramid</i>	21
Gambar 2.11 <i>Mass flow in and out of fluid element</i>	24
Gambar 2.12 Komponen gaya pada partikel fluida	26
Gambar 3.1 (a) geometri keseluruhan, (b) geometri bagian <i>mixer</i> , (c) geometri bagian pipa	29
Gambar 3.2 Diagram alir penelitian.....	30
Gambar 3.3 Bentuk <i>mesh</i> pada geometri fluida 2D	31
Gambar 3.4 <i>Skewness equiangle</i> pada mesh geometri 2D.....	32
Gambar 3.5 <i>General setup</i>	34

Gambar 3.6 <i>Setup multiphase models</i>	35
Gambar 3.7 Tegangan permukaan	35
Gambar 3.8 <i>Material properties</i>	36
Gambar 3.9 <i>Boundary conditions</i>	37
Gambar 3.10 <i>Solution methods</i>	38
Gambar 3.11 <i>Solution control</i>	39
Gambar 3.12 <i>Report file</i>	40
Gambar 3.13 <i>Solution initialization</i>	40
Gambar 3.14 <i>Run Calculation</i>	41
Gambar 3.15 Grafik <i>Residual</i>	42
Gambar 3.16 Contoh <i>viewer imageJ</i>	43
Gambar 4.1 Fraksi volume udara pada simulasi	47
Gambar 4.2 Kontur pola aliran <i>plug</i> pada $J_G = 0,829$ m/s dan $J_L = 0,041$ m/s	47
Gambar 4.3 Kontur pola aliran <i>bubbly</i> pada $J_G = 0,083$ m/s dan $J_L = 1,243$ m/s ..	48
Gambar 4.4 Kontur <i>plug</i> pada aliran <i>bubbly</i>	48
Gambar 4.5 Kontur pola aliran <i>churn</i> pada $J_G = 8,289$ m/s dan $J_L = 1,243$ m/s ...	49
Gambar 4.6 Kontur pola aliran <i>annular</i> pada $J_G = 49,736$ m/s dan $J_L = 0,041$ m/s	50

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan hasil eksperimental dan simulasi dari pola aliran	11
Tabel 2.2 Ringkasan model turbulensi yang diuji.....	13
Tabel 3.1 Tabel <i>hardware</i>	28
Tabel 3.2 Tabel <i>software</i>	28
Tabel 4.1 Variasi kecepatan superfisial	45
Tabel 4.2 <i>Setup</i> dan <i>solutions</i> pada simulasi.....	46
Tabel 4.3 Perbandingan pola aliran dari hasil penelitian eksperimen dengan hasil simulasi CFD	51

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1: Tabel Data <i>Surface Tension</i> LPPT UGM.....	56
Lampiran 2: Tabel Data <i>Kinematic Viscosity</i> dan <i>Specific Gravity</i> TMBGB UGM	56