

SKRIPSI

**INVESTIGASI FRAKSI HAMPA ALIRAN DUA – FASE UDARA –AIR DAN
GLUKOSA PADA *T-JUNCTION* PIPA KAPILER**

Ditujukan untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik



UMY

**UNIVERSITAS
MUHAMMADIYAH
YOGYAKARTA**

Unggul & Islami

Disusun Oleh :

Alfandi Syaifullah Ihsan

20170130139

PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH

YOGYAKARTA

2024

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi ini adalah asli hasil karya saya dan didalamnya tidak terdapat karya (tulisan) yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan diperguruan 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 didalam naskah dan daftar pustaka.

Yogyakarta,



Alfandi Syaifullah Ihsan

KATA PENGANTAR

Assalamu 'alaikum Wa rahmatullahi Wabarakatu.

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segala nikmat dan karunia-Nya sehingga kita selalu diberikan kesehatan sampai saat ini. Shalawat dan salam kita curahkan kepada rasulullah Muhammad SAW yang telah membawa kita dari zaman jahiliyah hingga Islamiyah. *Alhamdulillahillobbil 'alamin* saya dapat menyelesaikan **Tugas Akhir: “Investigasi aliran dua-fase udara-air dan glukosa pada pipa kapiler T-junction”**

Penyusun menyadari bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini masih jauh dari bentuk sempurna, dikarenakan keterbatasan referensi dan waktu yang tersedia untuk penyusunannya. Oleh karena itu penyusun mengharapkan kritik dan saran guna membangun Tugas Akhir yang lebih baik di masa yang akan datang.

Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dan digunakan untuk referensi bagi untuk penelitian selanjutnya. Atas perhatiannya saya mengucapkan terimakasih.

Wassalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Yogyakarta, Juni 2024



Penulis,

Alfandi Syaifullah Ihsan

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan Alhamdulillahirabbilalaamiin, puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan segala rahmat-Nya dan atas dukungan dan doa dari orang-orang tercinta sehingga penulis bisa tetap tegar untuk menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan tepat pada waktunya. Oleh karena itu, dengan rasa bahagia dan bangga penulis haturkan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada:

1. 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.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Sukamta M.T., IPU., selaku dosen pembimbing utama tugas akhir atas bimbingan, bantuan dan saran-saran yang telah diberikan kepada penyusun dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. 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.
4. 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.
5. Kedua orang tua tercinta, Bapak Jumanta dan Ibu Susi Akhirawati yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan untuk kesuksesan penulis. Penulis tidak bisa membalas seluruh kebaikan kedua orang tua, akan tetapi penulis hanya bisa mendoakan semoga segala jerih payah dan dukungan dari kedua orang tua dibalas oleh Allah SWT dan semoga penulis bisa membahagiakan kedua orangtua didunia dan diakhirat.
6. Adek penulis, Calvin Bahtiar Renjiro dan Rossydan Muhammad Fadil, Panca yang tiada henti memberikan perhatian, doa dan dukungan kepada penulis.
7. Keluarga: Keluarga besar Mbah Gito dan Mbah Kabulatief yang telah banyak membantu dan mendoakan demi kelancaran penulis.

8. Keluarga BCKH: Andi S.T, David Wahyudi S.T, Rismauji S.T, Insan S.T, Adiana S.T, Fajar, Bakti S.T, dan lainnya terima kasih karena telah menjadi sahabat yang setia menemani perjuangan selama perkuliahan, sehari-hari dan terima kasih untuk canda tawa yang kalian berikan setiap saat.
9. Teman-teman kelas D dan seluruh angkatan teknik mesin 2017 yang telah membantu berjuang selama kuliah.
10. Kelompok tugas akhir Aliran Dua Fase, karena kalian penulis bisa melaksanakan pengambilan data dan pengolahan data.
11. Teman-teman Organisasi HMM, karena dalam organisasi penulis banyak mendapatkan tambahan ilmu untuk bekal dimasa mendatang.
12. Kepada sahabat-sahabat dimanapun berada yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang memberi dukungan dan do'a kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir.

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. Diakhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi berbagai pihak.

Yogyakarta, Juni 2024

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
INTISARI	xvi
ABSTRACT	xvii
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. Landasan Teori	9
2.2.1. Tinjauan Umum Aliran Dua-Fase.....	9
2.2.2. Fraksi Hampa.....	9
2.2.3 <i>Digital Image Processing</i>	13
2.2.4 <i>Digital Image</i>	13
2.2.5 <i>Noise</i>	14
2.2.6 <i>Filtering</i>	15
2.2.7 Analisis Statistik	15
BAB III METODE PENELITIAN	16
3.1. Bahan Penelitian.....	16

3.3.1	Fluida Gas	16
3.3.2	Fluida Cair.....	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.....	22
3.2.5.	Peralatan Pengambilan Data	23
3.3.	Prosedur Penelitian.....	24
3.4.	Data Penelitian.....	25
3.5.	Proses Pengolahan Data	25
3.5.1.	Pembacaan Gambar.....	25
3.5.2.	Pengubahan Gambar	26
3.5.3.	Penyesuaian Gambar.....	26
3.5.4.	Pembalikan Warna Gambar	26
3.5.5.	Filtering.....	26
3.5.6.	Segmentasi Gambar	27
3.6.	Pengambilan Data	27
3.6.1.	Kalibrasi Ukuran Gambar	27
3.6.2.	Perhitungan Data.....	27
3.7.	Tempat Penelitian.....	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		30
4.1.	Fraksi Hampa (<i>Void Fraction</i>)	30
4.1.1.	Fraksi Hampa Pola Aliran <i>Plug</i> pada pipa <i>T-Junction</i>	30
4.1.2.	Fraksi Hampa Pola Aliran <i>Bubble</i>	32
4.1.3.	Fraksi Hampa Pola Aliran <i>Slug-Annular</i>	34
4.1.4.	Fraksi Hampa Pola Aliran <i>Annular</i>	37
4.1.5.	Fraksi Hampa Pola Aliran <i>Churn</i>	39
4.1.6	Perbandingan Peneliti dengan Peneliti terdahulu.....	42
BAB V PENUTUP		43
5.1.	Kesimpulan	43
5.2.	Saran.....	43

DAFTAR PUSTAKA 44
LAMPIRAN..... 46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Fraksi Hampa Lokal.....	10
Gambar 2.2 Fraksi Hampa <i>Chordal</i> (Thome, 2004).....	10
Gambar 2.3 <i>Cross-Sectional Void Fraction</i> (Thome, 2004).....	11
Gambar 2.4 Fraksi Hampa Volumetrik (Thome, 2004).....	11
Gambar 3.1 Skema alat.....	17
Gambar 3.2 Pompa air.....	18
Gambar 3.3 Selang aliran fluida.....	18
Gambar 3.4 <i>Flow meter</i> air	19
Gambar 3.5 Tangki bertekanan	19
Gambar 3.6 Katup <i>ball valve</i>	20
Gambar 3.7 Kompresor.....	20
Gambar 3.8 Selang udara bertekanan.....	21
Gambar 3.9 <i>Flowmeter</i> udara.....	21
Gambar 3.10 Katup udara	22
Gambar 3.11 <i>Mixer</i>	22
Gambar 3.12 Pipa <i>T-Junction</i>	22
Gambar 3.13 <i>Optical correction box</i>	23
Gambar 3.14 Lampu <i>LED</i>	23
Gambar 3.15 Kamera	24
Gambar 3.16 Sampel gambar RGB.....	25
Gambar 3.17 Sampel gambar <i>grayscale</i>	26
Gambar 3.18 Sampel gambar <i>crop</i>	26
Gambar 3.19 Sampel gambar pembalikan warna	26
Gambar 3.20 Sampel gambar <i>filtering</i>	27
Gambar 3.21 Gambar biner.....	27
Gambar 3.22 Fase fluida pada saluran	27
Gambar 3.23 Gambar diagram alir penelitian.....	29
Gambar 4.1 Sampel pola aliran <i>plug</i> pipa <i>T-junction</i> pada $J_G = 0,007$ m/s dan $J_L = 0,042$ m/s.....	30

Gambar 4.2 Sampel gambar biner pola aliran <i>plug</i> pipa <i>T-junction</i> pada $J_G = 0,007$ m/s dan $J_L = 0,042$ m/s.....	31
Gambar 4.3 <i>Time average</i> fraksi hampa pola aliran <i>plug</i> pipa <i>T-junction</i> pada $J_G = 0,007$ m/s dan $J_L = 0,042$ m/s.....	31
Gambar 4.4 PDF fraksi hampa pola aliran <i>plug</i> pipa <i>T-Junction</i> pada $J_G = 0,007$ m/s dan $J_L = 0,042$ m/s.....	32
Gambar 4.5 Sampel pola aliran <i>bubble</i> pipa <i>T-Junction</i> pada $J_L = 1,404$ m/s dan $J_G = 0,120$ m/s.....	32
Gambar 4.6 Sampel gambar biner pola aliran <i>bubble</i> pipa <i>T-Junction</i> pada $J_L = 1,404$ m/s dan $J_G = 0,120$ m/s.....	33
Gambar 4.7 <i>Time average</i> fraksi hampa pola aliran <i>bubble</i> pipa <i>T-Junction</i> pada $J_L = 1,404$ m/s dan $J_G = 0,120$ m/s.....	33
Gambar 4.8 PDF fraksi hampa pola aliran <i>bubble</i> pipa <i>T-Junction</i> pada $J_L = 1,404$ m/s dan $J_G = 0,120$ m/s.....	34
Gambar 4.9 Sampel pola aliran <i>slug annular</i> pipa <i>T-Junction</i> pada $J_L = 0,042$ m/s dan $J_G = 1,991$ m/s.....	35
Gambar 4.10 Sampel gambar biner pola aliran <i>slug annular</i> pipa <i>T-Junction</i> pada $J_L = 0,042$ m/s dan $J_G = 1,991$ m/s.....	35
Gambar 4.11 <i>Time average</i> fraksi hampa pola aliran <i>slug annular</i> pipa <i>T-Junction</i> pada $J_L = 0,042$ m/s dan $J_G = 1,991$ m/s.....	36
Gambar 4.12 PDF fraksi hampa pola aliran <i>slug annular</i> pipa <i>T-Junction</i> pada $J_L = 0,042$ m/s dan $J_G = 1,991$ m/s.....	37
Gambar 4.13 Sampel pola aliran <i>annular</i> pipa <i>T-Junction</i> pada $J_L = 0,042$ m/s dan $J_G = 18,858$ m/s.....	37
Gambar 4.14 Sampel gambar biner pola aliran <i>annular</i> pipa <i>T-Junction</i> pada $J_L = 0,042$ m/s dan $J_G = 18,858$ m/s.....	38
Gambar 4.15 <i>Time average</i> fraksi hampa pola aliran <i>annular</i> pipa <i>T-Junction</i> pada $J_L = 0,042$ m/s dan $J_G = 18,858$ m/s.....	38
Gambar 4.16 PDF fraksi hampa pola aliran <i>annular</i> pipa <i>T-Junction</i> pada $J_L = 0,042$ m/s dan $J_G = 18,858$ m/s.....	39

Gambar 4.17 Sampel pola aliran <i>churn</i> pipa <i>T-Junction</i> pada $J_L = 0,653$ m/s dan $J_G = 2,736$ m/s.....	40
Gambar 4.18 Sampel gambar biner pola aliran <i>churn</i> pipa <i>T-Junction</i> pada $J_L = 0,653$ m/s dan $J_G = 2,736$ m/s.	40
Gambar 4.19 <i>Time average</i> fraksi hampa pola aliran <i>churn</i> pipa <i>T-Junction</i> pada $J_L = 0,653$ m/s dan $J_G = 2,736$ m/s.	41
Gambar 4.20 PDF fraksi hampa pola aliran <i>churn</i> pipa <i>T-Junction</i> pada $J_L = 0,653$ m/s dan $J_G = 2,736$ m/s.	41
Gambar 4.21 a Grafik fraksi hampa aliran <i>annular</i> peneliti Sukamta & Sudarja (2020)b	

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Sifat fisik cairan	16
------------------------------------	----

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

Q_G	= Laju aliran gas dalam pipa (m^3/s)
Q_L	= Laju aliran cairan dalam pipa (m^3/s)
J_G	= Kecepatan superfisial gas (m/s)
J_L	= Kecepatan superfisial cairan (m/s)
A	= Luas penampang pipa (m^2)
ε	= Fraksi hampa
γ	= Tegangan permukaan (N/m)
d	= Panjang permukaan (m)
F	= Gaya (N)

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Matriks Pengambilan Data	46
Lampiran 2 Tabel Kecepatan Superfisial Terbentuknya Pola Aliran Glukosa 10%	46