



LAPORAN SKRIPSI

**VISUALISASI ALIRAN DUA FASA *SOLID-GAS* PADA
MESIN *PNEUMATIC CONVEYING* DI PIPA
HORIZONTAL**

**ZAENAL MUSTHOFA
NIM. 201654090**

DOSEN PEMBIMBING

**Dr. Akhmad Zidni Hudaya, MEng
Ir. Masruki Kabib, MT**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MURIA KUDUS**

2021

HALAMAN PERSETUJUAN

**VISUALISASI ALIRAN DUA FASA *SOLID-GAS*
PADA MESIN *PNEUMATIC CONVEYING* DI PIPA
HORIZONTAL**

ZAENAL MUSTHOFA

NIM. 201654090

Kudus, 28 Febuari 2021

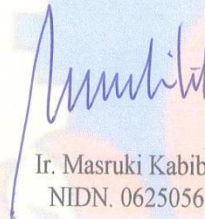
Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,



Dr. Akhmad Zidni Hudaya, MEng
NIDN. 0021087301



Ir. Masruki Kabib, MT
NIDN. 0625056802

Mengetahui

Koordinator Skripsi/Tugas Akhir



Taufiq Hidayat, ST, MT
NIDN. 0223017901

HALAMAN PENGESAHAN

**VISUALISASI ALIRAN DUA FASA *SOLID-GAS*
PADA MESIN *PNEUMATIC CONVEYING* DI PIPA
HORIZONTAL**

ZAENAL MUSTHOFA

NIM. 201654090

Kudus, 28 Februari 2021

Menyetujui,

Ketua Penguji,



Hera Setiawan, ST, MEng
NIDN. 0611066901

Anggota Penguji I,



Taufiq Hidayat, ST, MT
NIDN. 0223017901

Anggota Penguji II,



Dr. Akhmad Zidni Hudaya, MEng
NIDN. 0021087301

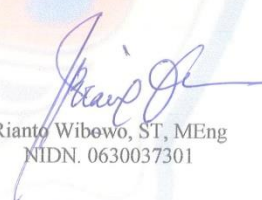
Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik




Mohamad Cahlan, ST, MT
NIDN. 0601076901

Ketua Program Studi



Rianto Wibowo, ST, MEng
NIDN. 0630037301

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Zaenal Musthofa
NIM : 201654090
Tempat & Tanggal Lahir : Pati, 24 Mei 1998
Judul Skripsi : Visualisasi Aliran Dua Fasa *Solid-Gas* Pada Mesin *Pneumatic Conveying* di Pipa Horisontal

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan Skripsi ini berdasarkan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari saya sendiri, baik untuk naskah laporan maupun kegiatan lain yang tercantum sebagai bagian dari Skripsi ini. Seluruh ide, pendapat, atau materi dari sumber lain telah dikutip dalam Skripsi dengan cara penulisan referensi yang sesuai.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar dan sanksi lain sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Muria Kudus.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manapun.

Kudus, 28 Februari 2021

Yang memberi pernyataan,



Zaenal Musthofa
NIM. 201654090

VISUALISASI ALIRAN DUA FASA *SOLID-GAS* PADA MESIN *PNEUMATIC CONVEYING* DI PIPA HORIZONTAL

Nama mahasiswa : Zaenal Musthofa

NIM : 201654090

Pembimbing :

1. Dr. Akhmad Zidni Hudaya, MEng
2. Ir. Masruki Kabib, MT

RINGKASAN

Pipa adalah bagian terpenting pada sistem *Pneumatic Conveying*. Pipa sebagai tempat aliran utama bahan yang akan dipindahkan dan juga salah satu faktor yang dapat mempengaruhi karakteristik aliran. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh diameter pipa terhadap karakteristik aliran *solid-gas* yang terjadi pada mesin *pneumatic conveying*.

Metode penelitian yang digunakan untuk mengetahui karakteristik aliran *solid-gas* pada mesin *pneumatic conveying* yaitu dengan melakukan pengamatan secara visual fenomena yang terjadi pada aliran pipa dengan panjang aliran 6 m dengan diameter dalam 15,8 mm dan pipa diameter dalam 24,5 mm pada aliran horizontal menggunakan kamera FUJI XA-5 dengan kecepatan perekaman 30 sampai 120 fps (*frame per second*). Kecepatan interfasial udara diatur dari kecepatan 2-10 m/s, sedangkan kecepatan interfasial *solid* diatur dari kecepatan 0,1-0,5 m/s. pengamatan dilakukan pada jarak 4750 mm sampai 5250 mm dari pengumpan.

Berdasarkan hasil penelitian, pengamatan kamera FUJI XA-5 berhasil mengkarakteristikan dan menunjukkan pola aliran dua fase pada pipa horizontal dan dikembangkan peta pola aliran. Pengamatan ini menghasilkan pola aliran *solid-gas* yaitu, *homogenous flow*, *dune flow*, *slug flow*, dan *packed bed*. Aliran dua fase *solid-gas* ini ditandai oleh bayangan cahaya yang terdapat dicelah-celah partikel *solid*. Seiring dengan peningkatan nilai J_S maka aliran akan membentuk seperti petumbuhan gelombang partikel terhadap dinding pipa. Sedangkan dengan meningkatnya nilai J_G maka aliran akan gelombang aliran akan menurun bahkan tidak ada gelombang aliran. Pengaruh kecepatan *solid* dan gas akan sangat mempengaruhi terjadinya pola aliran yang terjadi.

Kata kunci: *Pneumatic Conveying*, aliran dua fase, aliran *solid-gas*

VISUALIZATION OF TWO-PHASE SOLID-GAS FLOW ON A PNEUMATIC CONVEYING MACHINE IN A HORIZONTAL PIPE

Student Name : Zaenal Musthofa

Student Identity Number : 201654090

Supervisor :

1. Dr. Akhmad Zidni Hudaya, MEng
2. Ir. Masruki Kabib, MT

ABSTRACT

Pipes are the most important part of the Pneumatic Conveying system. Pipe as the main flow of materials to be moved and also one of the factors that can affect flow characteristics. The purpose of this study was to determine the effect of pipe diameter on the characteristics of solid-gas flow that occurs in a pneumatic conveying machine.

The research method used to determine the characteristics of solid-gas flow on a pneumatic conveying machine is by visually observing the phenomena that occur in a pipe flow with a flow length of 6 m with an inner diameter of 15.8 mm and an inner diameter of 24.5 mm pipe papa horizontal flow. using a FUJI XA-5 camera with a recording speed of 30 to 120 fps (frames per second). The interfusial velocity of air is set from 2-10 m / s, while the interfusial velocity of solid is set from 0.1-0.5 m / s. observations were made at a distance of 4750 mm to 5250 mm from the feeder.

Based on the research results, the FUJI XA-5 camera observations were able to characterize and show a two-phase flow pattern on a horizontal pipe and a flow pattern map was developed. These observations resulted in solid-gas flow patterns, namely, homogenous flow, dune flow, slug flow, and packed bed. This two-phase solid-gas flow is indicated by the light shadows that exist in the gaps of the solid particles. As the JS value increases, the flow will form like a particle wave growth against the pipe wall. Meanwhile, with increasing the value of JG, the flow will decrease the flow wave even there is no flow wave. The effect of solid and gas velocity will greatly influence the flow pattern that occurs.

Keywords: Pneumatic Conveying, two-phase flow, solid-gas flow

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas segala kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat, taufiq serta hidyahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir atau skripsi dan dapat menyelesaikan penulisan laporan dengan judul “Visualisasi Aliran Dua Fasa *Solid-Gas* pada Mesin *Pneumatic Conveying* di Pipa Horisontal” dengan lancar.

Penyusunan laporan tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan bagi mahasiswa Teknik Mesin S1 Universitas Muria Kudus untuk mendapatkan gelar sarjana.

Pelaksanaan penyusunan tugas akhir ini juga sangat berterima kasih kepada semua pihak atas dukunagn dan bantuannya dari awal hingga selesainya tugas akhir ini. Untuk itu pada kesempatan ini penulis akan mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunianya untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Kedua orang tua dan saudara-saudara saya yang selalau mendoakan, memberi motivasi dan memberikan semangat setiap saat.
3. Bapak Mohammad Dahlan, ST., MT. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muria Kudus.
4. Bapak Rianto Wibowo, ST., MEng. Selaku Kaprogdi Teknik Mesin S1 Universitas Muria Kudus.
5. Bapak Hera Setiawan ST., MEng. Selaku Ka.Laboratorium Teknik Mesin beserta Laboran Teknik Mesin yang selalu mendukung semua kegiatan di Laboratorium Teknik Mesin, Universitas Muria Kudus.
6. Bapak Dr. Akhmad Zidni Hudaya, ST., MEng. Selaku pembimbing akademik dan pembimbing utama tugas akhir.
7. Bapak Ir. Masruki Kabib MT. Selaku pembimbing pendamping tugas akhir.
8. Tim Penguji Tugas Akhir, Bapak Hera Setiawan ST., MEng, dan Bapak Taufiq Hidayat ST., MT. yang selalu memberi kritik dan masukan.

9. Tim *Pneumatic Conveying* (Agus, Cipto, Reza, Nano) yang selalu memberi motivasi dan kata-kata bijak dalam penelitian tugas akhir ini.

Penulis menyadari adanya kekurangan dan ketidaksempurnaan dalam penulisan laporan tugas akhir ini, karena itu penulis menerima kritik, saran dan masukan dari pembaca sehingga penulis dapat lebih baik di masa yang akan datang. Akhirnya penulis berharap semoga laporan tugas akhir ini bisa bermanfaat khususnya bagi penulis dan umumnya bagi para pembaca.

Kudus, Februari 2021

Zaenal Musthofa



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
RINGKASAN	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR SIMBOL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.5 Manfaat	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Aliran Dua Fasa	4
2.2 Aliran Fasa <i>Gas-Solid</i>	5
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Diagram Alir Penelitian	12
3.2 Tempat Penelitian.....	13
3.3 Bahan Penelitian	13
3.4 Alat Penelitian.....	13
3.5 Skema Alat Penelitian	16
3.6 Seksi Uji	16
3.7 Prosedur Pengambilan Data.....	18
3.8 Variabel Penelitian.....	19
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil Penelitian	20
4.1.1 Pipa Diameter 24,5 mm	20
4.1.2 Pipa Diameter 15,8 mm	24
4.2 Pola Aliran	27
4.2.1 Pola Aliran <i>Homogenous Flow</i>	28
4.2.2 Pola Aliran <i>Dune Flow</i>	28
4.2.3 Pola Aliran <i>Slug Flow</i>	29
4.2.4 Pola Aliran <i>Packed Bed</i>	30
4.3 Peta Pola Aliran.....	30

BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	33
5.2 Saran	33
DAFTAR PUSTAKA	35
LAMPIRAN	37
BIODATA PENULIS	



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Visualisasi Aliran <i>Solid-Gas</i>	5
Gambar 2.2	Aliran Homogen	8
Gambar 2.3	Aliran Bukit Pasir	8
Gambar 2.4	Aliran Slug Flow.....	8
Gambar 2.5	Aliran Packed Bed.....	9
Gambar 2.6	Grafik Hubungan Aliran <i>Solid</i> dengan Gradien Tekanan..	9
Gambar 2.7	Pola Aliran <i>Solid-Gas</i> Dalam Pipa Vertikal.....	11
Gambar 3.1	Alur Penelitian	13
Gambar 3.2	Pressure Gauge	13
Gambar 3.3.	Kamera FUJI XA5	14
Gambar 3.4	Kompresor	14
Gambar 3.5	Flow Meter Udara.....	15
Gambar 3.6	Skema Setup Kamera	16
Gambar 3.7	Skema Alat Penelitian	16
Gambar 3.8	Pipa Akrilik.....	17
Gambar 3.9	Elbow.....	17
Gambar 3.10	Penyangga.....	18
Gambar 4.1	Pola Aliran $d=24,5$ mm J_s 0,1 m/s Dengan Variasi J_g	20
Gambar 4.2	Pola Aliran $d=24,5$ mm J_s 0,2 m/s Dengan Variasi J_g	21
Gambar 4.3	Pola Aliran $d=24,5$ mm J_s 0,3 m/s Dengan Variasi J_g	22
Gambar 4.4	Pola Aliran $d=24,5$ mm J_s 0,4 m/s Dengan Variasi J_g	23
Gambar 4.5	Pola Aliran $d=24,5$ mm J_s 0,5 m/s Dengan Variasi J_g	23
Gambar 4.6	Pola Aliran $d=15,8$ mm J_s 0,1 m/s Dengan Variasi J_g	24
Gambar 4.7	Pola Aliran $d=15,8$ mm J_s 0,2 m/s Dengan Variasi J_g	25
Gambar 4.8	Pola Aliran $d=15,8$ mm J_s 0,3 m/s Dengan Variasi J_g	26
Gambar 4.9	Pola Aliran $d=15,8$ mm J_s 0,4 m/s Dengan Variasi J_g	26
Gambar 4.10	Pola Aliran $d=15,8$ mm J_s 0,5 m/s Dengan Variasi J_g	27
Gambar 4.11	Contoh Visualisasi Aliran <i>Homogenous Flow</i>	28
Gambar 4.12	Contoh Visualisasi Aliran <i>Dune Flow</i>	29
Gambar 4.13	Contoh Visualisasi Aliran <i>Slug Flow</i>	29
Gambar 4.14	Contoh Visualisasi Aliran <i>Packed Bed</i>	30
Gambar 4.15	Peta Pola Aliran Pada Pipa $d=24,5$ mm.....	31
Gambar 4.16	Peta Pola Aliran Pada Pipa $d=15,8$ mm.....	32

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Macam-macam Pola Aliran <i>Solid-Gas</i>	5
Tabel 3.1	Data Matriks Penelitian	19



DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan	Satuan	Nomor Persamaan
D	Diameter	mm	
J_G	Kecepatan Interfusial Gas	m/s	
J_S	Kecepatan Interfusial Solid	m/s	



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Skema Pengujian	37
Lampiran 2	Foto Hasil Pengujian.....	38

