

SKRIPSI

**SIMULASI ALIRAN FLUIDA DENGAN *VORTEX*
GENERATOR 35 DERAJAT DAN PENGARUHNYA
TERHADAP DISTRIBUSI TEMPERATUR DALAM SILO**



Disusun oleh :

YUGA FITRI NUR SYAMSY

1502618001

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

2022

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI I

Judul : SIMULASI ALIRAN FLUIDA DENGAN *VORTEX GENERATOR* 35 DERAJAT DAN PENGARUHNYA TERHADAP DISTRIBUSI TEMPERATUR DALAM SILO
Penyusun : Yuga Fitri Nur Syamsy
NIM : 1502618001
Pembimbing I : Pratomo Setyadi, S.T. , M.T.
Pembimbing II : Ir. Nugroho Gama Yoga, M.T.
Tanggal Ujian : 25 Juli 2022

Disetujui oleh :

Pembimbing I



Pratomo Setyadi, S.T. , M.T.
NIP. 198102222006041001

Pembimbing II



Ir. Nugroho Gama Yoga, M.T.
NIP. 197602052006041001

Mengetahui,
Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Mesin





Dr. Eko Arif Syaefudin, M.T.
NIP. 198310132008121002

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI II

Judul : SIMULASI ALIRAN FLUIDA DENGAN
VORTEX GENERATOR 35 DERAJAT DAN
PENGARUHNYA TERHADAP DISTRIBUSI
TEMPERATUR DALAM SILO
Nama Mahasiswa : Yuga Fitri Nur Syamsy
NIM : 1502618001

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

NAMA DOSEN	TANDA TANGAN	TANGGAL
<u>Pratomo Setyadi, S.T., M.T.</u> NIP. 198102222006041001 (Dosen Pembimbing I)		03/08/2022
<u>Ir. Nugroho Gama Yoga, M.T.</u> NIP. 197602052006041001 (Dosen Pembimbing II)		03/08/2022

PENGESAHAN PANITIA UJIAN SKRIPSI

Dr. Ragil Sukarno, M.T.
NIP. 197902112012121001
(Ketua Sidang)




02-08-2022

Dr. Dyah Arum Wulandari, M.T.
NIP. 197708012008012006
(Sekretaris)



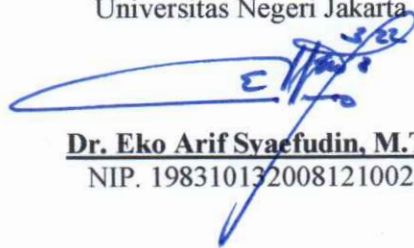
2 Agustus 2022

Dr. Darwin Rio Budi Svaka, M.T.
NIP. 197604222006041001
(Dosen Ahli)
Tanggal Lulus : 25 Juli 2022



28/07/2022

Mengetahui,
Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Mesin
Universitas Negeri Jakarta



Dr. Eko Arif Syaefudin, M.T.
NIP. 198310132008121002

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Skripsi ini merupakan karya asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana, baik di Universitas Negeri Jakarta maupun di Perguruan Tinggi lain.
2. Skripsi ini belum dipublikasikan, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
3. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, 28 Juli 2022

Yang membuat pernyataan



Yuga Fitri Nur Syamsy

NIM. 1502618001

KATA PENGANTAR

Dengan mengucap puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan Rahmat dan Hidayah-Nya, sehingga saya dapat menyelesaikan Skripsi ini yang berjudul **"SIMULASI ALIRAN FLUIDA DENGAN VORTEX GENERATOR 35 DERAJAT DAN PENGARUHNYA TERHADAP DISTRIBUSI TEMPERATUR DALAM SILO"**. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana di Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.

Dalam menyelesaikan skripsi ini saya berterima kasih kepada pihak – pihak yang telah membantu saya untuk menyelesaikan skripsi ini, pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati saya mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Pratomo Setyadi, S.T. , M.T. selaku Dosen Pembimbing I saya yang telah memberikan arahan, dukungan serta motivasi kepada saya untuk menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Ir. Nugroho Gama Yoga, M.T. selaku Dosen Pembimbing II saya yang telah memberikan pencerahan, solusi serta bantuan kepada saya untuk menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Eko Arif Syaefudin, M.T. selaku Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.
4. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta yang tidak dapat saya sebutkan satu – persatu yang telah memberikan ilmu bermanfaat kepada saya untuk dapat menyelesaikan skripsi ini.
5. Seluruh staff dan karyawan akademik Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta yang senantiasa membantu dan memfasilitasi saya untuk menyelesaikan skripsi ini.
6. Seluruh rekan – rekan mahasiswa Pendidikan Teknik Mesin, terkhusus Pendidikan Teknik Mesin 2018 yang telah memberikan dukungan kepada saya untuk menyelesaikan skripsi ini.
7. Kedua orang tua saya yang telah memberikan dukungan moral serta motivasi kepada saya untuk menyelesaikan skripsi ini.

8. Amadea Sabella, A.Md. yang telah memberikan semangat dan dukungan kepada saya untuk menyelesaikan skripsi ini.
9. Seluruh pihak yang telah mendukung, membantu serta memberikan motivasi kepada saya yang tidak bisa saya sebutkan satu – persatu.

Saya menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih terdapat kekurangan baik dari segi isi atau penulisan yang disengaja maupun tidak disengaja. Saya mohon maaf atas kekurangan yang ada dalam penulisan skripsi ini. Akhir kata saya berharap skripsi ini dapat bermanfaat khususnya bagi diri saya sendiri dan umumnya untuk para pembaca.

Jakarta, 28 Juli 2022



Yuga Fitri Nur Syamsy

NIM. 1502618001

ABSTRAK

YUGA FITRI NUR SYAMSY, PRATOMO SETYADI, S.T. , M.T., Ir. NUGROHO GAMA YOGA, S.T. , M.T., 2022, SIMULASI ALIRAN FLUIDA DENGAN *VORTEX GENERATOR* 35 DERAJAT DAN PENGARUHNYA TERHADAP DISTRIBUSI TEMPERATUR DALAM SILO, Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.

Abstrak. Proses pengeringan merupakan metode yang membuat bahan pangan menjadi lebih tahan lama tanpa mengurangi kualitas dari bahan pangan tersebut. Mesin yang efektif untuk digunakan adalah Mesin *Spray Dryer*. Mesin *Spray Dryer* memiliki prinsip kerja dengan cara menyemprotkan bahan produk ke dalam ruang pengering, tujuannya untuk menguapkan bahan produk menjadi butiran halus akibat adanya perpindahan panas secara konveksi paksa oleh aliran udara panas dengan bahan produk. Dalam merancang mesin *Spray Dryer* terdapat beberapa masalah yang sulit untuk diperhitungkan seperti bentuk aliran fluida dan pengaruhnya terhadap distribusi temperatur dalam silo. Bentuk aliran fluida sangat berpengaruh terhadap proses pengeringan, pengeringan dikatakan baik apabila berlangsung dengan cepat tetapi produk yang dihasilkan memiliki kualitas yang baik. Untuk menciptakan sebuah bentuk aliran fluida yang baik maka mesin *Spray Dryer* menggunakan *Vortex Generator*. *Vortex Generator* merupakan alat yang dapat mempercepat perubahan aliran fluida dari aliran laminar menjadi aliran turbulen. Dalam penelitian ini *Vortex Generator* yang akan digunakan memiliki sudut sebesar 35° terhadap sumbu Y.

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka diperlukan simulasi *Computational Fluid Dynamics* menggunakan *software Ansys Academic Fluent 2022*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bentuk aliran fluida terhadap distribusi temperatur dalam silo yang terjadi serta nilai intensitas turbulensi udara dan nilai *heat flux* yang terjadi dalam ruang pengering. Penelitian ini menggunakan 3 variabel bebas suhu inlet yaitu 100°C , 105°C dan 110°C .

Hasil penelitian menunjukkan besar nilai distribusi temperatur silo hasil simulasi dengan hasil uji coba menunjukkan valid dengan nilai selisih untuk suhu inlet 100°C sebesar 11,2%, suhu inlet 105°C sebesar 11,3% dan suhu inlet 110°C sebesar 13,4%. Semakin tinggi suhu inlet yang digunakan maka distribusi temperatur dalam silo akan menjadi lebih merata dikarenakan semakin berkurang nilai massa jenis udara yang masuk sehingga laju aliran panasnya akan semakin merata ke ruang atas di silo. Jenis aliran udara yang terjadi dalam silo adalah aliran turbulen dan berbentuk *vortex* setelah melewati *Vortex Generator*. Besar nilai intensitas turbulensi 196 % dan luas area turbulensi yang terjadi dalam silo sebesar $196,25\text{ m}^2$ dengan ketinggian 1 m dari permukaan bawah silo. Terjadi penurunan nilai *heat flux* ketika suhu inlet yang digunakan meningkat. Pada suhu inlet 100°C nilai *heat flux* sebesar $65,9\text{ W/m}^2$, suhu inlet 105°C nilai *heat flux* sebesar $59,2\text{ W/m}^2$ dan suhu inlet 110°C nilai *heat flux* sebesar $52,6\text{ W/m}^2$ suhu. Hal ini terjadi karena nilai massa jenis udara yang masuk akan turun ketika suhunya meningkat.

Kata Kunci : Aliran Fluida, *Computational Fluid Dynamics*, *Heat Flux*, Intensitas Turbulensi Udara dan Perpindahan Panas Konveksi Paksa

ABSTRACT

YUGA FITRI NUR SYAMSY, PRATOMO SETYADI, S.T. , M.T., Ir. NUGROHO GAMA YOGA, S.T. , M.T., 2022, THE SIMULATION OF FLUID FLOW WITH A VORTEX GENERATOR 35° AND ITS EFFECT TO DISTRIBUTION TEMPERATURE IN SPRAY DRYER, Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.

Abstract. The drying process is a method that makes foodstuffs more durable without reducing the quality of these foodstuffs. An effective machine to use is the Spray Dryer Machine. The Spray Dryer machine has a working principle by spraying the product material into the drying chamber, the purpose is to evaporate the product material into fine grains due to the presence of heat transfer by forced convection by the flow of hot air with the product material. In designing the Spray Dryer machine, there are several problems that are difficult to take into account such as the shape of the fluid flow and its effect on the temperature distribution in the silo. The shape of the fluid flow greatly affects the drying process, drying is said to be good when it takes place quickly but the resulting product has good quality. To create a good form of fluid flow, the Spray Dryer machine uses a Vortex Generator. Vortex Generator is a tool that can accelerate the change in fluid flow from laminar flow to turbulent flow. In this study, the Vortex Generator to be used has an angle of 35° to the Y axis.

Based on these problems, a Computational Fluid Dynamics simulation is needed using the Ansys Academic Fluent 2022. This study aims to determine the shape of the fluid flow to the distribution of temperature in the silo that occurs as well as the value of the intensity of air turbulence and the value of heat flux that occurs in the drying chamber. This study used 3 inlet temperature-free variables, namely 100°C, 105°C and 110°C.

The results showed the magnitude of the silo temperature distribution value of the simulation results with the test results showing valid with the difference values for the 100°C inlet temperature of 11.2%, the inlet temperature of 105°C of 11.3% and the inlet temperature of 110°C of 13.4%. The higher the inlet temperature used, the more even the temperature distribution in the silo will be due to the reduced density value of the incoming air so that the heat flow rate will be more evenly distributed to the upper chamber in the silo. The type of air flow that occurs in the silo is turbulent flow and is in the form of a vortex after passing through the Vortex Generator. The magnitude of the turbulence intensity value is 196% and the area of turbulence that occurs in the silo is 196.25 m² with a height of 1 m from the bottom surface of the silo. There is a decrease in the heat flux value when the temperature of the inlet used increases. At an inlet temperature of 100°C the heat flux value is 65.9 W/m², the inlet temperature is 105°C the heat flux value is 59.2 W/m² and the inlet temperature is 110°C the heat flux value is 52.6 W/m² temperature. This happens because the value of the density of the incoming air will drop as the temperature increases.

Keywords : Air Flow, Computational Fluid Dynamics, Heat Flux, Heat Transfer of Force Convection and Intensity of Air Turbulance

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI I.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI II	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Perumusan Masalah.....	4
1.5 Tujuan Penelitian.....	5
1.6 Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Pengertian Pengeringan.....	6
2.2 Faktor – Faktor Yang Mempengaruhi Pengeringan	6
2.3 Mesin Pengering <i>Spray Dryer</i> (Pengeringan Semprot).....	8
2.3.1 Bagian Utama Mesin <i>Spray Dryer</i>	9
2.3.2 Aliran Udara Panas dengan <i>Droplet</i>	10

2.4	Perpindahan Panas.....	12
2.4.1	Konveksi	12
2.5	<i>Heat Generation Rate</i>	19
2.6	<i>Vortex Generator</i>	19
2.7	Intensitas Turbulensi	20
2.8	<i>Computational Fluid Dynamics (CFD)</i>	21
2.8.1	Proses dalam <i>Computational Fluid Dynamics</i>	26
2.8.2	<i>Particle Track</i>	27
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		29
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian	29
3.2	Alat dan Bahan Penelitian	29
3.3	Diagram Alir.....	29
3.3.1	Uraian Diagram Alir	30
3.4	Prosedur Penelitian.....	34
3.4.1	Persiapan Alat dan Bahan	35
3.4.2	Pengukuran <i>Spray Dryer</i>	35
3.4.3	Mendesain <i>Spray Dryer</i> dengan <i>CAD</i>	35
3.4.4	Perhitungan	35
3.4.5	Simulasi Aliran Fluida dan Distribusi Temperatur di <i>Ansys Academic Fluent 2022</i>	40
3.5	Teknik Analisis Data	54
3.6	Variabel Tetap	55
3.7	Variabel Bebas.....	56
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....		57
4.1	Deskripsi Hasil Penelitian	57
4.1.1	Desain <i>Spray Dryer</i>	57

4.1.2	Material <i>Spray Dryer</i>	60
4.1.3	Perhitungan untuk Kondisi Batas dan Nilai Parameter.....	60
4.1.4	Perbandingan Distribusi Temperatur dalam Silo	72
4.1.5	Perbandingan Aliran Udara dalam Silo.....	77
4.1.6	Perbandingan Intensitas Turbulensi dalam Silo.....	79
4.1.7	Perbandingan <i>Heat Flux</i>	82
4.2	Analisis Data Simulasi	85
4.2.1	Distribusi Temperatur dalam Silo	85
4.2.2	Aliran Udara dalam Silo.....	85
4.2.3	Intensitas Turbulensi dalam Silo.....	85
4.2.4	<i>Heat Flux</i>	86
4.3	Pembahasan	86
4.4	Aplikasi Hasil Penelitian	88
BAB V KESIMPULAN.....		89
5.1	Kesimpulan.....	89
5.2	Saran.....	90
DAFTAR PUSTAKA		91
LAMPIRAN.....		94
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		133

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul Gambar	Halaman
3.1	<i>Table Properties of Air 1 atm Pressure</i>	38
4.1	<i>Table Properties Material SS-304</i>	60
4.2	<i>Table Properties of Air at 1 atm Pressure</i>	63
4.3	Tabel Distribusi Temperatur Hasil Uji Coba	72
4.4	Tabel Distribusi Temperatur Hasil Simulasi	73



DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul Gambar	Halaman
2.1	Aliran Searah	10
2.2	Aliran Berlawanan Arah	11
2.3	Aliran Campuran Arah	12
2.4	Perpindahan Panas Secara Konveksi	13
2.5	Perpindahan Panas Secara Konveksi Paksa	14
2.6	Bilangan Reynolds	15
2.7	<i>Vortex Generator</i>	20
2.8	Metode Beda Hingga	24
2.9	Metode Elemen Hingga	25
2.10	Metode Volume Hingga	26
3.1	Diagram Alir	30
3.2	2D Mesin <i>Spray Dryer</i>	32
3.3	3D Mesin <i>Spray Dryer</i>	33
3.4	<i>Input Geometry</i>	41
3.5	<i>Extract Volume</i>	42
3.6	<i>Meshing</i>	43
3.7	<i>Named Selections</i>	43
3.8	<i>General</i>	44
3.9	<i>Multiphase Model</i>	45
3.10	<i>Multiphase Phase</i>	45
3.11	<i>Energy (ON)</i>	46
3.12	<i>Viscous Model</i>	47
3.13	<i>Set Injection Properties</i>	48
3.14	<i>Set Material Silo</i>	49
3.15	<i>Set Material Inert Particle</i>	50
3.16	<i>Velocity Inlet</i>	51
3.17	<i>Thermal Inlet</i>	51
3.18	<i>Set Walls</i>	52
3.19	<i>Set Initialization</i>	53
3.20	<i>Model Solver</i>	53
4.1	2D Mesin <i>Spray Dryer</i>	58
4.2	3D Mesin <i>Spray Dryer</i>	59
4.3	Grafik Perbandingan Distribusi Temperatur dalam Silo Hasil Uji Coba dengan Simulasi pada Suhu Inlet 100°C	73
4.4	Grafik Perbandingan Distribusi Temperatur dalam Silo Hasil Uji Coba dengan Simulasi pada Suhu Inlet 105°C	74
4.5	Grafik Perbandingan Distribusi Temperatur dalam Silo Hasil Uji Coba dengan Simulasi pada Suhu Inlet 110°C	75
4.6	<i>Contour of Air Temperature</i> Simulasi 100°C	76
4.7	<i>Contour of Air Temperature</i> Simulasi 105°C	77
4.8	<i>Contour of Air Temperature</i> Simulasi 110°C	77
4.9	<i>Air Velocity</i> Suhu Inlet 100°C	78
4.10	<i>Air Velocity</i> Suhu Inlet 105°C	78
4.11	<i>Air Velocity</i> Suhu Inlet 110°C	79

4.12	Intensitas Turbulensi pada Suhu Inlet 100°C	80
4.13	Intensitas Turbulensi pada Suhu Inlet 105°C	80
4.14	Intensitas Turbulensi pada Suhu Inlet 110°C	81
4.15	Luas Area Turbulensi Aliran Udara dalam Silo	82
4.16	<i>Heat Flux</i> pada Suhu Inlet 100°C	83
4.17	<i>Heat Flux</i> pada Suhu Inlet 105°C	83
4.18	<i>Heat Flux</i> pada Suhu Inlet 110°C	84
4.19	Grafik Perbandingan <i>Heat Flux</i>	84



DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul Gambar	Halaman
1	Mesin <i>Spray Dryer</i>	94
2	2D Mesin <i>Spray Dryer</i>	95
3	3D Mesin <i>Spray Dryer</i>	96
4	<i>Table Properties of Air at 1 atm Pressure</i>	97
5	Pengukuran Sudut <i>Vortex Generator</i>	98
6	Pengukuran Kecepatan Aliran Udara dengan Anemometer	99
7	<i>Ansys Fluent Simulation Report Suhu Inlet 100°C</i>	100
8	<i>Ansys Fluent Simulation Report Suhu Inlet 105°C</i>	111
9	<i>Ansys Fluent Simulation Report Suhu Inlet 110°C</i>	122





KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
UPT PERPUSTAKAAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220
Telepon/Faksimili: 021-4894221
Laman: lib.unj.ac.id

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Yuga Fitri Nur Syamsy
NIM : 1502618001
Fakultas/Prodi : Teknik/Pendidikan Teknik Mesin
Alamat email : yugafitrinursyamsy@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:

Skripsi Tesis Disertasi Lain-lain (.....)

yang berjudul :

SIMULASI ALIRAN FLUIDA DENGAN *VORTEX GENERATOR* 35 DERAJAT DAN
PENGARUHNYA TERHADAP DISTRIBUSI TEMPERATUR DALAM SILO

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 19 Agustus 2022

Penulis

(Yuga Fitri Nur Syamsy)
nama dan tanda tangan