

## SKRIPSI

PENGARUH PERUBAHAN SUDUT VORTEX  $35^{\circ}$  DAN  
PENGGUNAAN DEHUMIDIFIER TERHADAP WAKTU

PENGERINGAN



*Mencerdaskan dan  
Memartabatkan Bangsa*

Disusun oleh :

ORYZA FEBRIZARD HIDAYAT

1502618031

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

2022

## ABSTRAK

**ORYZA FEBRIZARD HIDAYAT, PRATOMO SETYADI, S.T., M.T., Ir. NUGROHO GAMA YOGA, S.T., M.T., 2022, PENGARUH PERUBAHAN SUDUT VORTEX 35° DAN PENGGUNAAN DEHUMIDIFIER TERHADAP WAKTU PENGERINGAN. Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.**

**Abstrak.** Proses pengeringan adalah proses perpindahan panas dari sebuah permukaan benda sehingga kandungan air pada permukaan benda berkurang, salah satu cara yang digunakan dalam proses pengeringan adalah *Spray Dryer*. Metode *Spray Dryer* adalah mesin pengering yang berfungsi untuk menghasilkan produk berbentuk butiran halus kering (*powder*) dengan metode semprot di dalam ruang pengeringan. Tujuan dari proses pengeringan menggunakan metode *Spray Dryer* yaitu meningkatkan kualitas produk dan pengawetan produk dalam jangka waktu panjang. Dalam meningkatkan efisiensi energi pada mesin *spray dryer* ini terdapat beberapa faktor yang mempengaruhinya yaitu kecepatan aliran udara panas, suhu pengering, dan kelembaban *relative*. Kecepatan aliran udara panas sangat mempengaruhi proses pengeringan terhadap distribusi suhu panas di dalam ruang pengeringan, sehingga untuk meningkatkan distribusi suhu panas yaitu menggunakan *Vortex Generator*. *Vortex Generator* pada mesin *spray dryer* berfungsi sebagai mengubah energi tekanan menjadi energi kecepatan.

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka diperlukan uji coba terhadap mesin *spray dryer*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui total energi panas yang digunakan dan total energi listrik yang dibutuhkan pada saat proses pengeringan terjadi, dan nilai kadar kelembaban produk. Pada penelitian ini terdapat beberapa alat yang dimodifikasi dan penambahan alat untuk meningkatkan efisiensi energi mesin *spray dryer* yaitu *vortex generator* menggunakan sudut 35 ° terhadap sumbu Y, menggunakan atomizer yaitu injector jenis *mist nozzle* berukuran 0.2 mm dengan kapasitas penyemprotan 0.00045 kg/s, menambahkan *Dehumidifier* berfungsi untuk menurunkan kelembaban relatif pada saat proses pengeringan terjadi, dan kecepatan aliran udara 16 m/s. Dalam proses pengeringan ini variabel suhu yang digunakan adalah 100 °C, 105 °C, dan 110 °C.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kadar air produk susu sapi murni menurun sebesar 10.01 % dengan menggunakan suhu 105 °C dengan kecepatan udara pengering 16 m/s. selain itu proses waktu pengeringan ditempuh dengan waktu 73 menit yang menghasilkan laju pengeringan sebesar 27,33 gram/menit. *Dehumidifier* ini mempengaruhi suhu pada ruang pengering menjadi konstan di antara 101 °C-104 °C dan menurunkan kelembaban udara sebesar 7 %, sehingga menghasilkan rendeman susu seberat 222 gram. Nilai efisiensi mesin pengering dengan suhu 105 °C yaitu 18,68 %.

Kata Kunci : *Dehumidifier*, Efisiensi Energi, Laju Pengeringan, dan *Spray Dryer*

## **ABSTRACT**

**ORYZA FEBRIZARD HIDAYAT, PRATOMO SETYADI, S.T., M.T., Ir. NUGROHO GAMA YOGA, S.T., M.T., 2022, THE EFFECT OF CHANGING THE 30 DEGREE AND USE OF A DEHUMIDIFIER ON DRYING TIME. Mechanical Engineering Education Study Program, Faculty of Engineering, State University of Jakarta.**

**Abstract.** The drying process is the process of transferring heat from an object surface so that the water content on the object's surface is reduced, one of the methods used in the drying process is a Spray Dryer. The Spray Dryer method is a drying machine that functions to produce powdered products using the spray method in a drying chamber. The purpose of the drying process using the Spray Dryer method is to improve product quality and product preservation in the long term. In increasing the energy efficiency of this spray dryer, there are several factors that influence it, namely the speed of hot air flow, drying temperature, and relative humidity. The speed of hot air flow greatly affects the drying process on the distribution of heat in the drying room, so to increase the distribution of heat, use a Vortex Generator. The Vortex Generator on the spray dryer machine functions to convert pressure energy into speed energy.

Based on these problems, it is necessary to test the spray dryer machine. This study aims to determine the total heat energy used and the total electrical energy required when the drying process occurs, and the value of the moisture content of the product. In this study, there are several modified tools and additional tools to increase the energy efficiency of the spray dryer machine, namely a vortex generator using an angle of  $35^\circ$  to the Y axis, using an atomizer, namely a 0.2 mm mist nozzle type injector with a spraying capacity of 0.00045 kg/s, adding a functioning dehumidifier. to reduce the relative humidity during the drying process, and the air flow velocity is 16 m/s. In this drying process the temperature variables used are 100 °C, 105 °C, and 110 °C.

The results of this study showed that the water content of pure cow's milk products decreased by 10.01 % by using a temperature of 105 °C with a drying air speed of 16 m/s. In addition, the drying time process was taken with a time of 73 minutes which resulted in a drying rate of 27.33 gram/minute. This dehumidifier affects the temperature in the drying chamber to be constant between 101 °C-104 °C and reduces the humidity of the air by 7 %, resulting in 222 grams of milk soak. The efficiency value of the drying machine with a temperature of 105 °C is 18.68 %.

**Keywords:** drying machine, dehumidifier, efficiency calculation, spray drying

## LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI I

Judul : PENGARUH PERUBAHAN SUDUT *VORTEX* 35 °  
DAN PENGGUNAAN *DEHUMIDIFIER* TERHADAP  
WAKTU PENGERINGAN

Penyusun : Oryza Febrizard Hidayat

NIM : 1502618031

Pembimbing I : Pratomo Setyadi, S.T, M.T

Pembimbing II : Ir. Nugroho Gama Yoga, S.T, 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, S.T., M.T

NIP. 197602052006041001

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Mesin

5 Agu 2022



Dr. Eko Arif Syaefudin, M.T

NIP. 198310132008121002

## LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI II

Judul : PENGARUH PERUBAHAN SUDUT VORTEX 35°  
DAN PENGGUNAAN DEHUMIDIFIER TERHADAP  
WAKTU PENGERINGAN

Penyusun : Oryza Febrizard Hidayat

NIM : 1502618031

Telah diperiksa dan distejui oleh:

**Pratomo Setyadi, S.T, M.T.**

NIP : 198102222006041001  
(Dosen Pembimbing I)



28-07-2022

**Ir. Nugroho Gama Yoga, S.T,  
M.T.**

NIP : 197602052006041001  
(Dosen Pembimbing II)

**NAMA DOSEN**



TANDA TANGAN

28-07-2022

**Dr. Dyah Arum Wulandari, M.T**

NIP. 197708012008012006  
(Ketua Sidang)

**Dr. Ragil Sukarno, M.T**

NIP.197902112012121001  
(Sekretaris)



TANDA TANGAN

03-08-2022



TANGGAL

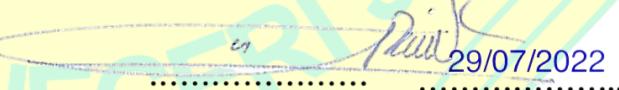
02-08-2022

**Dr. Darwin Rio Budi Syaka, M.T**

NIP. 197604222006041001  
(Dosen Ahli)

Tanggal Lulus : 25 Juli 2022

Mengetahui,



29/07/2022

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 ketidak benaran, maka saya bersedia 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



Oryza Febrizard Hidayat

NIM. 1502618031



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA  
**UPT PERPUSTAKAAN**

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220  
Telepon/Faksimili: 021-4894221  
Laman: [lib.unj.ac.id](http://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 : Oryza Febriyand Hidayat  
NIM : 1502618031  
Fakultas/Prodi : TEKNIK / Pendidikan Teknik Mesin  
Alamat email : Oryza.hidayat22.oh@gmail.com

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

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

yang berjudul :

Pengaruh Perubahan Sudut Vortex 35° dan  
Penggunaan Dehwuri Diffrer Terhadap Waktu Pengeringan

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Ekslusif 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

Penulis

  
nama dan tanda tangan  
Oryza Febriyand H

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan kehadirat Allah SWT. Yang telah memberikan Rahmat dan Nikmatnya, sehingga saya dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan judul. **“PENGARUH PERUBAHAN SUDUT VORTEX 35° DAN PENGGUNAAN DEHUMIDIFIER TERHADAP WAKTU PENGERINGAN”**. Skripsi ini merupakan salah satu persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan Teknik Mesin pada Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.

Penulis menyadari bahwa selesainya skripsi ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini, dengan segala kerendahan hati, penulis menyampaikan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Pratomo setyadi, S.T.,M.T. Selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan arahan, bimbingan yang sangat baik, dan semangat kepada saya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Ir. Nugroho Gama Yoga, M.T. Selaku dosen Pembimbing II yang juga telah memberikan arahan, bimbingan yang sangat baik, serta semangat kepada saya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini.
3. Dr. Eko Arif Syaefudin, M.T selaku Koorprodi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.
4. Drs. Adi Tri Tyassmadi, M.Pd selaku pembimbing akademik yang telah memberikan arahan selama proses perkuliahan.
5. Bapak dan Ibu Dosen Teknik Mesin UNJ yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu. Namun, tidak mengurangi rasa hormat saya kepada beliau.
6. Seluruh staff atau karyawan dan admin Teknik Mesin UNJ yang sudah membantu penulis dalam proses administrasi.
7. Ayah dan Ibu saya serta seluruh keluarga besar yang telah memberikan dukungan moral maupun materi dan doa yang terbaik.

8. Keluarga Teknik Mesin Kelas B 2018 yang selalu memberikan semangat dan dukungan serta selalu ada saat susah maupun senang
9. Seluruh teman-teman Teknik Mesin UNJ, Terutama angakatan 2018 yang telah memberikan semangat dan dukungan.
10. Seluruh pihak yang namanya tidak dapat disebutkan satu-persatu, yang telah turut serta membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.

Saya menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan. Untuk itu saya mohon maaf apabila terdapat kesalahan baik dari segi isi ataupun tulisan dan baik yang disengaja maupun tidak disengaja. Akhir kata saya berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat khususnya bagi diri saya sendiri dan umumnya bagi para pembaca.

Jakarta, 2 Juni 2022



Oryza Febrizard Hidayat

NIM. 1502618031

## DAFTAR ISI

SKRIPSI.....	i
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI I .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI II.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
ABSTRAK.....	vi
<i>ABSTRACT.....</i>	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR LAMPIRAN.....	vii
BAB I PENDAHULUAN.....	2
1.1    Latar Belakang Masalah.....	2
1.2    Identifikasi Masalah .....	4
1.3    Pembatasan Masalah .....	4
1.4    Perumusan Masalah.....	5
1.5    Tujuan Penelitian.....	5
1.6    Manfaat Penelitian.....	5
BAB II KAJIAN TEORITIK.....	7
2.1    Pengertian Pengeringan.....	7
2.1.1    Faktor – Faktor Yang Mempengaruhi Pengeringan.....	7
2.1.2    Mekanisme Pengeringan .....	9
2.1.3    Laju Pengeringan.....	10
2.1.4    Faktor Laju Pengeringan .....	11
2.1.5    Karakteristik Air.....	12
2.2    Hubungan udara dan Uap.....	13
2.3 <i>Equilibrium Moisture Content (EMC)</i> .....	15
2.4    Persamaan Kesetimbangan Energi .....	16
2.4.1    Persamaan kesetimbangan massa .....	17
2.5 <i>Spray dryer</i> (pengeringan semprot).....	17
2.5.1    Sistem Pada Metode <i>Spray Dryer</i> .....	18

2.6	Proses Perpindahan Panas .....	19
2.6.1	Koefisien Perpindahan Panas .....	19
2.6.2	Proses Perpindahan Massa .....	20
2.7	<i>Vortex Generator</i> .....	20
2.8	Efisiensi Mesin Pengering <i>Spray dryer</i> .....	21
2.9.1	Energi Listrik ( $Q_{in}$ ).....	21
2.9.2	Energi Panas ( $Q_{out}$ ) .....	22
2.9.3	Rendemen Produk Pengeringan.....	25
2.9	<i>Microcontroller Board Arduino Mega 2560</i> .....	26
2.10	Sensor Termokopel .....	27
2.11	Sensor DHT .....	27
2.12	<i>Power Meter</i> .....	28
2.13	Maltodekstrin .....	28
2.14	Susu Sapi Perah Murni .....	29
2.15	<i>Dehumidifier</i> .....	30
	BAB III METODE PENELITIAN .....	32
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian .....	32
3.2	Alat dan Bahan Penelitian .....	32
3.3	Diagram Alir Penelitian .....	33
3.4	Uraian Diagram Alir Penelitian.....	34
3.5	Teknik dan Prosedur Pengumpulan Data.....	35
3.5.1	Persiapan alat dan bahan .....	35
3.5.2	Persiapan bahan produk ke dalam <i>Hopper</i> .....	35
3.5.3	<i>Setting</i> Alat Mesin Pengering dan Sensor-sensor .....	36
3.5.4	Proses Mendapatkan Data .....	36
3.5.5	Proses Pengambilan Hasil Produk .....	37
3.6	Teknik Analisa Data.....	37
3.6.1	Tahap Persiapan .....	37
3.6.2	Tahap Cara Kerja Mesin Pengering.....	38
3.6.3	Tahap Perhitungan.....	39
3.7	Variabel Tetap .....	47
3.8	Variabel Berubah.....	47
	BAB VI HASIL DAN PEMBAHASAN .....	48
4.1	Deskripsi Hasil Penelitian .....	48

4.2	Analisa Perhitungan .....	48
4.2.1	Luas Saluran Untuk Mengalirkan Udara Panas .....	48
4.2.2	Debit Udara ( <i>Qudara</i> ).....	48
4.2.3	Laju Massa Aliran Udara.....	49
4.2.4	Menghitung Kadar Air Bahan .....	49
4.2.5	Rendemen Produk .....	52
4.2.6	Menghitung $\mu$ (massa air yang diuapkan).....	52
4.2.7	Menghitung Panas Laten Penguapan Air.....	53
4.2.8	Laju Pengeringan.....	53
4.2.9	Data Suhu Dan Kelembaban Udara.....	56
4.3	Menghitung Energi Listrik ( <i>Qin</i> ) .....	63
4.4	Menghitung Energi Panas ( <i>Qout</i> ).....	65
4.5	Perhitungan Efisiensi Energi Mesin Pengering Spray Dryer.....	73
4.6	Pembahasan .....	75
<b>BAB V</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>78</b>
5.1	Kesimpulan.....	78
5.2	Saran.....	78
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	.....	<b>79</b>
<b>LAMPIRAN</b>	.....	<b>81</b>
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP</b>	.....	<b>104</b>