

SKRIPSI

**PERHITUNGAN EFISIENSI ENERGI *FLUIDIZED BED SPRAY*
DRYING DENGAN *VORTEX GENERATOR 30°* TERHADAP
SUMBU Y KAPASITAS 1 LITER PER JAM**



*Mencerdaskan dan
Memartabatkan Bangsa*

Disusun Oleh:

FAJAR NUR AMSIR

1502617011

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

2021

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI I

Judul : PERHITUNGAN EFISIENSI ENERGI *FLUIDIZED BED*
SPRAY DRYING DENGAN *VORTEX GENERATOR 30°*
TERHADAP SUMBU Y KAPASITAS 1 LITER PER JAM

Penyusun : Fajar Nur Amsir
NIM : 1502617011
Pembimbing I : Pratomo Setyadi, ST. MT.
Pembimbing II : Ir. Nugroho Gama Yoga M.T.
Tanggal Ujian : 13 Juli 2021

Disetujui oleh :

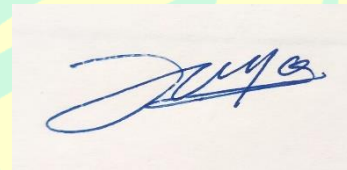
Pembimbing I



Pratomo Setyadi, ST., M.T.

NIP. 198102222006041001

Pembimbing II



Ir. Nugroho Gama Yoga M.T

NIP :197602052006041001

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Mesin

A Amaningsih

Aam Amaningsih Jumhur, Ph. D.

NIP. 197110162008122001

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI II

Judul : PERHITUNGAN EFISIENSI ENERGI *FLUIDIZED BED*
SPRAY DRYING DENGAN *VORTEX GENERATOR 30°*
TERHADAP SUMBU Y KAPASITAS 1 LITER PER JAM

Nama Mahasiswa : Fajar Nur Amsir

NIM : 1502617011

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

NAMA DOSEN	TANDA TANGAN	TANGGAL
------------	--------------	---------

Pratomo Setyadi, S.T, M.T.

NIP : 198102222006041001

(Dosen Pembimbing I)



22/07/2021

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

NIP : 197602052006041001

(Dosen Pembimbing II)



22/07/2021

PENGESAHAN PANITIA UJIAN SKRIPSI

Dr. Eng. Agung Premono M.T.

NIP. 197705012001121002

(Ketua Sidang)



16-07-2021

Ahmad Kholil, S.T., M.T.

NIP. 197908312005011001

(Sekretaris)



18-07-2021

Dr. Catur Setyawan Kusumohadi, M.T.

NIP. 197102232006041001

(Dosen Ahli)

Tanggal Lulus : 13 Juli 2021



21/07/2021

Mengetahui,

Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Mesin

Universitas Negeri Jakarta



Aam Amaningsih Jumah, Ph.d

NIP. 197110162008122001

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini 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 diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, 2 Februari 2021

Yang Membuat Pernyataan



Fajar Nur Amsir

NIM. 1502617011



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 : FAJAR NUR AMSIR
NIM : 1502617011
Fakultas/Prodi : Teknik/Pendidikan Teknik Mesin
Alamat email : fajarnuramsir@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 :

PERHITUNGAN EFISIENSI ENERGI *FULIDIZED BED SPRAY DRYING*
DENGAN *VORTEX GENERATOR 30°* TERHADAP SUMBU Y KAPASITAS
1 LITER PER JAM

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, 14 September 2021

Penulis

(FAJAR NUR AMSIR)

nama dan tanda tangan

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan kehadiran Allah SWT. Yang telah memberikan Rahmat dan Nikmatnya, sehingga saya dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan judul. **“PERHITUNGAN EFISIENSI ENERGI *FLUIDIZED BED SPRAY DRYING* DENGAN *VORTEX GENERATOR* 30° TERHADAP SUMBU Y KAPASITAS 1 LITER PER JAM”**. 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. Ibu Aam Amaningsih jumbuh, Ph.D. selaku Koorprodi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.
2. 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.
3. 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.
4. Ibu Aam Amaningsih jumbuh, Ph.D. 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 A 2017 yang selalu memberikan semangat dan dukungan serta selalu ada saat susah maupun senang
9. Seluruh teman-teman Teknik Mesin UNJ, Terutama angkatan 2017 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 bnyak 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 kusunya bagi diri saya sendiri dan umumnya bagi para pembaca.

Jakarta, 2 Februari 2021



Fajar Nur Amsir

1502617011

ABSTRAK

FAJAR NUR AMSIR, PRATOMO SETYADI, S.T., M.T., Ir. NUGROHO GAMA YOGA, S.T., M.T., 2021, PERHITUNGAN EFISIENSI ENERGI FLUIDIZED BED SPRAY DRYING DENGAN VORTEX GENERATOR 30° TERHADAP SUMBU Y KAPASITAS 1 LITER PER JAM. Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.

Spray drying merupakan alat pengubah cairan menjadi serbuk kering yang sangat modern dan efisien. Bahan disemprotkan ke dalam media pengering melalui nozzel injector 0,1 mm pada aliran udara panas dan membuat kandungan air dalam ruangan silo menguap, bahan dapat berupa larutan atau pasta dan sebagai produk akhirnya adalah berupa powder atau bubuk. Sehingga pengeringan ini mampu mengawetkan bahan dengan kualitas yang baik. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui efisiensi energi dan produksi mesin pengering *spray drying* dengan kapasitas 1 liter per jam. Berdasarkan hasil pengujian diperoleh melalui hasil pembacaan data pengeringan melalui *microsoft office excel 2019* oleh Arduino mega 2560 dengan sensor *max6675*, sensor termokopel, dan sensor DHT 11. Injektor menyemprot pada temperatur ruang pengering silo pertama yaitu 200°C, Pada pengujian pertama lama waktu pengeringan 3 jam 35 menit hasil produk 161,62gram dan nilai efisiensi energi 6,03%. Pengujian kedua lama waktu pengeringan 3 jam 24 menit hasil produk 139,22gram dan nilai efisiensi energi 6,35%. Pengujian ketiga lama waktu pengeringan 3 jam 41 menit hasil produk 178,73gram dan nilai efisiensi energi 5,86%. Pengujian keempat lama waktu pengeringan 3 jam 1 menit hasil produk 250,53gram dan nilai efisiensi energinya 7,16%. Pengujian kelima lama waktu pengeringan 3 jam 16 menit hasil produk 216,99gram dan nilai efisiensi energinya 6,61%.

Kata Kunci: Pengeringan *Spray Drying*, Perhitungan Efisiensi, Mesin Pengering

ABSTRACT

FAJAR NUR AMSIR, PRATOMO SETYADI, S.T., M.T., Ir. NUGROHO GAMA YOGA, S.T., M.T., 2021, CALCULATION OF ENERGY EFFICIENCY OF FLUIDIZED BED MACHINE WITH VORTEX GENERATOR 30° AGAINST Y Axis CAPACITY 1 LITERS PER HOUR. Mechanical Engineering Education Study Program, Faculty of Engineering, State University of Jakarta.

Spray drying is a very modern and efficient means of converting liquid into dry powder. The material is sprayed into the drying medium through the 0.1 mm injector nozzle in a hot air stream and makes the water content in the silo room evaporate, the material can be in the form of a solution or paste and the final product is a powder or powder. So that this drying is able to preserve the material with good quality. This research was conducted to determine the energy efficiency and production of a spray drying machine with a capacity of 1 liter per hour. Based on the test results obtained through reading the drying data through Microsoft Office Excel 2019 by Arduino Mega 2560 with a max6675 sensor, a thermocouple sensor, and a DHT 11 sensor. The injector sprays at the temperature of the first silo drying room, which is 200°C. 35 minutes the product yield is 161.62gram and the energy efficiency value is 6.03%. The second test is the drying time of 3 hours 24 minutes, the product yield is 139.22gram and the energy efficiency value is 6.35%. The third test is the drying time of 3 hours 41 minutes the product yield is 178.73gram and the energy efficiency value is 5,86%. The fourth test is the drying time of 3 hours 1 minute the product yield is 250.53gram and the energy efficiency value is 7.16%. The fifth test is the drying time of 3 hours 16 minutes, the product yield is 216.99gram and the energy efficiency value is 6,61%.

Keywords: spray drying, efficiency calculation, drying machine

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Identifikasi masalah.....	3
1.3 Pembatasan Masalah	3
1.4 Perumusan Masalah.....	4
1.5 Tujuan Penelitian.....	4
1.6 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II KAJIAN TEORETIK.....	5
2.1 Pengertian Pengeringan.....	5
2.1.1 Klasifikasi Pengeringan	5
2.1.2 Faktor – Faktor Yang Mempengaruhi Pengeringan.....	6
2.1.3 Mekanisme Pengeringan	8
2.1.4 Laju Pengeringan	9
2.1.5 Faktor Laju Pengeringan.....	10
2.1.6 Karakteristik Air.....	12
2.2 Hubungan udara dan Uap	12
2.3 <i>Equilibrium Moisture Content (EMC)</i>	14
2.4 Persamaan Kesetimbangan Energi	15
2.4.1 Persamaan kesetimbangan massa.....	16

2.5	Fisik dan Termal Propertis	16
2.5.1	Panas khusus	16
2.6	<i>Spray drying</i> (pengeringan semprot).....	17
2.6.1	Pembagian Sistem Pada <i>Spray Drying</i>	17
2.6.2	Prinsip Dasar <i>Spray Drying</i>	18
2.7	Proses Perpindahan Panas	19
2.7.1	Koefisien Perpindahan Panas	20
2.7.2	Proses Perpindahan Massa	20
2.8	Fluidisasi.....	20
2.8.1	Jenis-jenis fluidisasi	21
2.8.2	Tahapan Fluidisasi	21
2.9	<i>Vortex Generator</i>	24
2.10	Efisiensi Alat Pengering <i>Spray dryer</i>	24
2.8.1	Energi Listrik (Qin).....	25
2.8.2	Energi Output (Qout)	25
2.8.3	Rendemen Produk Pengeringan.....	27
2.11	<i>Microcontroller Board</i> Arduino Mega 2560.....	27
2.12	Sensor Termokopel.....	28
2.13	Power Meter	28
2.14	Maltodekstrin.....	29
2.15	Susu Sapi Perah (Murni)	29
BAB III METODELOGI PENELITIAN.....		31
3.1	Tempat Dan Waktu Penelitian.....	31
3.2	Alat Dan Bahan Penelitian	31
3.3	Diagram Alir Penelitian.....	32
3.4	Uraian Diagram Alir Penelitian.....	33
3.5	Teknik Dan Prosedur Pengumpulan Data	34
3.6	Teknik Analisis Data	36
3.7	Variabel Tetap	43
3.8	Variabel Berubah.....	43

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	44
4.1 Deskripsi Hasil Penelitian	44
4.2 Analisa Perhitungan.....	44
4.2.1 Menghitung Kadar Air	44
4.2.2 Menghitung m_u (massa air yang di uapkan).....	45
4.2.3 Menghitung Laju Pengeringan.....	45
4.2.4 Data Hasil Pengukuran.....	47
4.3 Menghitung Efisiensi Alat Pengering <i>Spray Drying</i>	48
4.3.1 Tabel Temperatur Proses Pengeringan Per 20 Menit Pengujian 1..	48
4.3.2 Grafik Temperatur Proses Pengeringan Per 20 Menit Pengujian 1	49
4.3.3 Tabel Temperatur Proses Pengeringan Per 20 Menit Pengujian 2..	49
4.3.4 Grafik Temperatur Proses Pengeringan Per 20 Menit Pengujian 2	50
4.3.5 Tabel Temperatur Proses Pengeringan Per 20 Menit Pengujian 3..	50
4.3.6 Grafik Temperatur Proses Pengeringan Per 20 Menit Pengujian 3	51
4.3.7 Tabel Temperatur Proses Pengeringan Per 20 Menit Pengujian 4..	51
4.3.8 Grafik Temperatur Proses Pengeringan Per 20 Menit Pengujian 4	52
4.3.9 Tabel Temperatur Proses Pengeringan Per 20 Menit Pengujian 5..	52
4.3.10 Grafik Temperatur Proses Pengeringan Per 20 Menit Pengujian 5	53
4.4 Perhitungan Efisiensi Energi Alat <i>Spray Drying</i>	53
4.5 Pembahasan	59
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	61
5.1 Kesimpulan.....	61
5.2 Saran.....	61
DAFTAR PUSTAKA	62
LAMPIRAN.....	65
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	95

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul Gambar	Halaman
2.1	Grafik Periode Pengeringan Berdasarkan Waktu	9
2.2	Grafik Psikometrik	12
2.3	Grafik <i>Moisture Content Terhadap RH</i>	14
2.4	Hamparan Tetap	21
2.5	Hamparan Fluidisasi Gelembung	22
2.6	Hamparan Besar	22
2.7	Hamparan Turbulen	23
2.8	<i>Microcontroller board</i> Arduino Mega 2560	27
2.9	Termokopel <i>Type K</i>	28
2.10	Power Meter	28
3.1	Diagram Alir Penelitian	31
3.2	Alat Mesin <i>Spray Drying</i>	36
4.1	Grafik Temperatur Proses Pengeringan Per 20 Menit Pengujian 1	48
4.2	Grafik Temperatur Proses Pengeringan Per 20 Menit Pengujian 2	49
4.3	Grafik Temperatur Proses Pengeringan Per 20 Menit Pengujian 3	50
4.4	Grafik Temperatur Proses Pengeringan Per 20 Menit Pengujian 4	51
4.5	Grafik Temperatur Proses Pengeringan Per 20 Menit Pengujian 5	52
4.6	Efisiensi Energi Alat <i>Spray Drying</i>	56
4.5	Hasil Rendemen Produk Alat <i>Spray Drying</i>	58

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul Tabel	Halaman
2.1	Tabel Panas Jenis Susu	26
2.2	Kandungan Zat Gizi Susu Per 100 Gram	29
4.1	Hasil Laju Pengeringan	45
4.2	Data Hasil Pengukuran	46
4.3	Data Hasil Perhitungan	47
4.4	Temperatur Proses Pengeringan Per 20 Menit Pengujian 1	47
4.5	Temperatur Proses Pengeringan Per 20 Menit Pengujian 2	48
4.6	Temperatur Proses Pengeringan Per 20 Menit Pengujian 3	49
4.7	Temperatur Proses Pengeringan Per 20 Menit Pengujian 4	50
4.8	Temperatur Proses Pengeringan Per 20 Menit Pengujian 5	51

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul Lampiran	Halaman
1	Pengujian Aktual Mesin <i>Spray Drying</i>	64
1.1	Alat Yang digunakan	64
1.2	Bahan Yng digunakan	66
2	Daya Listrik Yang Digunakan	67
2.1	Daya Listrik Heater 1, 2, dan 3	67
2.2	Daya Listrik Kompresor	68
2.3	Daya Listrik Blower 1	68
2.4	Daya Listrik Blower 2	69
2.5	Daya Listrik Kipas Exhaust	69
2.6	Perbandingan Alat Ukur Power Meter dan Tang Amper	70
2.7	Perbandingan Alat Hygrometer, Termokopel, dan DHT11	70
2.8	Spesifikasi Power Meter	71
2.9	Spesifikasi Arduino Mega 2560	72
2.10	Spesifikasi Sensor DHT11	73
2.11	Spesifikasi Sensor Termokopel <i>Type K</i>	74
3.	Data Yang Terbaca Pada Sensor Termokopel dan DHT11	75
3.1	Pengambilan Data 1 Per 5 Menit	75
3.2	Pengambilan Data 2 per 5 menit	76
3.3	Pengambilan Data 3 Per 5 menit	77
3.4	Pengambilan Data 4 Per 5 menit	78
3.5	Pengambilan Data 5 Per 5 menit	79
4.	Alat <i>Spray Drying</i>	81
4.1	Gambar Alat <i>Spray Drying</i>	81
4.2	<i>Assembly</i> Alat <i>Spray Drying</i>	82
4.3	Hasil Produk Alat <i>Spray Drying</i>	83
5.	Tabel Panas laten dan Tabel Panas Jenis Susu	84
5.1	Tabel Panas Laten	84
5.2	Tabel Panas Jenis Susu	85

6	Komponen – Komponen Alat <i>Spray Drying</i>	86
6.1	<i>Nozzle Injector</i>	86
6.2	<i>Straight Connector</i>	87
6.3	Selang Pneumatik	87
6.4	<i>Pressure Regulator</i>	87
6.5	<i>Pressure gauge</i>	88
6.6	<i>Pressure Tank</i>	88
6.7	Kompresor	89
6.8	<i>Fitting ¼” – tube 6mm</i>	89
6.9	Blower	90
6.10	<i>Exhaust Fan</i>	91
6.11	Heater	92
6.12	<i>Spray Nozzle</i>	93

