

STUDI EKSPERIMEN PERFORMANSI *HEAT EXCHANGER CROSSFLOW UNMIXED, FINNED TUBE 4 PASSES* DENGAN VARIASI PUTARAN DAN VOLUME FLOW RATE PADA ROTARY DRYER UNTUK MENGERINGKAN SINGKONG



Tugas Akhir Disusun Sebagai Syarat Untuk Memperoleh
Gelara Sarjana S-1 Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Disusun oleh:

Hayyu Avtur Isnaini

D200160258

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

2018

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir berjudul “**Studi Eksperimen Performansi *Heat Exchanger Crossflow Unmixed Finned Tube 4 Passes* dengan Variasi Putaran dan *Volume Flow Rate* pada *Rotary Dryer* untuk Mengeringkan Singkong**” telah disetujui oleh pembimbing tugas akhir untuk dipertahankan di depan dewan penguji sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana strata satu pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh

Nama : HAYYU AVTUR ISNAINI

NIM : D200160258

Disetujui pada

Hari : JUMAT

Tanggal : 28-09-2018

Surakarta, September 2018

Pembimbing Tugas Akhir



Ir. Sartono Putro, M.T

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir berjudul **“Studi Eksperimen Performansi *Heat Exchanger Crossflow Unmixed Finned Tube 4 Passes* dengan Variasi Putaran dan *Volume Flow Rate* pada *Rotary Dryer* untuk Mengeringkan Singkong”** telah disetujui oleh pembimbing tugas akhir untuk dipertahankan di depan dewan penguji sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana strata satu pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh

Nama : HAYYU AVTUR ISNAINI

NIM : D200160258

Disetujui pada

Hari : RABU

Tanggal : 10-10-2018

Dewan Penguji :

1. Ketua : Ir. Sartono Putro, M.T (.....)
2. Anggota 1 : Tri Widodo Besar Riyadi, ST, MSc, Phd (.....)
3. Anggota 2 : Nurmuntaha Agung Nugroho, ST, MT (.....)

Mengetahui,

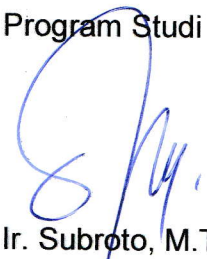
Dekan

Fakultas Teknik


Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D

Ketua

Program Studi


Ir. Subroto, M.T

LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR



Berdasarkan surat Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah
Surakarta Nomor 325/ A.4-II/ TM/ IX/ 2018 Tanggal 3 September 2018
dengan ini:

Nama : Ir. Sartono Putro M.T

Pangkat/Jabatan : Lektor

Kedudukan : Pembimbing

memberikan Soal Tugas Akhir kepada mahasiswa:

Nama : Hayyu Avtur Isnaini

Nomor Induk : D200160258

NIRM : -

Prodi/Semester : Teknik Mesin / 5

Judul/Topik : STUDI EKSPERIMEN PERFORMANSI *HEAT EXCHANGER CROSSFLOW UNMIXED, FINNED TUBE 4 PASSES* DENGAN VARIASI PUTARAN DAN *VOLUME FLOW RATE* PADA *ROTARY DRYER* UNTUK MENGERINGKAN SINGKONG

Rincian Soal/Tugas : Variasi putaran *pully* pada *Rotary Dryer* ; Variasi *volume flow rate*

Demikian soal tugas akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan dengan sebagaimana mestinya

Surakarta, September 2018

Pembimbing Tugas Akhir

Ir. Sartono Putro M.T

MOTTO

“If you want to be special do something special”

(Totok Prasetyo, B.Eng, M.Eng)

“Maka sesungguhnya bersamakesulitan ada kemudahan.

Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan”

(QS Al Insyirah : 5-6)

***“Selesaikanlah segala sesuatu yang telah kamu mulai dengan
sebaik mungkin”***

(Ibu)

Do your best, let God takes the rest (Penulis)

STUDI EKSPERIMEN PERFORMANSI *HEAT EXCHANGER CROSSFLOW UNMIXED, FINNED TUBE 4 PASSES* DENGAN VARIASI PUTARAN DAN VOLUME FLOW RATE PADA ROTARY DRYER UNTUK MENGERINGKAN SINGKONG

Hayyu Avtur Isnaini, Sartono Putro
Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A Yani Tromol Pos 1 Pabelan, Kartasura
Email : hayyuavtur@gmail.com

ABSTRAK

Alat penukar panas adalah suatu alat yang memungkinkan perpindahan panas dan bisa berfungsi sebagai pemanas maupun pendingin. Unit Heat Exchanger sendiri terdiri atas air heater dan rotary dryer. Adapun tujuan penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan putaran rotary dryer dan nilai volume flow rate yang optimum dalam proses pengeringan singkong. Hal-hal yang ditinjau dari proses pengeringan singkong yaitu pengurangan massa singkong, kalor yang diterima singkong, efisiensi rotary dryer, dan efisiensi heat exchanger. Variasi putaran rotary dryer yang digunakan antara lain 26,1 rpm; 33,9 rpm; dan 44,2 rpm lalu variasi volume flow rate yang digunakan yaitu 0,023 m³/s; 0,027 m³/s; dan 0,029 m³/s.

Cara kerja alat penukar panas ini yaitu udara selaku fluida dingin yang keluar dari blower lalu masuk ke air heater. Didalam air heater fluida dingin menerima kalor dari fluida panas yang mengalir disela-sela shell air heater. Sumber panas yang digunakan berasal dari kompor sederhana yang berada dibawah air heater. Setelah menerima kalor, udara yang telah panas tersebut masuk kedalam rotary dryer yang berfungsi sebagai pengering.

Hasil pengeringan pengeringan bernilai optimum ketika pully di rotary dryer disetting dengan kecepatan pada 26,1 rpm dan volume flow rate fluida dingin sebesar 0,029 m³/s yaitu sebesar 0,235kg. Kalor yang diterima singkong dari proses pengeringan bernilai optimum ketika pully di rotary dryer disetting dengan kecepatan pada 26,1 rpm dan volume flow rate fluida dingin sebesar 0,029 m³/s yaitu sebesar 521300,7 J. Adapun nilai optimal dari efisiensi rotary dryer dan heat exchanger berturut-turut sebesar 14,541% dan 4,158% ketika pully di rotary dryer disetting dengan kecepatan pada 26,1 rpm dan volume flow rate fluida dingin sebesar 0,029 m³/s. Putaran pully pada rotary dryer terbaik yaitu ketika pully diputar dengan kecepatan 26,1 rpm dan laju volume fluida dingin sebesar 0,029 m³/s.

Kata kunci : heat exchanger, air heater, rotary dryer, putaran, massa , efisiensi

STUDI EKSPERIMEN PERFORMANSI *HEAT EXCHANGER CROSSFLOW UNMIXED, FINNED TUBE 4 PASSES* DENGAN VARIASI PUTARAN DAN VOLUME FLOW RATE PADA ROTARY DRYER UNTUK MENGERINGKAN SINGKONG

Hayyu Avtur Isnaini, Sartono Putro
Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A Yani Tromol Pos 1 Pabelan, Kartasura
Email : hayyuavtur@gmail.com

ABSTRACT

A heat exchanger is a device used to transfer heat between two or more fluids and which function either as a heater or a coolant. The unit of Heat Exchanger is consist of air heater and rotary dryer. This research is aimed to get the optimum value of rotary dryer rotation and volume flow rate in cassava's drying process. Matters from the cassava's drying process were cassava's mass reduction, cassava's heat accepted, rotary dryer's efficiency, and heat exchanger's efficiency. The rotary dryer variatons used were 26,1 rpm; 33,9 rpm; and 44,2 rpm then the volume flow rate variations used were 0,023 m³/s; 0,027 m³/s; and 0,029m³/s.

The way this heat exchanger works is the air as the cold fluid coming out from the blower then entering the air heater. Inside of the air heater the cold fluid receives heat from the hot fluid that flowing between the air heater shells. The heat source used comes from a simple stove under the air heater. After receiving the heat, the hot air has entered the rotary dryer which functions as a dryer.

The optimum drying drying results when the pully of rotary dryer was setting at a speed of 26.1 rpm and the volume of cold fluid flow rate was 0.029 m³ / s is 0.235kg. The heat received by cassava from the optimum drying process when pully of the rotary dryer was setting at a speed of 26.1 rpm and the volume of cold fluid flow rate was 0.029 m³ / s is 521300.7 J. The optimal value of the efficiency of the rotary dryer and heat exchanger respectively 14.541% and 4.158% when pully in the rotary dryer was setting at a speed of 26.1 rpm and the volume of cold fluid flow rate was 0.029 m³ / s. Pully rotation in the best rotary dryer is when the pully was rotating at a speed of 26.1 rpm and the cold fluid volume was 0.029 m³ / s.

Keywords : heat exchanger, air heater, rotary dryer, mass, efficiency.

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr.Wb

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat taufik dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul **“STUDI EKSPERIMEN PERFORMANSI *HEAT EXCHANGER CROSSFLOW UNMIXED, FINNED TUBE 4 PASSES* DENGAN VARIASI PUTARAN DAN *VOLUME FLOW RATE* PADA *ROTARY DRYER* UNTUK MENGERINGKAN SINGKONG”**.

Penulis tidak akan berhasil menyelesaikan laporan ini tanpa adanya bimbingan dan bantuan dari semua pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Sri Wardo dan Ibu Semiyem, mbak Fatimah Avtur Alifia dan adik Halimah Avtur Rachmita yang selalu memberikan motivasi, dukungan materi dan non materi, doa, semangat, kasih sayang dan cinta hingga penulis mampu menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Ir. Sri Sunarjono, MT. Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Bapak Ir. Subroto, MT., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
4. Bapak Ir. Sartono Putro, MT., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah banyak memberikan bimbingan, pengarahan dan masukan dengan sabar.
5. Bapak Ir. Sunardi Wiyono, MT., selaku Koordinator Tugas Akhir yang telah banyak memberikan masukan dan bimbingan dengan sabar.
6. Bapak Ir. Sunardi Wiyono, MT., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama menyelesaikan masa perkuliahan.
7. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta yang telah memberikan bekal ilmu selama menyelesaikan masa perkuliahan.
8. Rekan seperjuangan dalam mengerjakan Tugas Akhir ini, Azis Firmansyah ST, Gilang Yudha Mahardika ST, Haidar.

9. Teman-teman teknik mesin, teman-teman transfer, dan sahabat, terimakasih atas doa dan dukungan kalian.
10. Serta pihak-pihak yang secara langsung maupun tidak langsung terlibat dalam mensukseskan penyusunan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini mungkin masih memiliki beberapa kekurangan pada pembahasan, isi ataupun mutu keilmiahannya. Untuk itu penulis berharap adanya kritik dan saran dari pembimbing dan pembaca semi perbaikan tugas akhir ini. Akhir kata penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat menjadi pengembang wawasan serta bermanfaat dalam pengembangan pengetahuan pada bidang teknologi mesin.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb

Surakarta, September 2018

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR	v
MOTTO	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR RUMUS	xvi
DAFTAR SIMBOL	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian	4
1.5. Manfaat Penelitian	4
1.6. Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Tinjauan Pustaka	6
2.2. Dasar Teori	7
2.2.1 Definisi <i>Heat Exchanger</i>	7
2.2.1.1 Jenis-jenis <i>Heat Exchanger</i>	7
2.2.1.2 Komponen <i>Heat Exchanger</i>	11
2.2.2 Perpindahan Panas	12
2.2.3 Perhitungan Perpindahan Panas dan Laju Aliran	17
2.2.4 Pengeringan	19
2.2.5 Parameter Pengeringan	22

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Diagram Alir Penelitian	24
3.2. Instalasi Pengujian	25
3.3. Studi Literatur	26
3.4. Bahan dan Alat	26
3.4.1. Bahan Penelitian	26
3.4.2. Alat-alat Penelitian	27
3.5. Prosedur Pengujian	34
3.6. Hasil Pengujian	35
3.7. Analisa Data dan Pembahasan	35
3.8. Kesimpulan	36

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Data Dimensi <i>Heat Exchanger</i>	37
4.2. Data Dimensi <i>Rotary Dryer</i>	37
4.3. Data Hasil Pengujian	38
4.4. Analisa Perhitungan	38
4.5. Pembahasan	43

BAB V Penutup

5.1. Kesimpulan	49
5.2. Saran	49

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Arah aliran dan hubungan profil temperatur pada <i>Concentric tube/pipes Heat exchanger</i>	9
Gambar 2.2	Skema <i>shell and tube heat exchanger</i> one-shell pass and one-tube pass	9
Gambar 2.3	Susunan aliran <i>multipass</i> pada <i>shell and tube heat exchanger</i> ..	10
Gambar 2.4	Perbedaan konfigurasi aliran pada <i>cross flow heat exchanger</i> ...	11
Gambar 2.5	<i>Plate and frame heat exchanger</i>	11
Gambar 2.6	Tipe susunan <i>tube</i> (a) <i>inline</i> (b) <i>staggered</i>	12
Gambar 2.7	Perpindahan panas konduksi dinding	14
Gambar 2.8	Perpindahan panas konveksi	14
Gambar 2.9	Aliran konveksi bebas di atas plat rata	15
Gambar 2.10	Perpindahan kalor aliran di dalam pipa	16
Gambar 2.11	Daerah aliran lapis batas plat rata	17
Gambar 2.12	Diagram aliran dalam tabung	18
Gambar 2.13	<i>Tray Dryer</i>	20
Gambar 2.14	<i>Spray Dryer</i>	21
Gambar 2.15	<i>Rotary Dryer</i>	21
Gambar 3.1	Diagram alir penelitian	25
Gambar 3.2	Instalasi pengujian	25
Gambar 3.3	Tabung gas LPG	26
Gambar 3.4	Singkong	27
Gambar 3.5	<i>Heat Exchanger</i>	27
Gambar 3.6	Skema aliran fluida di <i>Air Heater</i>	28
Gambar 3.7	<i>Rotary Dryer</i>	29
Gambar 3.8	<i>Blower</i> Sentrifugal	30
Gambar 3.9	Kompur (<i>Burner</i>)	30
Gambar 3.10	<i>Reader Thermocouple</i>	31

Gambar 3.11 <i>Thermocouple</i>	32
Gambar 3.12 <i>Anemometer</i>	32
Gambar 3.13 Timbangan digital	33
Gambar 3.14 Timbangan Pegas	33
Gambar 3.15 Stopwatch	34
Gambar 4.1 Kalor yang dihasilkan <i>air heater</i>	43
Gambar 4.2 Pengaruh putaran <i>rotary dryer</i> dan <i>volume flow rate</i> terhadap pengurangan massa singkong	44
Gambar 4.3 Pengaruh putaran <i>rotary dryer</i> dan <i>volume flow rate</i> terhadap kalor yang diterima untuk menguapkan air dari singkong	45
Gambar 4.4 Efisiensi <i>air heater</i>	46
Gambar 4.5 Pengaruh putaran <i>rotary dryer</i> dan <i>volume flow rate</i> terhadap efisiensi <i>rotary dryer</i>	47
Gambar 4.6 Pengaruh putaran <i>rotary dryer</i> dan <i>volume flow rate</i> terhadap efisiensi unit <i>heat exchanger</i>	48

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Data hasil pengujian <i>air heater</i> pada putaran <i>pully</i> 26,1 rpm	36
Tabel 4.2 Lampiran properti udara	37
Tabel 4.3 Properti air	38
Tabel 4.4 Hasil Perhitungan <i>air heater</i> pada putaran <i>rotary dryer</i> 26,1 rpm	41
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan <i>air heater</i> pada putaran <i>rotary dryer</i> 33,9 rpm	41
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan <i>air heater</i> pada putaran <i>rotary dryer</i> 44,2 rpm	42

DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1	Laju Perpindahan Panas Konduksi	13
Rumus 2.2	Laju Perpindahan Panas Konveksi	14
Rumus 2.3	Fenomena perpindahan panas aliran didalam pipa	16
Rumus 2.4	Perpindahan Panas Radiasi	16
Rumus 2.5	Keseimbangan Energi	17
Rumus 2.6	Angka Reynolds	17
Rumus 2.7	Angka Reynolds Dalam Pipa	18
Rumus 2.8	Angka <i>Nusselt</i>	18
Rumus 2.9	Koefisien perpindahan panas	19
Rumus 2.10	Kalor yang dihasilkan <i>Air Heater</i>	22
Rumus 2.11	Volume <i>flow rate</i>	22
Rumus 2.12	Energi Kalor Pengeringan	22
Rumus 2.13	Energi pembakaran gas LPG	22
Rumus 2.14	Efisiensi Pengeringan / <i>Rotary Dryer</i>	22
Rumus 2.15	Efisiensi <i>Air Heater</i>	23
Rumus 2.16	Efisiensi <i>Heat Exchanger</i>	23

DAFTAR SIMBOL

Simbol

q	= Laju Perpindahan Kalor (W)
U	= Koefisien Perpindahan Kalor Total ($\text{W/m}^2\text{°C}$)
A	= Luas Permukaan penampang (m^2)
ΔT_{LMTD}	= Perbedaan Temperatur Rata-rata Logaritma (°C)
K	= Konduktivitas Thermal ($\text{W/m}^{\circ}\text{C}$)
ΔT	= Perubahan Temperatur (°C)
Δx	= Jarak Perpindahan panas (m)
h	= Koefisien Perpindahan Kalor ($\text{W/m}^2\text{°C}$)
T_s	= Temperatur permukaan (°C)
$T_{\sim}$	= Temperatur lingkungan (°C)
$\dot{m}$	= Laju Massa (Kg/s)
C_p	= Kalor Jenis ($\text{J/Kg}^{\circ}\text{C}$)
m	= Massa (Kg/s)
σ	= Konstanta <i>Boltzman</i> ($5,699 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$)
Re	= Angka <i>Reynolds</i>
Nu	= Angka <i>Nusselt</i>
η	= Efisiensi (%)
ν	= Viskositas Kinematik fluida (m^2/s)
μ	= Viskositas Dinamik fluida (Kg/m.s)

D = Diameter (m)

Q_{bb} = Kalor pembakaran (J)

m_{bb} = massa untuk proses pembakaran (Kg)

Q_{HHV} = *High Heating Value* (J/Kg)

Q_p = Kalor pengeringan (J)

h_{fg} = entalpi uap (J/Kg)

Subskrip

c = *cool*

h = *hot*