

TUGAS AKHIR

**RANCANG BANGUN DAN PENGUJIAN HEAT
EXCHANGER CROSS FLOW UNMIXED, NON
FINNED TUBE FOUR PASS, UNTUK
MENGERINGKAN EMPON-EMPON DENGAN
VARIASI MASS FLOW RATE**



Disusun oleh:

Bayu Setiawan

D200130162

NIRM : 13.6.106.03030.50162

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2017**

LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Berdasarkan surat Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta Nomor..... Tanggal dengan ini :

Nama : Ir. Sartono Putro, MT.
Pangkat/Jabatan :
Kedudukan : Pembimbing Utama

memberikan Soal Tugas Akhir kepada Mahasiswa :

Nama : Bayu Setiawan
Nomor Induk : D200130162
NIRM : -
Jurusan/Semester : Teknik Mesin / 8
Judul/Topik : RANCANG BANGUN DAN PENGUJIAN HEAT EXCHANGER CROSS FLOW UNMIXED, NON FINNED TUBE FOUR PASS, UNTUK MENGERINGKAN EMPON-EMPON DENGAN VARIASI MASS FLOW RATE.

Rincian Soal/Tugas :

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

Surakarta,2017

Pembimbing



Keterangan :

*)coret salah satu

1. Warna biru untuk Kepala Jurusan
2. Warna kuning untuk Pembimbing Utama
4. Warna putih untuk mahasiswa

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir berjudul “**Rancang Bangun Dan Pengujian Heat Exchanger Cross Flow Unmixed, Non Finned Tube Four Pass, Untuk Mengeringkan Empon-Empon Dengan Variasi Mass Flow Rate**” telah disetujui oleh Pembimbing tugas akhir untuk dipertahankan didepan dewan penguji sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana strata satu pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh

Nama : BAYU SETIAWAN

NIM : D200130162

Disetujui pada

Hari : Rabu

Tanggal : 4 Januari 2017

Dosen Pembimbing



Ir.Sartono Putro,MT

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir berjudul “Rancang Bangun Dan Pengujian Heat *Exchanger* *Cross Flow Unmixed, Non Finned Tube Four Pass*, Untuk Mengeringkan Empon-Empon Dengan Variasi *Mass Flow Rate*” telah dipertahankan dihadapan Dewan Penguji dan telah dinyatakan sah untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar sarjana strata satu pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan Oleh:

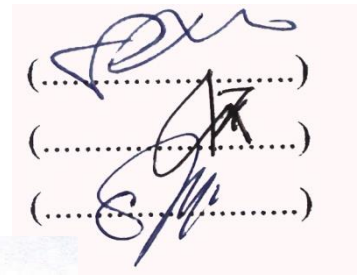
Nama : BAYU SETIAWAN
NIM : D200130162

Disahkan pada

Hari : Kamis
Tanggal : 20 Juli 2017

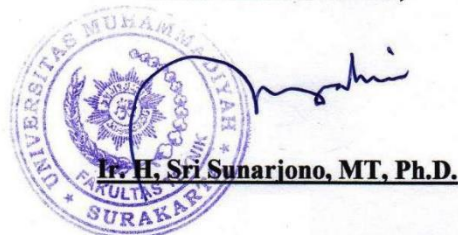
Dewan Penguji :

1. Ketua : Ir.Sartono Putro ,MT.
2. Anggota 1 : Ir.TriTjahjono,MT.
3. Anggota 2 : Ir.Subroto,MT.



(.....)
(.....)
(.....)

Dekan Fakultas Teknik,



Ir. H. Sri Sunarjono, MT, Ph.D.

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Bayu Setiawan
NIM : D200 130 162
Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Mesin
Judul : **Rancang Bangun Dan Pengujian Heat Exchanger
Cross Flow Unmixed, Non Finned Tube Four Pass,
Untuk Mengeringkan Empon-Empon Dengan Variasi
Mass Flow Rate**

Menyatakan bahwa Skripsi atau Tugas Akhir merupakan karya tulis yang penulis buat sendiri,kecuali beberapa sumber kutipan-kutipan dan ringkasan dari beberapa sumber yang berbeda yang telah penulis cantumkan dalam karya tulis ini.Apabila dikemudian hari dapat dibuktikan bahwa karya tulis ini merupakan hasil jiplakan,maka penulis bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang telah dibuat.

Surakarta, 10 Juli 2017

Yang menyatakan



BAYU SETIAWAN

MOTTO

“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, maka apabila kamu telah selesai dari sesuatu urusan, kerjakanlah dengan sungguh-sungguh urusan yang lain. Dan hanya pada Tuhanmulah hendaknya kamu berharap”

(Q.S. Al Insyiroh: 6-8)

“Jangan berjalan diatas bumi dengan kesombongan, selalu perbaiki diri supaya menjadi pribadi yang lebih baik agar bermanfaat bagi setiap orang”

“Selalu ada jalan bagi mereka yang bersungguh-sungguh”

“Setiap manusia punya jatah gagal. Habisakan jatah gagalmu ketika kamu masih muda”

(Dahlan Iskan)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan rasa hati senang karya sederhana ini dapat terselesaikan yang kupersembahkan kepada :

1. Allah SWT dan Nabi Muhammad SAW
2. Kedua orang tua yang selalu memberi dukungan berupa semangat, doa, dan material.
3. Saudara dan teman terdekat yang selalu menjadi penyemangat dan pemberi dukungan.
4. Seluruh rekan-rekan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta

Semoga tugas akhir ini membawa manfaat, saya selaku penulis hanya bisa mengucapkan terima kasih.

Abstrak

Rancang Bangun Dan Pengujian Heat Exchanger Cross Flow Unmixed, Non Finned Tube Four Pass, Untuk Mengeringkan Empon-Empon Dengan Variasi Mass Flow Rate

Heat exchanger adalah alat yang digunakan untuk memindahkan panas dari sistem ke sistem lain tanpa perpindahan massa dan biasanya berfungsi sebagai pemanas maupun pendingin. Perpindahan panas terjadi karena adanya kontak, baik antara fluida terdapat dinding yang memisahkannya maupun keduanya bercampur langsung. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui variasi *mass flow rate* terhadap perubahan suhu, perubahan kalor, perubahan koefisien perpindahan kalor total, perubahan koefisien kalor, perubahan efisiensi *heat exchanger* dan perubahan masa temulawak. Variasi *mass flow rate* yang digunakan adalah 0,019, 0,022, 0,024, 0,026.

Cara kerja *heat exchanger* ini adalah dengan memanfaatkan aliran fluida dingin yang keluar dari blower menuju ke *heat exchanger*, di dalam *heat exchanger* fluida dingin akan menerima kalor yang mengalir dalam *shell*, kalor yang mengalir di dalam *shell* terbentuk dari kompor yang berada dibawah *heat exchanger*, kemudian fluida dingin tersebut akan keluar dari *heat exchanger* menuju alat pengering empon-empon.

Hasil pengeringan yang maksimal adalah pada *mass flow rate* fluida dingin 0,022, dengan hasil pengruahan empon-empon sebesar 331 gram, kalor yang diserap fluida dingin sebesar 2068,232 Watt dan efisiensi *heat exchanger* sebesar 37,49 %.

Kata kunci : *Heat Exchanger, mass flow rate, kalor, fluida.*

Abstract

Rancang Bangun Dan Pengujian Heat Exchanger Cross Flow Unmixed, Non Finned Tube Four Pass, Untuk Mengeringkan Empon-Empon Dengan Variasi Mass Flow Rate

Heat exchanger is a tool used to transfer heat from the system to another system with mass transfer and usually serves as a heater or cooler. Heat transfer occurs because of the contact, either between the fluid there is a wall that separates it and both are mixed directly. The purpose of this research is to know the variation of mass flow rate to temperature change, heat change, change of coefficient of total heat transfer, change of heat coefficient, heat exchanger efficiency change and change of temulawak period. The variations of mass flow rate used are 0.019, 0.022, 0.024, 0.026.

The work of this heat exchanger is by utilizing the cold fluid flow out of the blower to the heat exchanger, in a cold fluid heat exchanger will receive the heat flowing in the shell, the heat flowing in the shell is formed from the stove under the heat exchanger, then The cold fluid will exit from the heat exchanger to the empon-empon dryer.

Maximum drying result is at 0.022 cold fluid mass flow rate, with 331 gram of empon-empon yield, heat absorbed by cold fluid 2068,232 Watt and heat exchanger efficiency of 37,49%.

Keywords : Heat Exchanger, mass flow rate, heat, fluid.

Keywords : Heat Exchanger, Debit, Heat, Fluid

KATA PENGANTAR

الْحَمْدُ لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ وَرَحْمَةُ اللَّهِ وَبَرَكَاتُهُ

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segalarahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan tepat waktu dan tanpa halangan berarti yakni dengan judul **“Rancang Bangun Dan Pengujian Heat Exchanger Cross Flow Unmixed, Non Finned Tube Four Pass, Untuk Mengeringkan Empon-Empon Dengan Variasi Mass Flow Rate”**.

Tugas Akhir ini disusun guna memenuhi salah satu syarat menempuh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Selama proses penyusunan Tugas Akhir penulis sadar bahwa banyak hambatan dan kesulitan yang dialami. Bantuan semangat dan dorongan serta bantuan baik materil maupun non materil tidak lepas dari jasa berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penyusun menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Allah S.W.T yang senantiasa melimpahkan rahmat, nikmat, karunia dan kasih sayangNya.
2. Ibu dan Bapak atas segala perhatian, doa, dan dukungan baik moral maupun materil yang telah diberikan.
3. Bapak Ir. Sri Sunarjono, MT, Ph.D, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
4. Bapak Ir. Subroto, MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta.
5. Bapak Ir. Sartono Putro, MT. selaku pembimbing utama yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun dalam proses penelitian dan penyusunan Tugas Akhir ini.
6. Bapak Ir. Subroto, MT. selaku Dosen penguji Tugas Akhir.
7. Bapak Ir. Tri Tjahjono, MT. selaku Dosen penguji Tugas Akhir.

8. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Mesin yang telah begitu banyak memberikan pengetahuan yang tiada ternilai,
9. Seluruh staf dan karyawan yang telah memberikan pelayanan dan fasilitas pada dalam terwujudnya Tugas Akhir ini.
10. Seluruh rekan-rekan Mahasiswa Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta yang telah berjasa besar dalam proses penelitian dan penulisan Tugas Akhir.
11. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini.


Penulis menyadari sepenuhnya bahwa penyusunan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna yang disebabkan keterbatasan penulis. Dengan lapang hati penulis menerima masukan demi perkembangan dan kemajuan pengetahuan di masa mendatang sekaligus demi sempurnanya Tugas Akhir ini.

Akhir kata penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi pembaca pada umumnya.

وَالسَّلَامُ عَلَيْكُمْ وَرَحْمَةُ اللَّهِ وَبَرَكَاتُهُ

Surakarta, 12 Febuari 2017

Penulis



Bayu Setiawan

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	v
LEMBAR MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
ABSTRAKSI.....	vii
ABSTRACTS	viii
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR RUMUS	xvi
DAFTAR SIMBOL.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.2 Landasan Teori	7
2.2.1 Teori Keseimbangan Kalor	7
2.2.2 Perpindahan Kalor.....	9

2.2.3 Perpindahan Kalor Gabungan Antara Konveksi dan Konduksi.....	16
2.2.4 Metode LMTD dan Metode NTU.....	18
2.2.5 Jenis-jenis <i>Heat Exchanger</i>	22
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	28
3.1 Bahan Penelitian	28
3.2 Alat-alat Penelitian	29
3.3 Diagram Alir Penelitian.....	35
3.4 Tempat Penelitian	36
3.5 Prosedur Penelitian.....	36
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	38
4.1 Data Dimensi Alat Penukaran Kalor	38
4.2 Data Hasil Pengujian.....	38
4.3 Analisa Pehitungan	39
4.4 Pembahasan	48
BAB V KESIMPULAN	55
5.1 Kesimpulan	55
5.2 Saran.....	56
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Konsep Kesetimbangan Kalor.....	9
Gambar 2.2 Perpindahan Kalor Secara Konduksi	10
Gambar 2.3 Perpindahan Kalor Konduksi Pada Dinding Datar	11
Gambar 2.4 Perpindahan Kalor Konduksi Pada Dinding Pipa	12
Gambar 2.5 Perpindahan Kalor Secara Konveksi.....	13
Gambar 2.6 Perpindahan Kalor Konveksi Pada Dinding Datar.....	14
Gambar 2.7 Perpindahan Kalor Secara Radiasi	15
Gambar 2.8 Skema Perpindahan Kalor Gabungan.....	16
Gambar 2.9 Perpindahan Kalor Gabungan Pada Pipa	16
Gambar 2.10 Grafik Distribusi Temperatur Pada <i>Heat Exchanger</i>	19
Gambar 2.11 Diagram Faktor Koreksi (F) Untuk <i>Single Pass</i> <i>Cross-Flow unmixed</i>	20
Gambar 2.12 Diagram Keefektifan <i>Heat Exchanger Cross-Flow</i> <i>Unmixed</i>	22
Gambar 2.13 Aliran <i>Double Pipe Heat Exchanger</i>	23
Gambar 2.14 Bentuk Susunan Tabung.....	25
Gambar 2.15 <i>Shell And Tube Heat Exchanger</i>	26
Gambar 2.16 Penukar Panas Plate and Frame (<i>plate and frame heat</i> <i>exchanger</i>).....	37
Gambar 3.1 Tabung Gas LPG	26
Gambar 3.2 Temulawak.....	27
Gambar 3.3 Desain <i>Heat Exchanger</i>	27
Gambar 3.4 Skem Aliran fluida pada <i>Heat Exchanger</i>	28
Gambar 3.5 Mesin Pengering Empon-empon.....	28

Gambar 3.6 Blower	29
Gambar 3.7 Kompor	29
Gambar 3.8 <i>Thermocouple</i>	30
Gambar 3.9 <i>Anemometer</i>	30
Gambar 3.10 Timbangan Digital	31
Gambar 3.11 Timbangan Analog	31
Gambar 3.12 <i>Stopwatch</i>	32
Gambar 3.13 Diagram Alir Penelitian.....	33
Gambar 3.14 Instalasi Pengujian.....	34
Gambar 4.1 Diagram NTU	45
Gambar 4.2 Pengaruh variasi <i>mass flow rate</i> fluida dingin Terhadap Perubahan Temperatur Fluida dingin (ΔT_c)	50
Gambar 4.3 Grafik Distribusi Temperatur	51
Gambar 4.4 Pengaruh variasi <i>mass flow rate</i> fluida dingin Terhadap Kalor yang Diterima Fluida Dingin(q_c)	52
Gambar 4.5 Pengaruh variasi <i>mass flow rate</i> fluida dingin Terhadap Koefisien Perpindahan Kalor Total(U)	53
Gambar 4.6 Pengaruh variasi <i>mass flow rate</i> fluida dingin Terhadap Koefisien Perpindahan Kalor Fluida Dingin(h_c)	54
Gambar 4.7 Pengaruh variasi <i>mass flow rate</i> fluida dingin Terhadap Efisiensi (η)	55
Gambar 4.8 Pengaruh variasi <i>mass flow rate</i> fluida dingin Terhadap Perubahan Massa Kunir (Δm_{kunjir})	56

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian <i>Heat Exchanger</i>	40
Tabel 4.2 Data yang Didapat dari Tabel Lampiran.....	48
Tabel 4.3 Hasil Perhitungan.....	49

DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1 Rumus Mencari Kalor (q).....	7
Rumus 2.2 Teori Kesetimbangan Kalor	7
Rumus 2.3 Perpindahan Kalor Konduksi Pada Dinding Datar	9
Rumus 2.4 Perpindahan Kalor Konduksi Pada Dinding Datar	9
Rumus 2.5 Perpindahan Kalor Konduksi Pada Dinding Pipa.....	10
Rumus 2.6 Perpindahan Kalor Konveksi Pada Dinding Datar	11
Rumus 2.7 Perpindahan Kalor Radiasi	12
Rumus 2.8 Menentukan Hambatan Perpindahan Kalor	13
Rumus 2.9 Menentukan Nilai Koefisien Perpindahan Kalor Total.....	13
Rumus 2.10 Menentukan Angka Reynolds.....	13
Rumus 2.11 Menentukan Angka Nusselt.....	14
Rumus 2.12 Menentukan Angka Nusselt.....	14
Rumus 2.13 Menentukan koefisien Perpindahan Kalor	14
Rumus 2.14 Metode LMTD	15
Rumus 2.15 Menentukan ΔT_{LMDT}	16
Rumus 2.16 Menentukan Rasio Temperature P	16
Rumus 2.17 Menentukan Rasio Temperature R.....	16
Rumus 2.18 Menentukan Keefektifan Perpindahan Kalor (ϵ)	17
Rumus 2.19 Menentukan Kalor dengan kapasitas kalor.....	17
Rumus 2.20 Menentukan q_{max}	17
Rumus 2.21 Menentukan rasio Kapasitas Kalor	17
Rumus 3.2 Menentukan NTU.....	17

DAFTAR SIMBOL

Simbol

q	= Perpindahan Kalor (J) atau (W)
m	= massa (kg)
\dot{m}	= massa fluida (kg/s)
C_p	= Kalor Jenis Benda (kJ/kgK)
ΔT	= Perubahan Suhu (K)
K	= Konduktivitas Thermal (W/m ² K)
A	= Luas Permukaan (m ³)
R_{wall}	= Hambatan pada dinding
h	= Koefisien perpindahan kalor (W/m ² K)
U	= Koefisien Perpindahan Kalor Total (W/m ² K)
Re	= Bilangan Reynolds
μ	= Viskositas absolut fluida (kg/m.s)
ν	= Viskositas kinematik fluida
Nu	= Bilangan Nuselt
F	= Faktor koreksi
ΔT_{LMTD}	= Perbedaan temperatur rata-rata logaritma (K)
P	= Rasio temperatur P
R	= Rasio temperatur R
ε	= Keefektifan perpindahan kalor
q_{max}	= Perpindahan kalor maksimal (W)
C	= Kapasitas Kalor (W/K)

NTU = *Number of Transfer Unit*
 η = Efisiensi (%)
Q = debit (m³/s)

Subskrip

c = *Cool*
h = *Hot*

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Desain *Heat Exchanger* 3D
- Lampiran 2 Desain *Heat Exchanger* 2D
- Lampiran 3 Desain *Shell*
- Lampiran 4 Desain *Smoke Box* Inlet dan Outlet
- Lampiran 5 Desain *Smoke Box*
- Lampiran 6 Desain Bagian Dalam *Heat Exchanger*
- Lampiran 7 Tabel Properti Udara
- Lampiran 8 Tabel Properti CO₂
- Lampiran 9 Tabel HHV
- Lampiran 10 Diagram NTU
- Lampiran 11 Hasil Pengeringan dan Set-Up Pengujian
- Lampiran 12 Bagian-bagian *Heat exchanger*