

**ANALISA PERANCANGAN ALAT PENUKAR KALOR TIPE
SHELL AND TUBE MENGGUNAKAN PERHITUNGAN
TEORITIS DAN PERANGKAT LUNAK CFD
(*COMPUTATIONAL FLUIDS DYNAMIC*)**

Diajukan Guna Melengkapi Sebagian Syarat
Dalam mencapai gelar Sarjana Strata Satu (S1)



Disusun Oleh :

Nama : Ugih Yulianto

Nim : 41312120066

Jurusan : Teknik Mesin

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
UNIVERSITAS MERCUBUANA
JAKARTA
2014**

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Ugih Yulianto
N.I.M : 41312120066
Jurusan : Teknik Mesin
Fakultas : Teknologi Industri
Judul Skripsi : Analisa Perancangan Alat Penukar Kalor Tipe Shell And Tube Menggunakan Perhitungan Teoritis Dan Perangkat Lunak CFD

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan Skripsi yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Skripsi ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan tata tertib Universitas Mercu Buana.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

Penulis



(Ugih Yulianto)

LEMBAR PENGESAHAN

**Analisa Perancangan Alat Penukar Kalor Tipe *Shell And Tube*
Menggunakan Perhitungan Teoritis dan Perangkat Lunak CFD
(Computational Fluid Dynamics)**

Disusun Oleh :

Nama : Ugih Yulianto

NIM : 41312120066

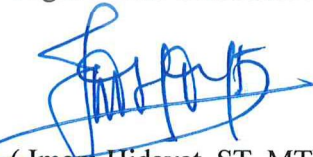
Jurusan : Teknik Mesin

Pembimbing

(Prof. Dr. Ir. Chandrasa Soekardi.)

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Mengetahui,
Koordinator Tugas Akhir/ Sekretaris Program Studi


(Iman Hidayat, ST. MT)

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr.Wb.

Puji syukur kami panjatkan kepada Allah SWT atas segala nikmat, hidayah dan karuniaNya sehingga pelaksanaan dan penyusunan laporan Tugas Akhir ini dapat berjalan dengan baik.

Laporan ini kami susun sebagai syarat untuk mendapatkan S1 Universitas Mercubuana. Selama penyusunan Tugas Akhir ini baik saat persiapan maupun pelaksanaan, kami banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu dengan segala kerendahan hati, kami mengucapkan banyak-banyak terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua kami yang tak henti-hentinya memberikan doa, dukungan serta motivasi kepada kami sehingga membuat kami selalu semangat untuk menyusun tugas akhir ini.
2. Bapak. Prof.Dr.Ir, Candrasah Soekardi, selaku kepala Program ketua jurusan Teknik Mesin sekaligus selaku pembimbing penyusunan tugas akhir yang rela meluangkan waktunya demi mendengar keluh dan kesah / curahan hati penulis.
3. Teman-teman diskusi kuliah yang sangat membantu dalam hal diskusi untuk membantu menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Bapak Eko Kiswoyo , selaku teman sekolah sewaktu di SMK yang sudah memperkenalkan kepada penulis perangkat lunak CFD
5. Seluruh dosen-dosen Jurusan Teknik Mesin dan Dosen-dosen Program studi Teknik Mesin yang telah banyak sekali memberikan kami ilmu pengetahuan dalam segala bidang

6. Seluruh teman-teman Program Studi Teknik Mesin yang telah bersama-sama memberikan semangat serta doa yang tulus.

Terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu kami dalam proses serta terselesainya Tugas Akhir kami. Semoga Allah SWT senantiasa membalas dengan pahala yang melimpah kepadanya, dan dengan segala kerendahan hati, kami mengarapkan permohonan maaf atas segala kesalahan-kesalahan serta kekhilafan yang pernah kami lakukan selama penyusunan Tugas Akhir ini.

Kami sangat menyadari bahwa laporan Tugas Akhir ini masih sangatlah jauh dari sempurna, maka dari itu kami sangat mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun, agar kami dapat mengetahui dimana saja kekurangan kami. Semoga laporan Tugas Akhir kami ini tentang "*Analisis perancangan alat penukar kalor tipe shell and tube dengan menggunakan perhitungan teoritis dan perangkat lunak CFD*" dapat berguna serta bermanfaat khususnya bagi kami, dan bagi para pembaca pada umumnya".

Wassalamualaikum Wr.Wb.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 1 Juli 2014

Hormat Kami



Ugih Yulianto

DAFTAR ISI

	Hal
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
NOMENKLATUR	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Perumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah	4
1.4. Tujuan Penelitian	4
1.5. Sistematika Penulisan	5
BAB II LANDASAN TEORI	7
2.1. Destilasi	7
2.1.1. Unit destilasi	9
2.2. Perpindahan Kalor	10
2.2.1 Pancaran (Radiasi)	11
2.2.2 Hantaran (Konduksi)	12
2.2.3 Aliran (Konveksi)	15
2.3. Sistem Aliran Penukar Panas	17
2.3.1 Pertukaran panas secara langsung	18
2.3.2 Pertukaran panas secara tidak langsung	18
2.3.2.1 Pertukaran panas aliran searah (<i>current/parallel flow</i>)	18

2.3.2.2	Pertukaran panas aliran berlawanan arah (<i>counter flow</i>)	20
2.4.	Alat penukar panas (<i>heat exchanger</i>).....	21
2.4.1	Alat penukar kalor tipe <i>shell and tube</i>	21
2.5.	Langkah-langkah perhitungan <i>heat exchanger</i> tipe <i>shell and tube</i>	26
2.4.	Computational fluid dynamics (CFD).....	32
BAB III	METODE PENELITIAN	35
3.1.	Cara penelitian.....	35
3.1.1.	Identifikasi	36
3.1.2.	Pengumpulan data.....	36
3.1.3.	Pembuatan geometri	38
3.1.4.	Analisa dengan CFD.....	41
BAB IV	PERHITUNGAN DAN ANALISA DATA	42
4.1.	Analisa perhitungan secara teoritis	42
4.1.1.	Perhitungan <i>balance energy</i> pada sisi <i>shell</i> dan <i>tube</i>	42
4.1.2.	Perkiraan jumlah tube (Nt)	43
4.1.3.	Koefisien konveksi didalam tube (h_i).....	44
4.1.4.	Menghitung koefisien konveksi di sisi shell (h_o)	46
4.1.5.	Koefisien perpindahan panas	48
4.1.6.	Perkiraan panjang tube	49
4.1.7.	Perhitungan design alat penukar kalor dengan <i>Microsoft excel</i>	52
4.2.	Analisa perhitungan.....	53
4.2.1.	Analisa pengaruh rata-rata masing-masing factor	53
4.2.1.1.	Analisa pengaruh rata-rata masing-masing factor terhadap jumlah tube.....	53
4.2.1.2.	Analisa pengaruh rata-rata masing-masing factor terhadap panjang tube	54
4.2.2.	Analisa identifikasi design paling optimal	56
4.3.	Perancangan bentuk alat penukar kalor.....	59

4.4. Analisa <i>flow simulation</i> dengan CFD.....	62
4.4.1. Pengisian data velocity dan temperatur	63
4.4.2. Pembuatan mesh	64
4.4.3. Pengisian data material	64
4.4.4. <i>Analyze</i>	65
4.4.5. <i>Viewing result</i>	65
BAB V PENUTUP	67
5.1. Kesimpulan.....	67
5.2. Saran.....	68
DAFTAR PUSTAKA	69
DAFTAR ACUAN.....	69
LAMPIRAN.....	70

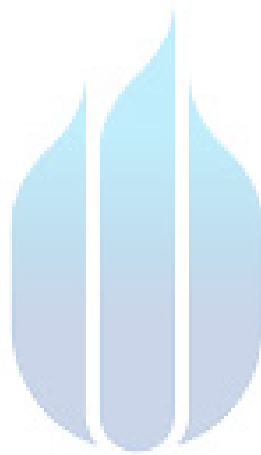


DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar II.1.	Skema alat destilasi etanol..... 10
Gambar II.2.	Temperatur konduksi menurun pada arah X-positif..... 13
Gambar II.3.	Temperatur konduksi meningkat pada arah X-positif 13
Gambar II.4	Perpindahan panas konduksi dan difusi energi akibat efektivitas molekul..... 14
Gambar II.5.	Perpindahan kalor secara konveksi pada suatu plat..... 15
Gambar II.6	Profil temperatur pada aliran <i>co current</i> 18
Gambar II.7	Profil temperatur pada aliran <i>counter current</i> 19
Gambar II.8	<i>heat exchanger</i> tipe <i>shell & tube</i> 21
Gambar II.9	Macam-macam rangkaian pipa <i>tube</i> 22
Gambar II.10	Tipe-tipe desain <i>front-end head, shell, dan rear-end head..</i> 23
Gambar II.11	Macam-macam bentuk <i>baffle</i> 25
Gambar II.12	Macam-macam <i>tube lay out</i> 27
Gambar III.1.	Flow chart penyelesaian tugas akhir..... 34
Gambar III.2.	Tipe alat penukar kalor yang dianalisa 38
Gambar IV.1.	Diagram Temperatur..... 48
Gambar IV.2.	Grafik pengaruh setiap factor terhadap jumlah <i>tube</i> 53
Gambar IV.3.	Grafik pengaruh setiap factor terhadap panjang <i>tube</i> 55
Gambar IV.4.	Gambar 3D design alat penukar kalor tipe <i>shell and tube</i> ... 59
Gambar IV.5.	Gambar 2D design alat penukar kalor tipe <i>shell and tube</i> 60
Gambar IV.6.	Model flow simulation..... 61
Gambar IV.7.	Pengisian <i>temperature</i> dan <i>velocity</i> 62
Gambar IV.8.	Pembuatan mesh 63
Gambar IV.9.	Pengisian data material 64
Gambar IV.10.	Hasil proses perpindahan panas 65

DAFTAR TABEL

		Hal
Tabel IV.1.	Hasil perhitungan alat penukar kalor tipe <i>shell and tube</i>	51
Tabel IV.2.	Identifikasi design paling optimal	57



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

NOMENTKLATUR

h	= Indeks untuk fluida panas
c	= Indeks untuk fluida dingin
i	= Indeks untuk aliran fluida yang masuk
o	= Indeks untuk aliran fluida yang keluar
s	= Indeks untuk bagian <i>shell</i>
t	= Indeks untuk bagian <i>tube</i>
Q	= Laju perpindahan kalor (J/s)
T	= Temperatur (°C)
ΔT	= Beda temperatur (°K)
m	= <i>flow rate</i> aliran fluida (kg/s)
Cp	= Koefisien panas spesifik (J/kg.K)
A _{1t}	= Luas penampang 1 tube (m ²)
r _i	= Jari-jari dalam tube (m)
v	= Kecepatan aliran fluida (m/s)
N _t	= Jumlah <i>tube</i>

ρ = Massa jenis fluida (kg/m³)

A_{total} = Luas total permukaan aliran fluida pada tube (m²)

Re = Bilangan Reynolds

μ = viskositas dinamik (kg/m.s)

f = Koefisien gesek di dalam tube

Nu = Bilangan Nusselt

K = Konduktivitas thermal (W/m.K)

Pr = Bilangan Prandtl

h = Koefisien konveksi (W/m².K)

d_i = Diameter dalam tube (m), d_i diperoleh dari tabel 10 kern dengan

terlebih dulu mengetahui harga ϕ -harga dari d_o dan BWG.

d_o = Diameter luar tube (m)

D_s = Diameter shell (m)

CL = Faktor yang dipengaruhi oleh susunan tube

CTP = Faktor yang dipengaruhi oleh jumlah lintasan tube

P_R = Pitch rasio

P_T = Pitch (m)

B = Jarak antar *baffle* (m)

As = Luas penampang aliran di sisi shell (m²)

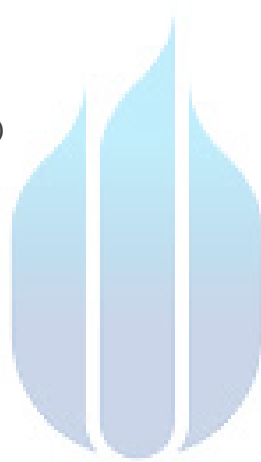
Uc = Koefisien perpindahan panas bersih

Uf = Koefisien perpindahan panas kotor

ΔT_{LMTD} = Beda temperature rata-rata logaritmik (°K)

Fc = Kalorik *fraktion*

L = Panjang tube (m)



UNIVERSITAS
MERCU BUANA