



**PERANCANGAN PENUKAR KALOR (HEAT EXCHANGER)  
TYPE SHELL AND TUBE**

**SKRIPSI**

*Diajukan Dalam Rangka Penyelesaian Strata 1  
Untuk Mencapai Gelar Sarjana Teknik*

**Disusun Oleh :**

**NAMA : KARDIYONO**  
**NIM : 41307110027**  
**JURUSAN : TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS MERCUBUANA  
JAKARTA  
2009**

**Lembar Pengesahan**  
**Skripsi dengan Judul :**  
**PERANCANGAN ALAT PENUKAR KALOR (HEAT EXCHANGER)**  
**TYPE SHELL AND TUBE**

Yang diajukan oleh :

**Nama : Kardiyono**  
**NIM : 41307110027**  
**Jurusan : Teknik Mesin**

Telah dipertahankan dihadapan sidang panitia ujian` Skripsi,

Pada tanggal : ----/----/----

**Pembimbing,**

**( Ir. Yuriadi Kusuma, MSc )**

**Koordinator Skripsi,**

**(Dr. Abdul Hamid, M.Eng)**

## ABSTRAK

Industri banyak membutuhkan berbagai macam mesin untuk memproduksi barang, dalam pengoperasiannya mesin-mesin akan menghasilkan berbagai macam perubahan energi baik energi termis sampai energi mekanis. Pengoperasian mesin yang secara terus menerus akan meningkatkan temperatur kerja dalam mesin, jika peningkatan temperatur yang semakin tinggi tidak dikontrol maka mesin akan over heating dan mesin akan rusak. Cara mencegah agar mesin tidak over heating adalah dengan menggunakan sistem pendinginan. Sistem pendinginan ini digunakan untuk menjamin agar mesin bekerja dengan baik dan untuk memperpanjang usia mesin. Sistem pendingin ini bisa berupa Heat Exchanger. Heat Exchanger adalah alat yang memfasilitasi perpindahan panas dari dua fluida yang berbeda temperaturnya, panas akan berpindah dari fluida panas ke fluida yang dingin. Perpindahan panasnya dapat terjadi secara langsung (kedua fluida mengalami pengontakan) atau (tidak langsung dibatasi oleh dinding penyekat/ pemisah). Fluida yang mengalami pertukaran panas dapat berupa fasa cair-cair, cair-gas, dan gas-gas.

Perancangan ini bertujuan untuk merancang heat exchanger yang efektif dan efisien. Perancangan ini menggunakan metode Logaritmik Mean Temperatur Difference (LMTD) dan untuk menghitung efektifitasnya menggunakan metode Number Transfer Unit (NTU). Disini juga dihitung tentang pengaruh fouling terhadap koefisien perpindahan panas global dan terjadinya penurunan tekanan pada heat exchanger.

Dari hasil perancangan menunjukkan bahwa aliran fluida yang terjadi pada heat exchanger adalah aliran turbulen ditunjukkan dengan nilai dari bilangan Reynolds yang besarnya lebih dari 4000 ( $Re > 4000$ ), yaitu sebesar 7457 pada Tube dan 422300 pada Shell. Keuntungan dari aliran turbulen adalah proses perpindahan panas dari fluida panas ke fluida dinginnya lebih lebih cepat, hal ini dapat dilihat dari koefisien perpindahan panas global yang besar, yaitu sebesar  $828,5 \text{ m}^{20}\text{C/W}$ , Jika diperhitungkan faktor foulingnya maka koefisien perpindahan panas globalnya sebesar  $U = 714 \text{ m}^{20}\text{C/W}$ . Terjadi penurunan tekanan Fluida akibat gesekan dengan pipa sebesar  $\Delta P = 3,33 \times 10^{-4} \text{ Pa}$  dan pengaruh perubahan aliran fluida sebesar  $\Delta P = 381,24 \text{ Pa}$  pada bagian tube dan Terjadi penurunan tekanan Fluida akibat gesekan dengan pipa sebesar  $\Delta P = 1,36 \times 10^{-4} \text{ Pa}$  dan pengaruh perubahan aliran fluida sebesar  $\Delta P = 212,1 \text{ Pa}$  pada bagian Shell.

Kata kunci : Perancangan, Heat Exchanger, LMTD

## **MOTTO DAN PERSEMBAHAN**

### MOTTO :

1. Kegagalan adalah keberhasilan yang tertunda.
2. Hidup adalah suatu perjuangan maka perjuangkanlah hidup kamu sampai titik penghabisan.
3. Kesuksesan itu bukan karena cerdas, tetapi karena kemauan dan kesungguhan mewujudkannya.
4. Lakukan segala sesuatu untuk meraih kebahagiaan orang tuamu, karena itu Allah akan selalu menyertaimu.

### PERSEMBAHAN :

1. Ibu dan Bapak tersayang atas pengorbanan dan do'anya.
2. Saudara-saudara, keponakan tercinta dan adik tersayang yang senantiasa memotivasi dengan tegar dan sabar.
3. Teman-temanku Mahasiswa Mesin Mercu Buana Angkatan XI yang kompak selalu.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah -Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul ” Perancangan Penukar Kalor (Heat Exchanger) Type Shell And Tube” ini dengan lancar.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada :

1. Dr. Abdul Hamid, M.Eng Ketua Koordinator Skripsi Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Mercu Buana.
2. Ir. Yuriadi Kusuma, MSc dosen pembimbing yang dengan sabar memberi bimbingan, motivasi dan petunjuk dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Bp. Nanang Ruhayat, ST, MT dosen pembimbing akademik yang telah memberikan arahan selama saya kuliah di Universitas Mercu Buana.
4. Bp. Mugiyatna yang telah membantu memberikan sarana dan prasarana dalam proses pengambilan data. Serta tidak lupa semua pihak yang telah membantu hingga terselesainya skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih kurang untuk mencapai kata sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi penulis khususnya dan pembaca pada umumnya.

Jakarta, Maret 2009

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
ABSTRAK.....	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR NOTASI.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penulisan.....	2
1.3 Perumusan Masalah.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Metode Penulisan.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Sifat-sifat fluida kerja.....	5
2.2 Keseimbangan energi.....	6
2.3 Beda rata-rata temperatur Logaritmik.....	7

2.3.1 LMTD Aliran Sejajar .....	7
2.3.2 LMTD aliran berlawanan.....	8
2.4 Jenis-jenis alat Penukar kalor .....	9
2.5 Luas Permukaan Perpindahan Panas.....	10
2.5.1 Aliran dalam tube.....	11
2.5.2 Laju Massa tiap tube .....	11
2.5.3 Kecepatan aliran fluida .....	12
2.6 Bilangan reynolds.....	12
2.7 Koefisien perpindahan panas keseluruhan.....	13
2.7.1 Koefisien Perpindahan panas keseluruhan permukaan Clean.....	16
2.7.2 Koefisien Perpindahan panas keseluruhan permukaan fouling.....	18
2.8 Penurunan tekanan .....	20
2.9 Metode NTU efektifitas .....	21
<b>BAB III PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA</b>	
3.1 Latar belakang.....	23
3.2 Cara mendapatkan data.....	23
3.3 Metode perhitungan alat penukar kalor.....	24
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Latar belakang .....	30
4.2 Data perhitungan.....	30
4.3 Metode perhitungan alat penukar kalor.....	31

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan .....	49
5.2 Saran .....	50

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



## DAFTAR NOTASI

Singkatan	Uraian	Unit
$A$	Luas total perpindahan panas	$m^2$
$A_b$	Luas yang dibutuhkan untuk perpindahan panas	$m^2$
$c_{pc}$	Panas jenis fluida dingin	$\text{kJ/kg} \cdot ^\circ\text{C}$
$c_{ph}$	Panas jenis fluida panas	$\text{kJ/kg} \cdot ^\circ\text{C}$
$D_i$	Diameter dalam pipa	m
$D_o$	Diameter luar pipa	m
$f$	Factor gesek dalam tube	-
$h_i$	Koefisien perpindahan panas konveksi diluar pipa	$\text{W/m}^{20}\text{C}$
$h_o$	Koefisien perpindahan panas konveksi didalam pipa	$\text{W/m}^{20}\text{C}$
$k$	konduktivitas termal bahan	$\text{W/m}^{20}\text{C}$
$L$	Panjang pipa	m
$M$	Laju massa fluida per satuan luas	$\text{kg/s} \cdot \text{m}^2$
$m_c$	Laju massa fluida dingin	kg/s
$m_h$	Laju massa fluida panas	kg/s
$N$	Jumlah pipa	buah
$v$	Kecepatan aliran fluida	m/s
$Q_c$	Kalor yang diterima fluida dingin	kW
$Q_h$	Kalor yang dilepas fluida panas	kW
$Rf_i$	Tahanan termal fouling didalam pipa	$\text{m}^{20}\text{C/W}$
$Re$	Reynolds number	-
$Rf_o$	Tahanan termal fouling diluar pipa	$\text{m}^{20}\text{C/W}$
$T_{hi}$	Temperatur masuk fluida panas	$^\circ\text{C}$
$T_{ho}$	Temperatur keluar fluida panas	$^\circ\text{C}$
$T_{ci}$	Temperatur masuk fluida dingin	$^\circ\text{C}$
$T_{co}$	Temperatur keluar fluida dingin	$^\circ\text{C}$
$U$	Koefisien perpindahan panas global	$\text{m}^{20}\text{C/W}$
$U_f$	Koefisien perpindahan panas global fouling	$\text{m}^{20}\text{C/W}$
$\Pi$	phi	-

$\rho$	Massa jenis fluida	kg/m <sup>3</sup>
$\mu$	Viskositas dinamik fluida	Ns/m <sup>2</sup>
$\Delta P_t$	Penurunan tekanan dalam pipa	Pa
$\varepsilon$	Efektifitas	-

## DAFTAR GAMBAR

### Gambar

2.1 Keseimbangan energi pada penukar kalor.. .....	6
2.2 LMTD untuk aliran sejajar..... .....	8
2.3 LMTD untuk aliran berlawanan..... .....	8
2.4 Penampang tube penukar kalor .....	11
2.5 Laju perpindahan panas APK .....	14
3.1 Skema alat..... .....	24
3.2 Diagram Temperatur..... .....	24
4.1 Skema alat .....	31
4.2 Diagram Temperatur..... .....	31

## DAFTAR TABEL

2.1 Nilai kira-kira koefisien perpindahan kalor menyeluruh "U".....	17
---	----

## DAFTAR LAMPIRAN

1. Faktor Konveksi .....	52
2. Faktor Konveksi .....	53
3. Faktor Konveksi .....	54
4. Faktor Konveksi .....	55
5. Faktor Konveksi .....	56
6. Data fisik material .....	57
7. Data fisik material .....	58
8. Data Teknis Pipa untuk alat Penukar kalor dan kondensor .....	59
9. Tabel ukuran baja .....	60
10. Tabel Tipikal perpindahan panas keseluruhan .....	61
11. Tabel konduktivitas thermal cairan .....	62
12. Faktor Pengotoran .....	63
13. Sifat-sifat air (zat cair jenuh).....	64
14. Grafik faktor koreksi .....	65
15. Grafik hubungan antara faktor jH dengan bilangan Reynolds .....	66
16. Gambar Alat .....	67
17. Gambar Alat .....	68