

TUGAS AKHIR
PERANCANGAN ALAT PENUKAR KALOR
TIPE SHELL AND TUBE
PADA PROSES PENYULINGAN NILAM

Tugas Akhir ini Disusun Sebagai Salah Satu Persyaratan Meraih Gelar
Sarjana Program Studi Teknik Mesin

Disusun Oleh :
FAJAR ARIANTO
0130311 – 031

Yayasan Menara Ikhlas	
UNIVERSITAS MERCU BUANA	
Perpustakaan Pusat	
Sumber :	5
Tanggal :	30-11-2009
No. Reg. :	1. 509102426
	2. 511/03/487

UNIVERSITAS
MERCU BUANA
UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Buku ini milik
PERPUSTAKAAN UMB
Harap dijaga keutuhannya

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2009

TUGAS AKHIR
PERANCANGAN ALAT PENUKAR KALOR
TIPE SHELL AND TUBE
PADA PROSES PENYULINGAN NILAM

Tugas Akhir ini Disusun Sebagai Salah Satu Persyaratan Meraih Gelar
Sarjana Program Studi Teknik Mesin

Disusun Oleh :
FAJAR ARIANTO
0130311 – 031



JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA

2009

LEMBAR PENGESAHAN

PERANCANGAN ALAT PENUKAR KALOR TIPE SHELL AND TUBE PADA PROSES PENYULINGAN NILAM



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Nama : Fajar Arianto
NIM : 0130311-031
Jurusan : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik

UNIVERSITAS

MERCU BUANA

Tugas ini telah diperiksa dan disetujui oleh :

Mengetahui,

Pembimbing,

Koordinator Tugas Akhir,

(Ir. Nanang Puhyat, ST. MT)

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

Ketua Prodi,

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

KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-NYA, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul “ Perancangan Alat Penukar Kalor Tipe Shell And Tube Pada Proses Penyulingan Nilam “ dengan baik.

Pada kesempatan ini, tidak lupa penulis ucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Kedua Orang Tua yang telah memberikan dukungannya baik secara sprituil maupun materil yang tidak terhingga.
2. Bapak. Ir.Nanang Ruhyat, ST.MT, sebagai dosen pembimbing tugas akhir ini yang telah banyak memberikan waktu, tempat dan pikirannya dalam upaya membantu penyelesaian tugas akhir ini.
3. Bapak. Ir.Nanang Ruhyat ST, MT ,Bapak Dr.H. Abdul Hamid, M.Eng, Bapak. Ir.Rully Nutranta, M.Eng, Bapak. Ir.Yuriadi Kusuma, Msc serta Bapak. Ir.Arisuko yang telah memberikan pengetahuannya yang bersangkutan dengan perancangan alat penukar kalor selama kuliah.
4. Bapak. I Made W, Kepala Divisi Teknik PT.Monokem Surya yang sudah banyak membantu dalam memberikan data dan pengarahannya hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini.
5. Bapak Ivan Kholiq SE, yang telah membantu dalam pembuatan flow chart yang terkait dengan tugas akhir ini.

6. Rekan saya Karwat, Al-Huda, Ali dan Hario yang telah memberikan saran dan masukannya, agar penulis bisa menyelesaikan tugas akhir ini dengan penuh motivasi dan keyakinan.
7. Semua pihak yang telah terlibat dan membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Sangat disadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan pada Tugas Akhir ini, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca dalam penyempurnaan Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi rekan-rekan mahasiswa Teknik Mesin dan Industri pada umumnya.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 30 Juli 2009

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
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	2
1.6. Sistematika Penulisan	3

BAB II. LANDASAN TEORI

2.1. Sifat-sifat Fluida Kerja	5
2.2. Keseimbangan Energi	6

2.3. Proses Treatment Udara Atmosfir	8
2.3.1. Pemanasan Sensible.....	8
2.3.2. Pendinginan Sensible	8
2.4. Beda Temperatur Rata-rata Logaritmik	8
2.4.1. Aliran Sejajar	9
2.4.2. Aliran Berlawanan	9
2.5. Jenis-jenis Alat Penukar Kalor.....	10
2.5.1. Tube and Tube	10
2.5.1. Shell and Coil	11
2.5.1. Shell and Tube	11
2.6. Luas Permukaan Perpindahan Panas	12
2.6.1. Aliran Dalam Tube	13
2.6.2. Laju Massa Tiap Tube.....	13
2.6.3. Kecepatan aliran fluida	14
2.7. Bilangan Reynolds	14
2.8. Koefisien Perpindahan Panas Keseluruhan	16
2.8.1. Koefisien Perpindahan Panas Keseluruhan Permukaan Clean	19
2.8.2. Koefisien Perpindahan Panas Keseluruhan Permukaan Fouling	21
2.9. Penurunan tekanan.....	24
2.10. Metode NTU efektifitas	25

BAB III . PENGUMPULAN DAN METODE PENGOLAHAN DATA

3.1. Pengumpulan Data	26
3.2. Metode Pengolahan data	27
3.3. Diagram Alir Perancangan Alat Penukar Kalor	29

BAB IV . PERHITUNGAN DAN ANALISA DATA

4.1. Gambar Skema Alat	30
4.2. Gambar Diagram Temperatur	30
4.3. Perhitungan Balance Energi	31
4.4. Perhitungan Pada Tube	35
4.5. Perhitungan Pada Shell	46

BAB V . PENUTUP

5.1. Hasil dan Kesimpulan	58
5.2. Saran	60

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR NOTASI

Singkatan	Uraian	Unit
A_h	Luas area perpindahan panas untuk fluida panas	m^2
A_c	Luas area perpindahan panas untuk fluida dingin	m^2
A_o	Luas penampang diameter luar	m^2
A_i	Luas penampang diameter dalam	m^2
c_{pc}	Panas jenis fluida dingin	Kj/kg. °C
c_{ph}	Panas jenis fluida panas	Kj/kg. °C
D_i	Diameter dalam pipa	m
D_o	Diameter luar pipa	m
f	Faktor gesek	-
h_i	Koefisien perpindahan panas konveksi didalam pipa	$W/m^2 °C$
h_o	Koefisien perpindahan panas konveksi diluar pipa	$W/m^2 °C$
k_h	Konduktivitas thermal bahan fluida panas	$W/m^2 °C$
k_c	Konduktivitas thermal bahan fluida dingin	$W/m^2 °C$
L	Panjang pipa	m
m_c	Laju massa fluida dingin	Kg/s
m_h	Laju massa fluida panas	Kg/s
N	Jumlah pipa	buah
v_h	Kecepatan aliran fluida panas	m/s
v_c	Kecepatan aliran fluida dingin	m/s
Q_c	Kalor yang diterima fluida dingin	kW
Q_h	Kalor yang diterima fluida panas	kW
R_{fi}	Tahanan thermal fouling didalam pipa	$m^2 °C/W$
R_{fo}	Tahanan thermal fouling diluar pipa	$m^2 °C/W$
T_{hi}	Temperatur masuk fluida panas	°C
T_{ho}	Temperatur keluar fluida panas	°C

U	Koefisien perpindahan panas global	$m^2 \text{ } ^\circ\text{C}/W$
U_f	Koefisien perpindahan panas global fouling	$m^2 \text{ } ^\circ\text{C}/W$
π	phi	-
ρ_h	Massa jenis fluida panas	Kg/m^3
ρ_c	Massa jenis fluida dingin	Kg/m^3
μ_h	Viskositas fluida panas	Kg/ms
μ_c	Viskositas fluida dingin	Kg/ms
ΔP_t	Penurunan tekanan dalam pipa	Pa
ε	Efektifitas	-
C_{min}	Ratio kapasitas perpindahan panas minimal	$J/s \text{ } ^\circ\text{C}$
C_h	Ratio kapasitas perpindahan panas fluida panas	$J/s \text{ } ^\circ\text{C}$
C_c	Ratio kapasitas perpindahan panas fluida dingin	$J/s \text{ } ^\circ\text{C}$
Q_{act}	Laju kalor sesungguhnya	
Q_{max}	Laju kalor maksimal yang mungkin	
ΔT_{max}	Perbedaan temperatur	$^\circ\text{C}$
Re	Bilangan Reynolds	-
Pr	Bilangan Prandtl	-
Nu	Bilangan Nusselt	-

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR GAMBAR

Gambar	
2.1. Keseimbangan Energi Pada Alat Penukar Kalor	7
2.2. LMTD Aliran Sejajar	9
2.3. LMTD Aliran Berlawanan	10
2.4. Penampang Tube Penukar Kalor	13
2.5. Laju Perpindahan Panas Alat Penukar Kalor	18
3.1. Flow Proses Penyulingan Nilam	26
3.2. Diagram Alir Perancangan Alat Penukar Kalor	29
4.1. Skema Alat	30
4.2. Diagram Temperatur	30
4.3. Tube Sheet Layout Calculation	47
4.4. Tube Sheet Layout Calculation Recommended	47
4.5. Tube Sheet 60 Tube	48

DAFTAR TABEL

Tabel

2.1. Koefisien Perpindahan Kalor Menyeluruh "U"	20
---	----



DAFTAR LAMPIRAN

1. Lampiran 1 - Berbagai Equivalen Dimensional
2. Lampiran 2 – Faktor Konversi
3. Lampiran 3 – Faktor Konversi Lanjutan
4. Lampiran 4 - Data Tube Kondensor dan Alat Penukar Kalor
5. Lampiran 5 – Konduktivitas Thermal Logam
6. Lampiran 6 – Heat Transfer Coefficient "U"
7. Lampiran 7 – Faktor Pengotoran
8. Lampiran 8 – Sifat-sifat Zat Cair Jenuh
9. Lampiran 9 – Grafik Faktor Koreksi
10. Lampiran 10 – Grafik Effective Tube Length
11. Lampiran 11 – Tube Sheet Layout
12. Lampiran 12 – Korelasi Perpindahan Kalor Konveksi
13. Lampiran 13 – Shell Side Equivalent Tube Diameters.....
14. Lampiran 14 – Gambar Alat Penukar Kalor
15. Lampiran 15 – Gambar Alat Penukar Kalor Lanjutan