

LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISA PERHITUNGAN ALAT PENUKAR PANAS TIPE *SHEEL & TUBE* PADA INDUSTRI ASAM SULFAT

DISUSUNOLEH :

NAMA : AMRIH WIBOWO

NIM : 41310110003



PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

JAKARTA

2015

Laporan Tugas Akhir

Analisa perhitungan alat penukar panas tipe shell & tube pada industri asam sulfat

Diajukan untuk melengkapi sebagian syarat
dalam mencapai gelar Sarjana Strata satu (S1)

Disusun Oleh :

Nama : Amrih Wibowo

NIM : 41310110003



PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

JAKARTA

2015

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertandatangan di bawah ini,

Nama : Amrih Wibowo

N.I.M : 41310110003

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Judul Tugas Akhir : Analisa perhitungan alat penukar panas tipe sheel & tube pada industri asam sulfat

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

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

Penulis,



(Amrih Wibowo)

LEMBAR PENGESAHAN

Analisa perhitungan alat penukar panas tipe *sheel & tube* pada industri asam sulfat



Disusun Oleh :

Nama : Amrih Wibowo

NIM : 41310110003

Program studi : Teknik Mesin

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

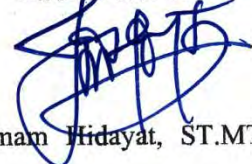
Pembimbing



(Prof.Dr.Ir. Chandarasa Soekardi)

Mengetahui

Koordinator TA



(Imam Hidayat, ST.MT.)

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Dengan menyebut nama Allah yang mahapengasihlagimahapenyayang, pujisyukur kami panjatkankehadirat Allah SWT sehinggapenulisdapatmenyelesaikanpembuatanlaporantugasakhirinisearatepatwaktudenganjud ul “Analisperhitunganalatpenukarpanastipesheel & tubepadaindustriasamsulfat”.

Penyusunantugasakhirinitaklepasdaribantuandariberbagaipihak, olehkarenaitupadakesempataninipenulisinginmenyampaikanbanyakterimakasihkepada :

1. BapakProf.Dr.Ir. ChandarasaSoekardiselakupembimbing yang dengankesabaranmemberikanpetunjuk, bimbingansertaarahan.
2. BapakDr.Ing. Darwin SebayangselakuKaprodiTeknikMesinUniversitasMercubuana.
3. Ayah danibutercinta, IstridanAnaktercinta, danseluruhkeluarga yang selalumemberikandoronganuntukmenyelesaikantugasakhirini.
4. Semuarekan-rekanmahasiswaTeknikMesinAngkatan XVII UniversitasMercubuana.

Semoga Allah SWT memberikanbalasanatasjasa-jasabeliau yang telahmembantudanmembimbingpenulisdalammenyelesaikantugasakhirini. Penulismenyadaribah watugasakhirinimasihjauh dari kata sempurna, makakritikdan saran yang membangunsangat kami harapkan. Akhir kata penulisberharapsemogatugasakhirinimembawamanfaatbagipembaca.

Jakarta, Januari 2015

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar Pernyataan	ii
Lembar Pengesahan	iii
Abstrak	iv
Kata Pengantar	v
Daftar Isi	vi
DDaftar Tabel	ix
Daftar Gambar	x
Daftar Istilah	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB II LANDASAN TEORI	6
2.1 Landasan Teori	6
2.1.1 Pengertian <i>Heat Exchanger</i> (HE)	6
2.2 Klasifikasi Heat Exchanger	7
2.2.1 Klasifikasi heat exchanger tipe shell and tube berdasarkan TEMA	7
2.2.2 Klasifikasi berdasarkan fungsinya	8
2.3 Bagian Utama Dari <i>Heat Exchanger Type Shell and Tube</i>	10
2.4 Cara Perpindahan Panas	15
2.5 Menghitung <i>balance energy</i> sisi <i>shell</i>	17
2.6 Menghitung besarnya temperatur air keluar	18
2.7 Menghitung laju aliran air	18
2.8 Besarnya area perpindahan panas pada <i>tube</i>	19
2.9 Besarnya luas penampang satu <i>tube</i>	20
2.10 Besarnya bilangan <i>Reynolds</i> di sisi <i>tube</i>	20
2.11 Besarnya koefisien gesekan di dalam <i>tube</i>	20
2.12 Besarnya bilangan <i>nusselt tube</i>	21

2.13	Besarnya koefisien <i>konveksi</i> di dalam <i>tube</i>	21
2.14	Besarnya diameter <i>shell</i>	21
2.15	Untuk menghitung jumlah <i>tube</i>	22
2.16	Jumlah <i>tube pass</i>	22
2.17	Besarnya luas penampang di sisi <i>shell</i>	23
2.18	Besarnya bilangan <i>Reynolds</i> di sisi <i>shell</i>	23
2.19	Besarnya bilangan <i>nusselt</i> di sisi <i>shell</i>	23
2.20	Besarnya koefisiensi <i>konveksi</i> di sisi <i>shell</i>	24
2.21	Koefisien perpindahan panas bersih	24
2.22	Koefisien perpindahan panas kotor	25
2.23	Beda koefisiensi perpindahan panas di dalam <i>tube</i>	25
BAB III METODE PENELITIAN		26
3.1	<i>Flow Chart</i>	26
3.2	Penjelasan <i>Flow Chart</i>	27
3.3	Spesifikasi Alat Penukar Panas Tipe <i>Shell and Tube</i>	29
3.4	Prosedur Percobaan dan Pengujian.....	30
BAB IV ANALISA PERHITUNGAN SHELL & TUBE ASAM SULFAT.....		32
1.	Besarnya energy yang dilepaskan oleh aliran asam sulfat.....	33
2.	Besarnya temperature air keluar.....	34
3.	Besarnya beda temperature rata-rata <i>logaritmik</i>	35
4.	Besarnya area perpindahan panas pada permukaan <i>tube</i>	36
5.	Besarnya luas penampang satu <i>tube</i>	36
6.	Besarnya bilangan <i>Reynolds</i> di sisi <i>tube</i>	37
7.	Besarnya koefisien gesekan didalam <i>tube</i>	38
8.	Besarnya bilangan <i>Nusselt tube</i>	38
9.	Besarnya koefisien <i>konveksi</i> di dalam <i>tube</i>	39
10.	Untuk menghitung diameter <i>shell</i>	39
11.	Untuk menghitung jumlah <i>tube</i>	40
12.	Jumlah <i>tube pass</i>	41
13.	Besarnya luas penampang di sisi <i>shell</i>	41
14.	Besarnya bilangan <i>Reynolds</i> di sisi <i>shell</i>	42
15.	Besarnya bilangan <i>Nusselt</i> di sisi <i>shell</i>	43
16.	Besarnya koefisien <i>konveksi</i> di sisi <i>shell</i>	43

17.	Besarnya koefisien perpindahan panas bersih.....	44
18.	Besarnya koefisien perpindahan panas kotor	45
19.	Beda koefisien perpindahan panas didalam tube.....	45
4.1	Besarnya pengaruh rata-rata terhadap jumlah <i>tube</i>	49
4.1.1	Besarnya pengaruh faktor kecepatan aliran terhadap jumlah <i>tube</i>	49
4.1.2	Besarnya pengaruh ukuran tube terhadap jumlah <i>tube</i>	50
4.1.3	Besarnya pengaruh <i>pitch ratio</i> terhadap jumlah <i>tube</i>	51
4.1.4	Besarnya pengaruh <i>baffle</i> terhadap jumlah <i>tube</i>	53
4.1.5	Besarnya pengaruh bentuk <i>layout</i> terhadap jumlah <i>tube</i>	54
4.2	Besarnya pengaruh rata-rata terhadap diameter <i>shell</i>	55
4.2.1	Besarnya pengaruh faktor kecepatan aliran terhadap diameter <i>shell</i>	55
4.2.2	Besarnya pengaruh diameter <i>tube</i> terhadap diameter <i>shell</i>	56
4.2.3	Besarnya pengaruh <i>pitch ratio</i> terhadap diameter <i>shell</i>	57
5.2.4	Besarnya pengaruh <i>baffle</i> terhadap diameter <i>shell</i>	58
5.2.5	Besarnya pengaruh bentuk <i>layout</i> terhadap diameter <i>shell</i>	59
BAB V PENUTUP.....		61
5.1	Kesimpulan	61
5.2	Saran.....	62
DAFTAR PUSTAKA		63
LAMPIRAN		64

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Batasan design heat exchanger	4
Tabel 3. 1 Spesifikasi desain.....	30
Tabel 4. 1 Tabel perhitungan No.1 sampai 16.....	47
Tabel 4. 2 Tabel perhitungan No.17 sampai 32.....	48



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Bagian-bagian heat exchanger berdasarkan TEMA	10
Gambar 2. 2 Bagian-bagian shell and tube heat exchanger	11
Gambar 2. 3 Jenis-jenis baffles plate	14
Gambar 2. 4 Susunan tube pada tube sheet	15
Gambar 2. 5 Grafik LMTD	19
Gambar 3. 1 Flow chart analisa perhitungan alat penukar panas.....	26
Gambar 3. 2 Heat Exchanger Tipe Shell and Tube.....	29
Gambar 4. 1 Pengaruh kecepatan terhadap jumlah <i>tube</i>	49
Gambar 4. 2 Pengaruh diameter <i>tube</i> terhadap jumlah <i>tube</i>	51
Gambar 4. 3 Pengaruh <i>Pitch ratio</i> terhadap jumlah <i>tube</i>	52
Gambar 4. 4 Pengaruh <i>baffle</i> terhadap jumlah <i>tube</i>	53
Gambar 4. 5 Pengaruh <i>layout</i> terhadap jumlah <i>tube</i>	55
Gambar 4. 6 Pengaruh kecepatan terhadap diameter <i>shell</i>	56
Gambar 4. 7 Pengaruh diameter <i>tube</i> terhadap diameter <i>shell</i>	57
Gambar 4. 8 Pengaruh <i>pitch ratio</i> terhadap diameter <i>shell</i>	58
Gambar 4. 9 Pengaruh <i>baffle</i> terhadap diameter <i>shell</i>	59
Gambar 4. 10 Pengaruh <i>layout</i> terhadap diameter <i>shell</i>	60

Daftar Istilah

A_o : Luas area perpindahan panas (m^2)

A_s : Luas penampang aliran sisi *shell* (m^2)

A_{1t} : Luas penampang pada satu *tube* (m^2)

B : *Baffles*

CL : Susunan *tube*

C_{pc} : Panas jenis pada air ($J/kg-K$)

C_{ph} : Panas jenis pada asam sulfat ($J/kg-K$)

CTP : Bentuk satu lintasan *tube*

d_i : Diameter dalam *tube* (m)

d_o : Diameter luar *tube* (m)

D_s : Diameter *shell* (m)

f : Koefisien gesekan di dalam *tube*

F_C : Faktor koreksi

h_i : Koefisien konveksi di dalam *tube* (W/m^2K)

h_o : Koefisien konveksi di sisi *shell* (W/m^2K)

k_h : Konduktivitas termal asam sulfat (W/mK)

K_c : Konduktivitas termal air (W/mK)

L : Panjang *tube* (m)

M_c : Laju aliran air (kg/s)

m_h : Laju aliran asam sulfat (kg/s)

N_t : Jumlah *tube*

N_{TC} : Jumlah *tube* koreksi

N_{ui} : Bilangan *Nusselt tube*

N_{uo} : Bilangan *Nusselt* di sisi *shell*

OS : *Over design*

Pr : Bilangan *Prandtl*

P_R : *Pitch ratio*

P_T : *Pitch tube*

Q : Energi panas yang diterima oleh air (J/s)

Q_c : Energi panas yang diterima oleh air (J/s)

Q_h : Energi panas yang dilepaskan oleh asam sulfat (J/s)

R_e : Bilangan *Reynolds*

T_{ci} : Temperature masuk air (K)

T_{co} : Temperatur keluar air (K)

T_{hi} : Temperature masuk pada asam sulfat (K)

T_{ho} : Temperature keluar pada asam sulfat (K)

U_C : Koefisien perpindahan panas bersih (W/m^2K)

U_f = Koefisien perpindahan panas didalam tube (W/m^2K)

U_o : Koefisien perpindahan panas didalam tube (W/m^2K)

V_C : Kecepatan rata-rata aliran dalam *tube* (m/s)

$\Delta T_{m,cf}$: Temperature rata-rata *counter flow* (K)

$\Delta T_{m,ST}$: Temperatur rata-rata *shell dan tube* (K)

ΔU = Beda koefisiensi perpindahan panas(W/m^2K)

ρ : Massa jenis air (kg/m^3)

μ : *Viskositasdinamik* air (Ns/m^2)

$$\sum Tube\ pass$$

μ : *Viskositasdinamik*asamsulfat (N_s/m^2)

