

SKRIPSI
RE-DESAIN ALAT PENUKAR KALOR (*HEAT EXCHANGER*) PADA
SISTEM PENDINGIN AIR TERTUTUP PADA SEBUAH PLTA DENGAN
DEBIT 12 M³/JAM

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar
Sarjana Teknik



Disusun Oleh:
WISNU IRDIANSYAH
20190130149

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

2023

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Wisnu Irdiansyah

Nim : 20190130149

Program Studi : Teknik Mesin

Judul Tugas Akhir : “Re-Desain Alat Penukar Kalor (*Heat Exchanger*) Pada Sistem Pendingin Air Tertutup Pada Sebuah Plta Dengan Debit 12 m³/Jam”.

Saya menyatakan bahwa skripsi ini adalah asli hasil karya saya dan di dalamnya tidak terdapat karya (tulisan) yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesajaraan diperguruan tinggi lain sebelumnya. Selain itu, karya tulis ilmiah ini juga tidak berisi pendapat atau hasil penelitian yang sudah dipublikasikan orang lain, selain referensi yang ditulis dengan menyebutkan sumbernya di dalam naskah dan daftar pustaka.

Yogyakarta, 15 September 2023



Wisnu Irdiansyah

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul "Re-Desain Alat Penukar Kalor (*Heat Exchanger*) Pada Sistem Pendingin Air Tertutup Pada Sebuah Plta Dengan Debit $12 \text{ m}^3/\text{Jam}$ ". Tugas akhir ini berisi tentang redesain heat exchanger yang bertujuan untuk menentukan ukuran atau dimensi alat penukar kalor yang tepat agar dapat memenuhi kebutuhan perpindahan kalor antara fluida panas dan dingin dengan efektif.

Penyusunan laporan ini tidak lepas dari peran, dukungan dan doa, serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada: Bapak Tito Hadji Agung Santosa S.T., M.T dan Bapak Ir. Muh. Budi Nur Rahman, S.T., M.Eng selaku dosen pembimbing yang dengan sabar membimbing, memotivasi, mengarahkan dan memberi masukan untuk kebaikan penelitian ini. Terima kasih juga kepada keluarga dan teman teman yang sudah memberikan semangat dalam penyusunan tugas akhir ini

Penulis menyadari, masih banyak kekurangan dalam penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu, Penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca untuk perbaikan di masa mendatang.

Yogyakarta, 15 September 2023



Wisnu Irdiansyah

DAFTAR ISI

SKRIPSI.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR LAMPIRAN	viii
DAFTAR NOTASI.....	ix
INTISARI.....	ix
<i>ABSTRACT</i>	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	4
2.1 Tinjauan Pustaka	4
2.3 <i>Heat Exchanger</i>	8
2.4 Jenis-Jenis <i>Heat Exchanger</i>	8
2.5 Analisis Termal Pada <i>Heat Exchangers</i>	12
2.6 Laju Perpindahan Kalor	13
2.7 <i>Log Mean Temperature Difference (LMTD)</i>	13
2.8 Metode <i>Effectiveness</i> (ϵ) – NTU	15
2.9 Menentukan Diameter dan Panjang <i>Tube</i>	16
BAB III METODE PENELITIAN.....	18
3.1 Data Penelitian	18
3.2 <i>Heat Exchanger</i>	19
3.3 Perhitungan Manual	20

3.4 Diagram Alir	20
BAB IV PEMBAHASAN.....	23
4.1 Perancangan Redesain <i>Heat Exchanger</i>	23
4.2 Perhitungan Manual	23
4.3 Hasil Perhitungan.....	36
4.4 Desain 3D Modeling	37
4.5 Perbandingan <i>Heat Exchanger Existing</i> dan Redesain	38
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	39
5.1 Kesimpulan	39
5.2 Saran.....	39
UCAPAN TERIMAKASIH	40
DAFTAR PUSTAKA	41
LAMPIRAN.....	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Perpindahan kalor konduksi	6
Gambar 2. 2 Perpindahan kalor konveksi	6
Gambar 2. 3 Perpindahan kalor radiasi	7
Gambar 2. 4 <i>Parallel flow</i>	9
Gambar 2. 5 <i>Counterflow</i>	9
Gambar 2. 6 Aliran <i>crossflow</i>	10
Gambar 2. 7 Gambar sederhana <i>Double-Pipe Exchanger</i>	10
Gambar 2. 8 alat penukar kalor <i>shell and tube</i>	11
Gambar 2. 9 <i>Plate heat exchangers</i>	11
Gambar 2. 10 <i>Crossflow Heat exchangers</i>	12
Gambar 2. 11 Grafik faktor koreksi (F) pada <i>crossflow with one fluid mixed and the other unmixed</i>	15
Gambar 3. 1 kurva distribusi temperatur alat penukar kalor yang di redesain	19
Gambar 3. 2 Diagram alir proses penelitian.....	22
Gambar 4. 1 Grafik NTU	26
Gambar 4. 2 Katalog tube	28
Gambar 4. 3 Penomoran BWG	28
Gambar 4. 4 Grafik NTU	32
Gambar 4. 5 Katalog tube	34
Gambar 4. 6 Penomoran BWG	35
Gambar 4. 7 Model 3D <i>Heat exchanger</i>	37

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Data Heat exchangers.....	18
Tabel 4. 1 Data perhitungan luas permukaan perpindahan kalor (literasi 1).....	23
Tabel 4. 2 Data perhitungan diameter dan panjang <i>tube</i> (literasi 1)	26
Tabel 4. 3 Data perhitungan luas permukaan perpindahan kalor (literasi 2).....	30
Tabel 4. 4 Data perhitungan diameter dan panjang <i>tube</i> (literasi 2)	33
Tabel 4. 5 Spesifikasi <i>heat exchanger hasil</i> perhitungan	37
Tabel 4. 6 Data <i>heat exchanger existing</i> dan redesain	38

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Gambar Teknik Redesain <i>Heat Exchanger</i>	43
Lampiran 2 Tabel Appendix A-9	44
Lampiran 3 Persetujuan Naskah Publikasi dan Abstrak Tugas Akhir.....	45

DAFTAR NOTASI

A	= luasan bidang perpindahan kalor (m^2)
C	= kalor jenis fluida ($kJ/kg \cdot ^\circ C$)
C_c	= Kapasitas kalor sisi panas
C_h	= Kapasitas kalor sisi dingin
C_p	= Kalor jenis fluida ($kJ/kg \cdot ^\circ C$)
C_r	= Rasio Kapasitas kalor
D_i	= Diameter dalam (in)
$D_{i,min}$	= Diameter dalam minimum (in)
D_o	= Diameter luar (in)
ε	= Efektifitas <i>heat exchanger</i> (%)
L	= panjang <i>tube</i> (m)
\dot{m}	= laju aliran massa (kg/s)
N_t	= Jumlah <i>tube</i>
P	= tekanan (psi)
P_t	= <i>pitch tube</i> (in)
ρ	= Massa jenis (kg/m^3)
Q	= laju perpindahan kalor (kW)
\dot{Q}_{aktual}	= laju perpindahan kalor aktual (kW)
\dot{Q}_{max}	= laju perpindahan kalor maksimum (kW)
S_A	= Tegangan maksimum (psi)
t	= ketebalan <i>tube</i> (in)
ΔT	= rata-rata dari perbedaan temperatur ($^\circ C$)
$T_{h,i}; T_{h,o}$	= temperatur masuk dan keluar fluida panas ($^\circ C$)
$T_{c,i}; T_{c,o}$	= temperatur masuk dan keluar fluida dingin ($^\circ C$)
U	= koefisien perpindahan kalor menyeluruh ($W/m^2 \cdot ^\circ C$)
v_{ijin}	= Kecepatan aliran (m/s)