

TUGAS AKHIR
ANALISIS PENGARUH KECEPATAN ALIRAN FLUIDA
TERHADAP EFEKTIFITAS PERPINDAHAN PANAS PADA
HEAT EXCHANGER JENIS SHELL AND TUBE

Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Kurikulum Sarjana Strata Satu (S-1)

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Dharma Persada



Disusun Oleh:

Nama : Romli

Nim : 2010250001

Fakultas Teknik Jurusan
Teknik Mesin Universitas
Darma Persada Jakarta
2014

LEMBAR PERNYATAAN

Nama : Romli

Nim : 2010250001

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik Universitas Darma Persada

Menyatakan bahwa tugas akhir atau skripsi ini saya disusun sendiri berdasarkan hasil penelitian, bimbingan dan panduan buku-buku referensi lain yang terkait dan relevan dengan materi tugas akhir atau skripsi ini.

Demikianlah Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya;

Jakarta, 19 Agustus 2014

Materai 6000

(Romli)

LEMBAR PENGESAHAN

Telah diperiksa dan diterima dengan baik oleh dosen pembimbing tugas akhir, untuk melengkapi dan memenuhi sebagian dari syarat-syarat guna mengikuti ujian tugas akhir Jurusan Teknik Mesin Fakultas Universitas Darma Persada.

Nama : Romli

Nim : 2010250001

Jurusan : Teknik Mesin

Judul : Analisis pengaruh kecepatan aliran fluida terhadap efektifitas
perpindahan panas pada *Heat Exchanger* jenis *Shell and Tube*.

Jakarta, 24 juli 2014

Pembimbing;

Penulis;

(Yefri Chan, ST, MT)

(Romli)

Ketua Jurusan Teknik Mesin;

(Yefri Chan, ST, MT)

ABSTRAK

Efektifitas penukar kalor ialah perbandingan jumlah panas yang di pindahkan dengan jumlah panas maksimal yang dapat dipindahkan. Perpindahan panas maksimum mungkin terjadi bila salah satu fluida mengalami perbedaan suhu terbesar beda suhu maksimum yang terdapat dalam *heat exchanger* tersebut, yaitu selisih antara suhu masuk fluida panas dan fluida dingin. Fluida yang mungkin mengalami perbedaan suhu maksimum ini ialah fluida yang mempunyai nilai kapasitas panas ($m.c_p$) minimum.

Alat praktikum pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kecepatan aliran fluida *double pipe*;

Pada percobaan pertama dengan suhu air panas 60°C dan suhu air dingin 30°C pada flow meter dengan debit 27 Lpm untuk air panas dan air dingin 24 Lpm. Yang kedua pada flow meter dengan debit 24 Lpm untuk air panas dan air dingin 20 Lpm. Dan percobaan ketiga pada flow meter dengan debit 22 Lpm untuk air panas dan air dingin 14 Lpm.

Pada percobaan kedua dengan suhu air panas 50°C dan suhu air dingin 25°C pada flow meter dengan debit 27 Lpm untuk air panas dan air dingin 24 Lpm. Yang kedua pada flow meter dengan debit 25 Lpm untuk panas dan dingin 21 Lpm. Dan percobaan ketiga pada flow meter dengan debit 22 Lpm untuk panas dan dingin 15 Lpm.

Pada percobaan ketiga dengan suhu air panas 40°C dan suhu air dingin 20°C pada flow meter dengan debit 27 Lpm untuk air panas dan air dingin 24 Lpm. Yang kedua pada flow meter dengan debit 25 Lpm untuk panas dan dingin 21 Lpm. Dan percobaan ketiga pada flow meter dengan debit 22 Lpm untuk panas dan dingin 15 Lpm.

KATA PENGANTAR



Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan anugerah-nya penulis dapat menyelesaikan Tugas akhir yang berjudul “ANALISIS PENGARUH KECEPATAN ALIRAN FLUIDA TERHADAP EFEKTIFITAS PERPINDAHAN PANAS PADA HEAT EXCHANGER JENIS SHELL AND TUBE”. Laporan ini kami susun sebagai Persyaratan kurikulum sarjana S1 Teknik mesin.

Dalam pembuatan laporan ini, penulis mendapat bantuan dari banyak pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Bpk. Yefri Chan, ST, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Darma Persada.
2. Bpk. Dr. Aep Saepul Uyun, S.TP, M.Eng Selaku Dosen pembimbing.
3. Bpk. Ir. Asyari Daryus, SE, MSc, Selaku Dosen pembimbing.
4. Bpk. Dhimas Satria, ST, M.Eng Selaku Dosen Penguji.
5. Kedua Orang Tua penulis yang telah memberikan dorongan, semangat serta doa yang tulus kepada penulis.
6. Rekan-rekan di Fakultas Teknik Universitas Darma Persada yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari Laporan tugas akhir ini banyak memiliki kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun demi kesempurnaan laporan tugas akhir ini. Semoga Laporan ini dapat berguna bagi kita semua.

Jakarta, 19 Agustus 2014

(Romli)

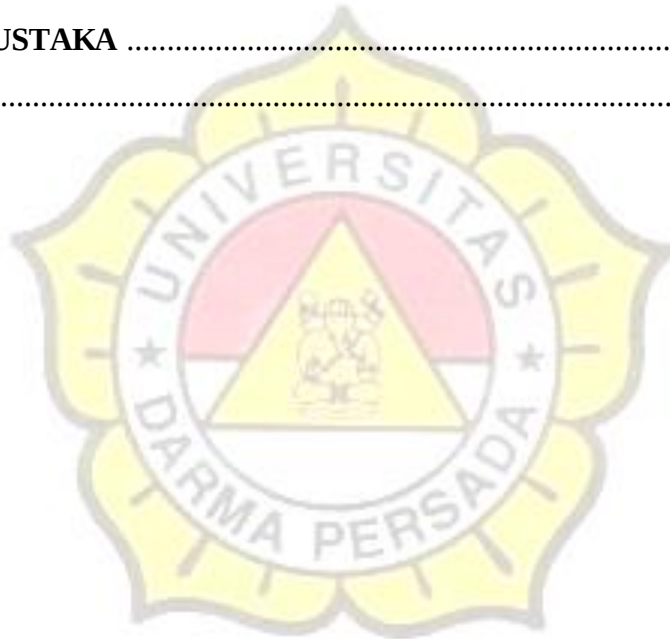
DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GRAFIK	ix
GAMBAR SIMBOL	x
ABSTRAK	xi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar belakang masalah.....	1
1.2. Tujuan dan manfaat penelitian.....	1
1.2.1.Tujuan penelitian.....	1
1.2.2. Manfaat penelitian.....	2
1.3. Perumusan masalah.....	2
1.4. Metodologi penelitian.....	2
1.5.1.Jenis penelitian	3
1.5.2.Sifat penelitian.....	3
1.5.3.Pengumpulan data	4
1.5.4.Metode analisa data	4
1.3. Sistematika penulisan.....	4
BABII LANDASAN TEORI	6
2.1. Proses perpindahan kalor	6
2.1.1.Perpindahan panas konduksi	8
2.1.2 Perpindahan panas konveksi	9
2.1.3 Perpindahan kalor secara radiasi (Pancaran)	10
2.2. Daerah pembentukan lapisan thermal	10
2.3. Kombinasi Antara Daerah Pembentukan Lapis Batas Thermal dengan Daerah Pembentukan Lapis Batas Hidrodinamik	11
2.4. Aliran terbentuk penuh	11
2.5. Klasifikasi alat penukar kalor	12
2.5.1 Klasifikasi berdasarkan proses perpindahan panas	12

2.5.2 Berdasarkan arah aliran.....	12
2.6. Alat penukar panas	13
2.6.1. Penukar panas pipa rangkap (double pipa <i>Heat Exchanger</i>).....	14
2.6.2. Penukar panas cangkang dan buluh (<i>Shell and Tube Heat Exchanger</i>) ..	14
2.6.3. Penukar panas plate and frame (<i>plate and flame Heat Exchanger</i>).....	15
2.6.4. Penukar kalor shell and tube	16
2.7. Bilangan Reynolds	17
2.8. Tekanan	18
2.9. Koefisien perpindahan kalor menyeluruh	19
2.10. Selisih temperatur logaritmit.....	21
2.11. Efektifitas penukar kalor.....	23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	25
3.1. Diagram alir penelitian (<i>Flow Chat</i>)	25
3.2. Penjelasan diagram alir penelitian	27
3.3. Fluida yang digunakan dalam penelitian	27
3.3.1 Fluida dingin	27
3.3.2 Fluida panas (<i>heater</i>).....	27
3.4. Alat yang digunakan dalam penelitian.....	27
3.5. Skema Penelitian.....	28
3.6. Bahan yang digunakan dalam pembuatan <i>heat exchanger</i>	29
3.7. Bahan Material yang digunakan dalam pembuatan <i>Heat Exchanger</i>	31
3.7.1 Pipa stainless 1 inch & 3 inch	31
3.7.2 Elbow 1 inch	31
3.7.3 Tee 1 inch.....	32
3.7.4 Ball valve 1 inch.....	32
3.7.5 Union (water mur) 1 inch.....	32
3.7.6 Sock drat dalam 1 inch.....	33
3.7.7 Pipa drat luar 1 inch	33
3.8. Alat yang di gunakan dalam pembuatan <i>Heat Exchanger</i>	33
3.8.1 Mesin las TIG (<i>argon</i>)	33
3.8.1.1 Tabung gas lindung	34

3.8.1.2 Regulator gas Lindung	34
3.8.1.3 Flow meter gas	35
3.8.1.4 Selang gas dan perlengkapan pengikatnya	35
3.8.1.5 Kabel elektroda.....	35
3.8.1.6 Stang las (<i>welding torch</i>).....	36
3.8.1.7 Elektroda tungsten	36
3.8.1.8 Kawat las	36
3.8.2 Mesin gerinda tangan	37
3.8.3 Mesin cutting (gerinda potong).. ..	37
3.8.4 Mesin Bor Tangan	37
3.8.5 Mesin Bor Vertikal.....	38
3.9. Instrumentasi	38
3.9.1 Termokopel	38
3.9.2 Flow Meter	39
3.10 Tempat pengujian dan pengambilan data.....	39
3.10.1. Prosedur pengujian <i>single pipe</i>	40
3.10.2. Prosedur pengujian <i>double pipe</i>	40
BAB IV PENGUJIAN ALAT PERPINDAHAN PANAS	
HEAT EXCHANGER JENIS <i>SHELL AND TUBE DOUBLE PIPE</i>	42
4.1 Pengumpulan Data	42
4.2 Data Hasil Pengujian Suhu 60 ⁰ C	43
4.2.1.1 Perhitungan pertama.....	43
4.2.2.1 Perhitungan kedua	45
4.2.3.1 Perhitungan ketiga.....	47
4.3 Pembahasan.....	49
4.4 Data Hasil Pengujian Suhu 50 ⁰ C	52
4.4.1.1 Perhitungan pertama.....	52
4.4.2.1 Perhitungan kedua	54
4.4.3.1 Perhitungan ketiga.....	56
4.5 Pembahasan	58
4.6 Data Hasil Pengujian Suhu 40 ⁰ C	61

4.6.1.1 Perhitungan pertama.....	61
4.6.2.1 Perhitungan kedua	63
4.6.3.1 Perhitungan ketiga.....	65
4.7 Pembahasan.....	67
4.8 Data Hasil Pengujian Suhu 60°C	70
4.8.1.1 Perhitungan pertama.....	70
4.8.2.1 Perhitungan kedua	72
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	75
5.1 KESIMPULAN	75
5.2 SARAN	75
DAFTAR PUSTAKA	77
LAMPIRAN.....	



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Perpindahan panas konduksi	8
Gambar 2.2 Perpindahan panas secara konveksi	9
Gambar 2.3 Perpindahan Panas Secara Radiasi (Pancaran).....	10
Gambar 2.4 Lapis Batas Thermal.....	11
Gambar 2.5 Kombinasi Antara Daerah Pembentukan Lapis Thermal Dengan Lapis Hidrodinamik.....	11
Gambar 2.6 Aliran terbentuk penuh.....	12
Gambar 2.7 Suhu pada aliran <i>co-current</i>	13
Gambar 2.8 Suhu pada aliran <i>counter current</i>	13
Gambar 2.9 Penukar panas jenis pipa rangkap	14
Gambar 2.10 Penukar panas jenis cangkang dan buluh	15
Gambar 2.11 Penukar panas jenis pelat and Frame	16
Gambar 2.12 Pola Aliran Berlawanan (<i>counter flow</i>).....	17
Gambar 2.13 Penukar kalor pipa ganda	21
Gambar 2.14 Temperatur untuk aliran berlawanan arah pada penukar kalor pipa ganda	22
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian.....	25
Gambar 3.2 Alat Heat Echanger	27
Gambar 3.3 Skema Penelitian.....	28
Gambar 3.4 Pipa stainless stell 304 1 dan 3 inch	31
Gambar 3.5 Elbow stainless 304 1 inch	32
Gambar 3.6 Tee stainless 304 1 Inch	32
Gambar 3.7 Ball valve (kran katup) stainless 316 1 inch	32
Gambar 3.8 Union (water mur) stainless 304 1 inch	32
Gambar 3.9 Sock drat dalam stainless 304 1 inch	33
Gambar 3.10 Pipa drat luar stainless 304 1 inch.....	33
Gambar 3.11 Mesin Las TIG (<i>argon</i>)	34
Gambar 3.12 Tabung Gas Lindung	34

Gambar 3.13 Regulator Gas Lindung	34
Gambar 3.14 Flow Meter Gas	35
Gambar 3.15 Selang Gas.....	35
Gambar 3.16 Kabel Elektroda.....	35
Gambar 3.17 Stang Las (<i>welding torch</i>).....	36
Gambar 3.18 Elektroda Tungsten	36
Gambar 3.19 Kawat Las.....	36
Gambar 3.20 Mesin Gerinda Tangan	37
Gambar 3.21 Mesin Cutting	37
Gambar 3.22 Mesin Bor Tangan	37
Gambar 3.23 Mesin Bor Vertikal	38
Gambar 3.24 Termometer data logger	39
Gambar 3.25 Flow Meter	39
Gambar 4.1 Grafik Efektifitas dan D_{LMTD} pada <i>double pipe</i> dengan suhu 60°C	50
Gambar 4.2 Grafik Q air panas dan efektifitas pada <i>double pipe</i> suhu 60°C	51
Gambar 4.3 Grafik Q air dingin dan efektifitas pada <i>double pipe</i>	51
Gambar 4.4 Grafik Efektifitas dan D_{LMTD} pada <i>double pipe</i> dengan suhu 50°C	59
Gambar 4.5 Grafik Q air panas dan efektifitas pada <i>double pipe</i> suhu 50°C	60
Gambar 4.6 Grafik Q air dingin dan efektifitas pada <i>double pipe</i>	60
Gambar 4.7 Grafik Efektifitas dan D_{LMTD} pada <i>double pipe</i> dengan suhu 40°C	68
Gambar 4.8 Grafik Q air panas dan efektifitas pada <i>double pipe</i> suhu 40°C	69
Gambar 4.9 Grafik Q air dingin dan efektifitas pada <i>double pipe</i>	69

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Komposisi kimia baja Stainless AISI 304	30
Tabel 3.2 Sifat mekanik baja stainless AISI 304	31
Tabel 4.2.1 data hasil pengujian <i>double pipe</i> debit panas 27 Lpm dan dingin 24 Lpm	43
Tabel 4.2.2 data hasil pengujian <i>double pipe</i> debit panas 24 Lpm dan dingin 20 Lpm	45
Tabel 4.2.3 data hasil pengujian <i>double pipe</i> debit panas 22 Lpm dan dingin 14 Lpm	47
Tabel 4.2.4 hasil perhitungan pengujian <i>double pipe</i> suhu 60 ⁰ C	49
Tabel 4.4.1 data hasil pengujian <i>double pipe</i> debit panas 27 Lpm dan dingin 24 Lpm	52
Tabel 4.4.2 data hasil pengujian <i>double pipe</i> debit panas 25 Lpm dan dingin 21 Lpm	54
Tabel 4.4.3 data hasil pengujian <i>double pipe</i> debit panas 22 Lpm dan dingin 15 Lpm	56
Tabel 4.4.4 hasil perhitungan pengujian <i>double pipe</i> suhu 50 ⁰ C	58
Tabel 4.6.1 data hasil pengujian <i>double pipe</i> debit panas 27 Lpm dan dingin 24 Lpm	61
Tabel 4.6.2 data hasil pengujian <i>double pipe</i> debit panas 25 Lpm dan dingin 21 Lpm	63
Tabel 4.6.3 data hasil pengujian <i>double pipe</i> debit panas 22 Lpm dan dingin 15 Lpm	65
Tabel 4.6.4 hasil perhitungan pengujian <i>double pipe</i> suhu 40 ⁰ C	67
Tabel 4.8.1 data hasil pengujian <i>double pipe</i> debit panas 27 Lpm dan dingin 27 Lpm	70
Tabel 4.8.2 data hasil pengujian <i>double pipe</i> debit panas 24 Lpm dan dingin 24 Lpm	73

DAFTAR GRAFIK

4.3.1 Grafik Efektifitas dan Delta LMTD pada <i>double pipe</i> dengan suhu 60°C	50
4.3.2 Grafik Q air panas dan efektifitas pada <i>double pipe</i> suhu 60°C	50
4.3.3 Grafik Q air dingin dan efektifitas pada <i>double pipe</i>	51
4.5.1 Grafik Efektifitas dan Delta LMTD pada <i>double pipe</i> dengan suhu 50°C	59
4.5.2 Grafik Q air panas dan efektifitas pada <i>double pipe</i> suhu 50°C	60
4.5.3 Grafik Q air dingin dan efektifitas pada <i>double pipe</i>	60
4.7.3 Grafik Efektifitas dan Delta LMTD pada <i>double pipe</i> dengan suhu 40°C	68
4.7.4 Grafik Q air panas dan efektifitas pada <i>double pipe</i> suhu 40°C	69
4.7.5 Grafik Q air dingin dan efektifitas pada <i>double pipe</i>	69



DAFTAR SYMBOL

➤ Symbol

A	= Luas penampang (m^2)
C_p	= Kalor jenis ($\text{kJ/kg } ^\circ\text{C}$)
D	= Diameter (m)
h	= Koefisien perpindahan kalor ($\text{W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$)
k	= Konduktivitas thermal ($\text{W/m } ^\circ\text{C}$)
L	= Panjang (m)
M	= Massa aliran (kg/s)
Nu	= Bilangan <i>Nusselt</i>
p	= Tekanan (N/m^2), (Pa)
P	= Bilangan Prandtl
Q	= Laju perpindahan kalor (W)
R	= Bilangan <i>Reynolds</i>
T	= Temperatur ($^\circ\text{C}$)
U	= Kecepatan (m/s)
V	= Volume spesifik (m^3/kg)
ρ	= Densitas (kg/m^3)
μ	= Viskositas dinamik (kg m/s)
ε	= Efektifitas (%)

