

## KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya dan Sholawat serta salam semoga selalu diberikan kepada Nabi besar Muhammad SAW, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan benar. Penyusunan dan penyelesaian skripsi ini tidak lepas dari keterlibatan dan bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan kali ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih dan penghargaan kepada :

1. Bapak Dr. Slamet Wahyudi, ST., MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
2. Bapak Dr. Eng. Anindito Purnowidodo, ST., M. Eng. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Rudy Soenoko, M. Eng. Sc. dan Ir. Djoko Sutikno, M. Eng. selaku Dosen Pembimbing I dan II yang telah banyak memberikan keluangan waktu, pikiran, dan tenaga untuk membimbing dan berdiskusi dengan penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
4. Ibu Dr. Eng. Lilis Yulianti ST., M. Eng. selaku Ketua Kelompok Dosen Konsentrasi Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin.
5. Bapak Erwin Sulisty, Ir., MT. selaku Dosen Wali yang telah memberikan dukungan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
6. Ibu, Ayah, dan Adik tercinta saya yang telah memberikan dukungan moril, nasehat dan doa yang sangat berarti sehingga dapat menyelesaikan skripsi dengan baik dan benar.
7. Saudara-saudara seperjuangan EXTREME M'07 yang telah banyak memberikan motivasi dan saran untuk perbaikan skripsi penulis.
8. Semua pihak yang telah banyak membantu penulis selama ini, yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Akhir kata, penulis mengharapkan skripsi ini dapat memberikan manfaat yang positif pada pembaca. Semoga memunculkan ide-ide baru, saran dan kritik yang membangun untuk kedepannya.

Malang, 30 Januari 2012

Penulis

## DAFTAR ISI

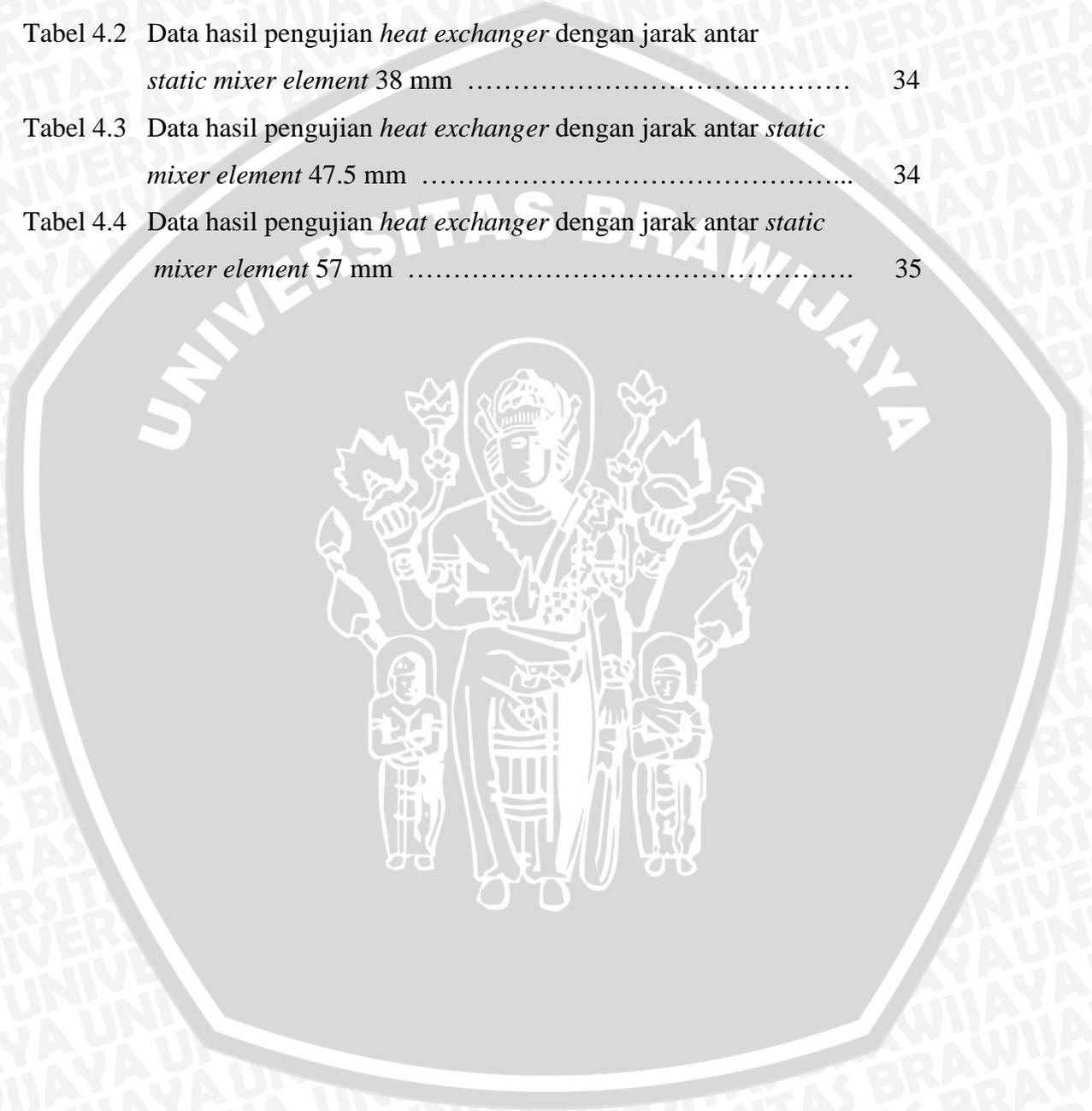
	Halaman
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	i
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	iv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	v
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	vii
<b>RINGKASAN</b> .....	viii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan Penelitian .....	2
1.5 Manfaat Penelitian .....	2
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	4
2.1 Penelitian Sebelumnya .....	4
2.2 Energi Kalor .....	5
2.3 Perpindahan Kalor .....	6
2.3.1 Perpindahan Kalor Konduksi .....	6
2.3.2 Perpindahan Kalor Konveksi .....	7
2.4 Analisa Aliran .....	9
2.4.1 Aliran laminar .....	9
2.4.2 Aliran tubulen .....	9
2.4.3 <i>Vortex</i> .....	10
2.4.4 Aliran Dalam Pipa .....	11
2.4.5 Lapisan Batas .....	12
2.4.5.1 Lapisan Batas Hidrodinamik .....	12
2.4.5.2 Lapisan Batas <i>Thermal</i> .....	13
2.4.6 Angka Reynold (Re) .....	14
2.4.7 Angka Prandtl (Pr) .....	15
2.4.8 Angka Nusselt (Nu) .....	15
2.5 Alat Penukar Kalor .....	17
2.5.1 Analisa <i>Heat Exchanger</i> .....	17

2.5.1.1 LMTD ( <i>log mean temperature difference</i> ) .....	19
2.5.1.2 Metode NTU .....	20
2.6 <i>Pressure Drop</i> .....	21
2.7 <i>Static Mixer</i> .....	22
2.8 Hipotesis .....	23
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	24
3.1 Metode Penelitian .....	24
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian .....	24
3.3 Variabel Penelitian .....	24
3.4 Skema Alat Penelitian .....	25
3.5 Peralatan Penelitian .....	27
3.6 Prosedur Penelitian .....	31
3.7 Diagram Alir Penelitian .....	33
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	34
4.1 Analisa Data .....	34
4.1.1 Data hasil pengujian .....	34
4.1.2 Contoh perhitungan .....	35
4.2 Pembahasan Grafik .....	41
4.2.1 Grafik Hubungan Antara Debit Dan Pemasangan <i>Static Mixer</i> Dengan Laju Perpindahan Kalor Pada Alat Penukar Kalor .....	41
4.2.2 Grafik Hubungan Antara Debit Dan Pemasangan <i>Static Mixer</i> Dengan <i>Pressure Drop</i> Pada Alat Penukar Kalor .....	43
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	45
5.1 Kesimpulan .....	45
5.2 Saran .....	45
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	



**DAFTAR TABEL**

No.	Judul	Halaman
Tabel 4.1	Data hasil pengujian <i>heat exchanger</i> tanpa pemasangan <i>static mixer</i> .....	34
Tabel 4.2	Data hasil pengujian <i>heat exchanger</i> dengan jarak antar <i>static mixer element</i> 38 mm .....	34
Tabel 4.3	Data hasil pengujian <i>heat exchanger</i> dengan jarak antar <i>static mixer element</i> 47.5 mm .....	34
Tabel 4.4	Data hasil pengujian <i>heat exchanger</i> dengan jarak antar <i>static mixer element</i> 57 mm .....	35



## DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 2.3	Transfer energi kalor pada sistem dengan <i>control volume</i> .....	5
Gambar 2.4	Perpindahan kalor konduksi .....	7
Gambar 2.5	Perpindahan kalor konveksi .....	8
Gambar 2.6	Proses berkembangnya aliran di atas plat (aliran <i>eksternal</i> ) ...	10
Gambar 2.7	Geometri <i>Vortex</i> menurut besar angka Reynold .....	11
Gambar 2.8	Profil kecepatan fluida dalam pipa .....	11
Gambar 2.9	Profil temperatur fluida yang mengalir dalam pipa .....	12
Gambar 2.10	Proses berkembangnya lapisan batas hidrodinamik .....	13
Gambar 2.11	Lapisan batas <i>thermal</i> .....	14
Gambar 2.12	Alat penukar kalor aliran berlawanan .....	17
Gambar 2.13	Profil temperatur alat penukar kalor aliran berlawanan .....	17
Gambar 2.14	Hambatan <i>thermal</i> pada alat penukar kalor jenis pipa ganda ...	18
Gambar 2.15	Persamaan $\Delta T_1$ dan $\Delta T_2$ pada alat penukar kalor aliran berlawanan .....	20
Gambar 2.16	<i>Static Mixer</i> .....	23
Gambar 3.1	Susunan instalasi pengujian .....	25
Gambar 3.2	<i>Static mixer</i> di pipa dalam ( <i>inner tube</i> ) pada <i>double tube heat exchanger</i> .....	26
Gambar 3.3	<i>Static mixer</i> pada <i>double tube heat exchanger</i> .....	27
Gambar 3.4	Pompa air .....	28
Gambar 3.5	Debit meter .....	28
Gambar 3.6	Manometer .....	29
Gambar 3.7	<i>Automatic Thermocontroller</i> .....	29
Gambar 3.8	<i>Thermocouple</i> tipe K dan sensor LM35 .....	30
Gambar 3.9	Display digital .....	30
Gambar 3.10	<i>Magnetic contactor</i> .....	30
Gambar 3.11	Pemanas ( <i>heater</i> ) .....	31
Gambar 3.12	Diagram Alir Penelitian .....	33
Gambar 4.1	Grafik hubungan antara debit dan pemasangan <i>static mixer</i> dengan laju perpindahan kalor pada alat penukar kalor .....	41

Gambar 4.2 Grafik hubungan debit dan pemasangan *static mixer* dengan *pressure drop* pada alat penukar kalor ..... 43



## DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul
Lampiran 1	Tabel data hasil Pengujian <i>heat exchanger</i>
Lampiran 2	Tabel Sifat-sifat Air



## RINGKASAN

**Bevy Satria S.Y**, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Januari 2011, pengaruh jarak *static mixer element* terhadap laju perpindahan kalor dan *pressure drop* pada *heat exchanger*, Dosen Pembimbing : Rudy Soenoko dan Djoko Sutikno.

Heat exchanger merupakan alat yang berfungsi memindahkan kalor antara dua fluida yang mempunyai perbedaan temperatur dan menjaga agar kedua fluida tersebut tidak bercampur (Cengel, 2003:569). Pada perkembangan saat ini telah dikembangkan berbagai jenis heat exchanger. Perpindahan panas secara konveksi sangat dipengaruhi oleh bentuk geometri heat exchanger dan tiga bilangan tak berdimensi, yaitu bilangan Reynold, bilangan Nusselt dan bilangan Prandtl. Pengaruh *static mixer* terhadap laju perpindahan kalor dan *pressure drop* pada heat exchanger jenis double tube dapat mengganggu pola aliran fluida yang mengalir ke saluran pipa dalam sehingga meningkatkan intensitas turbulensi dan memperbaiki laju perpindahan kalor pada pipa. Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh jarak antar *static mixer element* terhadap laju perpindahan kalor dan *pressure drop* pada heat exchanger.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian eksperimental (*true experimental research*). Dalam penelitian ini digunakan 3 (tiga) variasi jarak antar *static mixer* yaitu 38 mm, 47.5 mm, dan 57 mm. Laju aliran fluida (air) panas di bagian pipa dalam diteliti mulai dari 400 l/jam, 500 l/jam, 600 l/jam, 700 l/jam, 800 l/jam, 900 l/jam dan laju aliran air dingin di bagian pipa luar konstan 900 l/jam.

Data hasil pengujian dari masing-masing peletakan ini dibandingkan data tanpa turbulator, secara keseluruhan mengalami peningkatan kalor dan penurunan tekanan. Dengan peningkatan kalor yang tertinggi pada jarak antar *static mixer element* 38 mm yaitu sebesar 4,5kW dan *pressure drop* tertinggi pada jarak peletakan radial fin mixer 38 mm yaitu 6065,22 N/m<sup>2</sup>.

Kata kunci : *Static mixer*, *heat exchanger*, laju perpindahan panas, *pressure drop*.