Acc
Jilid

UNIVERSITAS DIPONEGORO

KAJI EKSPERIMENTAL EFEKTIVITAS PERPINDAHAN KALOR FLAT PLATE HEAT EXCHANGER ALUMINIUM DENGAN RONGGA ANTAR PLAT 10 mm

TUGAS AKHIR

DARYANTO
L2E 005 438

FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN

SEMARANG
SEPTEMBER 2011

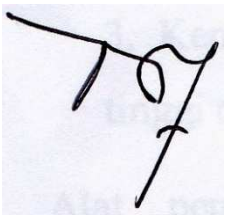
TUGAS SARJANA

Diberikan kepada :

Nama	: Daryanto
NIM	: L2E 005 438
Pembimbing Pertama	: Ir. Arijanto, MT.
Pembimbing Kedua	: Ir. Bambang Yunianto, MSc.
Jangka Waktu	: 6 (enam) bulan
Judul	: Kaji eksperimental efektifitas perppindahan kalor flat plate heat exchanger aluminium dengan rongga antar plat 10mm
Isi Tugas	: Membandingkan efektifitas flat plate heat exchanger pada aliran searah dan aliran berlawanan arah dengan menggunakan pendingin berupa air dan fluida panas berupa air yang dipanaskan sampai suhu tertentu.

Semarang, 31 Januari 2011

Menyetujui

Pembimbing I	Pembimbing II
	
Ir. Arijanto, MT.	Ir. Bambang Yuniato, MSc.
NIP : 195301211983121001	NIP : 195906201987031003

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.

NAMA : Daryanto

NIM : L2E 005 438

Tanda Tangan :

Tanggal : 27 September 2011

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh

Nama	: Daryanto
NIM	: L2E 005 438
Jurusan/Program Studi	: Teknik Mesin
Judul skripsi	: *Kaji Eksperimental Efektifitas Perpindahan Kalor Flat Plate Heat Exchanger Aluminium Dengan Rongga Antar Plat 10mm*

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan/Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

TIM PENGUJI

Pembimbing	: Ir. Arijanto, MT.	( )
Pembimbing	: Ir. Bambang Yuniato, MSc.	( )
Penguji	: Ir. Djoeli Satridjo, MT	( )
Penguji	: Dr.Msk.Tony Suryo Utomo,ST, MT	( )

Semarang, 27 September 2011

Jurusan Teknik Mesin

Ketua,

Dr.Ir.Dipl Ing Berkah Fajar TK.

NIP. 195907221987031003

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama	: Daryanto
NIM	: L2E 005 438
Jurusan/Program Studi	: Teknik Mesin
Departemen	: Universitas Diponegoro
Fakultas	: Teknik
Jenis Karya	: Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

KAJI EKSPERIMENTAL EFEKTIVITAS PERPINDAHAN KALOR FLAT PLATE HEAT EXCHANGER ALUMINIUM DENGAN RONGGA ANTAR PLAT 10 mm

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis.
Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang
Pada Tanggal : 27 September 2011

Yang menyatakan

(Daryanto)
NIM: L2E 005 438

MOTTO

Untuk mendapatkan hasil yang baik
diperlukan persiapan yang baik.
Kegagalan menghasilkan pengalaman
dan pengalaman menghasilkan keberhasilan.
Sesungguhnya sesudah kesulitan pasti ada kemudahan.

HALAMAN PERSEMBAHAN

“ Tugas Akhir ini penulis dedikasikan untuk ibu, dan kakak-kakakku tercinta, atas segala cinta kasih dan pengorbanan yang tidak terkira jasanya, yang telah memberikan dukungan, semangat, petunjuk, dan do’a yang tulus ikhlas, serta kepercayaan kepada penulis untuk mengemban amanah yang mulia ini. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan kesehatan, dan umur panjang kepada beliau ibu dan kakak-kakaku yang tercinta.” “ My Beautiful Ones….. Devi Untari You Are My Spirit And Inspiration....”

“Semua teman-teman 2005, SOLIDARITY FOREVER mempersatukan kita sobat. Satu-satu kalian pergi, sekarang giliran aku yang pergi. Kepada yang masih bertahan, tetap semangat kawan. PERSAHABATAN INI TIDAK AKAN PUTUS.”

Abstrak

Alat penukar kalor sangat berpengaruh dalam industri terhadap keberhasilan keseluruhan rangkaian proses, karena kegagalan operasi alat ini baik akibat kegagalan mekanikal maupun opersional dapat menyebabkan berhentinya operasi unit. Maka suatu alat penukar kalor (Heat exchanger) dituntut untuk memiliki kinerja yang baik agar dapat diperoleh hasil yang maksimal serta dapat menunjang penuh terhadap suatu operasional unit. Salah satu karakteristik unjuk kerja dari penukar panas ini adalah efektivitas penukar panas. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui efektivitas penukar kalor dari flat plate heat exchanger, dalam menentukan karakteristik atau effektivitas dari alat penukar kalor jenis flat plate heat exchanger ini dengan menggunakan metode LMTD (Log Mean Temperature Differensial) dan metode NTU. Penelitian dilakukan dengan menggunakan air panas dan air dingin.

Spesimen yang digunakan dalam penelitian ini terbuat dari aluminium yang berdimensi 500mm x 200mm dengan jarak antar plat 10 mm, dan jumlah plat 10. Pada pengujian kali ini, fluida mengalir melalui heat exchanger dengan aliran searah (parallel flow) dan aliran berlawanan (counter flow). Dengan mengukur perubahan suhu yang terjadi antara sisi masuk dan keluar, serta mencatat besarnya laju aliran dari kedua fluida yang divariasikan, maka dapat dihitung nilai efektifitas perpindahan kalor dari penukar kalor tipe plat ini. Penelitian dilakukan dengan menggunakan air panas dan air dingin.

Dari studi eksperimen terhadap alat penukar panas jenis flat plate heat exchanger yang sudah dilakukan diperoleh berbagai nilai effektivitas (ϵ) dari penukar kalor tipe plat. Nilai efektivitas cenderung meningkat dengan semakin besarnya laju aliran fluida dingin yang dioperasikan. Dari hasil pengujian juga dapat kita bandingkan bahwa nilai efektivitas penukar kalor dengan arah aliran berlawanan arah (counter flow) lebih besar dibandingkan dengan nilai efektifitas dari penukar kalor dengan arah aliran searah (parallel flow).

Kata kunci : Penukar kalor, Efektivitas penukar kalor, Counter flow, Parallel flow.

Abstract

Heat exchanger is very influential in the industry to the overall success of the circuit process, because the failure of the operation of this equipment either due to mechanical or operational failure can couse the cessation of operation of the unit. Then a heat exchanger is required to have good performance in order to obtain maximum results and can support a full range of operational units. One of the characteristics of the performance of this heat exchanger is a heat exchanger effectiveness. The purpose of this study was to examine the effetiveness of the flat plate heat exchanger, in determining the characteristics or effectiveness of the heat exchanger tipe of flat heat exchangers using the LMTD (Log Mean Temperature Differential) and NTU methods. Research carried out by using hot water and cold water.

The specimens used in this study is made of alumunium with dimensions 500mm x 200mm distance between the plat 10 mm, and the number plate 10. At his time of testing,the fluid flows though a heat exchanger to the flow direction (parallel flow) and the opposite flow (counter flow). By meansuring temperature changes that accour between the incoming and outgoing, and note the size of both the fluid flow rate is varied, then the calculated value of heat transfer effetiveness of this plat tipe heat exchanger. Research carried out by using hot water and cold water.

From the experimental study of heat exchanger type of plat heat exchanger that has been done obtained various values of effectiveness (ε) of the plat type heat exchanger. Effetiveness value tends to increase with increasing of cold fluid flow rate is being operated. From the test results we can also compare the value of the effectiveness of heat exchanger with flow direction opposite directions (counter flow) is greater than the value of the heat exchanger effectiveness with the direction of flow direction (parallel flow).

Key words: heat exchangers, heat exchanger effectiveness, Counter Flow, Parallel Flow.

KATA PENGANTAR

Puji syukur tak terhingga penulis panjatkan kepada Allah S.W.T, karena berkat rahmatnya penulis dapat menyelesaikan penulisan Tugas Sarjana yang berjudul *"Kaji Eksperimental Efektifitas Perpindahan Kalor Flat Plate Heat Exchanger Aluminium dengan Rongga Antar Plat 10mm."* Ucapan terima kasih secara khusus ingin penulis sampaikan kepada :

1. Ir. Arijanto, MT, selaku dosen pembimbing pertama dan Ir. Bambang Yunianto, MSc, selaku dosen pembimbing kedua. selaku dosen pembimbing yang telah begitu banyak memberikan bimbingan, pengarahan dan pengetahuan tentang banyak hal kepada penulis, terutama dalam pengerjaan dan penyelesaian Tugas Sarjana ini. (semoga bapak selalu diberi kesehatan dan panjang umur oleh ALLAH SWT)
2. Keluarga di rumah yang telah ikut berjuang dengan banyak pengorbanan sehingga saya terus memiliki kekuatan untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Seluruh rekan-rekan angkatan 2005 yang telah ikut serta memberikan motivasi dalam pembuatan laporan, sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.
4. Semua orang yang sudah membantu dan memberi dukungan, yang tidak dapat di sebut satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Namun demikian penulis berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi pembaca. Akhir kata saran dan kritik yang membangun dari pembaca sangat penulis harapkan demi kesempurnaan laporan Tugas Akhir ini.

Semarang, 20 September 2011

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
HALAMAN TUGAS SARJANA ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS..... iii
HALAMAN PENGESAHAN..... iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI..... v
MOTTO vi
HALAMAN PERSEMBAHAN vii
ABSTRAKSI..... viii
ABSTRACT..... ix
KATA PENGANTAR..... x
DAFTAR ISI..... xi
DAFTAR GAMBAR..... xiv
DAFTAR TABEL xv
DAFTAR NOMENKLATUR..... xvi
BAB I PENDAHULUAN
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Tujuan Penelitian 2
1.3 Batasan Masalah..... 2
1.4 Metodologi Penelitian 3
1.4.1 Studi pustaka 3
1.4.2 Asistensi dan konsultasi 3
1.4.3 Pengujian dan pengambilan data..... 3
1.4.4 Perhitungan dan analisa..... 3
1.5 Sistematika Penulisan..... 3
BAB II DASAR TEORI
2.1 Proses perpindahan kalor 5
2.1.1 perpindahan kalor secara konduksi 5
2.1.2 Perpindahan kalor secara konveksi 9
2.1.5 Laju perpindahan panas..... 11

2.2 Alat penukar kalor (Heat Exchanger) 12
2.2.1 Klasifikasi Alat penukar kalor 14
2.2.2 Klasifkasi penukar kalor berdasar susunan aliran fluida.... 16
2.2.3 perhitungan perpindahan panas..... 19
2.2.4 Analisa termal Heat Exchanger tipe plat..... 20
2.2.5 Fouling factor (factor pengotoran)..... 24
2.2.6 Performance Heat Exchangrer tipe plat 24
2.2.7 Analisa efektivitas penukar kalor dengan pendekatan LMTD 26
2.2.8 Metode NTU-efektivitas untuk menganalisa perpindahan kalor penukar kalor 27
2.2.9 Estimasi Temperatur correction factor..... 28
2.2.10 Aplikasi dari Plat Heat Exchanger 29
BAB III METODE PENELITIAN
3.1 Deskripsi peralatan pengujian..... 32
3.1.1 Flat plat heat Exchanger..... 34
3.1.2 pompa air..... 34
3.1.3 Katup pengatur (valve)..... 35
3.1.4 Flowmeter 35
3.1.5 Kompor gas 35
3.1.6 Reservoir 35
3.1.7 Termokopel 35
3.2 Kalibrasi peralatan ukur 36
3.3 Pengujian …..... 36
3.3.1 Persiapan pengujian 36
3.3.2 Prosedur pengujian..... 37
3.3.3 Pengambilan data dan analisa data..... 37
3.3.4 Diagram alir pengujian..... 49
BAB IV HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN
4.1 Data pengujian dan perhitungan 41
4.1.1 Contoh perhitungan pada aliran berlawanan arah 41

4.1.2 Contoh perhitungan pada aliran searah 43
4.2 Grafik perbandingan efektivitas dan pembahasan grafik..... 45
BAB V PENUTUP
5.1 Kesimpulan 49
5.2 Saran..... 49
DAFTAR PUSTAKA.. 51
LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.Perpindahan panas konduksi dan difusi energi akibat aktifitas molekul 6

Gambar 2.2. Pergerakan molekul yang sama dengan suhu yang berbeda 6

Gambar 2.3. Perpindahan panas konveksi 11

Gambar 2.4. profil temperature pada aliran searah (parallel flow). 17

Gambar 2.5. Profil temperature pada aliran counter flow (berlawanan arah). 18

Gambar 2.6. Gambar Log mean temperature Difference 23

Gambar 2.7. Gambar Performance of Plate Heat Exchanger 25

Gambar 2.8. *Log Mean Temperature Correction Factor* pada *Plate Heat Exchanger* 28

Gambar 2.9. Hubungan efektivitas terhadap Ntu 29

Gambar 2.10. Contoh gambar heat exchanger tipe plat 31

Gambar 2.11. Gambar arah aliran di dalam heat Exchanger tipe plat 31

Gambar 3.1 : Skema alat pengujian aliran searah 32

Gambar 3.2 : Arah aliran dalam HE untuk aliran searah 33

Gambar 3.3 : Skema alat pengujian aliran berlawanan arah 33

Gambar 3.4 : Arah aliran dalam HE untuk aliran berlawanan arah 34

Gambar 3.5 : Gambar diagram alir pengujian 39

Gambar 4.1. Grafik hubungan efektifitas dan debit air dingin pada laju air panas 5.056lt/min 45

Gambar 4.2. Grafik hubungan efektifitas dan debit air dingin pada laju air panas 7.165lt/min. 46

Gambar 4.3. Grafik hubungan efektifitas dan debit air dingin pada laju air panas 9.202lt/min. 47

Gambar 4.4. Grafik hubungan efektifitas dan debit air dingin pada laju air panas 11.083lt/min 48

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Tabel Konduktivitas termal berbagai bahan pada 0^oC 8
Tabel 4.1. Tabel beberapa variasi debit fluida 40
Tabel 4.2. Data hasil pengujian pada aliran berlawanan arah 41
Tabel 4.3. Data Hasil Pengujian pada aliran searah 43

NOMENKLATUR

Simbol	Definisi	Satuan
A	= Luas penampang perpindahan panas	(m^2)
c_p	= panas spesifik fluida	(kJ/kg ^oC)
C_{maks}	= Laju kapasitas panas maksimum	(W/ ^oC)
C_{min}	= Laju kapasitas panas minimum	(W/ ^oC)
k	= Konduktifitas termal	(W/m ^oC)
x	= Panjang plat	(m)
$\dot{m}$	= Laju aliran massa fluida	(kg/s)
$\dot{m}_h$	= Laju aliran massa fluida panas	(kg/s)
$\dot{m}_c$	= Laju aliran massa fluida dingin	(kg/s)
NTU	= Number of tranfer unit atau Jumlah satuan perpindahan	
Q	= Laju perpindahan kalor	(W)
q	= Laju perpindahan kalor per satuan panjang	(W/m)
T_{h1}	= Temperatur masuk fluida panas	(^oC)
T_{h2}	= Temperatur keluar fluida panas	(^oC)
T_{c1}	= Temperatur masuk fluida dingin	(^oC)
T_{c2}	= Temperatur keluar fluida dingin	(^oC)
U	= Koefisien perpindahan kalor menyeluruh	(W/m^2 ^oC)
V	= Kecepatan aliran fluida	(m/s)
μ	= Viskositas dinamik fluida	(Ns/m^2)
ρ	= Densitas fluida	(Kg/m^3)
$\in$	= Efektifitas	
$\frac{\partial T}{\partial x}$	= Gradien suhu terhadap jarak	(^oC)