



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**KAJI EKSPERIMENTAL EFEKTIVITAS PENUKAR KALOR MULTI FLAT
PLATE HEAT EXCHANGER ALUMUNIUM DENGAN ALIRAN CROSS
FLOW BERDIMENSI 330mm X 330mm DENGAN JARAK ANTAR PLAT
10mm**

TUGAS AKHIR

DWI CAHYO KURNIAWAN
L2E 005 442

FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN

SEMARANG
2012
TUGAS SARJANA

Diberikan kepada :

Nama : Dwi Cahyo K
NIM : L2E 005 442
Pembimbing Pertama : Ir. Arijanto, MT.
Pembimbing Kedua : Ir. Bambang Yuniato, MSc.
Jangka Waktu : 12 (dua belas) bulan
Judul : Kaji Eksperimental Efektivitas Penukar Kalor Multi Flat Plate Heat Exchanger Alumunium Dengan Aliran Cross Flow Berdimensi 330mm X 330mm Dengan Jarak Antar Plat 10mm
Isi Tugas : Mengetahui efektifitas flat plate heat exchanger pada aliran silang dan pengaruh laju aliran fluida terhadap nilai U dengan menggunakan pendingin berupa air dan fluida panas berupa air yang dipanaskan sampai suhu tertentu.

Semarang, 9 Maret 2011

Menyetujui

Pembimbing I



Ir. Arijanto, MT.
NIP : 195301211983121001


Pembimbing II



Ir. Bambang Yuniato, MSc.
NIP : 195906201987031003

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

NAMA : Dwi Cahyo K
NIM : L2E 005 442
Tanda Tangan : 
Tanggal : 14 Maret 2012

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Dwi Cahyo Kurniawan

NIM : L2E 005 442

Jurusan/Program Studi : Teknik Mesin

Judul skripsi : *Kaji Eksperimental Efektivitas Penukar Kalor Multi Flat Plate Heat Exchanger Alumunium Dengan Aliran Cross Flow Berdimensi 330mm X 330mm Dengan Jarak 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 : Dr. Susilo Adi Widyanto, ST, MT

Penguji : Dr. Achmad Widodo, ST, MT

()
()
()
()

Semarang, 14 Maret 2012

Jurusan Teknik Mesin

Ketua,



Dr. Sulardjaka, ST, MT.

NIP. 197104201998021

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Dwi Cahyo K
NIM : L2E 005 442
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 PENUKAR KALOR MULTI FLAT PLATE HEAT EXCHANGER ALUMUNIUM DENGAN ALIRAN CROSS FLOW BERDIMENSI 330mm X 330mm DENGAN JARAK ANTAR PLAT 10mm “

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 : 14 Maret 2012

Yang menyatakan



(Dwi Cahyo K)

NIM: L2E 005 44

MOTTO

*Kegagalan merupakan keberhasilan yang tertunda
maka teruslah berusaha sampai keberhasilan itu tercapai.
Semua bisa tercapai asal ada usaha.*

HALAMAN PERSEMBAHAN

“ Tugas akhir ini saya dedikasikan untuk ibu dan bapak dirumah yang telah berjuang dengan sekuat tenaga agar saya dapat kuliah. Dukungan yang tak pernah henti agar saya dapat menyelesaikan kuliah dan tugas akhir saya ini. Tak lupa buat semua keluarga dirumah yang tak pernah lelah untuk mensupport saya. Terima kasih, terima kasih, syukur alhamdulillah”

“ Nila Ika Windasari yang tak kenal lelah mendoakanku supaya cepat lulus, memberikan motivasi dan semangat “

“ Teman-temanku seangkatan 2005, SOLIDARITY FOREVER, persaudaraan, persahabatan dan pertemanan kita selama ini tidak akan pernah luntur. Semangat perjuangan kita dulu selalu melekat dalam diri “

Abstrak

Heat exchanger merupakan suatu alat penukar kalor yang berfungsi memindahkan panas dari suatu medium yang satu ke medium yang lain. Heat exchanger sangat berguna dalam proses industri yaitu menjaga kerja dari suatu mesin agar terhindar dari overheating. Disini heat exchanger ini diharapkan mampu memindahkan panas sebesar 5,95 kilowatt. Dan dari kalori yang dipindahkan ini kita bisa mendapatkan nilai efektivitas dari heat exchanger ini dan juga koefisien perpindahan panasnya.

Jenis penukar kalor yang digunakan dalam penelitian ini adalah tipe pelat yang mempunyai dimensi 330mm x 330mm dengan jarak antar pelat 10mm dan jumlah pelat yang digunakan adalah 10 buah. Jenis aliran yang digunakan adalah aliran silang. Fluida yang digunakan adalah air yaitu air panas dan air dingin. Untuk mengetahui efektivitasnya diukur perbedaan suhu antar kedua fluida kerja tersebut baik itu saat masuk maupun saat keluar dari heat exchanger dan juga laju aliran fluida dari fluida kerja tersebut.

Dari hasil pengujian yang dilakukan kita dapat menghitung nilai efektivitas dari alat penukar kalor yang digunakan dalam penelitian ini. Adapun nilai efektivitas yang kita ketahui dari penukar kalor dengan arah aliran silang (cross flow) ini adalah 0,41. Dan nilai efektivitas ini meningkat sejalan dengan meningkatnya laju aliran fluida dingin.

Kata kunci : Penukar kalor, Efektivitas penukar kalor, Cross Flow

Abstract

Heat exchanger is a device that serves to transfer heat from one medium to medium to another one. Heat exchanger is very useful in industrial processes to keep work of an engine to avoid overheating. Here heat exchanger is expected to move the heat of 5.95 kilowatts. And removed from the calories we can get the value of the effectiveness of this exchanger heat transfer coefficient and heat.

This type of heat exchanger used in this study are the type of plate which has dimensions of 330mm x 330mm with 10mm spacing between the plates and number plates are used dalam 10 pieces. Type of flow that is used is a cross flow. The fluid used is water that is hot and cold water. To find out its effectiveness measured temperature difference between the working fluid is either at the time of entry or exit of the heat exchanger and the fluid flow rate of the working fluid.

From the results of tests performed we can calculate the value of heat exchanger effectiveness of the tools used in this penilitian. Adapaun efktivitas we know the value of the heat exchanger with a cross-flow direction (cross flow) is 0.41. And effectiveness of this niali increased with increasing flow rate of cold fluid.

Key words: heat exchangers, heat exchanger effectiveness, Cross 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 Efektivitas Penukar Kalor Multi Flat Plate Heat Exchanger Alumunium Dengan Aliran Cross Flow Berdimensi 330mm X 330mm Dengan Jarak Antar Plat 10mm.*” Ucapan terima kasih secara khusus ingin penulis sampaikan kepada :

1. Ibu dan Bapak serta keluarga di rumah yang telah ikut berjuang dengan banyak pengorbanan sehingga saya terus memiliki kekuatan untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Ir. Arijanto, MT dan Ir. Bambang Yuniarto, MSc, yang telah begitu banyak memberikan bimbingan, pengarahan dan pengetahuan tentang banyak hal kepada penulis, terutama dalam pengerjaan dan penyelesaian Tugas Sarjana ini.
3. Teman-teman 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, Maret 2012

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 | 4 |
| 2.1.1 Perpindahan Kalor secara Konduksi | 4 |
| 2.1.2 Perpindahan Kalor secara Konveksi | 7 |
| 2.2 Alat Penukar Kalor (Heat Exchanger) | 10 |

| | | |
|-------|--|----|
| 2.2.1 | Klasifikasi Alat Penukar Kalor | 10 |
| 2.2.2 | Klasifikasi Penukar Kalor Berdasarkan Susunan Aliran Fluida | 11 |
| 2.2.3 | Koefisien Perpindahan Panas Menyeluruh | 15 |
| 2.3 | Heat Exchanger Tipe Plat..... | 16 |
| 2.3.1 | Konstruksi Heat Exchanger Tipe Plat..... | 16 |
| 2.3.2 | Analisa Thermal Heat Exchanger Tipe Plat | 18 |
| 2.3.3 | Fouling Factor | 19 |
| 2.3.4 | Performance Plat Heat Exchanger..... | 19 |
| 2.3.5 | Efektifitas Heat Exchanger..... | 20 |
| 2.4 | Aplikasi dari Plate Heat Exchanger | 21 |

BAB III METODE PENELITIAN

| | | |
|-------|---|----|
| 3.1 | Deskripsi peralatan pengujian | 23 |
| 3.1.1 | Flat plat heat Exchanger | 24 |
| 3.1.2 | pompa air | 24 |
| 3.1.3 | Katup pengatur (valve)..... | 25 |
| 3.1.4 | Flowmeter..... | 25 |
| 3.1.5 | Kompur gas | 25 |
| 3.1.6 | Reservoir | 25 |
| 3.1.7 | Termokopel | 25 |
| 3.2 | Kalibrasi peralatan ukur | 25 |
| 3.3 | Pengujian | 26 |
| 3.3.1 | Persiapan pengujian..... | 26 |
| 3.3.2 | Prosedur pengujian..... | 26 |
| 3.3.3 | Pengambilan data dan analisa data | 27 |
| 3.3.4 | Diagram alir pengujian..... | 28 |

BAB IV HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

| | | |
|-----|---|----|
| 4.1 | Data pengujian dan perhitungan..... | 29 |
| 4.2 | Contoh perhitungan nilai efektifitas aliran silang | 30 |
| 4.3 | Grafik perbandingan efektifitas dan pembahasan grafik | 33 |
| 4.4 | Grafik perbandingan U dan pembahasan grafik..... | 37 |

BAB V PENUTUP

| | |
|----------------------|----|
| 5.1 Kesimpulan | 41 |
| 5.2 Saran..... | 41 |

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|-------------|--|----|
| Gambar 2.1 | Perpindahan kalor konduksi | 4 |
| Gambar 2.2 | Perpindahan kalor konveksi | 7 |
| Gambar 2.3 | Aliran paralel folw dan profil temperatur..... | 12 |
| Gambar 2.4 | Aliran counter flow dan profil temperatur..... | 13 |
| Gambar 2.5 | Aliran cross flow dan profil temperatur | 14 |
| Gambar 2.6 | Perpindahan kalor menyeluruh pada bidang datar | 15 |
| Gambar 2.7 | Skema dalam aliran heat exchanger tipe cross flow..... | 18 |
| Gambar 2.8 | Alat penukar kalor tipe cross flow..... | 18 |
| Gambar 2.9 | Performa dari penukar kalortipe pelat | 20 |
| Gambar 2.10 | Contoh penukar kalor tipe pelat | 22 |
| Gambar 3.1 | Skema alat pengujian dan arah aliran dalam HE untuk aliran silang | 24 |
| Gambar 3.2 | Gambar diagram alir pengujian | 28 |
| Gambar 4.1 | Grafik hubungan efektivitas dan debit air dingin pada debit air panas 5.159 lt/min | 33 |
| Gambar 4.2 | Grafik hubungan efektivitas dan debit air dingin pada debit air panas 7.034 lt/min | 34 |
| Gambar 4.3 | Grafik hubungan efektivitas dan debit air dingin pada debit air panas 9.259 lt/min | 35 |
| Gambar 4.4 | Grafik hubungan efektivitas dan debit air dingin pada debit air panas 10.928 lt/min | 36 |
| Gambar 4.5 | Grafik hubungan nilai U dan debit air dingin pada debit air panas 5.159 lt/min | 37 |
| Gambar 4.6 | Grafik hubungan nilai U dan debit air dingin pada debit air panas 7.034 lt/min | 38 |
| Gambar 4.7 | Grafik hubungan nilai U dan debit air dingin pada debit air panas 9.259 lt/min | 39 |
| Gambar 4.8 | Grafik hubungan nilai U dan debit air dingin pada debit air panas 10.928 lt/min | 40 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 2.1 Tabel Konduktivitas termal berbagai bahan pada 0°C | 5 |
| Tabel 4.1 Tabel debit aliran fluida panas dan debit aliran fluida dingin | 29 |
| Tabel 4.2 Tabel data suhu pada suhu 70°C | 30 |

NOMENKLATUR

| Simbol | Definisi | Satuan |
|---------------------------------|---|---------------------|
| A | = Luas penampang perpindahan panas | (m^2) |
| c_p | = panas spesifik fluida | $(kJ/kg\ ^\circ C)$ |
| C_{maks} | = Laju kapasitas panas maksimum | $(W/^\circ C)$ |
| C_{min} | = Laju kapasitas panas minimum | $(W/^\circ C)$ |
| k | = Konduktifitas termal | $(W/m\ ^\circ C)$ |
| 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 | $(^\circ C)$ |
| T_{h2} | = Temperatur keluar fluida panas | $(^\circ C)$ |
| T_{c1} | = Temperatur masuk fluida dingin | $(^\circ C)$ |
| T_{c2} | = Temperatur keluar fluida dingin | $(^\circ C)$ |
| U | = Koefisien perpindahan kalor menyeluruh | $(W/m^2\ ^\circ C)$ |
| V | = Kecepatan aliran fluida | (m/s) |
| μ | = Viskositas dinamik fluida | (Ns/m^2) |
| ρ | = Densitas fluida | (Kg/m^3) |
| ϵ | = Efektifitas | |
| $\frac{\partial T}{\partial x}$ | = Gradien suhu terhadap jarak | $(^\circ C)$ |