

**RANCANG BANGUN DAN EVALUASI PERFORMA SHELL
AND COIL HEAT EXCHANGER**



TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya

MUHAMAD FAKHRURROZI 21050110060056

PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS DIPONEGORO

SEMARANG

2014

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

NAMA : MuhamadFakhrurrozi

NIM : 21050110060056

Program Studi : Diploma III Teknik Mesin

Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun dan Evaluasi Performa Heat Exchanger Shell and Coil .

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Ahlimadya (Amd) pada Program Studi Diploma III Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

TIM PENGUJI

PembimbingI : Ir. Rahmat ()

Pembimbing II :Drs. Sutrisno, MT ()

Penguji :DidikAriwibowo, ST. MT ()

Semarang, April 2014
Ketua PSD III Teknik Mesin,

Ir. Sutomo,M.Si

NIP.195203211987031001

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

NAMA : Muhamad Fakhrurozi

NIM : 21050110060056

Tanda Tangan :

Tanggal : April 2014

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Muhamad Fakhurrozi
NIM : 21050110060056
Program Studi : Diploma III Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Tugas akhir

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 “RANCANG BANGUN DAN EVALUASI PERFORMA SHELL AND COIL HEAT EXCHANGER” beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoroberhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang
Pada Tanggal : April 2014
Yang menyatakan

Muhamad Fakhurrozi
NIM 21050110060056

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

“Kita boleh hidup dengan penuh mimpi, namun janganlah kita hidup didalam mimpi. Kejarlah mimpimu, perjuangkan mimpimu dan raihlah citamu”- ozi

Dengan mengucap syukur Alhamdulillah laporan ini kupersembahkan kepada :

1. Allah SWT yang selalu memberikan rahmat dan hidayahNya.
2. Ayah dan Ibu tercinta, terima kasih atas kerja keras serta cucuran air mata dalam setiap doa-doanya serta seluruh keluarga.
3. Teman – teman angkatan 2010 (GEAR 2010), teman-teman kost terima kasih untuk kritik, saran, semangat dan segala suportnya.

KATA PENGANTAR



Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat serta karunia-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul “Rancang Bangun dan Evaluasi Performa Heat Exchanger Shell and Coil”.

Tugas akhir wajib ditempuh oleh mahasiswa PSD III Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan jenjang ahli madya. Selain itu pembuatan tugas akhir ini juga bertujuan untuk mengembangkan wawasan, menambah pengetahuan yang berhubungan dengan termodinamika dan mengembangkan disiplin ilmu yang diperoleh dibangku kuliah.

Kelancaran dalam mempersiapkan dan menyelesaikan laporan ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu dengan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya penulis haturkan kepada:

1. Ir. Zainal Abidin, MS, selaku Ketua Program Studi Diploma III Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang.
2. Ir.Sutomo, M.Si, selaku Ketua Program Studi Diploma III Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang.
3. Ir.

Rahmat, selaku dosen pembimbing tugas akhir.

4. Drs. Sutrisno, MT, selaku dosen pembimbing tugas akhir.
5. Didik Ariwibowo, ST, MT, selaku dosen wali kelas B angkatan 2010.
6. Bapak dan Ibu Dosen pengajar mata kuliah Program Studi Diploma III Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang.
7. Segenap Teknisi Laboratorium Program Studi Diploma III Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang.
8. Orangtua kami yang telah melahirkan dan membesarkan kami dengan penuh cinta dan kasih sayang.
9. Teman-teman mahasiswa seperjuangan, angkatan 2010.
10. Semua pihak yang telah membantu sampai dengan terselesaikannya tugas akhir ini yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu.

Semoga Allah SWT memberikan balasan limpahkan Rahmat dan Karunia serta kelapangan hati atas segala kebaikan yang mereka berikan.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan ini masih banyak terdapat kekurangannya, untuk itu sangat diharapkan seran dan kritik yang sekiranya dapat menambah pengetahuan serta lebih menyempurnakan laporan ini. Semoga apa yang telah penulis buat ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Semarang, April 2014

Penulis

ABSTRAK

Alat penukar panas atau *Heat Exchanger* (HE) adalah alat yang digunakan untuk memindahkan panas dari sistem ke sistem lain tanpa perpindahan massa dan bisa berfungsi sebagai pemanas maupun sebagai pendingin. Salah satu aplikasinya pada pembangkit listrik tenaga uap (PLTU), alat ini digunakan sebagai pemanas bahan bakar alat ini berfungsi untuk meningkatkan efisiensi. Kemampuan heat exchanger ditentukan dari nilai NTU dan Effectiveness. Tugas akhir ini bertujuan untuk menguji performa NTU dan Effectiveness.

Heat exchanger yang akan diuji, dirancang dan dibuat sendiri. Alat ini terdiri dari bak penampungan air, pompa air, pemanas air, dan shell and tube. Alat ini diuji dengan media air akan yang dipanaskan dengan pemanas air dengan daya 3000W dan disirkulasikan dengan pompa dengan laju air panas 5 lpm dan laju air dingin 4l pm dengan mengatur katup by pass, dengan pengambilan data sebanyak 9 kali.

Dari hasil pengujian dan analisa data dapat disimpulkan bahwa harga koefisien perpindahan panas keseluruhan berada pada rentang $80.387 \text{ W/m}^2\text{°C}$ sampai $155.862 \text{ W/m}^2\text{°C}$. Dan nilai kapasitas heat exchanger berada pada rentang 2396.533W sampai 2995.666W. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa heat exchanger ini baik.

Kata kunci : heat, exchanger, NTU, effectiveness.

ABSTRACT

Heat exchanger or heat exchanger (HE) is a device used to transfer heat from the system to other systems without mass transfer and can function as a heater and as a coolant . One application in steam power plant (power plant) , the tool is used as a heating fuel this tool serves to increase efficiency . The ability of the heat exchanger is determined from the value of NTU and Effectiveness . This final project aims to test the performance of NTU and Effectiveness .

Heat exchanger to be tested , designed and made himself . This device consists of a water tank , water pump , water heater , and the shell and coil . This tool will be tested with an aqueous medium that is heated by the water heater with power 3000W and circulated by a pump at a rate of 5 lpm hot water and cold water rate of 4 lpm with regulating valve bypass , with data collection as much as 9 times .

From the results of the testing and analysis of the data it can be concluded that the overall heat transfer coefficient is in the range 80, 387 $W/m^2\text{°C}$. to 155,862 $W/m^2\text{°C}$. And the value of the capacity of the heat exchanger is in the range 2396.533W until 2995.666W . From these results indicate that the heat exchanger is good .

Keywords : heat , exchanger , NTU , effectiveness .

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
HALAMAN PERNYATAAN PUBLIKASI	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR NOTASI	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 LatarBelakang	1
1.2 PerumusanMasalah	2
1.3 PembatasanMasalah	2
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat	3
1.6 SistematikaLaporan	4

BAB II DASAR TEORI

2.1	Jenis Perpindahan Kalor	5
2.2	Fungsi Alat Penukar Kalor.....	7
2.3	Jenis- Jenis Alat Penukar Panas.....	8
2.4	Effectiveness	21
2.5	NTU.....	24
2.6	Hubungan Effectiveness - NTU	24
2.7	Hubungan Effectiveness – NTU pada Alat Penukar Panas Aliran sejajar (Paralel– Flow)	25

BAB III PROSEDUR PELAKSANAAN TUGAS AKHIR

3.1	Perancangan	27
3.2	Pabrikasi Modifikasi Heat Exchanger	29
3.2.1	Komponen Alat dan Bahan	29
3.2.2	Proses Pabrikasi	37
3.3	Pengambilan data	38
3.4	Analisa Performa	40

BAB IV EVALUASI DAN PEMBAHASAN

4.1	Data untuk kalkulasi performa shell and tube heat exchanger	43
4.2	Kalkulasi performa shell and tube heat exchanger	43
4.3	Analisa hasil kalkulasi performa shell and tube heat exchanger	49

BAB V PENUTUP

5.1	Kesimpulan	51
5.2	Saran	51

DAFTAR PUSTAKA	52
----------------------	----

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Distribusi temperature untuk counter flow heat exchanger	21
Gambar 3.1.	Rancangan heat exchanger shell and tube double phase	28
Gambar 3.2.	Pompa 1 (DB-125B).....	29
Gambar 3.3.	Pompa 1 (DB-125B).....	30
Gambar 3.4.	Water heater.....	31
Gambar 3.5.	Ball Valve.....	32
Gambar 3.6.	Elbow.....	33
Gambar 3.7.	Tee	33
Gambar 3.8.	Duoble Nepel.....	34
Gambar 3.9.	Flow meter.....	34
Gambar 3.10.	Thermocontrol dan Thermometer.....	35
Gambar 3.11.	Flange.....	36
Gambar 3.12.	Pemasangan pipa pada diameter dalam tube.....	37
Gambar 3.13.	Rangka Heat Exchanger	37
Gambar 3.14.	Diagram alir proses pembuatan heat exchanger.....	38
Gambar 3.15.	Thermometer pada heat exchanger.....	39
Gambar 3.16.	Diagram aliran alias performa heat exchanger dengan metode effectiveness - NTU.....	41
Gambar 4.1.	Perbandingan antara nilai NTU terhadap effectiveness.....	43

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1.	HasilPengukuran.....	40
Tabel 4.1.	Data hasil pengujian shell and tube heat exchanger.....	43
Tabel 4.2.	Perhitungan perbedaan suhu sisi tube.....	43
Tabel 4.3.	Perhitungan perbedaan suhu sisi shell.....	44
Tabel 4.4.	Perhitungan perbedaan suhu maksimal.	44
Tabel 4.5.	Perhitungan kapasitas kalor sisi tube.....	45
Tabel 4.6.	Perhitungan kapasitas kalor sisi tube.....	45
Tabel 4.7.	C min pada heat exchanger.....	45
Tabel 4.8.	Perhitungan effectiveness pada heat exchanger	46
Tabel 4.9.	Cr pada heat exchanger	46
Tabel 4.10.	Perhitungan NTU pada heat exchanger.....	47

DAFTAR NOTASI

Simbol	Keterangan	Satuan
A	Luas perpindahan panas	m^2
Cr	Rasio kapasitas panas	$(W/^{\circ}C)$
C_{p_s}	Panas spesifik air shell	$(kj/kg.K)$
C_{p_t}	Panas spesifik air tube	$(kj/kg.K)$
C hot	Kapasitas panas tube	$(W/^{\circ}C)$
C cold	Kapasitas panas shell	$(W/^{\circ}C)$
C min	Kapasitas panas min	$(W/^{\circ}C)$
C max	Kapasitas panas max	$(W/^{\circ}C)$
\dot{m}_s	Laju alir massa sisi shell	kg/s
\dot{m}_t	Laju alir massa sisi tube	kg/s
NTU	<i>Number of Thermal Unit</i>	
T in	Temperatur masuk tube	$^{\circ}C$
T out	Temperatur keluar tube	$^{\circ}C$
t in	Temperatur masuk shell	$^{\circ}C$
t out	Temperatur keluar shell	$^{\circ}C$
U	Kapasitas perpindahan panas keseluruhan	$W/m^2^{\circ}C$
q	Kapasitas heat exchanger	W
q_c	Kapasitas heat exchanger pada posisi dingin	W
q_h	Kapasitas heat exchanger pada posisi dingin	W
ϵ	Effectiveness	
∇_s	Laju alir volume sisi shell	lpm
∇_t	Laju alir volume sisi tube	lpm

ΔT	Perbedaan suhu sisi tube	$^{\circ}\text{C}$
Δt	Perbedaan suhu sisi tube	$^{\circ}\text{C}$
ΔT_{max}	Perbedaan suhu maksimal	$^{\circ}\text{C}$

DAFTAR LAMPIRAN

1. Skema heat exchanger
2. Tabel termodinamika air
3. Tabel data spesifikasi shell and coil heat exchanger
4. Gambar teknik heat exchanger
5. Referensialat yang digunakan