

**ANALISA PERFORMANSI PERUKAR KALOR KONDENSOR
TIPE SHELL AND TUBE UEA-452 DI PT. PUPUK
SRIWIDJAJA PALEMBANG**



SKRIPSI

**Dibuat untuk memenuhi salah satu syarat mendapatkan gelar Sarjana
Teknik Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

Oleh :

**Dang Juffyan Irsyad
05045160075**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
SRIWIDJAJA
2005**

S
621.315 07
17
a
c-070862
2009



**ANALISA PERFORMANSI PENUKAR KALOR KONDENSOR
TIPE SHELL AND TUBE UEA-452 DI PT. PUPUK
SRIWIDJAJA PALEMBANG**

- 18634
- 19079



SKRIPSI

**Dibuat untuk memenuhi salah satu syarat mendapatkan gelar Sarjana
Teknik Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

Oleh :

**Dony Juliyan Irawan
03043150075**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
INDERALAYA
2009**

DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS SRIWIJAYA FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN
INDERALAYA

SKRIPSI

ANALISA PERFORMANSI PENUKAR KALOR KONDENSOR TIPE *SHELL*
AND TUBE UEA-452 DI PT. PUPUK SRIWIDJAJA PALEMBANG



Oleh :

DONY JULIYAN IRAWAN
03043150075

Diketahui oleh,

Ketua Jurusan Teknik Mesin


Ir. Helmy Alian, MT
NIP. 131 672 077

Diperiksa dan disetujui oleh,

Dosen pembimbing

Ir. M. Zahri Kadir, MT
NIP. 131 842 126

UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN

Agenda no : 1816/TA/TA/2009
Diterima tgl : 9 JUNI 2009
Paraf : 

SKRIPSI

NAMA : DONY JULIYAN IRAWAN
NIM : 03043150075
MATA KULIAH : PERPINDAHAN KALOR DAN TERMODINAMIKA
SPESIFIKASI : ANALISA PEFORMANSI PENUKAR KALOR
KONDENSOR TIPE *SHELL AND TUBE* UEA-452 DI
PT. PUPUK SRIWIDJAJA PALEMBANG
DIBERIKAN TGL : FEBRUARI 2009
SELESAI TGL : MEI 2009

Diketahui oleh,

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Ir. Helmy Alian, MT
NIP. 131 672 077

Diperiksa dan disetujui oleh,

Dosen pembimbing

Ir. M. Zahri Kadir, MT
NIP. 131 842 126

**" Allah meninggikan beberapa derajat orang yang beriman dan berilmu."
(Q.S Al Mujadilah : 11)**

**" Belajar ilmu karena Allah adalah takwa, menuntutnya adalah jihad, mengajarkannya kepada yang belum mengetahui dinilai sedekah, memberikannya kepada keluarga berarti takarrub kepada Allah."
(Muadz Bin Jabal ra)**

**" Barang siapa mempermudah urusan seseorang dari kesulitan dunia, niscaya Allah akan mempermudah urusannya didunia dan akhirat."
(HR. Muslim, Abu Hurairah, Abu Daud)**

Kupersembahkan Kepada :

- ❖ **Kedua Orang Tuaku (Papa Dan Mama) selalu memberikan nasehat dan doa kepadaku**
- ❖ **Adik-adikku (Riki, Dita, Dela)**
- ❖ **Chie_mutzZ yang selalu memberikan semangat dan pengertian kepadaku.**
- ❖ **Seluruh keluargaku yang telah mendukungku.**
- ❖ **Serta tak lupa kupersembahkan kepada almamaterku.**

ABSTRAK

Dalam sistem kondensasi gas ammonia (NH_3) di pabrik PUSRI II Palembang menggunakan Alat Penukar Kalor tipe Shell and Tube jenis condensor, alat penukar kalor ini berfungsi sebagai pengubah fase gas amonia dari gas menjadi cair dengan bantuan dari air kondensat berada didalam shell bersama gas amonia dan fluida pendingin air yang melintas didalam tube.

Untuk mengetahui unjuk kerja atau performansi dari sebuah alat penukar kalor dapat dilihat dari efektivitas alat penukar kalor tersebut. Maka dari itu dilakukan perhitungan dengan cara membandingkan efektivitas yang didapat dari data desain dengan efektivitas yang didapat dari data operasi.

Dari perhitungan dan analisa data, alat penukar kalor mengalami penurunan efektivitas. Penurunan yang terjadi pada HE UEA-452 sebesar 4,612 %. Dilihat dari besarnya faktor pengotoran yang terjadi, alat penukar kalor tersebut sudah perlu dilakukan perawatan karena nilai faktor pengotorannya sebesar 0,0093 sudah diatas faktor pengotoran izin sebesar 0,001.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur yang sebesar-besarnya saya panjatkan atas kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan karunia-Nya saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.

Tugas Akhir ini dibuat bertujuan untuk mempelajari dan menentukan performansi yang terjadi pada alat penukar kalor tipe Shell and Tube, dilihat dari perbandingan besarnya efektivitas yang dihitung dengan menggunakan data desain dan data operasi dan juga sebagai syarat untuk menyelesaikan studi saya di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik.

Sehubungan dengan penyelesaian Skripsi ini saya ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Ir. H. M. Taufik Toha, DEA selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Ir. M. Zahri Kadir, MT selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah banyak meluangkan waktu untuk memberikan bantuan dan saran serta atas kesabarannya dalam membimbing penulis dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
3. Bapak Ir. Helmy Alian, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Qomarul Hadi, ST, MT selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.

5. Bapak Ir. Hadiwijaya serta seluruh staf bagian Inspeksi Teknik di PT. PUSRI pabrik PUSRI II Palembang yang telah banyak membantu dan membimbing dalam survey data dan penelitian.
6. Kedua Orang Tua saya, saudara-saudara kandung saya, serta Chie_mutzZ, yang sangat saya cintai atas semua pengorbanan dan kebaikan mereka yang telah memberikan dukungan, semangat, pengertian dan nasehat kepada saya.
7. Staff Administrasi Pak Gunadi dan K' Yan di jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
8. Teman-teman angkatan 2004 (Bojez, Festian, Karjo', Cing'e, Radi, Haldi, Yuliansyah, Budi, Iksan, Jono dan semua teman-teman seperjuangan di teknik mesin) terima kasih atas pertolongannya selama ini.

Dan masih banyak lagi yang tidak bisa saya sebutkan satu-persatu, yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

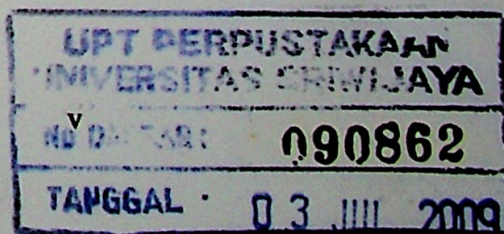
Kritikan dan saran dari pembaca sekalian sangat diharapkan untuk meningkatkan kualitas dari Tugas Akhir ini. Dan akhir kata saya mohon maaf yang sebesar-besarnya apabila ada kesalahan dan kekurangan dalam Tugas Akhir ini.

Palembang, April 2009

Penyusun

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB I : PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	I-1
1.2 Tujuan Dan Manfaat Penulisan.....	I-2
1.3 Batasan Masalah.....	I-2
1.4 Metode Penulisan.....	I-3
1.5 Sistematika Penulisan.....	I-3
BAB II : TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Perpindahan Kalor.....	II-1
2.1.1 Perpindahan Kalor Konduksi.....	II-1
2.1.2 Perpindahan Kalor Konveksi.....	II-3
2.1.3 Perpindahan Kalor Radiasi.....	II-6
2.2 Alat Penukar Kalor (Heat Exchanger).....	II-6
2.3 Prinsip Kerja Alat Penukar Kalor.....	II-9
2.4 Klasifikasi Alat Penukar Kalor.....	II-9
2.5 Perawatan (Maintenance) Alat Penukar Kalor.....	II-13
2.5.1 Hal Yang Perlu Diperhatikan Pada Alat Penukar Kalor....	II-13
2.5.2 Kerusakan Yang Sering Terjadi Pada Alat Penukar Kalor..	II-14
2.5.3 Perbaikan Pada Alat Penukar Kalor.....	II-17



2.5.4 Pemeriksaan Dan Pengetesan Pada Alat Penukar Kalor....	II-17
2.5.5 Pembersihan Pada Alat Penukar Kalor.....	II-21
2.6 Pendekatan Beda Temperatur Logaritma / LMTD.....	II-22
2.7 Koefisien Perpindahan Panas Total Dan Pressure Drop Pada Shell Dan Tube.....	II-24
2.8 Faktor Pengotoran.....	II-28
2.9 NTU-Efektivitas.....	II-29

BAB III : DATA SURVEY

3.1 Mekanisme Kerja Alat.....	III-1
3.2 Data Survey.....	III-5
3.2.1 Data-Data Desain Alat Penukar Kalor.....	III-5
3.2.2 Data-Data Operasi Alat Penukar Kalor.....	III-7

BAB IV : ANALISA PERFORMANSI ALAT PENUKAR KALOR

4.1 Perhitungan Data Desain.....	IV-1
4.1.1 Perpindahan Kalor Pada Fluida Dingin.....	IV-1
4.1.2 Perpindahan Kalor Pada Fluida Panas	IV-2
4.1.3 Beda Temperatur Rata-Rata Log / LMTD.....	IV-3
4.1.4 Perhitungan Pada Sisi Shell Atau Selubung.....	IV-5
4.1.4.1 Luas Laluan Shell Atau Selubung.....	IV-5
4.1.4.2 Kecepatan Aliran Massa Amonia Dan Kondensat...IV-6	
4.1.5 Perhitungan Pada Sisi Tube Atau Pipa.....	IV-6
4.1.5.1 Luas Laluan Tube Atau Pipa.....	IV-6
4.1.5.2 Kecepatan Aliran Massa Colling Water (CW).....	IV-7
4.1.5.3 Velocity Aliran Colling Water (CW).....	IV-8
4.1.6 Koefisien Heat Transfer.....	IV-8

4.1.6.1 Koefisien Dinding Luar Tube.....	IV-8
4.1.6.2 Koefisien Seluruh Dinding Luar Tube.....	IV-10
4.1.6.3 Koefisien Perpindahan Kalor Keseluruhan Bersih.....	IV-11
4.1.6.4 Koefisien Perpindahan Kalor Keseluruhan Operasi.....	IV-11
4.1.6.5 Faktor Pengotoran.....	IV-12
4.1.7 Bilangan Reynold.....	IV-13
4.1.7.1 Bilangan Reynold Untuk Aliran Dalam Shell Atau Selubung.....	IV-13
4.1.7.2 Bilangan Reynold Untuk Aliran Dalam Tube Atau Pipa.....	IV-14
4.1.8 Pressure Drop.....	IV-15
4.1.8.1 Pressure Drop Pada Sisi Shell Atau Selubung.....	IV-15
4.1.8.2 Pressure Drop Pada Sisi Tube Atau Pipa.....	IV-17
4.1.8.3 Pressure Drop Akibat Perubahan Arah.....	IV-18
4.1.8.4 Pressure Drop Sisi Tube Total.....	IV-19
4.1.9 Efektivitas Heat Exchanger.....	IV-20
4.2 Perhitungan Data Aktual / Operasi.....	IV-22
4.2.1 Perpindahan Kalor Pada Fluida Dingin.....	IV-22
4.2.2 Perpindahan Kalor Pada Fluida Panas	IV-22
4.2.3 Beda Temperatur Rata-Rata Log / LMTD.....	IV-23
4.2.4 Perhitungan Pada Sisi Shell Atau Selubung.....	IV-24
4.2.4.1 Luas Lualan Shell Atau Selubung.....	IV-24
4.2.4.2 Kecepatan Aliran Massa Amonia Dan Kondensat.....	IV-25
4.2.5 Perhitungan Pada Sisi Tube Atau Pipa.....	IV-26

4.2.5.1 Luas Lалан Tube Atau Pipa.....	IV-26
4.2.5.2 Kecepatan Aliran Massa Colling Water (CW).....	IV-26
4.2.5.3 Velocity Aliran Colling Water (CW).....	IV-27
4.2.6 Koefisien Heat Transfer.....	IV-28
4.2.6.1 Koefisien Dinding Luar Tube.....	IV-28
4.2.6.2 Koefisien Seluruh Dinding Luar Tube.....	IV-29
4.2.6.3 Koefisien Perpindahan Kalor Keseluruhan Bersih.....	IV-30
4.2.6.4 Koefisien Perpindahan Kalor Keseluruhan Operasi.....	IV-30
4.2.6.5 Faktor Pengotoran.....	IV-12
4.2.7 Bilangan Reynold.....	IV-32
4.2.7.1 Bilangan Reynold Untuk Aliran Dalam Shell.....	IV-32
4.2.7.2 Bilangan Reynold Untuk Aliran Dalam Tube.....	IV-33
4.2.8 Pressure Drop.....	IV-34
4.2.8.1 Pressure Drop Pada Sisi Shell Atau Selubung.....	IV-34
4.2.8.2 Pressure Drop Pada Sisi Tube Atau Pipa.....	IV-36
4.2.8.3 Pressure Drop Akibat Perubahan Arah.....	IV-37
4.2.8.4 Pressure Drop Sisi Tube Total.....	IV-38
4.2.9 Efektivitas Heat Exchanger.....	IV-39

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.....	V-1
5.2 Saran.....	V-2

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

GAMBAR	Halaman
2.1 Distribusi suhu melalui dinding datar dalam Keadaan stedi	II-2
2.2 Distribusi aliran kalor melalui silinder berlubang.....	II-3
2.3 Perpindahan kalor konveksi dari pelat udara.....	II-4
2.6 Skema alat penukar kalor tipe <i>Shell & Tube</i>	II-8
2.7 Straight tube.....	II-10
2.8 U-tube.....	II-10
2.9 Penukar panas coil dan box.....	II-11
2.10 Penukar panas double dan plate.....	II-11
2.11 Penukar panas hair-pain.....	II-11
2.12 Bagian-bagian alat penukar kalor menurut TEMA.....	II-12
2.13 Permukaan luar tube terjadinya korosi.....	II-15
2.14 Pengelasan tube dengan menggunakan plug.....	II-15
2.15 Sket hyrostatic test.....	II-19
2.16 Peralatan Elliot tube testing atau tube gun test.....	II-20
2.17 Profil temperatur pada alat penukar kalor.....	II-23
2.18 Jenis susunan tube dalam shell.....	II-25

3.1 Diagram kerja HE pada system kondensasi gas amonia.....	III-3
3.2 Heat exchanger UEA-452.....	III-4
3.3 Water pump dan aqua ammonia pump.....	III-4

DAFTAR TABEL

TABEL	Halaman
4.1 Perbandingan Hasil Perhitungan Data Desain Dan Data Aktual / Operasi.....	IV-41

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Penukar kalor merupakan suatu alat untuk memindahkan energi antara dua fluida yang berbeda temperaturnya. Fluida yang saling bertukar energi tersebut dapat merupakan dua fluida yang berbeda fasanya (padat, cair, gas) atau mempunyai fasa yang sama (cair-cair, gas-gas). Perpindahan energi yang terjadi pada alat penukar kalor biasanya fluidanya tidak berkontak secara langsung.

Penukar kalor merupakan suatu peralatan mesin yang amat penting, baik didalam sebuah sistem pembangkit tenaga, proses-proses industri, bahkan penukar kalor ini sering kita jumpai pada peralatan rumah tangga seperti freezer dan lain sebagainya. Jenis-jenis heat exchanger yang sering digunakan antara lain :

1. Condensor adalah suatu alat yang dipergunakan untuk mengkondensasikan uap dengan cara menyerap kalor kedalam zat cair yang lebih dingin.
2. Boiler adalah suatu alat yang dipergunakan untuk menghasilkan uap, dimana uap tersebut berfungsi sebagai pembawa tenaga.
3. Evaporator adalah suatu alat yang dipergunakan untuk menguapkan suatu fluida atau didalam proses kimia berfungsi untuk memekatkan suatu larutan dari sifat semula.
4. Cooler adalah suatu alat yang berfungsi untuk mendinginkan fluida.
5. Chiller adalah suatu alat untuk mendinginkan fluida yang berderajat

sangat rendah yang tidak dapat dicapai oleh media berpendingin air.

Penukar kalor seperti halnya pada pembuatan pupuk di PT PUSRI Palembang. Pada proses pengolahan ini alat penukar kalor yang digunakan adalah jenis condenser UEA-452, tipe shell and tube (straight tube), dimana fluida pendingin yaitu cooling water (CW) berada didalam tube atau pipa sedangkan amonia (NH_3) dan air (H_2O) berada didalam shell atau selongsong. Untuk menentukan apakah alat penukar kalor ini mampu melaksanakan fungsinya dengan baik maka diperlukan analisa performansi (unjuk kerja) alat penukar kalor tersebut.

1.2 Tujuan dan Manfaat Penulisan

Tujuan dan manfaat yang diharapkan dari penulisan Tugas Akhir ini adalah :

1. Mengetahui performansi atau unjuk kerja dari alat penukar kalor jenis tabung dan pipa (Shell and Tube) dengan mengetahui parameter-parameter yang berkaitan dengan kerja alat tersebut.
2. Mengetahui prinsip kerja serta perawatan (maintenance) dari alat penukar kalor tipe shell dan tube jenis condensor.

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah yang dikaji disini adalah analisa performansi dari alat penukar kalor (*Heat Exchanger*) tersebut, yang meliputi besarnya perpindahan kalor pada fluida dingin, LMTD (Log Mean Temperature Difference), koefisien perpindahan kalor menyeluruh pada alat penukar baik dalam keadaan bersih maupun dalam keadaan operasi, faktor pengotor (*fouling factor*) yang

mempengaruhi performansi dari alat penukar kalor tersebut, penurunan tekanan (*Pressure Drop*) yang terjadi pada alat penukar kalor serta Efektifitas dari alat penukar kalor tersebut.

1.4. Metode Penulisan

Metode yang digunakan dalam penulisan Skripsi ini adalah :

1. Metode observasi / survey yaitu melihat langsung ke lokasi khususnya mengenai alat penukar kalor (*Heat Exchanger*) UEA-452 tipe shell and tube pada unit Pusri II.
2. Metode pengumpulan data yaitu dengan mengambil langsung ke lapangan yaitu di pabrik Pusri II PT.Pusri Palembang.
3. Studi pustaka yaitu dengan membahas dan mengkaji aspek-aspek yang ada di lapangan, kemudian mencari literatur-literatur yang menunjang pembahasan dan pengkajian tersebut.

1.5. Sistematika Penulisan

Penulisan skripsi ini terdiri atas lima bab, yang dijelaskan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab ini berisi tentang Latar Belakang Penulisan, Tujuan dan Manfaat Penulisan, Batasan Masalah, Metode Penulisan, dan Sistematika Penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini berisi penjelasan tentang teori-teori perpindahan kalor, penjelasan singkat tentang alat penukar kalor, prinsip kerja alat penukar

kalor, klasifikasi alat penukar kalor, perawatan (maintenance) alat penukar kalor, serta parameter-parameter performansi (unjuk kerja) alat penukar kalor tersebut.

BAB III DATA SURVEY

Dalam bab ini akan dijelaskan tentang mekanisme kerja alat dan data survey alat penukar kalor tersebut.

BAB IV ANALISA PERFORMANSI ALAT PENUKAR KALOR

Dalam bab ini akan dijelaskan tentang perhitungan penukar kalor yang dilakukan secara aktual dan teoritis dengan menggunakan data design maupun data operasi, dengan tujuan untuk mengetahui besarnya performansi alat penukar kalor serta menghitung nilai faktor pengotoran yang terjadi pada alat penukar kalor tersebut.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam bab ini berisi tentang kesimpulan yang dapat diambil dari kajian dan pembahasan serta saran-saran yang dapat dilakukan terhadap heat exchanger UEA-452 di pabrik Pusri II PT. Pusri Palembang.

DAFTAR PUSTAKA

1. Holman J.P, "Perpindahan Kalor", Terjemahan Ir.E Jasjfi, M.Sc, Jakarta, Erlangga, 1984.
2. Kern, Donald Q, "Process Heat Transfer", Mc Graw Hill International, New York, 1950.
3. Sadik Kakac dan Hongtan Liu, "Heat Exchanger Selection, Rating, and Thermal Design", Edisi Pertama, CRC Press, Florida, 1998.
4. Shah, R. K.,and Skulic P. Dusan, "Fundamentals of Heat Exchanger", John Wiley and Sons, Canada, 2003.
5. TEMA, "Standar of The Turbular Exchanger Manufactures Association", Sevent Edition, Tubular Exchanger Manufactures Association Inc, New York, 1988.