

REKAM JEJAK PEMERIKSAAN DAN PENGAWASAN
DI MENTERI PERTANIAN DAN KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN
REKAM JEJAK PEMERIKSAAN



REKAM JEJAK

Rekam jejak pemeriksaan dan pengawasan
di Menteri Pertanian dan Kementerian Perindustrian
Rekam jejak pemeriksaan dan pengawasan

1975

REKAM JEJAK PEMERIKSAAN

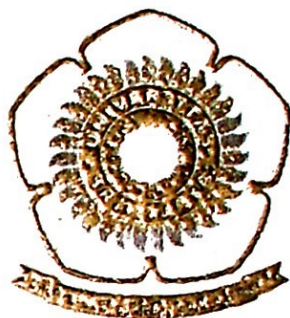
REKAM JEJAK

REKAM JEJAK PEMERIKSAAN DAN PENGAWASAN
DI MENTERI PERTANIAN DAN KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN
REKAM JEJAK PEMERIKSAAN

536.107
Ahm
a
2013

R 5467/5493

**ANALISA PERFORMANSI ALAT PENUKAR KALOR JENIS
SHELL AND TUBE UNTUK PENDINGIN MINYAK PELUMAS RODA GIGI
MESIN FINISH MILL**



SKRIPSI

**Dibuat sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**

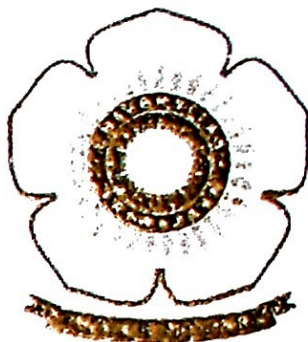
Oleh :

AHMAD HUSNI RIZAL

03091405008

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN
Palembang, 2013**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
PALEMBANG**



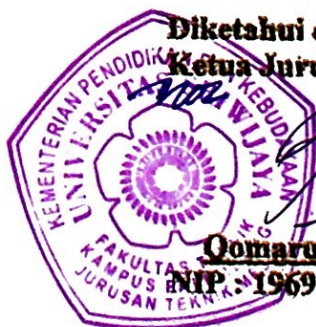
SKRIPSI

**ANALISA PERFORMANSI ALAT PENUKAR KALOR JENIS
SHELL and TUBE UNTUK PENDINGIN MINYAK PELUMAS RODA GIGI
MESIN FINISH MILL,**

Oleh :

**AHMAD HUSNI RIZAL
03091405008**

**Diketahui oleh :
Ketua Jurusan Teknik Mesin,**



**Omarul Hadi S.T., M.T.
NIP : 196902131995031001**

**Diperiksa dan disetujui oleh :
Dosen Pembimbing,**

**Ir. Marwani, M.T.
NIP : 196503221991022001**

UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN

AGENDA
DITERIMA TGL
PARAF

: 05/01-2014/T
: JANUARI 2014
: *fi*

SKRIPSI

NAMA : AHMAD HUSNI RIZAL

NIM : 03091405008

MATA KULIAH : KONVERSI ENERGI

SPESEIFIKASI : ANALISA PERFORMANSI ALAT
PENUKAR KALOR JENIS *SHELL and*
TUBE UNTUK PENDINGIN MINYAK
PELUMAS RODA GIGI MESIN *FINISH*
MILL

Diberikan Tanggal : April 2013

Selesai Tanggal : November 2013

Diketahui oleh :
Ketua Jurusan Teknik Mesin,

Qomarul Hadi S.T., M.T.
NIP : 196902131995031001



Palembang, November 2013

Diperiksa dan disetujui oleh :
Dosen Pembimbing,


Ir. Marwani, M.T.
NIP : 196503221991022001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa berikut ini :

Nama : Ahmad Husni Rizal
NIM : 03091405008
Jurusan : TEKNIK MESIN
Bidang Studi : KONVERSI
Judul : ANALISA PERFORMANSI ALAT PENUKAL KALOR JENIS SHELL AND TUBE
UNTUK PENDINGIN MINYAK PELUMAS RODA GIGI MESIN FINISH MILL

Skripsi / Tugas Akhir ini adalah benar hasil karya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah dinyatakan dengan benar dan saya dapat mempertanggung jawabkan bahwa hasil yang saya tulis tidak plagiat.

Demikianlah surat ini dibuat agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Palembang, Januari 2014



AHMAD HUSNI RIZAL
NIM. 03091405008

Motto :

“ Janganlah kamu memalingkan mukamu dari manusia (karena sombong) dan janganlah kamu berjalan di muka bumi dengan angkuh. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang sombong lagi membanggakan diri.” (QS. Lukman: 16)

Kupersembahkan kepada :

- ***Allah SWT dan Nabi Muhammad SAW***
- ***Mama dan Papa tercinta***
- ***Saudara-saudoraku yang tersayang***
- ***Rekan-rekan angkatan '09***
- ***Almamaterku***

ABSTRAK

Alat penukar kalor adalah suatu alat untuk memindahkan panas dari suatu fluida ke fluida yang lain. Sebagian besar dari industri-industri yang berkaitan dengan pemrosesan selalu menggunakan alat ini, sehingga alat penukar kalor ini mempunyai peran yang penting dalam suatu proses produksi ataupun operasi.

Tujuan penelitian analisa performansi alat penukar kalor ini untuk mengetahui nilai efektifitas, faktor pengotoran, dan penurunan tekanan baik *shell* maupun *tube*. Sebagai bahan perbandingan, pengujian analisa ini menitik beratkan terhadap data awal operasional dan data aktual operasional alat penukar kalor tersebut.

Berdasarkan hasil analisa perhitungan data diperoleh nilai efektifitas data awal operasional sebesar 57%, nilai efektifitas aktual operasional sebesar 40%, faktor pengotoran sebesar $0,00029^{\circ}\text{C} \cdot \text{m}^2/\text{W}$, penurunan tekanan pada *Shell* sebesar 5,71 psi, penurunan tekanan pada *Tube* sebesar 57 psi.

Dari keseluruhan performansi alat penukar kalor, hal ini menunjukkan bahwa dimensi alat penukar kalot yang dirancang sudah memenuhi syarat dari standar yang telah ditetapkan.

Kata kunci : Alat penukar kalor jenis *shell and tube*, nilai efektifitas, faktor pengotoran, penurunan tekanan.

ABSTRACT

Heat exchanger is one of the main tools for heat transferring from one fluid to another fluid. Most industries which depends on this way of manufacturing always used it. Therefore, heat exchanger have the most important rules in both of production process and operate process.

Advanced Research goal from this analyses performance heat exchanger is to find effectiveness, fouling factors, and pressure drop shell and tube. As a comparison, this analyses depends on the early operational data and actual operational data from heat exchanger.

Based on the result from this performance analyses, it is gained prior operational data of effectiveness score is 57%, actual operational effectiveness score is 40%, fouling factors is $0,00029^{\circ}\text{C} \cdot \text{m}^2/\text{W}$, pressure drop of shell is 5,71 psi, pressure drop of tube is 57 psi.

From the whole Heat Exchanger performance, it is shown that the dimension of Heat Exchanger design has meet the standard requirement.

Key words : *heat exchanger shell and tube, effectiveness, fouling factors, pressure drop.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis penatkan kehadiran Allah SWT yang selalu melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan akhir ini.

Tugas akhir ini yang berjudul ” **Analisa Performansi Alat Penukar Kalor Jenis *Shell and Tube*** “.

Penulis menyadari bahwa keberhasilan penelitian dan penulisan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan yang diberikan berbagai pihak dan hanya ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya yang dapat saya ucapkan kepada pihak-pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung. Terima kasih saya ucapkan untuk :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Taufik Toha, DEA selaku dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Qomarul Hadi S.T., M.T. selaku ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya
3. Bapak Dyos Santoso S.T., M.T. Selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
4. Ibu Ir. Marwani, M.T. selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang selalu mendukung untuk kemajuan akademik.
5. Seluruh staff dosen dan administrasi di Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
6. Bapak dan Ibuku tercinta yang telah memberikan do’a, kasih sayang, dorongan dan semangat baik secara moril maupun material demi

keberhasilan penulis.

7. Adik dan saudara-saudaraku yang telah banyak memberikan dorongan untuk menyelesaikan skripsi ini.
8. Seluruh teman-teman seperjuangan angkatan 2009 .

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih sangat jauh dari sempurna. Untuk itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun guna penyempurnaan laporan akhir ini. Semoga laporan akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang memerlukan.

Palembang, November 2013

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Rumusan Masalah	I-2
1.3 Batasan Masalah.....	I-3
1.4 Tujuan Penelitian	I-3
1.5 Manfaat Penelitian	I-3

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Proses Perpindahan Kalor	II-2
2.1.1 Perpindahan Kalor Radiasi	II-5
2.1.2 Perpindahan Kalor Konduksi.....	II-3
2.1.3 Perpindahan Kalor Konveksi	II-4
2.2 Alat Penukar Kalor.....	II-6
2.2.1 <i>Shell and Tube</i>	II-8
2.2.2 Pipa Ganda (<i>Double Pipe</i>)	II-8
2.2.3 Koil Pipa	II-9
2.3 Komponen - komponen <i>Heat Exchanger</i>	II-10
2.3.1 Pipa (<i>Tube</i>).....	II-10
2.3.2 Sekat (<i>Baffle</i>)	II-13
2.3.3 <i>Shell</i>	II-15
2.4 Persamaan -persamaan <i>Heat Exchanger</i>	II-16
2.4.1 Metode NTU - Efektifitas.....	II-17
2.4.2 Faktor Pengotoran	II-19
2.4.3 Penurunan Tekanan pada <i>Shell Side</i>	II-20
2.4.4 Penurunan Tekanan pada <i>Tube Side</i>	II-20

BAB III. METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian.....	III-22
3.1.1 Perangkat Uji.....	III-22
3.2 Prosedur Pengujian.....	III-22
3.2.1 Data Alat.....	III-23
3.2.2 Data Awal Operasional	III-23
3.2.3 Data Aktual Operasional	III-24
3.3 Teknik Perhitungan Data	III -25

BAB IV. PERHITUNGAN DATA

4.1 Perhitungan Kondisi Awal Operasional.....	IV-26
4.2 Perhitungan Kondisi Aktual Operasional.....	IV-31
4.3 Perhitungan Sisi <i>Tube (Cooling Water)</i>	IV-35
4.4 Perhitungan Sisi <i>Shell (Shell Omala S2 G 320)</i>	IV-37
4.5 Koefisien Perhitungan Kalor Menyeluruh Bersih (U_o)	IV-39
4.6 Faktor Pengotoran	IV-39
4.7 Penurunan Tekanan (ΔP)	IV-40

BAB V. ANALISA DATA

5.1 Laju Perpindahan Kalor <i>Heat Exchanger</i>	V-43
5.2 Efektifitas <i>Heat Exchanger</i>	V-43
5.3 Faktor Pengotoran.....	V-44
5.4 Penurunan tekanan <i>Heat Exchanger</i>	V-44

BAB VI. KESIMPULAN dan SARAN

6.1 Kesimpulan	VI-45
6.2 Saran	VI-46

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Alat Penukar Kalor Jenis <i>Shell and Tube</i>	II-8
2.2 Alat Penukar Kalor Jenis <i>Double Pipe</i>	II-9
2.3 Alat Penukar Kalor Jenis <i>Spiral</i>	II-10
2.4 Susunan Segitiga (<i>Triangular Pitch</i>).....	II-11
2.5 Susunan Segitiga Diputar 30° (<i>Rotated Triangular Pitch</i>)	II-12
2.6 Susunan Bujur Sangkar (<i>Square Pitch</i>).....	II-12
2.7 Susunan Bujur Sangkar Diputar 45° (<i>Diamond Square Pitch</i>).....	II-12
2.8 Sekat Satu <i>Segment</i>	II-13
2.9 Sekat Dua <i>Segment</i>	II-13
2.10 Sekat Tiga <i>Segment</i>	II-14
2.11 Tipe <i>Shell</i> pada <i>Heat Exchanger</i>	II-15

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
4.1 Tabel Hasil Perhitungan Data.	IV-42

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Gambar 1. Nilai - nilai emisivitas dari permukaan material	1
Gambar 2. Characteristics Of <i>Tubing</i> (Satuan Internasional)	2
Gambar 3. Characteristics Of <i>Tubing</i> (Satuan <i>British</i>).....	3
Gambar 4. Panas Jenis dari Cairan Hidrokarbon.....	4
Gambar 5. Konduktivitas Thermal Cairan Hidrokarbon.....	5
Gambar 6. <i>Friction Factor</i> Sisi <i>Tube</i>	6
Gambar 7. <i>Friction Factor</i> Sisi <i>Shell</i>	6
Gambar 8. Tabel <i>Properties</i> Air	7



BAB I

PENDAHULUAN



1.1 Latar Belakang

Unit penukar kalor adalah suatu alat untuk memindahkan panas dari suatu fluida ke fluida yang lain. Sebagian besar dari industri-industri yang berkaitan dengan pemrosesan selalu menggunakan alat ini, sehingga alat penukar kalor ini mempunyai peran yang penting dalam suatu proses produksi ataupun operasi.

Salah satu tipe dari alat penukar kalor yang banyak dipakai adalah *Shell and Tube Heat Exchanger*. Alat ini terdiri dari sebuah *shell* silindris di bagian luar dan sejumlah *tube* atau *tube bundle* di bagian dalam, dimana temperatur fluida di dalam *tube bundle* berbeda dengan di luar *tube* (di dalam *shell*) sehingga terjadi perpindahan panas antara aliran fluida di dalam *tube* dan di luar *tube*. Adapun daerah yang berhubungan dengan bagian dalam *tube* disebut dengan *tube side* dan yang di luar dari *tube* disebut *shell side*.

Pemilihan yang tepat suatu alat penukar kalor akan menghemat biaya operasional harian dan perawatan. Pabrik PT. Semen Baturaja Palembang memproduksi 700.000 Ton/tahun semen. Dalam operasionalnya membutuhkan batu kapur, gipsum, selain itu juga menggunakan, minyak pelumas dan bahan pembantu lain. Oleh karena itu, di tuntut performansi yang optimum pada semua peralatan yang berfungsi untuk menghasilkan produk semen. Namun pada faktanya *Heat Exchanger* di pabrik PT.Semen Baturaja belum mengalami peremajaan alat, karena telah memakan usia lebih dari 35 tahun, dan hanya sebatas perlakuan *shut down*. Oleh karena itu, perhitungan analisa performansi diperlukan di



dalam skripsi ini. Bila alat penukar kalor dalam keadaan baru, maka permukaan logam dari pipa-pipa pemanas masih dalam keadaan bersih.

Namun, setelah alat beroperasi beberapa lama maka terbentuklah lapisan kotoran atau kerak pada permukaan pipa tersebut. Tebal tipisnya lapisan kotoran tergantung dari fluidanya. Adanya lapisan tersebut akan mengurangi koefisien perpindahan panasnya. Harga koefisien perpindahan panas untuk suatu alat penukar kalor selalu mengalami perubahan selama pemakaian. Batas terakhir alat dapat berfungsi sesuai dengan perencanaan adalah saat harga koefisien perpindahan panas mencapai harga minimum.

Alat penukar kalor sangat dibutuhkan pada proses produksi dalam suatu industri, maka untuk menjaga performansi yang optimum maka diperlukan tabel analisa performansi dari alat tersebut pada kondisi awal dan kondisi aktual operasional dengan perbedaan temperatur masuk dan keluar serta laju aliran massa kedua fluida.. Dengan analisis yang dilakukan dapat diketahui bahwa alat tersebut mampu menghasilkan kalor dengan standar kerja sesuai kebutuhan yang diinginkan.

1.2 Rumusan Masalah

Ada banyak jenis *Heat Exchanger* yang dapat digunakan dalam industri, tergantung pada proses apa yang akan ditangani. Dari jenis itu pun mempunyai bermacam-macam tipe. Untuk menentukan besar atau kecilnya panas yang dipindahkan pada *range* temperatur yang sama, ini tergantung kepada harga koefisien perpindahan panas total dari alat yang digunakan dimana pada alat *Heat Exchanger* tersebut koefisien ini dapat diperkirakan besarnya melalui perhitungan. Untuk menjaga peformansi yang optimum pada *Heat Exchanger* maka diperlukan analisa performansi dari alat tersebut pada beberapa kondisi operasional yang didapat dari hasil pengukuran *survey* lapangan.



1.3 Batasan Masalah

Karena mengingat pemakaian alat pemindah panas jenis *Shell and Tube* lebih luas maka dalam laporan ini khususnya membicarakan alat penukar panas jenis *Shell and Tube* Tipe AES di PT. SEMEN BATURAJA (Persero) Tbk .

1.4 Tujuan Penulisan

Tujuan dari penulisan laporan akhir ini untuk menganalisis performansi dari alat penukar kalor tipe *Shell and Tube* pada saat awal operasional, aktual operasional serta mekanisme kerja dari alat penukar kalor tersebut.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penulisan laporan akhir ini untuk sebagai bahan bacaan dan acuan bagi mahasiswa atau peneliti dalam bidang yang relavan serta sebagai bahan referensi bagi kalangan industri dalam bidang yang relavan.



DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Sitompul Tunggal, “Alat Penukar Kalor”, PT. Raja Grafindo Persada, Jakarta, 1993.
- [2]. Holman J.P, dan Jasjfi E., “Perpindahan Kalor Dasar”, Edisi Keenam, Erlangga, 1994.
- [3]. Aldila Prima, 2007, *Program Analisa performance Refrigerant-Heat Exchanger (2A-127-C) Pabrik Amonia Pusri II Palembang*. Universitas Sriwijaya,Indralaya.
- [4]. De Witt P. David, and Incropera P. Frank, “ *Fundamental of Heat and Mass Transfer*”, *Third Edition*, John Wiley & Sons, Singapore, 1990.
- [5]. Standard of The Tubular Exchanger Manufactures Association”, 9th edition, Tarrytown, New York 10591,2007.
- [6]. Sugiyanto, “Analisa Alat Penukar Klaor Tipe *Shell and Tube* dan Aplikasi Perhitungan Dengan Microsoft Visual Basic 6.0 ,Jawa Barat,2006.
- [7]. <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/18379/4/Chapter%20II.pdf> diakses pada tanggal 21 Mei 2013
- [8]. <http://indrawibawads.files.wordpress.com/2012/01/heat-exchanger.pdf> diaksek pada tanggal 02 Juni 2013