



UNIVERSITAS DIPONEGORO

OPTIMASI *HEAT EXCHANGER* TIPE *PLATE CHEVRON*

DENGAN PEMBERSIHAN KERAK METODE *CHEMICAL*

***SPRAY* PADA PLTU INDRAMAYU**

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Ahli

Madya

FIRDAUS KURNIAWAN HAQNI

21050112083004

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM DIII KERJASAMA FT UNDIP – PT PLN

UNIVERSITAS DIPONEGORO

SEMARANG

AGUSTUS 2015

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 : Firdaus Kurniawan Haqni

NIM : 21050112083004

Tanda Tangan :

Tanggal :

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

NAMA : Firdaus Kurniawan Haqni
NIM : 21050112083004
Program Studi : D III Teknik Mesin Kerjasama PT.PLN (Persero)
Judul Tugas Akhir : OPTIMASI *HEAT EXCHANGER* TIPE *PLATE*
CHEVRON DENGAN PEMBERSIHAN KERAK
METODE *CHEMICAL SPRAY* PADA PLTU
INDRAMAYU

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

TIM PENGUJI

Pembimbing : Drs. Wiji Mangestiyono, MT ()
Pembimbing : Drs. Wiji Mangestiyono, MT ()
Penguji : Drs. Sutrisno, MT ()
Penguji : Ir. H. Murni, MT ()

Semarang, 04 Agustus 2015
Ketua Program DIII Kerjasama
FT UNDIP – PT PLN

Ir. Bambang Winardi, M.Kom

NIP 19611016 199303 1 002

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : FIRDAUS KURNIAWAN HAQNI
NIM : 21050112083004
Jurusan/Program Studi : D III Teknik Mesin Kerjasama PT. PLN (Persero)
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Tugas Akhir

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

OPTIMASI *HEAT EXCHANGER* TIPE *PLATE CHEVRON* DENGAN PEMBERSIHAN KERAK METODE *CHEMICAL SPRAY* PADA PLTU INDRAMAYU

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/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang
Pada Tanggal :

Yang menyatakan

(FIRDAUS KURNIAWAN HAQNI)

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, penulis panjatkan puji syukur kehadiran Allah SWT, atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“OPTIMASI *HEAT EXCHANGER* TIPE *PLATE CHEVRON* DENGAN PEMBERSIHAN KERAK METODE *CHEMICAL SPRAY* PADA PLTU INDRAMAYU”**.

Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat bagi penulis untuk memperoleh gelar Ahli Madya pada Program Diploma III Teknik Mesin Universitas Diponegoro Semarang kerjasama dengan PT. PLN (Persero).

Berkenaan dengan selesainya Tugas Akhir ini, maka penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya.
2. Bapak Ir. Zaenal Abidin, MS selaku ketua Program Diploma III Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
3. Bapak Bambang Setyoko, ST . M.Eng selaku ketua Program Studi Diploma III Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
4. Bapak Ir. Bambang Winardi, M.Kom selaku ketua Program kerjasama FT UNDIP dengan PT PLN (Persero)
5. Bapak Drs. Wiji Mangestiyono, MT selaku dosen pembimbing penulis.
6. Bapak Drs. Ireng Sigit A, M.Kes selaku ketua Program DIII Kerjasama FT UNDIP – PT PLN (Persero) bidang Teknik Mesin.

7. Bapak Deni Rahmat sebagai Supervisor Produksi A di PLTU 1 Jawa Barat Indramayu.
8. Bapak Haryono dan Ibu Thonik Fathonah selaku orang tua penulis yang selalu mendukung baik secara moral maupun material, yang selalu mengingatkan untuk menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.
9. Mas Hari Laksono, Mbak Vina Hapsari Haqni dan Mbak Vira Megasari Haqni yang selalu memberi dukungan moral dan materiil serta doanya.
10. Teman-teman seperjuangan di Program Studi Diploma III Teknik Mesin Program Kelas Kerjasama PT PLN (Persero) angkatan 2012.
11. Semua pihak yang telah membantu penulisan laporan ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini tak luput dari kesalahan dan kekurangan. Karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak.

Akhir kata penulis berharap semoga laporan Tugas Akhir ini dapat berguna bagi kita semua, Amin.

Semarang, Agustus 2015

FIRDAUS KURNIAWAN HAQNI
NIM 21050112083004

ABSTRAKSI

OPTIMASI HEAT EXCHANGER TIPE PLAT CHEVRON DENGAN PEMBERSIHAN KERAK METODE CHEMICAL SPRAY PADA PLTU INDRAMAYU

Plate heat exchanger (PHE) merupakan alat penukar kalor yang berfungsi untuk mendinginkan air demin yang disirkulasikan untuk mendinginkan lube oil pada sistem PLTU. PHE pada PLTU Indramayu telah digunakan sejak 2011 dan mengalami penurunan efisiensi karena terjadi pengotoran. Melihat pentingnya peran PHE, maka dilakukanlah analisa mengenai efisiensi PHE ketika kondisi kotor dan kondisi setelah dibersihkan. Sehingga akan diketahui mengenai penyebab pengotoran adalah fouling dan scaling.

Data yang diambil adalah berdasarkan data yang berada di central control room. Pengambilan data yang dibutuhkan adalah temperatur masuk dan keluar dari fluida closed cooling dan open cooling. Dimana pengambilan data dilakukan selama 20 hari. Sehingga dapat dibandingkan hasil efisiensi alat ketika kotor dan ketika bersih. Maka dalam pemeliharaan alat PHE dapat dilakukan secara tepat.

Dari hasil perhitungan, nilai efektifitas alat ketika kondisi kotor pada awalnya yaitu sebesar 61,05% dan menurun sampai 49,81%. Namun setelah dilakukan pembersihan kerak dengan metode chemical spray, maka didapatkan nilai efektifitasnya meningkat kembali menjadi sebesar 62,95%. Dan dari data alat kondisi bersih hingga pengujian ke – 10, nilai efektifitasnya sebesar 64,89%. Hal tersebut menunjukkan bahwa pembersihan dengan chemical spray sangat berpengaruh terhadap suhu keluaran fluida dari plate heat exchanger, sehingga berimbas kepada efektifitas alat tersebut.

Kata Kunci : Plate Heat Exchanger, Efektifitas, Fouling, Scaling

ABSTRACT

OPTIMIZATION OF HEAT EXCHANGER CHEVRON PLATE TYPE WITH CHEMICAL SPRAY CLEANING CRUST METHOD AT INDRAMAYU POWER PLANT

Plate heat exchanger (PHE) is a heat exchanger that serves to cool the demin water is circulated to cool the lube oil plant system. PHE in Indramayu power plant has been used since 2011 and decreased efficiency due to fouling. Seeing the importance of the role of PHE, we conducted an analysis of the efficiency of PHE when dirty condition and the condition after cleaning. So they will know about the different causes of fouling are fouling and scaling.

The data taken is based on data that is in the central control room. Retrieval of data required is the temperature in and out of the closed cooling fluid and open cooling. Where the data collection is done for 20 days. So it can be compared to the results of the efficiency of the tool when it is dirty and when the net. So in PHE equipment maintenance can be done accurately.

From the calculation, the value of the effectiveness of the tool when the filthy conditions at first in the amount of 61.05% and decreased to 49.81%. But after scaling with chemical spray method, then the value obtained by efektifiasnya rose again to 62.95%. And from the data appliance clean condition to test for - 10, the value of effectiveness of 64.89%. It shows that cleaning with chemical spray affects the fluid outlet temperature of plateh heat exchanger, so that the impact to the effectiveness of these tools.

Keyword : Plate Heat Exchanger, Effectiveness, Fouling, Scaling

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
LEMBAR PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN TUGAS PROYEK AKHIR	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR/GRAFIK	xiv
DAFTAR TABEL	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang 1	
1.2 Pembatasan Masalah 3	
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian 4	
1.5. Waktu dan Tempat Kegiatan.....	4
1.6 Metode Pengumpulan Data	4
1.7 Sistematika Penulisan Laporan	5
BAB II DASAR TEORI	7
2.1 Perpindahan Kalor.....	7
2.1.1 Perpindahan Kalor Konduksi	8

2.1.2 Perpindahan Kalor Konveksi	9
2.1.3 Perpindahan Kalor Radiasi	10
2.2 Alat Penukar Kalor	11
2.2.1 Klasifikasi Alat Penukar Kalor	12
2.2.2 Alat Penukar Kalor <i>Plate Heat Exchanger</i> PLTU Indramayu	21
2.3 Komponen <i>Plate Heat Exchanger</i>	27
2.3.1 <i>Frame Plate</i>	28
2.3.2 <i>Guide Support</i>	28
2.3.3 <i>Top Bar</i> dan <i>Bottom Bar</i>	28
2.3.4 <i>Pressure Plate</i>	28
2.3.5 <i>Nozzle</i>	29
2.3.6 <i>Heat Transfer Plate</i>	29
2.3.7 <i>Sealing Gasket</i>	29
2.4 Penggunaan Rumus	30
2.4.1 Rasio Perpindahan Panas	30
2.4.2 Kapasitas Kalor	30
2.4.3 ΔT LMTD (<i>Log Mean Temperature Different</i>)	31
2.4.4 NTU <i>min</i> (<i>Number of Transfer Unit</i>)	32
2.4.5 Nilai Cr (<i>Ratio Capacity</i>)	33
2.4.6 <i>Effectiveness</i> (ϵ -NTU)	33
BAB III PROSEDUR PELAKSANAAN TUGAS AKHIR	34
3.1 Tahapan Persiapan	34
3.1.1 Identifikasi Masalah	36
3.1.2 Perumusan Masalah	36

3.1.3 Studi Literatur dan Studi Lapangan.....	37
3.2 Pengambilan Data	38
3.3 Tahapan Pengumpulan Data.....	41
BAB IV HASIL PERHITUNGAN DAN PEMBAHASAN.....	45
4.1 Hasil Perhitungan Data.....	45
4.1.1 Perhitungan Rasio Perpindahan Panas	45
4.1.2 Perhitungan Kapasitas Kalor	46
4.1.3 Perhitungan ΔT LMTD (<i>Log Mean Temperature Different</i>)	47
4.1.4 Perhitungan <i>NTU min (Number of Transfer Unit)</i>	48
4.1.5 Perhitungan Nilai Cr.....	49
4.1.6 Perhitungan <i>Effectiveness (ϵ-NTU)</i>	50
4.2 Pembahasan Hasil	54
BAB V PENUTUP.....	56
5.1 Kesimpulan.....	56
5.2 Saran.....	58
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Perpindahan Kalor Konduksi	8
Gambar 2.2 Perpindahan Kalor Konveksi	9
Gambar 2.3 Perpindahan Kalor Radiasi.....	11
Gambar 2.4 <i>Shell and Tube Heat Exchanger</i>	13
Gambar 2.5 Tipe Pipa Bersirip (<i>Fins and Tubes</i>)	15
Gambar 2.6 <i>Spiral Heat Exchanger</i>	16
Gambar 2.7 <i>Plate Heat Exchanger</i>	17
Gambar 2.8 (a) <i>Intermating Plate</i> (b) <i>Chevron Plate</i>	19
Gambar 2.9 (a) <i>Z-arrangement</i> (b) <i>U-arrangement</i>	20
Gambar 2.10 <i>Two-pass/two-pass Flow</i>	20
Gambar 2.11 <i>Two-pass/one-pass Flow</i>	21
Gambar 2.12 Skema Alir Pendinginan <i>Closed Cooling</i>	22
Gambar 2.12 <i>Plate Heat Exchanger</i>	23
Gambar 2.13 Arah aliran Fluida	24
Gambar 2.14 Transfer Kalor antar Fluida	25
Gambar 2.15 <i>Plate Heat Exchanger</i>	26
Gambar 2.16 Pengotoran pada PHE	26
Gambar 2.17 <i>PHE Main Structure and Function</i>	27
Gambar 3.1 Skema Pelaksanaan Tugas Akhir	41
Gambar 4.1 Hubungan antara <i>Effectiveness PHE</i> Kondisi Alat Kotor dan Bersih....	54

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi <i>Plate Heat Exchanger</i>	23
Tabel 3.1 Temperatur Fluida <i>Open Cooling</i> Kondisi Kotor	41
Tabel 3.2 Temperatur Fluida <i>Closed Cooling</i> Kondisi Kotor.....	41
Tabel 3.3 Temperatur Fluida <i>Open Cooling</i> Kondisi Bersih	42
Tabel 3.4 Temperatur Fluida <i>Closed Cooling</i> Kondisi Bersih.....	42
Tabel 4.1 Temperatur <i>Open</i> dan <i>Closed Cooling</i> Kondisi Kotor.....	50
Tabel 4.2 Hasil Perhitungan LMTD Kondisi Kotor.....	50
Tabel 4.3 Hasil Perhitungan ϵ -NTU Kondisi Kotor.....	51
Tabel 4.4 Temperatur <i>Open</i> dan <i>Closed Cooling</i> Kondisi Bersih	51
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan LMTD Kondisi Bersih	52
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan ϵ -NTU Kondisi Bersih	52