



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**PERHITUNGAN PERFORMA ALAT PENUKAR KALOR AIR
PREHEATER A DAN B TIPE *ROTARY* LAP UNIT 1 PLTU 3
JAWA TIMUR TANJUNG AWAR-AWAR**

TUGAS AKHIR

ADITYA MAHENDRA SASMITA

21050112083011

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM DIII KERJASAMA FT UNDIP – PT. PLN

UNIVERSITAS DIPONEGORO

SEMARANG

JULI 2015

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah – Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Tugas Akhir ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya pada Program DIII Kerjasama FT Undip – PT. PLN bidang Teknik Mesin Universitas Diponegoro.

Penulis mendapat banyak saran, bimbingan, serta bantuan dari berbagai pihak selama menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih khususnya kepada :

1. Ir. H. Zainal Abidin, MS. selaku ketua Program Studi Diploma III Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang.
2. Ir. Bambang Winardi Selaku Ketua Program Kerjasama DIII FT UNDIP
3. Bambang Setyoko, ST, M.Eng. Selaku Ketua Program Studi Diploma III Teknik Mesin Fakultas Diponegoro.
4. Drs. Ireng Sigit Atmanto, M.Kes selaku Koordinator Bidang Teknik Mesin Program DIII Kerjasama FT Undip – PT. PLN (Persero).
5. Drs. Sutrisno, M.T. selaku dosen wali kelas PLN angkatan 2012 PSD III Teknik Mesin FT UNDIP – PT. PLN (Persero).
6. Drs. Juli Mriharjono, MT selaku dosen pembimbing Tugas Akhir.
7. Operator di PLTU 3 Jawa Timur Tanjung Awar-Awar yang telah banyak membantu dan membimbing dalam penulisan Tugas Akhir.

8. Kedua orang tua atas dukungan materiil dan non materiil yang selalu diberikan.
9. Teman-teman angkatan 2012 Program Diploma III Teknik Mesin UNDIP yang telah membantu menyelesaikan laporan ini.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu penulis sangat menghargai kritik dan saran yang membangun untuk kesempurnaan dari laporan ini.

Akhirnya penulis berharap Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan para pembaca.

Semarang, 27 Mei 2015

Aditya Mahendra Sasmita

PERHITUNGAN PERFORMA ALAT PENUKAR KALOR AIR PREHEATER A DAN B TIPE ROTARY LAP UNIT 1 PLTU 3 JAWA TIMUR TANJUNG AWAR-AWAR

Kebutuhan pemanasan awal untuk udara pembakaran pada boiler sekarang ini menjadi suatu keharusan sebagai usaha untuk meningkatkan efisiensi boiler. Rotary air preheater digunakan untuk pemanasan awal (preheater) pada saat pembakaran di dalam ruang bakar terjadi, khususnya pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU). Udara pembakaran yang dibutuhkan di ruang bakar diharapkan memiliki temperatur yang lebih tinggi agar menghasilkan pembakaran yang lebih sempurna. Apabila air preheater dioperasikan beberapa waktu, maka akan terjadi penurunan unjuk kerja dari alat tersebut. Penurunan unjuk kerja bisa jadi disebabkan oleh terbentuknya kerak, korosi, kebocoran (leakage) maupun aliran fluida yang menyebabkan friksi terhadap dinding alat

Tujuan dari perhitungan performa ini adalah membandingkan seberapa besar penurunan kinerja air preheater sejak awal operasi pada beban 100%. Perbandingan yang digunakan adalah data saat awal operasi, data kondisi operasi bulan Oktober 2014, dan data kondisi operasi pada bulan April 2015. Dalam kasus ini Efisiensi air preheater pada saat awal operasi hingga bulan April 2015 mengalami penurunan sebesar 7,21 % pada APH A, dan 9,3 % pada APH B. Hal ini menunjukkan jumlah panas yang hilang terus meningkat karena terbentuknya kerak di permukaan plat perpindahan panas, penurunan tekanan, dan kebocoran udara, sehingga proses perpindahan panas yang terjadi belum bisa optimal.

Kata kunci : perpindahan panas, air preheater, efisiensi

CALCULATION OF PERFORMANCE HEAT EXCHANGER AIR PREHEATER A AND B TYPE ROTARY LAP 3 UNIT 1 JAWA TIMUR TANJUNG AWAR-AWAR POWER PLANT

The need for combustion air preheating the boiler now become a necessity in an attempt to improve the efficiency of the boiler. Rotary air pre-heater is used to preheat (preheater) during combustion in the combustion chamber occurs, especially in Steam Power Plant (CPP). Required combustion air in the combustion chamber is expected to have a higher temperature in order to produce a more complete combustion. If water preheater operated some time, there will be a decline in the performance of these tools. Decline in performance could be due to scaling, corrosion, leakage (leakage) as well as fluid flow that causes friction against the wall plate.

The purpose of this is to compare the performance calculation how much air preheater decline in performance since the start of operations at 100% load. Comparison of the data used is at the beginning of the operation, the operating condition data in October 2014, and the operating condition data in April 2015. In this case the efficiency of water preheater at the beginning of the operation until the month of April 2015 decreased by 7.21% on APH A, and 9.3% at APH B. this shows the amount of heat lost continues to rise due to the formation of a crust on the surface of the heat transfer plate, pressure drop, and leakage of air, so as heat transfer process that occurs can not be optimal.

Keywords: heat transfer, air preheater, efficiency

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
HALAMAN TUGAS PROYEK AKHIR	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
HALAMAN PERNYATAAN PUBLIKASI	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAKSI	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Metodologi Penulisan	4
1.7 Sistematika Penulisan.	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Skema Sistem Udara Pembakaran dan Gas Buang	6
2.2 Perpindahan Kalor	8
2.2.1 Pancaran (Radiasi)	9
2.2.2 Hantaran (Konduksi)	9
2.2.3 Aliran (Konveksi)	10
2.2.4 Aliran Laminar dan Turbulen	10
2.2.5 Reynold Number	11
2.2.6 Prandtl Number	13
2.2.7 Nusselt Number	14

2.2.8 Log Mean Temperature Difference (LMTD)	15
2.2.9 Laju Perpindahan Panas	17
2.2.10 Koefisien Perpindahan Panas Keseluruhan (U)	18
2.3 Pengertian <i>Heat Exchanger</i>	19
2.4 Heat Exchanger Air Preheater	19
2.4.1 Tubular Air Preheater	20
2.4.2 Regenerative Air Preheater	21
2.4.2.1 Ljungstrom Air Heater	23
2.4.2.2 Rothemühle Air Heater	24
2.5 Losses (Kerugian-kerugian)	25
2.5.1 Faktor Pengotoran (Fouling factor)	26
2.5.2 Kebocoran Udara (Air leakage)	27
2.5.2.1 Kebocoran Circumferential Seal	28
2.5.2.2 Kebocoran Radial Seal	29
2.5.3 Pressure drop	30
2.6 Efisiensi Air Heater	31
BAB III METODOLOGI	33
3.1 Tinjauan Umum	33
3.2 Prinsip Kerja Peralatan	35
3.3 Data Perencanaan	36
3.4 Variabel	39
3.5 Flowchart Perhitungan	41
BAB IV PEMBAHASAN.....	50
4.1 Pembahasan nilai koefisien perpindahan panas keseluruhan (U)	50
4.2 Pembahasan nilai faktor pengotoran	52
4.3 Pembahasan kebocoran udara (<i>Air Leakage</i>)	53
4.4 Pembahasan efisiensi air preheater	54
4.5 Pembahasan pressure drop	55
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	56
5.1 Kesimpulan	56
5.2 Saran	57
DAFTAR PUSTAKA	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Siklus <i>flue gas</i> , udara primer dan udara sekunder	8
Gambar 2.2	Struktur aliran turbulen didekat benda padat.....	11
Gambar 2.3	Distribusi Suhu Dalam Penukar Panas untuk jenis aliran <i>counterflow</i>	16
Gambar 2.4	Komponen-komponen proses pembakaran <i>boiler</i>	20
Gambar 2.5	<i>Tubular Air Preheater</i>	21
Gambar 2.6	<i>Air Preheater</i> Tipe <i>Tri-sector</i> , Tipe <i>Quart Sector</i> , dan <i>Concentric Sector</i>	22
Gambar 2.7	Komponen <i>air heater</i> tipe <i>Ljungstrom</i>	24
Gambar 2.8	<i>Air Heater</i> tipe <i>Rothemühle</i>	25
Gambar 2.9	Jalur Aliran Kebocoran <i>Air heater</i>	27
Gambar 2.10	Kebocoran <i>Circumferential</i> dan <i>Radial</i>	30
Gambar 3.1	Elemen Pemanas <i>Air Preheater</i>	35
Gambar 3.2	Arah Putaran <i>Tri-sector Air Preheater</i>	36
Gambar 4.1	Grafik perbandingan nilai koefisien perpindahan panas keseluruhan	51
Gambar 4.2	Grafik perbandingan nilai faktor pengotoran	52
Gambar 4.3	Grafik perbandingan kebocoran udara (<i>Air leakage</i>)	53
Gambar 4.4	Grafik perbandingan efisiensi <i>air preheater</i>	54
Gambar 4.5	Grafik perbandingan <i>pressure drop</i>	55

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Rentang Nilai Bilangan Prandtl Untuk Fluida	14
Tabel 3.1	Spesifikasi <i>Air Preheater</i>	33
Tabel 3.2	Format Data Masukan	38
Tabel 3.3	Data sample kondisi operasi <i>air preheater</i>	45
Tabel 4.1	Hasil perhitungan rata-rata performa <i>air preheater</i>	50

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A-1	Pelaksanaan Metode Pengamatan dan Pencatatan data Komputer Pemantau.....	58
Lampiran A-2	Penentuan Nilai Kalor Spesifik	71
Lampiran A-3	Data Kondisi Operasi dan Hasil Perhitungan	72