

**ANALISA KERUGIAN ENERGI PADA *BOILER* PIPA API
DENGAN KAPASITAS 5 TON/JAM**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menempuh Tugas akhir

Program perkuliahan Sarjana Teknik Strata Satu (1)



PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA

2014

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertandatangan dibawah ini,

Nama : Guruh Fauzian

N.I.M : 41309010065

Program Studi : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Judul : Analisa Kerugian Energi Pada Boiler Pipa
Api Dengan Kapasitas 5ton/jam.

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan Skripsi yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari penulisan ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan tata tertib di Universitas Mercu Buana.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

Penulis


(Guruh Fauzian)

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA KERUGIAN ENERGI PADA BOILER PIPA API DENGAN KAPASITAS 5TON/JAM



Disusun Oleh :

Nama : Guruh Fauzian

NIM : 41309010065

Program Studi : Teknik Mesin

Pembimbing I

Pembimbing II

 UNIVERSITAS
MERCU BUANA
(Nanang Ruhyat, ST. MT.)


(Ir. Yuriadi Kusumah, M.Eng.)

Mengetahui,

Koordinator Tugas Akhir / ketua Program Studi

(Prof. Dr. Ir. Drs. Gimbal Doloksaribu, MM)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT, karena atas rahmat dan petunjuknya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dan dapat menyelesaikan laporan ini. Laporan Tugas Akhir ini disusun untuk melengkapi sebagian syarat dalam mencapai gelar Sarjana S1 Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.

Dalam penyusunan laporan ini, penulis melakukan pembahasan tentang Analisa Kerugian Energi Pada Boiler Pipa Api Dengan Kapasitas 5ton/jam. Dalam menyelesaikan laporan ini penulis berhasil mengumpulkan data Primer maupun Sekunder dari tempat observasi dan dari beberapa buku pustaka. Dengan menyusun laporan ini diharapkan agar mahasiswa program studi Teknik Mesin dapat menganalisa serta memahami hal-hal yang harus dilakukan dalam menghitung kerugian energi pada sistem boiler hingga tercapainya efisiensi energi yang maksimal.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak-pihak yang telah mendukung memberikan pembelajaran-pembelajaran, bimbingan, dan bantuan hingga terselesaikannya laporan ini. Adapun pihak-pihak tersebut antara lain:

1. Allah SWT, yang telah memberikan rahmatnya dan karunia-Nya
2. Kedua Orang tua Ibu dan Bapak, serta Kakak dan adik saya atas doa, perhatiannya, bantuan moral maupun moril dan nasehatnya

3. Bapak Prof. Dr. Ir. Drs. Gimbal Doloksaribu, MM, selaku sebagai Koordinator Tugas Akhir dan Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
4. Bapak Nanang Ruhyat, ST. MT, selaku Pembimbing I Tugas akhir dan Sekertaris Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana
5. Bapak Ir. Yuriadi Kusumah, M.Eng, selaku Pembimbing II Tugas Akhir dan juga sebagai Motivator saya dalam mengerjakan tugas akhir ini.
6. Ibu Niki Intan Kanofi, AM.d. Par, yang memberikan semangat dan dukungan selama mengerjakan Tugas Akhir.
7. Semua Teman-teman Program Studi Teknik Mesin 2009

Semoga Allah SWT melimpahkan Rahmatnya dan Hidayah-Nya atas segala kebaikan yang telah diberikan. Sangat disadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan pada laporan ini, oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca dalam penyempurnaan Laporan ini. Semoga Laporan ini dapat bermanfaat bagi rekan mahasiswa Teknik Mesin pada umumnya.

Jakarta, 12-16-2013

Guruh Fauzian

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Halaman Pernyataan.....	ii
Halaman Pengesahan	iii
Abstrak	iv
Kata Pengantar	v
Daftar Isi.....	vii
Daftar Notasi	xii
Daftar Gambar.....	xiii
Daftar Grafik	xiv
Daftar Tabel	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.4.1 Waktu dan Tempat	3
1.4.2 Studi Pustaka.....	4

1.4.3 Pengumpulan Data	4
1.4.4 Alat Ukur.....	4
1.4.5 Pengolahan Data dan Hasil	4
1.5 Sistematika Penulisan	5
BAB II LANDASAN TEORI	7
2.1 Pengertian Ketel Uap	7
2.2 Diagram <i>Fase Steam</i>	10
2.3 Tipe-tipe <i>Boiler</i>	12
2.3.1 <i>Fire Tube Boiler</i>	13
2.3.2 <i>Water Tube Boiler</i>	13
2.3.3 <i>packaged boiler</i>	15
2.4 <i>Komponen Boiler</i>	16
2.5 Teori Perpindahan Panas Pada Boiler	17
2.5.1 Perpindahan Panas Secara Pancaran (<i>radiation</i>).....	17
2.5.2 Perpindahan Panas Secara Aliran (<i>convection</i>).....	18
2.5.3 Perpindahan Panas Secara Rambatan (<i>conduction</i>) ..	19
2.6 Mekanisme Sistem Penyuplai Panas Pada Boiler	19
2.6.1 Mekanisme Penyuplaian Udara	19

2.6.2	Pengaturan Penyuplaian Udara dan <i>Air Heater</i>	20
2.6.3	Pengaturan Temperatur Udara	21
2.6.4	Pengaturan Aliran Udara Pada Boiler	22
2.6.5	Pengaturan <i>Air Heater</i>	22
2.7	<i>Blowdown</i>	23
2.7.1	Perhitungan <i>Blowdown</i>	24
2.7.2	Rekomendasi untuk Kualitas air umpan	25
2.8	Pengkajian Boiler	25
2.8.1	Evaluasi Kinerja Boiler	25
2.8.2	Neraca Panas	26
2.9	Efisiensi Boiler	28
2.9.1	Metode <i>Input-Output (direct)</i> dalam menentukan efisiensi boiler	29
2.9.2	Metode Kehilangan Panas (<i>direct</i>) dalam menentukan efisiensi boiler	31
2.9.3	Faktor yang Mempengaruhi Efisiensi Boiler	36
2.9.4	Peluang Efisiensi Energi	39

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir. 40

BAB IV PERHITUNGAN DAN ANALISA 41

4.1 Analisa dan Pembahasan..... 41

4.2 Analisa Data dan Perhitungan..... 41

A.Lokasi Penelitian..... 41

B.Spesifikasi Penelitian. 42

4.3 Data Perhitungan Analisa..... 43

A. Metode *input-output (direct)*..... 43

B. Metode Kehilangan Panas (*indirect*)..... 43

4.3.1 Pengolahan Data..... 44

4.3.2 Data Metode Kehilangan Panas (*indirect*). 45

4.4 Evaluasi Hasil Analisa dan Perhitungan Efisiensi. 49

4.5 Analisa *Steam System Assessment Tool*. 57

4.5.1 Hasl Data pada saat Oprasi 57

4.5.2 Hasil Data *Operation After Project*..... 58

4.5.3 *Surface Heat Loss* 59

4.5.4 *Exposed Area for Heat Loss*..... 59

4.6 Ringkasan.....	65
BAB IV PENUTUP	66
5.1 Simpulan	66
5.2 Saran dan Penelitian Berikutya	66
DAFTAR PUSTAKA	68
LAMPIRAN	



DAFTAR NOTASI

hf	: Entalpi air umpan dalam kcal/kg air
hg	: Entalpi steam jenuh dalam kcal/kg steam
ASME	: American Society of Mechanical Engineers
ASS	: Massa udara sebenarnya yang dipasok/kg bahan bakar
BMCR	: Boiler Maximum Continuous Rate
CFB	: Circulating Fluidized bed Boiler
C	: Carbon
CO ₂	: Karbon dioksida
EA	: Excess Air
GCV	: Gross Calorie Value
HHV	: High Heating Value
H ₂	: Hydrogen
IDF	: Induced Draft Fan
LHV	: Low Heating Value
O ₂	: Oksigen
PAF	: Primary Air Fan
RTD	: Resistance Temperature Detector
SAF	: Air Fan
S	: Sulfur
SSAT	: Steam System Assessment Tool
Tf	: Temperatur gas buang
Ta	: Temperatur ambien

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 : Kurva Steam jenuh(*steam saturation curve*)

Gambar 2.2 : Diagram *Fase entalpi* suhu

Gambar 2.3 : *Fire Tube Boiler*

Gambar 2.4 : Diagram Sederhana *Water Tube Boiler*

Gambar 2.5 : Jenis Paket Boiler *3pass*, Bahan Bakar Minyak

Gambar 2.6 : Diagram Neraca Energi Boiler

Gambar 2.7 : Kehilangan pada Boiler

Gambar 3.1 : Bagan Diagram Alir

Gambar 4.1 : *Boiler UL-S 5000*

Gambar 4.2 : *SSAT Curent Operation*

Gambar 4.3 : *SSAT Operation After Project*

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 *Natural Gas*



DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 : Komposisi Gas Alam

Tabel 4.2 : Data Metode *input-output* Menentukan Efisiensi

Tabel 4.3 : Hasil *ultimate natural gas*

Tabel 4.4 : Hasil Pengukuran *flue gas* Boiler

Tabel 4.5 : Nilai Kalor

Tabel 4.6 : Hasil Analisa Metode *input-output (direct)*

Tabel 4.7 : Hasil Analisa Metode Kehilangan Panas (*indirect*)

Tabel 4.8 : Hasil Analisis *Heat Loss*

Tabel 4.9 : Hasil Analisa *SSAT*

Tabel 4.10 : Hasil Analisis *Stack Loss*

