



**ANALISIS EFISIENSI BOILER DENGAN KAPASITAS UAP
1950 kg/jam**

SKRIPSI

**ANGGA RIKRIK KUSUMADINATA
1010311028**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN” JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN
2014**



**ANALISIS EFISIENSI BOILER DENGAN KAPASITAS UAP
1950 kg/jam**

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Ilmu Teknik**

ANGGA RIKRIK KUSUMADINATA

1010311028

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN” JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN

2014

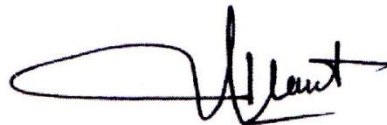
LEMBAR PERSETUJUAN

Telah diperiksa, disetujui dan diterima dengan baik oleh pembimbing skripsi untuk diajukan sidang.

Nama : Angga Rikrik Kusumadinata
NRP : 101.0311.028
Jurusan : Teknik mesin strata satu (S-1)
Judul Skripsi : **“ANALISIS EFISIENSI BOILER
DENGAN KAPASITAS UAP 1950
kg/jam ”**

Jakarta, 15 Agustus 2014

Dosen Pembimbing



(Ir. Saut Siagian,MT)

Kepala Program Studi



(Ir. M. Galbi Bethalembah MT)

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi diajukan oleh :

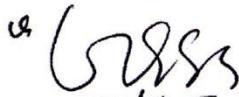
Nama : Angga Rikrik Kusumadinata

NRP : 101.0311.28

Program Studi : Teknik Mesin

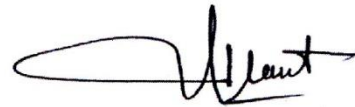
JudulSkripsi : **“ANALISIS EFISIENSI BOILER DENGAN KAPASITAS UAP 1950 kg/jam”**

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta.



Muhammad. As'adi, ST, MT

Penguji Utama



Ir. Saut Siagian, MT

Penguji Kedua



Ir. M. Galbi Bethalembah, MT

Penguji Lembaga



Ir. M. Galbhi Bethalembah, MT

Kepala Program Studi



Ir. B. B. Sulistiyono, S. Sos, M. AP

Dekan

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal ujian : agustus 2014

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul :

ANALISIS EFISIENSI BOILER DENGAN KAPASITAS UAP 1950 kg /jam

Yang dibuat untuk melengkapi persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapat gelar sarjana di lingkungan Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta, maupun diperguruan tinggi atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 15 Agustus 2014

Tandatangan



Angga Rikrik Kusumadinata

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TESIS
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta, saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : AnggaRikrikKusumadinata
NRP : 101 0311 028
Fakultas : Teknik
Program Studi : TeknikMesin
JenisKarya : (TugasAkhir/Skripsi/Tesis)*

ANALISIS EFISIENSI BOILER DENGAN KAPASITAS UAP 1950 kg /jam

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

ANALISIS EFISIENSI BOILER DENGAN KAPASITAS UAP 1950 kg /jam

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti ini Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir/Skripsi/Tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta
Pada Tanggal : 15 Agustus 2014

Yang menyatakan,



(Angga Rikrik Kusumadinata)

KATA PENGANTAR

Puji syukur senantiasa selalu tercurah pada ALLAH SWT yang dengan segala kebesaran dan kuasa-Nya selalu memberikan kemudahan, kekuatan serta petunjuk kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.

Skripsi ini disusun dan diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta. Topik yang dipilih merupakan kelompok dalam bidang Konversi Energi dengan judul “ANALISIS EFISIENSI BOILER DENGAN KAPASITAS UAP 1950 kg/Jam”. Penyelesaian Skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak yang telah diberikan kepada penulis. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang tulus dan ikhlas kepada :

1. Ir. M. Galbi Bethalembah, MT selaku Ketua Prodi Teknik Mesin Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta.
2. Bapak Ir. Saut Siagian, MT selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan saran dan bimbingannya kepada penulis dalam penyelesaian Skripsi ini.
3. Teman-Teman Teknik Mesin S-1 UPN ”veteran” Jakarta, Solidarity M Forever
4. Teman seperjuangan Optimis 2010 Tejo, Jangkung, Batak, Jait, Tomo, Alay, Doyok, Capung, Bokir, Caplang, Ibeng, Jamet, Ucok, Bopak, Bokep, Arab, Pitak, Emon, Bogel, Pungky, Elan
5. Abang-abang optimis 2008, optimis 2009, serta adik-adik optimis 2011, optimis 2012 dan optimis 2013
6. Seluruh staf pengajar di Program Studi Teknik Mesin Universitas Pembangunan Nasional ”Veteran” Jakarta yang tidak dapat disebutkan satu per satu disini. Terima kasih atas bimbingan dan ilmu yang telah diajarkan.
7. Orang tua (Ayah Edi Ibu Apong) beserta Ua (Tata Carwita) yang selalu memberikan kasih sayang, dorongan, dukungan dan aliran do’a untuk setiap langkah yang ditempuh penulis selama pendidikan di UPNVJ.

8. Segenap Mahasiswa Teknik Mesin Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta terima kasih atas motivasi dan dukungannya.

Semoga isi Skripsi ini dapat menambah wawasan pembaca pada umumnya dan penulis pada khususnya. Kesalahan dan kekurangan tentu tak lepas dari sifat manusia karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun agar penulis dapat menjadi manusia yang lebih baik.

Jakarta, 15 Agustus 2014

Penulis

ABSTRAK

Efisiensi boiler adalah proses pembakaran dengan air atau uap dalam boiler. Umumnya boiler memakai bahan bakar cair(residu, solar), padat (batu bara) , atau gas. Di PLTU surabaya menggunakan bahan bakar padat(batu bara), jenis bahan bakar sub-bituminous. Analisa efisiensi boiler dapat menggunakan metode langsung dan tidak langsung, untuk metode langsung memerlukan sedikit parameter untuk perhitungan. Dan metode secara tidak langsung dapat diketahui neraca bahan dan energi yang lengkap untuk setiap aliran, yang dapat memudahkan dalam mengidentifikasi kehilangan panas untuk mendapatkan efisiensi boiler. Dari hasil perhitungan secara langsung diketahui jenis boiler berbahan bahan bakar batu bara, jumlah steam yang dihasilkan 1874 kg /jam, Tekanan steam/suhu $168 \text{ kg/cm}^2 / 538^0 \text{ C}$, Jumlah pemakaian batu bara 215 kg/jam, Suhu air umpan 287^0 C , GCV batu bara 4850 kkal/kg, Entalpi steam pada tekanan 812 kkal/kg, Entalpi air umpan 304 kkal/kg. maka dapat efisiensi secara langsung adalah 78 %. Perhitungan efisiensi secara tidak langsung Analisis ultimate batubara Carbon (C) : 56,8 %, Hydrogen (H₂) : 3,7 %, Sulfur (S) : 2 %, Oksigen (O₂) : 7 %, Kadar air : 12,5 %, GCV Batu Bara 4850 kkal/kg, Persentase oksigen 8 %, Suhu gas buang (T_f) 166^0 C , Suhu ambient (T_a) 29^0 C , Rasio kelembaban 0,027 kg/kg udara kering, maka dapat efisiensi secara tidak langsung adalah 86 %.

Kata kunci : efisiensi boiler, steam, ASME

ABSTRACT

The efficiency of the boiler is burning process with water or steam in the boiler. Generally uses liquid fuel boilers (residue, diesel), solid (coal), or gas. In Suralaya using solid fuels (coal), sub-bituminous fuels. Boiler efficiency analysis using direct and indirect methods, to require the direct method in few parameters for the calculation. And indirect methods can be obtained mass and energy balance for each stream is complete, which could make it easier to identify the loss of heat to get the boiler efficiency. From the calculation results directly known type of fuel fired boilers coal, the amount of steam produced 1874 kg/h, steam pressure/temperature of 168 kg/cm²/538 °C, Number of stones bara 215 kg/h, feed water temperature 287 °C, coal GCV 4850 kcal/kg, enthalpy of steam at a pressure of 812 kcal/kg, enthalpy of feed water 304 kcal/kg. it can be directly efficiency is 82.48%. Calculation of efficiency indirectly Ultimate analysis of coal Carbon(C): 56.8%, Hydrogen(H₂): 3.7%, Sulfur(S): 2%, Oxygen(O₂): 7%, Moisture: 12, 5%, Coal GCV 4850 kcal/kg, percentage of 8% oxygen, the exhaust gas temperature (T_f) 166° C, ambient temperature (T_a) 29° C, humidity ratio of 0.027 kg/kg dry air, fuel efficiency, it can indirectly is 85%.

Keywords: efficiency boilers, steam, ASME

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR ISTILAH DAN SATUAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Maksud dan Tujuan	2
1.3 Rumusan Masalah	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Sistematika Penulisan	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
II.1 Penelitian Sebelumnya	4
II.2 Dasar Teori	4
II.3 Evaluasi Kinerja Boiler	13
II.4 Sistem Perpindahan Panas pada boiler	15
II.5 Proses Pembentukan Uap	18
II.6 Pembakaran pada boiler	19
II.7 Kebutuhan Udara	26
II.8 Rumus Perhitungan	27
BAB III METODE PERHITUNGAN	
III.1 Diagram Alir Perhitungan	31
III.2 Langkah Perhitungan	32
III.3 Lokasi Pengambilan Data	32
III.4 Langkah Pengambilan Data	33
III.5 Spesifikasi design boiler.....	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
IV.1 Deskripsi Hasil Pembahasan	34
IV.2 Perhitungan efisiensi boiler dengan metode langsung	34
IV.3 Perhitungan efisiensi boiler secara tidak langsung	35
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
V.1 Kesimpulan	39
V.2 Saran	39
DAFTAR PUSTAKA	40
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1	ketel uap (<i>Boiler</i>)	5
Gambar 2	Furnace	6
Gambar 3	Burner	6
Gambar 4	Steam drum	7
Gambar 5	Economizer	7
Gambar 6	Evaporator	8
Gambar 7	<i>Superheater</i>	9
Gambar 8	Condensor.....	10
Gambar 9	Diagram Sederhana <i>Fire Tube</i> Boiler	10
Gambar 10	Diagram Sederhana <i>Water Tube</i> Boiler	11
Gambar 11	Diagram Neraca Energi Boiler	13
Gambar 12	Kehilangan panas pada boiler yang berbahan bakar batu bara	14
Gambar 13	Pembentukan uap air pada pipa boiler	18
Gambar 14	Batu bara jenis antrasit	24
Gambar 15	Batu bara jenis bituminous	24
Gambar 16	Batu bara jenis sub – bituminous	25
Gambar 17	Batu bara jenis lignit	25
Gambar 18	Diagram alir perhitungan	31
Gambar 19	Lokasi PLTU UBP Suralaya	32

DAFTAR TABEL

Tabel 1	Batu bara mutu tinggi/ bituminous (bontang, Kalimantan timur).....	21
Tabel 2	Batu bara mutu rendah/lignite (sarongga, Kalimantan selatan).....	21
Tabel 3	Batu bara campur	22
Tabel 4	Kebutuhan udara pembakaran berbagai jenis batu bara.....	27
Tabel 5	Lembaran pengumpulan data	34
Tabel 6	Lembar analisis bahan bakar batu bara	35
Tabel 7	Lembar Pengumpulan Data	35

DAFTAR ISTILAH

Notasi

Q = jumlah steam yang dihasilkan
 q = jumlah bahan bakar yang digunakan
GCV = nilai panas kotor bahan bakar
 h_g = Entalpi steam jenuh
 h_f = Entalpi air umpan
 c_p = Panas jenis gas buang
 T_a = suhu gas buang
 T_f = suhu ambien

Satuan

kg/ jam
kg/jam
kkal/kg
kkal/kg
kkal/kg
 $^{\circ}\text{C}$
 $^{\circ}\text{C}$
 $^{\circ}\text{C}$