



**ANALISIS DAN SIMULASI EFISIENSI *BOILER*
DENGAN KAPASITAS UAP 1450 KG PER JAM**

SKRIPSI

MATHEW YERIKHO MANUEL

1810311046

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN

2023



**ANALISIS DAN SIMULASI EFISIENSI *BOILER*
DENGAN KAPASITAS UAP 1450 KG PER JAM**

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar
Sarjana**

**MATHEW YERIKHO MANUEL
1810311046**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN
2023**

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi diajukan oleh:

Nama : Mathew Yerikho Manuel

NRP : 1810311046

Program Studi : Teknik Mesin

Judul Skripsi : **ANALISIS DAN SIMULASI EFISIENSI BOILER
DENGAN KAPASITAS UAP 1450 KG PER JAM**

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi S1 Teknik Mesin Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.



(Ir. Fahrudin, S.T., M.T.)

Penguji Utama



(Muhammad Arifudin Lukmana, S.T., M.T.)

Penguji Lembaga




(Dr. Damora Rhakasywi, S.T., M.T., IPP)

Pembimbing I



(Ir. Fahrudin, S.T., M.T.)

Ka. Prodi Teknik Mesin



(Dr. Henry Binsar Hamonangan Sitorus, S.T., M.T.)

Dekan Fakultas Teknik

Di tetapkan di : Jakarta

Tanggal Ujian : 7 Juli 2023

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

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

Nama : Mathew Yerikho Manuel

NIM : 1810311046

Jurusan : Teknik Mesin Strata Satu (S-1)

Judul Skripsi : **“ANALISIS DAN SIMULASI EFISIENSI BOILER
DENGAN KAPASITAS UAP 1450 KG PER JAM”**

Jakarta, 13 Juli 2023

Dosen Pembimbing 1



(Dr. Damora Rakashywi, S.T., M.T.)

Dosen Pembimbing 2



(Muhammad Arifudin Lukmana, S.T., M.T.)

Kepala Program Studi



(Fahrudin, S.T., M.T.)

PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya sendiri, dan semua sumber yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Mathew Yerikho Manuel

NIM : 1810311046

Program Studi : S-1 Teknik Mesin

Bilamana dikemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan saya ini, masa saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Jakarta, 13 Juli 2023

Yang Menyatakan,



Mathew Yerikho Manuel

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 : Mathew Yerikho Manuel

NIM : 1810311046

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Mesin

Jenis Karya : Skripsi

ANALISIS DAN SIMULASI EFISIENSI *BOILER* DENGAN KAPASITAS UAP 1450 KG PER 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 DAN SIMULASI EFISIENSI *BOILER* DENGAN KAPASITAS UAP 1450 KG PER JAM

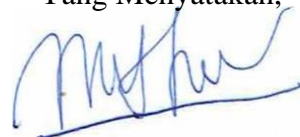
Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti ini Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta berhak menyimpan, mengalih media/ formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya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

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta

Pada Tanggal : 27 Maret 2023

Yang Menyatakan,



Mathew Yerikho Manuel

ANALISIS DAN SIMULASI EFISIENSI *BOILER* DENGAN KAPASITAS UAP 1450 KG PER JAM

Mathew Yerikho Manuel

ABSTRAK

Alat berupa bejana tertutup yang digunakan untuk menghasilkan uap disebut *boiler*. Uap dihasilkan di dalam *boiler* dengan memanaskan bejana yang berisi air menggunakan batubara sebagai bahan bakar. Proses pembakaran dengan air atau uap dalam *boiler* merupakan efisiensi *boiler* (ketel uap) yang umumnya memakai bahan bakar cair (residu atau solar), padat (batubara), dan gas. Pada penelitian yang dilakukan menggunakan jenis bahan bakar *sub-bituminous* berupa batubara. Analisis efisiensi *boiler* menggunakan metode langsung, yaitu nilai efisiensi didapat dari pembagian antara keluaran / *ouput* (*steam*) dengan panas masuk/ *input* (bahan bakar). Hasil perhitungan secara langsung diketahui *boiler* menggunakan bahan bakar batubara dengan data aktual yaitu jumlah uap yang dihasilkan 1375 kg/jam, tekanan uap dan suhu uap sebesar 174 kPa dan 445 °C, jumlah pemakaian batu bara 226 kg/jam, suhu air umpan 276 °C, GCV batubara 4675 kkal/kg, entalpi uap 794 kkal/kg, dan entalpi air umpan 266 kkal/kg maka didapatkan efisiensi secara langsung sebesar 68,7%. Selain itu, didapatkan hasil nilai udara lebih sebesar 58% dan nilai udara teoritis sebesar 6,7 kg/kg-f sehingga jumlah kebutuhan udara ideal yang efisien digunakan pada *boiler* dengan kapasitas uap 1450 kg/jam dalam proses pembakaran yaitu sebesar 3,953 kg/kg-f untuk setiap kilogram batubara. Pada hasil simulasi, *countour pressure* dan *velocity* efisiensi *boiler* bekerja dengan baik karena pembakaran dan aliran fluida berjalan dengan baik lalu *countour thermal* efisiensi *boiler* bekerja kurang baik karena disebabkan *coal flow* dan temperature yang kecil. Sedangkan pada grafik *iterations* residual bekerja dengan baik sedangkan pada grafik *velocity – magnitude* tercapai kecepatan tertinggi dan grafik *temperature* tercapai suhu tertinggi.

Kata kunci: Ketel uap, Efisiensi, Pembakaran, Udara.

ANALYSIS AND SIMULATION OF BOILER EFFICIENCY WITH 1450 KG/HOUR STEAM CAPACITY

Mathew Yerikho Manuel

ABSTRACT

A device in the form of a closed vessel used to produce steam is called a boiler. Steam is generated inside the boiler by heating a vessel filled with water using coal as fuel. The combustion process with water or steam in a boiler is the efficiency of a boiler (steam boiler) which generally uses liquid fuel (residue or diesel), solid (coal), and gas. In research conducted using a type of sub-bituminous fuel in the form of coal. Analysis of boiler efficiency uses a direct method, where the efficiency value is obtained from the division between output / output (steam) with incoming heat / input (fuel). The calculation results are directly known boilers using coal fuel with actual data, namely the amount of steam produced 1375 kg / hour, steam pressure and steam temperature of 174 kPa and 445 °C, the amount of coal use 226 kg / hour, feed water temperature 276 °C, GCV coal 4675 kcal / kg, steam enthalpy 794 kcal / kg, and feed water enthalpy 266 kcal / kg so that direct efficiency of 68.7% is obtained. In addition, the results of more air value of 58% and theoretical air value of 6.7 kg / kg-f are obtained so that the ideal efficient air requirement is used in boilers with a steam capacity of 1450 kg / hour in the combustion process of 3.953 kg / kg-f for each kilogram of coal. In the simulation results, the countour pressure and velocity efficiency of the boiler work well because combustion and fluid flow run well then the thermal countour boiler efficiency works poorly because it is caused by coal flow and small temperature. While on the residual iterations graph works well while on the velocity – magnitude graph the highest speed is reached and the temperature graph is reached the highest temperature.

Keywords: *Boiler, Efficiency, Combustion, Air.*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa. Atas rahmat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “ANALISIS DAN SIMULASI EFISIENSI *BOILER* DENGAN KAPASITAS UAP 1450 KG PER JAM”. Penulisan skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik, Jurusan Teknik Mesin Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik dengan bantuan, bimbingan, masukan dan dorongan dari berbagai pihak secara langsung dan tidak langsung. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua saya yang selalu memberikan dukungan berupa materi, moril, dan doa setiap waktunya. Serta yang selalu menjadi alasan untuk tetap semangat melanjutkan sesuatu yang telah dimulai.
2. Bapak Dr. Damora Rakasywi S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I penulis dalam penulisan skripsi ini yang selalu mendampingi, memberi masukan, dan membimbing penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Muhammad Arifudin Lukmana S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II penulis dalam penulisan skripsi ini yang selalu mendampingi, memberi masukan, dan membimbing penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Bapak Fahrudin S.T., M.T. selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta.
5. Bapak Dr. Henry Binsar Hamonangan Sitorus, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta.
6. Seluruh jajaran Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta yang telah membantu dalam perizinan dan administrasi.

7. Semua pihak yang telah membantu dalam proses penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna untuk itu penulis mohon maaf kepada para pembaca apabila terdapat kesalahan atau kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Saya berharap semoga pembaca mendapatkan ilmu yang bermanfaat sesuai dengan pengalaman penulis saat melakukan penelitian ini.

Jakarta, 27 Maret 2023

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	iii
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	iv
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	v
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR/ SKRIPSI/ TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	vi
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Penelitian Sebelumnya	4
2.2 Pengertian <i>Boiler</i>	4
2.2.1 Sistem <i>Boiler</i>	5
2.2.2 Komponen Utama <i>Boiler</i>	8
2.2.3 Mekanisme <i>Boiler</i>	9

2.2.4	Perawatan <i>Boiler</i>	10
2.3	Pengertian dan Perhitungan Efisiensi <i>Boiler</i>	16
2.4	Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Efisiensi <i>Boiler</i>	16
2.5	Pembakaran Sempurna dan Udara Ideal	17
2.6	Pengoptimalan Suhu Cerobong	18
BAB 3 METODE PENELITIAN		19
3.1	Tempat Penelitian.....	19
3.2	Tahapan Penelitian.....	19
3.3	Studi Literatur	20
3.4	Prosedur Penelitian	20
3.5	Analisis Data	21
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		22
4.1	Metode Pengkajian Efisiensi <i>Boiler</i>	22
4.2	Perhitungan Efisiensi <i>Boiler</i>	22
4.3	Perhitungan Pembakaran Sempurna dan Udara Ideal	23
4.4	Hasil dan Pembahasan	25
4.4.1	Simulasi Terhadap <i>Countour Thermal Fluida</i> , Kecepatan Fluida, dan Tekanan Fluida Pada Boiler dengan Kapasitas Uap 1450 Kg/Jam.	25
BAB 5 KESIMPULAN		37
5.1	Kesimpulan	37
5.2	Saran.....	37
DAFTAR PUSTAKA		
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		
DAFTAR LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perawatan Harian Boiler	12
Tabel 2. 2 Perawatan Mingguan Boiler	13
Tabel 2. 3 Perawatan Bulanan Boiler.....	13
Tabel 2. 4 Perawatan Quarterly (6 bulan)	14
Tabel 2. 5 Perawatan Tahunan Boiler	15
Tabel 4. 1 Pengumpulan Data Efisiensi Boiler	22
Tabel 4. 2 Pengumpulan Data Sampel Batubara	23
Tabel 4. 3 Pengumpulan Data Kandungan Udara pada Inlet Air Heater	23
Tabel 4. 4 Analisis Efisiensi Boiler Dengan Kapasitas Uap 1450 Kg/Jam	25
Tabel 4. 5 Boundary Condition Define.....	25
Tabel 4. 6 Fluid Zone	26
Tabel 4. 7 Inlet.....	27
Tabel 4. 8 Hasil Simulasi	29
Tabel 4. 9 Inlet.....	30
Tabel 4. 10 Injection of Coal Spesification	30
Tabel 4. 11 Result	31

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Boiler</i>	5
Gambar 2. 2 <i>Thermometer Dial</i> untuk <i>Boiler</i>	18
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	19
Gambar 4. 1 <i>Boundary Condition Value</i>	26
Gambar 4. 2 <i>Coal Parameter</i>	27
Gambar 4. 3 <i>Coal Calculator</i>	28
Gambar 4. 4 Hasil Simulasi Pada <i>Pressure</i>	32
Gambar 4. 5 Hasil Simulasi 2D dan 3D pada <i>Thermal Fluida</i>	33
Gambar 4. 6 Detail Aliran Fluida pada Inlet	34
Gambar 4. 7 Simulasi 2D <i>Velocity</i>	34
Gambar 4. 8 Simulasi 3D <i>Velocity</i>	34
Gambar 4. 9 <i>Iterations</i>	35
Gambar 4. 10 <i>Area-Weighted Average of Velocity-Magnitude</i>	36
Gambar 4. 11 <i>Area-Weighted Average of Temperature</i>	36

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Langkah – Langkah Simulasi Efisiensi Boiler dengan Kapasitas Uap 1450 Kg Per Jam pada *Software Ansys Fluent*.

Lampiran 2. Kualitas dan Jenis *Meshing* pada Masing – Masing *Component*

Lampiran 3. Material yang Digunakan dalam Simulasi

Lampiran 4. Lembar Konsultasi Dosen Pembimbing 1 Dan 2