

**LAPORAN TUGAS AKHIR**

**ANALISIS PERFORMA PROSES PRODUKSI *STEAM* PADA  
*BOILER* MENGGUNAKAN BAHAN BAKAR *REFINERY FUEL OIL*  
DENGAN PERHITUNGAN *INDIRECT METHODE***



**SAEFUL BAKHRI**

**212114001**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS NAHDLATUL ULAMA AL GHAZALI CILACAP  
2023**

# **TUGAS AKHIR**

## **ANALISIS PERFORMA PROSES PRODUKSI *STEAM* PADA *BOILER* MENGUNAKAN BAHAN BAKAR *REFINERY FUEL OIL* DENGAN PERHITUNGAN *INDIRECT METHODE***

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Pada  
Program Pendidikan Teknik Mesin Program Sarjana (S1)  
Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali Cilacap**



**Oleh :**

**SAEFUL BAKHRI**

**212114001**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN (S1)**

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

**UNIVERSITAS NAHDLATUL ULAMA AL GHAZALI CILACAP**

**2023**

## PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Saeful Bakhri  
NIM : 212114001  
Program Studi : S1 Teknik Mesin

Dengan ini menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir/ Skripsi dengan judul :

“ANALISIS PERFORMA PROSES PRODUKSI *STEAM* PADA BOILER  
MENGUNAKAN BAHAN BAKAR *REFINERY FUEL OIL* DENGAN  
PERHITUNGAN *INDIRECT METHODE*”

Adalah bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Nahdlatul Ulama Al-Ghazali Cilacap, maupun di Perguruan Tinggi atau Instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Cilacap, 12 November 2023



SAEFUL BAKHRI

NIM : 212114001

## PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Yang bertanda tangan dibawah ini, saya :

Nama : SAEFUL BAKHRI  
NIM : 212114001  
Program Studi : Teknik Mesin  
Perguruan Tinggi : Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali Cilacap

Dengan ini menyetujui memberikan kewenangan kepada Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali Cilacap untuk menyimpan, mengalih-media/format-kan, merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya dengan judul “ANALISIS PERFORMA PROSES PRODUKSI *STEAM* PADA BOILER MENGGUNAKAN BAHAN BAKAR *REFINERY FUEL OIL* DENGAN PERHITUNGAN *INDIRECT METHODE*” untuk kepentingan akademis .

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Cilacap , 12 November 2023



SAEFUL BAKHRI

NIM : 212114001

# LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir Saudara,

Nama : Saeful Bakhri

NIM : 212114001

Judul : Analisis Performa Proses Produksi *Steam* Pada *Boiler* Menggunakan Bahan Bakar *Refinery Fuel Oil* dengan Perhitungan *Indirect Methode*

Telah disidang Tugas Akhir oleh Dewan Penguji Fakultas Teknologi Industri Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali (UNUGHA) Cilacap pada hari / tanggal :

**Jum'at, 17 November 2023**

Dan dapat diterima sebagai pemenuhan tugas akhir mahasiswa Program Strata 1 (S.1) Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri pada Universitas Nahdlatul Ulama Al Ghazali (UNUGHA) Cilacap.

Mengetahui,

Penguji 1



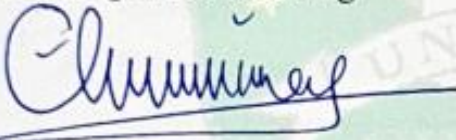
**Ir. Sigit Suwanto, M.T.**  
NIDN. 0628117802

Penguji 2



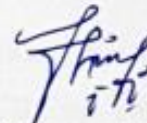
**Frida Amriyati Azzizzah, M.Pd.**  
NIDN. 0607049101

Pembimbing 1/Ketua Sidang



**Christian Soolany, S.TP., M.Si**  
NIDN. 0627128801

Pembimbing 2/Sekretaris Sidang



**Dhimas Oki Permata Aji, M.Pd.**  
NIDN. 0612109001

Cilacap, 04 Desember 2023

Mengesahkan,  
Dekan Fakultas Teknologi Industri



**Christian Soolany, S.TP., M.Si.**  
NIDN. 0627128801

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan atas kehadiran Allah subhanahu wa ta'ala atas segala limpahan berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “ ANALISIS PERFORMA PROSES PRODUKSI *STEAM* PADA BOILER MENGGUNAKAN BAHAN BAKAR *REFINERY FUEL OIL* DENGAN PERHITUNGAN *INDIRECT METHODE* “

Tersusunnya laporan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan semua pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan yang baik ini, penulis dengan ketulusan dan kerendahan hati ingin menyampaikan rasa terimakasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam proses penelitian dan penyusunan skripsi ini maka penulis ingin menyampaikan rasa terimakasih kepada :

1. Allah S.W.T yang telah memberikan kenikmatan dan keberkahan hidup di dunia ini.
2. Mendiang orang tua dan keluarga yang telah memberikan do'a dan dukungan kepada penulis.
3. Bapak Drs. KH. Nasrulloh, selaku Rektor Universitas Nahdlatul Ulama Al-Ghazali.
4. Bapak Christian Soolany,S.TP,M.Si. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Nahdlatul Ulama Al-Ghazali Cilacap dan juga sekaligus sebagai dosen pembimbing I.
5. Dhimas Oki Permata Aji, M.Pd. , selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Nahdlatul Ulama Al-Ghazali Cilacap dan juga sekaligus sebagai dosen pembimbing II.
6. Bapak Arie Susanto selaku pembimbing saya di lapangan.

Penulis menyadari dalam penulisan ini masih jauh dari kesempurnaan, maka penulis mengharapkan kritik dan saran untuk menyempurnakan laporan tugas akhir ini.

Semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan pembaca.

Cilacap, 12 November 2023

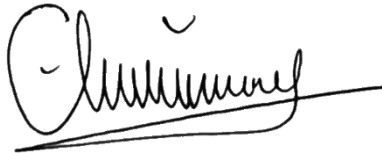
Penulis

## LEMBAR PENGESAHAN

Judul :ANALISIS PERFORMA PROSES PRODUKSI *STEAM* PADABOILER  
MENGUNAKAN BAHAN BAKAR *REFINERY FUEL OIL* DENGAN  
PERHITUNGAN *INDIRECT METHODE*  
Nama : SAEFUL BAKHRI  
NIM : 212114001

Sebagai syarat untuk melakukan penelitian Tugas Akhir  
pada tanggal .....  
oleh :

Pembimbing I



Christian Soolany, S.TP, M.Si

NIDN. 0627128801

Pembimbing II



Dhimas Oki Permata Aji, M.Pd

NIDN. 0612109001



## ABSTRAK

Prestasi kerja atau tingkat unjuk kerja boiler yang didapatkan dari perbandingan antara energi yang dipindahkan ke atau diserap oleh *fluida* kerja di dalam ketel dengan masukan energi kimia dari bahan bakar merupakan penjabaran dari efisiensi boiler. Penelitian ini membahas pengaruh nilai kehilangan kalor (*heat loss*) terhadap efisiensi boiler. Kandungan O<sub>2</sub> pada gas buang yang terlalu banyak dapat mengakibatkan efisiensi menjadi turun. Penelitian dilaksanakan pada boiler dengan tipe *water tube* boiler milik PT Pertamina RU-IV Cilacap, dalam kondisi operasi dengan beban 83 ton/jam dan kapasitas 110 ton/jam. Kemudian untuk mengetahui nilai efisiensi boiler dilakukan perhitungan dengan Metode Tidak Langsung untuk mengetahui nilai *heat loss* dan efisiensi boiler. Berdasarkan data dalam rentang waktu penelitian, parameter yang diteliti yaitu kadar persentase kandungan O<sub>2</sub> pada flue gas masih dalam kondisi yang baik yaitu berkisar antara 3.20 % hingga 3.60 %. Diperlukan *analysis ultimate* dari bahan bakar dan hasil analisis pada bagian gas buang dari cerobong bejana tekan. Berdasarkan hasil perhitungan efisiensi metode tidak langsung rata rata sebesar 84.77% maka dapat disimpulkan bahwa efisiensi 052 B 101 masih sangat tinggi dan layak dioperasikan untuk memenuhi kebutuhan *steam* di dalam proses produksi.

Kata Kunci : Bejana tekan, Efisiensi, Metode tidak langsung, Analisa *Ultimate*



## ABSTRACT

*The performance of a boiler, or its operational efficiency, is determined by comparing the energy transferred to or absorbed by the working fluid inside the boiler with the chemical energy input from the fuel. This comparison serves as an elucidation of boiler efficiency. This study explores the impact of heat loss on boiler efficiency. An excessive level of oxygen (O<sub>2</sub>) in the flue gas can result in a reduction in efficiency. The research was conducted on a water tube boiler owned by PT Pertamina RU-IV Cilacap, operating with a load of 83 tons per hour and a capacity of 110 tons per hour. Subsequently, to ascertain boiler efficiency, calculations were executed using the Indirect Method to determine both heat loss and overall boiler efficiency. Over the course of the research period, the parameter under investigation—namely, the percentage of O<sub>2</sub> content in the flue gas—remained within an acceptable range, fluctuating between 3.20% and 3.60%. An ultimate fuel analysis is essential, along with an analysis of the exhaust gas from the chimney pressure vessel. Based on the average efficiency calculation using the indirect method, which yielded an efficiency rate of 84.77%, it can be concluded that the efficiency of boiler 052 B 101 remains exceptionally high and is well-suited for continued operation to meet the steam requirements of the production process.*

*Keyword : Boiler, Efisiensi, Indirect Method, Analisis Ultimate*

## DAFTAR ISI

<b>LAPORAN TUGAS AKHIR.....</b>	<b>i</b>
<b>PERNYATAAN ORISINALITAS.....</b>	<b>iii</b>
<b>PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI .....</b>	<b>iv</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN.....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN.....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>viii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xiv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Latar Belakang.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Rumusan Masalah.....</b>	<b>2</b>
1.3 Batasan Penelitian .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
2.1 Ketel Uap (Boiler).....	4
2.2 Neraca Panas .....	6
2.3 Efisiensi Boiler.....	7
2.4 Klasifikasi Ketel Uap (Boiler).....	10
2.5 Komponen Utama Boiler .....	15
2.6 Fungsi Boiler.....	19
2.7 Proses Pembentukan Uap .....	19
2.8 Sirkulasi Air Pada Boiler.....	21
2.9 Kelebihan Udara (Excces Air) .....	22

<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>	<b>24</b>
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	24
3.2 Metode Penelitian .....	24
3.3 Prosedur Penelitian .....	27
3.4 Parameter Penelitian.....	28
3.5 Teknik Pengumpulan Data .....	29
3.6 Pengolahan data .....	30
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>32</b>
4.1 Data primer .....	32
4.2 Data sekunder.....	33
4.3 Ultimate Analysis.....	34
4.4 Perhitungan Indirect Method.....	39
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>50</b>
5.1 Kesimpulan .....	50
5.2 Saran .....	50
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>51</b>
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....</b>	<b>54</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>55</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Siklus Pembentukan Uap Boiler Batubara Pipa Api.....	4
Gambar 2.2 Sistem Operasi Pada Boiler.....	6
Gambar 2.3 Neraca Energi Boiler.....	7
Gambar 2.4 Efisiensi Thermal Boiler .....	9
Gambar 2.5 Range Excess Air Pada Beberapa Jenis Bahan Bakar.....	10
Gambar 2.6 Fire Tube Boiler .....	11
Gambar 2.7 Bagian utama Boiler Pipa Api (Fire Tube Boiler) .....	11
Gambar 2.8 Konstruksi water tube boiler .....	12
Gambar 2.9 Water Tube Boiler.....	13
Gambar 2.10 Tungku Pengapian (Furnance) .....	16
Gambar 2.11 Deaerator .....	16
Gambar 2.12 Feed Water Tank.....	17
Gambar 4.1 Diagram neraca panas Indirect Method .....	47

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kelebihan Udara (Excces Air) .....	22
Tabel 4.1 Komposisi Fuel Gas .....	32
Tabel 4.2 Komposisi Fuel Oil .....	33
Tabel 4.3 Operating Condition 1 .....	33
Tabel 4.4 Operating Condition 2 .....	33
Tabel 4.5 Humadity Factor .....	34
Tabel 4.6 Rasio komposisi Fuel Gas .....	34
Tabel 4.7 Neraca Massa Komposisi Gas .....	37
Tabel 4. 8 Ultimate Analysis Fuel Oil .....	38

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Process Engineering Flow Diagram .....	55
Lampiran 2. Process Engineering Flow Diagram Boiler .....	56
Lampiran 3. Gambar boiler 052 B101 .....	57
Lampiran 4. Data Analisa komposisi fuel oil dari 057T 101 .....	57
Lampiran 5. Ultimate analysis fuel oil.....	58
Lampiran 6. ASME PTC 4.1 Test Form .....	60
Lampiran 7. Perhitungan Indirect Methode Agustus-Oktober.....	61
Lampiran 8 . Data Ultimate Analysis Bulan Agustus-Oktober.....	62