

**ANALISIS PERFORMANSI *BOILER* TIPE *CIRCULATION*
FLUIDIZED BED DI PT BEST**

LAPORAN SKRIPSI



**Diajukan untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan
Sarjana Terapan Program Studi Teknik Mesin Produksi dan Perawatan**

Oleh

**Jihan Syalsabila
061940211897**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2023**

**PERFORMANCE ANALYSIS OF BOILER TYPE
CIRCULATION FLUIDIZED BED AT PT BEST**

FINAL PROJECT REPORT



**Submitted to Comply with Terms of Study Completion in
Mechanical Engineering Production and Maintenance Study Program**

by

**Jihan Syalsabila
061940211897**

**MECHANICAL ENGINEERING DEPARTMENT
STATE POLYTECHNIC OF SRIWIJAYA
PALEMBANG
2023**

HALAMAN PENGESAHAN
ANALISIS PERFORMANSI *BOILER* TIPE *CIRCULATION*
***FLUIDIZED BED* DI PT BEST**



LAPORAN SKRIPSI

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Laporan Skripsi
Program Studi Sarjana Terapan Teknik Mesin Produksi dan Perawatan

Pembimbing Utama



Fenoria Putri, S.T.,M.T.
NIP. 197202201998022001

Pembimbing Pendamping



Hendradinata, S.T.,M.T.
NIP. 198603102019031016

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Ir. Sairul Effendi, M.T.
NIP. 196309121989031005


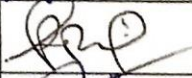


HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN SKRIPSI

Laporan Skripsi ini diajukan oleh

Nama : Jihan Syalsabila
NIM : 061940211897
Program Studi : Sarjana Terapan Teknik Mesin Produksi dan Perawatan
Rencana Judul : **ANALISIS PERFORMANSI BOILER TIPE
CIRCUATION FLUIDIZED BED DI PT BEST**

Telah selesai diuji dalam Sidang Sarjana Terapan dihadapan Tim Penguji pada Tanggal 10 Agustus 2023 dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Sarjana Terapan Teknik Mesin Produksi dan Perawatan Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya

TIM PENGUJI

No.	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Hendradinata, S.T.,M.T. NIP. 198603102019031016	Ketua Penguji		24/8 23
2.	H. Karmin, S.T.,M.T. NIP. 195907121985031006	Anggota		22/8 23
3.	Ahmad Zamheri, S.T.,M.T. NIP. 196712251997021001	Anggota		23/8 23
4.	Hj. Ella Sundari, S.T.,M.T. NIP. 198103262005012003	Anggota		23/8 2023

Palembang, 21 Agustus 2023
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Ir. Sairul Effendi, M.T.
NIP. 196309121989031005

HALAMAN PERSEMBAHAN

“Seseorang yang tidak pernah berbuat kesalahan, tidak akan pernah mencoba
sesuatu yang baru”
(Alberst Einstein)

Alhamdulillah, puji syukur kepada Allah SWT. yang telah memberikan nikmat yang luar biasa, memberi saya kekuatan, membekali saya dengan ilmu pengetahuan. Atas karunianya akhirnya skripsi sederhana ini dapat terselesaikan tepat waktu.

Segala perjuangan saya hingga titik ini, saya persembahkan teruntuk orang-orang hebat yang selalu menjadi penyemangat, menjadi alasan saya kuat sehingga bisa menyelesaikan ini semua.

1. Kedua orang tua saya, Alm Ridwan dan Ratna Sari, dua orang yang berhasil mendidik saya sejauh ini dan membuat saya bangkit dari kata menyerah. Terimakasih sudah mengantarkan saya berada ditempat ini, membesarkan dan merawat saya hingga akhirnya saya bisa tumbuh dewasa dan bisa berada diposisi saat ini.
2. Nenek saya tercinta, Almh Rahmawati yang selalu memberikan semangat kepada saya dan selalu memberikan dorongan agar saya bisa menyelesaikan dan salah satu alasan saya bisa sekuat dan melangkah sejauh ini meskipun pada akhirnya perjalanan ini harus saya lewati sendiri tanpa lagi bercerita bersama.
3. Diri saya sendiri, Jihan Syalsabila, terimakasih telah berusaha sejauh ini dan kerja keras selama ini dengan tidak pantang menyerah walaupun terkadang ingin menyerah. Semoga tetap menjadi orang yang kuat dan rendah hati, karena ini baru awal dari semuanya.
4. Keluarga besar tercinta, yang selalu memberikan semangat dengan memberikan dukungan yang membuat saya semangat untuk mengerjakan ini semua.

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Jihan Syalsabila
NIM : 061940211897
Program Studi : Sarjana Terapan Teknik Mesin Produksi dan Perawatan
Judul Skripsi : Analisis Performansi *Boiler* Tipe CFB di PT BEST

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri dan didampingi oleh tim dosen pembimbing dan **bukan hasil penjiplakan/plagiat**. Apabila dikemudian hari ditemukan unsur penjiplakan/*plagiat* dalam Skripsi yang saya buat, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Politeknik Negeri Sriwijaya.

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



Palembang, Agustus 2023



Jihan Syalsabila
NIM. 061940211897

ABSTRAK

ANALISIS PERFORMANSI *BOILER* TIPE *CIRCULATION FLUIDIZEDBED* DI PT BEST

JIHAN SYALSABILA

xvi + 53 halaman, 21 tabel, 3 lampiran

Boiler merupakan alat yang digunakan untuk menghasilkan uap, yang terdiri dari dua bagian penting yaitu dapur pemansan untuk menghasilkan panas yang didapat dari pembakaran bahan bakar dan *boiler proper* untuk mengubah air menjadi uap. Energi panas yang diperoleh dari pembakaran bahan bakar di dalam *boiler* dimanfaatkan oleh air yang berada di dalam *tube* untuk menghasilkan uap yang bertekanan dan bersuhu tinggi yang digunakan dalam beberapa keperluan yaitu menggerakkan turbin uap agar menghasilkan energi mekanis dan selanjutnya dirubah ke energi listrik pada generator. Berdasarkan data histori PLTU 3x10 MW Unit Tanjung Enim pada tahun 2022 produksi listrik dan jam jalannya PLTU secara drastis mengalami penurunan. Berdasarkan masalah di atas diperlukannya analisa kinerja *boiler*. Tujuan dilakukannya penelitian ini ialah mengetahui parameter yang mempengaruhi performa *boiler* serta penyebab penurunan efisiensi *boiler*. Metode penelitian ini adalah dengan melakukan perhitungan menggunakan metode langsung dengan mengambil data *logsheet* harian *boiler*. Hasil penelitian ini menunjukkan kinerja *boiler* kurang baik dikarenakan berdasarkan desain *boiler* nilai efisiensi desain yaitu 90,27% sedangkan efisiensi tertinggi *boiler* aktual hanya sebesar 55,95% yang menandakan desain \geq aktual. Penyebab terjadinya penurunan efisiensi dikarenakan sering terjadinya kebocoran pipa *boiler*, penggunaan bahan bakar yang tinggi akibat bahan bakar yang basah serta nilai kalor batubara.

Kata Kunci : *Boiler*, Metode Langsung, Nilai Kalor Batubara

ABSTRACT

PERFORMANCE ANALYSIS OF BOILER TYPE CIRCULATION FLUIDIZED BED AT PT BEST

JIHAN SYALSABILA

xvi + 53 pages, 21 tables, 3 attachment

Boiler is a tool used to produce steam, which consists of two important parts, namely a heating kitchen to produce heat obtained from burning fuel and a proper boiler to convert water into steam. The heat energy obtained from burning fuel in the boiler is utilized by the water in the tube to produce high-pressure and high-temperature steam which is used for several purposes, namely driving a steam turbine to produce mechanical energy and then converting it to electrical energy in a generator. Based on historical data of the 3x10 MW PLTU Tanjung Enim Unit in 2022 electricity production and the running hours of the PLTU have drastically decreased. Based on the above problems, it is necessary to analyze boiler performance. The purpose of this research is to find out the parameters that affect boiler performance and the causes of decreased boiler efficiency. The method of this research is to perform calculations using the direct method by taking daily boiler logsheet data. The results of this study indicate poor boiler performance because based on boiler design the design efficiency value is 90.27% while the highest actual boiler efficiency is only 55.95% which indicates design \geq actual. The cause of the decrease in efficiency is due to the frequent occurrence of boiler pipe leaks, the high use of fuel due to wet fuel and the calorific value of coal.

Keywords: Boilers, Direct Method, Coal Calorific Value

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan ridho-Nya, serta sholawat dan salam kita sampaikan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW yang telah membawa kita kearah kebenaran. Syukur alhamdulillah dengan seizin-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan Laporan Skripsi ini tepat pada waktunya.

Dalam penyusunan laporan, penulis banyak mendapat bantuan dari berbagai pihak hingga terselesainya laporan ini dari pengumpulan data hingga proses penyusunan laporan. Melalui halaman ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah banyak membantu, memberi masukan, serta membimbing sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Skripsi dengan banyak mendapatkan ilmu dan pengetahuan baru. Penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Orang tua dan keluarga besar yang telah memberikan dukungan dan semangat secara penuh baik secara langsung maupun tidak langsung.
2. Bapak Ir. Sairul Effendi, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Ibu Ella Sundari, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknik Mesin Produksi dan Perawatan dan Pembimbing Akademik.
4. Ibu Fenoria Putri, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya dan Pembimbing Utama Proposal Tugas Akhir yang telah membimbing dan membantu penulis.
5. Bapak Hendradinata, S.T., M.T., selaku Pembimbing Pendamping yang telah memberikan bimbingan.
6. Kak Hengky, Mbak Dwi, Mbak Septi, Mbak Yuni dan Mbak Dea yang telah membantu penulis dalam proses mengumpulkan data penelitian di PLTU TE 3x10 MW.
7. Sahabat yang selalu ada terkhusus kajian RT10 RW08 yang telah banyak membantu, memberikan dukungan serta memberikan motivasi agar dapat menyelesaikan Laporan Skripsi ini dengan sebaik-baiknya
8. Sekar Agatha yang tanpa sengaja saya bertemu di salah satu sosial media turut membantu dan menyelesaikan pertanyaan pertanyaan yang saya ajukan didalam proses mengerjakan Laporan Skripsi ini.
9. Teman teman seperjuangan kelas 8 PPA yang telah berjuang bersama sama selama ini.
10. Tuan dengan NIM 061940112206 yang telah membantu saya serta selalu setia mendengarkan segala keluh kesah saya dalam proses pengerjaan Laporan Skripsi ini. Telah berkontribusi dalam penulisan skripsi ini, meluangkan baik, tenaga, pikiran serta materi kepada saya. Terimakasih telah menjadi bagian dari perjalanan saya hingga sekarang ini.
11. Kepada Cipung, Nadin Amizah, Tiara Andini, Lyodra dll yang telah menemani saya dengan karya – karyanya yang luar biasa dan kelucuan Cipung selama proses penyelesaian Laporan Skripsi ini.

12. *Last but not least*, saya ingin mengucapkan terimakasih kepada diri saya sendiri, terimakasih telah percaya untuk menyelesaikan ini, terimakasih telah mau sama sama berjuang dengan sangat keras hingga ditahap akhir pendidikan Sarjana Terapan ini.
13. Semua pihak yang telah membantu penulis selama proses penulisan yang tidak mungkin disebutkan satu persatu.

Dengan kerendahan hati penulis menyadari bahwa dalam penulisan Laporan Skripsi ini masih terdapat kekurangan dan kekeliruan, baik mengenai isi maupun cara penulisan. Untuk itu penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun guna membantu penulis kedepannya.

Palembang, Agustus 2023

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
PRAKATA.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR SIMBOL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan dan Batasan Masalah.....	2
1.3 Tujuan dan Manfaat.....	3
1.3.1 Tujuan.....	3
1.3.2 Manfaat.....	3
1.4 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Landasan Teori.....	6
2.1.1 Pembangkit Listrik Tenaga Uap.....	5
2.1.2 Komponen – komponen Utama Pada PLTU.....	7
2.1.3 <i>Boiler</i>	8
2.1.4 Klasifikasi <i>Boiler</i>	9
2.1.5 Prinsip Kerja <i>Boiler</i>	12
2.1.6 Unit <i>Boiler</i> di PLTU TE 3x10 MW.....	13
2.1.7 Komponen <i>Boiler</i> PLTU 3X10 MW.....	14
2.1.8 Bahan Bakar PLTU 3X10 MW.....	15
2.1.10 Hukum Pertama Termodinamika.....	15
2.1.11 Hukum Kedua Termodinamika.....	16
2.1.12 Siklus Rankine.....	16
2.1.13 Efisiensi <i>Boiler</i> CFB.....	17
2.2 Kajian Pustaka.....	19
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	22
3.1 Diagram Alir.....	23
3.2 Objek Penelitian.....	24
3.3 Metode Pengambilan Sampel.....	24

3.4	Jenis dan Sumber Data Penelitian.....	25
3.5	Metode Pengumpulan Data.....	25
3.6	Metode Analisis Data.....	26
3.6.1	Parameter Penelitian.....	26
3.6.2	Pengolahan Data.....	28
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	29
4.1	Hasil Penelitian.....	29
4.1.1	Data Nilai Kalor Batubara.....	29
4.1.2	Data Operasi Batubara.....	30
4.1.3	Data Operasi Harian.....	31
4.1.4	Hasil Perhitungan.....	35
4.2	Pembahasan.....	42
4.2.1	Analisa Nilai Kalor Batubara.....	42
4.2.2	Analisa Pemakaian Batubara.....	43
4.2.3	Analisa Entalpi <i>Steam</i> dan <i>Feed Water</i>	44
4.2.4	Analisa Efisiensi <i>Boiler</i>	46
4.2.5	Pengaruh Paramater Perhitungan Terhadap Efisiensi <i>Boiler</i>	49
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN.....	52
5.1	Kesimpulan.....	52
5.2	Saran.....	54
	DAFTAR PUSTAKA.....	xvi
	LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Proses Konversi Energi pada PLTU.....	6
Gambar 2.2 <i>Boiler</i> Pipa Api.....	9
Gambar 2.3 <i>Water Tube Boiler</i>	11
Gambar 2.4 <i>Boiler</i> CFB.....	13
Gambar 2.5 Batubara Sub-Bituminus.....	15
Gambar 2.6 Siklus Rankine.....	16
Gambar 2.7 Diagram Neraca Energi <i>Boiler</i>	18
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	23
Gambar 3.2 PLTU 3x10 MW Unit Tanjung Enim.....	24
Gambar 3.3 <i>Boiler</i> CFB PLTU TE 3x10 MW.....	24
Gambar 4.1 Grafik Nilai Kalor Batubara.....	43
Gambar 4.2 Grafik Pemakaian Batubara PLTU Tanjung Enim 3x10 MW.....	44
Gambar 4.3 Grafik Pengaruh Tekanan <i>Steam</i> terhadap Entalpi <i>Steam</i>	45
Gambar 4.4 Grafik Pengaruh Temperatur Terhadap Entalpi <i>Feed Water</i>	45
Gambar 4.5 Grafik Efisiensi <i>Boiler</i>	46
Gambar 4.6 Grafik Pengaruh Laju Alir Massa <i>Steam</i> Terhadap Efisiensi <i>Boiler</i>	49
Gambar 4.7 Grafik Pengaruh Entalpi <i>Feed Water</i> Terhadap Efisiensi <i>Boiler</i>	49
Gambar 4.8 Grafik Pengaruh Entalpi <i>Steam</i> Terhadap Efisiensi <i>Boiler</i>	50
Gambar 4.9 Grafik Pengaruh Pemakaian Batubara Terhadap Efisiensi <i>Boiler</i>	51

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Kelebihan dan Kekurangan PLTU	7
Tabel 2.2 Kelebihan dan Kekurangan <i>Boiler</i> Pipa Api	10
Tabel 2.3 Kelebihan dan Kekurangan <i>Water Tube Boiler</i>	11
Tabel 2.4 Spesifikasi <i>Boiler</i> CFB PLTU 3x10 MW Unit TE	13
Tabel 3.1 Nilai Komposisi Batubara	27
Tabel 3.2 Kondisi Operasi Batubara	27
Tabel 3.3 Data Operasi <i>Boiler Feed Water</i>	27
Tabel 3.4 Data Kondisi Operasi <i>Steam</i>	28
Tabel 3.5 Efisiensi Harian <i>Boiler</i>	28
Tabel 4.1 Data Nilai Kalor Batubara	29
Tabel 4.2 Data Kondisi <i>Coal Feeder</i> 13 April 2023	30
Tabel 4.3 Data Kondisi Operasi Batubara	30
Tabel 4.4 Data Operasi <i>Feed Water</i> 13 April 2023	32
Tabel 4.5 Data Operasi <i>Feed Water</i>	32
Tabel 4.6 Data Operasi <i>Steam</i> 13 April 2023	33
Tabel 4.7 Data Operasi <i>Steam</i>	34
Tabel 4.8 Data Paramater Interpolasi Pertama	35
Tabel 4.9 Data Paramater Interpolasi Kedua	36
Tabel 4.10 Data Paramater Interpolasi Ketiga	37
Tabel 4.11 Data Interpolai Entalpi Operasi <i>Steam</i>	37
Tabel 4.12 Paramater Perhitungan Entalpi <i>Feed Water</i>	39
Tabel 4.13 Data Entalpi <i>Feed Water</i>	39
Tabel 4.14 Data <i>Logsheets Boiler</i> 3 September 2023	41
Tabel 4.15 Efisiensi <i>Boiler</i>	41

DAFTAR SIMBOL

		Satuan
η	: Efisiensi <i>Boiler</i>	%
\dot{m}_{steam}	: Laju Alir <i>Steam</i>	T/hr
h_{steam}	: Entalpi <i>Steam</i>	kJ/kg
GCV	: Nilai Kalori Batubara	kCal/kg
m_{batubara}	: Massa Batubara	kg
$h_{\text{feed water}}$: Entalpi <i>Feedwater</i>	kCal/kg
$T_{\text{ref.up}}$: Temperatur Referensi Atas	°C
T_{aktual}	: Temperatur Aktual	°C
$T_{\text{ref.down}}$: Temperatur Referensi Bawah	°C
$h_{\text{ref.down}}$: Entalpi Referensi Bawah	kJ/kg
$h_{\text{ref.up}}$: Entalpi Referensi Atas	kJ/kg

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Data *Logsheet* Harian *Boiler*
- Lampiran 2. Data Pengujian *Proximate* Batubara
- Lampiran 3. Tabel Appendix