

**ANALISIS PENGARUH POLA PENGOPERASIAN *LONG RETRACTABLE*
SOOTBLOWER TERHADAP EFISIENSI *BOILER* PLTU KAPASITAS
400 MW**



UNIVERSITAS
MERCU BUANA
MUHAMMAD IRSAT
NIM : 41322120025

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2024**

LAPORAN TUGAS AKHIR

**ANALISIS PENGARUH POLA PENGOPERASIAN *LONG RETRACTABLE*
SOOTBLOWER TERHADAP EFISIENSI *BOILER* PLTU KAPASITAS
400 MW**



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Disusun Oleh :

Nama : Muhammad Irsat
NIM : 41322120025
Program Studi : Teknik Mesin

DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)
JUNI 2024

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Muhammad Irsat

NIM : 41322120025

Program Studi : Teknik Mesin

Judul Skripsi : Analisis Pengaruh Pola Pengoperasian *Long Retractable Sootblower*
Terhadap Efisiensi *Boiler* PLTU Kapasitas 400 MW

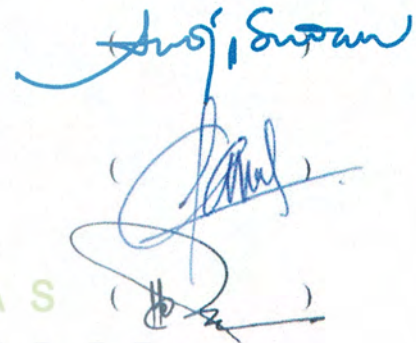
Telah berhasil dipertahankan pada sidang dihadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian pernyataan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercubuana.

Disahkan oleh :

Pembimbing : Andi Firdaus Sudarma, ST.,M .Sc
NIDN : 0327118104

Penguji 1 : Dr. Nanang Ruhyat, S.T, M.T
NIDN : 0323027301

Penguji 2 : Henry Carles, S.T, M.T.
NIDN : 0301087304



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 1 Juli 2024


Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M. T.
NIDN : 0307037202

Ketua Program Studi



Dr. Eng. Imam Hidayat, S.T, M.T
NIDN : 0005087502

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertandatangan tangan di bawah ini

Nama : Muhammad Irsat
NIM : 41322120025
Jurusan : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul : Analisis Pengaruh Pola Pengoperasian *Long Retractable Sootblower* Terhadap Efisiensi *Boiler* PLTU Kapasitas 400 MW

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggung jawabkannya sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

Jakarta, 01 Juli 2024
UNIVERSITAS
MERCU BUANA



Muhammad Irsat

KATA PENGANTAR

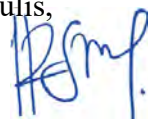
Puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karuniaNya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi tugas akhir yang berjudul “Analisis Pengaruh Pola Pengoperasian *Long Retractable Sootblower* Terhadap Efisiensi *Boiler* PLTU Kapasitas 400 MW” sebagai salah satu syarat pemenuhan kelulusan Strata 1 program studi Teknik mesin di Universitas Mercubuana. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini terutama kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Andi Adriansyah, M. Eng. selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Ibu Dr. Ir. Zulfa Fitri Ikatrunasari, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
3. Bapak Dr. Eng. Imam Hidayat, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
4. Bapak Gilang Awan Yudhistira, S.T., M.T. selaku Koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
5. Bapak Sagir Alva, S.Si, M. Sc, Ph.D selaku Koordinator Laboratorium Teknik Mesin Universitas Mercubuana.
6. Bapak Andi Firdaus Sudarma, S.T., M.Eng selaku dosen Pembimbing Skripsi yang telah berkenan memberikan tambahan ilmu dan solusi.
7. Teman seperjuangan di Universitas Mercu Buana atas semangat dan bantuannya selama perkuliahan ini.

Pada bagian terakhir penulis berharap kritik dan saran dari pembaca , karena banyak kekurangan dalam penulisan tugas akhir ini, sehingga ada perbaikan di masa yang akan datang, semoga laporan tugas akhir ini menjadi lebih baik dan dapat terus berkembang.

Jakarta, Juli 2024

Penulis,



Muhammad Irsat

ABSTRAK

Sootblower berfungsi untuk membersihkan pipa – pipa dikarenakan kotoran atau *slagging*. Dalam pengoperasian *boiler* pada PLTU berbahan bakar batubara, terdapat potensi penurunan efisiensi *boiler* dikarenakan kotoran atau *slagging*. Saat dioperasikan, *Sootblower* menyemburkan uap panas *auxiliary* untuk membersihkan dinding luar pipa - pipa dan element pada *air heater* dengan tujuan untuk menaikkan efisiensi pada *boiler* dan menghindari kerusakan pipa – pipa *boiler*. Dalam penelitian ini penulis menganalisis dampak pengaruh pola pengoperasian dengan 2 kali *Sootblower* dibandingkan dengan 1 kali pola *Sootblower* terhadap efisiensi *boiler* di PLTU Suralaya unit 3. Metoda perhitungan yang digunakan dengan perbandingan energi *input* dan *output boiler*. Pola pengoperasian *Sootblower* memberikan seberapa besar dampak efisiensi dari *boiler* ketika beroperasi. Berdasarkan pengolahan data diketahui bahwa dengan pola 1 kali operasi mempunyai nilai efisiensi rata – rata sebesar 72,96 %, dibandingkan dengan pola 2 kali *Sootblower* dengan rata – rata efisiensi sebesar 74,23 %. Sedangkan pengoperasian tanpa *sootblower* diperoleh rata – rata efisiensi sebesar 67,73 %. Berdasarkan perbandingan efisiensi *boiler* pada pola pengoperasian 1 dan pengoperasian 2, dapat disimpulkan bahwa dengan pola pengoperasian 1 kali *Sootblower* sudah mencukupi kebutuhan operasi pada pembangkit PLTU Suralaya Unit 3. Dimana terdapat penghematan pemakaian *make up water* sebesar 1,27 % atau 3,49 Ton/shift.

Kata kunci : *Sootblower*, pola pengoperasian, efisiensi *boiler*



**ANALYSIS OF THE IMPACT OF LONG RETRACTABLE SOOTBLOWER
OPERATIONAL PATTERNS ON THE BOILER EFFICIENCY OF A 400 MW
COAL - FIRED POWER PLANT**

ABSTRACT

A sootblower functions to clean pipes from dirt or slagging. In the operation of a coal-fired boiler in a power plant, there is potential for decreased boiler efficiency due to dirt or slagging. When operated, the sootblower sprays auxiliary hot steam to clean the outer walls of the pipes and elements on the air heater with the aim of increasing boiler efficiency and preventing damage to the boiler pipes. In this study, the author analyzes the impact of the operational pattern of using the sootblower twice compared to using it once on the boiler efficiency at Suralaya power plant Unit 3. The calculation method used involves comparing the boiler's energy input and output. The operational pattern of the sootblower indicates the extent of the impact on boiler efficiency during operation. Based on data processing, it is found that the one-time operation pattern has an average efficiency value of 72.96%, compared to the two-time sootblower pattern with an average efficiency of 74.23%. Meanwhile, operation without sootblowing results in an average efficiency of 67.73%. Based on the comparison of boiler efficiency between the one-time and two-time operational patterns, it can be concluded that a one-time sootblower operation pattern is sufficient for the operational needs of the Suralaya power plant Unit 3, resulting in a make-up water usage savings of 1.27% or 3.49 tons/shift.

Keywords: Sootblower, operational pattern, boiler efficiency

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR SINGKATAN	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. RUMUSAN MASALAH	2
1.3. TUJUAN PENULISAN	3
1.4. MANFAAT PENULISAN	3
1.5. RUANG LINGKUP DAN BATASAN MASALAH	3
1.6. HIPOTESIS PENELITIAN	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. REFERENSI PENELITIAN TERDAHULU	4
2.2. PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA UAP	7
2.3. <i>BOILER</i>	9
2.4. <i>SOOTBLOWER</i>	10
2.4.1 Pengertian <i>Sootblower</i>	10
2.4.2 Jenis - Jenis <i>Sootblower</i>	10
2.4.3 Fungsi <i>Sootblower</i>	12
2.4.4 Diagram Sistem <i>Sootblower</i>	12
2.5. KOMPONEN UTAMA PERALATAN	15
2.5.1 <i>Sootblower</i> Tipe <i>Long Retractable</i>	15
2.6. LOKASI <i>SOOTBLOWER</i>	18
2.7. BAHAN BAKAR BATUBARA	19
2.8. EFISIENSI <i>BOILER</i>	19
2.8.1 Metode Langsung (<i>Input – Output</i>)	15
2.8.2 Metode Tidak Langsung	21
2.9. <i>SLAGGING</i> DAN <i>FOULING</i>	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	22
3.1. DIAGRAM ALIR	22

3.2	ALAT DAN BAHAN PENELITIAN	24
3.2.1	Alat Penelitian	24
3.2.2	Bahan Penelitan	27
3.3	ANALISIS HASIL	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		28
4.1	SPESIFIKASI <i>BOILER</i> PLTU SURALAYA UNIT 3	28
4.2	JADWAL PENGOPERASIAN <i>SOOTBLOWER</i>	29
4.3	ANALISIS EFISIENSI <i>BOILER</i> UNIT 3	30
4.3.1	Analisis Perhitungan Efisiensi <i>Boiler</i> Dengan Pola 1 Kali <i>Sootblower</i>	33
4.3.2	Analisis Perhitungan Efisiensi <i>Boiler</i> Metode Langsung	34
4.3.2.1	Analisis Energi <i>Input</i>	34
4.3.2.2	Analisis Perhitungan Energi Dalam <i>Main Steam</i>	35
4.3.2.3	Analisis Perhitungan Energi Dalam <i>Superheater Spray water</i>	35
4.3.2.4	Analisis Perhitungan Energi Dalam <i>Reheat Steam</i>	36
4.3.2.5	Analisis Perhitungan Energi Dalam <i>Reheat Spray water</i>	37
4.3.2.6	Analisis Perhitungan Energi Dalam <i>Blow Down</i>	37
4.3.2.7	Analisis Perhitungan Energi <i>Output Boiler</i>	37
4.3.2.8	Analisis Perhitungan Efisiensi <i>Boiler</i>	38
4.4	EFISIENSI <i>BOILER</i> 1 KALI PENGOPERASIAN <i>SOOTBLOWER</i>	38
4.5	EFISIENSI <i>BOILER</i> 2 KALI PENGOPERASIAN <i>SOOTBLOWER</i>	38
4.6	EFISIENSI <i>BOILER</i> TANPA PENGOPERASIAN <i>SOOTBLOWER</i>	40
4.7	ANALISIS RATA – RATA EFISIENSI <i>BOILER</i>	43
4.8	ANALISIS RATA – RATA PENGGUNAAN AIR PENAMBAH	44
4.8	ANALISIS <i>METAL TEMPERATURE AREA REHEAT</i>	44
BAB V PENUTUP		46
5.1	KESIMPULAN	46
5.2	SARAN	47
DAFTAR PUSTAKA		48
LAMPIRAN		49

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Proses Konversi Energi Pada PLTU	8
Gambar 2.2. Siklus Fluida Kerja Sederhana PLTU	9
Gambar 2.3. Jenis – Jenis <i>Sootblower</i>	11
Gambar 2.4. <i>Sootblower</i> Tipe <i>Long Retractable Lance Blowers</i>	12
Gambar 2.5. <i>Furnace Wall Blower</i> Dan <i>Insertable Kinetic (IK) Blower</i>	12
Gambar 2.6. Diagram Alir <i>Supply Uap Sootblower</i>	13
Gambar 2.7. Proses <i>Blowing</i>	13
Gambar 2.8. Hasil Proses <i>Blowing</i>	14
Gambar 2.9. Bagian <i>Sootblower Long Retractable</i>	15
Gambar 2.10. Komponen <i>Lance tube</i> Dan <i>Feed Tube</i>	17
Gambar 2.11. Nozel Pada Saat Pengoperasian <i>Sootblower</i> Didalam <i>Boiler</i>	18
Gambar 2.12. Lokasi <i>Sootblower</i>	19
Gambar 3.13. <i>Flowchart</i> Penelitian	23
Gambar 3.14. <i>Long Retractable Sootblower</i>	25
Gambar 3.15. <i>Digital Control System (DCS)</i>	25
Gambar 3.16. IK Pengoperasian <i>Sootblower</i>	26
Gambar 3.17. PCV <i>Sootblower</i>	26
Gambar 3.18. <i>Isolating Valve</i> Dan MOV <i>Sootblower</i>	27
Gambar 3.19. Skema <i>Caroline Radiant Boiler</i> PLTU Suralya Unit 3	28
Gambar 4.20. Pola Pengoperasian <i>Sootblower</i> Dengan Pola 1 & 2 Kali Operasi	32
Gambar 4.21. Grafik Efisiensi <i>Boiler</i> 1 Kali <i>Sootblower</i>	37
Gambar 4.22. Grafik Efisiensi <i>Boiler</i> 2 Kali <i>Sootblower</i>	39
Gambar 4.23. Grafik Efisiensi <i>Boiler</i> Tanpa <i>Sootblower</i>	40
Gambar 4.24. Grafik Efisiensi <i>Boiler</i> 3 Pola Pengoperasian	41
Gambar 4.25. Grafik Rata- Rata Penggunaan Air Penambah	42
Gambar 4.26. Parameter <i>Reheat Temperature</i> Sebelum <i>Sootblower</i>	43
Gambar 4.27. Parameter <i>Reheat Temperature</i> Setelah <i>Sootblower</i>	44

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Penelitian Terdahulu	4
Tabel 2.2. Klasifikasi Batubara	19
Tabel 3.3 Spesifikasi <i>Sootblower</i> Di Unit 3 PLTU Suralaya	27
Tabel 4.4 Parameter Perhitungan Efisiensi <i>Boiler</i>	32
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Efisiensi <i>Boiler</i> 1 Kali <i>Sootblower</i>	38
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Efisiensi <i>Boiler</i> 2 Kali <i>Sootblower</i>	38
Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Efisiensi <i>Boiler</i> Tanpa <i>Sootblower</i>	40



DAFTAR SINGKATAN

<i>Singkatan</i>	<i>Keterangan</i>
PLTU	Pembangkit Listrik Tenaga Uap
MW	Mega watt
CO ²	Karbon dioksida
HRA	<i>Heat Recovery Area</i>
AH	<i>Air Heater</i>
IK	<i>Insertabel Kinetic</i>
P	<i>Pressure</i>
T	<i>Temperature</i>
MOV	<i>Motorized Operating Valve</i>
PCV	<i>Pressure Control Valve</i>
C	Karbon
H ₂	Hidrogen
O ₂	Oksigen
N ₂	Nitrogen
DCS	<i>Digital Control System</i>

UNIVERSITAS
MERCU BUANA