© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ANALISIS PENGARUH POLA PENGOPERASIAN SOOTBLOWER TERHADAP EFISIENSI BOILER

SKRIPSI

Oleh:

Arif Wicaksono

NIM. 2202431015

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN

TEKNOLOGI REKAYASA KONVERSI ENERGI

JURUSAN TEKNIK MESIN

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

JUNI, 2026

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ANALISIS PENGARUH POLA PENGOPERASIAN SOOTBLOWER TERHADAP EFISIENSI BOILER

SKRIPSI

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan

Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi

Jurusan Teknik Mesin

Oleh:

Arif Wicaksono

NIM. 2202431015

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN

TEKNOLOGI REKAYASA KONVERSI ENERGI

JURUSAN TEKNIK MESIN

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

JUNI, 2026

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
   a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
   b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERSEMBAHAN

"Skripsi ini kupersembahkan untuk ayah, ibu, bangsa, dan almamater"

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERSETUJUAN
SKRIPSI

ANALISIS PENGARUH POLA PENGOPERASIAN SOOTBLOWER TERHADAP EFISIENSI BOILER

Oleh:

Arif Wicaksono

NIM. 2202431015

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi

Skripsi telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing 1	Pembimbing 2
Dr. Paulus Sukusno, S.T., M.T.	Arifia Ekayuliana, S.T., M.T.
NIP. 196108011989031001	NIP. 199107212018032001

Kepala Program Studi
Teknologi Rekayasa Konversi Energi

Arifia Ekayuliana, S.T., M.T.
NIP. 199107212018032001

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PENGESAHAN
SKRIPSI

ANALISIS PENGARUH POLA PENGOPERASIAN SOOTBLOWER TERHADAP EFISIENSI BOILER

Oleh :
Arif Wicaksono
NIM. 2202431015
Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang sarjana terapan di hadapan Dewan Penguji pada tanggal 26 Juni 2026 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin

DEWAN PENGUJI

No.	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Dr. Paulus Sukusno, S.T., M.T. NIP. 196108011989031001	Ketua		06/07/2026
2.	Ir., Benhur Nainggolan , M.T. NIP. 196106251990031003	Anggota 1		06/07/2026
3.	Cecep Slamet Abadi , S.T., M.T. NIP. 196605191990031002	Anggota 2		06/07/2026

Depok, 6 Juli 2026
Disahkan oleh:
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Dr. Fuad Zainuri, S.T.,M.Si.
NIP. 197602252000121002

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama	:	Arif Wicaksono
NIM	:	2202431015
Program Studi	:	Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi

Menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri bukan jiplakan (plagiasi) karya orang lain baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat, gagasan, atau temuan orang lain yang terdapat di dalam skripsi telah saya kutip dan rujuk sesuai dengan etika ilmiah.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, 06 Juli 2026

Arif Wicaksono

NIM. 2202431015

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ANALISIS PENGARUH POLA PENGOPERASIAN SOOTBLOWER TERHADAP EFISIENSI BOILER

Arif Wicaksono[1)] , Paulus Sukusno[1)], Arifia Ekayuliana[1)]
[1)]Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424
Email : arif.wicaksono.tm22@mhsw.pnj.ac.id

ABSTRAK

Boiler merupakan komponen utama pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) yang berfungsi mengubah energi panas hasil pembakaran menjadi energi uap. Salah satu faktor yang dapat menurunkan efisiensi boiler adalah penumpukan *fouling* dan slagging pada permukaan perpindahan panas. Untuk mengatasi permasalahan tersebut digunakan *sootblower* sebagai alat pembersih deposit yang menempel pada pipa-pipa boiler. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh pola pengoperasian *sootblower* terhadap efisiensi boiler serta pengaruh nilai kalor batubara (HHV) pada Unit 4 PLTU Suralaya. Penelitian menggunakan metode kuantitatif dengan data sekunder yang diperoleh dari Distributed Control System (DCS) selama periode 2–6 November 2025. Efisiensi boiler dihitung menggunakan metode langsung (direct method) berdasarkan standar ASME PTC 4.1 dengan membandingkan energi output dan energi input boiler. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata efisiensi boiler sebelum sootblowing sebesar 68,99%, saat sootblowing sebesar 68,98%, dan meningkat menjadi 72,74% setelah sootblowing. Nilai efisiensi tertinggi tercatat sebesar 81,74%. Selain itu, peningkatan nilai HHV batubara cenderung diikuti oleh peningkatan efisiensi boiler karena menghasilkan energi panas yang lebih besar selama proses pembakaran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengoperasian *sootblower* efektif dalam mengurangi *fouling* dan meningkatkan efisiensi termal boiler.

Kata kunci: *Sootblower*, Efisiensi Boiler, *Fouling*, ASME PTC 4.1.

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ANALYSIS OF THE EFFECT OF SOOTBLOWER OPERATION ON BOILER EFFICIENCY

Arif Wicaksono[1)] , Paulus Sukusno[1)], Arifia Ekayuliana[1)]
[1)]Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424
Email : arif.wicaksono.tm22@mhsw.pnj.ac.id

ABSTRACT

Boilers are the main components in Coal-Fired Power Plants (CFPPs) that convert heat energy from fuel combustion into steam energy. One of the factors that can reduce boiler efficiency is the accumulation of *fouling* and slagging on heat transfer surfaces. To overcome this issue, *sootblower*s are used to remove deposits attached to boiler *tube*s. This study aims to analyze the effect of *sootblower* operating patterns on boiler efficiency and the influence of coal Higher Heating Value (HHV) at Unit 4 of Suralaya Power Plant. This research employed a quantitative method using secondary data obtained from the Distributed Control System (DCS) during the period of November 2–6, 2025. Boiler efficiency was calculated using the direct method based on the ASME PTC 4.1 standard by comparing boiler output energy with input energy. The results show that the average boiler efficiency before sootblowing was 68.99%, slightly decreased to 68.98% during sootblowing, and increased to 72.74% after sootblowing. The highest boiler efficiency recorded was 81.74%. In addition, higher coal HHV values tended to improve boiler efficiency due to the greater heat energy generated during the combustion process. The findings indicate that *sootblower* operation is effective in reducing *fouling* and improving the thermal efficiency of the boiler.

Keywords: *Sootblower*, Boiler Efficiency, *Fouling*, ASME PTC 4.1.

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penyusunan skripsi yang berjudul "**ANALISIS PENGARUH POLA PENGOPERASIAN SOOTBLOWER TERHADAP EFISIENSI BOILER**" Penyusunan skripsi ini dilakukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan pada Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi. Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis memperoleh banyak bantuan, bimbingan, dukungan, serta masukan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, Bapak Supano dan Ibu Listrieni, serta seluruh keluarga yang selalu memberikan dukungan, doa, dan semangat yang tiada henti
2. Dr. Fuad Zainuri, S.T., M.SI., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
3. Ibu Arifia Ekayuliana, S.T, M.T. selaku Kepala Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi.
4. Dr. Paulus Sukusno, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta masukan dalam proses penyusunan skripsi ini.
5. Ibu Arifia Ekayuliana, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan pendampingan dan kontribusi besar dalam penyelesaian skripsi ini.
6. PT. PLN Indonesia Power Suralaya yang telah memberikan izin dan kesempatan kepada penulis untuk melakukan penelitian.
7. Teman-teman Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi tahun 2022 yang telah memberi dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
8. Eriska Aulia atas doa, dukungan, kesabaran, dan semangat yang selalu diberikan selama proses penyusunan skripsi ini. Terima kasih telah menjadi tempat berbagi, memberikan motivasi, dan selalu mendampingi di setiap prosesnya.
9. Semua pihak yang telah berkontribusi yang tidak dapat disebutkan satu per satu, namun tidak mengurangi rasa hormat penulis.

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan di masa mendatang. Penulis berharap penelitian ini dapat memberikan manfaat serta menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya, khususnya dalam bidang pemeliharaan dan keandalan Boiler.

Depok, 06 Juli 2026

Arif Wicaksono

NIM. 2202431015

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL ..... **i**
HALAMAN PERSEMBAHAN ..... **ii**
HALAMAN PERSETUJUAN ..... **iii**
HALAMAN PENGESAHAN ..... **iv**
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS ..... **v**
ABSTRAK ..... **vi**
KATA PENGANTAR ..... **viii**
DAFTAR ISI ..... **x**
DAFTAR TABEL ..... **xii**
DAFTAR GAMBAR ..... **xiii**
DAFTAR LAMPIRAN ..... **xiv**
BAB I PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Pertanyaan Penelitian 3
1.4 Tujuan Penelitian 3
1.5 Manfaat Penelitian 3
1.6 Sistematika Penulisan 3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA **6**
2.1 Landasan Teori 6
2.1.1 Pembangkit Listrik Tenaga Uap 6
2.1.2 *Boiler* 6
2.1.3 Komponen Pada Boiler 8
2.1.4 *Sootblower* 9

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.1.5 Efisiensi Boiler....12
2.2 Kajian Literatur....14
BAB III METODE PENELITIAN....17
3.1 Jenis Penelitian....17
3.2 Objek Penelitian....17
3.3 Metode Pengambilan Sampel....18
3.4 Jenis Dan Sumber Data Penelitian....18
3.5 Metode Pengumpulan Data Penelitian....19
3.6 Metode Analisis Data....21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN....23
4.1 Hasil Penelitian....23
4.1.1 Pengumpulan Data....23
4.1.2 Pengolahan Data....27
4.2 Pembahasan....31
4.2.1 Analisis Pengaruh HHV Terhadap Boiler....31
4.2.2 Efisiensi Boiler terhadap pengoperasian *sootblower*....33
4.2.3 Analisis Rata-Rata Efisiensi Boiler....36
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN....38
5.1 Kesimpulan....38
5.2 Saran....38
DAFTAR PUSTAKA....39
LAMPIRAN....42

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
   a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
   b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Data yang dibutuhkan.....18
Tabel 4.1 Parameter total energi input dan flow rate 24
Tabel 4.2 Total Energi Output.....26
Tabel 4.3 Efisiensi Boiler 2-6 November 2025.....31

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 *boiler subcritical* 7
Gambar 2.2 spesifikasi boiler pltu 8
Gambar 2.3 *sootblower* tipe long retractable 10
Gambar 2.4 *sootblower* tipe short retractable 11
Gambar 2.5 *sootblower air heater* 11
Gambar 3.1 Unit PLTU SURALAYA 18
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian.....19
Gambar 4.1 Nilai kalor batu bara selama pengamatan 32
Gambar 4.2 Efisiensi Boiler terhadap pengoperasian *sootblower* 33
Gambar 4.3 Rata-rata efisiensi boiler terhadap pengoperasian *sootblower*.....36

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
   a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
   b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Daftar Riwayat Hidup.....42

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) merupakan tulang punggung sistem ketenagalistrikan nasional Indonesia karena kemampuannya menghasilkan energi listrik dalam skala besar dan beroperasi secara kontinu. Salah satu PLTU terbesar di Indonesia adalah PLTU Suralaya yang berlokasi di Provinsi Banten dengan total kapasitas terpasang mencapai 3.400 MW. Peran strategis PLTU Suralaya sangat krusial dalam menjaga kestabilan pasokan listrik, khususnya untuk wilayah Jawa–Madura–Bali yang memiliki tingkat konsumsi energi tinggi [1]. Dalam konteks tersebut, kinerja operasional PLTU tidak hanya dituntut mampu memenuhi kebutuhan daya, tetapi juga harus beroperasi dengan tingkat efisiensi yang optimal. Efisiensi pembangkitan yang rendah akan berdampak langsung pada meningkatnya konsumsi bahan bakar, biaya operasi, serta emisi lingkungan. Oleh karena itu, upaya peningkatan dan pengendalian efisiensi menjadi fokus utama dalam pengelolaan pembangkit listrik tenaga uap.

Boiler merupakan komponen utama dalam sistem PLTU yang berfungsi mengonversi energi kimia bahan bakar menjadi energi panas untuk menghasilkan uap bertekanan dan bertemperatur tinggi. Efisiensi boiler menjadi parameter penting karena menunjukkan seberapa besar energi panas hasil pembakaran yang berhasil dimanfaatkan menjadi energi uap. Penurunan efisiensi boiler akan berdampak langsung pada meningkatnya konsumsi bahan bakar, meningkatnya biaya operasi, serta menurunnya keandalan sistem pembangkitan [2].

Salah satu faktor utama yang menyebabkan penurunan efisiensi boiler adalah terjadinya *fouling* pada permukaan perpindahan panas. *Fouling* merupakan penumpukan abu dan jelaga hasil pembakaran batubara yang menempel pada pipa-pipa pemanas boiler seperti *superheater*, *reheater*, dan *economizer*. Endapan tersebut membentuk lapisan isolasi termal yang meningkatkan tahanan perpindahan panas antara gas buang dan fluida kerja, sehingga laju penyerapan panas oleh uap menjadi berkurang [3]. Akibatnya, temperatur dan entalpi uap menurun serta efisiensi boiler mengalami penurunan.

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Untuk mengendalikan permasalahan *fouling* tersebut, PLTU dilengkapi dengan sistem *sootblower* yang berfungsi membersihkan permukaan perpindahan panas dari endapan abu dan jelaga. *Sootblower* bekerja dengan menyemprotkan media bertekanan tinggi, umumnya berupa uap atau udara, ke permukaan pipa boiler sehingga *fouling* dapat terlepas dan terbawa aliran gas buang [4]. Meskipun sistem *sootblower* telah diterapkan secara luas dan menjadi bagian dari operasi rutin PLTU, efektivitas pengoperasiannya tidak selalu sama pada setiap kondisi. Kinerja *sootblower* sangat dipengaruhi oleh berbagai parameter operasi seperti tekanan media pembersih, durasi penyemprotan, frekuensi pengoperasian, serta tingkat *fouling* aktual di dalam boiler. Pengoperasian *sootblower* yang kurang optimal dapat menyebabkan pembersihan tidak efektif, sedangkan pengoperasian yang berlebihan berpotensi meningkatkan keausan peralatan dan konsumsi uap bantu.

Berdasarkan penelitian terdahulu, sebagian besar kajian membahas pengaruh *sootblower* terhadap laju perpindahan panas atau kinerja *superheater* secara parsial [5],[6]. Penelitian yang secara khusus menganalisis pengaruh pengoperasian *sootblower* terhadap efisiensi boiler secara kuantitatif masih relatif terbatas, terutama yang menggunakan data aktual pembangkit skala besar. Kondisi ini menunjukkan adanya research gap dalam evaluasi empiris hubungan antara *sootblower* dan efisiensi boiler.

Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan pada analisis pengaruh pola pengoperasian *sootblower* terhadap efisiensi boiler di Unit 4 PLTU Suralaya. Penelitian dilakukan dengan membandingkan nilai efisiensi boiler sebelum dan sesudah pengoperasian *sootblower* berdasarkan data operasional aktual. Perhitungan efisiensi boiler dalam penelitian ini mengacu pada standar American Society of Mechanical Engineers melalui pedoman ASME PTC 4.1 [7]. Standar ini digunakan untuk memastikan metode pengujian dan perhitungan efisiensi dilakukan secara sistematis, terukur, dan dapat dipertanggungjawabkan. Hasil penelitian diharapkan mampu memberikan gambaran kuantitatif mengenai kontribusi *sootblower* terhadap peningkatan kinerja boiler serta menjadi dasar rekomendasi optimalisasi strategi operasi dan pemeliharaan *sootblower*.

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.2 Rumusan Masalah

1) Perhitungan efisiensi boiler saat pengoperasian *Sootblower*
2) Pola pengoperasian *sootblower* terhadap efisiensi boiler
3) Nilai kalor batubara terhadap efisiensi boiler

1.3 Pertanyaan Penelitian

1) Bagaimana perhitungan efisiensi boiler saat pengoperasian *Sootblower*?
2) Bagaimana pengaruh pola pengoperasian *sootblower* terhadap efisiensi boiler?
3) Bagaimana pengaruh nilai kalor batubara terhadap efisiensi boiler

1.4 Tujuan Penelitian

1) Menghitung efisiensi boiler sebelum dan sesudah pengoperasian *sootblower* menggunakan standar ASME PTC 4.1.
2) Mengetahui pengaruh pola pengoperasian *sootblower* terhadap efisiensi boiler.
3) Mengetahui pengaruh nilai kalor batubara terhadap efisiensi boiler

1.5 Manfaat Penelitian

1) Manfaat Teoritis
   Memberikan kontribusi ilmiah dalam kajian sistem perpindahan panas dan efisiensi boiler pada PLTU berbahan bakar batubara.
2) Manfaat Praktis
   Memberikan dasar rekomendasi teknis untuk optimalisasi pengoperasian *sootblower* guna meningkatkan efisiensi dan keandalan unit pembangkitan.

1.6 Sistematika Penulisan

Skripsi ini disusun secara sistematis dalam lima bab utama yang saling berkaitan dan disajikan secara runtut untuk menjawab rumusan masalah penelitian serta mencapai tujuan yang telah ditetapkan. Adapun sistematika penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN SAMPUL

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR LAMPIRAN

RINGKASAN

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan gambaran umum dan landasan awal penelitian yang menjadi dasar dilakukannya kajian ilmiah. Pembahasan diawali dengan latar belakang masalah yang menjelaskan kondisi aktual PLTU, peranan Boiler dalam sistem pembangkitan, permasalahan *fouling*, serta pentingnya pengoperasian *sootblower* dalam meningkatkan efisiensi boiler. Selanjutnya dirumuskan rumusan masalah yang memuat pertanyaan penelitian secara spesifik dan terfokus. Bab ini juga menjelaskan tujuan penelitian yang ingin dicapai serta manfaat penelitian, baik secara teoritis maupun praktis, sehingga menunjukkan kontribusi penelitian terhadap pengembangan ilmu pengetahuan dan penerapan di lapangan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini memuat landasan teori dan kajian literatur yang relevan dengan topik penelitian. Pembahasan meliputi teori dasar mengenai Pembangkit Listrik Tenaga Uap, boiler, komponen boiler, *sootblower*, serta rumus efisiensi boiler pada persamaan yang digunakan untuk mengolah data pada bab 4 . Selain itu, bab ini menyajikan penelitian-penelitian terdahulu yang berkaitan dengan efisiensi boiler dan *sootblower* sebagai dasar pembanding dan penguatan posisi penelitian.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan metode dan pendekatan penelitian yang digunakan untuk menjawab rumusan masalah. Pembahasan mencakup jenis dan pendekatan penelitian, lokasi dan objek penelitian, serta variabel penelitian yang dianalisis. Selain itu, dijelaskan jenis dan sumber data yang digunakan, teknik pengumpulan data, serta instrumen penelitian yang mendukung proses pengambilan data. Bab ini juga menguraikan teknik analisis data yang digunakan, termasuk perhitungan

efisiensi boiler, sehingga alur analisis dapat dipahami secara sistematis dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil pengolahan dan analisis data penelitian berdasarkan metode yang telah ditetapkan. Pembahasan meliputi analisis perubahan nilai kalor batu bara, perubahan efisiensi boiler, dan rata-rata efisiensi boiler sebelum, proses, dan sesudah pengoperasian *sootblower*. Hasil perhitungan dianalisis secara kuantitatif dan dibahas secara ilmiah dengan mengaitkannya pada metode direct efisiensi boiler, fenomena *fouling*, serta kondisi operasi aktual Unit 4 PLTU Suralaya.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini memuat kesimpulan yang diperoleh dari hasil analisis dan pembahasan penelitian sebagai jawaban atas rumusan masalah. Selain itu, disajikan saran-saran yang bersifat teknis dan akademis sebagai rekomendasi untuk optimalisasi pengoperasian *sootblower* serta sebagai bahan pertimbangan bagi penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan peningkatan kinerja termal boiler PLTU.

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta
Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Pengoperasian *sootblower* memberikan pengaruh terhadap perubahan efisiensi boiler. Selama proses sootblowing berlangsung pada pukul 18.00-20.00 WIB, efisiensi boiler cenderung mengalami penurunan sementara akibat penggunaan uap sebagai media pembersih serta adanya gangguan transien pada proses perpindahan panas dan pembakaran.
2. Setelah proses sootblowing selesai, efisiensi boiler mengalami peningkatan yang signifikan. Nilai efisiensi tertinggi tercatat sebesar 81,74% pada tanggal 2 November 2025 pukul 06.00 WIB dan 81,09% pada tanggal 6 November 2025 pukul 06.00 WIB. Hal ini menunjukkan bahwa pembersihan deposit *fouling* dan slagging mampu meningkatkan efektivitas perpindahan panas di dalam boiler.
3. Rata-rata efisiensi boiler sebelum sootblowing sebesar 68,99%, saat sootblowing sebesar 68,98%, dan setelah sootblowing meningkat menjadi 72,74%. Hasil tersebut membuktikan bahwa pengoperasian *sootblower* efektif dalam meningkatkan performa termal boiler meskipun terjadi penurunan efisiensi sesaat selama proses pembersihan..

5.2 Saran

1. Pengoperasian *sootblower* perlu dilakukan secara terjadwal dan sesuai kondisi aktual boiler agar penumpukan *fouling* dan slagging dapat dikendalikan tanpa menyebabkan konsumsi uap yang berlebihan.
2. Kualitas batubara yang digunakan sebaiknya dijaga agar nilai HHV tetap stabil, sehingga proses pembakaran dapat berlangsung lebih optimal dan efisiensi boiler dapat dipertahankan pada tingkat yang tinggi.

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

[1] Riana Marieta, "ANALISA KUALITAS BATUBARA TERHADAP EFISIENSI PEMBAKARAN PADA BOILER UNIT 1 PLTU SURALAYA, MERAK, BANTEN," *JURNAL EKSTATA KEBUMIAN*, vol. 1, Nov. 2020, doi: https://e-journal.trisakti.ac.id/index.php/jek/issue/view/926.

[2] R. Nurhasanah and O. Firdaus, "Perbandingan Efisiensi Boiler Awal Operasi Dan Setelah Overhaul Terakhir Di Unit 5 PLTU Suralaya," *Power Plant*, vol. 4, no. 1, pp. 44–48, 2019.

[3] Lubis Amru Fathony, Hendri, and Suhengki, "PENGARUH *FOULING* TERHADAP LAJU PERPINDAHAN PANAS PADA *SUPERHEATER* BOILER CFB PLTU SEBALANG," *Jurnal Power Plant*, vol. 6, no. 1, 2018.

[4] N. C. Purnama, "ANALISIS KEGAGALAN *SOOTBLOWER* TERHADAP PERPINDAHAN PANAS DI PIPA BOILER," *Jurnal Teknik Mesin Mercu Buana*, vol. 6, no. 3, pp. 187–190, 2017, doi: doi:10.22441/jtm.v6i3.1968.

[5] Muhammad Rifqi Fachrezi, Agus Sukandi, and Arifia Ekayuliana, "ANALYSIS OF THE EFFECT OF *SOOTBLOWER* OPERATION ON THE RATE OF HEAT ENERGY ABSORBED BY THE *SUPERHEATER* AT UNIT 2 PLTU PELABUHAN RATU," *sntm*, vol. 14, no. 2, pp. 1416–1422, May 2025.

[6] F. Fajri and R. Arizona, "Studi pengaruh pengoperasian soot *blower* terhadap energi panas yang diserap *superheater* pada unit 2 PLTU tenayan," *Jurnal Teknik Mesin Indonesia (JTMI)*, vol. 17, no. 2, 2022.

[7] American Society of Mechanical Engineers (ASME), *Steam Generating Unit, ASME PTC 4.1- 1964*. New York: ASME, 1999.

[8] Muh. Rais. dkk., *Pembangkit Energi Listrik: Instalasi dan Prinsip Kerja*. Yayasan Kita Menulis, 2024.

[9] "https://www.babcock.com/home/products/vertical-*tube*-universal-pressure-boiler-vtup."

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

[10] M. J. . Moran, H. N. . Shapiro, D. D. . Boettner, and M. B. . Bailey, *Fundamentals of engineering thermodynamics*. John Wiley & Sons, Inc., 2018.

[11] H.N Gifari and Belyamin, "MAKALAH MESIN THERMAL (*SUPERHEATER*)," 2019.

[12] I. Rochani and Wahyono, "Pengaruh perubahan beban terhadap unjuk kerja *reheater* Babcock & Wilcox Carolina Radiant Boiler PLTU Tanjung Jati B Unit 1," 2016.

[13] M. Sjahid Akbar, F. Suryadi, and D. D. Prastyo, "KINERJA *ECONOMIZER* PADA BOILER," *Jurnal Teknik Industri*, vol. 11, no. 1, pp. 72–81, Jun. 2009.

[14] S. H. Putra, H. A. Notonegoro, I. Saefuloh, H. Wahyudi, A. Sudrajad, and A. A. Alhamidi, "PREVENTIVE MAINTENANCE OF *AIR HEATER* ON BOILER UNITS 1-4 AT PT. PLN INDONESIA POWE SURALAYA PGU," vol. 02, no. 01, pp. 19–23, 2024, doi: 10.62870/timer.v2.i1.26164.

[15] Ltd. Qingdao Relyde Electric Power Equipment Co., "Long Retractable *Sootblower*," 2022, Accessed: Jan. 02, 2026. [Online]. Available: https://www.relyde.net/products/soot_*blower*/

[16] Technology Power Plant, "Long Retractable *Sootblower*", Accessed: Jan. 06, 2026. [Online]. Available: https://human-style.blogspot.com/2012/03/*sootblower*-model-ps-sl-ps-sb.html

[17] "https://idpowerstation.blogspot.com/2009/04/*sootblower*.html."

[18] "https://id.boiler*sootblower*.com/news/introduction-to-the-structure-and-working-prin-66254865.html."

[19] "https://vifutech.vn/en/product/air-heater-soot-*blower*."

[20] Y.C. Dwiaji and D.M. Utama, "ANALISIS EFISIENSI BOILER TERHADAP POLA PENGOPERASIAN *SOOTBLOWER* DI PLTU SURALAYA," *Jurnal Simentrik*, vol. 10, no. 1, 2020, doi: https://doi.org/10.31959/js.v10i1.359.

[21] M. TROJAN, D. TALER, and S. WIELGUS, "ON-LINE MONITORING OF THE *FOULING* OF THE BOILER HEATING SURFACES," *Thermal Science*, vol. 23, pp. 1289–1300, 2019, doi: 10.2298/TSCI19S4289T.

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

[22] I. G. Darmadi, "Analisis kinerja termal dan efisiensi PLTU Suralaya.," *Institut Teknologi Sepuluh Nopember*, 2018.

[23] J. R. H. Panjaitan, J. S. Sihotang, K. M. Sirait, and R. Pakpaha, "Evaluasi perpindahan panas dan efisiensi *superheater* pada unit multi fuel boiler," *Dinamika Teknik Mesin*, vol. 14, no. 1, p. 54, Apr. 2024, doi: 10.29303/dtm.v14i1.761.

[24] T. Y. Utama and N. Ruhyat, "Analysis of Boiler Efficiency and NPHR With the Use of *Sootblower* in a 315 MW Coal-fired Power Plant," *SINTEK JURNAL: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, vol. 18, no. 2, pp. 80–89, Dec. 2024, doi: 10.24853/sintek.18.2.80-89.

[25] F. Fathiya, P. Sukusno, and A. Ekayuliana, "ANALISA PENGARUH PENGOPERASIAN *SOOTBLOWER* TERHADAP EFISIENSI BOILER," *sntm*, vol. 14, no. 1, pp. 131–135, Dec. 2024.

[26] Y. Shi *et al.*, "Soot blowing optimization for frequency in *economizer*s to improve boiler performance in coal-fired power plant," *Energies (Basel).*, vol. 12, no. 15, Jul. 2019, doi: 10.3390/en12152901.

[27] Sugiyono, *METODE PENELITIAN KUANTITATIF KUALITATIF DAN R&D*, 2nd ed. Bandung: Alfabeta, 2020.

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN

Lampiran 1 Daftar Riwayat Hidup

Daftar Riwayat Hidup

1. Nama : Arif Wicaksono
2. NIM : 2202431015
3. Tempat, Tanggal Lahir : Jakarta, 4 Juli 2004
4. Jenis Kelamin : Laki-Laki
5. Alamat : Jl.Kp.Bahari 1/31, Tanjung Priok, Jakarta Utara
6. Email : arifsono73@gmail.com
7. Pendidikan
   - SD : SDN TANJUNG PRIOK 02
   - SMP : SMPN 65 JAKARTA
   - SMA : SMAN 18 JAKARTA
8. Program Studi : D4 – Teknologi Rekayasa Konversi Energi
9. Bidang Peminatan : Konversi Energi, Pemeliharaan

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA