



© 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



**ANALISA PENGARUH AIR *LEAKAGE* PADA AIR
HEATER TERHADAP EFISIENSI BOILER DI PLTU
CIREBON UNIT 1**

SKRIPSI

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Oleh :

**Bagus Handriyani
NIM. 2102321019**

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA KONVERSI ENERGI
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2025



© 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



**ANALISA PENGARUH AIR LEAKAGE PADA AIR
HEATER TERHADAP EFISIENSI BOILER DI PLTU
CIREBON UNIT 1**

SKRIPSI

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Pendidikan Sarjana
Terapan Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin

Oleh :

Bagus Handriyani

NIM. 2102321019

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
TEKNOLOGI REKAYASA KONVERSI ENERGI
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

JULI, 2025



© 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



“Tugas Akhir ini kupersembahkan untuk ayah ibu, bangsa dan almamater”



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

**ANALISA PENGARUH AIR *LEAKAGE* PADA AIR
HEATER TERHADAP EFISIENSI BOILER DI PLTU CIREBON UNIT 1**

Oleh:

Bagus Handriyani

Nim. 2102321019

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi

Mengetahui

Kepala Program Studi

Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi

Yuli Mafendro Deder Eka Saputra, S.Pd., M.T
NIP. 199403092019031013

Pembimbing

Dr. Paulus Sukusno, S.T., M.T.
NIP. 196605191990031002

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

**ANALISA PENGARUH AIR *LEAKAGE* PADA AIR
HEATER TERHADAP EFISIENSI BOILER DI PLTU CIREBON UNIT 1**

Oleh:

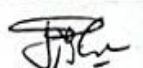
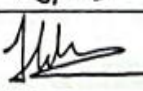
Bagus Handriyani

Nim. 2102321019

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang sarjana terapan (atau Skripsi) di hadapan Dewan Penguji pada tanggal 11 Juli 2025 dan diterima sebagai persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana terapan (Diploma IV) 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. 196605191990031002	Ketua Penguji		23/7 25
2.	Candra Damis Widiawaty, S.T.P., M.T. NIP. 198201052014042001	Penguji 1		21/7 25
3.	Noor Hidayati, S.T., M.S. NIP. 199008042019032019	Penguji 2		24/7 25

Jakarta, 11 Juli 2025

Disahkan Oleh

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Eng-Ir. Muslimin, S.T., M.T. IWE.

NIP. 197707142008121005



© 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
SKRIPSI**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Bagus Handriyani

NIM : 2102321019

Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi

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

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Jakarta, 11 Juli 2025

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Bagus Handriyani

NIM. 2102321019



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 menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ANALISA PENGARUH AIR LEAKAGE PADA AIR HEATER TERHADAP EFISIENSI BOILER DI PLTU CIREBON UNIT 1

Bagus Handriyani¹, Paulus Sukusno¹.

Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin,
Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

Email: bagushandriyani@gmail.com

ABSTRAK

Energi listrik merupakan kebutuhan utama dalam kehidupan modern, sehingga keandalan pembangkit listrik harus dijaga. Salah satu faktor yang memengaruhi efisiensi pembangkit uap adalah kondisi air heater pada boiler. Penelitian ini bertujuan untuk Mengidentifikasi pengaruh *Air Leakage* Pada *air heater* terhadap efisiensi boiler dan menentukan penyebab air leakage pada air heater. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dan deskriptif untuk menganalisis pengaruh *air leakage* terhadap efisiensi boiler. Untuk mengetahui presentase air leakage penelitian ini dengan menggunakan persamaan ASME PTC 4.3 dan untuk mengetahui efisiensi boiler menggunakan metode tidak langsung. Hasil menunjukkan bahwa setelah Major Overhaul (MOH), air leakage menurun dari 13,02% menjadi 11,15%, yang diikuti peningkatan efisiensi boiler 82,38% menjadi 82,90%. Penurunan air leakage disebabkan oleh perbaikan komponen *air heater*, seperti radial seal dan cold end layer. Hal ini membuktikan bahwa pengelolaan air heater yang baik berperan penting dalam menjaga efisiensi boiler

Kata-kata kunci: Air Heater, Air Leakage, Efisiensi Boiler.



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

ANALISA PENGARUH AIR LEAKAGE PADA AIR HEATER TERHADAP EFISIENSI BOILER DI PLTU CIREBON UNIT 1

Bagus Handriyani¹, Paulus Sukusno¹.

Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin,
Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425

Email: bagushandriyani@gmail.com

ABSTRACT

Electricity is a primary necessity in modern life, so the reliability of power plants must be maintained. One factor that affects the efficiency of steam power plants is the condition of the water heater in the boiler. This study aims to identify the impact of air leakage in the air heater on boiler efficiency and determine the causes of air leakage in the air heater. The study employs quantitative and descriptive methods to analyze the effect of air leakage on boiler efficiency. To determine the percentage of air leakage, the study uses the ASME PTC 4.3 equation, and to assess boiler efficiency, an indirect method is employed. The results show that after a Major Overhaul (MOH), air leakage decreased from 13.02% to 11.15%, followed by an increase in boiler efficiency from 82,38% to 82,9%. The decrease in water leakage was attributed to improvements in air heater components, such as radial seals and cold end layers. This demonstrates that proper management of the air heater plays a crucial role in maintaining boiler efficiency.

Keywords: Air Heater, Air Leakage, Boiler Efficiency



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 serta syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunianya-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “Analisa Pengaruh *Air Leakage* Pada *Air Heater* Terhadap Efisiensi Boiler Di PLTU Cirebon Unit 1”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi Sarjana Terapan Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta. Penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih yang tiada terhingga kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Ir., Muslimin, S.T, M.T., IWE. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
2. Bapak Yuli Mafendro Dedet Eka Saputra, S.Pd., M.T.selaku Kepala Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi
3. Bapak Dr. Paulus Sukusno, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dalam penyelesaian skripsi ini.
4. Segenap dosen Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi yang telah memberikan ilmu sehingga dapat menyelesaikan laporan ini.
5. Kedua orang tua yang telah memberikan doa kepada penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.
6. Bapak Ibnu Lutfi, S.T. selaku Pembimbing Lapangan yang banyak memberikan ilmu pengetahuan mengenai performance PLTU serta memberikan bimbingan kepada penulis selama proses Praktik Kerja Lapangan selama pelaksanaan Kerja Praktik.
7. Rekan-rekan Program Teknologi Rekayasa Konversi Energi telah membantu dan memberikan dukungan dalam proses penyelesaian skripsi.
8. Keluarga Bapak Sukri yang telah memberi semangat dan dukungan dalam proses penyusunan skripsi
9. Teman Teman Warsep yang telah memberi semangat dan dukungan dalam proses penyusunan skripsi
10. Serta seluruh pihak yang telah membantu penulis dalam penyusunan skripsi



© 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 masih banyak hal yang dapat ditingkatkan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan agar skripsi ini dapat menjadi referensi yang lebih baik di masa mendatang. Semoga skripsi ini dapat memberikan gambaran yang jelas dan bermanfaat tidak hanya bagi penulis, tetapi juga bagi pembaca yang berkepentingan

Jakarta, 11 Juli 2025

Bagus Handriyani
NIM. 2102321019





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 PERSEMBAHAN.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	i
DAFTAR TABEL	iii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Penelitian.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	1
1.3 Pertanyaan Penelitian.....	2
1.4 Tujuan Penilitan.....	2
1.5 Manfaat Penilitan.....	2
1.6 Sistematika Penelitian.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Landasan Teori	4
2.1.1. Pembangkit Listrik Tenaga Uap.....	4
2.1.2. Boiler	9
2.1.3. Komponen Boiler	12



© 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

2.1.4. Pengertian <i>Air Heater</i>	14
2.1.5. Komponen <i>Air Heater</i>	16
2.1.6. Kebocoran Udara.....	19
2.1.7. Persamaan <i>Air Heater</i>	21
2.2 Proses Pembakaran.....	22
2.2.1. Reaksi Kimia Proses Pembakaran Batu Bara	24
2.2.2 <i>Excess Air</i>	25
2.3 Neraca Massa Energi	26
2.4 Efisiensi Boiler	26
2.5 <i>Root Cause Analysis</i> (RCA).....	32
2.4.1. <i>5-Why Analisis</i>	32
2.4.2. Fishbone Diagram	33
2.6 Kerangka Pemikiran dan Pengembangan Hipotesis	34
2.6.1. Kerangka Pemikiran.....	34
2.6.2. Pengembangan Hipotesis.....	35
2.7 Kajian Literatur.....	35
BAB III METODE PENELITIAN.....	38
3.1 Jenis Penelitian	38
3.2 Objek Penelitian	38
3.3 Metode Pengambilan Data	38
3.3.1 Alat Ukur Penelitian.....	39
3.4 Jenis Dan Sumber Data Penelitian	41
3.5 Metode Pengumpulan Data Penelitian.....	41
3.6 Metode Analisis Data.....	41



© 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

3.7 Skema Boiler dan <i>Air Heater</i>	44
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	45
4.1 Identifikasi Masalah	45
4.2 Data Kinerja <i>Air Heater</i> Dan Boiler	47
4.2.1. Data Kinerja <i>Air Heater</i>	47
4.2.2. Data Operasi Boiler	48
4.2.3. Data Spesifikasi Bahan Bakar	50
4.3 Analisis Data	51
4.3.1. Perhitungan <i>Air Leakage</i>	51
4.3.2. Perhitungan Efisiensi Boiler Metode Heat Loss	54
4.4 Hasil Perhitungan	59
4.4.1. Hasil Perhitungan Pada <i>Air Heater</i>	60
4.4.2. Hasil Perhitungan Efisiensi Boiler	61
4.5 Pembahasan	63
4.5.1 Analisis <i>Air Leakage</i> Pada <i>Air Heater</i> Terhadap Efisiensi Boiler ...	63
4.5.2 Analisis <i>Air Leakage</i> Pada <i>Air Heater</i> Terhadap Efisiensi <i>Air Heater</i>	64
4.5.3 Root Cause Analysis Penyebab <i>Air Leakage</i> Pada <i>Air Heater</i>	65
4.5.4 Penanganan Penyebab <i>Air Leakage</i> Pada <i>Air Heater</i>	68
BAB V PENUTUP	70
5.1 Kesimpulan	70
5.2 Saran	70
DAFTAR PUSTAKA	71
LAMPIRAN	74



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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Skema Kerja PLTU Sederhana.....	4
Gambar 2. 2 Diagram Sistem Tenaga PLTU Cirebon	6
Gambar 2. 3 Siklus Rankine Super Critical	7
Gambar 2. 4 Unit Boiler PLTU Cirebon Unit 1	9
Gambar 2. 5 Skema Boiler	9
Gambar 2. 6 Diagram Sankey Boiler.....	10
Gambar 2. 7 Komponen Pada Boiler	12
Gambar 2. 8 Proses Heat Transfer Pada Air Heater	15
Gambar 2. 9 Proses Heat Transfer Pada Air Heater	15
Gambar 2. 10 Air Heater	16
Gambar 2. 11 Heating Element Pada Air Heater.....	17
Gambar 2. 12 Sealing System	18
Gambar 2. 13 Radial Leakage	18
Gambar 2. 14 Axial Leakage.....	19
Gambar 2. 15 Direct Leakage.....	20
Gambar 2. 16 Ilustrasi Kebocoran Udara Pada Air Heater	20
Gambar 2. 17 Segitiga Proses Pembakaran.....	23
Gambar 2. 18 Fishbone Diagram.....	33
Gambar 3. 1 Pengambilan data pada Pada Air Heater	38
Gambar 3. 2 Pengambilan data menggunakan Thermocouple tipe K	39
Gambar 3. 3 Termometer Digital.....	40
Gambar 3. 4 Pengambilan data Gas Analyzer.....	40
Gambar 3. 5 Metode Analisa Data	42
Gambar 3. 6 Diagram Blok Boiler Dan Air Heater	44
Gambar 4.1 Heating Element Sebelum MOH.....	45
Gambar 4.2 Radial Seal Sebelum MOH	45
Gambar 4.3 Heating Element Sesudah MOH	46
Gambar 4.4 Radial Seal Sesudah MOH.....	46



© 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

Gambar 4.5 Pengambilan Sampel Batu Bara	50
Gambar 4.6 Skema Neraca Massa dan Panas.....	52
Gambar 4.7 Air Leakage Pada Air Heater Terhadap Efisiensi Boiler.....	63
Gambar 4.8 <i>Air Leakage</i> Pada Air Heater Terhadap Efisiensi <i>Air Heater</i>	64
Gambar 4.9 <i>Fishbone</i> Diagram	67





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 4.1 Data Air Heater	47
Tabel 4.2 Data Kinerja Boiler	49
Tabel 4.3 Spesifikasi Bahan Bakar	51
Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Efisiensi Boiler Pada Tangga 2 Mei 2024	58
Tabel 4.5 Data Perhitungan Air Heater sebelum dan sesudah MOH	61
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Efisiensi Boiler sebelum dan sesudah MOH.....	62
Tabel 4.7 5-Why Analisis.....	66
Tabel 4.8 Penangan Penyebab Air Leakage Pada Air Heater.....	69





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 Penelitian

Energi listrik merupakan kebutuhan hampir semua aktivitas manusia. Secara khusus, revolusi industri dan modernisasi telah meningkatkan kebutuhan manusia akan teknologi karena hampir semua aktivitas manusia sekarang membutuhkan listrik. Tidaklah mengherankan jika pada akhirnya Sektor listrik pada akhirnya berkembang menjadi utilitas publik yang penting. Maka dari itu sulit bagi pemerintah untuk menjaga kestabilan ketika terjadi ketidakseimbangan antara jumlah energi listrik yang tersedia dengan yang dibutuhkan Masyarakat. Oleh sebab itu untuk menjaga kebutuhan listrik diperlukan kehandalan pembangkit listrik sehingga dapat menjaga kebutuhan listrik disuatu wilayah.[1]

Boiler merupakan salah satu komponen penting dalam sistem pembangkit tenaga listrik uap, yang berfungsi untuk menghasilkan uap dengan memanaskan air. Efisiensi boiler sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor, salah satunya adalah kondisi *air heater* yang digunakan dalam sistem. *Air heater* berfungsi untuk memanaskan udara sebelum masuk ke dalam boiler, sehingga dapat meningkatkan efisiensi proses pembangkitan listrik tenaga uap.

Seiring berjalannya waktu penggunaan *air heater* akan mengalami penurunan performa dikarenakan beberapa hal seperti *plugging*, korosi, dan penipisan dikarenakan gesekan. *Plugging* yang terjadi *hot end* dan korosi yang terjadi di *cold end* akan mempengaruhi kemampuan elemen untuk menyerap panas dikarenakan permukaan elemen tertutupi senyawa yang menurunkan nilai konduktivitas elemen. Penipisan seal yang terpasang di rotor akan mengakibatkan peningkatan leakage di *air heater*, sehingga akan menurunkan efisiensi dari *air heater*. [2]

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka rumusan masalah yang dapat ditulis didalam penelitian yaitu:

1. Faktor apa yang mempengaruhi *air leakage* pada *air heater*



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. Mengapa *air heater* dapat mempengaruhi efisiensi boiler

1.3 Pertanyaan Penelitian

Berikut pertanyaan penelitian ini adalah

1. Bagaimana cara menghitung *air leakage* pada *air heater*
2. Apa saja faktor cara mengurangi *air leakage* pada *air heater* untuk mengoptimalkan efisiensi boiler

1.4 Tujuan Penelitian

1. Mengidentifikasi pengaruh *air leakage* pada *air heater* terhadap efisiensi boiler
2. Menentukan penyebab *air leakage* pada *air heater*

1.5 Manfaat Penelitian

1. Memahami faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensi sistem *air heater*, termasuk *air leakage* pada *air heater* terhadap performa boiler.
2. Membantu perencanaan pemeliharaan yang lebih baik untuk mengurangi kebocoran, sehingga berkontribusi pada penghematan energi dan peningkatan kinerja boiler secara keseluruhan.
3. Menambah ilmu yang tentunya sangat bermanfaat mengenai ilmu yang berhubungan dengan pembangkit listrik tenaga uap khususnya efisiensi boiler

1.6 Sistematika Penelitian

Dalam Penulisan Penelitian ini terdapat beberapa bab yaitu:

1. BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan latar belakang penelitian yang menjadi dasar dan alasan utama dilakukannya penelitian ini. Dalam bab ini diuraikan konteks permasalahan, urgensi topik yang diangkat, serta relevansinya dengan bidang kajian yang menjadi fokus penelitian

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada Bab II menjelaskan terkait landasan teori yang berkaitan dengan topik penelitian. Landasan teori tersebut mencakup konsep, prinsip, dan teori-teori yang relevan dan mendukung topik penelitian, serta digunakan sebagai kerangka acuan untuk menganalisis permasalahan



© 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 menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

penelitian.

3. BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menguraikan tentang metode penilitan yang digunakan untuk menyelesaikan penelitian sehingga dapat memberikan gambaran yang jelas tentang langkah-langkah sistematis yang diambil dalam proses penelitian untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan.

4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan proses analisis data yang mencakup pengolahan data, hasil dari perhitungan serta pembahasan hasil penelitian.

5. BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menjelaskan kesimpulan dan saran yang disusun berdasarkan pembahasan hasil penelitian. Isi kesimpulan merupakan ringkasan dari temuan utama penelitian yang menjawab tujuan penelitian dan memberikan gambaran singkat mengenai hasil yang telah diperoleh. Sementara itu, saran disusun sebagai rekomendasi yang dapat digunakan oleh pihak-pihak terkait untuk menerapkan hasil penelitian atau sebagai acuan untuk penelitian lebih lanjut.

**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 PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil analisis sebelum dan sesudah pelaksanaan Major Overhaul (MOH), menentukan penurunan nilai *air leakage* pada air heater dari 13,02% menjadi 11,15% memberikan dampak peningkatan efisiensi boiler dari 82,38% menjadi 82,90%, dan efisiensi *air heater* meningkat dari 64,13% menjadi 68,19%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin kecil tingkat *air leakage*, semakin besar efisiensi yang dapat dicapai. Disimpulkan bahwa *air leakage* memiliki pengaruh signifikan terhadap efisiensi boiler.
2. Penurunan *air leakage* setelah MOH menunjukkan bahwa kebocoran udara yang terjadi sebelumnya disebabkan oleh kondisi komponen air heater yang sudah tidak optimal, seperti radial seal, dan heating element pada sisi cold end layer. Perbaikan dan penggantian komponen-komponen tersebut selama MOH berkontribusi dalam mengurangi tingkat kebocoran udara. Oleh karena itu, penyebab utama *air leakage* adalah kerusakan atau ausnya elemen-elemen seal pada *air heater*.

5.2 Saran

1. Untuk menjaga efisiensi boiler tetap optimal, disarankan pada komponen pada air heater seperti sistem seal, seperti radial seal dan heating element seperti sisi cold end layer, diperiksa dan dirawat secara berkala. Tindakan ini penting untuk mencegah terjadinya kebocoran udara (*air leakage*) yang dapat menurunkan efisiensi pembakaran dan meningkatkan heat loss.
2. Meningkatkan kualitas material heating element pada Gas Air Heater dapat memperpanjang umur komponen, mengurangi kerusakan akibat korosi dan abrasi, serta menjaga efisiensi perpindahan panas dan menekan terjadinya *air leakage*.



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] S. R. Efendi, “Analisis Pengaruh Unjuk Kerja Air Priheater Terhadap Efisiensi Boiler Skripsi Oleh: Syah Rinal Efendi168130052 Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Medan Area Medan 2021,” 2021.
- [2] J. Siburian, I. Nyoman, S. Winaya, K. Astawa, B. Jimbaran, and B. Abstrak, “Pengaruh Pemeliharaan Air Heater Terhadap Efisiensi Boiler PLTU Unit 4 UP Muara Karang,” 2019.
- [3] N. Yuniarti and I. W. Aji, “Modul Pembelajaran Pembangkit Tenaga Listrik,” *Jur. Pendidik. Tek. Elektro FT. Univ. Negeri Yogyakarta*, pp. 41–48, 2019.
- [4] dan Panji Ramadhan and J. Teknik Mesin STT-PLN Menara PLN Jl Lingkar Luar Barat, “Analisa Efisiensi Boiler Dengan Metode Heat Loss Sebelum Dan Sesudah Overhaul PT. Indonesia Power UBP PLTU Lontas Unit 3,” *J. Power Plant*, vol. 4, no. 4, 2017.
- [5] D. Darmawan and S. Winarto, “Artikel Perbandingan Efisiensi pada Boiler II TWA PPSDM Migas Menggunakan Metode Langsung dan Tidak Langsung Periode Bulan Maret 2023”, doi: 10.37525/mz/2023.
- [6] Vista NM. Analisis unjuk kerja regenerative air heater sisi A PLTU unit 3 PT. PJB UP Gresik menggunakan standar American Society of Mechanical Engineers (ASME) PTC 4.3 - ITS Repositor*Itsacid*. Published online July 9, 2015
- [7] A. Sawitri, “BAB II Tinjauan Pustaka BAB II Tinjauan Pustaka 2.1. 1–64,” *Gastron. ecuatoriana y Tur. local.*, vol. 1, no. 69, pp. 5–24, 2019.
- [8] M. Mulyono and A. Roihatin, “Analisis Pengaruh Penggantian Heating Element Terhadap Kinerja Air Preheater Type Ljungstrom Di PLTU Jateng 2 Adipala 1×660 MW,” *Eksergi*, vol. 15, no. 2, p. 42, 2019, doi: 10.32497/eksergi.v15i2.1505.
- [9] G. E. Nkeng and A. Akah, “The optimisation of excess air and stack temperature for the improvement of thermal efficiency and environmental performance of steam boilers,” *Adv. Mater. Res.*, vol. 18–19, no. 2, pp. 415–



© 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 menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

421, 2007, doi: 10.4028/0-87849-450-2.415.

- [10] T. Pembakaran, "Boiler Plant 2 Teori Pembakaran Segitiga Pembakaran," pp. 1–27, 2014.
- [11] Rosmiati and D. Kurnia, "Perhitungan Neraca Energi pada Unit Boiler pada Proses Produksi Minyak Kelapa Sawit di Pabrik Kelapa Sawit PT. XYZ," *J. Rekayasa, Teknol. Proses dan Sains Kim.*, vol. 2, no. 1, pp. 25–31, 2023.
- [12] S. J. Shah, "Boiler Efficiency Analysis & Fault Diagnosis Tool Major Project Report," no. May, 2012.
- [13] R. De Fretes, "Analisis Penyebab Kerusakan Transformator Menggunakan Metode Rca (Fishbone Diagram and 5-Why Analysis) Di Pt. Pln (Persero) Kantor Pelayanan Kiandarat," *Arika*, vol. 16, no. 2, pp. 117–124, 2022, doi: 10.30598/arika.2022.16.2.117.
- [14] M. Karen, "Karen Mead Specialist Practitioner Er of Tran Sfu Sion N Orth Bristol N H S Tru St," 2018, [Online]. Available: <http://callear.com/WTPF/?p=4369>
- [15] Ayasy, M. Y., & Jusafwar, S. P. (2017). Analisis Peforma Air Heater PLTU Batu Bara Berdasarkan Perhitungan ASME PTC 4.3..
- [16] Y. M. Purba, "Analisa Perbandingan Efisiensi Boiler Dengan Metode Heat-Losses Pada Saat Awal Operasi Dan Setelah Overhaul Di PT. Pomi Paiton," 2020.
- [17] M. C. Pakpahan,) Eddy Gunawan Situmorang, O.: Muchtar, and C. Pakpahan, "ANALISIS EFISIENSI MULTI FUEL BOILER DAN PENGARUH AIR HEATER TERHADAP PENINGKATAN EFISIENSI MULTI FUEL BOILER PT TOBA PULP LESTARI, Tbk KAPASITAS 200 TON/JAM."
- [18] A. Sinaga, "Pengaruh Air Heater Terhadap Peningkatan Efisiensi Boiler Pada Unit 3 Pltu Pt . Pln (Persero) Unit Pelaksana Pembangkitan Belawan.," *Tek. Mesin*, pp. 1–78, 2019.
- [19] N. Maulana Wardoyo and E. Prabowow, "Analisis Air Leakage Terhadap Unjuk Kerja Air Preheater A Sebelum Dan Sesudah Overhaul Di Pltu Adipala 1 X 660 Mw PT. PLN (Persero)," *J. Power Plant*, vol. 8, no. 2, 2020,



© 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

doi: 10.33322/powerplant.v8i2.1542.

20] S. P. Wicaksana, A. Rahmatulloh, and R. Subandi, “Analisis Efisiensi Boiler Fire-Tube Pada Produksi Stpp Di Pt Petrocentral Gresik Menggunakan Metode Langsung Dan Tidak Langsung,” *DISTILAT J. Teknol. Separasi*, vol. 9, no. 3, pp. 258–265, 2023, doi: 10.33795/distilat.v9i3.3777.

21] ASME performance test code 4, “1 . Energy Performance Assessment,” *Bur. Energy Effic.*, p. 2, 1983.





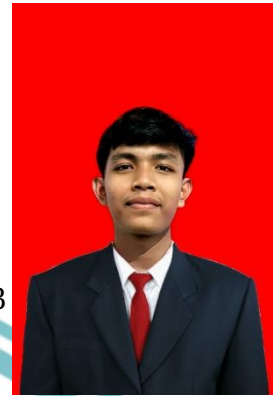
Hak Cipta :

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

Daftar Riwayat Hidup

1. Nama Lengkap : Bagus Handriyani
2. NIM : 2102321019
3. Tempat, Tanggal Lahir : Cirebon, 22 Agustus 2003
4. Jenis Kelamin : Laki-Laki
5. Alamat : Jl. Pangeran Antasari Blok Lebak Desa
Lurah RT 09/RW 03 Kec. Plumbon
Kab Cirebon 45155
6. Email : bagus.handriyani.tm21@mhsw.pnj.ac.id
7. Pendidikan
 - SD (2009-2015) : SDN 3 Lurah
 - SMP (2015-2018) : SMPN 1 Depok
 - SMA (2018-2021) : SMAN 1 Plumbon
8. Program Studi : Teknologi Rekayasa Konversi Energi
9. Bidang Peminatan : PLTU
10. Tempat/Topik OJT : Cirebon Power Services



**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**