



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



**ANALISIS PENGARUH ELEMEN PEMANAS
TERHADAP PERFORMA *AIR HEATER*
PADA BEBAN OPTIMUM
DI PLTU SURALAYA**

SKRIPSI

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Oleh:

**Berlian Dewi Azhari
NIM. 2102321041**

**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



**ANALISIS PENGARUH ELEMEN PEMANAS
TERHADAP PERFORMA *AIR HEATER*
PADA BEBAN OPTIMUM DI
PLTU SURALAYA**

SKRIPSI

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

Oleh:

Berlian Dewi Azhari
NIM. 2102321041

**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



“Skripsi 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**

**ANALISIS PENGARUH ELEMEN PEMANAS
TERHADAP PERFORMA *AIR HEATER*
PADA BEBAN OPTIMUM DI PLTU SURALAYA**

Oleh:
Berlian Dewi Azhari
NIM. 2102321041

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi

Skrripsi telah disetujui oleh pembimbing

Kepala Program Studi
Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi


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

Pembimbing


Dr. Belyamin, M.Sc.Eng, B.Eng(Hons)
NIP. 196301161993031001



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 ELEMEN PEMANAS
TERHADAP PERFORMA AIR HEATER
PADA BEBAN OPTIMUM DI PLTU SURALAYA**

Oleh:

Berlian Dewi Azhari

NIM. 2102321041

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang sarjana terapan di hadapan Dewan
Penguji pada tanggal 14 Juli 2025 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. Belyamin, M.Sc.Eng, B.Eng (Hons) NIP. 196301161993031001	Ketua		25/7/2025
2.	Dr. Paulus Sukusno, S.T., M.T. NIP. 196108011989031001	Anggota 1		23/07/2025
3.	Adi Syuriadi, S.T., M.T. NIP. 197611102008011011	Anggota 2		24/07/2025

Depok, 14 Juli 2025

Disahkan Oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin



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

NIP. 197707142008121005



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 ORISINILITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Berlian Dewi Azhari

NIM : 2102321041

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

Depok, 14 Juli 2025



Berlian Dewi Azhari
NIM. 2102321041



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

Analisis Pengaruh Elemen Pemanas Terhadap Performa *Air Heater* Pada Beban Optimum di PLTU Suralaya

Berlian Dewi Azhari¹⁾, Belyamin¹⁾

¹⁾Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425
E-mail address: berlian.dewi.azhari.tm21@mhsw.pnj.ac.id

ABSTRAK

Air heater bekerja dengan memanfaatkan panas *flue gas* dari proses pembakaran untuk memanaskan udara primer dan sekunder sebelum masuk ke *pulverizer* dan boiler, sehingga berperan penting dalam meningkatkan efisiensi termal boiler serta pengeringan batubara. Penelitian ini didasarkan dengan membandingkan Unit 2 dan 4 yang menjalani *overhaul* dengan metode pemeliharaan berbeda, yaitu pembersihan dan penggantian elemen pemanas, perbedaan metode ini melandasi dari perbedaan *kinerja flue gas analyzer O₂*. Pengukuran dilakukan pada periode pra pasca *overhaul* (Unit 2: 04 Oktober 2024 & 23 Januari 2025) serta (Unit 4: 29 April 2024 & 02 September 2024) pada beban optimum, dengan parameter performa terdiri dari *air leakage*, efisiensi sisi gas, X-ratio, dan *effectiveness air heater* berdasarkan standar ASME PTC 4.3, lalu dibandingkan dengan data *commissioning*. Hasil menunjukkan penggantian elemen pada Unit 4 terhadap performa *air heater* menurunkan *air leakage* PAH sebesar 23,24 % dan meningkatkan *effectiveness* hingga 16,47 %, sementara pembersihan pada Unit 2 justru meningkatkan *air leakage* SAH sebesar 21,60 % dan hanya meningkatkan *effectiveness* sebesar 4,80 %. Secara keseluruhan, penggantian elemen pemanas terbukti lebih efektif meningkatkan performa *air heater*, meskipun pada Unit 4 terjadinya penggantian *axial seal* untuk meminimalkan kebocoran *fresh air* masuk ke sisi gas yang berhubungan dengan pengukuran *flue gas analyzer*.

Kata Kunci: *Air heater*, Pembersihan Elemen Pemanas, Penggantian Elemen Pemanas, *Air Leakage*, Efisiensi Sisi Gas, X-ratio, *Effectiveness 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

Analysis of the Impact of Heating Elements on the Performance of Air Heater at Optimum Load in Suralaya Power Plant

Berlian Dewi Azhari¹⁾, Belyamin¹⁾

¹⁾Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok, 16425
E-mail address: berlian.dewi.azhari.tm21@mhsw.pnj.ac.id

ABSTRACT

Air heaters (AH) function by utilizing heat from flue gas generated during the combustion process to preheat primary and secondary air before it enters the pulverizer and boiler. This significantly contributes to improving boiler thermal efficiency and coal drying. This research compares Unit 2 and Unit 4, which underwent overhaul with different maintenance methods: cleaning and replacement of heating elements, respectively. The discrepancy in these methods underlies the difference in O₂ flue gas analyzer performance. Performance measurements, including air leakage, gas side efficiency, X-ratio, and AH effectiveness based on ASME PTC 4.3 standards, were conducted before and after overhaul periods for Unit 2 (October 4, 2024 & January 23, 2025) and Unit 4 (April 29, 2024 & September 2, 2024) at optimum load, then compared with commissioning data. The results indicate that element replacement in Unit 4's AH performance led to a 23.24% decrease in PAH air leakage and an increase in effectiveness by up to 16.47%. Conversely, cleaning in Unit 2 resulted in a 21.60% increase in SAH air leakage and only a 4.80% increase in effectiveness. Overall, heating element replacement proved more effective in enhancing AH performance, despite Unit 4's axial seal replacement to minimize fresh air ingress into the gas, which is related to flue gas analyzer measurements.

Keywords: *Air heater, Cleaning of Heating Elements, Replacement of Heating Elements, Air leakage, Gas Side Efficiency, X-ratio, Effectiveness*



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

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjat kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan saya rahmat dan hidayahnya yang telah melimpahkan kesehatan, kekuatan sehingga saya mampu menyelesaikan penulisan ini yang berjudul **“Analisis Pengaruh Elemen Pemanas Terhadap Performa *Air Heater* Pada Beban Optimum di PLTU Suralaya”** dengan tepat waktu. Sholawat dan salam semoga senantiasa tercurah kepada junjungan Nabi Muhammad SAW, beserta keluarga, sahabat, dan para Tabi’inya.

Terdapat banyak sekali suka duka dalam penyusunan penulisan ini untuk memperoleh gelar S.Tr.T, sejatinya tidak akan terwujud tanpa aluran tangan, bimbingan serta kasih sayang tulus dari berbagai pihak yang tak henti memberikan cahaya. Oleh karena itu, saya menyampaikan rasa terimakasih yang sedalam – dalamnya dan setinggi – tingginya kepada:

1. Cinta pertama, *support system* terbaik, dan panutanku Ayahanda Azhar terimakasih selalu berjuang dalam mengupayakan yang terbaik untuk kehidupan penulis, mengorbankan banyak waktu tenaga, dan upaya untuk mendukung penulis hingga sampai titik ini. Penulis berharap dengan terselesaikannya skripsi ini, dapat menjadi bentuk penghormatan dan apresiasi atas kasih sayang serta perjuangan ayah yang tiada henti.
2. Belahan jiwaku Ibunda Hilda Sofyan, yang tidak pernah henti-hentinya memberikan do’a dan kasih sayang yang tulus, tempat penulis bercerita dan tidak pernah lelah untuk terus memanjatkan doanya demi kelancaran, keselamatan, dan kesuksesan penulis serta selalu mengusahakan apa yang menjadi kebutuhan serta selalu memberi dukungan terbaiknya, semoga bapak dan ibu sehat, panjang umur dan bahagia hingga melihat penulis sukses.
3. Alm. Abang Fadhlhan Habibi Rahman, seorang abang yang menjadi penyemangat dan sumber inspirasi yang selalu saya rindukan. Meski abang berpulang tak lama setelah saya lulus SMA, doa dan semangat abang senantiasa menguatkan langkah saya. Beliau belum sempat



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

menyaksikan adik perempuan satu satunya menjalani proses perkuliahan hingga selesainya pendidikan ini. Terimakasih abang atas segala doa abang kirimkan dari sana. Semoga Allah SWT menempatkan Abang ditempat terbaik di sisi-Nya.

4. Kakakku Mutiara Azilda S.T dan abangku Ridwan Sholehan S.T, yang senantiasa memberikan semangat, doa, dan bantuan dalam setiap tahapan penyusunan skripsi ini.
5. Bapak Dr. Belyamin, M.Sc.Eng, B.Eng (Hons) selaku dosen pembimbing. Saya menyampaikan rasa terimakasih yang tulus atas setiap bimbingan, arahan, dan saran yang diberikan dengan sabar dan telita. Beliau sangat berharga dalam membimbing saya menyelesaikan skripsi ini. Semoga beliau sehat selalu, panjang umur, dan bahagia selalu.
6. Bapak Yuli Mafendro Eka Saputra, S.Pd., M.T selaku Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Konversi Energi atas dukungan administrasi dan motivasinya.
7. Seluruh jajaran dan staf PT. PLN Indonesia Power UBP Suralaya atas segala bantuan, arahan, dan kemudahan yang telah diberikan. Dukungan yang diberikan sangat berarti dalam kelancaran penyelesaian penulisan ini.
8. Sahabat saya, Sonia Humaida dan Abdah Shalihah yang selalu memberikan support terbaiknya untuk saya walaupun jarak kami yang berjauhan.
9. Seluruh anggota Energi 8A 2021 yang menemani perjalanan kuliah saya selama empat tahun ini.
10. Kepada diri saya sendiri, Berlian Dewi Azhari yang tetap memilih memilih berusaha dan merayakan dirimu sendiri di titik ini. Terima kasih sudah bertahan sejauh ini dan tidak lelah mencoba. Terima kasih karena memutuskan tidak menyerah sesulit apa pun proses penyusunan skripsi, ini merupakan salah satu pencapaian yang patut di apresiasi untuk diri kita sendiri.



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 penulisan ini masih dari dari kesempurnaan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi pebaikan di masa mendatang. Akhir kata, penulis berharap Allah SW. Berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu.

Depok, 10 Juli 2025


D. A
Berlian Dewi Azhari





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 PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
LEMBAR PERNYATAAN ORISINILITAS	v
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Penelitian	1
1.2 Rumusan Masalah Penelitian	2
1.3 Pertanyaan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Tujuan Penelitian.....	3
1.6 Manfaat Penelitian	4
1.7 Sistematika Penulisan Skripsi	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Landasan Teori	6
2.1.1 Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Suralaya.....	6
2.1.2 <i>Air Heater</i>	7
2.1.3 Fungsi <i>Air Heater</i> Pada PLTU.....	9
2.1.4 Cara Kerja <i>Air Heater</i>	11
2.1.4 Jenis-Jenis <i>Air Heater</i>	14
2.1.5 <i>Regenerative Air Heater</i>	15
2.1.6 Komponen <i>Air Heater</i>	18
2.1.7 <i>Overhaul</i>	25
2.1.8 <i>Heat Transfer</i> (Perpindahan Panas)-Konveksi	26
2.1.9 <i>American Society of Mechanical Engineering (ASME) PTC 4.3</i>	27



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

2.2 Kajian Literatur	30
2.3 Kerangka Berpikir	33
BAB III METODE PENELITIAN	34
3.1 Jenis Penelitian	34
3.1.1 Diagram Alir Penelitian	34
3.2 Objek Penelitian	35
3.3 Metode Pengambilan Sampel	38
3.4 Jenis dan Sumber Data Penelitian	38
3.5 Metode Pengumpulan Data	38
3.6 Metode Analisis Data	39
3.7 Alat dan Bahan Penelitian	39
3.7.1 Alat Ukur Penelitian	39
3.7.2 Alat Pengumpulan Data	42
3.7.3 Bahan Penelitian	42
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	44
4.1 Pengumpulan Data	44
4.1.1 Pengumpulan Data <i>Commissioning</i>	44
4.1.2 Pengumpulan Data Parameter Operasi Unit 2	44
4.1.3 Pengumpulan Data Parameter Operasi Unit 4	45
4.2 Perhitungan Performa <i>Air Heater</i>	47
4.2.1 Perhitungan <i>Air Leakage</i>	47
4.2.2 Perhitungan Efisiensi Sisi Gas (<i>Gas Side Efficiency</i>)	48
4.2.3 Perhitungan X-ratio	51
4.2.4 Perhitungan <i>Effectiveness Air Heater</i>	53
4.3 Analisis Data	55
4.3.1 <i>Air Leakage</i> (Kebocoran Udara)	55
4.3.2 Efisiensi Sisi Gas (<i>Gas Side Efficiency</i>)	55
4.3.3 X-ratio	59
4.3.4 <i>Effectiveness Air Heater</i>	61
BAB V PENUTUP	64
5.1 Kesimpulan	64



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

5.2 Saran.....	64
DAFTAR PUSTAKA	65
LAMPIRAN	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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Spesifikasi Peralatan <i>Air Heater</i> Unit 2 dan 4 PLTU Suralaya	36
Tabel 4. 1 Data <i>Commissioning Air Heater</i>	44
Tabel 4. 2 Data Parameter Operasi <i>Air Heater</i> Unit 2 Sebelum <i>Overhaul</i> (Pra OH)	45
Tabel 4. 3 Data Parameter Operasi <i>Air Heater</i> Unit 2 Sesudah <i>Overhaul</i> (Pasca OH)	45
Tabel 4. 4 Data Parameter Operasi <i>Air Heater</i> Unit 4 Sebelum <i>Overhaul</i> (Pra OH)	46
Tabel 4. 5 Data Parameter Operasi <i>Air Heater</i> Unit 4 Sesudah <i>Overhaul</i> (Pasca OH)	46
Tabel 4. 6 Hasil Perhitungan <i>Air Leakage</i> dengan Data <i>Commissioning</i>	47
Tabel 4. 7 Hasil Perhitungan <i>Air Leakage</i> Sebelum Sesudah (Pra dan Pasca) <i>Overhaul</i> Unit 2	48
Tabel 4. 8 Hasil Perhitungan <i>Air Leakage</i> Sebelum Sesudah (Pra dan Pasca) <i>Overhaul</i> Unit 4	48
Tabel 4. 9 Hasil Perhitungan Efisiensi Sisi Gas dengan Data <i>Commisioning</i> ..	50
Tabel 4. 10 Hasil Perhitungan Efisiensi Sisi Gas Sebelum Sesudah (Pra dan Pasca) <i>Overhaul</i> Unit 2	50
Tabel 4. 11 Hasil Perhitungan Efisiensi Sisi Gas Sebelum Sesudah (Pra dan Pasca) <i>Overhaul</i> Unit 4	51
Tabel 4. 12 Hasil Perhitungan X-ratio dengan Data <i>Commissioning</i>	52
Tabel 4. 13 Hasil Perhitungan X-ratio Sebelum Sesudah (Pra dan Pasca) <i>Overhaul</i> Unit 2	52
Tabel 4. 14 Hasil Perhitungan X-ratio Sebelum Sesudah (Pra dan Pasca) <i>Overhaul</i> Unit 4	52
Tabel 4. 15 Hasil Perhitungan <i>Effectiveness</i> dengan Data <i>Commissioning</i>	54
Tabel 4. 16 Hasil Perhitungan <i>Effectiveness</i> Sebelum Sesudah (Pra dan Pasca) <i>Overhaul</i> Unit 2	54



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

Tabel 4. 17 Hasil Perhitungan <i>Effectiveness</i> Sebelum Sesudah (Pra dan Pasca) <i>Overhaul</i> Unit 4	55
--	----





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

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Prinsip Kerja pada PLTU Suralaya	6
Gambar 2. 2 Diagram Blok dari Sebuah Boiler (jalur aliran Udara dan Gas Buang) di dalamnya	7
Gambar 2. 3 Aliran Udara <i>Air Heater</i> PLTU Suralaya	9
Gambar 2. 4 Sistem Aliran Udara dan Gas	10
Gambar 2. 5 Aliran Udara dan <i>Flue Gas</i> Pada <i>Air Heater</i> PLTU Suralaya.....	13
Gambar 2. 6 <i>Primary Air Heater</i> dan <i>Secondary Air Heater</i> PLTU Suralaya..	14
Gambar 2. 7 Tipe-Tipe Komponen <i>Air Heater</i>	15
Gambar 2. 8 Prinsip Kerja <i>Regenerative Air Heater</i>	16
Gambar 2. 9 Perbedaan <i>Bi-Sector</i> dan <i>Tri Sector Type</i>	17
Gambar 2. 10 Komponen <i>Air Heater</i>	18
Gambar 2. 11 Susunan Elemen Pemanas	18
Gambar 2. 12 Susunan Elemen Pemanas (<i>Hot End</i>) di <i>Air Heater</i>	19
Gambar 2. 13 Susunan Elemen Pemanas (<i>Cold End</i>) di <i>Air Heater</i>	19
Gambar 2. 14 <i>Main Motor</i> atau <i>Motor Drive (Gear Drive)</i>	20
Gambar 2. 15 <i>Auxiliary Motor</i> atau <i>Motor Udara (Auxiliary Drive)</i>	20
Gambar 2. 16 <i>Guide Bearing</i>	21
Gambar 2. 17 <i>Support Bearing</i>	21
Gambar 2. 18 Susunan <i>Rotor Seal Air Heater</i>	22
Gambar 2. 19 <i>Seal Radial Hot End Air Heater</i>	23
Gambar 2. 20 <i>Seal Axial Air Heater</i>	24
Gambar 2. 21 <i>Seal By-Pass Air Heater</i>	24
Gambar 2. 22 Kondisi Elemen Pemanas Waktu Pembersihan saat <i>Overhaul</i> Unit 2	25
Gambar 2. 23 Kondisi Elemen Pemanas Waktu Penggantian saat <i>Overhaul</i> Unit 4	26
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	35
Gambar 3. 2 <i>Air Heater</i> Unit 4 dan 2 PLTU Suralaya.....	36
Gambar 3. 3 <i>Thermocouple</i> Tipe K	40



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

Gambar 3. 4 <i>Pressure Transmitter</i>	40
Gambar 3. 5 <i>O₂ Analyzer</i>	41
Gambar 3. 6 <i>Differential Pressure Flow Transmitter</i>	41
Gambar 3. 7 Tampilan Komputer DCS di <i>Control Room</i> PLTU Suralaya	42
Gambar 3. 8 Data Parameter Operasi Pada Beban Optimum PLTU Suralaya .	43
Gambar 4. 1 Grafik % Perubahan <i>Air Leakage</i> Unit 2 dan 4	56
Gambar 4. 2 Grafik % Perubahan Efisiensi Sisi Gas Unit 2 dan 4.....	58
Gambar 4. 3 Kondisi Elemen Pemanas dengan Penumpukan Abu atau <i>Fouling</i>	59
Gambar 4. 4 Grafik % Perubahan X-ratio Unit 2 dan 4	60
Gambar 4. 5 Grafik % Perubahan <i>Effectiveness</i> Unit 2 dan 4	62

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

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Penelitian

Pentingnya *air heater* pada pembangkit terletak dalam meningkatkan efisiensi termal dengan memanfaatkan panas sisa *flue gas* untuk memanaskan udara pembakaran primer dan sekunder, sehingga mengurangi kebutuhan energi boiler dan mengoptimalkan proses pengeringan batubara di *pulverizer*. Proses kerja yang dimulai dengan pemanasan awal *flue gas* oleh *steam coil* sebelum memasuki elemen pemanas utama berupa pipa-pipa *heat exchanger*, di mana panas *flue gas* dipindahkan secara konveksi ke udara pembakaran. Elemen pemanas ini memanfaatkan panas dari sisi *flue gas* untuk menghangatkan udara, lalu setelah perpindahan panas selesai, *flue gas* dibuang ke atmosfer melalui proses perpindahan panas (*Heat Transfer*) (Abdul & M, 2020).

Perbandingan kinerja *air heater* Unit 2 dan 4 didasari pada jadwal kegiatan *overhaul* keduanya, di mana temperatur kerja *air heater* masih berada di bawah titik leleh material. Berdasarkan *Performance Test* Unit 2, pembersihan elemen pemanas setelah 38 tahun terjadi kenaikan signifikan kinerja *flue gas analyzer* O₂ sebesar 0,79%. Sedangkan pada Unit 4, penggantian elemen pemanas di bulan Juni 2024 terjadi penurunan signifikan kinerja *flue gas analyzer* O₂ sebesar 4,16% (Nurdiansyah et al., 2024). Oleh karena itu, untuk mengkaji hal ini maka dilakukan perbandingan metode pemeliharaan elemen pemanas Unit 2 dengan Unit 4 terhadap kinerja *air heater*.

Penggantian *heating element* terhadap kenaikan kinerja *air heater* tidak berpengaruh dengan adanya penurunan efisiensi sisi gas dari 69,3% ke 65,7% dan X-ratio sebesar 3,79% setelah penggantian elemen baru (Mulyono & Roihatin, 2019). Analisis efektivitas *air heater* terjadi kenaikan 2,5% dengan elemen pemanas lama, tetapi adanya kebocoran udara di celah-celah seal kemudian dilakukan penggantian dan *setting* ulang seal (Purba et al., 2022). Selanjutnya, pemeliharaan terhadap efisiensi *air heater*, didapatkan penggantian



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

heat element meningkat 91,12%, sedangkan penggantian seal menurun 50,77% (Johan et al., 2019).

Kemudian, pengaruh dari kerja *air heater* terhadap beban fluktuatif didapatkan kenaikan 10,4% di beban 431 MW dan 10,05% di beban 574 MW. Artinya, panas buangan yang dimanfaatkan sesuai dengan kondisi beban yang bekerja (Wahyono, 2013). Lalu, pengaruh penggantian *heating element* terhadap kinerja *primary air heater* didapatkan parameter yang mengalami penurunan yaitu *air leakage*, efisiensi sisi gas, X-ratio, dan *effectiveness* (Syams, 2024)

Berdasarkan penelitian sebelumnya, terlihat bahwa pembahasan dari penggunaan elemen pemanas baru terhadap kinerja *air heater* umumnya bertentangan seperti terjadi penurunan di parameter *air leakage*, efisiensi sisi gas, X-ratio, dan *effectiveness*. Tetapi, penelitian lain juga membuktikan penggunaan elemen pemanas lama meningkatkan kinerja *air heater*. Sampai saat ini, belum adanya penelitian yang secara spesifik menentukan penggunaan elemen pemanas yang sudah ada atau elemen pemanas baru dapat meningkatkan kinerja *air heater*.

Oleh sebab itu, dengan ketidakpastian ini dilakukan penelitian untuk menentukan penggunaan elemen pemanas yang sudah ada atau elemen pemanas baru terhadap performa *air heater* dengan mengambil parameter yang mempengaruhi seperti *air leakage*, efisiensi sisi gas, X-ratio, dan *effectiveness air heater*. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi penting dalam mengetahui metode pemeliharaan pada elemen pemanas *air heater* untuk memenuhi perpindahan panas yang optimal di pembangkit.

1.2 Rumusan Masalah Penelitian

Pada penelitian ini dirumuskan permasalahan utama yaitu mengenai metode pemeliharaan pada elemen pemanas *air heater*. Secara spesifik penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dampak dari metode pemeliharaan elemen pemanas terhadap performa *air heater* meliputi parameter operasi *air leakage*, efisiensi sisi gas, X-ratio, dan *effectiveness*.



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

Permasalahan – permasalahan ini dirumuskan guna untuk menentukan metode pemeliharaan yang paling optimal dari segi *air leakage*, efisiensi sisi gas, X-ratio, dan *effectiveness*.

1.3 Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan latar belakang di atas, berikut pertanyaan penelitian:

1. Apa metode pemeliharaan yang paling optimal berdasarkan perbandingan performa *air heater* antara metode pembersihan dan penggantian elemen pemanas di PLTU Suralaya?

1.4 Batasan Masalah

Pada penelitian memiliki beberapa batasan yang telah ditentukan agar pembahasan pada penelitian ini dapat terarah dan sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai. Adapun batasan masalahnya sebagai berikut.

1. Penelitian ini dilakukan pada *air heater* Unit 2 dan 4 sebelum sesudah *overhaul* di PLTU Suralaya.
2. Data parameter yang digunakan *Hasil Performance Test* Pra dan Pasca *Overhaul* untuk parameter operasi *air leakage*, efisiensi sisi gas, X-ratio, dan *effectiveness*.

1.5 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh penggantian elemen pemanas terhadap performa *air heater* pada beban optimum. Adapun tujuan yang ingin dicapai adalah:

1. Menentukan metode pemeliharaan yang paling optimal berdasarkan perbandingan performa *air heater* antara metode pembersihan dan penggantian elemen pemanas.



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

1.6 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Untuk mahasiswa, penelitian ini dapat mengasah dan meningkatkan kompetensi khususnya dalam menganalisis performa *air heater* di PLTU.
2. Untuk Politeknik Negeri Jakarta, penelitian ini dapat menjadi referensi pembelajaran mengenai salah satu pembangkit yaitu Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) khususnya komponen *air heater*.
3. Untuk PLTU Suralaya, penelitian ini dapat menambah referensi khususnya tentang performa *air heater* dan dapat menyarankan langkah-langkah perbaikan untuk meningkatkan performa *air heater*.

1.7 Sistematika Penulisan Skripsi

Adapun sistematika untuk penulisan skripsi sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN

Berisi deskripsi dari latar belakang pengangkatan judul, rumusan masalah, tujuan yang difokuskan dari penelitian, manfaat yang didapat dari penulisan tugas terhadap penulis, kampus, dan perusahaan, serta sistematika pada penulisan yang digunakan dalam pengujian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Berisi tentang dasar teori dari topik penelitian yang dibahas dan digunakan sebagai penunjang penelitian dalam memecahkan masalah dan menganalisis permasalahan dengan menjelaskan beberapa teori dasar.

BAB III METODE PENELITIAN

Berisi tentang tahapan dan metode yang digunakan dalam pengerjaan penelitian dalam memecahkan permasalahan yang terdiri dari prosedur, pengumpulan data, teknis pengolahan data, dan analisis data.



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 IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Berisi tentang hasil analisis dan pembahasan dari analisis pengaruh penggantian elemen pemanas terhadap performa *air heater* pada beban optimum di PLTU Suralaya.

BAB V PENUTUP

Berisi tentang kesimpulan dari pembahasan penelitian secara keseluruhan mengenai pengaruh penggantian elemen pemanas terhadap performa *air heater* pada beban optimum di PLTU Suralaya beserta saran-saran yang bermanfaat untuk pengembangan lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA





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

Berdasarkan analisis yang telah dilaksanakan, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa metode pemeliharaan yang lebih optimal yaitu penggantian elemen pemanas baru. Dibuktikan dengan selisih penurunan *air leakage* PAH dan SAH sebesar 21,66% dan 23,24%. Serta, peningkatan *effectiveness* hingga 16,47%. Meskipun, pasca *overhaul* pada Unit 4 terjadinya penggantian *axial seal* untuk meminimalkan kebocoran udara *fresh air* masuk ke sisi gas yang terdeteksi penurunan pada pengukuran *flue gas analyzer*.

Pembersihan elemen pemanas juga dapat meningkatkan performa *air heater* tetapi tidak optimal karena peningkatan *air leakage* SAH sebesar 21,60% dan hanya meningkatkan *effectiveness* sebesar 4,80%. Dengan kondisi *adjuster* baut *axial seal* lebih renggang sehingga terbaca kenaikan pada pengukuran *flue gas analyzer*.

5.2 Saran

Setelah mengamati hasil penelitian secara komprehensif, penulis menilai perlu diajukan beberapa rekomendasi sebagai upaya peningkatan performa *air heater* sebagai berikut.

1. Untuk menjaga performa *air heater* tetap optimal, disarankan untuk melakukan penggantian elemen pemanas saat penjadwalan kegiatan *overhaul* selanjutnya.
2. Agar bisa dilakukan penjadwalan pembersihan secara rutin elemen pemanas *air heater* dengan menggunakan *sootblower* pada saat operasi normal sehingga kebersihan elemen pemanas dapat selalu terjaga.
3. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk mengembangkan model simulasi yang dipakai untuk mensimulasikan aliran gas dan udara pada elemen pemanas, kemudian validasi dengan data lapangan. Ini membantu merancang geometri elemen dan *seal* yang lebih optimal.



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) Abdul, G., & M, Z. (2020). *Analisa Efektivitas Heat Transfer SAH PLTU Dengan Metode ASME 4.0 dan 4.3*. 2(1), 39–54.
- 2) Adji & Samuel. (2014). Pengoperasian PLTU. *Galang Tanjung*, 2504, 1–9.
- 3) Ahmad, H., Gaos, Y. S., & Wiradinata, I. (2022). Analisis Kinerja Air Heater Pada PLTU Batu Bara 65 MW Bukit Asam. *Almikanika*, 4(3), 123–128. <https://doi.org/10.32832/almikanika.v4i3.7132>
- 4) Anjarwati, T. (2016). *Analisis Termal Air Heater Dengan Elemen Pemanas Dun-Dun-Du Sebagai Analysis Thermal of Air Heater With Heating Element Dun-Dun-Du As a Function of Load Paiton 3 Pt . Ipmomi*.
- 5) ANSI/ASHRAE. (2020). *Schedule 20 Chapter 26: Air-to-air energy recovery equipment*. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.
- 6) Armadhani, F. R. (2016). *Re-Design Air Pre-Heater Tipe Rotating Regenerative Menjadi Tipe Concentric Counterflow Pada Boiler Di Pjb-Gresik*. 1–93.
- 7) Beerel, P. A., Ozdag, R. O., & Ferretti, M. (2010). Performance analysis and optimization of Air Preheater In Thermal Power Plant. *A Designer's Guide to Asynchronous VLSI*, 84–105. <https://doi.org/10.1017/cbo9780511674730.005>
- 8) Engineers, T. A. S. of M. (1968). *ASME PTC - 4.3 Air Heaters Performance Test Codes*.
- 9) Fatoni, T., W., & Pranatha. (2014). *Laporan Project Assignment Mengurangi Losses Di Boiler On Job Training Project Assignment*.
- 10) Gothwal, N. K., Mishra, A. K., & Mehar, S. K. (2018). Performance Analysis of Air Pre-heater. *International Journal of Trend in Research and Development*, 5(2), 2394–9333. www.ijtrd.com
- 11) Hazim, S. M., & Alhamdo, M. H. (2020). Performance Enhancement for Rotary Air Preheater of a Thermal Power Plant. *Journal of Engineering and Sustainable Development*, 24(6), 57–67.



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

- <https://doi.org/10.31272/jeasd.24.6.5>
- 12) Heri, J. (2018). Analisis Perhitungan Efisiensi Gas Air Heater di PLTU Cirebon. *Prosiding Seminar Nasional Energi & Teknologi (Sinergi)*, 277–284.
 - 13) Hidayat, D. A. R. P. (2019). *Analisis Performa Air Preheater Howden Pada Beban Optimum Sebelum DAN Sesudah Overhaul Unit 2 PLTU Suralaya*.
 - 14) Holman, V. (1999). Heat Transfer Tenth Edition. *Visual Resources*, 15(3), ix–x. <https://doi.org/10.1080/01973762.1999.9658510>
 - 15) Howden, L. (2025). *Regenerative Air Pre-Heater*. <https://www.lnhowden.com/product-services/regenerative-air-pre-heater/>
 - 16) Johan, S., Winaya, S., & Astawa, K. (2019). Pengaruh Pemeliharaan Air Heater Terhadap Efisiensi Boiler PLTU Unit 4 UP Muara Karang. *Jurnal Ilmiah TEKNIK DESAIN MEKANIKA*, 8(4), 726–732.
 - 17) Kumar, Azharul, Bhanu, & BansalSaravanan. (2017). A Review on Air Preheater Elements Design and Testing. *MMSE Journal*.
 - 18) Kumar, M. R., Kulandaivel, D., & Ramesh, K. (2023). *Performance of Regenerative Air Preheater of Pulverized Coal Fired Boilers*. June.
 - 19) Mulyono, M., & Roihatin, A. (2019). Analisis Pengaruh Penggantian Heating Element Terhadap Kinerja Air Preheater Type Ljungstrom Di PLTU Jateng 2 Adipala 1×660 MW. *Eksergi*, 15(2), 42. <https://doi.org/10.32497/eksergi.v15i2.1505>
 - 20) Nurdiansyah, Y., Adzaninggar, W. Y., Sugiarto, A. M., & Purnama, N. C. (2024). *Laporan Performance Test Pasca OH Unit 4 Tahun 2024.pdf*.
 - 21) Nurhasan, M. V. (2015). *Analisis Unjuk Kerja Regenerative Air Heater Sisi A PLTU Unit 3 PT . PJB UP Gresik Menggunakan Standar American Society of Mechanical Engineers Performance (ASME) PTC 4.3*. 122.
 - 22) Power, I. (2016). *Buku Saku PLTU Unit 567 Suralaya*.
 - 23) Praveen, M., & Kishore, P. S. (2016). Effectiveness of Rotary Air Preheater in a Thermal Power Plant Effectiveness of Rotary Air Preheater in a Thermal Power Plant. *International Journal of Scientific Engineering and*



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

- Technology*, 5(12), 526–531.
- 24) Purba, R., Tarigan, K., Silaban, S., Iman, W., & Sihite, E. (2022). Analisis Efektivitas Alat Penukar Kalor Air Preheater B Tipe Rotary Sebelum Dan Sesudah Overhaul Di Pltu Unit 2 Pangkalan Susu 2X200 Mw Omu Pt Indonesia Power. *Jurnal Darma Agung*, 30(1), 1070–1081.
 - 25) Rao, M. S. (2015). Performance Evaluation and Recurring Jamming Problem Analysis of Air Preheater in Coal-Fired Power Plants. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 1257–1261. www.irjet.net
 - 26) Rianta, M. G. (2020). *Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU)*. <https://indonesiare.co.id/id/article/pembangkit-listrik-tenaga-uap-pltu>
 - 27) ROMI DJAFAR. (2017). *Pengaruh X-ratio Air Preheater Terhadap Performa PLTU Kapasitas 2x12,5 MW Pada Variasi Beban Turbin 50%, 75%, DAN 100% Dengan Menggunakan Software Cycle Tempo*. <https://repository.its.ac.id/3596/>
 - 28) Roy, A. K. C. D. K., Jha, D. N., Maharshi, S. S. A., Rajak, D. M. K., & Bhattacharjee, S. E. R. (2022). *Improvements In Air Preheaters Performance*.
 - 29) S, B., & Y, R. (2016). *Pemeliharaan Air Heater Level 1,2,3*.
 - 30) Selvamuthukumarasamy, R., & Manavalan, S. (2019). Performance analysis of air preheater to improve the efficiency in 210 MW thermal power station. *International Journal of Psychosocial Rehabilitation*, 23(3), 409–421. <https://doi.org/10.37200/IJPR/V23I3/PR190139>
 - 31) Shayan, M. R., Ranjbar, K., Hajidavalloo, E., & Heidari Kydan, A. (2015). On the Failure Analysis of an Air Preheater in a Steam Power Plant. *Journal of Failure Analysis and Prevention*, 15(6), 941–951. <https://doi.org/10.1007/s11668-015-0041-6>
 - 32) Siregar. (2022). Analisis Unjuk Kerja Air Preheater Sebelum Dan Sesudah Overhaul Di PLTU Paiton UNIT 8. 2005–2003 ,8.5.2017 ,γ7κ7.
 - 33) SUSILO, S. D., TRISTANTO, Dwipradipta, A., PRASETYA, W., ICHWAN, M., SIHOTANG, F., INTAN, I., & KARNYOTO, A. S. (2024). Redesigning the Element Profile of Air Preheater in Coal-fired power plants for Emission Reduction and Efficiency Improvement. *International Journal*



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

of *Environmental, Sustainability, and Social Science*, 5(3), 633–651.
<https://doi.org/10.38142/ijesss.v5i3.1082>

- 34) Syams, M. S. M. (2024). *Studi pengaruh penggantian*.
- 35) Technology, R. U. F. O. E. &. (2014). *Air Heater*.
<https://www.ramauniversity.ac.in/online-study-material/fet/me/btech/viisemester/powerplantengineering/lecture-8.pdf>
- 36) Usami, A., Noguchi, T., Tezuka, H., Nishimura, S., & Kusunoki, T. (2003). Development of a water dew corrosion resistant new steel element for air preheaters at natural gas fired power plants. *Nippon Steel Technical Report*, 87, 10–13.
- 37) Vidhate, A. S., & Sharma, A. K. (2024). *Computation of Air-Ingress in Air-Preheater*. 20(December), 177–180.
- 38) Wahyono, R. N. P. (2013). Pengaruh Unjuk Kerja Air Heater Type Ljungstorm Terhadap Perubahan Beban Di Pltu Tanjung Jati B. *Jurnal Teknik Energi*, 9(3), 97–103.
- 39) Wilcox, B. &. (2005). *Steam: Its Generation and Use*. Babcock & Wilcox Company.
- 40) Zhang, B., Li, Q., Ding, S., & Lv, B. (2021). Research on Ash Clogging of Rotary Air Preheater in Coal-fired Power Plant. *E3S Web of Conferences*, 261. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126101006>



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. TABEL APPENDIX PROPERTY AND CHART

910
PROPERTY TABLES AND CHARTS

TABLE A-2

Ideal-gas specific heats of various common gases (*Continued*)

(b) At various temperatures

Temperature, K	c_p kJ/kg·K	c_v kJ/kg·K	k	c_p kJ/kg·K	c_v kJ/kg·K	k	c_p kJ/kg·K	c_v kJ/kg·K	k
	<i>Air</i>			<i>Carbon dioxide, CO₂</i>			<i>Carbon monoxide, CO</i>		
250	1.003	0.716	1.401	0.791	0.602	1.314	1.039	0.743	1.400
300	1.005	0.718	1.400	0.846	0.657	1.288	1.040	0.744	1.399
350	1.008	0.721	1.398	0.895	0.706	1.268	1.043	0.746	1.398
400	1.013	0.726	1.395	0.939	0.750	1.252	1.047	0.751	1.395
450	1.020	0.733	1.391	0.978	0.790	1.239	1.054	0.757	1.392
500	1.029	0.742	1.387	1.014	0.825	1.229	1.063	0.767	1.387
550	1.040	0.753	1.381	1.046	0.857	1.220	1.075	0.778	1.382
600	1.051	0.764	1.376	1.075	0.886	1.213	1.087	0.790	1.376
650	1.063	0.776	1.370	1.102	0.913	1.207	1.100	0.803	1.370
700	1.075	0.788	1.364	1.126	0.937	1.202	1.113	0.816	1.364
750	1.087	0.800	1.359	1.148	0.959	1.197	1.126	0.829	1.358
800	1.099	0.812	1.354	1.169	0.980	1.193	1.139	0.842	1.353
900	1.121	0.834	1.344	1.204	1.015	1.186	1.163	0.866	1.343
1000	1.142	0.855	1.336	1.234	1.045	1.181	1.185	0.888	1.335
	<i>Hydrogen, H₂</i>			<i>Nitrogen, N₂</i>			<i>Oxygen, O₂</i>		
250	14.051	9.927	1.416	1.039	0.742	1.400	0.913	0.653	1.398
300	14.307	10.183	1.405	1.039	0.743	1.400	0.918	0.658	1.395
350	14.427	10.302	1.400	1.041	0.744	1.399	0.928	0.668	1.389
400	14.476	10.352	1.398	1.044	0.747	1.397	0.941	0.681	1.382
450	14.501	10.377	1.398	1.049	0.752	1.395	0.956	0.696	1.373
500	14.513	10.389	1.397	1.056	0.759	1.391	0.972	0.712	1.365
550	14.530	10.405	1.396	1.065	0.768	1.387	0.988	0.728	1.358
600	14.546	10.422	1.396	1.075	0.778	1.382	1.003	0.743	1.350
650	14.571	10.447	1.395	1.086	0.789	1.376	1.017	0.758	1.343
700	14.604	10.480	1.394	1.098	0.801	1.371	1.031	0.771	1.337
750	14.645	10.521	1.392	1.110	0.813	1.365	1.043	0.783	1.332
800	14.695	10.570	1.390	1.121	0.825	1.360	1.054	0.794	1.327
900	14.822	10.698	1.385	1.145	0.849	1.349	1.074	0.814	1.319
1000	14.983	10.859	1.380	1.167	0.870	1.341	1.090	0.830	1.313

Source: Kenneth Wark, *Thermodynamics*, 4th ed. (New York: McGraw-Hill, 1983), p. 783, Table A-4M. Originally published in *Tables of Thermal Properties of Gases*, NBS Circular 564, 1955.



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 Riwayat Hidup



1. Nama Lengkap : Berlian Dewi Azhari
2. NIM : 2102321041
3. Tempat, Tanggal Lahir : Padang Lua, 04 September 2003
4. Jenis Kelamin : Perempuan
5. Alamat : Jalan Nan VII Parik Lintang, Kelurahan Ladang Laweh,
Kecamatan Banuhampu, Kabupaten Agam, Sumatra Barat
6. Email : berlian.dewi.azhari.tm21@mhs.wpnj.ac.id
berliandewiazhari@gmail.com
7. Pendidikan

SD (2009-2015)	: SD Islam Excellent Bukittinggi
SMP (2015-2018)	: MTsN 2 Bukittinggi
SMA (2018-2021)	: SMA Negeri 3 Bukittinggi
8. Program Studi : Teknologi Rekayasa Konversi Energi
9. Bidang Peminatan : Energi Terbarukan, Mechanical Process Engineering,
10. Tempat/Topik OJT : PT. PLN Indonesia Power UBP Suralaya/