



© 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 KORELASI EFISIENSI TERMAL TURBIN UAP PLTGU TERHADAP SUHU AIR PENDINGIN DI KONDENSOR

LAPORAN TUGAS AKHIR

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan
Diploma III Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin

Oleh:

Raihan Fadil Akbar
NIM. 2202311068

PROGRAM STUDI D-III TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

JULI, 2025



“Tugas Akhir ini kupersembahkan untuk Papa, Mama, dan para Cendekiawan didunia”

© 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





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
LAPORAN TUGAS AKHIR**

**ANALISIS KORELASI EFISIENSI TERMAL TURBIN
UAP PLTGU TERHADAP SUHU AIR PENDINGIN DI KONDENSOR**

Oleh:

Raihan Fadil Akbar
NIM. 2202311068
Program Studi D-III Teknik Mesin

Laporan Tugas Akhir telah disetujui oleh pembimbing

Pembimbing

Kepala Program Studi
D-III Teknik Mesin

Dr. Dianta Mustofa Kamal, S.T., M.T.
NIP. 197312282008121001

Budi Yuwono S.T
NIP. 196306191990031002



© 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
LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISIS KORELASI EFISIENSI TERMAL TURBIN
UAP PLTGU TERHADAP SUHU AIR PENDINGIN DI KONDENSOR

Oleh:

Raihan Fadil Akbar
NIM. 2202311068
Program Studi D-III Teknik Mesin

Telah berhasil dipertahankan dalam sidang Tugas Akhir di hadapan Dewan
Penguji pada tanggal 16 Juli 2025 dan diterima sebagai persyaratan untuk
memperoleh gelar Diploma III pada Program Studi Diploma III Teknik Mesin
Jurusan Teknik Mesin

DEWAN PENGUJI

No.	Nama	Posisi Penguji	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Dr. Dianta Mustofa Kamal, S.T., M.T. NIP. 197312282008121001	Ketua		16/07/2025
2.	Asep Apriana, S.T., M Kom. NIP. 196211101989031004	Anggota		16/07/2025
3.	Fajar Mulyana, S.T., M.T. NIP. 197805222011011003	Anggota		16/07/2025

Depok, 16 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 mengumunkan 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 : Raihan Fadil Akbar

NIM : 2202311068

Program Studi : D-III Teknik Mesin

Saya menyatakan bahwa seluruh isi Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil penjiplakan dari karya orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya. Setiap pendapat, gagasan, atau temuan milik pihak lain yang digunakan dalam laporan ini telah saya cantumkan dan rujuk sesuai dengan kaidah dan etika penulisan ilmiah yang berlaku. Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan penuh tanggung jawab.

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Depok, 16 Juli 2025



Raihan Fadil Akbar

NIM. 2202311068



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 KORELASI EFISIENSI TERMAL TURBIN UAP PLTGU TERHADAP SUHU AIR PENDINGIN DI KONDENSOR

Raihan Fadil Akbar¹⁾, Dianta Mustofa Kamal²⁾

¹⁾Program Studi D-III Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

Email: raihan.fadil.akbar.tm22@mhsw.pnj.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antara efisiensi termal turbin uap dengan suhu air pendingin pada kondensor di Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU). Data operasional diambil dari sistem Automatic Control System (ACS) di PLTGU Priok Blok 3 pada periode pengamatan 8–14 Februari 2025. Analisis dilakukan dengan metode perhitungan heat rate untuk menentukan nilai efisiensi termal, dan menggunakan analisis statistik melalui koefisien korelasi Pearson untuk mengevaluasi hubungan antarvariabel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ΔT air pendingin kondensor memiliki hubungan yang positif sangat kuat terhadap efisiensi termal, dengan nilai koefisien korelasi mencapai 0,95. Selain itu, penelitian juga menunjukkan bahwa parameter lain seperti beban generator, tekanan, dan laju alir uap turut berpengaruh signifikan terhadap efisiensi. Disimpulkan bahwa peningkatan ΔT air pendingin dapat meningkatkan efisiensi termal turbin uap secara signifikan, dengan catatan perlu memperhatikan kondisi operasional lainnya agar interpretasi nilai ΔT lebih akurat.

Kata kunci: efisiensi termal, suhu air pendingin, kondensor, PLTGU, *heat rate*, korelasi.



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 KORELASI EFISIENSI TERMAL TURBIN UAP PLTGU TERHADAP SUHU AIR PENDINGIN DI KONDENSOR

Raihan Fadil Akbar¹⁾, Dianta Mustofa Kamal²⁾

¹⁾Program Studi D-III Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

Email: raihan.fadil.akbar.tm22@mhsw.pnj.ac.id

ABSTRACT

This study aims to analyse the relationship between the thermal efficiency of steam turbines and cooling water temperature at the condenser of a Combined Cycle Power Plant (CCPP). Operational data were collected from the Automatic Control System (ACS) at Priok CCPP Block 3 during the observation period of February 8–14, 2025. The analysis involved calculating the heat rate to determine thermal efficiency and applying statistical methods using the Pearson correlation coefficient to evaluate relationships between variables. Results show a very strong positive correlation between cooling water temperature difference (ΔT) and thermal efficiency, with a correlation coefficient value of 0.95. Additionally, other parameters such as generator load, steam pressure, and steam flow rate were also significantly correlated with efficiency. The study concludes that an increased ΔT of cooling water significantly improves steam turbine thermal efficiency, though interpreting ΔT values requires careful consideration of other operational conditions.

Keywords: thermal efficiency, cooling water temperature, condenser, combined cycle power plant, heat rate, correlation.



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

Dengan penuh rasa syukur, penulis memanjatkan puji dan syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir yang berjudul “ANALISIS KORELASI EFISIENSI TERMAL TURBIN UAP PLTGU TERHADAP SUHU AIR PENDINGIN DI KONDENSOR”. Penulisan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan pada Program Studi Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta.

Tugas Akhir ini disusun berdasarkan data dan pengalaman yang penulis peroleh selama melaksanakan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di Divisi *Engineer Efficiency* di PT PLN IP UBP PLTGU Priok. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan ini, banyak hambatan dan kesulitan yang dihadapi. Namun, berkat adanya dukungan, bimbingan, dan bantuan dari berbagai pihak, laporan ini dapat terselesaikan dengan baik.

Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Dianta Mustofa Kamal, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan arahan, masukan, serta bimbingan selama proses penyusunan tugas akhir ini.
2. Bapak Wahidin, selaku Mentor di PT PLN IP UBP PLTGU Priok yang telah memberikan bimbingan dan pengetahuan mendalam terkait analisis efisiensi selama kegiatan magang berlangsung.
3. Bapak Andri Rizqi Fauzi, selaku Pembimbing Lapangan yang telah banyak membantu dan membimbing penulis dalam proses pengambilan serta analisis data operasional di PLTGU.
4. Seluruh staf dan karyawan PT PLN IP UBP PLTGU Priok, yang telah memberikan bantuan, kerja sama, dan fasilitas yang sangat mendukung



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

kelancaran kegiatan Praktik Kerja Lapangan dan pengumpulan data.

5. Kedua orang tua dan keluarga tercinta, yang senantiasa memberikan doa, dukungan moril, serta materiil yang menjadi sumber kekuatan dan motivasi tiada henti bagi penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Rekan-rekan mahasiswa Teknik Mesin, atas kebersamaan, semangat, dan dukungan yang telah diberikan selama masa studi hingga penyusunan laporan ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari para pembaca untuk penyempurnaan di masa yang akan datang.

Semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca, serta menjadi referensi yang berguna bagi pengembangan ilmu pengetahuan di masa depan, khususnya dalam bidang efisiensi termal PLTGU.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Depok, 30 Juni 2025

Raihan Fadil Akbar
NIM. 2202311068



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

KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penulisan	2
1.4 Manfaat Penulisan	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II. KAJIAN PUSTAKA	6
2.1 Prinsip Siklus <i>Rankine</i> dan Efisiensi Termal	6
Konsep Dasar dan Heat Rate	6
2.2 Karakteristik Turbin Uap dalam PLTGU.....	8
2.2.1 Pengaruh Beban Generator terhadap Efisiensi.....	8
2.2.2 Spesifikasi Nameplate vs. Performa Aktual.....	9
2.2.3 Komponen lainnya	10
2.3 Kalor Sensibel dan Kalor Laten	13
2.4 Sistem Otomasi dan Pengambilan Data Operasional (ACS)	15
2.4 Pengaruh Suhu Air Pendingin terhadap Efisiensi	17
2.4.1 Hubungan Suhu Pendingin dengan Tekanan Kondensor.....	17
2.4.2 Studi Empiris Terdahulu	18
2.5. Metode Analisis Korelasi	18
2.5.1 Koefisien Korelasi Pearson	19
2.5.2 Matriks Korelasi Multivariat.....	19
2.5.3 Interpretasi dan Batasan	19



© 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 III.	METODOLOGI PENELITIAN.....	20
3.1	Diagram Alir	20
3.2	Penjelasan Setiap Langkah.....	21
3.2.1	Mulai	22
3.2.2	Studi Literatur	22
3.2.3	Studi Lapangan.....	22
3.2.4	Perumusan Masalah	23
3.2.5	Pengambilan Data ACS.....	23
3.2.6	Pengolahan dan Perhitungan Data	23
3.2.7	Evaluasi Perhitungan.....	25
3.2.8	Analisis Korelasi Efisiensi Turbin Uap Terhadap Suhu Pendingin ...	26
3.2.9	Selesai	27
BAB IV.	PEMBAHASAN	28
4.1	Pengumpulan Data Operasional.....	28
4.1.1.	Lingkup dan Periode Pengambilan Data.....	28
4.1.2.	Instrumen dan Sumber Data.....	29
4.1.3.	Parameter yang Dicatat	29
4.1.4.	Prosedur Validasi Awal.....	30
4.1.5.	Deskripsi Variasi Harian.....	31
4.1.6.	Transisi ke Pengolahan Data.....	31
4.2	Pengolahan Data dan Perhitungan Efisiensi Termal.....	31
4.2.1.	Metodologi Perhitungan Heat Rate	32
4.2.2.	Simulasi Perhitungan Data.....	33
4.2.3.	Rekapitulasi Efisiensi Harian.....	35
4.3	Analisis Tren Harian Efisiensi Termal.....	35
4.4	Analisis Korelasi Efisiensi Termal terhadap ΔT Air Pendingin	38
4.5	Analisis Multivariabel dengan Matriks Korelasi	39
4.6	Pembahasan Komprehensif.....	41
4.6.1.	Mekanisme Termodinamika.....	42
4.6.2.	Pembandingan dengan Studi Serupa.....	43
4.6.3.	Implikasi Operasional	44
4.6.4.	Keterbatasan Studi	45



© 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.....	46
5.1	Kesimpulan	46
5.2	Saran.....	48
DAFTAR PUSTAKA		50
Lampiran A -	<i>Data Operasional Harian PLTGU Tanggal 8 Februari 2025</i>	53
Lampiran B -	<i>Data Operasional Harian PLTGU Tanggal 9 Februari 2025</i>	54
Lampiran C -	<i>Data Operasional Harian PLTGU Tanggal 10 Februari 2025</i>	55
Lampiran D -	<i>Data Operasional Harian PLTGU Tanggal 11 Februari 2025</i>	56
Lampiran E -	<i>Data Operasional Harian PLTGU Tanggal 12 Februari 2025</i>	57
Lampiran F -	<i>Data Operasional Harian PLTGU Tanggal 13 Februari 2025</i>	58
Lampiran G -	<i>Data Operasional Harian PLTGU Tanggal 14 Februari 2025</i>	59
Lampiran H -	<i>Matriks Korelasi Mutlivarial Parameter Operasional PLTGU Priok</i>	60
Lampiran I -	<i>Grafik Tren Beban Generator Turbin Uap (08-14 Februari 2025)</i>	61

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 II-1 Diagram T-s Siklus Rankine (kiri), Skema Siklus Rankine (kanan) (https://commons.wikimedia.org/)	6
Gambar II-2 Ilustrasi Alur Proses PLTGU Priok (https://rakhman.net/).....	8
Gambar II-3 (Grafik) Kurva Efisiensi Turbin vs. Beban Generator	9
Gambar II-4 Skematik Kondensor Once-Through, (researchgate.net/)	11
Gambar II-5 Skema Turbin Uap Multi-tahap	12
Gambar II-6 Ilustrasi proses kalor sensibel (kenaikan suhu) dan kalor laten (perubahan fasa) pada air, ditunjukkan pada diagram suhu-entalpi. (Refrigeration and Air-Conditioning[13])	14
Gambar II-7 Ruang server yang digunakan untuk menyimpan data permenit di Blok 3 PLTGU Priok	17
Gambar II-8 (Grafik) Hubungan Suhu Air Pendingin (T_1) dengan Tekanan Kondensor dan Koefisien Perpindahan Panas (10.1016/j.csite.2019.100484)	18
Gambar III-1 Diagram Alir Pengerjaan Penelitian	21
Gambar III-2 Diagram alir perhitungan Heat Rate	24
Gambar III-3 Diagram perhitungan Efisiensi Termal	25
Gambar IV-1 Pengambilan data Turbin Uap di Central Control Room (CCR).....	28
Gambar IV-2 Diagram alir proses pengumpulan dan validasi data operasional.....	29
Gambar IV-3 (Grafik) Tren Harian Efisiensi Termal Turbin Uap (η) Selama 8–14 Februari 2025	36
Gambar IV-4 (Grafik) Korelasi Antara Beban Generator dengan Efisiensi Termal Turbin Uap	37
Gambar IV-5 (Grafik) Scatter Plot Korelasi Efisiensi Termal (η) terhadap ΔT Air Pendingin Kondensor	38
Gambar IV-6 Matriks Korelasi Pearson antara Efisiensi Termal dan Parameter Operasional	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 mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Table II-1 Spesifikasi Nameplate Turbin Uap PLTGU Priok Blok 3	9
Table IV-1 Ringkasan data operasional harian PLTGU Priok Blok 3 (8 – 14 Februari 2025)	30
Table IV-2 Keterangan simbol-simbol pada Rumus (4-1) perhitungan heat rate turbin uap	32
Table IV-3 Heat rate dan efisiensi termal harian (8 – 14 Feb 2025)	35





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

Steam telah menjadi salah satu media utama dalam konversi energi, baik untuk pembangkit listrik maupun proses industri, karena sifatnya yang murah, mudah dikontrol, dan memiliki kapasitas panas laten dan koefisien perpindahan panas tinggi [1]. Namun, sektor industri—termasuk pembangkit listrik—merupakan konsumen energi terbesar (~30 % total penggunaan), sehingga optimasi kondisi operasi turbin uap menjadi sangat penting untuk menekan konsumsi bahan bakar dan biaya operasional [1]. Menurut Rout et al., “*Optimising process operating conditions can considerably improve turbine water rate, which in turn will significantly reduce energy requirement. Various operating parameters affect condensing and back pressure turbine steam consumption and efficiency*”, dalam bahasa Indonesia : Optimasi kondisi operasi proses dapat secara signifikan meningkatkan laju aliran air turbin, yang pada gilirannya akan secara signifikan mengurangi kebutuhan energi. Berbagai parameter operasi memengaruhi konsumsi uap dan efisiensi turbin kondensasi dan turbin tekanan balik [1].

Di pembangkit siklus gabungan (PLTGU), panas buang turbin gas dimanfaatkan dalam HRSG untuk menghasilkan uap bertekanan tinggi yang menggerakkan turbin uap, sehingga total efisiensi termal dapat mencapai 60 %–62 % pada instalasi terkini [1]. Akan tetapi, performa turbin uap sangat dipengaruhi kondisi kondensor: suhu dan aliran cooling water menentukan tekanan vakum kondensor dan entalpi uap keluar. Studi lapangan di PLTP Geo Dipa Patuha menunjukkan bahwa peningkatan suhu air pendingin kondensor dari 19,7 °C ke 23,4 °C menurunkan performa turbin dari 656,0 kJ/kg menjadi 635,4 kJ/kg—penurunan 20,6 kJ/kg—yang signifikan menurunkan keluaran daya dan efisiensi termal [2].

Sebagai contoh, dalam operasi PLTU Tanjung Enim, kondisi operasional optimal meliputi tekanan exhaust steam 0,009 MPa dan suhu cooling water



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

masuk 25 °C untuk menjaga vakum kondensor tetap rendah dan efisiensi siklus tinggi [3]. Dengan memahami korelasi mendalam antara suhu air pendingin, tekanan kondensor, laju alir dan entalpi uap, serta beban turbin, strategi pemeliharaan dan pengaturan real-time dapat dioptimalkan guna meningkatkan efisiensi termal PLTGU secara berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi parameter-parameter krusial—khususnya variabel kondensor dan turbin—yang paling berpengaruh terhadap efisiensi termal, sehingga dapat dijadikan dasar tindakan optimasi dan pemeliharaan preventif.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Bagaimana karakteristik perubahan efisiensi termal turbin uap PLTGU Blok 3 Priok sehubungan dengan variasi suhu inlet dan outlet air pendingin pada kondensor?
- 2) Seberapa besar korelasi antara suhu air pendingin kondensor dengan efisiensi termal turbin uap, dan pada kondisi operasional manakah korelasi tersebut paling signifikan?
- 3) Parameter operasional selain suhu air pendingin manakah yang juga memiliki pengaruh signifikan terhadap efisiensi termal turbin uap?
- 4) Seberapa besar sensitivitas efisiensi termal turbin uap terhadap perubahan suhu air pendingin, dan pada rentang suhu air pendingin berapa efisiensi termal masih dapat dijaga di atas ambang batas desain yang diharapkan?

1.3 Tujuan Penulisan

Adapun tujuan dari penulisan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Mengkarakterisasi perubahan efisiensi termal turbin uap PLTGU Blok 3 Priok sehubungan dengan variasi suhu inlet dan outlet air pendingin pada kondensor.



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) Menghitung dan menganalisis derajat korelasi (koefisien Pearson) antara suhu air pendingin kondensor dengan efisiensi termal turbin uap, serta mengidentifikasi kondisi operasional di mana korelasi tersebut paling signifikan.
- 3) Menentukan parameter operasional lain (misalnya laju alir uap, tekanan uap tingkat HP/IP/LP, dan temperatur uap masuk turbin) yang memiliki pengaruh signifikan terhadap efisiensi termal turbin uap melalui analisis korelasi multivariat.
- 4) Menilai sensitivitas efisiensi termal turbin uap terhadap perubahan suhu air pendingin dan menentukan rentang suhu air pendingin yang masih dapat menjaga efisiensi termal di atas ambang batas desain yang ditetapkan.

1.4 Manfaat Penulisan

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1) Bagi Penulis:

Memperdalam pemahaman tentang hubungan antara variabel kondensor (suhu dan aliran cooling water) dan efisiensi termal turbin uap PLTGU serta melatih kemampuan analisis data operasional pembangkit serta penerapan metode korelasi statistik dalam konteks teknik mesin.

2) Bagi Industri:

Menyediakan parameter operasional kritis yang dapat dipantau untuk menjaga dan meningkatkan efisiensi termal unit pembangkit.

3) Bagi Akademisi dan Mahasiswa:

Mengembangkan kompetensi metodologi penelitian, khususnya analisis korelasi multivariabel pada sistem pembangkit listrik.

1.5 Batasan Masalah

Agar pembahasan lebih terfokus dan sesuai dengan waktu serta data yang



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

tersedia, maka batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

- 1) Data operasional diambil selama tujuh hari berturut-turut pada bulan Februari 2025, dengan durasi pengambilan satu jam per hari.
- 2) Data diambil pada beban generator yang variatif untuk memetakan pengaruh loading terhadap efisiensi.
- 3) Pengambilan data hanya dilakukan pada masa steady state (kondisi operasi stabil) dalam satu jam tersebut.
- 4) Pengambilan data dilakukan pada musim hujan, dengan dominasi kondisi cerah berawan hingga berawan, diselingi hujan ringan pada beberapa hari.
- 5) Penelitian hanya menggunakan data yang tersedia dan tercatat di *Automatic Control System (ACS)* PLTGU Priok.
- 6) Analisis dibatasi pada identifikasi dan perhitungan korelasi antara variabel operasional dan efisiensi termal; tidak mengkaji mekanisme kausalitas atau efek mendalam dari parameter lain.
- 7) Faktor eksternal—kualitas air sumber, atau pemeliharaan darurat—dikecualikan dari analisis.
- 8) Objek penelitian hanya mencakup turbin uap PLTGU Priok dan sistem pendukung langsung (kondensor dan HRSG) yang berkontribusi pada perhitungan efisiensi termal.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika dalam penulisan penelitian ini sebagai berikut:

- 1) Judul : Analisis Korelasi Efisiensi Termal Turbin Uap PLTGU Terhadap Suhu Air Pendingin Di Kondensor
- 2) BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan.



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) BAB II : KAJIAN PUSTAKA

Bab ini memaparkan landasan teori yang mendukung penelitian, termasuk konsep dasar siklus *Rankine*, efisiensi termal turbin uap, prinsip kerja kondensor dengan sistem pendingin once-through, serta studi terdahulu yang relevan.

4) BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tahapan penelitian, mulai dari pengumpulan data, validasi, metode perhitungan efisiensi termal, serta pendekatan statistik yang digunakan untuk menganalisis hubungan antara ΔT pendingin dan efisiensi termal.

5) BAB IV : PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil observasi dan pengolahan data, meliputi: Pengumpulan dan penyajian data operasional PLTGU (temperatur, tekanan, laju alir, beban), perhitungan efisiensi termal harian berdasarkan metode *heat rate*, analisis tren efisiensi dan korelasi dengan ΔT pendingin, analisis multivariabel terhadap parameter operasional lain, dan pembahasan menyeluruh terhadap mekanisme termodinamika, studi pembandingan, implikasi teknis, dan keterbatasan penelitian.

6) BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan yang menjawab rumusan masalah dan saran teknis serta metodologis untuk penerapan di lapangan maupun pengembangan studi.

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

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan di atas, dapat ditarik beberapa kesimpulan yang menjawab rumusan masalah penelitian:

- 1) **Variasi Efisiensi Termal terhadap Perubahan Suhu Pendingin di kondensor:** Efisiensi termal turbin uap PLTGU Priok Blok 3 selama periode pengamatan berkisar antara **34,81%** (pada kondisi ΔT air pendingin $5,00^\circ\text{C}$, terendah) hingga **35,87%** (pada ΔT $6,06^\circ\text{C}$, tertinggi), dengan rata-rata harian sekitar 35,4%. Hal ini menunjukkan bahwa pada **hari dengan ΔT kondensor lebih besar, efisiensi cenderung lebih tinggi** – konsisten dengan teori bahwa kondensor yang lebih dingin (ΔT tinggi) meningkatkan kinerja turbin. Rentang perubahan efisiensi harian relatif sempit ($\sim 1\%$), menandakan operasi unit stabil dan perubahan efisiensi antar hari terutama dipengaruhi oleh variasi ΔT dan beban.
- 2) **Derajat Korelasi ΔT –Efisiensi:** Terdapat hubungan linear positif yang sangat kuat antara ΔT air pendingin kondensor dan efisiensi termal turbin uap. Hal ini dibuktikan dengan nilai **koefisien korelasi Pearson $r \approx +0,93$** , yang mengindikasikan korelasi positif **sangat kuat**. Dengan kata lain, peningkatan ΔT kondensor umumnya diikuti peningkatan efisiensi termal unit secara proporsional. Korelasi ini paling signifikan pada kondisi operasi mendekati beban penuh, di mana setiap perubahan ΔT memberikan dampak nyata pada efisiensi (teramati pada hari dengan ΔT tertinggi dan beban tertinggi, efisiensi mencapai maksimum).
- 3) **Parameter Operasional Signifikan Lain:** Selain ΔT pendingin, analisis multivariat mengungkap beberapa parameter operasional lain yang **memiliki pengaruh signifikan** terhadap efisiensi termal turbin uap. Tiga variabel kunci tersebut adalah: **beban generator** (koefisien korelasi $r \approx 0,9549$), **tekanan uap HP** ($r \approx 0,9487$), dan **laju alir uap HP** ($r \approx 0,9524$).



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

Nilai korelasi yang mendekati +0,95 untuk ketiga parameter ini menunjukkan bahwa operasi pada beban tinggi, dengan tekanan dan aliran uap HP yang tinggi (mendekati spesifikasi desain), sangat mendukung efisiensi termal tinggi. Di antara semua variabel, beban generator memiliki korelasi tertinggi dengan efisiensi, namun variabel ΔT pendingin tidak jauh berbeda kontribusinya. Hal ini menegaskan bahwa optimasi efisiensi harus mempertimbangkan kondisi turbin (*loading*) dan kondisi kondensor sekaligus.

- 4) **Sensitivitas Efisiensi dan Rentang ΔT Optimal:** Efisiensi termal turbin uap terbukti sensitif terhadap perubahan suhu pendingin kondensor. Berdasarkan hasil, untuk menjaga efisiensi di atas ambang batas desain (~35,5%), disarankan **rentang ΔT operasional kondensor dijaga sekitar 5,8–6,2 °C**. Pada rentang $\Delta T \sim 6$ °C, efisiensi unit mampu dipertahankan >35,5%. Sebaliknya, ΔT yang terlalu rendah (<5 °C) berpotensi menurunkan efisiensi di bawah batas tersebut. **Namun, ΔT yang tinggi perlu ditafsirkan hati-hati** – ΔT tinggi memang umumnya berarti efisiensi tinggi karena kondensor efektif, tetapi jika ΔT tinggi disebabkan laju alir pendingin terlalu rendah (misal akibat fouling atau pompa tidak optimal), kondisi itu justru pertanda kinerja kondensor menurun. Oleh sebab itu, operator perlu memastikan ΔT tinggi dicapai dengan kondisi aliran pendingin dan kebersihan kondensor yang baik, agar peningkatan efisiensi yang terukur benar-benar mencerminkan perbaikan kinerja sistem, bukan efek samping operasional yang merugikan.



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

Berdasarkan temuan penelitian di atas, beberapa saran dan rekomendasi diajukan untuk pihak PLTGU Priok maupun untuk penelitian selanjutnya, guna meningkatkan efisiensi operasi dan memperdalam studi di masa depan:

- 1) Optimasi Beban Operasi: Hasil menunjukkan efisiensi tertinggi (~35,87%) dicapai saat beban mendekati penuh (207 MW pada 10 Februari). Oleh karena itu, disarankan unit dioperasikan pada beban tinggi yang mendekati optimal apabila memungkinkan, misalnya menjaga beban di kisaran 200–210 MW dengan target ~207 MW saat kondisi jaringan listrik memungkinkan. Operasi mendekati base load cenderung memberikan efisiensi pembangkitan lebih tinggi dan konsumsi panas spesifik lebih rendah. Namun tentu, pertimbangan permintaan grid dan keandalan tetap dijaga – rekomendasi ini lebih kepada saat ada fleksibilitas dispatch, utamakan operasi di beban optimal untuk efisiensi maksimum.
- 2) Penelitian lanjutan:
 - i. Periode Data Maksimal: Untuk memastikan generalisasi hasil, perlu diperpanjang durasi pengumpulan data hingga mencakup variasi lintas musim/tahun. Misalnya, melakukan pemantauan serupa selama musim kemarau (suhu air laut lebih tinggi) dan musim hujan (air lebih dingin) akan menguji konsistensi korelasi ΔT –efisiensi di berbagai kondisi cuaca dan beban. Data jangka panjang juga memungkinkan analisis tren degradasi efisiensi seiring waktu (misal efek fouling yang gradual).
 - ii. Multi-Parameter Monitoring: Sertakan variabel-variabel tambahan dalam monitoring di penelitian mendatang, seperti kualitas air pendingin (misal kadar garam/TDS), laju fouling kondensor secara kuantitatif, laju alir sirkulasi air pendingin real-time, dan tekanan diferensial kondensor. Dengan data ini, bisa dinilai apakah ΔT tinggi benar-benar mencerminkan kondensor yang beroperasi optimal atau

disebabkan hal lain. Misalnya, jika ΔT tinggi tetapi disertai kenaikan tekanan diferensial kondensor dan penurunan laju alir, berarti ΔT tinggi tersebut disebabkan fouling (bukan karena kondensor lebih dingin). Pemantauan multi-parameter akan membantu pengambilan keputusan operasi dan pemeliharaan yang lebih tepat (misal kapan harus membersihkan kondensor) untuk menjaga efisiensi termal optimal.



© 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





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] I. S. Rout, A. Gaikwad, V. Kumar Verma, dan M. Tariq, "Thermal Analysis of Steam Turbine Power Plants," Mei 2013. [Daring]. Tersedia pada: www.iosrjournals.orgwww.iosrjournals.org28]
- [2] F. K. Wardhani, M. Si. Mukhammad Ramdhan Kirom, dan I. D. Herman, "ANALISIS COOLING WATER TEMPERATURE TERHADAP PERFORMA TURBIN UAP DI PT GEO DIPA ENERGI (PERSERO) UNIT PATUHA ANALYSIS OF COOLING WATER TEMPERATURE ON STEAM TURBINE PERFORMANCE IN PT GEO DIPA ENERGI (PERSERO) PATUHA UNIT," Bandung, Apr 2020.
- [3] S. Wulandari, R. Sipahutar, dan I. Bizzy, "ANALISIS PENGARUH PARAMETER OPERASI TERHADAP KINERJA SISTEM ENERGI TERMAL PADA PLTU TANJUNG ENIM 3X10 MW," STMIK Widya Cipta Dharma, Jun 2023. doi: 10.46984/sebatik.v27i1.2297.
- [4] E. Redhovic, "Proses Siklus Rankine." Diakses: 1 Juli 2025. [Daring]. Tersedia pada: <https://id.scribd.com/document/468198786/Proses-Siklus-Rankine>
- [5] M. J. Moran, H. N. Shapiro, D. D. Boettner, dan M. B. Bailey, *FUNDAMENTALS OF ENGINEERING THERMODYNAMICS Eighth Edition*. 2014. Diakses: 26 Juni 2025. [Daring]. Tersedia pada: www.wiley.com/college/moran.
- [6] Mitsubishi Corporation, "PT. PLN (PERSERO) TANJUNG PRIOK GAS FIRE POWER PLANT EXTENSION PROJECT (740MW)," 2010.
- [7] F. Andriyuda dan D. Rusirawan, "Evaluasi Evaluasi Kondensor Berpendingin Udara dan Air pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap," *Jurnal Tekno Insentif*, vol. 18, no. 2, hlm. 89–103, Des 2024, doi: 10.36787/jti.v18i2.1457.
- [8] American Society of Mechanical Engineers (ASME), *ASME PTC 6 - Steam Turbines*. 1996.
- [9] S. Priyoatmojo dkk., "ANALISA EFISIENSI HRSG UNIT 1 DI PT PLN (PERSERO) SEKTOR PEMBANGKITAN PLTGU CILEGON," 2016. [Daring]. Tersedia pada: <http://www.polines.ac.id>.
- [10] D. Rubio, C. López-Galindo, J. F. Casanueva, dan E. Nebot, "Monitoring and assessment of an industrial antifouling treatment. Seasonal effects and influence of water velocity in an open once-through seawater cooling system," *Appl Therm Eng*, vol. 67, no. 1–2, hlm. 378–387, Jun 2014, doi: 10.1016/j.applthermaleng.2014.03.057.
- [11] L. Ding, T. Katsura, A. Radwan, dan K. Nagano, "Thermal performance analyses of a new multi-segmented minichannel-based radiant ceiling cooling panel," *Energy Reports*, vol. 6, hlm. 1409–1415, Des 2020, doi: 10.1016/j.egy.2020.11.008.
- [12] P. P. URONE dkk., *Physics*, Web Version. Texas: openstax, 2020.
- [13] G F Hundy, A. R. Trott, dan T C Welch, *Refrigeration and Air-Conditioning*, 4 ed. Butterworth-Heinemann, 2008.
- [14] X. Wang, G. Zhao, X. Qu, X. Yang, J. Wang, dan P. Wang, "Influence of Cooling Water Parameters on the Thermal Performance of the Secondary Circuit System of a Modular High-Temperature Gas-Cooled Reactor Nuclear Power Plant," *Energies*



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

- (Basel), vol. 16, no. 18, hlm. 6560, Sep 2023, doi: 10.3390/en16186560.
- [15] L. Pattanayak, B. N. Padhi, dan B. Kodamasingh, "Thermal performance assessment of steam surface condenser," *Case Studies in Thermal Engineering*, vol. 14, hlm. 100484, Sep 2019, doi: 10.1016/j.csite.2019.100484.
 - [16] T. Do Cao dan T. N. Khac, "ON THE IMPACT OF COOLING WATER TEMPERATURE ON THERMAL POWER PLANT EFFICIENCY," *JP Journal of Heat and Mass Transfer*, vol. 37, no. 6, hlm. 887–901, Des 2024, doi: 10.17654/0973576324054.
 - [17] M. Alus, M. Elrawemi, dan F. Kawan, "The Effect of the Condenser Inlet Cooling Water Temperature on the Combined Cycle Power Plant Performance," *International Journal Peer Reviewed Journal Refereed Journal Indexed Journal UGC Approved Journal Impact Factor*, vol. 3, no. 10, hlm. 206–211, 2017, [Daring]. Tersedia pada: www.wvjmr.com
 - [18] S. M. A. Ibrahim dan I. M. A. Aggour, "Adverse Effects of Condenser Cooling Seawater Temperature, Fouling, and Salinity on the Output Power and Thermal Efficiency of BWR NNPs," *Journal of Mechanical Materials and Mechanics Research*, vol. 5, no. 1, hlm. 21–39, Mei 2022, doi: 10.30564/jmmmr.v5i1.4617.
 - [19] M. Elhadi Abdalla, S. Pannir, dan A. M. H. Mahjob, "Performance and Efficiency of Combined Cycle Power Plants Performance and Efficiency of Combined Cycle Power Plants Performance and Efficiency of Combined Cycle Power Plant," *International Refrigeration and Air Conditioning Conference*, 2022, [Daring]. Tersedia pada: <https://docs.lib.purdue.edu/iracc>
 - [20] Dept. of M. E. Wayne State University, "Thermodynamic Tables Updated." Diakses: 1 Juli 2025. [Daring]. Tersedia pada: https://engineering.wayne.edu/mechanical/pdfs/thermodynamic-_tables-updated.pdf
 - [21] B. A. Qureshi dan S. M. Zubair, "The impact of fouling on the condenser of a vapor compression refrigeration system: An experimental observation," *International Journal of Refrigeration*, vol. 38, hlm. 260–266, Feb 2014, doi: 10.1016/j.ijrefrig.2013.08.012.
 - [22] N. Solanki, A. Arora, dan S. C. Kaushik, "Effect of Condenser Fouling on Performance of Vapor Compression Refrigeration System," *Journal of Thermodynamics*, vol. 2015, hlm. 1–8, Okt 2015, doi: 10.1155/2015/756452.
 - [23] J. Li, Z. Zhai, J. Wang, dan S. Huang, "On-line fouling monitoring model of condenser in coal-fired power plants," *Appl Therm Eng*, vol. 104, hlm. 628–635, Jul 2016, doi: 10.1016/j.applthermaleng.2016.04.131.
 - [24] V. Medica-Viola, B. Pavković, dan V. Mrzljak, "Numerical model for on-condition monitoring of condenser in coal-fired power plants," *Int J Heat Mass Transf*, vol. 117, hlm. 912–923, Feb 2018, doi: 10.1016/j.ijheatmasstransfer.2017.10.047.
 - [25] A. Vosough, R. N. Rad, A. Behjat, H. N. Esfahani, S. Vosough, dan A. Falahat, "Improvement Power Plant Efficiency with Condenser Pressure," vol. 2, no. 3, hlm. 38–43, Jun 2011, Diakses: 7 Juli 2025. [Daring]. Tersedia pada: <https://www.ijmse.org/Volume2/Issue3/paper6.pdf>
 - [26] World Nuclear Association, "Cooling Power Plants," World Nuclear Association.



© 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

Diakses: 7 Juli 2025. [Daring]. Tersedia pada: <https://world-nuclear.org/information-library/current-and-future-generation/cooling-power-plants#:~:text=The%20bigger%20the%20temperature%20difference,plants%20alongside%20very%20cold%20water>

- [27] P. J. Swardhamana, N. Ruhyat, dan S. Novianto, "Performance Evaluation of a Condenser at a Combined Cycle Power Plant Using the LMTD Method," *International Journal of Innovation in Mechanical Engineering and Advanced Materials*, vol. 6, no. 2, hlm. 92, Sep 2024, doi: 10.22441/ijimeam.v6i2.27450.
- [28] E. Dobkiewicz-Wieczorek, "Cooling water flow influence on power plant unit performance for various condenser configurations setup," *Archives of Thermodynamics*, vol. 43, no. 1, hlm. 141–167, 2022, doi: 10.24425/ather.2022.140929.
- [29] L. Xia, D. Liu, L. Zhou, P. Wang, dan Y. Chen, "Optimization of a seawater once-through cooling system with variable speed pumps in fossil fuel power plants," *International Journal of Thermal Sciences*, vol. 91, hlm. 105–112, Mei 2015, doi: 10.1016/J.IJTHERMALSCI.2015.01.005.
- [30] S. M. A. Ibrahim dan S. I. Attia, "The influence of condenser cooling seawater fouling on the thermal performance of a nuclear power plant," *Ann Nucl Energy*, vol. 76, hlm. 421–430, Feb 2015, doi: 10.1016/j.anucene.2014.10.018.
- [31] M. E. Walker dkk., "Economic impact of condenser fouling in existing thermoelectric power plants," *Energy*, vol. 44, no. 1, hlm. 429–437, Agu 2012, doi: 10.1016/j.energy.2012.06.010.

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



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.

2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

[illegible]



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..

- ### Lampiran B - *Data Operasional Harian PLTGU Tanggal 9 Februari 2025*

NEGERI
JAKARTA



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.

- 55

ID		Product		Region		Sales		Profit		Growth		Market Share		Customer Satisfaction		Employee Performance		Logistics Efficiency		Innovation Index		Sustainability Score		Compliance Rating		Overall Health		
		Name	Type	North	South	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1	Q2	Q1
OPERATIONAL PARAMETER 10/25/2025 [15-20 - 17-20]																												
PROD-001	ITEM-001	100	200	150	250	120	180	30	40	5%	7%	10%	12%	85	90	92	95	98	99	95	97	90	92	95	97	98	99	99
PROD-001	ITEM-002	110	210	160	260	130	190	35	45	6%	8%	11%	13%	88	91	93	96	99	100	96	98	91	93	96	98	99	100	100
PROD-001	ITEM-003	120	220	170	270	140	200	40	50	7%	9%	12%	14%	90	92	94	97	100	100	98	99	92	94	97	99	100	100	100
PROD-001	ITEM-004	130	230	180	280	150	210	45	55	8%	10%	13%	15%	92	94	96	98	100	100	100	100	94	96	98	100	100	100	100
PROD-001	ITEM-005	140	240	190	290	160	220	50	60	9%	11%	14%	16%	94	96	98	99	100	100	100	100	96	98	100	100	100	100	100
PROD-001	ITEM-006	150	250	200	300	170	230	55	65	10%	12%	15%	17%	96	98	100	100	100	100	100	100	98	100	100	100	100	100	100
PROD-001	ITEM-007	160	260	210	310	180	240	60	70	11%	13%	16%	18%	97	99	100	100	100	100	100	100	99	100	100	100	100	100	100
PROD-001	ITEM-008	170	270	220	320	190	250	65	75	12%	14%	17%	19%	98	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
PROD-001	ITEM-009	180	280	230	330	200	260	70	80	13%	15%	18%	20%	99	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
PROD-001	ITEM-010	190	290	240	340	210	270	75	85	14%	16%	19%	21%	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
PROD-002	ITEM-011	105	205	155	255	125	185	32	42	5.5%	7.5%	10.5%	12.5%	86	91	93	96	99	100	96	98	91	93	96	98	99	100	100
PROD-002	ITEM-012	115	215	165	265	135	195	37	47	6.5%	8.5%	11.5%	13.5%	89	92	94	97	100	100	97	99	92	94	97	99	100	100	100
PROD-002	ITEM-013	125	225	175	275	145	205	42	52	7.5%	9.5%	12.5%	14.5%	91	93	95	98	100	100	100	100	94	96	98	100	100	100	100
PROD-002	ITEM-014	135	235	185	285	155	215	47	57	8.5%	10.5%	13.5%	15.5%	93	95	97	99	100	100	100	100	96	98	100	100	100	100	100
PROD-002	ITEM-015	145	245	195	295	165	225	52	62	9.5%	11.5%	14.5%	16.5%	95	97	99	100	100	100	100	100	98	100	100	100	100	100	100
PROD-002	ITEM-016	155	255	205	305	175	235	57	67	10.5%	12.5%	15.5%	17.5%	97	99	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
PROD-002	ITEM-017	165	265																									



© 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 D - Data Operasional Harian PLTGU Tanggal 11 Februari 2025

OPERASI PLTGU LINGKUP KAWA									
NO	PLTGU	WAKTU	STATUS	ALASAN	WAKTU	STATUS	ALASAN	WAKTU	STATUS
1	PLTGU 1	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
2	PLTGU 2	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
3	PLTGU 3	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
4	PLTGU 4	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
5	PLTGU 5	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
6	PLTGU 6	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
7	PLTGU 7	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
8	PLTGU 8	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
9	PLTGU 9	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
10	PLTGU 10	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
11	PLTGU 11	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
12	PLTGU 12	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
13	PLTGU 13	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
14	PLTGU 14	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
15	PLTGU 15	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
16	PLTGU 16	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
17	PLTGU 17	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
18	PLTGU 18	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
19	PLTGU 19	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
20	PLTGU 20	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
21	PLTGU 21	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
22	PLTGU 22	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
23	PLTGU 23	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
24	PLTGU 24	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
25	PLTGU 25	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
26	PLTGU 26	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
27	PLTGU 27	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
28	PLTGU 28	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
29	PLTGU 29	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
30	PLTGU 30	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
31	PLTGU 31	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
32	PLTGU 32	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
33	PLTGU 33	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
34	PLTGU 34	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
35	PLTGU 35	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
36	PLTGU 36	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
37	PLTGU 37	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
38	PLTGU 38	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
39	PLTGU 39	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
40	PLTGU 40	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
41	PLTGU 41	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
42	PLTGU 42	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
43	PLTGU 43	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
44	PLTGU 44	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
45	PLTGU 45	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
46	PLTGU 46	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
47	PLTGU 47	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
48	PLTGU 48	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
49	PLTGU 49	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
50	PLTGU 50	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
51	PLTGU 51	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
52	PLTGU 52	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
53	PLTGU 53	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
54	PLTGU 54	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
55	PLTGU 55	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
56	PLTGU 56	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
57	PLTGU 57	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
58	PLTGU 58	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
59	PLTGU 59	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
60	PLTGU 60	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
61	PLTGU 61	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
62	PLTGU 62	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
63	PLTGU 63	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
64	PLTGU 64	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
65	PLTGU 65	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
66	PLTGU 66	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
67	PLTGU 67	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
68	PLTGU 68	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
69	PLTGU 69	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
70	PLTGU 70	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
71	PLTGU 71	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
72	PLTGU 72	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
73	PLTGU 73	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
74	PLTGU 74	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
75	PLTGU 75	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
76	PLTGU 76	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
77	PLTGU 77	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
78	PLTGU 78	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
79	PLTGU 79	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
80	PLTGU 80	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
81	PLTGU 81	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
82	PLTGU 82	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
83	PLTGU 83	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
84	PLTGU 84	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
85	PLTGU 85	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
86	PLTGU 86	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
87	PLTGU 87	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
88	PLTGU 88	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
89	PLTGU 89	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
90	PLTGU 90	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
91	PLTGU 91	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
92	PLTGU 92	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
93	PLTGU 93	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
94	PLTGU 94	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
95	PLTGU 95	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
96	PLTGU 96	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
97	PLTGU 97	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
98	PLTGU 98	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
99	PLTGU 99	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal
100	PLTGU 100	08.00	Normal		08.00	Normal		08.00	Normal



Lampiran E - Data Operasional Harian PLTGU Tanggal 12 Februari 2025

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

- [illegible]



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

- Lampiran F - Data Operasional Harian PLTGU Tanggal 13 Februari 2025**

[illegible]



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

- Lampiran G - Data Operasional Harian PLTGU Tanggal 14 Februari 2025**

59



Hak Cipta:

- 60

[illegible]



© 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 I - Grafik Tren Beban Generator Turbin Uap (08-14 Februari 2025)

