



ANALISA KINERJA *LOW PRESSURE HEATER* (LPH) BERBASIS STANDAR ASME PTC DI PLTU UP GRESIK

Moch Afifur Rosikh¹, Alviani Hesthi Permata Ningtyas², Ajeng Tri Rahayu³
^{1,2,3}Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah
Gresik e-mail: ¹mochafifurrosikh45@gmail.com, ²alvianihesthi@umg.ac.id

Abstrak

Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) memiliki peranan penting dalam penyediaan energi listrik yang andal bagi masyarakat dan sektor industri. Salah satu komponen yang berpengaruh terhadap efisiensi termal sistem pembangkit adalah Low Pressure Heater (LPH), yang berfungsi memanaskan air umpan menggunakan panas dari uap ekstraksi turbin. Penelitian ini dilakukan pada LPH 4 Unit 4 di PT PLN Nusantara Power UP Gresik dengan tujuan untuk menilai kinerja alat berdasarkan standar ASME PTC 12.1, melalui analisis tiga parameter utama, yaitu Terminal Temperature Difference (TTD), Drain Cooler Approach (DCA), dan Temperature Rise (TR). Metode yang digunakan bersifat kuantitatif-deskriptif dengan pengumpulan data operasi selama bulan Juli hingga Agustus 2025. Hasil analisis menunjukkan nilai TTD aktual jauh lebih tinggi dari nilai commissioning, yang mengindikasikan penurunan efektivitas perpindahan panas. Sementara itu, nilai DCA dan TR masih mendekati nilai commissioning sehingga proses pemanasan dan pendinginan kondensat dapat dikatakan berjalan efisien. Penurunan kinerja pada TTD diduga dipengaruhi oleh faktor usia LPH, variasi beban operasi, serta pola pengambilan data yang belum optimal. Temuan ini menjadi masukan penting bagi pengelola PLTU dalam meningkatkan keandalan dan efisiensi sistem melalui perawatan berkala dan optimalisasi metode pemantauan kinerja.

Kata Kunci: ASME PTC 12.1, Efisiensi Termal, Low Pressure Heater, Optimasi Operasi, PLTU.

Abstract

Steam Power Plants (PLTU) have an important role in providing reliable electrical energy for the community and industrial sector. One of the components that affect the thermal efficiency of the generating system is the Low Pressure Heater (LPH), which functions to heat feed water using heat from turbine extraction steam. This study was conducted at LPH 4 Unit 4 at PT PLN Nusantara Power UP Gresik with the aim of assessing the performance of the equipment based on the ASME PTC 12.1 standard, through the analysis of three main parameters, namely Terminal Temperature Difference (TTD), Drain Cooler Approach (DCA), and Temperature Rise (TR). The method used is quantitative-descriptive with operational data collection from July to August 2025. The results of the analysis show that the actual TTD value is much higher than the commissioning value, which indicates a decrease in the effectiveness of heat transfer. Meanwhile, the DCA and TR values are still close to the commissioning value so that the condensate heating and cooling process can be said to be running efficiently. The decline in performance in TTD is thought to be influenced by the age of the LPH, variations in operating loads, and suboptimal data collection patterns. These findings provide important input for PLTU managers in improving system reliability and efficiency through regular maintenance and optimizing performance monitoring methods.

Keywords: Low Pressure Heater, ASME PTC 12.1, Thermal Efficiency, Coal-Fired Power Plant, Operational Optimization

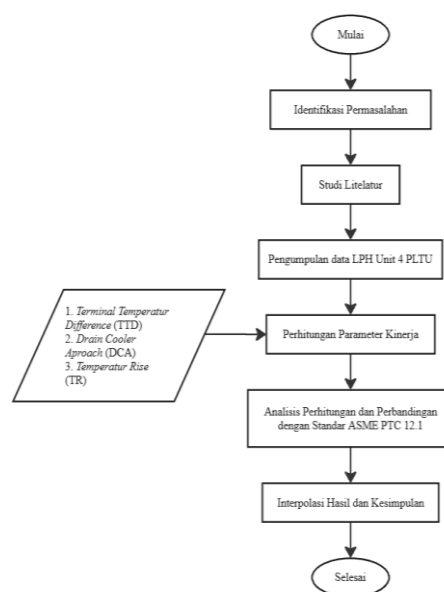
1. PENDAHULUAN

Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) memegang peranan penting dalam sistem ketenagalistrikan nasional karena mampu menghasilkan daya besar secara stabil untuk memenuhi kebutuhan industri dan masyarakat. Prinsip kerjanya mengikuti siklus *Rankine*, di mana energi panas hasil pembakaran bahan bakar dikonversikan menjadi energi mekanik pada turbin, lalu menjadi energi listrik melalui generator. Efisiensi termal menjadi faktor utama yang menentukan seberapa hemat pembangkit dalam mengonsumsi bahan bakar sekaligus seberapa besar biaya operasionalnya [1][2]. Seperti yang dijelaskan oleh [3], penurunan efisiensi meskipun hanya sedikit dapat meningkatkan penggunaan bahan bakar secara signifikan. Oleh karena itu, pemantauan kinerja sistem termal, terutama pada komponen penukar panas sangat penting untuk memastikan PLTU beroperasi secara optimal dan berkelanjutan. Salah satu komponen yang berperan besar dalam menjaga efisiensi tersebut adalah *Low Pressure Heater* (LPH), yang berfungsi menaikkan suhu air umpan menggunakan uap ekstraksi dari turbin agar proses pemanasan di boiler menjadi lebih efisien [4][5].

Kinerja LPH cenderung menurun seiring lamanya waktu operasi. Faktor seperti kerak (*fouling*), kebocoran kecil pada tabung, atau ketidakstabilan beban turbin dapat menghambat proses perpindahan panas dan menurunkan suhu air umpan. Kondisi ini berakibat pada peningkatan bahan bakar dan penurunan efisiensi sistem secara keseluruhan [6][7]. Untuk menilai kondisi aktual LPH, digunakan standar ASME PTC 12.1 yang membahas mengenai *closed feedwater heater* dengan beberapa parameter perhitungan seperti *Terminal Temperature Difference* (TTD), *Drain Cooler Approach* (DCA), dan *Temperature Rise* (TR) [8][5]. Beberapa penelitian sebelumnya, termasuk oleh [9] dan [1], menunjukkan bahwa penerapan metode ASME PRC mampu memberikan gambaran yang akurat terhadap performa penukar panas. Berdasarkan hal tersebut, analisis kinerja LPH 4 unit 4 di PLTU PT PLN Nusantara Power UP Gresik perlu dilakukan untuk mengetahui penyimpangan antara kondisi lapangan dengan kondisi *commissioning*, serta memberikan rekomendasi bagi peningkatan operasi sistem.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif-deskriptif untuk mengevaluasi kinerja *Low Pressure Heater* (LPH) 4 unit 4 pada PLTU di PT PLN Nusantara Power UP Gresik. Pendekatan ini digunakan guna memperoleh gambaran numerik yang objektif mengenai efisiensi aktual peralatan dan membandingkannya dengan data *commissioning* yang mengacu pada standar ASME PTC 12.1. Keseluruhan proses penelitian disusun secara sistematis dan divisualisasikan dalam bentuk diagram alir sebagaimana ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 1. Diagram Alir Prosedur Penelitian

Diagram alir tersebut menunjukkan langkah-langkah yang sistematis mulai dari identifikasi permasalahan mengenai *Low Pressure Heater* (LPH), studi literatur, pengumpulan data kinerja LPH Unit 4 PLTU, perhitungan parameter kinerja, analisis perhitungan dan perbandingan dengan standar ASME PTC 12.1, dan interpretasi hasil dan kesimpulan untuk penelitian ini.

Dalam penelitian ini, evaluasi kinerja alat dilakukan dengan menggunakan beberapa parameter perhitungan sesuai dengan standar ASME PTC 12.1. Parameter perhitungan kinerja ini meliputi: *Terminal Temperature Difference* (TTD), *Drain Cooler Approach* (DCA), dan *Temperature Rise* (TR)[5].

Terminal Temperature Difference (TTD) adalah perhitungan untuk mengetahui selisih antara suhu saturasi uap yang masuk ke *feedwater heater* dengan suhu air umpan yang keluar dari *heater*[2]. Rumus perhitungannya sebagai berikut:

$$TTD = T_{Sat} - T_{feedwater(out)}$$

Drain Cooler Approach (DCA) adalah perhitungan untuk mengetahui selisih antara suhu kondensat (air hasil kondensasi uap) yang keluar dari zona *drain cooler* dengan suhu air umpan yang masuk ke *heater*[4]. Rumus perhitungannya sebagai berikut:

$$DCA = T_{Drain(out)} - T_{Feedwater(in)}$$

Temperature Rise (TR) adalah perhitungan untuk mengetahui kenaikan suhu air umpan dari kondisi masuk ke kondisi keluar *feedwater heater*[4]. Rumus perhitungannya sebagai berikut:

$$TR = T_{feedwater(out)} - T_{Feedwater(in)}$$

Berikut data aktual operasional *Low Pressure Heater* (LPH) 4 Unit 4 PLTU yang diambil dari ruang sistem kontrol PLTU pada bulan Juli dan Agustus 2025:

Tabel 1 Data Primer *Low Pressure Heater* (LPH) 4 Unit 4 PLTU

JULI 2025				
Item	Satuan	7/15/2025 14:00	7/15/2025 14:23	7/15/2025 15:00
LP HTR 4 <i>Inlet Water Temp</i>	°C	126.05	125.89	125.92
LP HTR 4 <i>Outlet Water Temp</i>	°C	143.85	143.52	143.52
LP HTR 4 <i>Ext Steam Press</i>	kg/cm ² g	3.41	3.39	3.42
LP HTR 4 <i>Ext Steam Temp</i>	°C	308.11	308.98	307.78
LP HTR 4 <i>Drain Temp</i>	°C	128.77	128.61	128.48
AGUSTUS 2025				
Item	Satuan	8/22/2025 14:00	8/22/2025 14:34	8/22/2025 15:00
LP HTR 4 <i>Inlet Water Temp</i>	°C	126.27	125.97	125.75
LP HTR 4 <i>Outlet Water Temp</i>	°C	143.95	143.61	143.56
LP HTR 4 <i>Ext Steam Press</i>	kg/cm ² g	3.46	3.41	3.39
LP HTR 4 <i>Ext Steam Temp</i>	°C	307.74	306.54	310.72
LP HTR 4 <i>Drain Temp</i>	°C	129.06	128.64	128.64

Dari Tabel 1 diatas menunjukkan data lapangan yang diambil langsung dari ruang kontrol PLTU dengan model pengambilan data sebanyak tiga kali sehari dengan jeda 30 menit dalam satu bulan, hal ini dikarenakan dari perusahaan hanya melakukan pengambilan sampel/data lapangan pada LPH satu kali dalam satu bulan. kemudian dari data-data tersebut akan diolah untuk mengetahui hasil perhitungan setiap parameter yang sesuai dengan standar ASME PTC 12.1 yang kemudian dibandingkan dengan data *commissioning*.

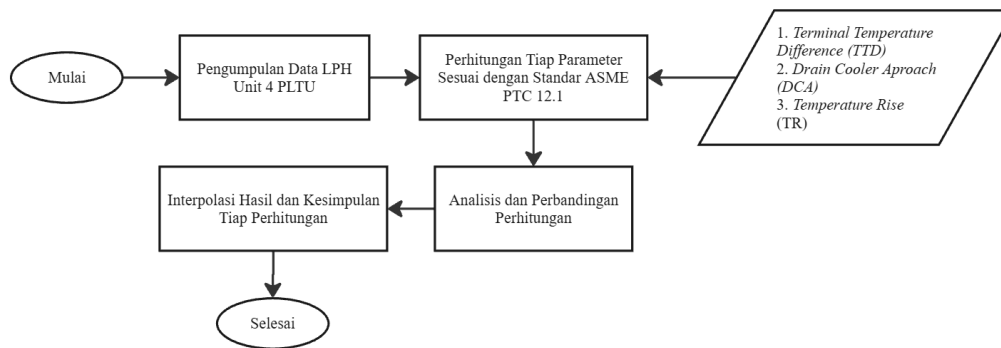
Berikut data *commissioning* yang nantinya digunakan untuk membandingkan hasil pengukuran data aktual dengan data *commissioning* serta sebagai acuan dalam menilai tingkat penyimpangan atau degradasi performa alat *Low Pressure Heater* (LPH) 4 Unit 4 PLTU:

Tabel 2 Data Sekunder *Low Pressure Heater* (LPH) 4 Unit 4 PLTU

Parameter	Nilai
<i>Terminal Temperature Difference</i> TTD. (°C)	2,8
<i>Drain Cooler Aproach</i> DCA. (°C)	5,6
<i>Temperature Rise</i> TR. (°C)	18,2

Data sekunder pada Tabel 2 memuat spesifikasi parameter operasi *Low Pressure Heater* (LPH) 4 unit 4 PLTU yang menjadi dasar evaluasi kinerja alat. Berdasarkan data tersebut, Dengan adanya kombinasi antara data primer dan sekunder, analisis dapat dilakukan secara objektif dan akurat.

Adapun tahapan perhitungan dengan mengacu pada standar ASME PTC 12.1, sebagai berikut:



Gambar 1 *Flowchart Tahap Perhitungan*

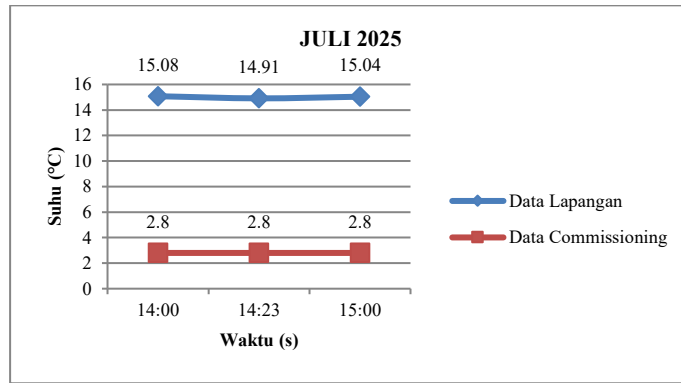
Gambar 2 menunjukkan diagram alir (flowchart) yang menggambarkan alur dari beberapa perhitungan yang digunakan pada penelitian ini. Perhitungan tersebut berguna untuk menganalisis kinerja operasi pada LPH yang kemudian dibandingkan hasil perhitungan tersebut antara data aktual dengan data *commissioning*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mengevaluasi kinerja alat *Low Pressure Heater* (LPH), dapat dilihat dari beberapa aspek hasil perhitungan TTD, DCA, dan TR yang mengacu pada standar ASME PTC 12.1. Analisis ini bertujuan untuk memahami sejauh mana LPH beroperasi sesuai dengan standar (*commissioning*). Untuk mengetahui kinerja LPH, berikut dilakukan perbandingan parameter aktual dengan data *commissioning*.

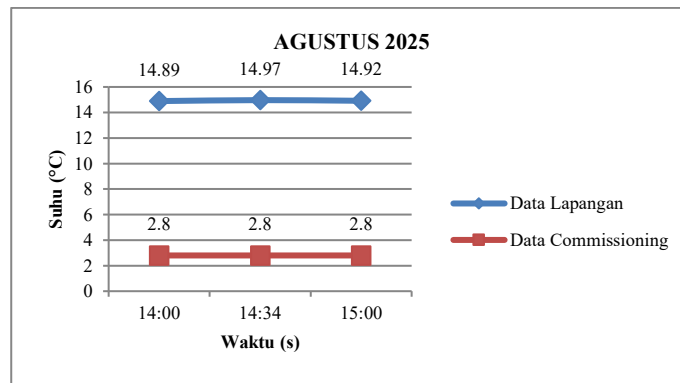
3.1 *Terminal Temperature Difference* (TTD)

Pada prinsipnya semakin besar nilai TTD menunjukkan adanya pengurangan *heat transfer*, sebaliknya semakin kecil nilai TTD menunjukkan semakin baik *heat transfer* di dalam LPH [10].



Gambar 3. TTD bulan Juli 2025

Pada Gambar 3, hasil analisis menunjukkan bahwa rata-rata nilai *Terminal Temperature Difference* (TTD) aktual pada *Low Pressure Heater* (LPH) 4 sebesar 15.01°C, sedangkan nilai *commissioning*-nya adalah 2.8°C, dengan selisih sebesar 12,21°C. Kondisi ini menunjukkan bahwa proses pemanasan air umpan oleh uap ekstraksi tidak berlangsung secara optimal, sehingga efisiensi termal peralatan menurun. Dengan demikian, kinerja LPH pada bulan Juli 2025 beroperasi secara kurang baik dan nilainya jauh diatas nilai *commissioning*.

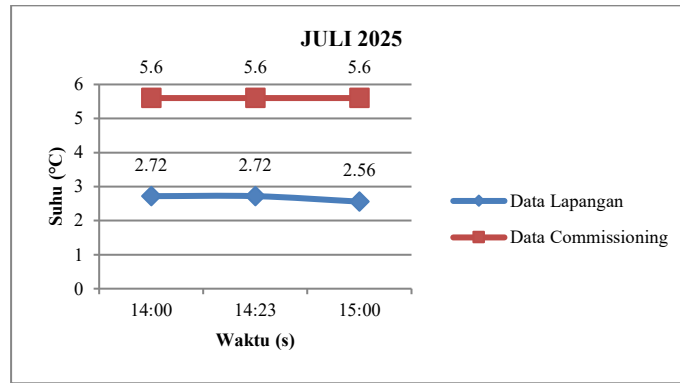


Gambar 4. TTD Bulan Agustus 2025

Pada Gambar 4. hasil analisis menunjukkan bahwa rata-rata nilai *Terminal Temperature Difference* (TTD) aktual pada *Low Pressure Heater* (LPH) 4 sebesar 14.93°C, sedangkan nilai *commissioning*-nya adalah 2.8°C, dengan selisih sebesar 12.13°C. Nilai TTD yang tinggi menandakan adanya penurunan efektivitas perpindahan panas antara uap pemanas dan air kondensat. Kondisi ini mengindikasikan bahwa proses pemanasan tidak berlangsung secara optimal, sehingga LPH 4 tidak beroperasi dengan baik.

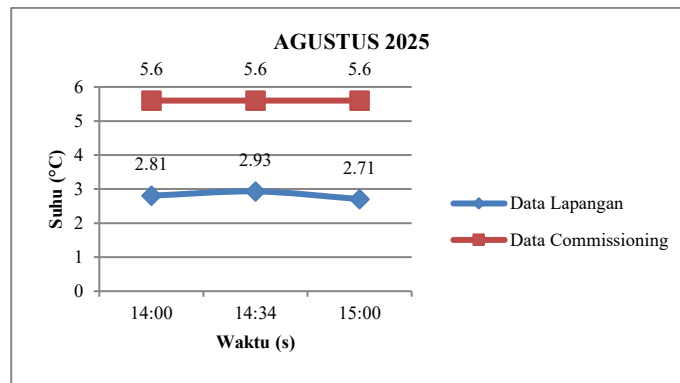
3.2 Drain Cooler Approach (DCA)

Pada prinsipnya nilai DCA aktual yang melebihi dari data *commissioning* mengidentifikasi bahwa kinerja LPH tidak optimal, sebaliknya jika nilai aktual DCA dibawah dari data *commissioning* mengidentifikasi bahwa proses pendinginan kondensat di bagian *drain cooler* berjalan dengan lebih efisien [10].



Gambar 5. DCA Bulan Juli 2025

Pada gambar 5, hasil analisis menunjukkan bahwa rata-rata nilai *Drain Cooler Approach* (DCA) aktual pada *Low Pressure Heater* (LPH) 4 sebesar 2,66°C, sedangkan nilai desain atau *commissioning*-nya adalah 5,6°C, dengan selisih sebesar 2,94°C. Nilai ini menandakan perpindahan panas antara uap dan kondensat terjadi secara optimal, sehingga LPH masih beroperasi dalam kondisi yang baik. Dengan demikian, performa LPH pada bulan Juli 2025 beroperasi secara efisien karena nilai DCA aktual berada dalam batas ideal sesuai dengan standar kinerja peralatan.

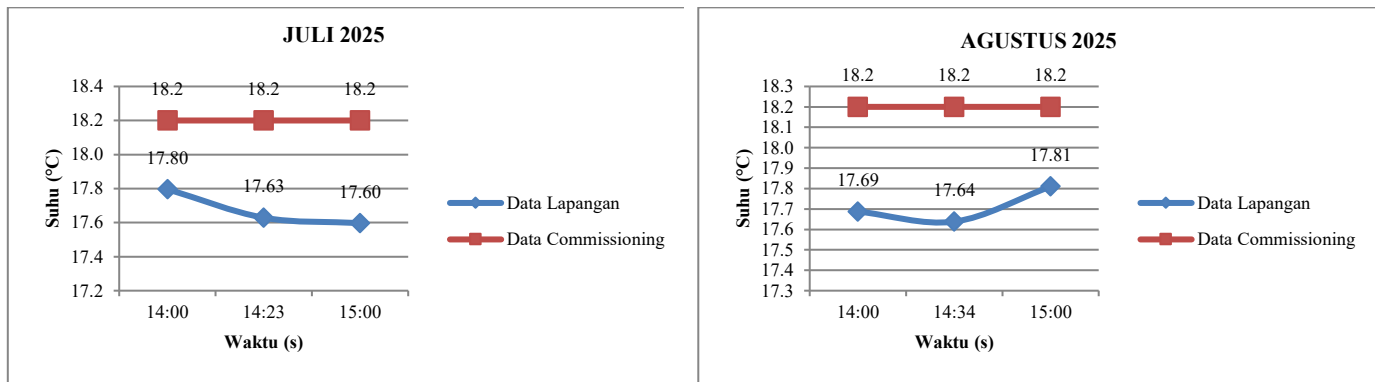


Gambar 6. DCA Bulan Agustus 2025

Pada gambar 6, hasil analisis menunjukkan bahwa rata-rata nilai *Drain Cooler Approach* (DCA) aktual pada *Low Pressure Heater* (LPH) 4 sebesar 2,79°C, sedangkan nilai desain atau *commissioning*-nya adalah 5,6°C, dengan selisih sebesar 2,81°C. Kondisi ini menunjukkan bahwa LPH mampu mempertahankan efisiensi operasionalnya, sehingga LPH masih beroperasi dalam kondisi yang baik. Dengan demikian, performa LPH pada bulan Agustus 2025 beroperasi secara efisien karena nilai DCA aktual berada dalam batas ideal sesuai dengan standar kinerja peralatan.

3.3 Temperature Rise (TR)

Pada prinsipnya nilai TR aktual melebihi nilai desainnya dapat diidentifikasi bahwa kinerja pada LPH dan proses pemanasan air pengisi berjalan sangat baik dan efisien. Sebaliknya, nilai TR yang lebih kecil dapat diidentifikasi bahwa pemanasan air pengisi dalam LPH tidak berlangsung dengan efisien.



(a) (b)
Gambar 7. TR Bulan (a)Juli 2025 dan (b) Agustus 2025

Pada gambar 7(a), hasil analisis menunjukkan bahwa rata-rata nilai *Temperature Rise* (TR) aktual pada *Low Pressure Heater* (LPH) 4 sebesar 17,67°C, sedangkan nilai desain atau *commissioning*-nya adalah 18,2°C, dengan selisih sebesar 0,53°C. Selisih yang relatif kecil mengindikasikan bahwa LPH beroperasi dalam kondisi termal yang stabil serta mampu mempertahankan efektivitas pemanasan air umpan. Dengan demikian, kinerja LPH pada bulan Juli 2025 masih berada dalam kondisi optimal dan efisien sesuai dengan standar kinerja yang ditetapkan.

Pada gambar 7(b), hasil analisis menunjukkan bahwa rata-rata nilai *Temperature Rise* (TR) aktual pada *Low Pressure Heater* (LPH) 4 sebesar 17,71°C, sedangkan nilai desain atau *commissioning*-nya adalah 18,2°C, dengan selisih sebesar 0,49°C. Perbedaan yang sangat kecil menunjukkan bahwa proses perpindahan panas di dalam LPH masih berjalan dengan baik. Dengan demikian, kinerja LPH pada bulan Agustus 2025 berada dalam kondisi optimal dan efisien, sesuai dengan kriteria standar performa peralatan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

- Berdasarkan parameter *Terminal Temperature Difference* (TTD), *Drain Cooler Approach* (DCA), dan *Temperature Rise* (TR), hasil analisis menunjukkan bahwa hanya parameter TTD yang mengalami penyimpangan signifikan terhadap nilai *commissioning*. Hal ini menandakan penurunan efektivitas perpindahan panas, sementara nilai DCA dan TR masih berada dalam batas efisiensi yang sesuai standar ASME PTC 12.1, sehingga proses pemanasan dan pendinginan kondensat masih tergolong stabil dan efisien.
- Penurunan efisiensi terutama pada nilai TTD dipengaruhi oleh usia peralatan yang sudah lama beroperasi, perubahan pola beban produksi listrik yang dinamis, serta metode pengambilan data yang terbatas (hanya tiga kali pengukuran per bulan dengan jeda 30 menit), sehingga tidak sepenuhnya mewakili kondisi *steady state* seperti yang direkomendasikan ASME PTC 12.1.
- Secara umum, sistem masih mampu mempertahankan kestabilan termal pada zona *drain cooler* dan peningkatan suhu air umpan, yang menunjukkan LPH masih handal dan struktur internalnya bekerja sesuai fungsi.
- Nilai TTD yang tinggi menjadi indikator adanya penumpukan kerak (*fouling*) atau penurunan efisiensi perpindahan panas, sehingga kinerja perpindahan energi tidak maksimal.
- Diperlukan perbaikan metode pengambilan data agar mencapai kondisi *steady state* sesuai panduan ASME PTC 12.1, pembersihan tabung pemanas secara berkala, serta evaluasi teknis untuk penggantian atau rehabilitasi komponen lama. Selain itu, pengembangan sistem monitoring digital *real-time* direkomendasikan untuk mendukung pengendalian efisiensi LPH secara berkelanjutan.

5. SARAN

Berdasarkan hasil evaluasi kinerja *Low Pressure Heater* (LPH) 4 unit 4 di PLTU PT PLN Nusantara Power UP Gresik,

disarankan agar penelitian selanjutnya difokuskan pada peningkatan akurasi dan kontinuitas pengambilan data operasional sesuai rekomendasi ASME PTC 12.1 mengenai kondisi *steady state*. Frekuensi pencatatan yang lebih sering dan terukur akan memberikan gambaran performa termal yang lebih representative terhadap kondisi aktual. Selain itu, penelitian lanjutan sebaiknya mencakup analisis *fouling* dan degradasi komponen secara periodik untuk memvalidasi penyebab utama kenaikan nilai TTD. Kajian lanjutan dengan model simulasi termodinamika atau pemantauan berbasis data *real-time* juga dapat dikembangkan untuk memperdalam pemahaman terhadap perilaku perpindahan panas serta meminimalkan ketidakpastian hasil pengukuran.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Chantasiriwan, “Comparative thermo-economic analysis of regenerative Rankine cycles with two feed water heaters,” *Case Stud. Therm. Eng.*, vol. 28, no. September, p. 101476, 2021, doi: 10.1016/j.csite.2021.101476.
- [2] P. U. Akpan and W. F. Fuls, “Generic approach for estimating final feed water temperature and extraction pressures in pulverised coal power plants,” *Appl. Therm. Eng.*, vol. 141, pp. 257–268, 2018, doi: 10.1016/j.applthermaleng.2018.05.124.
- [3] N. S. A. SALSABILAH, “Tugas Akhir-Tm 145688 Analisis Perpindahan Panas Performa Low Pressure Heater Nomor 2 Pltu Unit Iii Di Pt. Pjb Up Gresik,” *Core.Ac.Uk*, 2015, [Online]. Available: <https://core.ac.uk/download/pdf/291471157.pdf>
- [4] J. R. Almedilla, L. L. Pabilona, and E. P. Villanueva, “Feed Water Heaters Performance Indicators and Characteristics on the 405MW Coal-Thermal Power Plant,” *Mindanao J. Sci. Technol.*, vol. 16, pp. 171–186, 2018.
- [5] A. Nurfitriani, Belyamin, and Fachruddin, “Analisis Performa High Pressure Heater (HPH) Pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU),” *Pros. Semin. Nas. Tenik Mesin Politek. Negeri Jakarta*, no. January, pp. 1190–1198, 2019.
- [6] Y. A. Saputri, K. Sa’diyah, and E. Yulianto, “Analisis Efisiensi Heater Pada Pengolahan Steam Unit 7 Pembangkit Listrik Tenaga Uap,” *DISTILAT J. Teknol. Separasi*, vol. 8, no. 1, pp. 54–63, 2023, doi: 10.33795/distilat.v8i1.277.
- [7] P. M. Sinaga, E. Naryono, and R. R. Effendi, “Evaluasi Kinerja Alat High Pressure Heater Pt Pln Nusantara Power Up Tanjung Awar – Awar,” *DISTILAT J. Teknol. Separasi*, vol. 10, no. 4, pp. 939–949, 2024, doi: 10.33795/distilat.v10i4.6623.
- [8] Anon, “Closed Feedwater Heaters,” *ANSI Stand PTC 12. 1*, vol. 2000, 1978.
- [9] P. P. T. X, H. Novianto, and A. R. Prasetyo, “Artikel Evaluasi Unjuk Kerja Low Pressure Heater,” no. 38, pp. 67–74, 2022.
- [10] H. Azizah, “Bagaimana Cara Memonitor Performa Heater pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap” LinkedIn, 2022.