

Optimalisasi Sistem Pemanasan Bahan Bakar MFO Melalui Penerapan Pipa *Bypass Exhaust* di PLTD Paokmotong

A.A.V. Putra¹, Y.A. Padang^{1*},

^{1,2} Teknik Mesin, Universitas Mataram, Jl. Majapahit No. 62 Mataram

Penulis korespondensi email: yesung.ap@unram.ac.id

Article history: Received 10-02-2026 Revised 26-03-2026 Accepted 14-04-2026

ABSTRAK

PLTD Paokmotong menggunakan *Marine Fuel Oil* (MFO) sebagai bahan bakar utama karena lebih ekonomis, namun MFO memerlukan sistem pemanasan yang andal agar dapat digunakan secara optimal. Permasalahan muncul akibat keterbatasan pemanfaatan panas gas buang pada sistem *Heat Recovery Thermal Oil* (HRTO), sehingga proses pemanasan MFO kurang fleksibel dan meningkatkan penggunaan *High Speed Diesel* (HSD). Kegiatan pengabdian ini bertujuan untuk mengevaluasi dan mengoptimalkan kinerja sistem pemanasan MFO setelah penerapan pipa *bypass exhaust* di PLTD Paokmotong. Metode dilakukan melalui diseminasi teknologi dan pendampingan teknis operasional, meliputi observasi sistem, evaluasi operasional pipa *bypass exhaust*, serta analisis kinerja sistem pemanasan. Hasil menunjukkan waktu pemanasan berkurang dari ± 4 jam menjadi $\pm 1-2$ jam (setara penurunan sekitar 50–75%) untuk mencapai temperatur operasional ($>100^{\circ}\text{C}$), dengan temperatur maksimum terukur $\pm 108^{\circ}\text{C}$. Hasil evaluasi menunjukkan peningkatan keandalan dan fleksibilitas sistem pemanasan serta percepatan proses *change over* dari HSD ke MFO.

Kata kunci: PLTD, *Marine Fuel Oil*, HRTO, *bypass exhaust*, sistem pemanasan bahan bakar, pengabdian masyarakat

ABSTRACT

PLTD Paokmotong utilizes *Marine Fuel Oil* (MFO) as its main fuel due to its economic advantage; however, MFO requires a reliable heating system to ensure proper operation. Operational constraints occurred due to limited utilization of exhaust gas heat within the *Heat Recovery Thermal Oil* (HRTO) system, resulting in reduced flexibility of the MFO heating process and increased use of *High Speed Diesel* (HSD). This community service activity aimed to evaluate and optimize the performance of the MFO heating system following the implementation of an exhaust bypass pipe at PLTD Paokmotong. The method involved technology dissemination and operational technical assistance, including system observation, operational evaluation of the exhaust bypass pipe, and performance analysis of the heating system. The results indicate that the heating time was reduced from approximately ± 4 hours to $\pm 1-2$ hours (equivalent to a reduction of about 50–75%) to reach the operational temperature ($>100^{\circ}\text{C}$), with a maximum recorded temperature of $\pm 108^{\circ}\text{C}$. The evaluation results demonstrate improved system reliability and flexibility while accelerating the fuel change-over process from HSD to MFO.

Keywords : PLTD, *Marine Fuel Oil*, heat recovery, exhaust bypass pipe, fuel heating system, community service

PENDAHULUAN

Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) masih berperan penting dalam menjaga keandalan pasokan energi listrik, khususnya di wilayah kepulauan dan daerah dengan keterbatasan infrastruktur jaringan. Salah satu pembangkit yang mendukung sistem kelistrikan Nusa Tenggara Barat adalah PLTD Paokmotong yang dikelola oleh PT PLN

*Corresponding author.

E-mail address: yesung.ap@unram.ac.id

Peer reviewed under responsibility of Universitas Mataram.

© 2026 Universitas Mataram, Jl majapahit No. 62 Mataram.

(Persero). Dalam kondisi operasi normal, pembangkit ini menggunakan *Marine Fuel Oil* (MFO) sebagai bahan bakar utama karena lebih ekonomis dibandingkan *High Speed Diesel* (HSD).

Penggunaan MFO memerlukan sistem pemanasan yang andal untuk menurunkan viskositas bahan bakar sebelum proses injeksi. Di PLTD Paokmotong, pemanasan dilakukan melalui sistem *Heat Recovery Thermal Oil* (HRTO), yang memanfaatkan panas gas buang mesin diesel untuk memanaskan fluida *thermal oil* sebagai media pemanas MFO. Pemanfaatan panas gas buang melalui sistem *heat recovery* telah banyak dilaporkan sebagai upaya peningkatan efisiensi energi pada mesin diesel dan sistem pembangkit (Saidur et al., 2012; Wang et al., 2011).

Namun, kondisi operasional aktual menunjukkan adanya keterbatasan pemanfaatan panas gas buang akibat tidak seluruh unit mesin dan sistem HRTO berada dalam kondisi siap operasi. Akibatnya, sistem pemanasan MFO hanya bergantung pada satu sumber panas utama. Ketergantungan ini menurunkan fleksibilitas operasi dan menyebabkan penggunaan HSD meningkat ketika temperatur pemanasan belum mencapai kondisi operasional. Temperatur bahan bakar yang tidak optimal juga dapat mempengaruhi karakteristik pembakaran bahan bakar berat (Mansir et al., 2018).

Sebagai solusi aplikatif berbasis kondisi lapangan, telah diterapkan pipa *bypass exhaust* sebagai jalur alternatif aliran gas buang menuju sistem HRTO. Kegiatan pengabdian ini kemudian berfokus pada evaluasi dan optimalisasi kinerja sistem tersebut. Modifikasi ini memungkinkan panas gas buang dari unit yang beroperasi tetap dimanfaatkan tanpa penambahan peralatan utama baru. Pendekatan retrofit sederhana pada sistem *heat recovery* dilaporkan dapat meningkatkan pemanfaatan energi tanpa memerlukan investasi besar (Forman et al., 2016).

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk mengoptimalkan sistem pemanasan MFO melalui penerapan pipa *bypass exhaust* di PLTD Paokmotong. Berbeda dengan pendekatan peningkatan sistem *heat recovery* yang umumnya berfokus pada perancangan ulang sistem atau penambahan komponen utama, kegiatan ini menekankan modifikasi sederhana berbasis kondisi operasional mitra yang memberikan dampak langsung terhadap keandalan dan fleksibilitas sistem pemanasan bahan bakar.

METODE

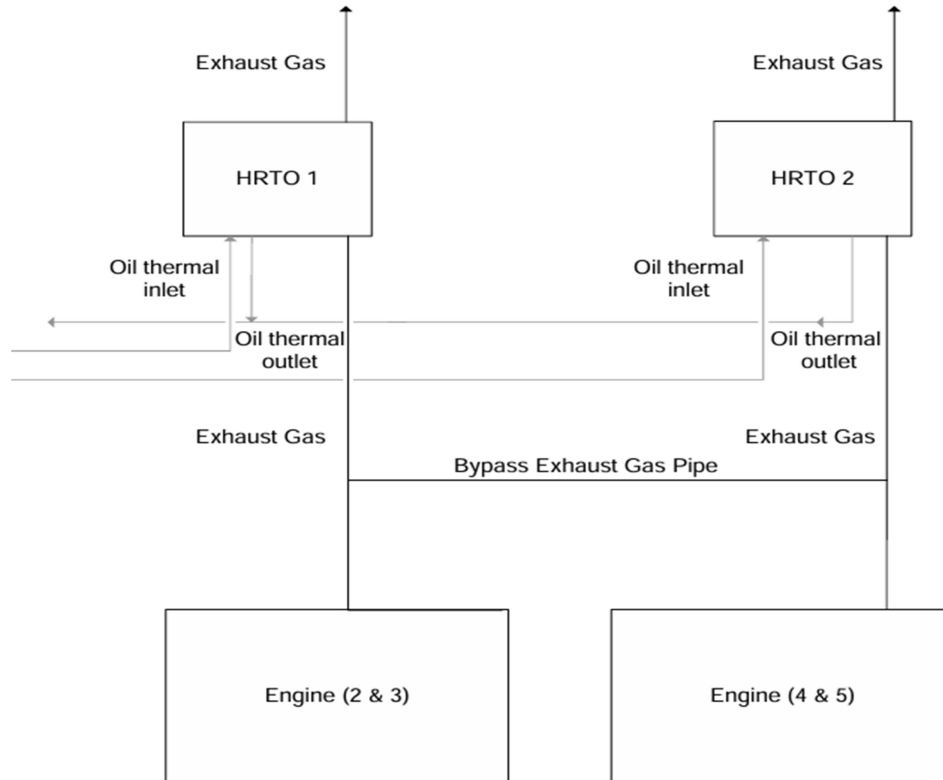
Metode pelaksanaan kegiatan dilakukan melalui pendekatan inseminasi teknologi dan *upgrade* teknologi tepat guna (TTG). Tahap awal dilakukan observasi sistem pemanasan bahan bakar serta diskusi teknis bersama operator untuk mengidentifikasi permasalahan keterbatasan pemanfaatan panas gas buang.

Berdasarkan hasil identifikasi, kegiatan pengabdian difokuskan pada evaluasi dan pendampingan operasional terhadap sistem pemanasan MFO setelah penerapan pipa *bypass exhaust* sebagai jalur alternatif aliran gas buang menuju sistem HRTO. Pendampingan teknis dilakukan untuk memastikan pemanfaatan jalur *bypass*, pengaturan *valve*, serta prosedur operasional berjalan optimal dan aman.

Evaluasi kinerja dilakukan dengan membandingkan kondisi sebelum dan sesudah penerapan teknologi melalui monitoring temperatur *fuel oil*, waktu *change over* dari HSD ke MFO, serta kestabilan sistem pemanasan selama operasi.

HASIL

Hasil kegiatan pengabdian menunjukkan bahwa sistem setelah penerapan pipa *bypass exhaust* menunjukkan peningkatan kinerja sistem pemanasan MFO secara signifikan. Peningkatan tersebut terlihat dari percepatan waktu pemanasan, kenaikan temperatur operasional, serta peningkatan fleksibilitas suplai panas.



Gambar 1. Skema pipa *bypass exhaust* pada sistem HRTO PLTD Paokmotong

Gambar 1 menunjukkan konfigurasi sistem HRTO yang memanfaatkan panas gas buang dari unit mesin diesel untuk memanaskan fluida *thermal oil* sebagai media pemanas MFO. Pipa *bypass exhaust* menghubungkan jalur gas buang antar unit sehingga panas dari unit yang sedang beroperasi tetap dapat dimanfaatkan oleh sistem HRTO meskipun unit lain tidak aktif. Konfigurasi ini meningkatkan fleksibilitas suplai panas menuju sistem HRTO tanpa memerlukan penambahan peralatan utama, serta mendukung kestabilan temperatur operasional sistem pemanasan bahan bakar.

Penerapan Teknologi Pipa *Bypass Exhaust*

Pipa *bypass exhaust* yang telah diterapkan di PLTD Paokmotong berfungsi sebagai jalur alternatif aliran gas buang antar unit mesin diesel menuju sistem HRTO. Dalam kegiatan pengabdian ini, dilakukan evaluasi teknis dan pendampingan operasional terhadap sistem tersebut untuk memastikan pemanfaatan panas gas buang berjalan optimal dan aman. Pendampingan ini memastikan integrasi teknologi berjalan aman dan tidak mengganggu sistem gas buang eksisting.



Gambar 2. Pipa *bypass exhaust* pada sistem gas buang PLTD Paokmotong

Uji Kinerja Operasional Sistem Pemanasan

Uji kinerja dilakukan dengan membandingkan kondisi sebelum dan sesudah penerapan pipa *bypass exhaust* berdasarkan monitoring temperatur *fuel oil*, waktu *change over* dari HSD ke MFO, serta kestabilan sistem pemanasan.

Kondisi Sebelum Penerapan Bypass

Sebelum penerapan pipa *bypass exhaust* (8 November 2025), sumber panas utama (Unit 4) mulai beroperasi sekitar pukul 18.00 dan temperatur *fuel oil* baru mencapai kisaran $\pm 95^{\circ}\text{C}$ pada pukul 22.00. Dengan demikian, waktu yang dibutuhkan untuk mencapai temperatur operasional MFO adalah sekitar ± 4 jam sejak sumber panas aktif. Pada kondisi tersebut, Unit 2 tidak sempat melakukan *change over* karena temperatur belum mencukupi sebelum unit dihentikan. Sistem pemanasan juga sangat bergantung pada satu sumber panas utama sehingga fleksibilitas operasi relatif rendah.

Kondisi Sesudah Penerapan Bypass

Setelah penerapan pipa *bypass exhaust* (11–12 November 2025), waktu pemanasan sistem berkurang menjadi sekitar ± 1 – 2 jam untuk mencapai temperatur operasional di atas 100°C . Pada evaluasi lanjutan tanggal 28 Desember 2025, temperatur *fuel oil* tercatat mencapai $\pm 108^{\circ}\text{C}$ setelah sekitar ± 2 jam pemanasan, dan unit lain dapat langsung menggunakan MFO tanpa menunggu pemanasan tambahan yang signifikan.

Secara operasional, durasi penggunaan HSD pada fase *start-up* berkurang sekitar 2–3 jam per siklus operasi dibandingkan kondisi sebelum penerapan *bypass*. Hal ini menunjukkan peningkatan fleksibilitas suplai panas dan percepatan proses *change over* bahan bakar.

Table 1 Perbandingan Kinerja Sistem Pemanasan Sebelum dan Sesudah Penerapan Pipa Bypass

| Parameter Operasional | Sebelum Bypass | Sesudah Bypass |
|---|---------------------------|--------------------------------|
| Waktu mulai sumber panas | ± 18.00 | ± 16.00 – 17.00 |
| Waktu mencapai 95 – 100°C | ± 4 jam | ± 1 – 2 jam |
| Temperatur awal <i>change over</i> | $\pm 95^{\circ}\text{C}$ | $> 100^{\circ}\text{C}$ |
| Temperatur maksimum terukur | $\pm 100^{\circ}\text{C}$ | $\pm 108^{\circ}\text{C}$ |
| Stabilitas temperatur | Fluktuatif | Stabil $> 100^{\circ}\text{C}$ |
| Durasi penggunaan HSD (<i>start-up</i>) | ± 4 jam | ± 1 – 2 jam |

Interpretasi Teknis

Berdasarkan Tabel 1, terlihat bahwa waktu pemanasan sistem berkurang sekitar 50–75% dibandingkan kondisi sebelum penerapan *bypass*. Temperatur operasional juga meningkat dari kisaran $\pm 95^{\circ}\text{C}$ menjadi stabil di atas 100°C dengan temperatur maksimum terukur $\pm 108^{\circ}\text{C}$. Penurunan durasi penggunaan HSD pada fase *start-up* menunjukkan peningkatan efektivitas pemanfaatan panas gas buang dan fleksibilitas suplai panas pada sistem HRTO.

Dampak dan Respon Mitra

Dari sisi mitra, penerapan pipa *bypass exhaust* memberikan dampak positif terhadap operasional pembangkit. Mitra menyampaikan bahwa sistem pemanasan bahan bakar menjadi lebih andal dan mudah dioperasikan, terutama saat terjadi perubahan konfigurasi unit operasi. Respon mitra juga menunjukkan bahwa integrasi *bypass* tidak menimbulkan gangguan signifikan pada sistem gas buang, serta berpotensi mengurangi penggunaan bahan bakar HSD. Dibandingkan kegiatan pengabdian sebelumnya yang berfokus pada pelatihan konseptual, kegiatan ini memberikan solusi teknis langsung yang manfaatnya dapat dirasakan dalam operasional harian pembangkit.

KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian melalui evaluasi dan optimalisasi sistem setelah penerapan pipa *bypass exhaust* di PLTD Paokmotong berhasil meningkatkan kinerja sistem pemanasan bahan bakar MFO. Secara kuantitatif, waktu pemanasan untuk mencapai temperatur operasional MFO berkurang dari sekitar ± 4 jam menjadi $\pm 1-2$ jam (setara penurunan sekitar 50–75%), dengan temperatur maksimum terukur mencapai $\pm 108^{\circ}\text{C}$ dan kestabilan temperatur di atas 100°C selama operasi. Peningkatan ini mengurangi durasi penggunaan HSD pada fase *start-up* serta meningkatkan fleksibilitas suplai panas menuju sistem *Heat Recovery Thermal Oil* (HRTO), sehingga sistem tidak lagi bergantung pada satu sumber panas utama. Secara keseluruhan, evaluasi menunjukkan bahwa konfigurasi *bypass exhaust* yang sederhana dan aplikatif mampu meningkatkan keandalan operasional pembangkit serta berpotensi direplikasi pada pembangkit listrik tenaga diesel lain dengan kondisi serupa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT PLN (Persero) – PLTD Paokmotong selaku mitra pengabdian atas dukungan, kerja sama, serta kesempatan yang diberikan selama pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada seluruh teknisi dan operator PLTD Paokmotong yang telah membantu dan mendukung proses penerapan teknologi di lapangan.

Selain itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Teknik Universitas Mataram atas dukungan dan fasilitas yang diberikan sehingga kegiatan pengabdian ini dapat terlaksana dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Axaopoulos, P. J., & Theodoridis, M. P. (2014). Thermal analysis of insulated pipes carrying hot gases. *Applied Thermal Engineering*, 64(1–2), 190–198.
- Forman, C., Muritala, I. K., Pardemann, R., & Meyer, B. (2016). Retrofitting power plants for waste heat recovery: Opportunities and challenges. *Applied Energy*, 161, 179–195.
- Holman, J. P. (2010). *Heat transfer* (10th ed.). McGraw-Hill.
- Incropera, F. P., DeWitt, D. P., Bergman, T. L., & Lavine, A. S. (2011). *Introduction to heat transfer* (6th ed.). John Wiley & Sons.
- Mansir, I., Abu, M., & Rahman, M. M. (2018). Effect of fuel temperature on heavy fuel oil combustion performance. *Energy Conversion and Management*, 165, 374–382.
- Moran, M. J., & Shapiro, H. N. (2014). *Fundamentals of engineering thermodynamics* (8th ed.). John Wiley & Sons.
- Nag, P. K. (2017). *Power plant engineering* (4th ed.). McGraw-Hill Education.
- Saidur, R., Rezaei, M., Muzammil, W. K., Hassan, M. H., Paria, S., & Hasanuzzaman, M. (2012). A review on exhaust gas waste heat recovery systems for internal combustion engines. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(8), 5649–5659.
- Wang, T., Zhang, Y., Peng, Z., & Shu, G. (2011). Experimental study of waste heat recovery system for a diesel engine. *Energy*, 36(5), 2975–2982.