



ANALISIS PENYEBAB KENAIKAN TEMPERATUR GAS BUANG PADA MESIN DIESEL DUA LANGKAH DI MT. MUTIARA GLOBAL

Oleh

Riki Irawan¹, Carles Y. A. Nalle², Ryan Puby Sumarta³, Suroyo⁴, Yuniar Ayu Hafita⁵

Politeknik Pelayaran Sorong¹²³⁴⁵

ABSTRAK

Kenaikan temperatur gas buang (exhaust gas temperature/EGT) pada mesin diesel dua langkah merupakan indikator penting terjadinya ketidaksempurnaan pembakaran atau gangguan pada sistem udara bilas dan bahan bakar. Penelitian ini bertujuan menganalisis faktor penyebab peningkatan temperatur gas buang pada mesin induk Ssang Yong B/W 6L/35MC di MT. Mutiara Global. Metode yang digunakan adalah deskriptif kualitatif melalui observasi, wawancara dengan awak mesin, serta analisis dokumen seperti logbook dan manual mesin. Hasil penelitian menunjukkan bahwa EGT mencapai 540°C akibat kombinasi penurunan kinerja turbocharger karena penumpukan kerak karbon, serta pola pengabutan bahan bakar yang tidak sempurna akibat kebocoran pada nozzle injector. Kondisi ini menyebabkan suplai udara berkurang, pembakaran tidak optimal, dan ketidakseimbangan tenaga antar silinder. Ketidakteraturan perawatan turut memperburuk peningkatan suhu. Penelitian menegaskan pentingnya perawatan terjadwal pada turbocharger dan injector serta pemantauan real-time untuk menjaga efisiensi mesin.

Kata kunci : Gas Buang, Mesin Diesel Dua Langkah, Kapal

1. PENDAHULUAN

Mesin diesel dua langkah merupakan komponen utama pada kapal yang berfungsi sebagai penggerak utama dalam sistem propulsi. Keandalan dan efisiensi mesin ini sangat memengaruhi kelancaran operasional kapal, terutama dalam hal konsumsi bahan bakar dan daya dorong yang dihasilkan. Mesin diesel dua langkah dikenal memiliki efisiensi termal yang tinggi, dengan konsumsi bahan bakar spesifik yang dapat mencapai 178 g/kWh pada beban optimal (Yang et al., 2019; Zhang et al., 2023; Zhu, 2023). Selain itu, mesin dua langkah mampu menghasilkan daya

dorong besar secara stabil bahkan pada kecepatan rendah, sehingga sangat sesuai digunakan pada kapal-kapal berukuran besar (Sui et al., 2022; Zhang et al., 2023; Zhu, 2023).

Salah satu parameter penting dalam menilai kinerja mesin diesel adalah temperatur gas buang atau *exhaust gas temperature* (EGT). Nilai EGT mencerminkan tingkat efisiensi pembakaran di dalam silinder dan menjadi indikator langsung adanya gangguan pada sistem pembakaran maupun sistem suplai udara. EGT menunjukkan seberapa efisien

energi kimia bahan bakar diubah menjadi energi mekanik, sehingga nilai yang terlalu tinggi atau rendah dapat mengindikasikan pembakaran tidak sempurna, masalah suplai udara, atau kerusakan pada komponen seperti injektor (Puzdrowska, 2022, 2023).

Dalam kondisi normal, temperatur gas buang memiliki batas operasi tertentu yang harus dijaga agar mesin tetap bekerja secara efisien dan aman. Kenaikan EGT yang berlebihan dapat menunjukkan terjadinya pembakaran yang tidak sempurna, gangguan pada turbocharger, atau kerusakan pada injector bahan bakar. Kondisi ini dapat menimbulkan dampak serius berupa meningkatnya konsumsi bahan bakar, penumpukan kerak karbon pada ruang bakar, serta kerusakan pada komponen mesin seperti exhaust valve dan manifold. EGT tinggi sering disebabkan oleh pembakaran yang tidak sempurna akibat kerusakan injektor, suplai udara yang kurang, atau setelan waktu injeksi yang tidak tepat, yang pada akhirnya meningkatkan konsumsi bahan bakar dan emisi (Guan et al., 2018; Jiang et al., 2025; Liang et al., 2021; Thurston et al., 2023). Selain itu, turbocharger yang kotor, aus, atau tidak terawat menyebabkan suplai udara berkurang sehingga pembakaran tidak optimal dan EGT naik. Perawatan turbocharger terbukti dapat menurunkan EGT dan meningkatkan efisiensi mesin (Kornienko et al., 2022; Nyongesa et al., 2024). Kebocoran atau kerusakan pada injektor juga dapat memicu variasi EGT antar silinder, yang penting untuk dideteksi dini agar kerusakan lebih lanjut dapat dicegah (Thurston et al., 2023).

Fenomena kenaikan temperatur gas buang ini ditemukan pada kapal *MT. Mutiara Global* yang menggunakan mesin induk tipe Ssang Yong B/W 6L/35MC. Hasil pengamatan di lapangan menunjukkan bahwa beberapa silinder mengalami kenaikan suhu gas buang signifikan dibandingkan nilai normal. Kondisi tersebut menyebabkan ketidakseimbangan tenaga antar silinder dan menurunkan efisiensi pembakaran secara keseluruhan. Pemeriksaan lanjutan juga menemukan bahwa turbocharger mengalami penumpukan kotoran, sementara beberapa injector tidak berfungsi optimal akibat pola pengabutan bahan bakar yang tidak merata.

Masalah kenaikan temperatur gas buang perlu mendapatkan perhatian karena berhubungan langsung dengan performa dan keandalan mesin. EGT yang terlalu tinggi sering menjadi indikator awal adanya kerusakan pada komponen seperti exhaust manifold, exhaust valve, dan cylinder head. Kerusakan fisik seperti erosi, retak, atau keausan dapat terjadi akibat paparan suhu tinggi secara berkelanjutan (Li et al., 2022; Prasetyo, 2022). Selain itu, suhu gas buang yang berlebihan akan menyebabkan penurunan performa mesin, peningkatan konsumsi bahan bakar, serta percepatan keausan komponen vital yang berdampak pada meningkatnya biaya perawatan dan operasional (Coraddu et al., 2022; Li et al., 2022; Prasetyo, 2022; Shi et al., 2025).

Oleh karena itu, analisis terhadap faktor-faktor penyebab naiknya temperatur gas buang menjadi sangat penting dilakukan untuk menentukan langkah perawatan dan pencegahan yang tepat. Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penyebab naiknya temperatur gas buang pada mesin diesel dua langkah di kapal *MT. Mutiara Global*. Hasil penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi teknis yang bermanfaat dalam kegiatan perawatan mesin, meningkatkan efisiensi pembakaran, serta mencegah terulangnya permasalahan serupa pada kapal lain dengan tipe mesin sejenis.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif yang bertujuan untuk menganalisis penyebab naiknya temperatur gas buang pada mesin diesel dua langkah di kapal *MT. Mutiara Global*. Pendekatan ini dipilih karena mampu menggambarkan secara mendalam fenomena teknis yang terjadi di lapangan berdasarkan hasil observasi dan data operasional mesin. Penelitian dilaksanakan di atas kapal *MT. Mutiara Global* selama periode operasi tahun 2022 hingga 2023 dengan fokus pada mesin induk tipe Ssang Yong B/W 6L/35MC sebagai objek utama. Subjek penelitian meliputi empat orang awak mesin, yaitu Kepala Kamar Mesin (KKM), Masinis II, Mandor, dan Oiler, yang memiliki tanggung jawab langsung terhadap pengoperasian dan perawatan mesin. Data dikumpulkan melalui

observasi langsung terhadap indikator suhu gas buang, kondisi turbocharger, dan kinerja sistem pembakaran, wawancara mendalam dengan awak mesin mengenai riwayat kenaikan suhu gas buang serta tindakan perawatan yang dilakukan, dan dokumentasi berupa logbook mesin, catatan harian suhu gas buang, serta manual book mesin sebagai acuan teknis. Instrumen penelitian yang digunakan meliputi form observasi kondisi mesin, checklist pemeriksaan turbocharger, alat ukur suhu gas buang (pyrometer), dan panduan wawancara semi-terstruktur untuk memastikan kesesuaian dan keakuratan data. Analisis data dilakukan dengan model Miles dan Huberman yang meliputi tiga tahap, yaitu reduksi data, penyajian data, serta penarikan kesimpulan dan verifikasi. Reduksi data dilakukan dengan menyeleksi dan menyederhanakan data hasil observasi dan wawancara untuk menemukan faktor utama penyebab kenaikan suhu gas buang, sementara penyajian data dilakukan dalam bentuk tabel dan narasi teknis. Hasil akhir kemudian diverifikasi dengan membandingkan data dari berbagai sumber melalui triangulasi metode dan sumber agar validitas hasil penelitian terjamin. Melalui metode ini, penelitian diharapkan mampu memberikan gambaran yang akurat mengenai faktor-faktor penyebab kenaikan temperatur gas buang serta rekomendasi teknis yang dapat diterapkan untuk mencegah terulangnya permasalahan serupa di kapal lain.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN HASIL

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kenaikan temperatur gas buang pada mesin diesel dua langkah di kapal *MT. Mutiara Global* disebabkan oleh kombinasi beberapa faktor teknis yang saling berkaitan. Berdasarkan hasil observasi dan data logbook mesin induk tipe Ssang Yong B/W 6L/35MC, ditemukan bahwa temperatur gas buang pada beberapa silinder meningkat secara tidak normal hingga mencapai 540°C, sedangkan suhu operasi ideal menurut manual mesin hanya berkisar antara 320°C hingga 350°C. Peningkatan suhu tersebut menyebabkan penurunan efisiensi pembakaran serta

munculnya gejala ketidakseimbangan tenaga antar silinder.

Sebagai ilustrasi terkait komponen yang berpengaruh terhadap pembakaran, berikut dokumentasi kondisi injector yang menjadi salah satu penyebab meningkatnya temperatur gas buang.



Gambar 1 Kondisi injector

Dari hasil pengamatan lapangan, diketahui bahwa kondisi turbocharger mengalami penumpukan kerak karbon pada sudu-sudu turbin akibat proses pembilasan udara yang tidak sempurna. Endapan kotoran ini menghambat aliran udara bilas ke ruang bakar sehingga rasio udara dan bahan bakar menjadi tidak seimbang. Akibatnya, proses pembakaran di dalam silinder berlangsung tidak sempurna dan menghasilkan suhu gas buang yang lebih tinggi. Selain itu, ditemukan pula bahwa nozzle injector pada beberapa silinder mengalami kebocoran kecil (dripping) dan pola pengabutan yang tidak merata. Kondisi ini memperburuk proses atomisasi bahan bakar, sehingga sebagian bahan bakar tidak terbakar sempurna dan meningkatkan pembentukan jelaga di ruang bakar.

Hasil wawancara dengan Kepala Kamar Mesin dan Masinis II memperkuat temuan tersebut. Mereka menyatakan bahwa gejala kenaikan suhu gas buang biasanya muncul setelah periode operasi panjang tanpa pembersihan turbocharger, atau ketika mesin beroperasi pada beban tinggi dalam waktu lama. Dari sisi perawatan, diketahui

bahwa jadwal pembersihan turbocharger kadang tertunda dari interval yang direkomendasikan, yaitu setiap 500 jam operasi. Selain itu, pemeriksaan tekanan injector juga belum dilakukan secara rutin sesuai standar tekanan kerja 350 bar.

Analisis terhadap data operasi menunjukkan bahwa kenaikan temperatur gas buang berdampak langsung pada peningkatan konsumsi bahan bakar sekitar 3–5% dan penurunan efisiensi termal mesin. Gejala lain yang teramati adalah munculnya getaran berlebih pada exhaust manifold dan perubahan warna gas buang menjadi lebih pekat, menandakan ketidakseimbangan proses pembakaran. Berdasarkan hasil dokumentasi, kondisi serupa pernah terjadi dua kali dalam periode satu tahun terakhir dan berhasil diatasi setelah dilakukan pembersihan turbocharger, pengujian tekanan injector, serta penyetelan ulang pompa bahan bakar.

Dengan demikian, hasil penelitian ini menegaskan bahwa kenaikan temperatur gas buang di mesin diesel dua langkah kapal *MT. Mutiara Global* terutama disebabkan oleh pembakaran yang tidak sempurna akibat suplai udara bilas yang berkurang dan sistem pengabutan bahan bakar yang tidak optimal. Temuan ini menegaskan pentingnya pelaksanaan perawatan preventif secara terjadwal, khususnya pada sistem turbocharger dan injector, guna menjaga kestabilan suhu gas buang dan efisiensi operasi mesin secara keseluruhan.

PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kenaikan temperatur gas buang pada mesin diesel dua langkah di kapal *MT. Mutiara Global* merupakan konsekuensi dari beberapa faktor teknis yang saling berkaitan. Kondisi ini terutama dipengaruhi oleh pembakaran yang tidak sempurna, penurunan kinerja turbocharger, serta gangguan pada nozzle injector. Ketiga faktor tersebut sejalan dengan teori yang menyatakan bahwa temperatur gas

buang mencerminkan efisiensi konversi energi kimia bahan bakar menjadi energi mekanik, sehingga perubahan suhu dapat menunjukkan ketidaksempurnaan pembakaran, suplai udara yang kurang, ataupun kerusakan komponen injeksi (Puzdrowska, 2022, 2023).

Penurunan performa turbocharger menjadi penyebab paling dominan dalam peningkatan suhu gas buang. Observasi lapangan menemukan adanya penumpukan kotoran dan kerak karbon pada sudu turbin, sehingga aliran udara bilas dari turbocharger ke ruang bakar berkurang. Hal ini sesuai dengan temuan bahwa turbocharger yang kotor, aus, atau tidak terawat menyebabkan suplai udara berkurang, sehingga pembakaran tidak optimal dan EGT meningkat (Kornienko et al., 2022; Nyongesa et al., 2024). Penurunan suplai udara mengakibatkan rasio udara-bahan bakar tidak lagi sesuai kebutuhan mesin, sehingga pembakaran tidak sempurna dan menghasilkan temperatur gas buang yang tinggi. Kondisi ini terbukti dengan meningkatnya EGT hingga 540°C, yang jauh dari batas operasi normal yang diperlukan untuk efisiensi termal optimal mesin dua langkah (Yang et al., 2019; Zhang et al., 2023; Zhu, 2023).

Selain itu, pemeriksaan pada sistem bahan bakar menunjukkan bahwa beberapa nozzle injector mengalami ketidaksempurnaan pengabutan serta indikasi kebocoran ringan. Pola pengabutan yang tidak merata menyebabkan sebagian bahan bakar terbakar terlambat atau tidak terbakar sepenuhnya, sehingga meningkatkan temperatur gas buang. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa kerusakan atau ketidaksempurnaan injektor dapat menyebabkan variasi EGT antar silinder dan memicu pembakaran tidak sempurna (Guan et al., 2018; Jiang et al., 2025; Liang et al., 2021; Thurston et al., 2023). Dampak lain dari kondisi tersebut adalah

terbentuknya jelaga pada ruang bakar serta getaran tidak normal pada exhaust manifold, yang merupakan tanda awal keausan komponen akibat paparan panas berlebih.

Faktor pemeliharaan juga berperan signifikan dalam terjadinya kenaikan suhu gas buang. Data operasional menunjukkan bahwa pembersihan turbocharger, pengujian tekanan injector, dan pemeriksaan suhu antar silinder tidak dilakukan sesuai jadwal rekomendasi pabrikan. Keterlambatan dalam melakukan perawatan menyebabkan penurunan performa sistem suplai udara dan pengabutan bahan bakar secara bertahap. Hal ini sesuai dengan temuan bahwa EGT tinggi dapat mempercepat kerusakan komponen seperti exhaust manifold, exhaust valve, dan cylinder head (Li et al., 2022; Prasetyo, 2022), serta meningkatkan konsumsi bahan bakar dan biaya operasional (Coraddu et al., 2022; Shi et al., 2025).

Secara prinsip, hubungan antara pembakaran yang tidak sempurna dan peningkatan temperatur gas buang bersifat langsung. Ketika udara bilas tidak mencukupi dan pola pengabutan terganggu, sebagian energi panas pembakaran tidak dapat diubah menjadi tenaga mekanik, tetapi keluar melalui sistem pembuangan sebagai panas berlebih. Proses ini menjelaskan mengapa EGT menjadi indikator penting dalam menilai keseimbangan tenaga antar silinder serta kondisi efisiensi mesin secara keseluruhan.

Berdasarkan temuan tersebut, perawatan berkala turbocharger dan injector menjadi langkah utama dalam menurunkan EGT dan menjaga efisiensi mesin. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa perawatan turbocharger terbukti menurunkan EGT dan meningkatkan efisiensi mesin (Nyongesa et al., 2024). Selain itu, pemantauan suhu gas buang antar silinder

menggunakan sistem sensor digital diperlukan untuk mendeteksi anomali secara lebih cepat dan akurat. Penerapan prosedur operasi sesuai standar juga harus diperkuat mengingat mesin diesel dua langkah memiliki efisiensi tinggi namun sangat sensitif terhadap ketidakseimbangan suplai udara dan pola pembakaran (Zhang et al., 2023; Zhu, 2023).

Secara keseluruhan, pembahasan ini menegaskan bahwa kenaikan temperatur gas buang pada mesin induk *MT. Mutiara Global* merupakan hasil dari kombinasi faktor pembakaran, kinerja turbocharger, kondisi injector, serta disiplin pemeliharaan. Penguatan sistem perawatan terjadwal, pengawasan beban kerja mesin, dan pemantauan sensorik real-time menjadi strategi penting untuk mencegah terulangnya kondisi yang sama serta menjaga keandalan mesin diesel dua langkah secara berkelanjutan.

4. KESIMPULAN

Hasil penelitian menyimpulkan bahwa kenaikan temperatur gas buang pada mesin diesel dua langkah di kapal *MT. Mutiara Global* terutama disebabkan oleh pembakaran yang tidak sempurna, penurunan kinerja turbocharger akibat penumpukan kerak, serta gangguan pada nozzle injector yang mengakibatkan suplai udara dan pola pengabutan bahan bakar tidak optimal. Kondisi ini menurunkan efisiensi pembakaran, meningkatkan konsumsi bahan bakar, serta mempercepat keausan komponen seperti exhaust valve, manifold, dan turbocharger. Berdasarkan temuan tersebut, disarankan agar perawatan turbocharger dan pengujian tekanan injector dilakukan secara terjadwal sesuai rekomendasi pabrikan, disertai pemantauan suhu gas buang antar silinder menggunakan sistem sensor digital untuk mendeteksi anomali sejak dini. Penerapan disiplin pemeliharaan, pengawasan beban mesin, serta evaluasi rutin terhadap kinerja pembakaran diperlukan agar efisiensi dan keandalan mesin diesel dua langkah dapat terjaga secara berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

Coraddu, A., Oneto, L., Cipollini, F.,

- Kalikatzarakis, M., Meijn, G.-J., & Geertsma, R. (2022). Physical, data-driven and hybrid approaches to model engine exhaust gas temperatures in operational conditions. *Ships and Offshore Structures*, 17(6), 1360–1381. <https://doi.org/10.1080/17445302.2021.1920095>
- Guan, Wei, Zhao, Hua, Ban, Zhibo, & Lin, Tiejian. (2018). Exploring alternative combustion control strategies for low-load exhaust gas temperature management of a heavy-duty diesel engine. *International Journal of Engine Research*, 20(4), 381–392. <https://doi.org/10.1177/1468087418755586>
- Jiang, G., Yuan, Y., Guo, H., & Wu, G. (2025). Numerical Simulation Study on Combustion Characteristics of a Low-Speed Marine Engine Using Biodiesel. *Journal of Marine Science and Engineering*, 13(4). <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/jmse13040824>
- Kornienko, V., Radchenko, R., Radchenko, M., Radchenko, A., Pavlenko, A., & Konovalov, D. (2022). Cooling Cyclic Air of Marine Engine with Water-Fuel Emulsion Combustion by Exhaust Heat Recovery Chiller. *Energies*, 15(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/en15010248>
- Li, Bin, Cui, Yi, Fu, Yan, Deng, Kangyao, Tian, Yonghai, & Liu, Sheng. (2022). Marine diesel exhaust manifold failure and life prediction under high-temperature vibration. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part C: Journal of Mechanical Engineering Science*, 236(11), 6180–6191. <https://doi.org/10.1177/09544062211064957>
- Liang, X., Liu, Z., Wang, K., Wang, X., Zhu, Z., Xu, C., & Liu, B. (2021). Impact of Pilot Injection on Combustion and Emission Engine. *Energies*, 14(2). <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/en14020417>
- Nyongesa, A. J., Park, M.-H., Lee, C.-M., Choi, J.-H., Pham, V. C., Hur, J.-J., & Lee, W.-J. (2024). Experimental evaluation of the significance of scheduled turbocharger reconditioning on marine diesel engine efficiency and exhaust gas emissions. *Ain Shams Engineering Journal*, 15(8), 102845. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.asej.2024.102845>
- Prasetyo, D. (2022). TEMPERATURE EXHAUST GAS ANALYSIS ON THE SHIP ENGINE. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 13(3), 629–635. <https://doi.org/https://doi.org/10.21776/jrm.v13i3.752>
- Puzdrowska, P. (2022). Diagnostic Information Analysis of Quickly Changing Temperature of Exhaust Gas from Marine Diesel Engine Part I Single Factor Analysis. *Polish Maritime Research*, 28(4), 97–106. <https://doi.org/10.2478/pomr-2021-0052>
- Puzdrowska, P. (2023). Diagnostic Analysis of Exhaust Gas with A Quick-Changing Temperature from a Marine Diesel Engine Part II / Two Factor Analysis. *Polish Maritime Research*, 30(3), 89–95. <https://doi.org/10.2478/pomr-2023-0042>
- Shi, Z., Wei, H., Li, G., Wang, Y., Li, Q., Zheng, X., Song, K., Chen, C., Ma, C., Mozumder, S. A., & Basher, K. (2025). Research and Analysis of Explosion-Proof Diesel Engine Performance Based on Different Exhaust Gas Cooling Systems. *Energies*, 18(3), 1–18. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/en18030610>
- Sui, C., de Vos, P., Stapersma, D., Visser, K., Hopman, H., & Ding, Y. (2022). Mean value first principle engine model for predicting dynamic behaviour of two-stroke marine diesel engine in various ship propulsion operations. *International Journal of Naval Architecture and Ocean Engineering*, 14, 100432. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jnaoe.2021.100432>
- Thurston, M. G., Sullivan, M. R., & McConky, S. P. (2023). Exhaust-gas temperature model and prognostic feature for diesel engines. *Applied Thermal Engineering*, 229, 120578. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2023.120578>

pplthermaleng.2023.120578

- Yang, Z., Tan, Q., & Geng, P. (2019). Combustion and Emissions Investigation on Low-Speed Two-Stroke Marine Diesel Engine with Low Sulfur Diesel Fuel. *Polish Maritime Research*, 26(1), 153–161. <https://doi.org/10.2478/pomr-2019-0017>
- Zhang, D., Shen, Z., Xu, N., Zhu, T., Chang, L., & Song, H. (2023). Development of a Zero-Dimensional Model for a Low-Speed Two-Stroke Marine Diesel Engine with Exhaust Gas Bypass and. *Processes*, 11(3). <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/pr11030936>
- Zhu, H. (2023). Significant impacts of injection parameters on marine diesel engines. *Applied and Computational Engineering*, 11, 149–159. <https://doi.org/10.54254/2755-2721/11/20230224>