

Analisis Kerusakan Camshaft pada Diesel Generator di Kapal MV. Kartini Samudra

Analysis of Camshaft Damage in Diesel Generators on MV Ships. Kartini Samudra

Thoriq Hanif Hidayat Anto Putra ◦ Didik Dwi Suharso ◦ Wahyu Wibowo ◦ Heri Sularno

Abstract: When MV. Kartini Samudra was anchored in Kalimantan for the loading process, an abnormal sound was detected in diesel generator no. 3. A decision was made to conduct periodic inspections of the camshaft of diesel generator no. 3, which revealed erosion damage. Consequently, the workload was transferred to diesel generator no. 2 to allow for further examination of diesel generator no. 3's camshaft. This study aims to identify the factors contributing to camshaft damage in the diesel generator, assess the resulting impacts, and propose preventive measures. Employing qualitative methods through case study analysis, data were collected via observations, interviews, and documentation. Visual comparisons of exhaust gases and jacket cooling temperatures were processed using triangulation techniques. The analysis utilized fishbone and 5W methods. The findings indicate that the camshaft damage was due to valve gap conditions exceeding 1.5mm, contamination of lubricating oil with a significant amount of iron particles, and prolonged running hours. Notable symptoms included thick black exhaust gas and a jacket cooling temperature of 55°C, which is below the optimal 70°C. The impact of the camshaft damage necessitates measures such as regular checking and adjustment of valve gaps to between 0.6mm and 1.0mm, and timely oil changes in accordance with the planned maintenance schedule.

Keywords: *Camshaft, Cylinder Temperature, Diesel Generator, Maintenance*

Abstrak: Ketika MV. Kartini Samudra sedang berlabuh di Kalimantan untuk proses pemuatan, terdeteksi suara tidak normal pada genset diesel no. 3. Keputusan diambil untuk melakukan pemeriksaan berkala terhadap camshaft genset diesel no. 3, yang mengungkap adanya kerusakan berupa erosi. Akibatnya, beban kerja dialihkan ke genset diesel no. 2 untuk memungkinkan pemeriksaan lebih lanjut pada camshaft genset diesel no. 3. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang berkontribusi terhadap kerusakan camshaft pada genset diesel, mengkaji dampak yang ditimbulkan, serta mengusulkan tindakan pencegahan. Metode kualitatif digunakan melalui analisis studi kasus, dengan data yang dikumpulkan melalui observasi, wawancara, dan dokumentasi. Perbandingan visual gas buang dan suhu pendinginan jaket diproses menggunakan teknik triangulasi. Analisis dilakukan dengan menggunakan metode fishbone dan 5W. Temuan penelitian menunjukkan bahwa kerusakan camshaft disebabkan oleh kondisi celah katup yang melebihi 1,5 mm, kontaminasi oli pelumas dengan partikel besi dalam jumlah besar, dan jam operasi yang berkepanjangan. Gejala yang menonjol termasuk gas buang berwarna hitam pekat dan suhu pendingin jaket 55°C, yang berada di bawah suhu optimal 70°C. Dampak kerusakan camshaft ini memerlukan tindakan pencegahan seperti pemeriksaan rutin dan penyesuaian celah katup antara 0,6

Thoriq Hanif Hidayat Anto Putra
Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, Indonesia
Email: mustahfirin022@gmail.com

Wahyu Wibowo
Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, Indonesia
Email: wahju@pip-semarang.ac.id

Didik Dwi Suharso
Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, Indonesia
Email: didik@pip-semarang.ac.id

Heri Sularno
Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, Indonesia
Email: heri_sularno@yahoo.com

mm hingga 1,0 mm, serta penggantian oli secara tepat waktu sesuai dengan jadwal perawatan yang direncanakan.

Kata kunci: *Camshaft, Cylinder Temperature, Diesel Generator, Maintenance*

PENDAHULUAN

Pada era transportasi maritime yang semakin berkembang pesat saat ini, kapal merupakan salah satu alat transportasi laut yang dapat digunakan untuk mengangkut barang ataupun manusia dalam jumlah besar, memiliki daya tampung yang lebih sehingga bisa digunakan dengan baik untuk perjalanan antar pulau, antar negara serta antar benua.

Banyak pihak perusahaan pelayaran yang bersaing agar mereka dapat menjadi yang terbaik diantara kompetitornya, ketatnya persaingan antarperusahaan pelayaran tersebut membuat perusahaan pelayaran berkompetisi dalam memberikan pelayanan terbaik dan berusaha mengoptimalkan pelayanannya, baik dalam ketepatan waktu, fasilitas yang diberikan, maupun persaingan harga yang semakin ketat agar individu maupun perusahaan yang membutuhkan jasa pengiriman dapat menggunakan jasa mereka, oleh sebab itu untuk menunjang kelancaran perjalanan pelayaran pihak kantor tidak menghendaki bila salah satu armada pelayaran mengalami keterlambatan karena terjadi masalah pada armada mereka.

Pentingnya kegiatan transportasi laut ini maka dibutuhkan keoptimalan kinerja pada mesin dan kegiatan pengoperasian kapal. Kelancaran operasi mesin kapal adalah faktor kunci yang menentukan keberhasilan perjalanan laut yang aman dan efisien. Dalam mendukung dan menjaga kelancaran mesin kapal maka diterapkan *Planned Maintenance* atau yang biasa disebut sebagai perawatan berkala di masing-masing armadanya. Perawatan berkala dapat diartikan bahwa kita sudah bisa menentukan dan mempercayakan semua prosedur perawatan yang dibuat oleh “maker” dengan mengacu pada *Manual Instruction Book*. Oleh sebab itu perawatan berkala di atas kapal harus dilaksanakan dengan benar, tepat waktu, dan penuh kehati-hatian, perusahaan harus bersedia menanggung berapapun biaya perawatan (*Maintenance Cost*) yang harus dibayarkan untuk mempertahankan performance kapal agar tidak terjadi masalah saat kapal melakukan perjalanan (*sailing*) atau menyebabkan kapal tertunda perjalanannya (*delayed*) dan mencegah kerusakan yang serius dan secara tiba-tiba.

Perawatan yang dapat dilakukan salah satunya adalah pada mesin bantu yaitu diesel generator, di atas kapal terdapat tiga buah permesinan bantu yang digunakan untuk menunjang tenaga listrik dalam memenuhi system kelistrikan pada kapal yang dapat dihubungkan secara parallel. Sehingga perawatan pada diesel generator harus dilakukan secara terencana untuk menghindari adanya kerusakan pada diesel generator. Generator dapat dikatakan bagus apabila di dalam mesin tersebut terjadi pembakaran yang sempurna. Salah satu komponen utama dalam mesin kapal yang berperan penting dalam pengaturan proses pembakaran adalah camshaft untuk melakukan atau menggerakkan katup isap dan buang agar pembakaran sempurna. Camshaft harus mampu menahan adanya gesekan serta tumpahan dari push efek kompresi dengan tekanan tinggi ketika terjadinya pembakaran. Namun, tidak dapat dipungkiri bahwa camshaft pada mesin kapal juga mengalami kerusakan dari waktu ke waktu yang dapat mengakibatkan berbagai masalah operasional, biaya perbaikan yang tinggi serta potensi resiko keselamatan bagi kapal dan awaknya.

Sehingga *maintenance* pada diesel generator di haruskan secara berencana guna menghindari kerusakan pada diesel generator. Pada tanggal 20-23 Desember 2021, di kapal peneliti MV. Kartini Samudra dilakukan perawatan pada diesel generator no.3 yang diprediksi permasalahan terletak pada lobe atau sering dikenal juga sebagai tonjolan pengatur buka dan tutupnya klep yang sudah terkikis, sehingga perlu dilakukan penggantian ataupun perbaikan pada lobe dari camshaft tersebut, namun karena kondisi

darurat yang dikhawatirkan menjadi lebih serius karena kinerja axiliary engine yang tidak maksimal dan dapat mengakibatkan kerusakan fatal di komponen permesinan lain maka diputuskan untuk memindah beban pada diesel generator ke diesel generator no.1 dan 2. Setelah dilakukan test engine ternyata tidak ditemukan masalah seperti sebelumnya.

METODE

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif kualitatif. Pendekatan ini dipilih untuk mengkomunikasikan masalah dengan lebih rinci dan mendalam, memungkinkan peneliti untuk memahami secara menyeluruh tentang kerusakan camshaft pada diesel generator no 3. Penelitian ini mengandalkan pada sumber data primer dan sekunder untuk mendapatkan pemahaman yang komprehensif tentang masalah yang diteliti.

Sumber data penelitian meliputi data primer dan sekunder. Data primer diperoleh langsung dari observasi yang dilakukan oleh peneliti selama praktek di atas kapal. Observasi ini mencakup pengamatan langsung terhadap diesel generator dan permasalahan yang muncul terkait kerusakan camshaft. Selain itu, wawancara juga dilakukan kepada third engineering sebagai sumber data primer untuk mendapatkan pandangan dan pemahaman yang lebih dalam tentang masalah tersebut. Sementara data sekunder diperoleh dari manual book, catatan, dan maintenance record terkait diesel generator di kapal.

Teknik pengumpulan data yang digunakan mencakup metode observasi, wawancara, dan studi pustaka. Observasi dilakukan secara langsung di lapangan untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam tentang kerusakan diesel generator no 3. Wawancara dilakukan untuk mendapatkan sudut pandang dan informasi tambahan dari pihak yang berpengalaman, yaitu third engineering. Studi pustaka dilakukan untuk mengumpulkan informasi yang relevan dari sumber-sumber terpercaya seperti manual book dan catatan perawatan.

Teknik analisis data kualitatif digunakan untuk mengolah dan menginterpretasi data yang telah dikumpulkan. Proses analisis data ini melibatkan pengelompokan data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan. Dalam hal ini, metode analisis yang digunakan adalah metode Fishbone dan metode 5 Why. Metode Fishbone digunakan untuk mengidentifikasi berbagai faktor penyebab kerusakan camshaft, sementara metode 5 Why digunakan untuk menggali akar penyebab masalah dengan bertanya "mengapa" berulang kali.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan pengalaman selama praktek laut, peneliti berhasil mengumpulkan data primer dan sekunder terkait kerusakan pada camshaft diesel generator. Analisis data ini bersumber dari pengamatan langsung di lapangan selama praktek laut di kapal tersebut, dengan fokus pada camshaft diesel generator nomor 3. Data yang diungkap merupakan hasil dari penelitian kualitatif.

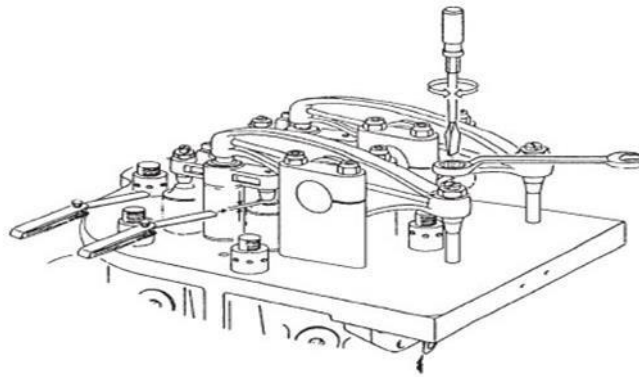
Penelitian ini berfokus pada masalah kerusakan camshaft pada diesel generator no 3, yang merupakan bagian penting dari mesin tersebut. Fokus penelitian difokuskan pada faktor-faktor yang menjadi penyebab kerusakan camshaft pada diesel generator no 3.

Faktor-faktor penyebab kerusakan camshaft pada diesel generator no 3 dapat diidentifikasi dari beberapa aspek. Pertama, terdapat ketidaksesuaian antara prosedur standar operasional (SOP) dan praktik yang dilakukan secara faktual di atas kapal. Misalnya, tidak dilakukannya pengecekan pada oli sumptank sesuai dengan SOP yang seharusnya dilakukan sebelum menjalankan diesel generator. Hal ini menandakan adanya kesenjangan antara SOP yang tercantum dalam manual book dan pelaksanaan di lapangan, yang dapat berdampak negatif pada kinerja dan umur diesel generator tersebut.

Kedua, kesalahan dalam penyetelan celah katup juga menjadi faktor penyebab potensial. Penyetelan celah klep merupakan bagian penting dari prosedur tune-up yang

bertujuan untuk memastikan kinerja optimal dari mesin diesel generator. Namun, kesalahan dalam penyetelan celah klep dapat menyebabkan ketidakstabilan dalam proses pembakaran dan pengoperasian mesin secara keseluruhan. Hal ini menekankan pentingnya menjalankan prosedur tune-up dengan teliti dan sesuai dengan manual book guna mencegah kerusakan yang tidak diinginkan.

Selain itu, faktor lain yang dapat menyebabkan kerusakan camshaft adalah kurangnya pemeliharaan dan pemantauan yang tepat terhadap diesel generator. Meskipun prosedur operasional dan penyetelan celah klep dilakukan dengan benar, namun jika tidak ada pemeliharaan yang tepat atau pemantauan terhadap kondisi mesin secara berkala, maka risiko kerusakan camshaft masih tetap ada.



Gambar 1. Penyetelan Klep Diesel Generator

Langkah awal dalam penyetelan klep adalah mempersiapkan fuller setebal 0,5 mm untuk menyetel valve in. Kemudian, longgarkan mur sepatu klep dengan menggunakan kunci ring 17, dan masukkan fuller ke dalam celah antara klep dan sepatu klep. Setelah itu, putarlah baut sepatu klep perlahan searah jarum jam sampai Anda mencapai celah sebesar 0,5 mm. Tetaplah menahan baut tersebut dengan obeng, kemudian kencangkan kembali menggunakan kunci 17.

Untuk menyetel valve buang, langkahnya hampir sama, hanya ukuran fuller yang berbeda, yaitu 1,0 mm.



Gambar 2. Ukuran Velah Katup In dan Ex

Kurangnya pengawasan terhadap penggantian minyak lumas diesel generator dan ketidaktepatan dalam menjalankan penyetelan celah katup dapat menjadi faktor penyebab kerusakan camshaft pada diesel generator no 3. Meskipun prosedur penyetelan celah

katup di atas kapal terlihat sesuai dengan manual book, namun kurangnya pemantauan terhadap jam kerja mesin dapat mengakibatkan ketidakstabilan dalam kerenggangan katup, yang pada gilirannya dapat menyebabkan keausan pada camshaft. Selain itu, minimnya perhatian terhadap penggantian minyak lumas juga dapat menyebabkan keausan pada camshaft, mengingat peran penting minyak lumas dalam melumasi komponen mesin dan mengurangi gesekan.

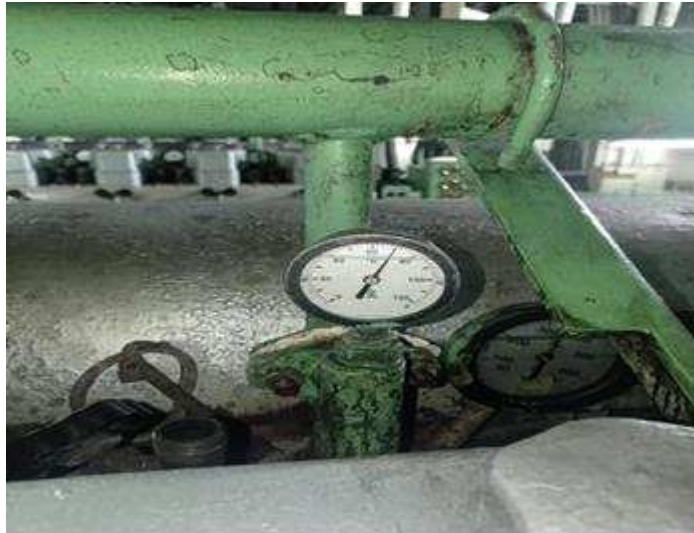
Selain faktor-faktor tersebut, kualitas bahan camshaft juga memiliki pengaruh yang signifikan terhadap keandalan dan ketahanan camshaft dalam operasinya. Material yang dipilih untuk camshaft harus memiliki ketahanan terhadap putaran tinggi, gesekan, dan suhu tinggi yang terjadi selama operasi mesin. Kekuatan, kekakuan, dan kelenturan material camshaft juga harus dipertimbangkan dengan cermat untuk memastikan bahwa camshaft mampu menahan beban dan tekanan yang diberikan oleh komponen mesin lainnya tanpa mengalami kerusakan atau keausan yang berlebihan.

Rusaknya camshaft pada diesel generator no 3 memiliki dampak yang signifikan terhadap kinerja mesin dan lingkungan sekitarnya, dampaknya adalah terjadinya perubahan pada warna gas buang yang berwarna hitam pekat keluar dari cerobong exhaust diesel generator, menandakan pembakaran yang tidak sempurna di dalam silinder akibat kurang maksimalnya pembukaan katup inlet yang terpengaruh oleh kerusakan camshaft. Hal ini tidak hanya mengganggu efisiensi mesin, tetapi juga menciptakan polusi udara yang merugikan lingkungan sekitar, bertentangan dengan peraturan dan aturan yang mengatur pencemaran lingkungan dari transportasi maritim.

Selain itu, rusaknya camshaft juga mempengaruhi suhu jacket cooling yang normalnya antara 55°C sampai 70°C. Penulis mencatat perbedaan suhu yang signifikan antara silinder yang mengalami kerusakan dan yang tidak. Silinder yang terpengaruh oleh kerusakan camshaft cenderung memiliki suhu yang lebih rendah, menunjukkan bahwa proses pembakaran di dalam silinder tersebut tidak berjalan dengan optimal. Hal ini terjadi karena pembukaan dan penutupan katup yang tidak maksimal akibat kerusakan lobe pada camshaft, mengganggu aliran udara dan bahan bakar yang masuk ke dalam silinder.



Gambar 3. Cylinder Temperature No.1



Gambar 4. Cylinder Temperature No.2



Gambar 5. Cylinder Temperature No. 3



Gambar 6. Cylinder Temperature No. 4



Gambar 7. Cylinder Temperature No. 5



Gambar 8. Cylinder Temperature No. 6

Untuk menghindari kerusakan camshaft pada diesel generator no.3, langkah-langkah yang diambil termasuk melakukan pengecekan berkala setiap kali jaga. Hal ini sangat penting untuk memastikan bahwa kondisi permesinan di atas kapal tetap optimal dan tidak mengalami kendala yang dapat berujung pada kerusakan yang lebih serius. Pengecekan ini dilakukan setiap satu jam sekali oleh awak kapal yang bertugas pada jam jaga mereka. Dengan membuat buku jaga atau engine logbook, pihak perwira mesin dapat memantau kondisi permesinan secara teratur dan mendokumentasikan setiap kegiatan pemeliharaan, perbaikan, serta catatan operasional lainnya. Ini membantu dalam mengantisipasi kerusakan yang tidak terduga dan memastikan bahwa mesin beroperasi sesuai dengan standar yang ditetapkan.

Engine logbook memiliki beberapa fungsi utama di atas kapal, termasuk pemeliharaan rutin, perbaikan dan perawatan, pencatatan konsumsi bahan bakar, catatan operasional, data sensor dan indikator, serta dokumentasi kejadian penting. Dengan mencatat semua informasi terkait kinerja dan pemeliharaan mesin kapal, engine logbook membantu dalam memahami riwayat perbaikan, memantau kinerja mesin seiring waktu, dan mendeteksi masalah potensial sebelum menjadi lebih serius. Hal ini membuktikan bahwa melakukan pengecekan berkala serta mencatat semua kegiatan terkait mesin dalam engine logbook adalah langkah yang penting dan strategis dalam mencegah kerusakan camshaft dan memastikan bahwa operasi kapal berjalan dengan efisien dan aman.

Gambar 9. Engine Logbook

Perawatan berkala pada diesel generator di kapal memiliki peran yang sangat penting dalam memastikan kinerja yang andal serta mencegah terjadinya kegagalan yang dapat mengakibatkan gangguan operasional. Salah satu aspek utama dari perawatan ini adalah penggantian oli secara teratur. Penggantian oli dilakukan sesuai dengan jadwal yang direkomendasikan oleh produsen mesin atau standar yang berlaku. Tindakan ini bertujuan untuk mencegah kerusakan akibat gesekan berlebihan dan memastikan kinerja mesin tetap efisien. Selain itu, perawatan rutin juga mencakup pemeriksaan level oli secara berkala guna memastikan kecukupan pelumasan yang memadai. Pemeriksaan sistem pendinginan juga menjadi fokus utama perawatan berkala, termasuk pemeriksaan level cairan pendingin dan pembersihan atau penggantian cairan pendingin secara teratur untuk memastikan distribusi panas yang optimal.

Dalam upaya menjaga kinerja sistem pelumasan, pemeriksaan menyeluruh terhadap sistem pelumasan dilakukan secara berkala. Hal ini mencakup pemeriksaan kinerja pompa pelumasan serta penggantian filter pelumasan secara teratur. Selain itu, memastikan semua komponen yang memerlukan pelumasan mendapatkan pelumasan yang cukup menjadi prioritas, dengan melakukan peninjauan periodik terhadap titik-titik pelumasan pada generator. Pemeriksaan sistem kelistrikan umum juga dilakukan secara teratur, termasuk pengujian komponen kelistrikan lainnya seperti kontrol panel dan peralatan keselamatan. Penggantian komponen kelistrikan yang mengalami keausan atau rusak juga dilakukan secara terjadwal atau segera setelah adanya indikasi masalah, pemeriksaan kebocoran pada

sistem bahan bakar, pelumasan, dan pendinginan juga menjadi bagian penting dari perawatan berkala. Setiap bagian dari sistem bahan bakar, pelumasan, dan pendinginan diperiksa secara menyeluruh untuk mendeteksi tanda-tanda kebocoran yang dapat merugikan kinerja generator. Dengan melibatkan pemeriksaan berkala ini, diharapkan dapat mencegah potensi kerusakan serius pada generator dan menjaga kinerja generator dalam jangka waktu yang panjang. Keseluruhan, perawatan berkala pada diesel generator dengan mengikuti panduan perawatan yang diberikan oleh produsen serta mematuhi jadwal perawatan yang direkomendasikan sangat penting untuk memastikan diesel generator di kapal beroperasi dengan optimal, dapat diandalkan, dan mengurangi risiko kegagalan selama pelayaran.

Faktor-faktor penyebab kerusakan camshaft pada diesel generator no. 3 meliputi beberapa aspek yang terkait dengan tidak berjalannya standar operasional dalam menjalankan diesel generator. Salah satu faktor yang mencolok adalah ketidakpatuhan terhadap prosedur operasional standar (SOP), terutama terkait dengan proses pelumasan awal sebelum menjalankan tugas berat mesin. Pelumasan awal memainkan peran penting dalam mengurangi gesekan antar komponen, namun temuan menunjukkan bahwa pengecekan pada oli sumptank tidak dilakukan secara konsisten. Hal ini dapat disebabkan oleh kurangnya pemahaman terhadap prosedur, tekanan waktu, atau kekurangan pelatihan

yang memadai bagi awak kapal, penyetelan celah katup juga menjadi faktor penyebab potensial kerusakan camshaft. Penyetelan celah katup merupakan langkah penting dalam prosedur tune-up untuk memastikan kinerja maksimal mesin diesel generator. Namun, temuan menunjukkan bahwa celah katup tidak selalu disetel sesuai dengan standar yang ditetapkan dalam manual book. Ketidaksesuaian ini berpotensi mempengaruhi kerenggangan katup, yang dapat menyebabkan kerusakan pada camshaft. Perbaikan yang diperlukan melibatkan peningkatan pemantauan, penekanan pada kepatuhan terhadap SOP, dan peningkatan pelatihan bagi operator kapal, minyak lumas yang kurang terpantau penggantianannya juga menjadi faktor yang mempengaruhi kerusakan camshaft. Minyak lumas yang tidak diganti secara rutin dan tepat waktu dapat menyebabkan penurunan kualitas pelumasan, meninggalkan camshaft dalam kondisi rawan terhadap gesekan dan keausan. Kurangnya pemantauan terhadap penggantian minyak lumas, sesuai dengan manual book, menjadi salah satu faktor krusial yang menyebabkan kerusakan pada camshaft. Oleh karena itu, penekanan pada pemantauan yang lebih ketat, kepatuhan terhadap prosedur penggantian, dan peningkatan pelatihan operator kapal sangat diperlukan untuk mencegah potensi kerusakan pada komponen vital seperti camshaft dan meningkatkan keandalan kinerja diesel generator di lingkungan maritim.

Hasil yang disarankan oleh penulis setelah menganalisa dengan metode fishbone dan 5W untuk menghindari terjadinya kerusakan pada camshaft diesel generator, diperlukan upaya-upaya pencegahan yang terencana dan terstruktur. Salah satu langkah yang dapat dilakukan adalah melakukan pengecekan berkala setiap kali jaga di atas kapal. Praktik ini tidak hanya membantu mencegah kerusakan pada camshaft, tetapi juga memastikan kondisi permesinan secara keseluruhan tetap sesuai dengan standar operasional. Pengecekan berkala ini dapat dicatat dalam engine log book sebagai dokumen vital yang membantu awak kapal dan manajemen perusahaan pelayaran memantau kondisi mesin secara efektif.

Selain itu, perawatan berkala pada diesel generator juga merupakan langkah penting dalam mencegah kerusakan pada camshaft dan komponen mesin lainnya. Perawatan ini mencakup beberapa aspek krusial seperti penggantian oli secara teratur, pemeriksaan sistem pendinginan, sistem pelumasan, kelistrikan, serta pemeriksaan kebocoran. Melalui perawatan berkala yang terstruktur, diharapkan diesel generator dapat beroperasi dengan optimal, handal, dan bebas dari risiko kegagalan yang dapat mengganggu operasional kapal.

Hasil dari perawatan berkala yang dilakukan termasuk peningkatan warna gas buang yang mendekati normal dan suhu jacket cooling yang sesuai dengan standar. Dengan memahami pentingnya perawatan berkala dan mengimplementasikan langkah-langkah tersebut, diharapkan mesin diesel generator di kapal dapat beroperasi dengan efisien, meminimalkan risiko kerusakan, dan mendukung kelancaran operasional kapal secara keseluruhan.

KESIMPULAN

Melalui analisis data dan diskusi pada penelitian sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa faktor penyebab kerusakan camshaft pada diesel generator no 3 meliputi tidak sesuai standar operasional, kesalahan dalam penyetelan klep, dan penggantian minyak lumas yang tidak tepat waktu. Dampak dari kerusakan camshaft meliputi emisi gas buang yang tidak sesuai standar dan suhu cylinder yang rendah. Upaya pencegahan dilakukan melalui pengecekan berkala dan perawatan diesel generator. Namun, penelitian memiliki

keterbatasan dalam cakupan topik, hanya membahas kerusakan pada camshaft, bukan keseluruhan diesel generator, serta keterbatasan dalam sumber daya dan waktu penelitian. Oleh karena itu, penulis menyarankan peningkatan kesadaran masinis terhadap manual

book, perawatan rutin dengan checklist, dan pengecekan camshaft setiap pergantian jaga. Kritik dan saran disambut untuk meningkatkan kualitas penelitian di masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, S. 2019. Prosedur Penelitian. Rineka cipta, Jakarta.
- Husein Umar. 2019. Pengertian Data Sekunder dan Data Primer. Raharja, Tangerang.
- Karyanto, E. 2020. Panduan Reparasi Mesin Diesel. Pedoman Ilmu Jaya. Jakarta.
- Noor, J. 2019. Metode Penelitian Skripsi, Tesis, Disertasi dan Karya Ilmiah. Jakarta: Kencana Prenada Media Group.
- Moleong, Lexy. 2019. Metode Penelitian Kualitatif. Bandung: Remaja Rosdakarya
- Raco, J.R. 2021. Metode Penelitian Kualitatif. Grasindo
- Statistikian.com. 2023, Oktober. Metode Penelitian Kualitatif. Diambil dari <https://www.statistikian.com/2012/10/penelitian-kualitatif.html?amp> (15 Oktober 2023)
- Sugiyono. 2019. Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D. Bandung: Alfabeta
- Sugiyono. 2018. Metode Penelitian kualitatif. Alfabeta, Bandung
- Sukoco dan Arifin Zaenal. 2020. Teknologi Motor Diesel. Bandung: Alfabeta
- Zakariah, M. Aa., Afriani, V., & Zakariah, KH. M. 2020. Metodologi penelitian kualitatif. Action Research, Jakarta.