



## Optimalisasi Perawatan *Seating & Spindle Exhaust Valve Main Engine* pada MV. Lumoso Pratama

## Optimizing *Seating & Spindle Exhaust Valve Main Engine Maintenance* on MV. Lumoso Pratama

Wahyu Kiki Nurhidayat ◦ Mustholiq ◦ Riyadini Utari ◦ Budi Cahyono

**Abstract:** The main engine is engine on board the ship which is the main force drive to move the ship which must be considered for performance and maintenance. The exhaust valve is an engine component that functions as a medium for the exit of exhaust gases from fuel combustion or exhaust gas which is forwarded to the chimney menu or the exhaust gas economizer. As the main component in the main machine, it must maintain performance and carry out maintenance by the rules that have been set. Because the seating exhaust valve and spindle exhaust valve components are always in contact, these two components require more maintenance and attention to support the working process of the main engine. The method used by the author in this study is the qualitative descriptive method. The source of research data obtained by researchers comes from observation, interviews, and documentation and is supported by fishbone and SHELL diagram methods to analyze factors that cause problems in problem formulation. Furthermore, it is analyzed so that it becomes a finding that is given a solution to the problem and becomes a research paper. Factors causing damage to seating and spindle exhaust valves There are various indications found by researchers by the elements of fishbone and SHELL analysis methods, namely poor maintenance factors or PMS, unoriginal spare parts, measurement of guide bushing allowances, cylindrical oil piston rings exceeding running hours, engine room air factors, as well as errors in installation and maintenance efforts carried out on seating and spindle exhaust valves, namely carrying out the appropriate PMS in the manual book, using original spare parts, measurements on guide bushing diameters, check running hours of cylinder oil piston rings, filter installation engine room air and communication between machinists so that there are no errors in the installation of exhaust valve components.

**Keywords:** *maintenance, optimizing, main engine, exhaust valve, spindle*

**Abstrak:** *Main engine* adalah permesinan induk diatas kapal yang menjadi penggerak tenaga utama guna menggerakkan kapal yang harus diperhatikan kinerja dan perawatannya. *Exhaust valve* sebagai komponen mesin yang memiliki fungsi sebagai media keluarnya gas buang sisa pembakaran bahan bakar atau *exhaust gas* yang diteruskan menu cerobong atau ke *exhaust gas economiser*. Sebagai komponen utama dalam mesin induk yang harus dijaga performa dan melaksanakan perawatan yang sesuai dengan aturan yang telah ditetapkan. Karena *seating exhaust valve* dan *spindle exhaust valve* komponen yang selalu bersentuhan, membuat kedua komponen ini memerlukan perawatan dan perhatian yang lebih agar dapat menunjang proses kerja mesin induk. Metode yang digunakan penulis dalam penelitian ini adalah metode deskriptif kualitatif. Sumber data penelitian yang diperoleh peneliti berasal dari observasi, wawancara, dan dokumentasi serta didukung metode diagram *fishbone* dan

Wahyu Kiki Nurhidayat  
Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, Indonesia  
Email: wahyukikinh@gmail.com

Riyadini Utari  
Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, Indonesia  
Email: Riyadini.utari@pip.semarang.ac.id

Mustholiq  
Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, Indonesia  
Email: mustholiqpipsmg@yahoo.com

Budi Cahyono  
Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, Indonesia  
Email: budi\_cahyono@pip-semarang.ac.id

SHEL untuk menganalisis faktor yang menyebabkan masalah pada rumusan masalah. Selanjutnya dianalisa sehingga menjadi sebuah temuan yang diberikan pemecahan masalahnya dan menjadi sebuah tulisan penelitian. Faktor penyebab kerusakan seating dan spindle exhaust valve terdapat berbagai indikasi yang ditemukan peneliti sesuai dengan unsur metode analisis fishbone dan SHEL yaitu faktor pemeliharaan atau PMS yang kurang baik, *sparepart* yang tidak orisinal, pengukuran kelonggaran *guide bushing*, *ring piston* minyak silinder melebihi *running hour*, faktor udara kamar mesin, serta kesalahan dalam pemasangan dan upaya perawatan yang dilakukan pada seating dan *spindle exhaust valve* yaitu melaksanakan PMS yang sesuai pada *manual book*, menggunakan *sparepart* yang orisinal, pengukuran pada diameter *guide bushing*, *check running hours ring piston* minyak silinder, pemasangan *filter* udara kamar mesin serta komunikasi antar masinis agar tidak terjadi kesalahan dalam pemasangan komponen *exhaust valve*.

**Kata kunci:** katup buang, mesin induk, optimalisasi, perawatan, spindel

---

## PENDAHULUAN

Kapal sebagai alat pengangkut diharuskan memiliki kemampuan yang prima untuk melakukan pelayaran hingga penjuru dunia. Hal ini mesin sebagai tenaga penggerak kapal dituntut berjalan secara optimal terus menerus, oleh sebab itu perawatan menjadi hal yang wajib diperhatikan dan dijalankan secara rutin, terjadwal dan berkesinambungan. Kelancaran mesin induk menjadi hal yang wajib dipertahankan dari segala bentuk kerusakan. Menurut Paikah, (2019), Kapal laut adalah moda transportasi yang berguna untuk mengangkut penumpang dan barang yang dapat memuat muatan besar. Untuk menghindari hal yang tidak diinginkan kapal harus dituntut dalam kinerja yang secara prima hal ini sebagai masinis harus memperhatikan perawatan dan perbaikan seluruh komponen dari *main engine*. Menurut Ziliwu *et al.*, (2020), *Main engine* adalah permesinan induk diatas kapal yang menjadi penggerak tenaga utama guna menggerakkan kapal yang harus diperhatikan kinerja dan perawatannya. Menurut Leksono, (2018), mesin induk kapal adalah produsen penggerak kapal yang mana *shaft* panjang yang dihubungkan antara mesin induk dan *propeller* sehingga mengubah tenaga kinetik dari mesin induk menjadi tenaga putar. Menurut (Maridjo, 2019) Mesin diesel memiliki dua tipe mesin yang dilihat dari cara kerjanya yaitu mesin 2 tak dan mesin 4 tak. Pada mesin *diesel* baik 2 tak maupun 4 tak memiliki dua sistem pemasukan udara pembakaran ke dalam silinder yaitu sistem pemasukan hisap yang mengandalkan kevakuman ruang bakar akibat gerakan piston atau dengan sistem pemasukan tekan yaitu dengan melengkapi perlengkapan mesin dengan *Turbocharger*.

*Exhaust valve* atau katup buang dapat dijumpai pada motor jenis 2 tak maupun 4 tak dan memiliki prinsip kerja yang berbeda-beda bergantung pada jenis dan tipe mesinnya. Menurut Cerdoun *et al.*, (2020), *exhaust valve* adalah komponen mesin yang memiliki fungsi sebagai media keluarnya gas buang sisa pembakaran bahan bakar atau *exhaust gas* yang diteruskan menu cerobong atau ke *exhaust gas economiser*. Daya gerak kapal yang dihasilkan mesin induk yang dimanfaatkan menjadi tenaga mekanis/putar dan dihubungkan pada *propeller* kapal sehingga perpindahan kapal yang diakibatkan dari dorongan *propeller* kapal tersebut. Menurut Hirani & Verma, (2019), *propeller* berfungsi untuk mendistribusikan daya dari mesin utama atau utama *gearbox* untuk poros *propeller*. Jika diamati, perpindahan tenaga dari kinetik menjadi mekanis harus melewati beberapa proses yang panjang dan sistem yang harus dipahami dan dimengerti oleh seorang masinis di atas kapal.

Pada saat *sea voyage* pada monitor *ECR* waktu jam jaga 20.00-24.00 LT. Temperatur *exhaust gas cylinder no 5* mengalami kenaikan secara perlahan dari 323°C ke 350°C dalam waktu 3 jam. Masinis 4 sebagai masinis jaga melaporkan kejadian tersebut kepada Masinis 2 setelahnya Masinis 2 mengambil tindakan untuk menurunkan *Revolution Per Minute (RPM)* mesin dari 78.0 rpm menuju 70.0 rpm untuk menurunkan atau *adjust rack* pada *cylinder no 5*, setelahnya pengecekan data *running hours* dilakukan

oleh masinis 2 bahwa *exhaust valve* memasuki jadwal perawatan yang sesuai pada *Planned Maintenance System*. Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui faktor penyebab rusaknya *seating* dan *spindle exhaust valve main engine*, untuk mengetahui dampak dari kerusakan *seating* dan *spindle exhaust valve main engine* dan untuk mengetahui upaya yang harus dilakukans ebagai *engineer* untuk merawat komponen *seating* dan *spindle exhaust vale main engine*.

## METODE

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan deskriptif yang dikumpulkan dari teknik observasi, studi pustaka, dokumentasi dan wawancara. Untuk observasi dilakukand engan mengamati *exhaust valve main engine* pada *spindle* dan *seating*. Untuk studi pustaka dilakukan dengan mencari data yang relevan dengan penelitian. Untuk dokumentasi dilakukan dengan memperoleh data *engine room log book*, *instruction manual book*, buku catatan mesin induk, foto kerja harian kamar mesin atau *diary allowance* dan diantaranya. Serta untuk wawancara dilakukan bersama masinis 2, masinis 3 dan *engine crew*. Sumber data dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder.

Alat instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah instrumen observasi, instrumen wawancara, dan instrumen dokumentasi. Analisis data yang digunakan adalah metode *SHEL* (*Software, Hardware, Environment* dan *Liveware*). Menurut Muhyidin, (2019), metode *SHEL* adalah diagram praktis yang menggunakan blok untuk menggambarkan berbagai komponen unsur manusia karena metode *SHEL* dapat dibangun satu demi satu langkah, guna menggambarkan hubungan antar komponen yang berbeda tersebut, guna dapat membuat kita mengubah cara berpikir dengan bertahap. Penelitian ini diuji keabsahan datanya menggunakan (kebenaran internal), *transferability* (kebenaran eksternal), *dependability* (reabilitas), dan *confirmability* (obyektivitas Penelitian ini dilakukan pada tanggal 03 agustus 2022 sampai 15 Agustus 2023 di kapal MV. Lumosos Pratama. Kapal ini berjenis *bulk carrier* yang dimiliki oleh PT. Lumoso Pratama Line.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. HASIL

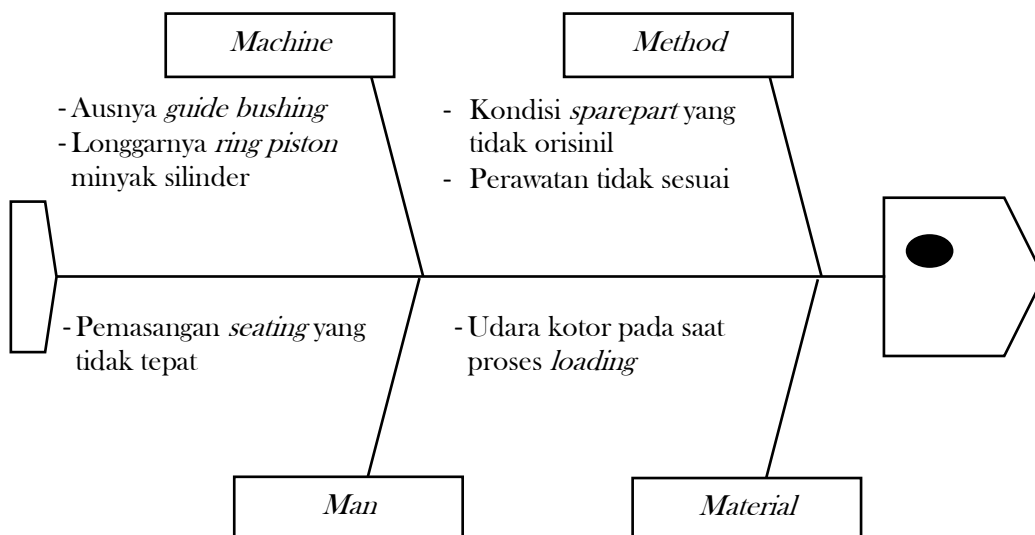


Figure 1. Diagram *fishbone* untuk analisis faktor

Source : Olahan data penulis

Berikut analisis optimalisasi perawatan *seating* dan *spindle exhaust valve main engine* pada Mv. Lumoso Pratama yang dijelaskan sebagai berikut:

a. *Software*

Hambatan atau kendala yang dialami pada *exhaust valve* ialah adanya faktor internal dari *sparepart* serta perakitan komponen yang ada sehingga hal ini mengakibatkan kinerja komponen yang tidak optimal seperti *o-ring* minyak silinder yang tidak orisinil adalah hal yang menjadi perhatian khusus bagi masinis agar berani untuk tidak menerima *sparepart* tersebut adalah salah satu keberanian guna mencegah kerusakan yang lebih dalam pada komponen *exhaust valve*, serta perawatan rutin masinis yang tidak sesuai dengan *running hours*. Berikut yang dimaksud perangkat lunak yang termasuk kedalam pendekatan yaitu faktor penyebab kerusakan *seating* dan *spindle*.

b. *Hardware*

*Hardware* memiliki fungsi pendalaman pada komponen fisik dan non-fisik manusia yang dapat menyebabkan suatu kerusakan atau masalah pada permesinan, pada pembahasan ini adalah terjadinya masalah ausnya *guide bushing* pada *housing* dan kelonggaran *ring piston* pada minyak silinder.

c. *Environment*

*Environment* pada penelitian ini berdasarkan masalah-masalah yang ditimbulkan dari kondisi lingkungan hal ini kamar mesin yaitu udara yang kotor yang berada pada kamar mesin dikarenakan pada saat proses bongkar muat muatan batubara yang ikut terhisap oleh *turbocharger* dan memasuki ke dalam ruang bakar.

d. *Liveware*

*Liveware* merujuk pada semua individu yang terlibat dalam sistem, termasuk aspek manajemen dan aspek pengawasan penyebab dari kesalahan pada saat pemasangan *seating* yang kurang tepat. Faktor manusia dapat menjadi salah satu penyebab tidak lancarnya kerja dari *seating* dan *spindle exhaust valve*. Diharuskan masinis memiliki sumber daya yang terampil dan handal. Faktor *liveware* tersebut adalah kurangnya pemahaman tentang perawatan dan pemasangan *exhaust valve*.

## 2. PEMBAHASAN

a. Apa saja faktor penyebab kerusakan *seating* dan *spindle exhaust valve* pada *main engine*.<sup>2</sup>

1) Faktor perangkat lunak atau *software* berdasarkan metode SHEL

Faktor perangkat yang diidentifikasi oleh peneliti adalah kurangnya perawatan yang dilakukan terhadap *exhaust valve*. Perawatan di kapal MV. Lumoso pratama tidak dilakukan secara PMS. Ketidaksesuaian perawatan sesuai PMS juga kadang kala disebabkan masalah menunda pekerjaan perawatan, penundaan tersebut berpotensi menimbulkan masalah baru di kemudian waktu yang akan datang. Ketika perawatan *exhaust valve* terlambat dilakukan dapat muncul masalah baru yang perlu ditangani. Permasalahan yang disebabkan oleh kurangnya perawatan dapat di atas dengan melakukan pembagian tugas ketika terjadi situasi yang mendesak. Setelah terjadi masalah dalam kinerja *exhaust valve*, KKM akan memerintahkan masinis yang bertanggung jawab untuk tetap melaksanakan tugas sesuai dengan PMS, bahkan dalam kondisi yang mendesak.

2) Faktor Mesin atau *Hardware* Pada Metode SHEL

Masalah yang terjadi pada *seating* dan *spindle exhaust valve* adalah pada bagian komponen utama yang menyebabkan tidak optimalnya kinerja dari *exhaust valve*. Masalah tersebut adalah ausnya *guide bushing* dan longgarnya *ring piston* minyak silinder yang mengakibatkan posisi naik turunnya *spindle valve* menjadi tidak optimal. Faktor lain dari komponen *exhaust valve* adalah longgarnya ring piston minyak silinder pada *exhaust valve* yang diakibatkan pergerakan naik turun dari piston dan rumahan *piston* atau *liner oil high*

*pressure* yang berguna sebagai membuka *spindle*, berkerja secara terus menerus mengakibatkan usia dari *ring piston* tersebut harus diperhatikan dengan baik, hal ini guna mencegah lolosnya minyak *high pressure* dari *high pressure valve* menuju batang *spindle* yang dapat berakibat kinerja *spindle* tidak maksimal atau tidak sempurna hal ini dapat dicegah saat perawatan *exhaust valve* dengan melakukan pengukuran diameter pada *ring piston* kesatu dan kedua serta mengganti dengan yang baru jika telah melebihi jam kerja dari *ring piston* tersebut walau hasil pengukuran masih di dalam batas toleransi dari *maker*.

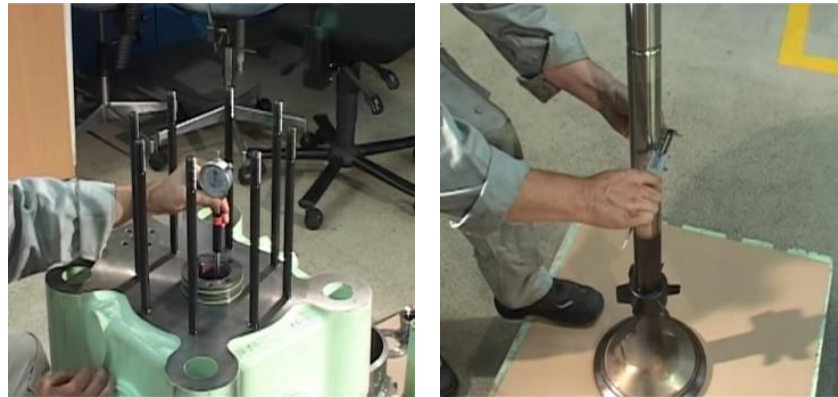


Figure 2. Pengukuran Diameter Dalam dan Luar *Guide Bushing*  
Source: MAN Vidio Maker

3) Faktor Material Atau *Environment* Pada Metode SHEL

Muatan kapal saat peneliti melaksanakan praktek ialah muatan tipe *dry bulk* yaitu batubara, hal ini pada saat proses *loading* atau *unloading* debu atau serbuk batubara terbawa oleh angin yang menyebar keseluruh bagian kapal. Pada *engine room* terdapat *blower* yang berguna sebagai pemasok udara kedalam kamar mesin sehingga debu batubara yang tersebar didaerah luar kapal akan ikut terhisap kedalam *engine room* dan masuk kedalam sistem *blower* pada *turbocharger* dan diteruskan masuk kedalam *scavenge air*, ditemukan serbuk batubara yang ikut masuk dalam pembakaran pada saat *overhaul exhaust valve* yang mengeras dipermukaan *valve housing* dan permukaan *seating* dan *spindle exhaust valve*.

4) Faktor Manusia Atau *Liveware* Pada Metode SHEL

Faktor manusia dalam penelitian ini dilihat dari kemahiran dan kesiapan manusia dalam menguasai bidang permesinan sangatlah penting guna menyelesaikan masalah yang terjadi di atas kapal. Kedua aspek yang disebutkan termasuk dalam kategori Sumber Daya Manusia (SDM). Kemahiran yang dimaksud mengacu pada keahlian dan keterampilan yang dimiliki untuk mengatasi berbagai masalah, termasuk dalam situasi yang mendesak. Hal ini memungkinkan mereka untuk dapat menyelesaikan masalah dengan efektif dan efisien.

b. Apakah dampak yang diakibatkan dari adanya kerusakan pada *seating* dan *spindle exhaust valve* pada *main engine*?

1) *Software*

Dampak dari pelaksanaan perawatan yang tidak sesuai dengan PMS adalah sering terjadinya kerusakan pada komponen-komponen kerja pada *exhaust valve* terutama pada bagian yang telah melewati jam kerja seperti *ring piston* minyak silinder yang *guide bushing* yang akan berdampak pada kinerja dari *exhaust valve*. Apabila terjadi kerusakan pada komponen-komponen



tersebut mengakibatkan komponen lain akan segera mengalami kerusakan karena komponen tidak berkerja secara maksimal.

2) *Hardware*

Dampak yang ditimbulkan akibat dari ausnya *guide bushing* adalah pembuangan sisa gas pembakaran akan lolos melewati *spindle* menuju ruang pelumasan *valve* hal ini menyebabkan minyak ikut menguap atau terbakar sehingga minyak silinder akan habis serta komponen silinder udara seperti *o-ring* dan teflon akan cepat mengeras dan mengganggu kerja dari silinder udara pada *exhaust valve*.

Dampak pada longgarnya *ring piston* minyak silinder tekanan minyak lumas dari pompa hidrolik melewati *high pressure valve* yang mencapai tekanan 220 bar mengakibatkan lolosnya minyak lumas dan menurunkan tekanan yang berguna untuk membuka *spindle* sehingga tekanan serta celah terbukanya *spindle* terganggu akibat *low pressure oil* pada ruang silinder. Hal ini mengakibatkan gas sisa pembakaran yang seharusnya terbuang sempurna, terhambat karena celah pada *spindle* tidak terbuka dan gas sisa pembakaran itu dapat menyebabkan detonasi *surging limit* atau ketidaksesuaian pada kondisi ruang bakar yang berdampak berulangnya pembakaran di dalam ruang silinder.

3) *Material*



Figure 3. Kondisi *spindle* dengan kerak tebal

Source: Dokumentasi penelitian

Dampak dari *material* atau *environment* yaitu adanya butiran debu atau polusi pada saat *loading* dan *unloading* batubara yang ikut terhisap pada *blower turbocharge* dan masuk kedalam ruang *scavenge air* hal ini mengakibatkan serbuk batu bara terbawa hingga ke ruang bakar dan terbakar bersama dengan pembakaran. Dampak dari kasus ini yaitu mengeraknya lapisan luar *spindle valve* sehingga semakin lama akan menggumpal dan menutupi lapisan *seating* dan *spindle* hal ini dapat mengakibatkan coak atau tergoresnya lapisan *seating* dan *spindle* dikarenakan pertemuan keduanya secara terus menerus pada permukaan yang tidak rata. Jika dibiarkan akan mengakibatkan kerugian pada material *seating* dan *spindle*.

4) *Man*

Dampak yang diakibatkan dari pemasangan *seating valve* yang tidak tepat adalah *spindle exhaust valve* tidak dapat menutup pada posisi seharusnya sehingga menyebabkan kerusakan pada bibir *spindle valve* dan menghambat operasi kapal. Pada saat *spindle exhaust valve* tidak dapat menutup dengan baik menyebabkan adanya suara *abnormal* dan benturan antara *seating valve* dan

*spindle valve* yang mengakibatkan permukaan *seating* dan bibir *spindle valve* rusak serta dapat mengakibatkan coak pada kedua permukaan.

- c. Bagaimana cara perawatan yang dilakukan pada *seating* dan *spindle exhaust valve* *main engine* di MV. Lumoso Pratama?

1) *Software*

Dalam rangka menunjang kinerja mesin induk yang baik sebagai perusahaan selaku *ship owner* harus menyediakan komponen kebutuhan atau *sparepart* penunjang permesinan di atas kapal dengan baik dan terencana. Sebagai *engineer* harus memahami karakter setiap permesinan dan termasuk komponen-komponen terperinci di dalam mesin tersebut. Hal ini guna menunjang kerja suatu mesin dalam keadaan prima.

Pada manajemen perawatan permesinan diharuskan mencatat segala bentuk kegiatan permesinan antara lain *visual check*. Perawatan rutin atau *overhaul* harus melakukan *record* manajemen yang baik dalam ini memiliki tujuan agar tercapainya kebutuhan *sparepart* yang bermutu. Pihak *ship owner* wajib menyanggupi pengadaan *sparepart* tersebut dengan kualitas yang telah ditentukan oleh pembuat mesin/*maker* dan ketepatan waktu dalam memenuhi kebutuhan *sparepart* di atas kapal.

Mendata setiap *running hours* seluruh komponen permesinan dalam satu wadah yang dapat diketahui pihak kapal maupun kantor, setiap komponen memiliki jangka waktu dalam pemakaian sebab itu komponen-komponen tersebut harus didata dengan baik dan benar agar dikemudian dapat melihat *record* perawatan, pergantian, dan pengadaan *sparepart* tersebut dengan tingkat *urgency* yang berbeda-beda pada komponen tersebut, dan juga pendataan pada *workshop* tempat *sparepart* tersusun dengan baik guna mencegah tercampurnya *sparepart* yang sudah terpakai/*used* dengan yang belum terpakai serta memudahkan dalam pencarian *sparepart* pada saat keadaan darurat.

2) *Hardware*

Komponen *guide bushing* komponen ini sebagai tempat batang *spindle* berada diharuskan dalam keadaan yang selalu baik sebab itu pada saat perawatan atau perbaikan *exhaust valve* selalu dilakukan *visual check* serta selalu melakukan pengukuran guna mengetahui tingkat kelonggaran pada *guide bushing* sesuai batas yang ditentukan *maker*, dan harus diganti komponen *seal* atau *o-ring* jika sudah mulai mengeras. Pada *ring piston* minyak silinder juga sangat perlu dicek pada saat *maintenance* rutin dengan melakukan pengukuran karena fungsi *ring piston* itu sendiri mempengaruhi tingkat tekanan pada minyak silinder guna dapat membuka *spindle valve*.

3) *Environment*



Figure 4. Kondisi perawatan *filter cassa blower engine room*

Source: Dokumentasi penelitian

Pada saat proses *loading* dan *unloading* udara di kamar mesin mengandung serbuk debu batu bara hal ini dapat mengganggu sistem ketika terhisab oleh *blower turbocharger*. Untuk menghindari tumpukan atau kerasnya batubara yang ikut masuk ke dalam *scavenge air* dilakukan upaya yaitu pemasangan *filter cassa* pada *blower* kamar mesin serta *cassa* pada *blower turbocharger* hal ini dapat mencegah debu batubara masuk ke dalam kamar mesin dan juga masuk kedalam sistem *blower turbocharge main engine*. Pemasangan *cassa* ini dilakukan pada saat proses *loading* dan *unloading* serta pada saat kapal *sea voyage filter cassa* akan dicuci guna pemakaian pada saat proses *loading* dan *unloading*, selanjutnya tercampurnya debu batubara, bahan bakar yang ikut terbakar menyebabkan kerak menempel pada bagian permukaan *spindle* dan *seating Exhaust Valve*.

4) *Liveware*

- a) Membaca *manual book main engine* yang tersedia di kapal.

Dengan membaca prosedur pada *manual book* yang ada guna masinis dapat mengetahui prosedur atau langkah-langkah dalam operasi, *maintenance* serta perbaikan dengan baik dan benar sehingga dapat meminimalkan terjadinya kesalahan.

- b) Melakukan diskusi mengenai terjadinya masalah yang terjadi

Kegiatan diskusi ialah kegiatan bertukar atau sharing pendapat dalam suatu topik pembahasan, pendapat yang diutarakan biasanya berasal dari pengetahuan yang aktual, dengan begitu dapat menambah wawasan dan pengetahuan guna meningkatkan daya berfikir dan analisis kita dalam menyelesaikan suatu masalah.

## SIMPULAN

Faktor penyebab kerusakan *seating* dan *spindle exhaust valve* terdapat berbagai indikasi yang ditemukan peneliti sesuai dengan unsur metode analisis *fishbone* dan *SHEL* yaitu faktor pemeliharaan atau *PMS* yang kurang baik, *sparepart* yang tidak orisinil, pengukuran kelonggaran *guide bushing*, *ring piston* minyak silinder melebihi *running hour*, faktor udara kamar mesin, serta kesalahan dalam pemasangan. Karena hal tersebut terjadi, maka terdapat dampak yang ditimbulkan yaitu kerugian dari komponen-komponen *exhaust valve* yang akan mengalami kerusakan pada komponen yang lainnya dan proses penutupan *exhaust valve* menjadi tidak sempurna sehingga kemampuan kerja *exhaust valve* tidak berjalan maksimal. Agar hal tersebut tidak terjadi kembali, maka harus dilakukan dengan melaksanakan *PMS* yang sesuai pada *manual book*, menggunakan *sparepart* yang orisinil, pengukuran pada diameter *guide bushing*, *check running hours ring piston* minyak silinder, pemasangan *filter* udara kamar mesin serta komunikasi antar masinis agar tidak terjadi kesalahan dalam pemasangan komponen *exhaust valve*.

Untuk menghindari beberapa masalah yang terjadi di kemudian hari, Sebaiknya pihak kapal dalam hal ini masinis selalu melakukan pengecekan secara berkala, memperhatikan *maintenance record* komponen *exhaust valve*, serta melakukan koordinasi dengan pihak kantor hal ini *superintendent/technical manager* guna dapat memenuhi kebutuhan *sparepart* yang orisinil. Pada saat melakukan perawatan/*overhaul* serta melakukan pengecekan diameter pada kelonggaran *guide bushing* dan *running hours ring piston* minyak silinder harus diganti setiap telah melewati jam kerja, serta komponen *exhaust valve* yang lain disarankan untuk membaca *manual book* agar masinis memahami prosedur pemasangan pada komponen mesin dapat dilakukan dengan benar dan mengadakan *safety meeting* sebelum melakukan perbaikan guna mencegah kesalahan pemasangan setiap komponen yang ada. Serta melakukan pembersihan rutin terhadap setiap saringan/*filter engine room vent* hal ini *filter cassa* setiap kapal *sea voyage* agar saat kapal dalam proses *loading* dan *unloading* proses semua *filter* dalam kondisi yang bersih.



## DAFTAR PUSTAKA

- Cerdoun, M., Khalfallah, S., Beniaiche, A., & Carcasci, C. (2020). Investigations on the heat transfer within intake and exhaust valves at various engine speeds. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 147, 119005. <https://doi.org/10.1016/j.ijheatmasstransfer.2019.119005>
- Hirani, H., & Verma, M. (2019). Tribological study of elastomeric bearings for marine propeller shaft system. *Tribology International*, 42(2), 378–390. <https://doi.org/10.1016/j.triboint.2008.07.014>
- Leksono, S. (2016). Sinkronisasi Propeller dengan Mesin Induk pada Kapal Ikan untuk Meningkatkan Efisiensi dan Kinerja. *Wave: Jurnal Ilmiah Teknologi Maritim*, 10(1), 19–24. <https://doi.org/10.29122/jurnalwave.v10i1.2629>
- Maridjo, I. Y. A. R. (2019). Pengaruh pemakaian bahan bakar premium, pertalite dan pertamax terhadap kinerja motor 4 tak. *Jurnal Teknik Energi*, 9(1), 73–78. <https://doi.org/10.35313/energi.v9i1.1648>
- Paikah, N. (2019). Perlindungan Hukum Terhadap Keselamatan Penumpang Kapal Laut Berdasarkan Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2008 Tentang Pelayaran Di Indonesia. *Al-Adalah: Jurnal Hukum Dan Politik Islam*, 3(2), 117–127. <https://doi.org/10.35673/ajmpi.v3i2.194>
- Ziliwu, B. W., Musa, I., Hutapea, R. Y. F., & Ziddin, H. (2020). Penggunaan Mesin Induk Pada Alat Tangkap Purse Seine di KM. Surya Jaya. *Aurelia Journal*, 2(1), 9. <https://doi.org/10.15578/aj.v2i1.9201>