



Analisis Penyebab Terjadinya Keretakan *Cylinder Liner Main Engine* di MV. Tanto Salam

Analysis of the Causes of Main Engine Cylinder Liner Cracks in MV. Tanto Greetings

Ivan Nanda Pratama ◦ Didik Dwi Suharso ◦ Moh. Sapta H

Abstract: The cylinder liner is a part of a diesel engine that functions as a place for the combustion process which produces power or work by utilizing air and high temperatures. At the time of writing this research, a problem with the main engine was discovered, namely a crack in the main engine cylinder liner. Then research was carried out to look for the factors causing cracks in the cylinder liner, to find out the impact caused by cracks in the main engine cylinder liner, and to find out the efforts made to cause cracks to occur in the cylinder liner in order to prevent similar damage to the main engine, especially the cracked cylinder liner. The research method applied in this research is qualitative. The main data sources come from primary data and secondary data. The data collection process involves interviews, observation, and documentation. The data analysis technique involves steps such as fishbone and Fault Tree Analysis. The triangulation method is used as an additional approach to ensure the validity and reliability of the analysis results. After analyzing the problem, it can be concluded that the factors that cause cylinder liner cracks and efforts to prevent such damage occur are: carrying out maintenance and checking on the cylinder oil apparatus to ensure that the cylinder oil can be sprayed according to the required consumption, then to maximize the cooling system on the cylinder liner. They are to maintain the main engine fresh water cooler and cleaning of dirt and shells stuck to the sea chest filter. The other ways are by checking the wear on the cylinder liner, measuring and periodically checking the diameter of the cylinder liner drill and checking the working hours records on the main engine cylinder liner.

Keywords: identification, cylinder liner, crack, fishbone, MV. Tanto Greetings

Abstrak: *Cylinder liner* adalah bagian dari mesin diesel yang berfungsi sebagai tempat proses terjadi pembakaran yang menghasilkan tenaga atau usaha dengan memanfaatkan udara dan suhu yang tinggi. Pada penulisan penelitian ini terjadi masalah pada main engine yang ditemukan yaitu terjadi keretakan pada *cylinder liner main engine*. Kemudian dilakukan penelitian untuk mencari faktor penyebab terjadi keretakan pada *cylinder liner* tersebut, mengetahui dampak yang disebabkan terjadi keretakan pada *cylinder liner main engine*, dan mengetahui upaya yang dilakukan terjadikeretakan pada *cylinder liner* tersebut, supaya dapat mencegah terjadi kerusakan yang sama pada main engine khususnya *cylinder liner* yang retak. Metode penelitian yang diterapkan dalam penelitian ini bersifat kualitatif. Sumber data utama berasal dari data primer dan data sekunder. Proses pengumpulan data melibatkan wawancara, observasi, dan dokumentasi. Adapun teknik analisis data melibatkan langkah-langkah seperti *fishbone* dan *Fault Tree Analysis*. Metode triangulasi digunakan sebagai pendekatan tambahan untuk memastikan validitas dan keandalan

Ivan Nanda Pratama
Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, Indonesia
Email: ivannandapratama212@gmail.com

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

Mohammamad Sapta H
Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, Indonesia
Email: hmsapta@pip-semarang.ac.id

hasil analisis. Setelah dilakukan analisa masalah dapat disimpulkan faktor penyebab terjadi keretakan *cylinder liner* dan upaya mengatasi pencegahan terjadi kerusakan tersebut yaitu: melakukan perawatan dan pengecekan pada aparator *cylinder oil* supaya dipastikan penyemprotan *cylinder oil* dapat keluar sesuai konsumsi yang dibutuhkan, kemudian untuk memaksimalkan sistem pendinginan pada *cylinder liner* dilakukan perawatan terhadap *fresh water cooler main engine* dan melakukan pembersihan dari kotoran dan kerang yang menempel pada filter *sea chest*. Melakukan pengecekan keausan pada *cylinder liner* dilakukan pengukuran dan pengecekan secara berkala pada diameter bor *cylinder liner* dan memeriksa catatan jam kerja pada *cylinder liner main engine*.

Kata kunci: *identifikasi, cylinder liner, retak, fishbone, MV. Tanto Salam*

PENDAHULUAN

Cylinder liner merupakan bagian penting pada sebuah mesin *diesel* yang merupakan suatu tabung tempat piston bekerja dan bergerak naik turun untuk memadatkan udara serta memindahkan tenaga panas menjadi tenaga kinetik (Prasetya & Kismantoro, 2017). *Cylinder liner* dapat mengalami beberapa jenis kerusakan, termasuk keausan akibat gesekan yang berulang, keausan pada *liner* yang menyebabkan diameter ruang bakar menjadi lebih besar (*over size*), dan goresan pada sisi *cylinder liner* yang menyebabkan korosi. Kerusakan korosi pada *cylinder liner* dapat menyebabkan penurunan daya tahan unsur logam yang digunakan untuk membuat *cylinder liner*, dan akibatnya dapat menyebabkan penurunan tekanan kompresi pada ruang bakar. Pada motor diesel 2 Tak, terdapat pelumasan *cylinder* yang bertujuan untuk mengurangi keausan pada dinding *liner* dan memberikan pelumas antara ring piston dan *cylinder liner*. Hal ini sangat penting karena *cylinder liner* tidak hanya mengalami gesekan dengan ring piston, tetapi juga merupakan tempat terjadinya pembakaran. Mesin diesel menghasilkan temperatur dan tekanan yang tinggi saat pembakaran terjadi, mencapai 600°C-800°C (Irawan, 2019).

Ketika proses ini berlangsung, perubahan temperatur pada *cylinder liner* dari temperatur rendah ke temperatur tinggi sangat cepat. Perubahan temperatur pada *cylinder liner* dapat terjadi secara cepat karena proses pembakaran mesin diesel yang menghasilkan temperatur tinggi dalam waktu singkat dapat menyebabkan perubahan pada unsur logam pada *cylinder liner*, sehingga *cylinder liner* dapat mengalami keretakan akibat perubahan panas yang terlalu cepat, dari 50°C menjadi 70°C. Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi permasalahan ini adalah pendinginan mesin induk yang tidak berfungsi dengan baik, sehingga temperatur pada *cylinder liner* tidak stabil. Selain itu, air yang terdapat dalam proses kompresi juga dapat menjadi masalah, karena air tidak dapat dikompresi dan dapat meningkatkan temperatur ruang bakar dari 600°C menjadi 800°C. Air yang terdapat di ruang bakar juga dapat menyebabkan goresan pada permukaan *cylinder liner*.

Pada tanggal 21 januari 2021, peneliti mengamati keadaan dimana saat kapal berlayar dari Pelabuhan Tanjung Priok, Jakarta menuju Pelabuhan Tanjung Perak, Surabaya kapal mengalami penurunan gas buang mencapai 280°C pada *cylinder* no.2 mesin induk. Sesuai *instruction manual book CMP MAN B&W 6S35MC*, suhu gas buang sudah melewati batas rendah yang diijinkan yaitu 320°C, sedangkan dalam keadaan normal suhu gas buang yaitu diantara 360-385°C. Akibat dari suhu rendah gas buang tersebut mengakibatkan kurang optimalnya kinerja mesin induk karena ketidakstabilan gas buang yang dihasilkan.

Terdapat beberapa indikasi yang disampaikan oleh Masinis, yaitu adanya kebocoran pada *Jacket Cooling* mesin induk, patahnya *ring piston* pada saat mesin induk melakukan kompresi, dan indikasi terjadinya keretakan pada *Cylinder Liner*. Setelah melakukan pengamatan bersama dengan Masinis 1 peneliti tidak menemukan bocornya *Jacket Cooling* pada mesin induk. Perbedaan suhu gas buang menjadi indikasi terjadinya keretakan pada *cylinder liner main engine* dan patahnya *ring piston main engine* yang mengakibatkan menurunnya tekanan kompresi pada mesin induk. Berdasarkan STCW

Bab VIII, Nakhoda, Kepala Kamar Mesin (KKM) dan personil tugas jaga harus menjamin bahwa pelaksanaan tugas jaga dilakukan secara aman dan terpelihara, dalam menjalankan tugas jaga di kamar mesin harus selalu mengecek tekanan oli dan kekentalan oli pelumas. Kelalaian saat tugas jaga menyebabkan retaknya *cylinder liner* nomor 2 dikarenakan kebocoran pada *jacket cooling* dan tekanan oli dan kekentalan oli yang tidak sesuai standar.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penyebab terjadinya keretakan *cylinder liner main engine* nomor dua, untuk mengetahui dampak keretakan *cylinder liner main engine* nomor dua dan untuk mengetahui upaya penanggulangan kerusakan *cylinder liner main engine* nomor dua.

METODE

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis penelitian kualitatif dengan pola deskriptif. Menurut Sugiyono (2016:3), Metode penelitian pada dasarnya merupakan cara ilmiah untuk mendapatkan data dengan tujuan tertentu. Penelitian ini menggunakan data primer dan data sekunder untuk sampel sumber data penelitian dan informannya adalah masinis dan *crew engine* di MT. Tanto Salam. Teknik pengumpulan data yang digunakan yaitu observasi, wawancara, dan dokumentasi. Penelitian ini menggunakan instrument penelitian utama yaitu peneliti sendiri dan instrument pendukung yaitu pedoman observasi, dan pedoman wawancara. Teknik analisa data pada penelitian ini adalah *fishbone analysis* dan *fault tree analysis* serta keabsahan data yang digunakan adalah triangulasi sumber. Penelitian ini dilakukan di kapal MV. Tanto Salam pada tanggal 07 Agustus 2021 sampai 08 Agustus 2022. Kapal ini berjenis *container* dan merupakan kapal milik PT. Tanto Intim Lime.

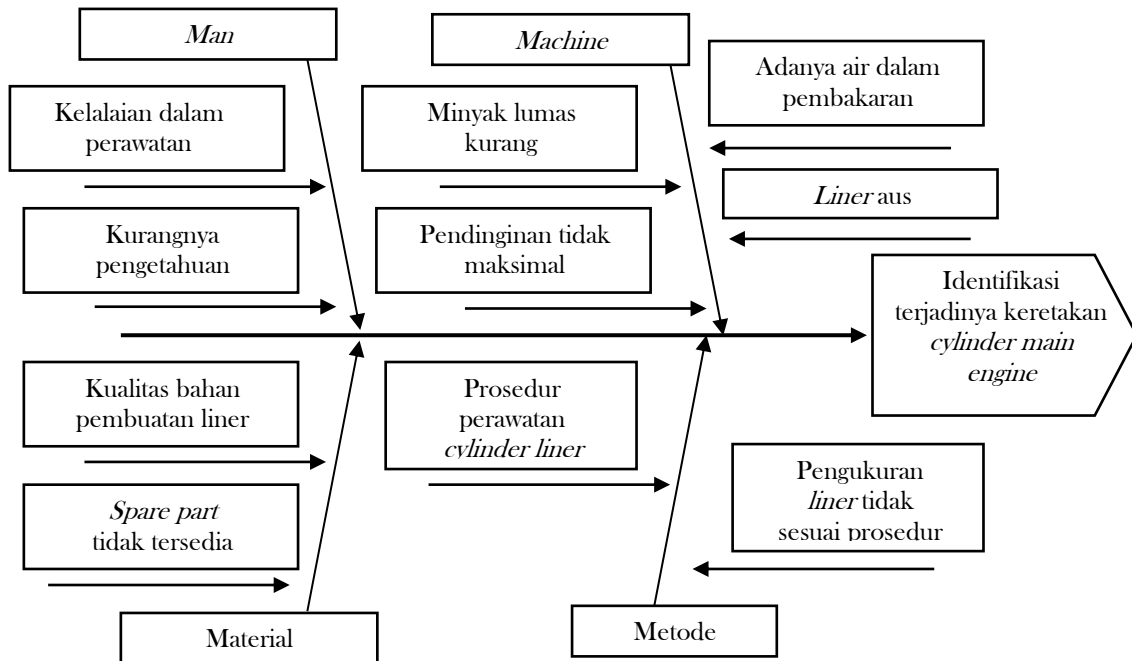
HASIL DAN PEMBAHASAN

Metode yang digunakan untuk menjabarkan faktor-faktor yang timbul dari penyebab terjadinya keretakan pada *cylinder liner main engine* dengan menggunakan pendekatan 4 (empat) M, “The 4 M” yaitu *machine (Equipment)*, *method (Process / Inspection)*, *material (Raw, Consumable, etc)* dan *Man Power*.



Gambar 1. Kondisi kondisi *cylinder line* retak
Source: Dokumentasi pribadi (2022)

Setelah di analisa oleh masinis satu bahwa *cylinder* nomor dua mengalami masalah karena gas buang rendah, output air pendingin tinggi, dan suara yang berbeda maka aliran bahan bakar dan katup air tawar pendingin pada *cylinder* nomor dua ditutup. Dilakukan perbaikan dan dikerjakan masinis 1 dibantu oleh *crew engine* lainnya, saat melaksanakan perbaikan utamakan keselamatan kerja menggunakan pakaian kerja sesuai dengan prosedur yang sudah diterapkan. Berdasarkan temuan permasalahan tersebut, dapat dijabarkan permasalahan tersebut dalam diagram tulang ikan atau *fishbone diagram* seperti dibawah ini:



Gambar 2. Diagram tulang ikan (*fishbone diagram*)

Source: Olahan penulis (2022)

1. Faktor penyebab terjadi keretakan pada *cylinder liner main engine* menggunakan metode *fishbone*

a) *Man* (manusia)

Kurangnya pengetahuan terhadap pengoperasian dan perawatan *main engine* khususnya *cylinder liner* berpengaruh terhadap terjadinya keretakan pada *cylinder liner*, dalam pengoperasian *main engine* masinis kurang memperhatikan prosedur pengoperasian. Prosedur penjagaan terhadap temperature air pendingin *cylinder* kondisi *main engine* bekerja maupun dalam kondisi tidak bekerja harus menjaga air pendingin *cylinder liner* dalam temperature 60°C-80°C. Bila kondisi temperature air pendingin tidak dijaga dengan stabil maka menyebabkan perubahan suhu yang terlalu cepat pada *liner* ketika kondisi mesin beroperasi

b) Faktor Mesin

Selama menjalani praktek laut penulis menemukan permasalahan yang terjadi pada sistem *main engine*, terjadinya keretakan pada *cylinder liner* dipengaruhi karena kurang maksimalnya system pendinginan pada *cylinder*, kurangnya minyak lumas pada pelumasan *cylinder*.

c) Material

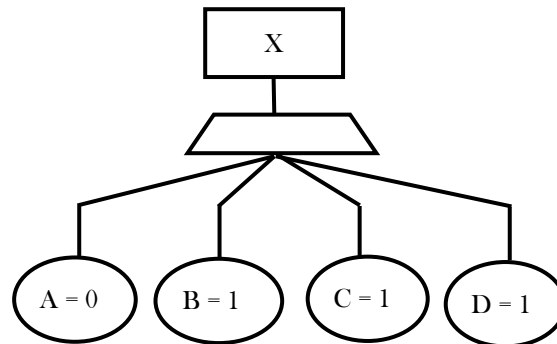
Faktor material disebabkan kualitas bahan pembuatan *cylinder liner* kurang baik, pembelian *spare part cylinder liner* tidak original berdampak terhadap kerusakan *cylinder liner* yang terlalu cepat. Penyediaan *spare part cylinder liner* tidak tersedia di atas kapal sebab harga yang terlalu mahal

d) Faktor Metode (*Process / Inspection*)

Faktor metode meliputi tata cara perawatan, proses penanggulangan masalah, inspeksi yang dilakukan, Pengaplikasian rencana kerja (*Planned Maintenance System*) yang dilakukan di atas kapal. Kurangnya perawatan yang dilakukan terhadap *cylinder liner* menyebabkan kerusakan yang parah pada *cylinder liner*, melakukan pengukuran diameter bor *cylinder liner* perlu dilakukan untuk mengetahui keausan yang terjadi pada *cylinder liner*.

2. Faktor-faktor penyebab naiknya suhu air tawar pendinginmesin induk berdasarkan metode FTA (*Fault Tree Analysis*)

Dalam mengidentifikasi penyebab naiknya temperature air tawar pendinginmesin induk menggunakan *fault tree analysis*. Langkah awal *top event* yang akan menghasilkan *basic event*. Berikut akan dijelaskan setiap penyebab yang menyebabkan *top event* terjadi.



Gambar 3. Pohon kesalahan penyebab keretakan *cylinder liner main engine*
Source: Dokumen penelitian (2022)

Keterangan:

X : Terjadinya keretakan *cylinder liner main engine*

A : Kurangnya minyak pelumas *cylinder liner*.

Mempunyai nilai = 0

B : Sistem pendinginan *cylinder* tidak maksimal.

Memiliki nilai = 1

C : Terjadi keausan pada *cylinder liner*. Memiliki nilai = 1

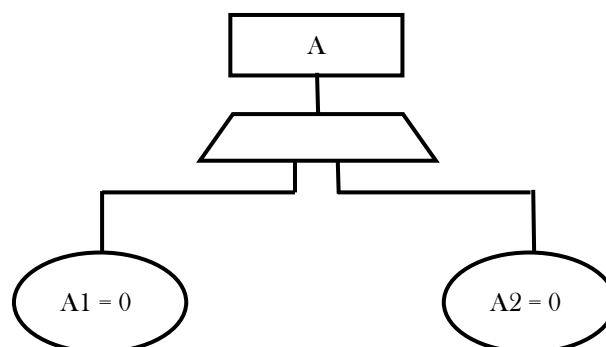
D : Adanya air dalam ruang bakar. Memiliki nilai = 0

Keterangan nilai:

Nilai 1 mempunyai arti benar terjadi

Nilai 0 mempunyai arti tidak terjadi

- a) *Top event* pertama (Adanya air dalam ruang bakar)

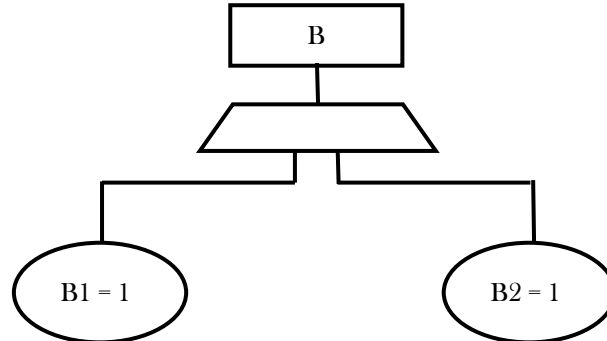


Gambar 4. Pohon kesalahan *top event* pertama
Source: Dokumen penelitian (2022)

Penjabaran pohon kesalahan dari *top event* pertama adalah adanya air dalam ruang bakar. Hal tersebut bisa terjadi problem disebabkan karena kebocoran air pendingin pada *cylinder head*, dan kualitas bahan bakar yang banyak mengandung air. Namun pada kapal penulis tidak terjadi problem pada faktor masalah tersebut.

Hasil analisa kualitatif dari identifikasi keretakan pada *cylinder liner main engine* di MV. Tanto Salam dengan *top event* yaitu adanya air dalam ruang bakar main engine tidak ditemukan probel pada masalah ini, hal ini disebabkan oleh kondisi *o-ring* pada *cylinder head* masih kedap dan kondisi kualitas bahan tidak banyak mengandung air dan lumpur.

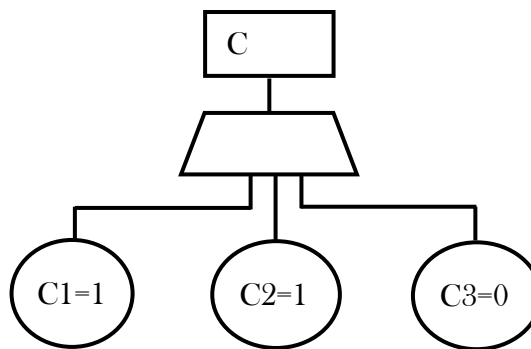
- b) *Top event* kedua (pelumasan *cylinder* kurang maksimal)



Gambar 5. Pohon kesalahan *top event* kedua
Source: Dokumen penelitian (2022)

Penjabaran dari pohon kesalahan dari *top event* kedua yaitu pelumasan *cylinder* kurang maksimal. Hal ini terjadi karena tersumbatnya apparator *cylinder oil* serta pompa *cylinder oil* tidak bekerja dengan normal, problem tersebut terjadi di atas kapal penulis melaksanakan praktek laut di kapal MV. Tanto Salam selama 1 tahun, selama praktek peneliti melaksanakan pengamatan pada kerusakan-kerusakan yang terjadi diatas kapal MV. Tanto Salam. Hasil analisa dari identifikasi dengan *top event* yaitu pelumas *cylinder oil* kurang maksimal.

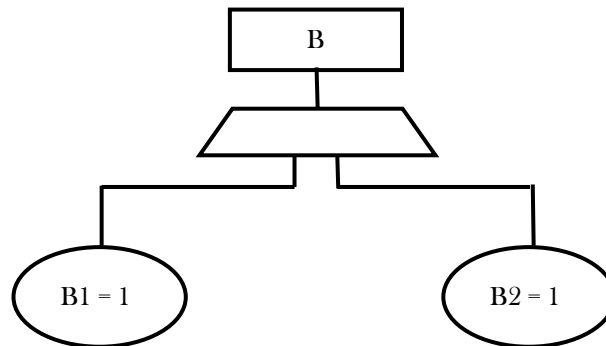
- c) *Top event* ketiga (system air pendingin tidak bekerja secara maksimal)



Gambar 6. Pohon kesalahan *top event* ketiga
Source: Dokumen penelitian (2022)

Penjabaran dari pohon kesalahan *top event* ketiga yaitu menurunnya tekanan pompa. Hal ini disebabkan karena tekanan pompa pendingin air laut meurun dan kotornya *fresh water cooler main engine* karena kurangnya perawatan sehingga kotoran mengendap dan problem tersebut terjadi pada saat penulis melaksanakan praktek laut diatas kapal. Untuk mencegah kebocoran pada pendingin, maka saat melakukan pemasangan paking harus dalam kondisi yang baik, untuk menjamin tidak adanya kebocoran maka pada kedua permukaan sisi perapat di olesi dengan pasta. Hasil analisa kualitatif dari identifikasi keretakan pada *cylinder liner main engine* di MV. Tanto Salam dengan *top event* yaitu system pendingin *cylinder* kurang maksimal. Pada analisa tersebut ditemukan sebuah problem menyebabkan system pendinginan air tawar pada *cylinder liner* tidak bekerja secara maksimal sehingga menyebabkan temperature pada ruang bakar menjadi tinggi.

d) *Top event* ke empat (terjadi korosi pada *cylinder*)



Gambar 7. Pohon kesalahan *top event* keempat
Source: Dokumen penelitian (2022)

Gangguan selanjutnya yang menyebabkan korosi pada *cylinder liner main engine* yaitu jam kerja yang sudah tinggi dan pembakaran yang tidak sempurna. Hal tersebut bisa terjadi karena udara bilas pada ruang baka banyak mengandung kotoran dan scrap dari bekas gesekan ring piston dan *cylinder liner*. Masinis yang bertanggung jawab lalu mengecek *store* untuk melihat ketersediaan *cylinder liner* baru. Hasil analisa kualitatif dari identifikasi penyebab keretakan pada *cylinder liner main engine* di MV. Tanto Salam dengan *top event* yaitu terjadi korosi pada *cylinder liner main engine*, terjadi keausan karena ditemukan kondisi pengukuran *cylinder liner* yang sudah mengalami perubahan.

1. Faktor penyebab keretakan pada *cylinder liner main engine*

a. Pelumasan *cylinder liner* tidak maksimal

1) Aparator *cylinder oil* tersumbat

Tidak bekerjanya aparator *cylinder oil* dibuktikan dengan melakukan pemberian angin yang bertekanan pada lubang masuk aparator *cylinder oil* dan hasilnya angin yang keluar hanya sedikit maka dipastikan aparator *cylinder oil* mengalami penyumbatan dan harus segera diperbaiki untuk meningkatkan kinerja *main engine*. Pentingnya dilakukan perawatan secara intruksi di *manual book* oleh *crew engine* dan perwira mesin yang bertanggung jawab tentang *main engine* tersebut, perawatan dilakukan secara berkala dan harus sesuai *manual book*.

2) Pompa *cylinder oil* tidak bekerja dengan normal

Pompa pelumas *cylinder oil* tidak bekerja dengan maksimal mempengaruhi penyemprotan *cylinder oil* tidak berjalan atau beroperasi dengan lancar proses ini disebabkan oleh tidak bekerjanya pompa, pompa *cylinder oil* bekerja sesuai sensor yang diatur dengan putaran *main engine*, semakin cepat putaran *main engine* sehingga semakin banyak konsumsi oleh *cylinder oil* yang dibutuhkan untuk melumasi *cylinder liner*.

b. Sistem pendingin air tawar *cylinder* kurang maksimal

1) Kotornya *fresh water cooler*

Kotornya *cooler* disebabkan lumpur yang mengendap dan kerang kecil yang menempel pada lubang *cooler* sehingga air laut tidak sepenuhnya masuk melewati lubang tersebut yang menyebabkan proses pendinginan tidak maksimal. Untuk mencegah kebocoran pendingin, maka saat melakukan pemasangan cover FWC, paking harus dalam kondisi yang baik, untuk

menjamin tidak adanya kebocoran maka pada kedua permukaan sisi perapat di olesi dengan pasta perapat.

- 2) Turunnya tekanan pompa air laut,
Turunnya tekanan pompa pendingin air laut menyebabkan proses pendinginan tidak sempurna sebab tekanan yang dihasilkan pompa tidak dapat menjangkau bagian *fresh water cooler*; tekanan pompa turun disebabkan karena rusaknya atau tidak berfungsinya impeller pompa. Bagian dari pompa yang bertanggung jawab untuk menarik dan mendorong air laut melalui pompa. Apabila impeller aus, rusak, atau terbungkus oleh kotoran, dan hal lain yang bisa menghambat kinerjanya, maka kinerjanya tidak optimal yang kemudian akan menurun dan hal ini mengakibatkan menurunnya kinerja tekanan pompa.
- 3) Kotornya *filter sea chest*



Figure 8. Pohon kesalahan *top event* keempat
Source: Dokumen penelitian (2022)

Kotornya *filter sea chest* berdampak pada isapan pompa yang kurang maksimal hal ini disebabkan lubang *filter sea chest* sebagian tertutup sampah dan kerang kecil yang menempel pada *filter* sehingga pompa tidak dapat menghisap air dengan maksimal, kotoranya *filter sea chest* dari kerang dan sampah. Jika pendinginan tidak bekerja secara maksimal maka permasalahan yang dihadapi adalah alarm pendingin *jacket cooling* akan berbunyi. Hal ini disebabkan oleh proses pendinginan tidak maksimal sehingga *temperature* air pendingin akan naik hingga batas alarm, dalam kondisi ini *cylinder liner* tidak mendapatkan atau memperoleh proses pendinginan karena *temperature* pendingin semakin meningkat atau naik sehingga akan berdampak mengalami keretakan karena kondisi permukaan *cylinder* terlalu panas yang disebabkan dari proses atau langkah-langkah pembakaran dan gesekan dengan ring piston.

Tabel 1. Tabel tekanan pompa air laut bekerja normal dan tidak normal

Pompa bekerja secara normal	Pompa bekerja tidak normal
1. <i>Suction S.W pump</i> 1 kg/cm ²	1. <i>Suction S.W pump</i> 1.4 kg/cm ²
2. <i>Discharge S.W pump</i> 2.4 kg/cm ²	2. <i>Discharge S.W pump</i> 1.7 kg/cm ²

c. Keausan pada *cylinder liner*

Penyebab keausan pada *cylinder liner* adalah kualitas bahan pembuat *cylinder liner* dan jam kerja *cylinder liner* yang sudah tinggi, faktor kelelahan bahan *cylinder liner* menyebabkan diameter *bore cylinder liner* mengalami *over size*, sehingga harus dilakukan penggantian *cylinder liner* yang baru supaya menghasilkan proses pembakaran yang sempurna. Toleransi *over size* diameter *cylinder liner main engine* memiliki nilai yaitu + 4 mm dan jika kondisi *cylinder liner* sudah melebihi batas tersebut harus dilakukan penggantian

Tabel 2. tabel pengukuran *cylinder liner*

Pengukuran sebelum retak	Pengukuran setelah retak
Atas 600,40/ 600,36	600,44/ 600,42
Tengah 600,50/ 600,48	600,55/ 600, 51
Bawah 600,18/ 600,10	600,20/ 600,11

d. Adanya air dalam system pembakaran

1) Kebocoran pada air pendingin *cylinder head*

Kebocoran air pendingin pada *cylinder head* akan berdampak fatal pada ruang bakar hal ini disebabkan kedudukan *cylinder head* terhubung langsung dengan *cylinder liner*, kebocoran pendingin ini dipengaruhi oleh *o-ring* penghubung yang sudah tidak kedap, hal ini disebabkan karena faktor jam kerja dan kualitas bahan pembuatan *o-ring* yang kurang maksimal.

Pemilihan kualitas bahan *o-ring* harus dipastikan dengan kualitas yang original dari pabrikan untuk mencegah terjadinya kebocoran air pendingin *cylinder head*, melakukan penggantian *o-ring* yang baru setiap melakukan pembongkaran pada *cylinder head* harus diperhatikan oleh masinis di kapal, keelastisan *o-ring* semakin berkurang disebabkan terkena oleh panas air pendingin dan panas oleh *cylinder head* karena hasil pembakaran.

2) Kualitas bahan bakar yang kurang maksimal

Kualitas bahan bakar yang kurang maksimal juga berpengaruh terhadap adanya air dalam proses pembakaran, hal ini dipengaruhi karena bahan bakar tercampur dengan lumpur dan air sehingga akan ikut terbawa dalam proses pembakaran. Penyebab bahan bakar terdapat air disebabkan kualitas bahan bakar dari bunker SPOB yang banyak mengandung air dan lumpur sehingga sulit untuk memisahkan, tidak bekerjanya purifier secara maksimal sehingga air sulit untuk dipisahkan, perawatan terhadap purifier perlu dilakukan untuk memaksimalkan kualitas bahan bakar.

2. Dampak yang terjadi karena *cylinder liner main engine* retak

a. Pembakaran yang terjadi didalam *cylinder liner* tidak sempurna

Pembakaran tidak sempurna disebabkan oleh kebocoran kompresi. Kompresi mesin tiba-tiba hilang ini biasanya diakibatkan adanya kebocoran pada system kompresi di dalam ruang bakar, hal yang bisa membuat kompresi mesin bocor yaitu kerusakan ring piston.

b. Ruang udara bilas cepat kotor

Dampak yang ditimbulkan bila ruang udara bilas memungkinkan terjadinya kebaran pada ruang bakar, proses ini di sebabkan pada ruang udara bilas (*scaveng box*) terdapat bekas-bekas minyak pelumas *cylinder* yang tidak ikut terbakar serta sedikit kandungan bahan bakar berasal dari pembakaran tidak sempurna sehingga sebagian bahan bakar masuk di ruang udara bilas. Kotornya ruang udara bilas ini berpengaruh terhadap kenaikan temperature pada ruang udara bilas, ruang udara bilas yang normal ketika RPM *main engine* berada dengan putaran 78 sesuai manual book maka ruang udara bilas harus bertemperatur tidak lebih dari 84°C, sebab bila ruang udara bilas bertemperatur tinggi dapat menyebabkan kebakaran di ruang udara bilas.

c. Naiknya *temperature* pendingin air tawar

Naiknya *temperature* pendingin air tawar berdampak terhadap kenaikan pendingin air tawar pada diesel generator, hal ini dikarenakan system pendinginan air tawar di kapal penulis selama melaksanakan praktek dan pengamatan, pendingin air tawar main engine dan pendingin air tawar *diesel* generator menjadi satu line dan

bersirkulasi, sehingga bila air tawar pendingin mengalami *over heat* maka akan berpengaruh terhadap system pendinginan pada *diesel* generator, hal yang terjadi adalah pendingin pada *cylinder head diesel* generator bertemperatur tinggi sehingga dapat menyebabkan *o-ring seal* pada *cylinder head* yang sudah memiliki jam kerja tinggi akan rusak sehingga kebocoran air pendingin akan terjadi.

- d. Viskositas bahan bakar menurun
Penurunan *RPM main engine* pada waktu terjadi masalah pada *main engine* membuat *viskositas* bahan bakar menurun, hal ini disebabkan produksi steam pemanas yang dihasilkan oleh ekonomiser kurang maksimal untuk memanaskan bahan bakar, produksi steam pemanas bahan bakar yang dihasilkan oleh ekonomiser menggunakan media pemanas gas buang *main engine* sehingga selama penurunan *RPM main engine* gas buang yang dihasilkan *main engine* tidak maksimal dalam melakukan pemanasan pada ekonomiser, untuk menjaga produksi steam pemanas bahan bakar selama penurunan *RPM main engine* dilakukan perjalanan pada *auxiliary boiler* supaya *temperature* steam pemanas bahan bakar tetap terpenuhi.
 - e. Tenaga yang dihasilkan *main engine* tidak maksimal
Karena tidak difungsikannya *cylinder* nomor dua membuat tenaga yang dihasilkan *main engine* tidak maksimal, hal ini berdampak pada keterlambatan jam tiba kapal pada pelabuhan bongkar muat barang, sehingga perusahaan mengalami *complain* pada pemilik barang yang disebabkan pengiriman barang yang terlambat. Keterlambatan jam tiba kapal berpengaruh terhadap konsumsi bahan bakar, proses ini tercatat selama melakukan perjalanan konsumsi *diesel generator* yang harusnya sampai dipelabuhan dapat tepat waktu pengurangan konsumsi bahan bakar dapat dikurangi karena perjalanan *diesel generator* cukup dilakukan menggunakan satu generator sebab pemakaian listrik tidak terlalu banyak karena sebagian *container rifer* yang membutuhkan listrik berkurang karena sudah sebagian dibongkar dan penyalan *steering gear* dimatikan maka konsumsi listrik dapat berkurang.
3. Upaya untuk mencegah terjadinya keretakan pada *cylinder liner*
 - a. Melakukan perawatan system pelumasan *cylinder liner*
 - 1) Melakukan pengecekan secara teratur pada apparator *cylinder oil* Karena posisi yang sulit terjangkau untuk melakukan pelepasan pada aparator *cylinder oil* sehingga masinis di kapal kurang memperhatikan perawatan terhadap apparator *cylinder oil*.
 - 2) Melakukan pengecekan terhadap pompa *cylinder oil* Pompa *cylinder oil* berkerja sesuai sensor putaran *main engine* yang terdapat pada roda gila, bila ditemukan pompa *cylinder oil* tidak bekerja sesuai putaran *main engine* maka perlu dilakukan pengecekan terhadap system kelistrikan yang terdapat pada alfa lubricator *cylinder oil*. Pengecekan dapat dilakukan dengan membuka sensor kelistrikan yang terdapat pada roda gila, pastikan sensor dapat bekerja dengan baik
 - b. Memaksimalkan *system* pendinginan pada *cylinder liner*
 - 1) Melakukan perawatan terhadap *fresh water cooler* Perawatan tersebut harus dilakukan ketika *cooler* kurang maksimal dalam mendinginkan air tawar, pendinginan yang optimal harus mampu menurunkan temperature hingga 8°C samapi 10°C setelah air melewati *cooler*.
 - 2) Melakukan perawatan terhadap pompa air laut untuk menjaga tekanan pompa air laut tetep maksimal perlu dilakukan perawatan terhadap pompa air laut tekanan pompa air laut yang maksimal sesuai *instruction manual book* kapal yaitu 2.4 kg/cm², bila diketahui tekanan pompa kurang maksimal dapat dilakukan pembongkaran pada pompa air laut tersebut untuk mengetahui permasalahan yang terjadi, perawatan dilakukan terhadap pengecekan pada bearing, shaft pompa dan impeller pompa sesuai jam kerja yang sudah tinggi

dan mengalami kerusakan. Melakukan penggantian *spare part* yang baru harus dilakukan bila ditemukan permasalahan terhadap *spare part* pompa, untuk perawatan berkala secara teratur perlu dilakukan pemberian grease pada bearing pompa dan shaft pompa.

c. Melakukan perawatan terhadap *cylinder liner*

Upaya ini dilakukan dengan tujuan mengetahui tingkat keausan yang telah terjadi pada diameter *bor cylinder liner*, melakukan pengukuran secara berkala perlu dilakukan untuk mengetahui kerusakan dan keausan pada *cylinder*, untuk mengambil data pengukuran yang benar sesuai prosedur harus dilakukan oleh masinis supaya mengetahui ukuran yang benar, pengukuran diameter *cylinder liner* dilakukan dari pengukuran diameter bagian atas dimulai dari depan dan belakang *cylinder liner*, pengukuran bagian tengah dimulai dari bagian tengah dan belakang *cylinder liner* dan pengukuran diameter bagian bawah dari depan dan belakang *cylinder liner*. Bila kondisi *cylinder liner* hasil pengukuran telah melebihi toleransi yang terdapat pada *manual book* perlu dilakukan penggantian *cylinder liner* yang baru.

d. Meningkatkan kualitas pembakaran

- 1) Menjaga kualitas bahan bakar dari kandungan air dan lumpur perawatan bahan bakar dilakukan dengan cara menjalankan purifier untuk memisahkan air dan lumpur dari kandungan bakar yang terlalu banyak, melakukan penceraan air terhadap tangka harian maupun tangka endapan bahan bakar sebelum bahan bakar digunakan, melakukan pembersihan pada *filter* bahan bakar yang sudah terlalu banyak mengendap kotoran dan lumpur
- 2) Menjaga *viskositas* bahan bakar sebelum digunakan untuk menghasilkan pembakaran yang sempurna perlu memperhatikan *viskositas* bahan bakar sebelum dikonsumsi untuk proses pembakaran, melakukan pembersihan pada heater bahan bakar supaya *system* pemanas dapat bekerja dengan maksimal supaya dapat menghasilkan *temperature* yang digunakan untuk bahan bakar dapat dikonsumsi, melakukan perawatan terhadap *system* produksi uap pemanas bakar dengan melakukan perawatan dan pembersihan pada *auxiliary boiler* dan ekonomiser.

KESIMPULAN

Penyebab retaknya *cylinder liner main engine* nomor dua adalah Pelumasan kurang maksimal (38.6°C) pada *cylinder liner main engine* terjadi disebabkan oleh penyumbatan pada *aparat cylinder oil*, sistem pendingin air tawar *cylinder liner* tidak bekerja dengan maksimal (36.2 °C) disebabkan terjadi penyumbatan pada *fresh water cooler* dan kondisi *sea chest* yang kotor, dan turunya tekanan pompa air laut serta kotornya *filter sea chest* serta keausan pada *cylinder liner* terjadi karena kondisi jam kerja *cylinder liner* yang sudah tinggi. Hal tersebut memberi dampak pada *cylinder line main engine* nomor dua yaitu dengan Ruang udara bilas cepat kotor, Naiknya temperatur pendingin air tawar, *Viskositas* bahan bakar menurun dan Tenaga yang dihasilkan *main engine* tidak maksimal. Sehingga upaya yang dilakukan untuk penanganan kerusakan *cylinder liner main engine* nomor dua adalah melakukan perawatan sistem pelumasan *cylinder liner*, memaksimalkan sistem pendingin pada *cylinder liner* untuk mencegah terjadinya *over heating* pada sistem pendingin *cylinder*, melakukan perawatan terhadap *cylinder liner* dan meningkatkan kualitas pembakaran.

Agar hal tersebut tidak kembali terjadi, sebaiknya dilakukan pengecekan terhadap *aparat cylinder oil* secara berkala untuk memastikan minyak lumas yang keluar, Memaksimalkan sistem pendinginan supaya bekerja secara maksimal maka perlu dilakukan perawatan terhadap *fresh water cooler* dan pembersihan *filter sea chest* yang kotor dan pengukuran secara berkala terhadap *cylinder liner* harus dilakukan untuk mengetahui keausan yang sudah terjadi pada *cylinder liner*.

DAFTAR PUSTAKA

- Irawan, Roy. (2019). *Identifikasi Keretakan Cylinder Liner Main Engine* Di Mv. Oriental Galaxy. Skripsi, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
- Prasetya, A.Y & Tri Kismantoro. (2017). *Penyebab Pecahnya Cylinder Liner Pada Generator Engine Di MT. Martha Option*. Jurnal DINamika Bahari, Vol. 7 (2).
- Sugiyono, P. D. (2016). *Metode Penelitian. Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.