



“IDENTIFIKASI KEBAKARAN PADA *SCAVENGING AIR CHAMBER* MESIN DIESEL INDUK MV. SRI WANDARI INDAH ”

SKRIPSI

**Untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Pelayaran pada
Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang**

Oleh:

I MADE ANGGI JULIANTO

551811236890 T

PROGRAM STUDI TEKNIKA DIPLOMA IV

POLITEKNIK ILMU PELAYARAN

SEMARANG

2023

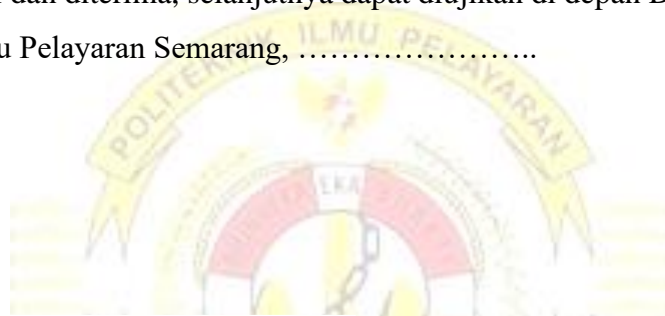
HALAMAN PERSETUJUAN

**IDENTIFIKASI KEBAKARAN PADA *SCAVENGING AIR CHAMBER*
PADA MESIN DIESEL INDUK MV. SRI WANDARI INDAH**

DISUSUN OLEH:

I MADE ANGGI JULIANTO
NIT. 551811236890 T

Telah disetujui dan diterima, selanjutnya dapat diujikan di depan Dewan Penguji
Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang,



Dosen Pembimbing I

Materi

Dr. A AGUS TJAHOJONO, M.M., M.Mar. E
Pembina Utama Muda IV/c
NIP. 197106201999031001

Dosen Pembimbing II

Metodologi dan penulisan

FEBRIA SURJAMAN, MT, M.Mar.E

Penata Muda Tk. I (III/b)

NIP. 19730208 199303 1 002

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknika

H.AMAD NARTO, M.Pd, M.Mar.E
Pembina (IV/a)
NIP. 19641212 199808 1 001

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul “Identifikasi Kebakaran Pada *Scavenging Air Chamber* Mesin Diesel Induk MV.SRI WANDARI INDAH” karya,

Nama : I Made Anggi Julianto

NIT : 551811236890 T

Program Studi : Teknika

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Penguji Skripsi Prodi Teknika, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang pada hari, tanggal.....

Semarang,

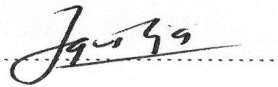
Panitia Ujian

Penguji I,



AMAD NARTO, M.Pd,
M.Mar.E
Pembina Tk. I (IV/a)
NIP. 19641212 199808 1 001

Penguji II,



Dr. A AGUS TJAHJONO,
M.M., M.Mar. E
Pembina Utama Muda IV/c
NIP. 197106201999031001

Penguji III,



PURWANTONO, S.Psi, M.Pd.
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 19661015 199703 1 002

Mengetahui

Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang

Capt. DIAN WAHDIANA, MM
Pembina Tk. I (IV/b)
NIP. 19700711 199803 1 003

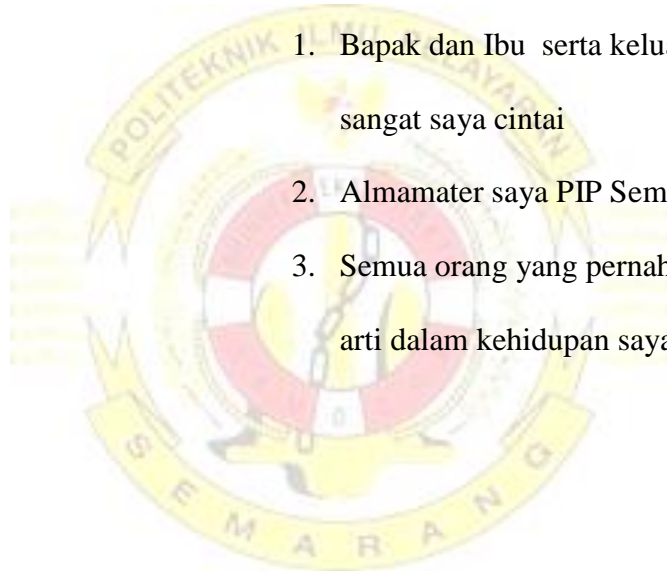
MOTO DAN PERSEMBAHAN

"Sirno Dalanne Pati, Nursifat, Akeh Tanpo Kebek."

“Kesuksesan tercipta karena dua faktor, yaitu Kesiapan dan Kesempatan.”

Persembahan:

1. Bapak dan Ibu serta keluarga yang sangat saya cintai
2. Almamater saya PIP Semarang
3. Semua orang yang pernah memberi arti dalam kehidupan saya



PRAKATA

Puji syukur saya panjatkan kehadapan Tuhan Yang Maha ESA, segala puji syukurnya saya diberikan kesempatan untuk menempuh pendidikan di Politeknik Ilmu Pelayaran (PIP) Semarang dan menyelesaikan tugas skripsi ini, Tuhan yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang atas segala rahmat dan hidayah-Nya yang telah dilimpahkan kepada hamba-Nya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Skripsi ini mengambil judul “**Identifikasi Kebakaran Pada Scavenging Air Chamber Mesin Diesel Induk MV. SRI WANDARI INDAH**” yang terselesaikan berdasarkan data-data yang diperoleh dari hasil penelitian selama 13 bulan 14 hari praktek di laut di perusahaan PT. Karya Sumber Energy (KSE)

Dalam usaha menyelesaikan Penulisan Skripsi ini, dengan penuh rasa hormat Penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada pihak-pihak yang telah memberikan bimbingan, dorongan, bantuan serta petunjuk yang berarti. Untuk itu kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada yang terhormat:

1. Bapak Capt. Dian Wahdiana, MM, selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
2. Bapak Amad Narto, M.Pd., M.Mar.E selaku Ketua Program Studi Teknika Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
3. Bapak Dr. A Agus Tjahjono, M.M., M.Mar. E selaku Dosen Pembimbing Materi Skripsi atas arahan dan bimbingannya.

4. Bapak Febria Surjaman, M.T., M.Mar. E, selaku Dosen Pembimbing Metodologi Penelitian dan Penulisan atas arahan dan bimbingannya.
5. Seluruh dosen di PIP Semarang yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan yang sangat bermanfaat dalam membantu proses penyusunan skripsi ini.
6. Ayah dan Ibu serta keluarga tercinta yang selalu memberikan dukungan, motivasi dan doa.
7. Perusahaan PT. Karya Sumber Energy dan seluruh kru kapal MV. Sri Wandari Indah yang telah memberikan saya kesempatan untuk melakukan penelitian dan praktek laut serta memberikan banyak ilmu pengetahuan
8. Semua pihak yang telah membantu penulisan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Akhirnya, dengan segala kerendahan hati penulis menyadari masih banyak terdapat kekurangan, sehingga penulis mengharapkan adanya saran dan kritik yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini. Akhir kata, penulis berharap agar penelitian ini bermanfaat bagi seluruh pembaca.

Semarang

Penulis

I MADE ANGGI JULIANTO
NIT. 551811236890 T

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN MOTTO	v
HALAMAN PRAKATA	vi
ABTRAKSI.....	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Fokus Penelitian	4
C. Rumusan Masalah	5
D. Tujuan Penelitian.....	5
E. Manfaat Penelitian.....	6
BAB II KAJIAN TEORI	
A. Deskripsi Teori.....	8
B. Kerangka Penelitian	21

BAB III METODE PENELITIAN

A. Metode Penelitian.....	24
B. Tempat Penelitian.....	25
C. Sampel Sumber Data.....	26
D. Teknik Pengumpulan Data.....	28
E. Instrumen Penelitian.....	30
F. Teknik Analisis Data.....	31
G. Pengujian Keabsahan Data.....	41

BAB IV HASIL PENELITIAN

A. Gambar konteks Penelitian	43
B. Deskripsi Data.....	50
C. Temuan.....	52
D. Pembahasan Hasil Penelitian	58

BAB V SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan	68
B. Keterbatasan Penelitian	69
C. Saran.....	69

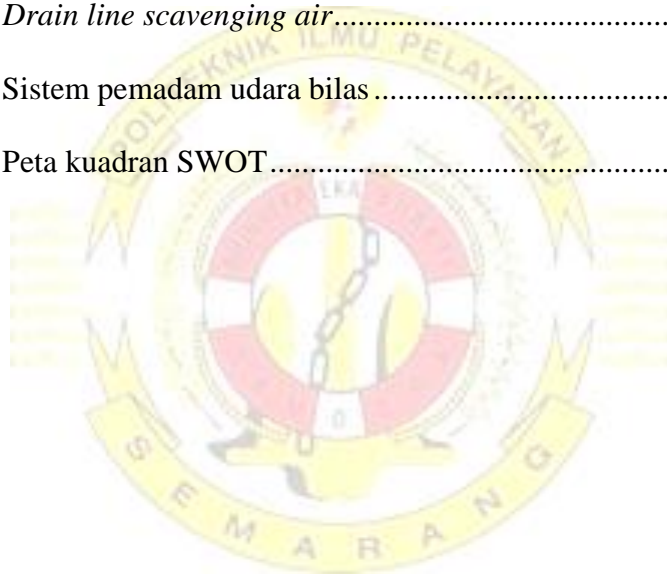
DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

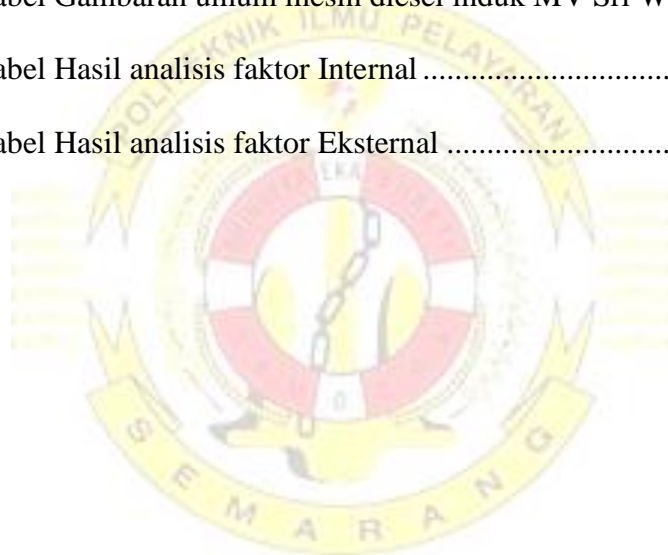
DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Sistem pembilasan mesin diesel induk 2 langkah	11
Gambar 2.2	Media pemadam kebakaran pada ruang udara bilas.....	19
Gambar 2.3	Kerangka Penelitian	21
Gambar 3.1	Diagram SWOT.....	38
Gambar 4.1	Sistem pemasukan udara bilas.....	44
Gambar 4.2	Gambar <i>Turbocharger</i>	45
Gambar 4.3	<i>Drain line scavenging air</i>	48
Gambar 4.4	Sistem pemadam udara bilas	49
Gambar 4.5	Peta kuadran SWOT.....	58



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Tabel Faktor Internal.....	32
Tabel 3.2	Tabel Faktor Eksternal.....	32
Tabel 3.3	Tabel Matriks <i>Strength, Weakness, Opportunities, Threats</i> (SWOT)	33
Tabel 3.4	Tabel Faktor <i>Eksternal factor analysis strategy</i> (EFAS).....	36
Tabel 3.5	Tabel Faktor <i>Internal factor analysis strategy</i> (IFAS).....	38
Tabel 3.6	Tabel pemberian bobot faktor internal dan eksternal.....	39
Tabel 4.1	Gambaran umum kapal peneliti	51
Tabel 4.2	Tabel Gambaran umum mesin diesel induk MV Sri Wandari Indah.	52
Tabel 4.3	Tabel Hasil analisis faktor Internal	56
Tabel 4.4	Tabel Hasil analisis faktor Eksternal	56



DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Hasil wawancara dengan *Chief Engineer*
- Lampiran 2 Lampiran Kuisisioner
- Lampiran 3 Lampiran *sign on* dan *sign off latter*
- Lampiran 4 Lampiran surat ijin berlayar
- Lampiran 5 Lampiran gambar pengecekan *piston ring* mesin diesel induk
- Lampiran 6 Lampiran gambar pembersihan jelaga atau kotoran pada ruang udara bilas
- Lampiran 7 Lampiran gambar pembersihan *piston ring* mesin diesel induk
- Lampiran 8 Lampiran gambar jelaga atau kotoran
- Lampiran 9 *Ship particulars*
- Lampiran 10 *Crew list*
- Lampiran 11 *M/E Piston & liner Measurement Table*
- Lampiran 12 Lampiran permintaan suku cadang
- Lampiran 13 Lampiran *alarm* pada layar *monitor engine control room*
- Lampiran 14 Lampiran *Log Book*/Buku Jurnal mesin

ABSTRAKSI

I Made Anggi Julianto, NIT. 551811236890. T, 2023 “*Identifikasi Kebakaran Pada Scavenging Air Chamber Mesin Diesel Induk MV. Sri Wandari Indah*”, Program Diploma IV, Teknika, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, Pembimbing I: Dr.A. Agus Tjahjono, M.M., M.Mar.E dan Pembimbing II. Febria Surjaman, M.T.,M.Mar.E

Sejumlah metode pembilasan yang berbeda digunakan di mesin dua langkah. Dalam setiap udara baru yang masuk sebagai udara pemasukan awal yang diawali dengan gerakan piston menuju ke titik mati bawah hingga saat posisi piston mencapai titik mati atas kembali. Aliran udara bilas yang masuk ditentukan oleh disain mesin dan sistem pembuangan gas tersebut. Masalah dalam penelitian ini adalah faktor yang mempengaruhi kebakaran di ruang udara bilas Mesin Induk, penyebab kebakaran di ruang udara bilas Mesin Induk, upaya mengatasi kebakaran di ruang udara bilas Mesin Induk.

Metode yang digunakan oleh Penulis adalah metode SWOT, Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penyebab terjadinya kebakaran pada *scavenging air chamber* atau lorong udara bilas mesin diesel induk MV(Kapal Motor) Sri Wandari Indah menggunakan metode SWOT (*Strenght, Weakness, Oppotunity, dan Threat*) untuk merumuskan strategi yang tepat dalam mengoptimalkan kinerja dari mesin diesel induk, dalam penelitian ini data diperoleh dari kuisioner dengan metode pengumpulan data secara acak. Berdasarkan penelitian, strategi agresif dapat dilakukan melalui 1). Pengecekan secara berkala pada lorong udara bilas dan melaksanakan pergantian suku cadang pada komponen *oil scrapeer stuffing box* dan, 2). Melaksanakan *docking* tahunan dan memastikan suku cadang yang dipakai sesuai standar dari *instruction manual book*.

Hasil penelitian, menunjukkan terjadinya kebakaran pada ruang udara bilas Mesin Induk disebabkan oleh beberapa faktor antara lain faktor mesin yang timbul akibat dari kurangnya perawatan terhadap Mesin Diesel Induk sehingga menyebabkan permasalahan pada sistem pembilasan Mesin Diesel Induk. Akibat dari menumpuknya jumlah jelaga dan juga kebocoran kompresi akibat *ring piston* yang rusak, Saran yang dapat diberikan adalah untuk meningkatkan perawatan pada sistem pembilasan sesuai dengan *instruction manual book* dan melaksanakan perawatan terencana pada pesawat bantu dan komponen pendukung lain agar tidak terjadi kerusakan yang fatal pada Mesin Diesel Induk (*main engine*), akibat dari terjadinya kebakaran pada ruang udara bilas Mesin Diesel Induk.

Kata kunci: Mesin Diesel Induk, sistem udara bilas Mesin Diesel Induk, kebakaran pada lorong udara bilas, metode SWOT

ABSTRACT

I Made Anggi Julianto, NIT 551811236890. T, 2023 “ *Identification of The Fire in Scavenging Air Chamber at Main Diesel Engine MV. Sri Wandari Indah*”, Diploma IV, Teknika, Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, Preceptor I: Dr. A Agus Tjahjono, M.M., M.Mar.E and Preceptor II: Febria Surjaman, M.T., M.Mar.E

A number of different scavenging air methods are in used in slow speed two stroke engines. In each the fresh air enters as the inlet port is opened by the downward movement of the piston and continues until the port is closed by the port shape and design and the exhaust arrangements. Formulation of the problem in this study is the factors that fire in scavenging air chamber Main Diesel Engine, cause of fire in scavenging air chamber, and how to overcome to fire in scavenging air chamber in Main Diesel Engine.

The method used by researchers is the SWOT method. This study aims to analyze the cause of fires in the scavenging air chamber or scavenge air hallway of the Main Diesel Engine MV (Motor Vessel). Sri Wandari Indah using the SWOT (Strength, Weakness, Opportunity, and Threat) method to formulate the right strategy in optimizing the performance of the Main Diesel Engine. In this study data were obtained from questionnaires with random data collection methods. Based on research, an aggressive strategy can be carried out through 1). Periodically checking the Scavenging air Chamber and replacing spare parts on the components of the oil scraper stuffing box, and 2). Carry out annual docking and ensure spare parts are used according to the standards of the instruction manual book.

The results showed that the occurrence of a fire in the Main Diesel Engine scavenging air chamber was caused by several factors, including engine factors that arise due to lack of maintenance on the Main Diesel Engine causing problems in the Main Diesel Engine. Engine flushing system. Due to the accumulated of dirt and blowby due to damage to the piston rings. Advice that can be given is to improve maintenance on the flushing system in accordance with the instruction manual and carry out planned maintenance on auxiliary machinery and other supporting components so, that fatal damage does not occur to Main Diesel Engine, as a result of a fire in the scavenging air chamber.

Keywords: Main Diesel Engine, scavenging air system, Fire in The Scavenging Air Chamber, SWOT Method.

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Perkembangan perekonomian global pada sektor maritim suatu negara sangatlah penting di era globalisasi saat ini. Dengan seiringnya perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, dunia maritim mengalami pertumbuhan yang semakin pesat dan didukung dengan persaingan jasa dalam angkutan laut. Perdagangan maritim merupakan komponen perdagangan internasional yang penting dan berkembang, dengan lebih dari 90% barang dunia diangkut dengan kapal laut besar (Chuahy et al., 2022). *Port state control* (PSC) bertugas untuk memeriksa kapal asing di pelabuhan nasional yang membantu menghilangkan perdagangan kapal di bawah standar dari laut global dan memastikan bahwa tidak ada kapal yang mengancam keselamatan maritim dan lingkungan laut (Chuah et al., 2022). Badan keselamatan Maritim Eropa menyediakan berbagai layanan untuk memastikan bahwa negara – negara pesisir merespons dengan cepat dan efektif terhadap polusi laut dari kapal, fasilitas minyak dan gas (Ucak., 2021). Dengan berkembangnya transportasi laut, teknologi kapal memegang peranan penting dalam pembangunan ekonomi (Qu et al., 2021). Dalam pengoperasian kapal laut, sangat dibutuhkan dukungan dari awak kapal khususnya dibidang mesin yang berkompeten dan mahir dalam operasi pelayaran dalam kondisi cuaca yang mendukung maupun dalam kondisi cuaca yang kurang mendukung. Untuk mengantisipasi adanya permasalahan yang ditimbulkan dari kurangnya perawatan dari permesinan utama dan bantu, diperlukan adanya perawatan berkala maupun perawatan perbaikan secara

berkala yang bertujuan untuk kelancaran suatu operasi pelayaran. *Merine Diesel Engine* (MDE) *two stroke* biasanya ditentukan untuk digunakan sebagai pembangkit di antara kapal barang besar yang berlayar di lautan karena memiliki banyak keunggulan, seperti kinerja mesin yang tinggi, keandalan yang baik, penggunaan bahan bakar berkualitas rendah (Li et al., 2022). Mesin diesel dicirikan oleh efisiensi termal yang tinggi dan menghasilkan daya yang besar, dan memiliki peranan yang sangat dibutuhkan di era globalisasi saat ini (Lan et al., 2020). Mesin diesel *crosshead* dengan siklus kerja dua langkah telah menjadi penggerak utama yang disukai untuk kapal dagang besar yang berlayar di laut (Jayakumar et al., 2017).

Di era sekarang ini hampir semua produsen kapal atau galangan kapal niaga mengaplikasikan *two stroke marine diesel engine* atau Mesin Diesel penggerak utama dengan siklus kerja dua langkah dengan putaran rendah. Sebagai tenaga penggerak utama kapal atau sering disebut dengan *main engine*. Pada kapal MV. Sri Wandari Indah yang mana mempunyai karakteristik utama dari mesin diesel penggerak utama dengan seri 6S60MC yang di usung oleh pabrikan MITSUI MAN B&W. Mesin diesel laut berkecepatan rendah beroperasi pada kecepatan putaran lebih rendah dari 300 RPM dan memiliki sistem pemandu *slipper crosshead* yang memungkinkannya menanggung gaya dorong yang sangat besar (Li et al., 2020). Pada umumnya Mesin Diesel penggerak utama yang sumber dari tenaganya yang dihasilkan oleh bahan bakar dan kompresi sebagai pembangkit dari suatu tenaga melalui proses pembakaran didalam mesin, diperlukan perawatan berkala maupun perawatan perbaikan secara

berkala agar suatu permesinan dapat beroperasi dengan baik. Dengan keunggulan efisiensi dan daya termal yang tinggi, mesin diesel dua langkah berkecepatan rendah banyak digunakan di kapal besar (Jiao et al., 2021). Dalam dekade terakhir, n-butanol yang diperoleh dari sisa bahan baku lignoselulosa menyediakan sumber energi ramah lingkungan yang menjanjikan dan berkelanjutan untuk mesin diesel (Tipanluisa et al., 2022).

Sistem alarm kebakaran adalah sistem yang mencakup perangkat sinyal-alarm yang secara otomatis mendeteksi dan mengkomunikasikan informasi kebakaran (Gupta et al., 2022). Untuk menghindari terjadinya permasalahan kebakaran pada *scavenging air chamber* pada Mesin Diesel Utama yang dapat menghambat operasional kapal maka dari itu, perlu perawatan secara berkala dan perawatan perbaikan secara berkala.

Sesuai dengan pencipta dari motor diesel yaitu Rudolf Diesel di era tahun (1859-1913) memerlukan udara yang cukup dalam suatu proses pembakaran yang akan dikompresikan kedalam *cylinder* dengan bantuan dorongan dari *piston*, dalam suatu proses pembakaran bahan bakar yang disemprotkan secara halus melalui lubang – lubang dari *nozzle* bahan bakar dan bercampur dengan udara panas yang telah dimampatkan , akibat dari adanya langkah kompresi akan bercampur dengan baik pada akhir langkah kompresi. Motor Diesel sering juga disebut dengan istilah “kompresi udara”

Mesin Diesel Penggerak Utama atau sering juga disebut dengan istilah *Main Engine* merupakan suatu permesinan yang mendukung peranan dalam

operasional kapal dengan memiliki tujuan sebagai permesinan yang terhubung dengan baling-baling kapal atau juga disebut *propeller* melalui *propeller shaft* yang bertujuan untuk memberikan daya dorong kedepan atau kebelakang. *Mesin diesel Engine* (MDE) biasanya ditentukan untuk digunakan sebagai pembangkit tenaga di antara kapal kargo besar karena memiliki banyak keunggulan, seperti performa mesin yang tinggi, keandalan yang baik, dan penggunaan bahan bakar berkualitas rendah (Li et al., 2022) Untuk mendapatkan hasil kinerja dari Mesin Diesel Utama yang optimal dan berdasarkan pengalaman yang di dapat peneliti pada saat terjadinya permasalahan, pada kejadian tersebut peneliti tertarik untuk mengangkat kejadian tersebut sebagai bahan penelitian dengan judul “Identifikasi kebakaran pada *scavenging air chamber* Mesin Diesel Induk MV. Sri Wandari Indah”

B. Fokus penelitian

Meninjau dari luasnya permasalahan yang ada di kapal yang dapat dikaji dan adanya keterbatasan dari pengetahuan peneliti maka dari itu peneliti memfokuskan penelitian identifikasi kebakaran pada *scavenging air chamber* mesin diesel induk MV. Sri Wandari Indah.

Maka dari itu peneliti memberikan batasan – batasan permasalahan yang terjadi di atas kapal tempat peneliti melaksanakan praktek laut, dari memberikan batasan permasalahan tersebut yang bertujuan agar tidak terjadinya kesalahpahaman dan perbedaan sudut pandang dalam pembahasan penelitian ini. Gambaran umum dari mesin diesel penggerak utama MV. Sri Wandari Indah adalah sebagai berikut: *Type / maker* MITSUI MAN B&W

6S60MC (Mark-III) – 1 set, MCR 9340 KW (12.700 PS) x 95.9 RPM, NSR
7934 KW (10.800 PS) x 90.8 RPM.

C. Rumusan masalah

Berdasarkan dari latar belakang permasalahan yang dipaparkan peneliti di bagian latar belakan permasalahan, dari melaksanakan praktek laut di MV. Sri Wandari Indah, maka peneliti dapat mengambil rumusan masalah untuk penulisan skripsi dan dapat ditemukan upaya apa saja yang dapat dilakukan untuk mengatasi faktor kebakaran yang terjadi pada *scavenging air chamber* Mesin Diesel Induk, adapun rumusan masalah yang diangkat peneliti dalam melakukan penelitian tentang identifikasi kebakaran pada *scavenging air chamber*, antara lain :

1. Faktor apakah yang menyebabkan timbulnya kebakaran pada *scavenging air chamber* Mesin Diesel Induk MV. Sri Wandari Indah?
2. Dampak apa yang ditimbulkan dari kebakaran di *scavenging air chamber* Mesin Diesel Induk MV. Sri Wandari Indah?
3. Bagaimana upaya untuk mengatasi kebakaran di *scavenging air chamber* Mesin Diesel Induk MV. Sri Wandari Indah?

D. Tujuan penelitian

Tujuan dilakukakannya penelitian tentang identifikasi kebakaran pada *scavenging air chamber* mesin diesel induk MV. Sri Wandari Indah

1. Untuk menganalisis faktor-faktor yang mengakibatkan kebakaran di *scavenging air chamber* Mesin Diesel Induk

2. Untuk menganalisis dampak yang di timbulkan akibat dari faktor-faktor kebakaran di *scavenging air chamber* Mesin Diesel Induk
3. Untuk menganalisis upaya mengatasi kebakaran pada *scavenging air chamber* mesin diesel induk dan cara untuk mengatasi dampak yang ditimbulkan dari faktor tersebut

E. Manfaat hasil penelitian

Peneliti mengharapkan didalam penelitian ini memiliki manfaat yang sangat luas bagi:

1. Bagi penulis

Adapun dalam penulisan ini mempunyai tujuan untuk memenuhi salah satu persyaratan kelulusan jenjang pendidikan Diploma IV untuk meraih gelar Sarjana Sains Terapan Pelayaran di bidang Teknika

2. Bagi pembaca

Menambah wawasan serta pengetahuan dan pengembangan pemikiran tentang Mesin Diesel penggerak utama khususnya mengenai identifikasi kebakaran pada *scavenging air chamber* Mesin Diesel Induk agar pembaca mengetahui faktor permasalahan, dampak yang ditimbulkan serta upaya dalam menangani permasalahan atau mengatasi dari faktor tersebut

3. Bagi perusahaan

Sebagai bahan pertimbangan dan referensi untuk menangani permasalahan yang sama nantinya di atas kapal

4. Bagi institusi

Menambah wawasan serta ilmu pengetahuan dasar bagi calon Taruna yang akan melaksanakan praktek layar sehingga akan memberikan gambaran salah satu permasalahan dari Mesin Diesel penggerak utama dan beserta faktor-faktor penyebab terjadinya permasalahan dan dampak yang ditimbulkan dari faktor tersebut serta upaya dalam penanganan permasalahan Mesin Diesel penggerak utama



BAB II KAJIAN TEORI

A. Deskripsi Teori

Pada deskripsi teori ini, penulis memaparkan tentang teori-teori dasar mesin diesel putaran rendah atau juga disebut *low speed diesel engine*, udara pembilas di dalam mesin diesel putaran rendah, konstruksi dari *scavenging air chamber*, sistem alarm pada ruang udara bilas dan media untuk memadamkan kebakaran yang terjadi pada lorong udara bilas mesin diesel induk.

1. Mesin Diesel Penggerak Utama

Penemu dari mesin diesel yaitu Rudolf diesel di era tahun (1859-1913) dibutuhkan udara untuk proses pembakaran dengan cara di mampatkan atau di kompresikan di dalam *cylinder* dengan dorongan dari piston, dengan proses pembakaran yang sempurna akan menghasilkan daya dari mesin diesel yang sangat optimal, mesin diesel sering juga disebut dengan mesin kompresi udara. Sistem pemandu *slipper crosshead*, yang menghasilkan gaya dorong yang signifikan, merupakan pasangan gesekan penting dalam mesin diesel laut kecepatan rendah (Li et al., 2020). Selama bertahun-tahun, mesin diesel *crosshead* dua langkah telah menjadi penggerak utama yang disukai untuk kapal dagang besar yang mengarungi lautan (Jayakumar et al., 2016). Mesin bahan bakar ganda dengan siklus kerja dua langkah dengan lubang diameter *cylinder liner* yang besar dan kecepatan rendah telah menjadi kebutuhan mendesak untuk mengatasi krisis energi dan mengurangi emisi (Zhu et al., 2020).

Mesin kapal dengan siklus kerja 2 langkah atau 2 tak pertama kali diperkenalkan di tahun 1905. Pada suatu waktu mesin-mesin putaran lambat lebih disukai karena mampu membakar bahan bakar residu dengan kekentalan yang tinggi (Chell, 1999: 11). Dengan undang – undang emisi yang ketat untuk mesin diesel laut, laju resirkulasi gas buang (*EGR*) yang lebih tinggi digunakan untuk mengurangi *NO*. Namun, laju *EGR* yang tinggi menurunkan konsumsi bahan bakar *brake specific fuel consumption* oleh karena itu, pola *EGR* yang sesuai sangat penting untuk menyeimbangkan *NO*, dan *BFSC* (Tang et al., 2021). Salah satu pendekatan untuk menurunkan emisi dan meningkatkan efisiensi mesin pembakaran adalah dengan mengurangi kerugian gesekan, terutama antarmuka antara *ring piston* dan *cylinder liner* (Michelberger et al., 2021). Untuk mesin diesel dengan siklus kerja 2 langkah, batas torsi/kecepatan terutama dibatasi oleh beban termal mesin pada kecepatan mesin rendah dan beban mekanis pada kecepatan tinggi, meskipun beban mekanis jarang terlampaui (Sui et al., 2021). Pelapis penghalang termal dalam silinder mengurangi kehilangan perpindahan panas dan meningkatkan efisiensi termal (Yan et al., 2021). Dengan keunggulan efisiensi dan daya termal yang tinggi, mesin diesel dua langkah berkecepatan rendah banyak digunakan di kapal besar (Liu et al., 2021). Deformasi termal dari *cylinder liner* dan efek temperatur – viskositas dari minyak pelumas adalah dua efek termal umum yang berdampak pada sifat pelumasan pasangan tribology *piston – ring – liner* (Jiao et al., 2021).

Bagian dari siklus mesin pembakaran dalam adalah pasokan udara bilas dan pembuangan gas buang. Ini adalah proses penukaran gas. Pada mesin diesel dua langkah, sebuah *blower* tambahan yang digerakan secara *electric*, biasanya disediakan karena *turboblower* yang digerakan oleh gas buang tidak dapat menyediakan udara yang cukup pada kecepatan mesin yang rendah, dan udara bertekanan biasanya didinginkan untuk meningkatkan densitas udara muatan (Taylor, 2003: 17).

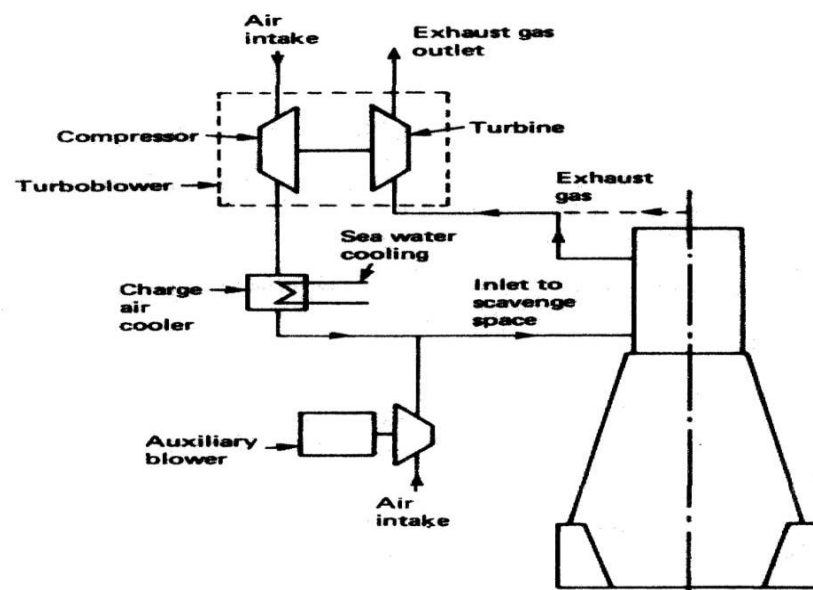
2. Udara bilas atau *scavenging air chamber* pada mesin diesel

Proses pengisian atau pertukaran gas termasuk memasukkan gas baru dan melepasnya gas buang. Ini dicapai dengan piston atau *blower* dalam mesin dengan siklus kerja dua langkah dan empat langkah (Verlag, 2009: 71). Proses *scavenging* sangat penting dari pengoperasian mesin diesel dua langkah putaran rendah, efisiensinya mempengaruhi kinerja dari tenaga mesin diesel tersebut (Sencic et al., 2022).

Sistem pembilasan mesin diesel penggerak utama dengan siklus kerja dua langkah dengan putaran rendah, mengutip dari pendapat (Taylor, 2003:17) proses pengisian udara baru yang efisien adalah suatu proses yang cukup penting dalam proses pembilasan guna memastikan terpenuhinya kiriman udara baru pada mesin diesel penggerak utama, untuk melakukan proses pembakaran yang sempurna, dalam suatu proses pembilasan atau sering juga disebut dengan *scavenging* terjadi pertukaran udara atau *gas exchange* yang mana sisa udara dari gas buang hasil dari proses pembakaran akan digantikan dengan udara baru untuk melakukan proses pembakaran

selanjutnya. Pada putaran mesin yang berbeda, perubahan proporsi tiap sub-tahapan proses pembilasan dengan lebar lubang pembilasan yang berbeda pada dasarnya sama, dibawah kondisi beban yang berbeda, perubahan proporsi setiap fase proses pembilasan dengan lebar lubang pembilasan yang berbeda pada dasarnya sama (Liu et al., 2019).

Mesin Diesel dengan daya besar putaran rendah yang memiliki siklus kerja dua langkah pada dasarnya memiliki efisiensi volumetrik yang lebih besar bila dibandingkan dengan mesin diesel putaran tinggi yang memiliki siklus kerja empat langkah, oleh karena itu mesin diesel yang dengan kapasitas besar rata-rata menggunakan siklus kerja dua langkah. Proses yang sangat penting dalam pengoperasian mesin diesel penggerak utama dengan siklus kerja dua langkah adalah proses pembilasan, dikarenakan proses pembilasan sangat menentukan proses pembakaran yang sempurna dari mesin diesel dalam siklus kerja selanjutnya.



Gambar 2.1 sistem pembilasan mesin diesel induk 2 langkah

Sumber: *Ebook Introduction marine engineer*, Taylor, 2013

Konstruksi untuk ruang udara pembilas pada mesin diesel dimana pelat kontrol dipasang di dekat saluran masuk udara pembilas untuk menghubungkan ruang udara pembilas tersebut untuk setiap silinder, yang mana saluran pembuangan tersebut menghadap ke batang pembuangan untuk membuat kecepatan aliran udara pembilas masuk, yang mengalir ke saluran udara pembilas tersebut seragam dalam arah melingkar dari *cylinder liner*. Perubahan tekanan udara bilas berpengaruh signifikan terhadap kondisi pergerakan *piston* dan kondisi pertukaran gas didalam silinder (Yuan et al., 2022).

Sistem udara bilas di kapal didapatkan dari kompressor *turbocharger* menyedot udara dari kamar mesin, melalui filter udara dan udara terkompresi didinginkan oleh pendingin udara bilas, pendingin udara bilas dilengkapi dengan penangkap kabut air kondensat yang mencegah air yang dibawa oleh udara bilas. Pengontrolan udara bilas telah diakui sebagai pendekatan praktis untuk mengoptimalkan kinerja mesin disel dengan siklus kerja dua langkah di bawah kondisi *off-design* (Zhu et al., 2020).

Pada umumnya pembilasan yang sering digunakan dalam mesin diesel penggerak utama dengan siklus kerja dua langkah modern antara lain (Taylor, 2002:19):

a. *Cross scavenging* (pembilasan melintang)

Dalam metode ini *piston* terlebih dahulu membuka *exhaust port* dengan melipatkan tekanan, pada saat *piston* berada di Titik Mati Bawah

(TMB) maka *piston membuka* lubang bilas dan memulai memasukan udara bertekanan yang diarahkan ke atas sehingga mendorong keluar gas buang melalui lubang buang, setelah melampaui TMB torak terlebih dahulu menutupi lubang bilas dan segera setelah itu menutup lubang buang. Saat lubang buang tertutup setelah lubang bilas akan menimbulkan sebagian dari udara pengisian hilang dari silinder, ini merupakan kerugian dari skema pembilasan melintang tersebut.

Katup searah yang terpasang pada lubang bilas pada beberapa mesin diesel besar berkecepatan rendah meningkatkan skema pembilasan melintang dengan menaikkan lubang bilas ke ketinggian yang sama dengan lubang pembuangan atau bahkan lebih tinggi. Untuk mencegah gas buang masuk kembali ke penerima udara bilas, katup membuka lubang udara bilas secara serempak sebelum lubang udara bilas. Ketika tekanan di dalam silinder turun dibawah tekanan di penerima udara, tekanan penerima udara membuka katup satu arah, memungkinkan udara bilas masuk ke sistem. Pembilasan berlanjut hingga *piston* menutup lubang udara bilas dan pembuangan.

b. Pembilasan memutar (*round scavenging*)

Pembilasan memutar ini sangat mirip dengan pembilasan melintang dalam urutan pembukaan lubang, tetapi arah aliran udara berbeda. Keuntungannya adalah keseluruhan penerima udara bilas dan penerima gas buang terletak pada sisi yang sama dari silinder sehingga lebih mudah dicapai. Skema ini sesuai untuk mesin kerja ganda dimana

disempurnakan dengan memasang katup buang putar. Selama pelepasan gas buang maka katup terbuka tetapi katup ini akan tertutup jika torak menutupi lubang bilas pada langkah balik.

Dengan pengaturan ini, pengisian udara dapat dilepaskan pada awal langkah kompresi saat lubang buang ditutup oleh *piston* dan terbuka. Jika *piston* menutupi saluran keluar udara bilas pada langkah balik, lubang pembuangan akan ditutup oleh *piston* katup putar dan katup ini akan tetap tertutup hingga proses pembilasan berikutnya.

c. Pembilasan memanjang (*uniflow scavenging*)

Hampir semua mesin diesel putaran rendah dengan siklus dua langkah menggunakan sistem pembilasan memanjang, pada proses siklus dua langkah ini pembilasan terjadi dengan bantuan *turbocharger* yang digerakan oleh turbin yang energinya diambil dari gas buang (*exhaust gas*). Penggunaan *turbocharger* dimaksudkan untuk meningkatkan volume udara yang masuk dalam silinder akibat dari dikompresinya udara oleh *turbocharger*, suhu atau *temperature* udara akan sedikit naik dan akan menurunkan masa jenis udara itu sendiri, akibatnya efisiensi volumetriknya hanya meningkat sedikit.

Kepadatan udara dapat dinaikkan sekali lagi dengan menambahkan sistem pendinginan di belakang *turbocharger*, yang akan meningkatkan efisiensi volumetrik meningkat lagi. Karena aliran udara pembilasan lurus, efisiensi pembilasan juga akan mendorong gas sisa pembakaran yang belum keluar melalui katup buang di kepala silinder langsung ke

atas silinder. Potensi turbolensi udara akan berkurang dengan aliran udara pembilas lurus, begitu juga dengan pencampuran udara pembilas dengan sisa gas pembakaran. Pembilasan udara yang lebih baik juga akan meningkatkan kualitas pembakaran, menghasilkan peningkatan tekanan efektif rata – rata dan langkah kerja mesin yang lebih baik secara keseluruhan.

d. Pembilasan membalik (*loop scavenging*)

Pembilasan membalik adalah pembilasan dimana jalannya udara bilas membalik kearah masuknya udara bilas untuk mendorong gas buang. Lubang-lubang bilas dibawah dan lubang buang di atasnya. Gas buang dari seluruh silinder dialirkan ke sebuah saluran gas buang bersama yang lebar. Denyut tekanan didalam aliran gas akan diratakan sehingga gas dengan tekanan yang hampir rata akan mengalir ke dalam turbin yang dihubungkan pada aliran tersebut. Energi yang tersedia dalam gas oleh pusran dirubah kedalam panas sehingga untuk sebagian besar akan hilang dalam perubahan usaha di dalam turbin. Akibatnya aliran yang teratur dari gas melalui sudu turbin maka rendemen aliran turbin tinggi, dan kapasitas turbin dapat dipergunakan sepenuhnya. Jumlah turbin yang diperlukan tidak tergantung dari kapasitas turbin.

Pada mesin diesel putaran rendah dengan siklus kerja dua langkah, terdapat dua sistem *turbocharging* dibagi menjadi dua kategori, sistem denyut (*pulse*) dan sistem tekanan rata (*constant pressure*) (Chell, 2019: 107), dan menurut (Woodyard, 2004) metode *turbocharging* tidak hanya

ada dua metode pemasukan udara bilas melainkan ada empat metode yaitu: metode denyut (*pulse*), metode tekanan rata (*constant pressure*), metode converter pulsa, metode multi pulsa, berikut pengertiannya:

1) Sistem denyut (*impulse*)

Sistem ini digunakan untuk mesin-mesin empat tak dan memanfaatkan energy dari gas buang saat katup buang terbuka untuk memutar *turbocharger*. Sistem perpipaanya lebih rumit daripada sistem tekanan rata. Pipa-pipa gas buang keluar dari setiap silindernya harus langsung disambung dengan *turbocharger*. Kotak penyalur gas buang masuk ke *turbocharger* memiliki lubang-lubang saluran masuk yang banyaknya yang ditentukan oleh jumlah unit silinder dari mesin.

2) Sistem tekanan rata (*constant pressure system*)

Sistem ini umumnya diterapkan pada mesin-mesin dengan siklus dua langkah atau juga disebut dua tak. Gas buang keluar dari unit-unit silinder masuk ke dalam sebuah saluran pengumpul (*manifold*) yang besar dimana tekanannya diturunkan sampai berada di bawah tekanan udara bilas. *Turbocharger* beroperasi pada efisiensi yang maksimum karena adanya tekanan gas buang yang tetap/rata. Saat terbukanya katup gas buang tidak ditentukan oleh kebutuhan untuk memasok gas buang ke *turbocharger* dan memungkinkan katup gas buang untuk terbuka lebih lambat, sehingga bisa memberikan langkah kerja yang lebih panjang. Sistem tekanan rata tidak terlalu

efisien pada beban-beban yang rendah, karena itu diperlukan sebuah *blower* bantu untuk pengoperasian mesin dengan beban rendah.

3). Metode Konverter pulsa

Interferensi interaktif membatasi cara sistem *impulse* normal dapat dihubungkan ke kelompok pipa gas buang. Namun, dengan Konverter pulsa, grup silinder semacam itu dapat dihubungkan ke ejektor umum. Ini mencegah arus balik dan memiliki efek menghaluskan *impulse* yang terpisah. Hal ini juga meningkatkan penerimaan turbin, meningkatkan efisiensi dan tidak memuat *blade* secara mekanis sebanyak pengisian *impulse* biasa.

4). Metode multi-pulsa

Ini adalah pengembangan lebih lanjut dari konverter pulsa. Dalam hal ini, sejumlah pipa gas buang masuk ke konverter pulsa umum bersama dengan sejumlah *nozzle*, dengan bentuk konstruksi ini, gelombang tekanan diumpankan dalam pantulan karena area *nozzle* turbin lebih besar. Metode multi-pulsa memungkinkan peningkatan kinerja yang nyata, dibandingkan dengan metode *turbocharging impulse* normal.

Mesin-mesin dilengkapi dengan *turbocharger* untuk meningkatkan jumlah udara yang masuk ke dalam mesin dan memungkinkan lebih banyak lagi bahan bakar yang disemprotkan/dibakar. Pada saat *turbocharger* memampatkan udara, maka terjadilah peningkatan suhu udara bilas. Hal ini akan

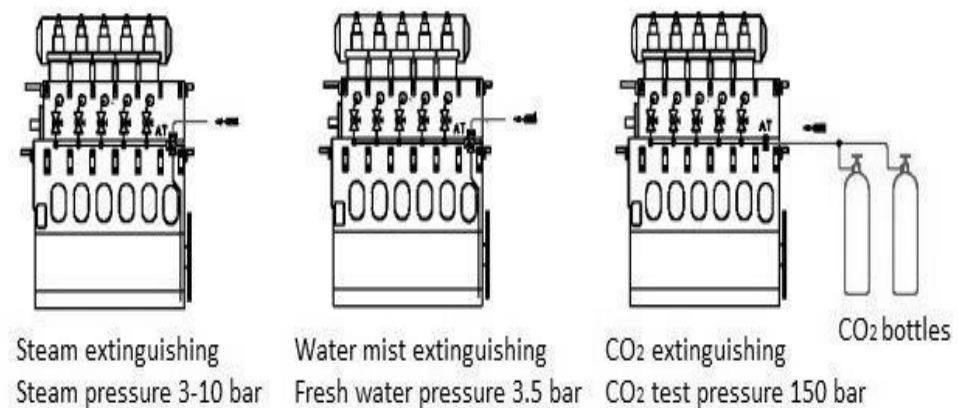
mengurangi kepadatan udara yang masuk kedalam mesin. Untuk mengurangi dampak ini, maka udara bilas didinginkan yang merupakan fungsi dari pendinginan udara bilas atau *charge air cooler* atau karena letaknya diantara *turbocharger* dan mesin seringkali juga disebut *intercooler* (Chell, 2019: 112).

Intercooler memiliki fungsi untuk mendinginkan udara masuk dari *blower* yang panas karena melawati *turbocharge*. Dengan demikian udara masuk dari *blower* ke dalam silinder mesin diesel diperoleh berat jenis yang besar sehingga beratnya bertambah. Hal ini dapat menambah jumlah pembakaran bahan bakar dan mengakibatkan daya mesin akan bertambah. Pada dasarnya memiliki prinsip kerja yaitu, udara dari *blower* bersinggungan dengan pipa air pendingin sehingga molekul dari oksigennya menjadi padat sehingga mempermudah pembakaran yang sempurna. Bentuk dari *intercooler* yang bulat atau bentuk tabung yang rata dengan bahan anti karat, dilengkapi dengan sirip campuran aluminium. Terdapat perbedaan dalam hal ini, sehubungan dengan jumlah aliran udara dan air pendingin yang digunakan, tetapi umumnya udara yang lewat dari *cooler* dapat didinginkan 5°C sampai dengan 10°C . untuk memperoleh tekanan efektif rata sekitar $10\text{kg}/\text{cm}^2$, maka diperlukan kenaikan tekanan udara masuk sedikitnya $0,5\text{kg}/\text{cm}^2$.

3. Sistem alarm kebakaran pada *scavenging air chamber*

Kecelakaan kebakaran yang serius sering terjadi setiap tahun di seluruh dunia, yang merenggut banyak nyawa dan mengakibatkan kerugian harta benda yang signifikan. Sistem alarm kebakaran sensitif yang dapat mendeteksi dini kebakaran secara tepat waktu dan segera membunyikan alarm sangat dibutuhkan (He et al., 2022). Sistem alarm kebakaran yang dipasang di atas kapal laut dirancang untuk membandingkan karakteristik api dari api yang ada dengan karakteristik yang diprogram sebagai nilai normal dan untuk memicu alarm jika nilai batas telah terlampaui (Verlag, 2009: 897).

Sistem alarm kebakaran adalah sistem yang mencakup perangkat sinyal-alarm yang secara otomatis mendeteksi dan mengkomunikasikan informasi kebakaran (Gupta et al., 2022). Jika karena alasan tertentu awak mesin atau kru mesin tidak mendeteksi tanda-tanda kebakaran di alarm sistem penerima udara bilas, alarm akan berbunyi saat suhu di ruang udara bilas mencapai 80°C , dan pada 120°C akan mengaktifkan perlambat prosedur dan mengurangi kecepatan atau biasa disebut dengan istilah *slow down* (Chybowski et al., 2020), sistem pemadaman kebakaran pada ruang udara bilas mesin diesel induk MAN B&W, selama proses pemadam kebakaran, sistem terhubung ke katup yang ditandai dengan symbol AT, media pemadaman kebakaran pada ruang udara bilas mesin diesel induk yang umum digunakan di atas kapal: uap, kabut air dan CO_2 .



Gambar 2.2 media pemadam kebakaran pada ruang udara bilas

Sumber: MAN B&W A/S 2013

Sistem pengiriman bahan pemadam sedikit berbeda dalam desainnya, hubungan ini mudah dimengerti, karena pasokan kabut minyak atau uap harus disertakan dalam konstruksi sistem pemadaman pipa drainase ruang udara bilas, sehingga air yang terkumpul di ruang udara bilas dapat dialirkan setelah api di ruang udara bilas dipadamkan, perbedaan utama antara ketiga faktor pemadaman ini adalah bentuk administrasinya, uap diberikan tekanan 3-10 bar dari sistem uap utama, sedangkan kabut air diterapkan pada tekanan minimal 2,5 bar dari sistem air tawar, dalam hal ini CO₂ gas *inert* harus diumpungkan pada 150 bar dari silinder yang dirancang khusus untuk pemadaman kebakaran di ruang udara bilas mesin diesel induk.

B. Kerangka Penelitian

Di dalam kerangka penelitian ini, peneliti memaparkan kerangka berfikir agar penelitian ini menjadi jelas dan dapat bermanfaat bagi peneliti maupun pembaca. Metode SWOT digunakan pada penelitian ini untuk meninjau proses

atau operasi pada sistem secara sistematis, dengan menentukan pokok permasalahan nantinya peneliti akan mencari faktor kemungkinan penyebab terjadinya kebakaran pada *scavenging air chamber* atau lorong udara bilas Mesin Diesel Induk. Dalam membuat kerangka berfikir bertujuan guna memudahkan pemahaman mengenai identifikasi kebakaran *scavenging air chamber* mesin diesel induk MV Sri Wandari Indah, berikut kerangka berfikir yang disusun peneliti sebagai berikut:



Gambar 2.3 Kerangka Penelitian

Berdasarkan dari kerangka berfikir yang dibuat peneliti di atas, metode SWOT digunakan pada penelitian ini untuk meninjau proses atau operasi pada sistem secara sistematis. Dengan menentukan pokok permasalahan terlebih dahulu, yaitu mengenai kebakaran pada *scavenging air chamber* Mesin Diesel Induk. Dengan menentukan pokok permasalahan nantinya peneliti akan mencari faktor kemungkinan penyebab terjadinya kebakaran pada *scavenging air chamber* Mesin Diesel Induk. Setelah didapatkannya pokok dari permasalahan tersebut yang telah ditentukan oleh peneliti, kemudian kita dapat menentukan faktor kemungkinan penyebab dari pokok permasalahan tersebut dengan menentukan dua faktor yaitu faktor dalam dan faktor luar.

1. Faktor dalam

Faktor dalam atau *Intern factor* berasal atau ditimbulkan dari dalam kapal itu sendiri, faktor ini sangat berpengaruh terhadap penyebab terjadinya suatu permasalahan yang dapat menghambat operasional dari kapal itu sendiri, adapun faktor dalam yang di tentukan peneliti yaitu: kru mesin memiliki keterampilan yang cukup, pembersihan lorong udara bilas dari jelaga atau kotoran secara berkala, tanggung jawab kru mesin, pengecekan secara berkala pada *ring piston*, *cylinder liner*, alur-alur ring piston atau *ring piston grooves*, penumpukan karbon deposit pada ruang udara bilas, kebocoran pada *oil scrapper stuffing box*, patahnya *ring piston*, dan lolosnya pembakaran secara berkepanjangan.

2. Faktor luar

Faktor luar atau *external factor* berasal atau ditimbulkan dari luar kapal, faktor ini juga sangat berpengaruh terhadap penyebab terjadinya suatu permasalahan yang mengakibatkan terhambatnya operasional dari kapal tersebut, adapun faktor luar yang ditentukan peneliti yaitu: pasokan suku cadang yang cukup, suku cadang yang dikirim ke kapal sesuai standar, *docking* tahunan, kualitas suku cadang yang baik, kualitas suku cadang tidak sesuai standar, rekondisi suku cadang, keterlambatan pengiriman suku cadang, kurangnya tersedianya cadangan suku cadang di kapal.

Setelah dianalisa faktor penyebab permasalahan diatas, kemudian kita dapat menganalisa penyebab yang mungkin terjadi yang mengakibatkan kebakaran pada *scavenge air chamber* Mesin Diesel Induk, setelah ditemukan penyebab yang mungkin terjadi akibat dari dua faktor tersebut, selanjutnya dapat ditentukan upaya yang harus dilakukan untuk mencegah terjadinya kebakaran pada *scavenge air chamber* Mesin Diesel Induk dapat beroperasi secara optimal.

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan dari temuan dan pembahasan hasil penelitian, peneliti menyimpulkan kebakaran yang terjadi pada *scavenging air chamber* atau lorong udara bilas yang terjadi pada Mesin Diesel Induk MV. Sri Wandari Indah, sebagai berikut:

1. Faktor penyebab kebakaran pada *scavenging air chamber* Mesin Diesel Induk MV. Sri Wandari Indah adalah penumpukan jelaga atau kotoran pada *scavenging air chamber* terlalu lama dan lolosnya pembakaran atau pembakaran yang tidak sempurna menjadi pemicu dari kebakaran pada *scavenging air chamber*.
2. Dampak yang ditimbulkan dari kebakaran pada *scavenging air chamber* mesin diesel induk ialah sangat berdampak pada kelancaran operasional dari kapal tersebut, dan dampak yang ditimbulkan dari kebakaran tersebut yang berdampak pada mesin diesel induk ialah kerusakan komponen – komponen udara bilas akibat dari kebakaran yang terjadi dan akan memerlukan biaya perbaikan yang sangat banyak dikarenakan harga dari suku cadang kapal sangatlah mahal.
3. Upaya yang harus dilakukan agar kebakaran pada *scavenging air chamber* tidak terjadi kembali, yaitu dengan cara menerapkan strategi agresif dari metode SWOT, yaitu 1). Melaksanakan perawatan dan pengecekan secara berkala pada *ring piston*, *cylinder liner*, alur-alur *ring piston* dan

melaksanakan pembersihan lorong udara bilas dari jelaga dan kotoran secara berkala, dan 2). Meningkatkan hubungan kerjasama dengan penyedia suku cadang mesin diesel induk, dan 3). Kewajiban kru mesin saat tugas jaga di kamar mesin melakukan pengecekan *temperature* dan *pressure* udara bilas mesin diesel induk di *monitor engine control room*.

B. Keterbatasan Penelitian

Berdasarkan pengalaman peneliti dalam melaksanakan penelitian diatas kapal MV. Sri Wandari Indah selama 13 bulan 2 minggu, yang dilaksanakan mulai pada tanggal 22 Agustus tahun 2021 sampai dengan bulan September tahun 2022. Terdapat beberapa faktor yang menjadi keterbatasan dan kekurangan dari penelitian yang peneliti lakukan, faktor dari keterbatasan dan kekurangan berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh peneliti adalah waktu yang terbatas pada saat melakukan penelitian di atas kapal MV. Sri Wandari Indah, kurangnya pengalaman dari peneliti, fasilitas sarana dan prasarana yang kurang memadai, dan wawasan dan ilmu pengetahuan yang di miliki peneliti masih terbatas.

C. Saran

Berdasarkan dari pengalaman dan masalah yang terjadi pada saat peneliti melaksanakan penelitian di atas kapal MV. Sri Wandari Indah, peneliti dapat memberikan saran atas masalah yang terjadi pada kebakaran pada *scavenge air chamber* mesin diesel induk. Maka dari itu Peneliti dapat memberikan saran yaitu:

1. Agar gangguan yang mempengaruhi terjadinya kebakaran pada ruang *scaving air chamber* mesin diesel induk, dapat dihindari maka harus

dilakukan pengecekan dan pembersihan jelaga atau kotoran pada *scavenging air chamber* atau lorong udara bilas secara berkala dan melakukan pembersihan jelaga atau kotoran pada *scavenging air chamber* setelah beberapa saat mesin diesel induk berhenti beroperasi.

2. Melakukan pergantian suku cadang pada *scavenging air chamber* sesuai dengan jam kerja mesin, Perawatan terencana dan perawatan perbaikan terencana agar dilakukan sesuai dengan jam kerja mesin atau *running hours* yang telah ditentukan pada *instruction manual book* Mesin Diesel Induk
3. Diharapkan kepada perusahaan untuk menjadikan identifikasi dengan pendekatan masalah dengan menggunakan metode SWOT ini, sebagai sesuatu yang penting yang dapat dipertimbangkan atau diterapkan di atas kapal, tentunya tidak hanya untuk mesin diesel induk saja akan tetapi dapat diterapkan pada sistem permesinan yang lainnya yang terdapat di atas kapal karena, dengan metode ini Masinis atau perwira mesin dapat mengetahui dan dapat menyusun strategi – strategi apa saja yang baik untuk diterapkan dalam penyelesaian suatu masalah. Dari penyusunan strategi tersebut diharapkan masinis atau perwira mesin dapat memanfaatkan kekuatan dari faktor internal dan peluang dari faktor internal dan faktor eksternal dengan semaksimal mungkin dan dapat mempertimbangkan resiko – resiko yang akan dihadapi dari faktor internal dan faktor eksternal yaitu kelemahan dan ancaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggito, A, dan Setiawan, J, 2018, Metodologi Penelitian Kualitatif, CV Jejak, Jawa Barat
- Bistrovic, M., Ristov, P., Komorcec, D, 2017, Prediction of potential fire hot spots by using a model based on a computerized real-time view with IR cameras on ship. Faculty of Maritime Studies Rijeka, 50(122), 23-29, DOI: 10.17402/212
- Chuah, L. F., Mokhtar, K., Bakar, A. A., Othman, M. R., Osman, N. H., Bokhari, A., Mubashir, M., Abdullah, M. A., & Hasan, M, 2022, Marine environment and maritime safety assessment using Port State Control database. *Chemosphere*, 304, 135245. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.135245>
- Chybowski, L., Strojecki, S., & Markiewicz, W, 2020, Simulation-Based Training in Fire Prevention and Fire-Fighting of Scavenge Air Receivers Fires. *System Safety: Human - Technical Facility - Environment*, 2(1), 100–111. <https://doi.org/10.2478/czoto-2020-0013>
- Chell, N.E, 2019, Operation and Maintenance of Machinery in Motorship, Institute of Marine Engineers
- Chuahy, F., Finney, C. E. A., Kaul, B. C., & Kass, M. D, 2022, Computational exploration of bio-oil blend effects on large two-stroke marine engines. *Fuel*, 322, 123977. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2022.123977>
- Gupta, S., Kanwar, S., & Kashyap, M, 2022, Performance characteristics and assessment of fire alarm system. *Materials Today: Proceedings*, 57, 2036–2040. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.11.184>
- Gawdzińska, K., Chybowski, L., Przetakiewicz, W., 2017. Study of Thermal Properties of Cast Metal-Ceramic Composite Foams, *Archives of Foundry Engineering*, 17(4), DOI: 10.1515/afe-2017-0129
- He, X., Feng, Y., Xu, F., Chen, F. F., & Yu, 2022, Smart fire alarm systems for rapid early fire warning: Advances and challenges. *Chemical Engineering Journal*, 450, <https://doi.org/10.1016/j.cej.2022.137927>
- Ibrion, M., Paltrinieri, N., & Nejad, A. R, 2021, Learning from failures in cruise ship industry: The blackout of Viking Sky in Hustadvika, Norway. *Engineering Failure Analysis*, 125, 105355. <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2021.105355>
- Instruction Manual Book MITSUI MAN B&W
- Jayakumar, N., Mohanamurugan, S., & Rajavel, R, 2017, Study of Wear in Chrome Plated Cylinder Liner in Two Stroke Marine Diesel Engine Lubricated by Hans Jensen Swirl Injection Principle. *Materials Today: Proceedings*, 4(2), 1535–1541. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2017.01.176>

- Jiao, B., Li, T., Ma, X., Wang, C., Xu, H., Lu, X., & Liu, Z, 2021, Lubrication analysis of the piston ring of a two-stroke marine diesel engine considering thermal effects. *Engineering Failure Analysis*, 129, 105659. <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2021.105659>
- Kountur, R, 2009, Metode penelitian untuk penulisan skripsi dan tesis, Percetakan Buana Printing, Jakarta
- Lan, Q., Bai, Y., Fan, L., Gu, Y., Wen, L., & Yang, L, 2020, Investigation on fuel injection quantity of low-speed diesel engine fuel system based on response surface prediction model. *Energy*, 211, 118946. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.118946>
- Li, R., Meng, X., Dong, J., & Li, W, 2021, Transient tribo-dynamic analysis of crosshead slipper in low-speed marine diesel engines during engine startup. *Friction*, 9(6), 1504–1527. <https://doi.org/10.1007/s40544-020-0433-9>
- Li, T., Jiao, B., Ma, X., Lu, X., & Qiao, Z, 2022, Optimization study of oil-feed parameters to improve the ring pack lubrication performance for a two-stroke marine diesel engine. *Engineering Failure Analysis*, 137, 106234. <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2022.106234>
- Liang, X., Cao, X., Zhang, F., Zhang, E., Yang, P., & Yu, H, 2019, Comparison of the performance of different mechanisms on soot generation of low-speed two-stroke marine engines. *Energy Procedia*, 158, 4572–4578. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2019.01.751>
- Liu, S., Cui, Y., Fu, Y., Li, B., Lv, B., & Qian, Y, 2022, Modeling of lubricated translational joints in rigid-partially flexible multibody systems and its application in two-stroke marine diesel engines. *Tribology International*, 165, 107244. <https://doi.org/10.1016/j.triboint.2021.107244>
- Livanos, A. G., Theotokatos, G., & Kyrtatos, N. P, 2003, Simulation of large marine two-stroke diesel engine operation during fire in the scavenging air receiver. *Journal of Marine Engineering and Technology*, 2(2), 9–16. <https://doi.org/10.1080/20464177.2003.11020170>
- Lu, D., Theotokatos, G., Zhang, J., Zeng, H., & Cui, K, 2022, Parametric investigation of a large marine two-stroke diesel engine equipped with exhaust gas recirculation and turbocharger cut out systems. *Applied Thermal Engineering*, 200, 117654. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2021.117654>
- Lu, X., Zhang, F., Liu, Y., & Wang, S, 2019, Analysis on influences of scavenging ports width to scavenging process based on opposed piston two stroke diesel engine. *Energy Procedia*, 158, 5838–5843. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2019.01.543>
- Michelberger, B., Jaitner, D., Hagel, A., Striemann, P., Kröger, B., Leson, A., &

- Lasagni, A. F., 202, Combined measurement and simulation of piston ring cylinder liner contacts with a reciprocating long-stroke tribometer. *Tribology International*, 163, <https://doi.org/10.1016/j.triboint.2021.107146>
- Moleong, L. J., 2018, Metodologi Penelitian Kualitatif, Edisi Ketiga puluh delapan, PT Remaja Rosdakarya, Bandung
- Qu, C., Zhou, Z., Liu, Z., Jia, S., Wang, L., & Ma, L., 2021, State prediction for marine diesel engine based on variational modal decomposition and long short-term memory. *Energy Reports*, 7, 880–886. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2021.09.185>
- Rangkuti, F., 2008, Teknik Membedah Kasus Bisnis Analisis SWOT, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- Senčić, T., Mrzljak, V., Medica-Viola, V., & Wolf, I., 2022, CFD Analysis of a Large Marine Engine Scavenging Process. *Processes*, 10(1). <https://doi.org/10.3390/pr10010141>
- 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/10.1016/j.ijnaoe.2021.100432>
- Sugiyono, 2011, ugiyono, metode penelitian kuantitatif kualitatif dan r&d. intro (PDFDrive).pdf. In *Bandung Alf* (p. 143)
- Sun, X., Ning, J., Liang, X., Jing, G., Chen, Y., & Chen, G., 2022, Effect of direct water injection on combustion and emissions characteristics of marine diesel engines. *Fuel*, 309, 122213. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2021.122213>
- Tang, X., Wang, P., Zhang, Z., Zhang, F., Shi, L., & Deng, K., 2022, Effects of high-pressure and donor-cylinder exhaust gas recirculation on fuel economy and emissions of marine diesel engines. *Fuel*, 309, 122226. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2021.122226>
- Taylor, D.A., 2002, Introduction to Marine Engineering, Second Edition, British Library Cataloguing in Publication Data, London
- Tipanluisa, L., Thakkar, K., Fonseca, N., & López, J. M., 2022, Investigation of diesel/n-butanol blends as drop-in fuel for heavy-duty diesel engines: Combustion, performance, and emissions. *Energy Conversion and Management*, 255. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2022.115334>
- Uçak, Ş. Ş., 2022, Impact analysis on the oil pollution response services of the European Maritime Safety Agency during the Covid-19 pandemic (2006–2020). *Marine Pollution Bulletin*, 174, <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.113220>
- Ünver, B., Gürgen, S., Sahin, B., & Altın, İ., 2019, Crankcase explosion for two-

stroke marine diesel engine by using fault tree analysis method in fuzzy environment. *Engineering Failure Analysis*, 97, 288–299. <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2019.01.007>

Verlag, S, 2009, *Compendium Marine Engineering*, First Edition, DVV Media Group: Hamburg, Germany

Woodyard, D, 2004, *Pounder's Marine Diesel Engines*, Eight Edition, British Library Cataloguing in Publication Data, London

Yan, Z., Gainey, B., & Lawler, B, 2022, A parametric modeling study of thermal barrier coatings in low-temperature combustion engines. *Applied Thermal Engineering*, 200, 117687. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2021.117687>

Yuan, C., Li, S., Qin, Z., Lu, J., & Peng, S, 2022, A multi-process coupling study of scavenging pressure effect on gas exchange of a linear engine. *Applied Thermal Engineering*, 217, 119254. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2022.119254>

Zhu, L., Li, B., Li, A., Ji, W., Qian, Y., Lu, X., & Huang, Z, 2020. Effects of fuel reforming on large-bore low-speed two-stroke dual fuel marine engine combined with EGR and injection strategy. *International Journal of Hydrogen Energy*, 45(53), 29505–29517. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2020.07.266>

Zhu, S., Gu, Y., Yuan, H., Ma, Z., & Deng, K, 2020, Thermodynamic analysis of the turbocharged marine two-stroke engine cycle with different scavenging air control technologies. *Energy*, 191(x), 116533. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.116533>

LAMPIRAN 1

Wawancara

Teknik Wawancara : Wawancara tidak terstruktur

Engine Cadet : I Made Anggi Julianto

Chief Engineer : Sukasman

Tempat : Kamar Mesin

Waktu : 28 juli 2021

E/C : Selamat sore Chief, ijin bertanya perihal permasalahan yang terjadi pada mesin diesel induk tentang kebakaran yang terjadi pada *scavenging air chamber* Chief?

C/E : Perihal permasalahan yang terjadi pada mesin diesel induk tentang kebakaran yang terjadi pada *scavenging air chamber* itu ada beberapa faktor yang mengakibatkan terbakarnya *scavenging air chamber* atau lorong udara bilas, faktor yang pertama yaitu Penumpukan jelaga atau kotoran yang terlalu lama pada ruang udara bilas atau *scavenging air chamber*, dan faktor yang kedua yaitu lolosnya kompresi pembakaran secara berkepanjangan atau *blowby* akibat dari silinder liner yang *oversize* dan *ring piston* yang *stuck* atau macet, yang mengakibatkan kebakaran pada lorong udara bilas atau *scavenging air chamber*

E/C : Kalau seperti itu, dampak apa yang mungkin terjadi jika tidak ditangani secara serius Chief?

- C/E : Dampak yang ditimbulkan dari kejadian tersebut yaitu menghambat operasional kapal dari pelabuhan bongkar ke pelabuhan muat apalagi kita dalam posisi kapal sedang disewa dan dampak yang paling serius yang ditimbulkan dari peristiwa tersebut yaitu jika kebakarannya besar akan banyak mengalami kerugian dan akan berdampak secara serius pada komponen – komponen mesin diesel induk khususnya pada ruang udara bilas
- E/C : Ijin Chief, solusi apa yang tepat untuk menangani kasus seperti ini Chief?
- C/E : Upaya yang harus dilakukan untuk kru mesin guna mencegah kembali kebakaran yang terjadi pada scavenging air chamber dengan cara melakukan pembersihan scavenging air chamber atau lorong udara bilas secara berkala (3-6 bulan sekali) atau setiap *trip* jika dalam rentan waktu itu masih belum cukup, dan melaksanakan pergantian komponen mesin sesuai jam kerja mesin tersebut serta selalu memantau temperature dan tekanan pada ruang udara bilas.
- E/C : Kendala apa yang sering terjadi saat melakukan perawatan permesinan dikapal ini Chief?
- C/E : Ada beberapa kendala dalam melakukan perawatan permesinan kapal yaitu *supply spare part* atau suku cadang yang sering terlambat dan suku cadang yang dikirim ke kapal tidak sesuai dengan standar dari buku panduan mesin itu, cuaca yang kurang bersahabat bisa jadi faktor untuk menghambat proses perawatan

permesinan diatas kapal det, karena kalua kita memaksakan kerja dalam kondisi cuaca yang tidak bersahabat akan bisa membahayakan diri kita sendiri.

E/C : Terimakasih atas penjelasannya dan ilmunya Chief

C/E : Iya det, sama – sama tetap semangat dalam belajarnya

E/C : Siap Chief



Menyetujui,



Sukasman
Chief Engineer

LAMPIRAN 2

No	Nama Responden	S1	S2	S3	S4	W1	W2	W3	W4	O1	O2	O3	O4	T1	T2	T3	T4
1	Febri Dwi Nurrohmah	3	4	4	3	1	2	2	1	2	3	3	2	2	3	2	3
2	M Muktamumul Ula	3	4	4	4	3	3	3	3	3	4	4	4	2	2	3	3
3	Fatchur Rahman Khoiruddin	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
4	Muhammad Said Nur R	4	4	4	4	3	2	2	2	4	4	4	4	3	3	3	3
5	Muhammad Iqbal Arrasyid	3	2	3	3	2	3	1	2	1	2	2	1	1	2	2	1
6	Ardian Bima Kurniawan	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	2	4	2	2
7	Edi ananda	4	4	4	4	2	2	2	2	4	4	4	4	2	2	2	2
8	Tri mulyoko	4	4	4	4	3	3	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4
9	Miftakul hidayat	3	3	3	3	1	1	1	1	3	3	3	3	1	1	1	1
10	Krisna Handika Wicaksono	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1	1
11	Fariya Rananda Haridani	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	2	2	2	2
12	Dafa Pramana	3	3	3	3	1	1	2	1	3	3	3	3	4	2	2	1
13	Catur Fidy Widyanto	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	4	3	3	3	3
14	Wahyu Adi Pangestu	4	4	4	4	3	3	3	3	4	4	4	4	1	1	1	1
15	Bkhas Imam Mahendra	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
16	Yeremia Tomas Jhody	4	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3
17	Kevin Kristian Valentino	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
18	Muh Nur Khasan	4	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
19	Bayu Prasetyo	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
20	Handini Inten Maharani	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
21	Arsy Valentino Rabbani	4	4	4	4	4	3	2	4	2	4	4	4	4	4	4	4
22	Nastangin	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
23	Andala Bagus Surya	4	4	3	3	3	3	3	3	3	4	3	4	4	3	3	3
24	Iffat Gandy Narendra	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
25	M. Firmansyah Ali M	3	3	3	3	2	3	3	3	2	2	3	2	3	3	3	3
26	Gilang Prasetyo	2	1	2	3	2	1	2	2	1	1	2	1	2	2	2	1
27	Ivander Nagata	2	1	2	1	3	2	1	2	2	2	1	2	1	1	2	2
28	Mahelda Fajrian Afriananda	4	3	4	3	2	3	2	3	2	4	3	2	2	3	3	2
29	Cynthia Angellina	3	3	3	3	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3
30	Riocevin Herda c	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3	3	3	2	2	2	2
31	Mohammad Rifki Rajiman	4	4	4	4	4	3	4	4	3	3	3	3	4	4	4	4
32	Muhammad Dafa Haitami	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
33	Surya Azharj	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2
34	Amal Febriantoro	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
35	Iffat Gandy Narendra	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
36	Harits Tetyadi	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	2	3	2	2	3
37	Akbar Khadafi	4	4	4	4	1	1	1	1	4	4	4	4	1	1	1	1
38	Alphatra Tito Pradityas	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3	3	3	2	2	2	2
39	Ilham Maulana	3	4	4	3	3	2	3	2	3	4	3	4	3	4	3	3
40	Ferdin Ar Rozaq	3	4	4	3	3	2	2	3	4	4	3	4	3	3	4	3
41	Kemal Joy Setyawan	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2
42	Mochamad Syaefudin	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
43	Ragil Linggar Triatmojo	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
44	Achmad Faishal Daffa Wardana	3	4	4	3	4	3	3	2	4	2	4	4	4	4	2	1
45	Taufiqurrahman	4	3	2	3	4	3	2	4	4	3	2	4	4	3	3	1
46	Fariz Fauzian	4	3	3	4	4	3	3	4	3	2	3	4	4	3	3	4
47	Ismail Marzuki Tanjung	4	3	4	4	4	3	2	3	4	3	3	4	4	3	2	4
48	Taufik Ermanda	4	4	3	3	4	3	2	4	4	3	2	4	4	3	4	1
49	Dani Ramadhan	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	4	3	2	3	3
50	Affadan Cahya Samudra	4	4	4	3	3	3	2	3	4	3	4	3	4	3	3	4
51	Dafa Pramana	4	4	4	4	3	3	3	3	4	4	4	4	3	3	3	3
52	M. Arif Fatah	3	3	4	3	2	2	2	2	3	3	3	2	3	3	2	3
53	Bkhas I.M	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
54	M Miftahul Rizki	4	4	4	4	3	3	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4
55	Achamd Zulfikor	4	3	4	4	4	3	4	3	4	3	3	4	4	3	3	2
56	Yayan aji prakoso	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	4
57	Wisnu ageng pangestu	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
58	Luffiyanto	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3
59	Luqman Abdul Khamid	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
60	Luffiyanto	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
61	Bagas Pambayun Utomo	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
62	Bernadinus Damar Bhakti Dwi H	4	3	3	4	4	3	2	4	4	3	2	4	4	3	2	4
63	Hakiki Umoryono	4	4	4	4	3	3	2	3	4	4	4	4	2	3	2	2
64	Ahmad Rafi Widodo	4	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3
65	Felix Feby Indonesia	4	3	4	4	4	3	3	4	4	3	3	4	4	3	3	4
69	Hakiki Umoryono	4	3	3	4	4	3	3	4	4	3	3	4	4	3	3	4
70	Ajie Saka	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	3	3	3	3
71	Hotberandi Simanjuntak	4	3	3	4	4	3	3	4	4	3	3	4	4	3	3	4
	Jumlah	238	229	234	230	208	193	188	205	225	225	218	233	201	198	190	193
	rata-rata	3.5	3.4	3.4	3.4	3.1	2.8	2.8	3.0	3.3	3.3	3.2	3.4	3.0	2.9	2.8	2.8

CS Dipindai dengan CamScanner

Gambar: Kuisisioner

Sumber: Data Pribadi

LAMPIRAN 3

K.S.E KARYA SUMBER ENERGY	SHIPPING COMPANY P.T. KARYA SUMBER ENERGY. JL. KALI BESAR BARAT NO 37 JAKARTA BARAT 11230.INDONESIA. TEL. (021) 6910382 (Hunting) FAX. (021) 69162868.
--	---


LETTER ON MUTATION

Started from the date, 21 AGUST 2020 the following person :

Name : I MADE ANGGI JULIANTO
 Passport : C 6460237 / 02 MAR 2025
 Seaman Book : G 011771 / 02 JUL 2023
 Place/Date of Birth : BATUSEPIH, 27 JUL 1999

Sign on at MV. SRI WANDARI INDAH as ENGINE CADET, please report to the Master on board.

Certificate	Issued at	Number
1. Seaman Book	SEMARANG, 02 JUL 2020	G 011771
2. Passport	SEMARANG, 02 MAR 2020	C 6460237
3. BST	SEMARANG, 23 SEP 2019	6211937559010319
4. SAT	SEMARANG, 25 OKT 2019	6211937559310319
5. RADAR	SEMARANG, 25 OKT 2019	6211937559030319
6. ARPA	SEMARANG, 25 OKT 2019	6211937559020319
7. MEFA	SEMARANG, 25 OKT 2019	6211937559070319
8. SDSD	SEMARANG, 25 OKT 2019	6211937559320319
9. AFF	SEMARANG, 25 OKT 2019	6211937559060319
10. KTP		5104012707990002



Best regards
 KSE
 No. 5483348
 Suhafrinal M.Eng
 DPA

Gambar: Sign on dan Sign off

Sumber: Data Pribadi

LAMPIRAN 4



KEMENTERIAN PERHUBUNGAN
BADAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA PERHUBUNGAN
POLITEKNIK ILMU PELAYARAN SEMARANG

JALAN SINGOSARI 2A
SEMARANG
KODE POS 50242

TELP. (62) 024 - 8311527
(62) 024 - 8311528

Home Page : www.pip-semarang.ac.id
E-mail : info@pip-semarang.ac.id
Fax : (62) 024 - 8311529

SURAT IJIN PRAKTEK BERLAYAR*Recommendation Letter for Sea Training*

Nomor : KP. 017/ 106 /T.III/ PIP.Smg-20
Number

1. Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, berdasarkan:
Director of Merchant Marine Polytechnic Semarang, referring to:
 - a. Keputusan Menteri Perhubungan Nomor KM 70 / Tahun 1998,tentang Pengawakan Kapal Niaga;
The Decree of Minister of Transportation Number KM.70 / Year 1998 about Manning of Merchant Ship;
 - b. Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 70 / Tahun 2013, tentang Pendidikan dan Pelatihan Sertifikasi Serta Dinas Jaga Pelaut;
The Regulation of Minister of Transportation Number PM.70 / Year 2013, about Education and Training, Certification and Seafarer's Watch keeping;

Dengan ini memberikan Surat Ijin Praktek Berlayar kepada:
Here with issued the Letter of Recommendation for Sea Training to:

Nama Taruna : I MADE ANGGI JULIANTO
Name of apprentice
Tempat & Tanggal Lahir : BATUSEPIH,27 JULI 1999
Place & Date of Birth
Nomor Register : 551811136890 T
Register Number
Departemen : TEKNIKA
Department ENGINE
Lembaga Pendidikan : POLITEKNIK ILMU PELAYARAN
Educational Institution

2. Taruna tersebut di atas telah memenuhi persyaratan yang berlaku dan memiliki dokumen yang diperlukan.
The above mentioned apprentice has completed the current requirement and been in possession of necessary document.

Semarang, 23 Juli 2020

A.n. Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang
Kepala Bagian Administrasi Akademik Dan Ketarunaan,
Head of Academic and Cadet Administration Division,



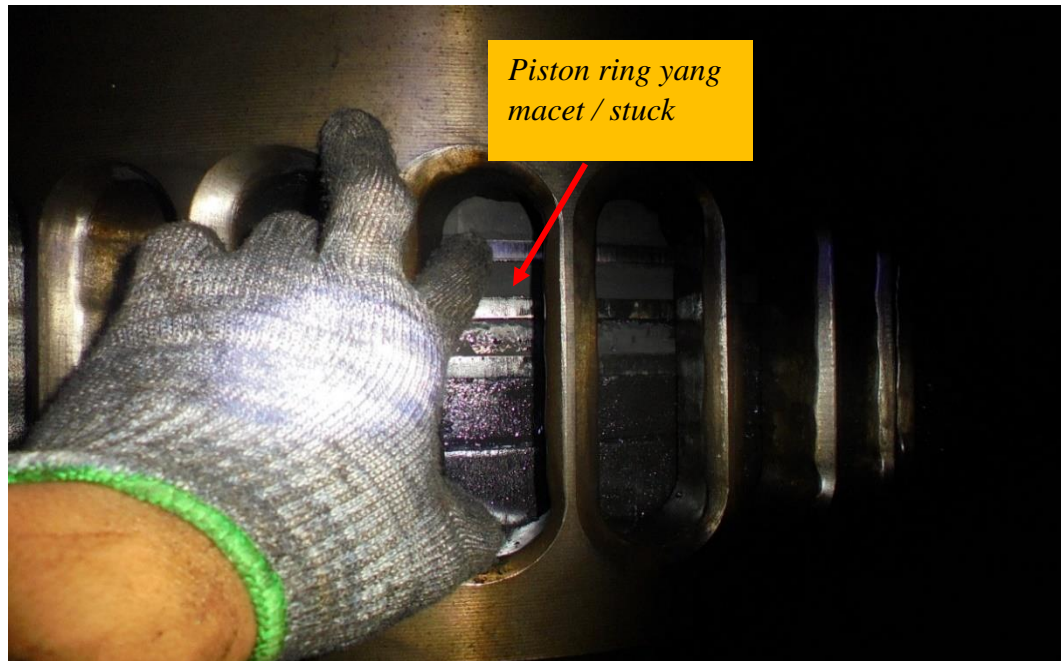
Capt. ANUGRAH NUR PRASETYO, M.Si.
Pembina Tk. I (VI/b)
NIP. 19710521 199903 1 001



Gambar: Surat Ijin Berlayar

Sumber: Dokumentasi Pribadi

LAMPIRAN 5



Gambar: Pengecekan *piston ring* mesin diesel induk

Sumber: Dokumentasi Pribadi

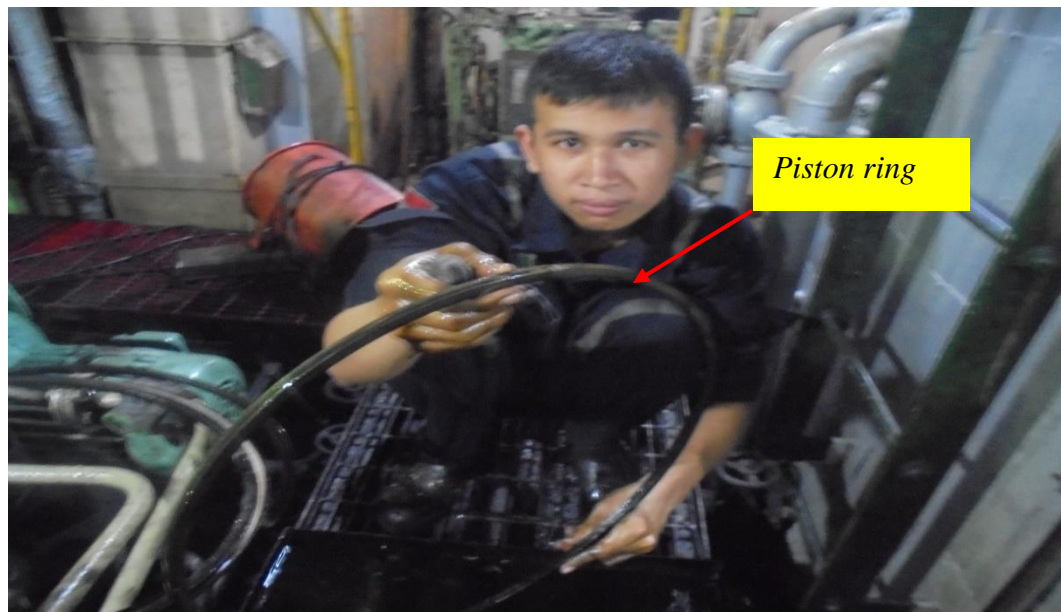
LAMPIRAN 6



Gambar: Pembersihan Jelaga atau Kotoran Pada ruang udara bilas

Sumber: Dokumentasi pribadi

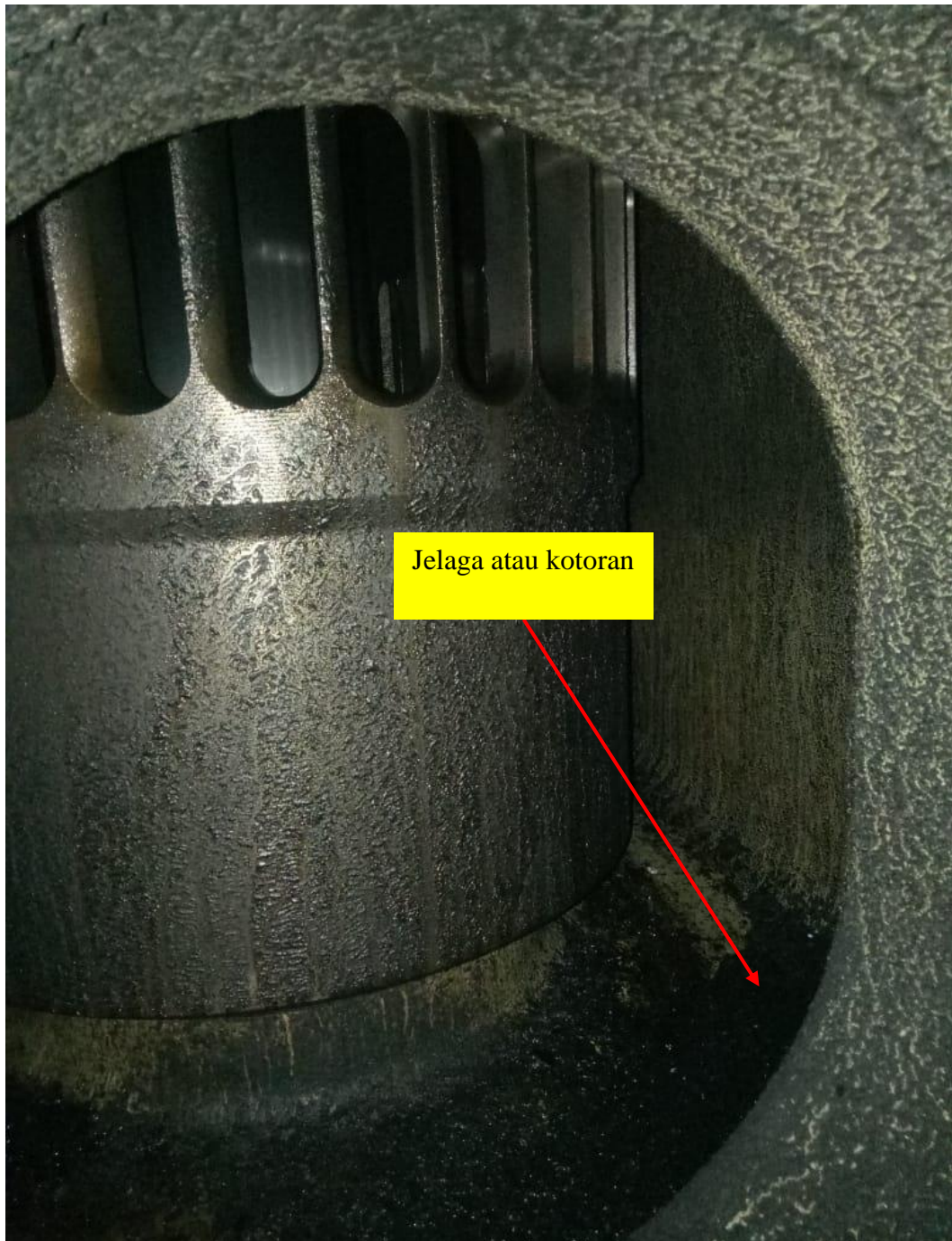
LAMPIRAN 7



Gambar: Pembersihan *piston ring* mesin diesel induk

Sumber: Dokumentasi pribadi

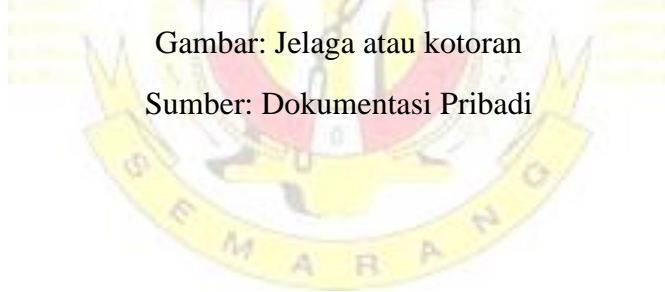
LAMPIRAN 8






Gambar: Jelaga atau kotoran

Sumber: Dokumentasi Pribadi



LAMPIRAN 9

		PT. KARYA SUMBER ENERGY					
		SHIP'S PARTICULARS (UPDATE: 29 OCTOBER 2019)					
Ship's Name : SRI WANDARI INDAH		Call Sign : YBSD2	Flag : Indonesia	Port Registry : Tanjung Priok			
Official No : 2017 Ba No.4883 / L		Tanda Selar : GT.39285 No.7094/PPm	IMO No: 9213569	MMSI : 525100028			
Ex-names : LUYANG EAGLE							
Registered Owner : PT. PELAYARAN KARUNIA TIMUR SEJALAN							
Address : Ling. Tanjung Pujut RT.06 RW.02, Kel. Suralaya, Kec. Pulomerak – Cilegon, Indonesia							
Management company : PT. KARYA SUMBER ENERGY							
Address : Jl. Kalibesar Barat No.37, RT.006 RW.003, Kel. Roa Malaka, Kec. Tambora – Jakarta Barat, Indonesia							
Charterer :							
Class Society : NKK		Classification Character : NS*, MNS* (BC) (ESP)		Installation Character : CHG			
Builder : Sasebo Heavy Industries Co. Ltd – Sasebo, Japan							
Keel Laid : 3 January 1999		Launched : 8 July 1999		Delivered : 29 October 1999			
LOA : 225 m		LPP : 218 m		Breadth : 32.2 m			
Depth : 19.2 m		Height : 48.62 m		Light ship : 10,783 t			
GRT: 39,285		Inter: 39,045 t		NRT: 26,769			
		Inter: 24,476 t		Bridge to bow : 192.85 m			
				Bridge to Stern : 32.15 m			
	Draft	Dead weight	Displacement	Free board			
Tropical FW	14.424 m	75,746 t	86,529 t	4.817 m			
Fresh water	14.136 m	73,854 t	84,637 t	5.105 m			
Tropical	14.109 m	75,788 t	86,571 t	5.132 m			
Summer	13.821 m	73,852 t	84,635 t	5,420 m TPC: 67.09 t			
Winter	13.533 m	71,919 t	82,702 t	5.708 m			
Cargo Holds Particulars: 7 holds		Ballast Tank		Cap 100%	Fresh Water Tk	Cap 100%	
No.	Cap 100%	No.	Cap 100%	FPT	2332 m ³	DWT (P)	177 m ³
1	11,233 m ³	5	12,815 m ³	TST (4 nos – w)	7712 m ³	FWT (S)	177 m ³
2	12,851 m ³	6	12,835 m ³	WBT (5 nos – w)	13,056 m ³	APT	908 m ³
3	12,848 m ³	7	12,108 m ³	Hold No.4	12,800 m ³		
4	12,848 m ³	Total	87,490 m³	Total	35,896 m³	Total	1262 m³
Hatch Cover Type: Side Rolling (chain drive)		Hatch Cover Dimension		Cover Depth	Hyd Pressure		
Max Heel : 3° & max Trim : 2°		No.1		15.30 x 12.80 m	750 mm	210 kgf/cm ²	
Total 7 hatches / 14 panels		No.2 ~ 7		17.00 x 14.40 m	800 mm		
Deck Crane : SWL 30 t x 26 m (4 units), Max heel 5° & trim 2°, maker: Tsuji Heavy Industri-Japan							
Position of Crane: 4 crane between hold no.1 ~ 2, 3 ~ 4, 4 ~ 5, 6 ~ 7				GRAB: 5 sets (Four Rope Type), weight 13 t			
Anchor: Stockless 7425 Kg		Both Stb & P chain: 330 m (12 Ø)		Cap: coal 15 m³, nickel 10 m³, Max. 17 t			
Main Engine : MITSUI-MAN B & W 6S60MC (Mark III) - 1 set				Aux Engine : Yanmar M200L – EN/ 6 cylinder (3 sets)			
MCR : 9340 Kw (12,700 PS) x 95.9 RPM				Output : 560 Kw (750 PS x 720 RPM)			
NSR : 7943 Kw (10,800 PS) x 90.8 RPM				Emergency Gen : BF6L913C – Mes Machinery & Svc Inc			
Ballast Pump : 1000 m³/hrs x 25 mTH (2 sets)				Output : 100 Kw (150 PS x 1800 RPM)			
Fire / GS pump : 90/255 m³/hrs x 80/20 mTH (2 sets)				BHC Mooring : 89.6 t (Fwd 4 sets, Center 2 sets, Aft 4 sets)			
Bunker Cap 100%		FOT NO.1-W	1322 m ³	DOT (C)	87 m³		
Fuel & Diesel		FOT NO.2-W	1248 m ³	Propeller diameter : 7300 mm x 4 blades		Pitch : 4936 mm	
		Total	2570 m³				
Email (FBB) : sriwandariindah@onsatmail.com				INM-C : 452504547@satmailc.com			
Gmail : mv.sriwandariindah@gmail.com				Phone (FBB) : + 870 7739 92068			

Gambar: Ship Particular

Sumber: Dokumentasi Pribadi

LAMPIRAN 10

IMO CREW LIST

(Name of shipping line, agent, etc)			Arrival		Departure		Page No.
1. Name of ship			2. Port of Arrival/Departure		3. Date		
4. Nationality of ship			5. Next / Last port of Call		6. Nature and No of Identity document (Seaman's Book/validity)		Nature and No. of Identity document (Place and date sign on)
7.No	8.Family name, Given names	9. Rank	10. Nationality	11. Date and place of birth			
1	FANUS MAFTUKHIN	MASTER	INDONESIAN	15/07/1974 PASURUAN,INDONESIA	F 091429 21/02/2023	CIWANDAN 30 Apr 2021	
2	NICMAT SAHURY	CHIEF OFF	INDONESIAN	23/04/1988 BATUPAHAT BARAT,INDONESIA	F 312811 14/09/2023	CIGADING 2 Jul 2021	
3	BENI DWI SANJAYA	2ND OFF	INDONESIAN	28/09/1988 MAGELANG,INDONESIA	E 001209 18/08/2022	CIWANDAN 2 Oct 2020	
4	BAGUS AJIE WIBOWO	3RD OFF	INDONESIAN	12 Apr 1998 PEMALANG, INDONESIA	F 120682 16/05/2023	BOJONEGARA 8 Apr 2021	
5	SUKASMAN	CHIEF ENG	INDONESIAN	2 Nov 1961 REBUMEN,INDONESIA	D 059554 27 Mar 2022	CIWANDAN 3 Apr 2021	
6	DJOKO PURWANTO	2ND ENG	INDONESIAN	29 Oct 1981 JAKARTA,INDONESIA	E 092570 25 Mar 2023	CIWANDAN 1 Oct 2020	
7	ADE RIZKI SUPIAN	3RD ENG	INDONESIAN	24 Dec 1994 TASIKMALAYA,INDONESIA	D 075163 17 Jun 2022	CIWANDAN 2 Oct 2020	
8	RASULA ADE PRATAMA	4TH ENG	INDONESIAN	2 Apr 1996 MAGELANG,INDONESIA	E 057259 28 Mar 2022	CIWANDAN 2 Oct 2020	
9	UDIN SARIPUDIN	ELECTRICIAN	INDONESIAN	5 Apr 1960 GARUT,INDONESIA	C 083031 7 Aug 2021	CIWANDAN 13 Oct 2020	
10	MANUTO	BOATSWAIN	INDONESIAN	5 Mar 1974 PEMALANG,INDONESIA	E 086095 8 May 2021	CIWANDAN 2 Oct 2020	
11	RAHMAT HIDAYAT	A / B	INDONESIAN	19 Feb 2000 Malolo, Indonesia	F 002341 29 Jun 2022	KABAENA 8 Oct 2019	
12	MUHAMAD MUKLI	A / B	INDONESIAN	25 Jun 1972 Jakarta, Indonesia	F 344546 12 Jun 2023	CIWANDAN 1 Sep 2020	
13	MOHAMAD TAUFIK S.	A / B	INDONESIAN	16 Mar 1995 GORONTALO,INDONESIA	D 010239 14 Oct 2021	CIWANDAN 2 Oct 2020	
14	YOYOK IRAWAN	O/S	INDONESIAN	28 Jun 1998 BOJONEGORO,INDONESIA	E 150534 27 Feb 2022	CIWANDAN 13 Oct 2020	
15	NICOLAS IZADOR R.	E-FOREMAN	INDONESIAN	29 Sep 1957 RIAUI,INDONESIA	D 041986 27 Jan 2022	CIWANDAN 2 Oct 2020	
16	SUDARSONO	OILER	INDONESIAN	4 Dec 1984 NGANJUK,INDONESIA	F 221610 22 Mar 2022	CIWANDAN 2 Oct 2020	
17	AGUS SISWANTO	OILER	INDONESIAN	25 Oct 1985 BREBES,INDONESIA	F 343837 15 Mar 2023	CIWANDAN 2 Oct 2020	
18	BUDI SUSETIYO	OILER	INDONESIAN	17 Dec 1971 Jakarta, Indonesia	F 293624 28 Oct 2022	CIWANDAN 1 Sep 2020	
19	YULISTYO EDI	FITTER	INDONESIAN	11 Sep 1968 Jakarta, Indonesia	F 042653 19 Jul 1962	CIWANDAN 14 Jun 2021	
20	ERWIN MARWOTO	COOK	INDONESIAN	18 Mar 1973 Jakarta, Indonesia	Y 094261 19 Jan 2022	CIWANDAN 8 Jan 2021	
21	FIRDIAN	MESSBOY	INDONESIAN	18 Apr 1985 MENTOK,INDONESIA	D 000788 5 Sep 2021	CIWANDAN 3 Oct 2020	
22	MUHAMAD REZA PAHLEVI	D - CADET	INDONESIAN	23 Oct 1999 KEBUMEN,INDONESIA	G 011750 14 Jul 2023	SURALAYA 25 Jul 2021	
23	BAGUS WAHYU WLJAYA	E - CADET	INDONESIAN	2 Apr 2000 JAKARTA,INDONESIA	G 011728 1 Jul 2023	SURALAYA 25 Jul 2021	
24	I MADE ANGGI JULIANTO	E - CADET	INDONESIAN	27 Jul 1999 Batuseph	G 011771 2 Jul 2023	BOJONEGARA 22 Aug 2020	

IMO Convention on Facilitation of International Maritime Traffic



Gambar: Crew List

Sumber: Dokumentasi Pribadi

LAMPIRAN 11

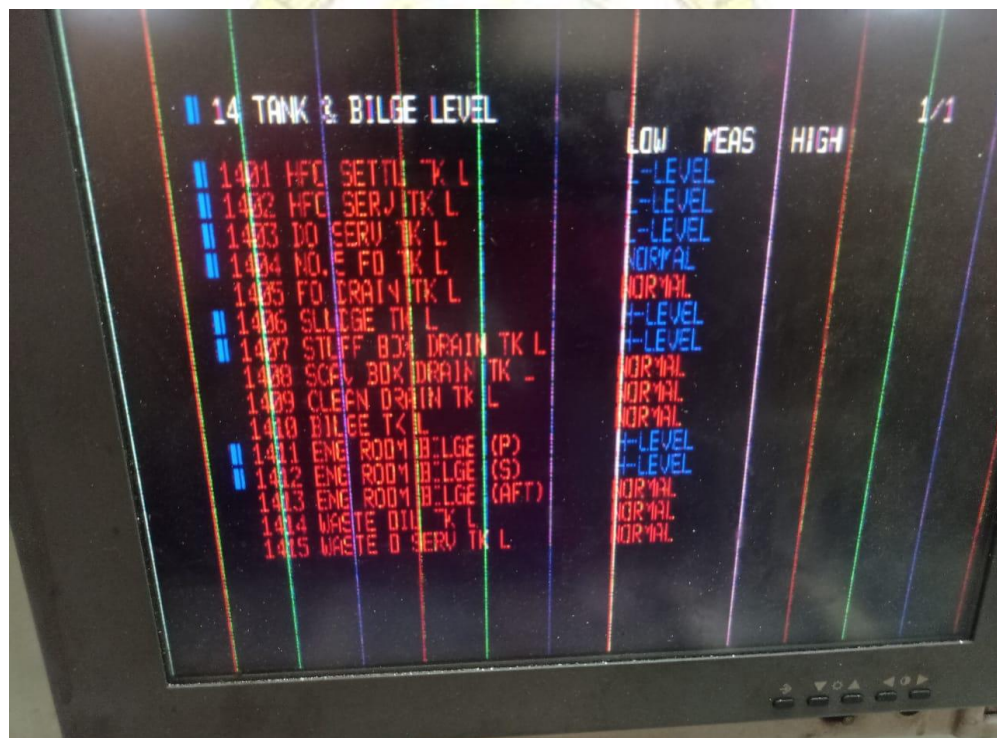
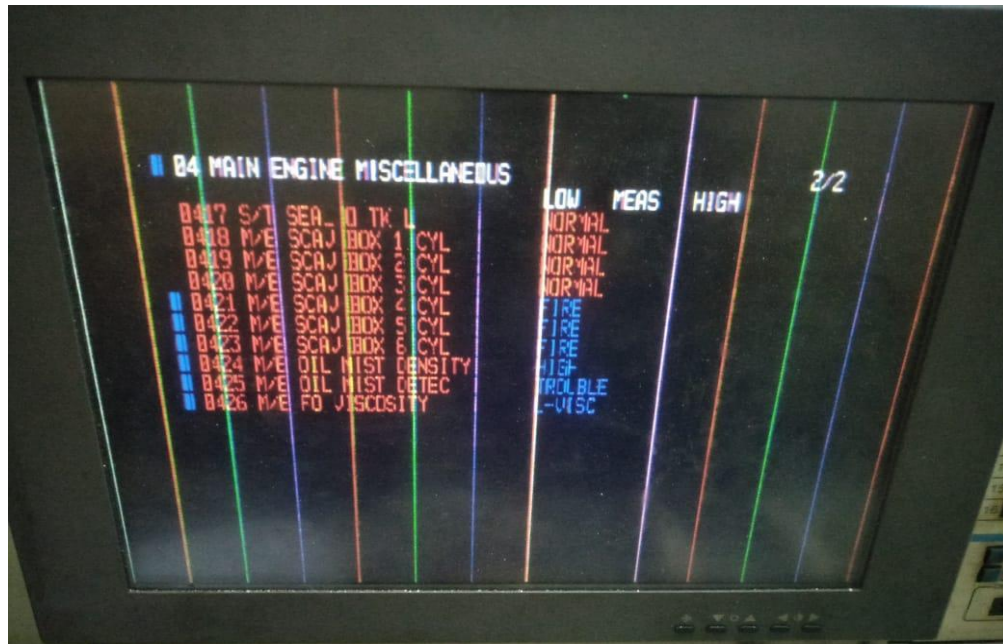
M/E PISTON & LINER MEASUREMENT TABLE

Ship's Name : Sri Wandari Indah		Cyl.: No 5		Builder/Number		Engine Type : 65 60 MC							
No. of Cyl. : 5		Engine R/hrs total : 11170.5		Place : Karang Kandri		Check Date : 21 Jan 2021							
Voyage Info. 31 B													
Normal Service Load In % of MCR				Lubricator Type (RPM/Temp.): HU Type 75									
Cyl. Pil Consump (g/hp/hrs): at load %				Cyl. Oil Type: HT 70		Fuel Oil Type : MFO							
Cylinder Liner No. : 5													
Running Hrs Since Last Operat.:				Running Hrs Since Renew		Insulation Piper (Y/N):							
Cylinder Wear Calibrations (Original 600 mm) Scale 1/100 mm (Limit : 2-4)													
Measuring Point		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Depth (mm)													
Max.	P-S	0.93	1.20	1.15	0.75	0.30	0.30	0.00					
Wear	A-F	1.40	1.40	1.40	1.40	0.20	0.10	0.35					
Wear since last open. F-A													
Wear rate per 1.000 hrs F-A													
Remarks : piston crown, piston skirt liner, piston road and stuffing box ring good condition													
Piston Rings (Original 12. mm, 9.5. mm) (Limit : mm)													
Ring No.	Thickness (mm)					Width					Broken (Y/N)		
	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E		F	
1	9.5	9.5	9.5	9.5		17	17	17	17				
2	9.5	9.5	9.5	9.5		17	17	17	17				
3	9.5	9.5	9.5	9.5		17	17	17	17				
4	9.5	9.5	9.5	9.5		17	17	17	17				
5													
6													
Piston Ring Grooves				Remarks :									
Piston No	A	F	P	S	— RENEW PISTON RING 1 SET — GROVE MAX 0,35-0,40 mm								
1	0.4	0.4	0.4	0.4									
2	0.3	0.3	0.3	0.3									
3	0.2	0.2	0.2	0.2									
4	0.2	0.2	0.2	0.2									
5													
6													
Officer in Charge	C/E	Engineering Superintendent		Measures Relevant to Engineering									

Gambar: M/E Piston & Liner Measurement Table

Sumber: Dokumentasi Pribadi

LAMPIRAN 13



Gambar: Alarm Pada Layar Monitor Engine Room

Sumber: Dokumentasi Pribadi

LAMPIRAN 14

Waktu-Jaga jam start stop	Mata Pelat No. 1 No. 2	Peninggian Ketinggian dari permukaan air laut	Suhu												Tahanan tekanan Agator	Motor banjalgenerator No. 1 No. 2	Keterangan lain-lain													
			Air tawar pendingin cylinder cylinder cooling water						Gas buang exhaust gas																					
			Kilometer meter No.																											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12																
1	53.4	21.2	41	38	47	56	65	69	69	70	70	67	58.6	308	402	441	408	347	40	50	36	212	2.66	0.39	4/11	2.8	70	440	210	LO CYL M/E - 30388 (10)
2	51.0	20.5	42	38	46	54	64	74	74	74	71	71	57.0	312	372	365	345	350	41	50	36	212	2.70	0.35	3/4	2.7	71	440	210	LO CYL M/E 30388 (10)
3	52.4	21.5	41	38	47	56	65	69	69	70	70	67	58.6	308	402	441	408	347	41	50	36	212	2.70	0.35	3/4	2.7	71	440	210	LO CYL M/E 30388 (10)
4	53.8	21.5	43	38	47	56	65	69	69	70	70	67	58.6	308	402	441	408	347	41	50	36	212	2.70	0.35	3/4	2.7	71	440	210	LO CYL M/E 30388 (10)
5	53.8	21.5	43	38	47	56	65	69	69	70	70	67	58.6	308	402	441	408	347	41	50	36	212	2.70	0.35	3/4	2.7	71	440	210	LO CYL M/E 30388 (10)

Jumlah jam putaran motor pada jam 12.00 tengah hari
Total running hours of engine at 12.00 hours

Motor induk ke-1 main engine No. 1	Pemutaran jam	Pemutaran M.I. reverser No. 1
Motor induk ke-2 main engine No. 2		
Generator No. 1 generator No. 1		
Generator No. 2 generator No. 2		
Nonstopper utama main stopper		
Lain-lain		

Memakaian dalam 24 jam
(Bahan Bakar FO) (Bahan Bakar DO) Minyak Lemas (Lubricating Oil) Minyak Diesel (Diesel Oil)

Sisa kerosah previouse periode	145.114	36.405	1330	635	1213
Motor induk main engine	20.385			30	
Motor banjal aux engine		3.470		30	
Lain-lain others					
Sisa sekarang today					
Ditambah added					
Jumlah saat ini total at 12.00	144.729	30.915	1330	665	1013

Ditanda - tangkai oleh
Kapita Kamar Mesin
Chief Engineer

Waktu-Jaga jam start stop	Mata Pelat No. 1 No. 2	Peninggian Ketinggian dari permukaan air laut	Suhu												Tahanan tekanan Agator	Motor banjalgenerator No. 1 No. 2	Keterangan lain-lain													
			Air tawar pendingin cylinder cylinder cooling water						Gas buang exhaust gas																					
			Kilometer meter No.																											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12																
1	53.8	21.2	41	38	47	56	65	69	69	70	70	67	58.6	308	402	441	408	347	41	50	36	212	2.70	0.35	3/4	2.7	71	440	210	LO CYL M/E 31210 (13)
2	51.0	20.5	42	38	46	54	64	74	74	74	71	71	57.0	312	372	365	345	350	41	50	36	212	2.70	0.35	3/4	2.7	71	440	210	LO CYL M/E 31210 (13)
3	52.4	21.5	41	38	47	56	65	69	69	70	70	67	58.6	308	402	441	408	347	41	50	36	212	2.70	0.35	3/4	2.7	71	440	210	LO CYL M/E 31210 (13)
4	53.8	21.5	43	38	47	56	65	69	69	70	70	67	58.6	308	402	441	408	347	41	50	36	212	2.70	0.35	3/4	2.7	71	440	210	LO CYL M/E 31210 (13)
5	53.8	21.5	43	38	47	56	65	69	69	70	70	67	58.6	308	402	441	408	347	41	50	36	212	2.70	0.35	3/4	2.7	71	440	210	LO CYL M/E 31210 (13)

Jumlah jam putaran motor pada jam 12.00 tengah hari
Total running hours of engine at 12.00 hours

Motor induk ke-1 main engine No. 1	Pemutaran jam	Pemutaran M.I. reverser No. 1
Motor induk ke-2 main engine No. 2		
Generator No. 1 generator No. 1		
Generator No. 2 generator No. 2		
Nonstopper utama main stopper		
Lain-lain		

Memakaian dalam 24 jam
(Bahan Bakar FO) (Bahan Bakar DO) Minyak Lemas (Lubricating Oil) Minyak Diesel (Diesel Oil)

Sisa kerosah previouse periode	144.729	31.945	1330	665	1013
Motor induk main engine	30.588			30	
Motor banjal aux engine		3.772		30	
Lain-lain others					
Sisa sekarang today					
Ditambah added					
Jumlah saat ini total at 12.00	134.141	31.945	1330	695	813

Ditanda - tangkai oleh
Kapita Kamar Mesin
Chief Engineer

Gambar: Jurnal Log Book

Sumber: Dokumentasi Pribadi