

**UPAYA MENINGKATKAN KINERJA INJECTOR DALAM  
PROSES PEMBAKARAN MESIN INDUK DI ATAS KAPAL**

**TB. MBP 3236**



Disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan  
Program Pendidikan Dan Pelatihan Pelaut (DP) Tingkat I

**MAHADIR MUHAMMAD**

**NIS. 25.09.102.019**

**AHLI TEKNIKA TINGKAT I**

**PROGRAM DIKLAT PELAUT TINGKAT I**

**POLITEKNIK ILMU PELAYARAN MAKASAR**

**2025**

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : MAHADIR MUHAMMAD

Nomor Induk Siswa : 25.09.102.019

Program Pelatihan : AHLI TEKNIKA TINGKAT I


Menyatakan bahwa KIT yang saya tulis dengan judul :

**UPAYA MENINGKATKAN KINERJA INJECTOR DALAM PROSES  
PEMBAKARAN MESIN INDUK DI ATAS KAPAL TB. MBP 3236**

Merupakan karya asli. Seluruh ide yang ada dalam KIT tersebut, kecuali tema dan yang saya nyatakan sebagai kutipan, merupakan ide sendiri.

Jika pernyataan diatas terbukti tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi yang ditetapkan oleh Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.

Makassar, 26 Oktober 2025



MAHADIR MUHAMMAD  
NIS. 25.09.102.019

**PERSETUJUAN SEMINAR****KARYA ILMIAH TERAPAN**

Judul : UPAYA MENINGKATKAN KINERJA  
INJECTOR DALAM PROSES  
PEMBAKARAN MESIN INDUK DI ATAS  
KAPAL TB. MBP 3236

Nama Pasis : MAHADIR MUHAMMAD

Nomor Induk Siswa : 25. 09.102.019

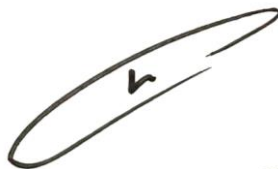
Program Diklat : AHLI TEKNIKA TINGKAT I

Dengan ini dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diseminarkan.

Makassar, 26 November 2025

Menyetujui,

Pembimbing I



AKIB MARRANG, M.M., M.Mar.E  
NIP. -

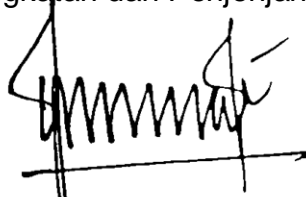
Pembimbing II



AGUS SALIM, S.Si.T., M.Mar.E  
NIP.19820828025211028

Mengetahui:

Manager Diklat  
Peningkatan dan Penjenjangan



Ir. SUYUTI, M.Si., M.Mar.E  
NIP. 196805082002121002

**UPAYA MENINGKATKAN KINERJA INJECTOR DALAM  
PROSES PEMBAKARAN MESIN INDUK DI ATAS KAPAL TB.  
MBP 3236**

Disusun dan Diajukan oleh:

**MAHADIR MUHAMMAD**

**NIS. 25.09.102.019**

**Ahli Teknika Tingkat I**


Telah dipresentasikan di depan Panitia Ujian KIT  
Pada Tanggal 26 November 2025

Menyetujui

Pembimbing I


Pembimbing II

  
**AKIB MARRANG, M.M., M.Mar.E**  
NIP. -

  
**AGUS SALIM, S.Si.T., M.Mar.E**  
NIP. 19820828025211028

Mengetahui:

A.n Direktur  
Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar  
Pembantu Direktur I

  
**Capt Faisal Saransi, MT., M.Mar.**  
NIP. 19750329 199903 1 002

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas limpahan rahmat, taufik, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Karya Ilmiah Terapan ini dengan baik. Karya ilmiah ini berjudul “Upaya Meningkatkan Kinerja Injector Dalam Proses Pembakaran Mesin Induk di Atas Kapal TB. MBP 3236”, yang disusun sebagai salah satu syarat akademik dalam rangka penyelesaian program pendidikan di Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.

Penulisan ini dilatarbelakangi oleh pentingnya pelaksanaan dinas jaga laut yang disiplin dan sesuai standar STCW 1978 Amandemen 2010, guna mencegah terjadinya insiden navigasi seperti tabrakan dan bahaya pelayaran lainnya. Melalui penelitian ini, penulis berharap dapat memberikan kontribusi dalam peningkatan keselamatan pelayaran dan profesionalisme perwira jaga di kapal niaga.

Penyusunan Karya Ilmiah Terapan ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis dengan segala kerendahan hati menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Capt. Rudi Susanto, M.Pd., selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
2. Bapak Capt. Faisal Saransi, MT., M.Mar., selaku Pembantu Direktur I Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
3. Bapak Ir. Suyuti, M.Si., M.Mar.E., selaku Manager Diklat Teknis Peningkatan dan Penjenjangan Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
4. Bapak Bapak Akib Marrang, M.M., M.Mar.E., selaku Pembimbing I Karya Ilmiah Terapan ini.

5. Agus Salim, S.Si.T.,M.Mar.E, selaku Pembimbing II yang telah memberikan arahan dan masukan berharga.
6. Seluruh Dosen dan Pegawai Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar atas dedikasi dan bimbingannya selama masa pendidikan.
7. Kedua orang tua tercinta, atas doa, kasih sayang, dan pengorbanannya yang tiada henti hingga penulis dapat menyelesaikan karya ini.
8. Rekan-rekan Perwira Siswa Angkatan XLVII Tahun 2025 atas kebersamaan dan semangat belajar yang senantiasa menjadi motivasi selama proses penyusunan.

Penulis menyadari bahwa Karya Ilmiah Terapan ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun demi penyempurnaan karya ini di masa mendatang. Semoga hasil penulisan ini dapat memberikan manfaat bagi dunia pendidikan pelayaran dan menjadi bahan referensi dalam meningkatkan keselamatan kerja dan pelayaran di atas kapal.

Makassar, 26 Oktober 2025



MAHADIR MUHAMMAD

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN SAMPUL</b>	i
<b>PERNYATAAN KEASLIAN</b>	ii
<b>PERSETUJUAN SEMINAR</b>	iii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	iv
<b>KATA PENGANTAR</b>	v
<b>DAFTAR ISI</b>	vii
<b>DAFTAR TABEL</b>	ix
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	x
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b>	xi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Batasan Masalah	4
D. Tujuan Penulisan	4
E. Manfaat Penulisan	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
A. Faktor Manusia	6
B. Faktor Organisasi di atas Kapal	12
C. Faktor Kapal	19
<b>BAB III METODE PENGAMBILAN DATA</b>	
A. Observasi / Pengamatan	25
B. Interview / Wawancara	26
C. Studi Pustaka	28

**BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

A. Lokasi Kejadian	30
B. Situasi dan Kondisi	31
C. Temuan	33
D. Urutan Kejadian	34

**BAB V SIMPULAN DAN SARAN**

A. Simpulan	36
B. Saran	36

**DAFTAR PUSTAKA****LAMPIRAN****DAFTAR RIWAYAT HIDUP**

**DAFTAR TABEL**

Nomor	Halaman
Tabel 4.1 Urutan Kejadian di TB. MBP 3236	34

**DAFTAR GAMBAR**

Nomor	Halaman
Gambar 4.1 TB. 3236	30

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1. Ship Particular

Lampiran 2. Crew List

Lampiran 3 Foto crew saat safety meeting

Lampiran 4 Foto injector yang bermasalah

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **A. Latar Belakang**

Transportasi laut merupakan tulang punggung perdagangan dunia dan memegang peran vital dalam mendukung distribusi barang antarwilayah. Salah satu faktor utama yang menentukan keberhasilan operasional kapal adalah keandalan sistem permesinan, khususnya mesin induk yang berfungsi sebagai penggerak utama kapal. Mesin induk pada kapal-kapal berbahan bakar Diesel dirancang untuk beroperasi dalam waktu lama dengan tingkat efisiensi tinggi. Oleh karena itu, perawatan dan pengawasan terhadap sistem pembakaran menjadi bagian penting untuk menjamin performa dan keselamatan pelayaran.

Dalam sistem pembakaran mesin Diesel, proses injeksi bahan bakar merupakan tahap yang sangat menentukan. Injector berfungsi untuk menyemprotkan bahan bakar ke dalam ruang bakar dalam bentuk kabut halus (atomisasi) agar mudah bercampur dengan udara panas sehingga menghasilkan pembakaran yang sempurna. Menurut Yue dan Wang (2022), efisiensi mesin Diesel sangat bergantung pada kualitas penyemprotan bahan bakar, tekanan injeksi, dan distribusi semprotan di dalam ruang bakar. Ketidaktepatan dalam pola semprotan akan menyebabkan pembakaran tidak merata, konsumsi bahan bakar meningkat, dan emisi gas buang yang lebih tinggi.

Kondisi di atas menjelaskan pentingnya perawatan sistem injeksi

bahan bakar, termasuk injector, sebagai bagian dari program Planned Maintenance System (PMS) yang direkomendasikan oleh produsen mesin dan diatur dalam standar STCW 1978 Amandemen 2010. Hengkara Majaya (2024) menegaskan bahwa perawatan injector yang tidak dilakukan secara berkala dapat menimbulkan gangguan serius seperti penyumbatan, kebocoran, atau perubahan tekanan semprotan yang akhirnya menurunkan efisiensi mesin. Kinerja injector yang buruk bukan hanya menambah beban kerja mesin, tetapi juga meningkatkan risiko kerusakan komponen lain dan biaya operasional kapal.

Secara khusus, kapal tunda (tugboat) TB. MBP 3236 merupakan kapal kerja yang beroperasi di perairan pelabuhan dan pesisir dengan intensitas penggunaan mesin yang tinggi. Mesin induk kapal jenis ini harus menghasilkan tenaga besar pada putaran rendah, sehingga sistem bahan bakar dituntut bekerja secara optimal dan stabil. Setiap gangguan pada injector dapat langsung berdampak pada kinerja tarikan kapal serta keselamatan operasi penarikan tongkang.

Selama pelayaran, tim teknis kapal TB. MBP 3236 menemukan adanya gangguan pada sistem pembakaran mesin induk berupa kenaikan suhu gas buang yang signifikan hingga mencapai 380°C pada silinder nomor satu, sementara suhu normal berada di kisaran 340°C. Setelah dilakukan pemeriksaan, ditemukan bahwa nozzle injector pada silinder tersebut mengalami penyumbatan akibat penumpukan karbon. Tekanan semprotan yang seharusnya 315–320 kg/cm<sup>2</sup> meningkat menjadi 385 kg/cm<sup>2</sup>, sehingga pola semprotan

bahan bakar berubah dari kabut halus menjadi tetesan besar (droplet). Akibatnya, proses pembakaran menjadi tidak sempurna, konsumsi bahan bakar meningkat, dan daya dorong mesin berkurang.

Temuan ini menunjukkan adanya permasalahan teknis yang serius dalam sistem injeksi bahan bakar. Jika tidak segera diperbaiki, kondisi tersebut dapat menimbulkan dampak lanjutan seperti keausan komponen piston dan silinder, ketidakseimbangan tenaga antar silinder, bahkan potensi engine failure. Oleh karena itu, diperlukan langkah perawatan, perbaikan, dan kalibrasi injector yang tepat agar kinerja mesin induk dapat kembali normal sesuai spesifikasi pabrikan.

Melalui tindakan perawatan yang sistematis — mulai dari pembersihan nozzle, pengujian tekanan semprotan, penggantian komponen aus, hingga penyesuaian tekanan injeksi — diharapkan performa mesin induk kapal TB. MBP 3236 dapat meningkat dan bekerja secara efisien. Selain itu, penerapan perawatan preventif yang terencana juga akan memperpanjang umur komponen, mengurangi risiko kerusakan mendadak, serta mendukung efisiensi bahan bakar dan pengurangan emisi gas buang.

Dengan memperhatikan fenomena tersebut, penelitian ini difokuskan pada analisis dan penerapan upaya peningkatan kinerja injector dalam proses pembakaran mesin induk kapal TB. MBP 3236. Karya ilmiah terapan ini diharapkan mampu memberikan gambaran teknis yang komprehensif mengenai pentingnya perawatan sistem injeksi bahan bakar, sekaligus menjadi referensi bagi perwira mesin

dan taruna pelayaran dalam memahami keterkaitan antara performa injector, efisiensi mesin, serta keberlanjutan operasi kapal.

Dengan demikian, peningkatan kinerja injector bukan sekadar perbaikan teknis semata, melainkan langkah strategis dalam menjaga keandalan sistem permesinan kapal, mendukung efisiensi operasional, serta menjamin keselamatan dan keberlanjutan pelayaran di lingkungan maritim yang semakin kompetitif.

## **B. Rumusan Masalah**

Bagaimana cara melakukan perawatan dan perbaikan injector agar tidak terjadi penyumbatan dan tetesan yang memengaruhi performa mesin induk di kapal TB. MBP 3236?

Rumusan ini difokuskan untuk menganalisis penyebab penyumbatan injector serta langkah perawatan yang sesuai standar maker's manual dan prosedur PMS.

## **C. Batasan Masalah**

Penelitian ini dibatasi pada sistem injeksi bahan bakar mesin induk kapal TB. MBP 3236, khususnya pada nozzle injector silinder nomor satu. Pembahasan hanya mencakup penyebab penyumbatan, tekanan injeksi, serta metode perawatan dan perbaikan.

## **D. Tujuan Penulisan**

Adapun Tujuan dari penulisan karya ilmiah terapan ini adalah: Untuk mengetahui penyebab dan langkah perawatan injector yang mengalami penyumbatan serta meningkatkan efisiensi pembakaran mesin induk pada kapal TB. MBP 3236.

### **E. Manfaat Penulisan**

1. Aspek Teoritis: Memberikan wawasan ilmiah tentang sistem injeksi bahan bakar pada mesin Diesel kapal, serta hubungannya dengan efisiensi pembakaran dan penghematan energi.
2. Aspek Praktis : Sebagai pedoman bagi perwira mesin dan engine crew kapal TB. MBP 3236 dalam melaksanakan perawatan rutin injector sesuai prosedur PMS untuk mencegah gangguan operasi.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Dalam Bab II KIT ini, ada 3 faktor yang berpengaruh untuk dikaji dalam penulisan KIT ini, yaitu:

#### **A. Faktor Manusia**

Faktor manusia (Human Factor) merupakan elemen paling dominan yang memengaruhi keselamatan pelayaran. Berdasarkan data dari International Maritime Organization (IMO) dan Marine Accident Investigation Branch (MAIB), lebih dari 80% kecelakaan kapal disebabkan oleh kesalahan manusia (human error), baik yang bersifat langsung (active error) maupun tidak langsung (latent error). Dalam konteks pelayaran, faktor manusia tidak hanya mencakup kemampuan teknis individu, tetapi juga aspek mental, fisik, kebiasaan, hingga perilaku saat menghadapi kondisi darurat di kapal.

Berikut penjabaran faktor manusia dari segi :

##### **1. Pengetahuan dan Keterampilan Kru (*Outcome* dari Pelatihan atau Pengalaman)**

Salah satu faktor dominan yang memengaruhi kinerja dan keselamatan sistem permesinan di kapal adalah faktor manusia. Mesin dan peralatan kapal, sebaik apa pun kualitasnya, tidak akan berfungsi optimal tanpa dukungan sumber daya manusia yang kompeten, terampil, dan memiliki kesadaran penuh terhadap tanggung jawabnya. Dalam konteks operasional mesin induk, khususnya pada sistem injeksi bahan bakar, tingkat

pengetahuan dan keterampilan kru memiliki pengaruh langsung terhadap keandalan dan efisiensi sistem pembakaran.

Menurut International Maritime Organization (IMO) dalam STCW 1978 Amandemen 2010, setiap personel di kapal wajib memiliki kompetensi yang sesuai dengan jabatan dan tanggung jawabnya di atas kapal. Untuk departemen mesin, perwira dan engine crew harus memahami prinsip kerja sistem bahan bakar, pelumasan, pendinginan, serta sistem pembakaran termasuk perawatan injector. Injector merupakan komponen vital yang memerlukan penguasaan teknis tinggi dalam proses perawatan, pengujian, dan kalibrasi. Kesalahan kecil dalam penanganannya, seperti tekanan semprotan yang tidak sesuai atau pembersihan yang tidak sempurna, dapat menyebabkan gangguan besar terhadap performa mesin induk.

Kru mesin yang berpengetahuan baik mampu melakukan analisis dini terhadap gejala-gejala kerusakan pada sistem injeksi bahan bakar. Misalnya, peningkatan suhu gas buang yang tidak wajar, perubahan suara mesin, getaran yang meningkat, atau penurunan tekanan bahan bakar sering kali menjadi indikasi awal terjadinya penyumbatan atau kebocoran pada nozzle injector. Kru yang berpengalaman akan segera mengambil tindakan korektif dengan melakukan inspeksi visual dan uji tekanan semprotan menggunakan injector tester. Kemampuan seperti ini hanya dapat diperoleh melalui pelatihan,

pengalaman berlayar, dan pembiasaan terhadap prosedur Planned Maintenance System (PMS).

Sebaliknya, kurangnya pengetahuan dan keterampilan dapat menimbulkan kesalahan prosedural dalam perawatan. Misalnya, pembongkaran injector tanpa memperhatikan urutan dan kebersihan area kerja dapat mengakibatkan masuknya partikel asing ke dalam nozzle, yang kemudian menyebabkan penyumbatan. Selain itu, ketidaktahuan terhadap nilai tekanan pembukaan injector sesuai spesifikasi pabrikan dapat menyebabkan kalibrasi yang tidak tepat, sehingga pola semprotan bahan bakar menjadi tidak normal. Dampaknya bukan hanya pada penurunan performa mesin, tetapi juga peningkatan risiko kebakaran di ruang mesin akibat kebocoran bahan bakar bertekanan tinggi.

Pengetahuan teknis yang dimiliki kru juga harus diimbangi dengan keterampilan praktis yang diperoleh melalui pengalaman langsung. Second dan Third Engineer berperan penting dalam mentransfer pengetahuan dan melatih kru muda atau engine cadet dalam menerapkan teori ke praktik di atas kapal. Pelatihan tersebut meliputi cara membaca maker's manual, prosedur pengujian tekanan injector, pengukuran suhu gas buang, serta pelaksanaan perawatan rutin seperti pembersihan nozzle dengan cairan pelarut karbon.

Selain aspek teknis, faktor non-teknis seperti kedisiplinan,

tanggung jawab, dan kesadaran terhadap keselamatan kerja (safety awareness) juga menjadi bagian integral dari kompetensi kru. Dalam pelaksanaan perawatan sistem bahan bakar, kru wajib menerapkan prosedur keselamatan seperti penggunaan Personal Protective Equipment (PPE), pengendalian sumber panas, serta pencegahan kebocoran bahan bakar. Semua hal tersebut tercantum dalam ketentuan Safety Management System (SMS) yang diatur oleh International Safety Management (ISM) Code.

Pada kapal TB. MBP 3236, pelaksanaan perawatan injector dilakukan oleh tim mesin di bawah koordinasi Chief Engineer. Setiap kru memiliki tanggung jawab spesifik, mulai dari persiapan peralatan, pembersihan komponen, hingga pengujian tekanan semprotan. Keterlibatan aktif semua anggota tim menunjukkan bahwa keberhasilan perawatan tidak hanya ditentukan oleh kemampuan individu, tetapi juga oleh kolaborasi dan komunikasi yang baik antaranggota tim.

## 2. ***Personality (Kondisi Mental dan Emosi Kru)***

Selain pengetahuan dan keterampilan teknis, kondisi mental dan emosi kru merupakan faktor penting yang berpengaruh langsung terhadap kinerja sistem permesinan dan keselamatan kerja di atas kapal. Aspek kepribadian (personality) menentukan bagaimana seseorang bereaksi terhadap tekanan pekerjaan, beradaptasi dengan lingkungan kerja yang penuh risiko, serta

berinteraksi dengan rekan kerja dalam situasi operasional yang kompleks. Dalam konteks pengoperasian dan perawatan injector mesin induk di kapal TB. MBP 3236, kestabilan mental dan emosi kru menjadi syarat utama agar proses perawatan dilakukan dengan teliti, aman, dan sesuai prosedur.

Kapal merupakan lingkungan kerja tertutup yang terisolasi dari kehidupan darat dalam jangka waktu lama. Rutinitas kerja yang berulang, tekanan operasional, gangguan tidur akibat pembagian waktu jaga, serta tanggung jawab terhadap keselamatan kapal sering kali menimbulkan stres kerja (work stress). Menurut International Maritime Health Association (IMHA, 2020), kelelahan mental dan stres kronis pada pelaut dapat menyebabkan gangguan konsentrasi, menurunkan kemampuan pengambilan keputusan, dan meningkatkan risiko kesalahan manusia (human error). Dalam sistem permesinan, kesalahan sekecil apa pun—seperti salah membuka katup bahan bakar, lupa menutup drain valve, atau keliru mengatur tekanan uji injector—dapat menimbulkan kerusakan serius dan mengancam keselamatan kapal.

Kondisi mental yang stabil memungkinkan kru bekerja dengan fokus dan tenang dalam situasi berisiko tinggi. Sebaliknya, kelelahan mental (mental fatigue) atau tekanan emosional dapat menurunkan daya analisis dan akurasi kerja. Pada proses perawatan injector, kru dituntut memiliki ketelitian

tinggi karena komponen yang dikerjakan sangat kecil dan presisi, seperti nozzle needle, pressure spring, dan distance piece. Kesalahan dalam penyetelan tekanan atau perakitan kembali dapat mengubah karakter semprotan bahan bakar, menyebabkan pembakaran tidak sempurna, dan akhirnya menurunkan performa mesin induk.

Faktor emosi juga berperan penting dalam membentuk suasana kerja di ruang mesin. Emosi yang tidak terkendali, seperti mudah marah atau frustrasi akibat tekanan pekerjaan, dapat memicu konflik antarkru dan mengganggu koordinasi tim. Engine room adalah lingkungan kerja yang memerlukan komunikasi efektif antara chief engineer, second engineer, third engineer, dan oiler. Dalam situasi gangguan teknis, keputusan cepat harus diambil dengan tenang dan berdasarkan data teknis, bukan emosi. Oleh karena itu, kemampuan mengendalikan diri dan menjaga suasana kerja kondusif menjadi bagian dari profesionalisme pelaut.

Personality kru yang positif juga mencerminkan nilai-nilai seperti disiplin, tanggung jawab, kerja sama, dan etika kerja. Kru dengan karakter positif biasanya memiliki kepedulian tinggi terhadap perawatan alat, tidak menunda pekerjaan, dan berinisiatif melakukan pengecekan meski tidak diperintah langsung oleh atasan. Sikap ini sangat penting dalam sistem perawatan preventif (planned maintenance system) di mana

keberhasilan bergantung pada ketepatan waktu dan kepedulian individu terhadap kondisi peralatan.

Program pelatihan modern di berbagai lembaga pelayaran kini tidak hanya berfokus pada aspek teknis, tetapi juga penguatan mental dan soft skill pelaut. Pelatihan tersebut mencakup stress management, leadership at sea, dan emotional resilience training untuk membantu kru menghadapi tekanan hidup di laut. Menurut IMO Model Course 1.21 tentang Personal Safety and Social Responsibilities, pelaut dituntut mampu mengelola stres dan menjaga keseimbangan emosi selama berlayar agar tetap mampu bekerja secara efektif dan aman.

Pada kapal TB. MBP 3236, keseimbangan kondisi mental kru terbukti berperan dalam keberhasilan tim mesin menyelesaikan perawatan injector silinder nomor satu yang mengalami penyumbatan. Meskipun tekanan kerja tinggi karena gangguan terjadi di tengah pelayaran, kru dapat tetap fokus melaksanakan prosedur dengan tenang sesuai instruksi chief engineer. Keadaan ini menunjukkan bahwa pengendalian emosi dan ketenangan berpikir merupakan modal utama untuk mengatasi situasi darurat tanpa menimbulkan kesalahan tambahan.

## **B. Faktor Organisasi diatas Kapal.**

### **1. Beban Kerja / Kerumitan pekerjaan.**

Dalam sistem organisasi di atas kapal, beban kerja

(*workload*) dan tingkat kerumitan pekerjaan merupakan faktor penting yang sangat mempengaruhi kinerja kru, efisiensi operasional, serta keselamatan kerja di ruang mesin. Beban kerja yang tidak seimbang atau terlalu tinggi dapat menimbulkan kelelahan fisik dan mental, mengurangi konsentrasi, serta meningkatkan potensi terjadinya kesalahan manusia (*human error*). Sebaliknya, pembagian tugas yang proporsional, sesuai kompetensi dan kapasitas kru, akan menciptakan lingkungan kerja yang produktif, efisien, dan aman.

Menurut *International Labour Organization (ILO, 2019)* dalam *Maritime Labour Convention (MLC) 2006 Regulation 2.3* tentang *Hours of Work and Hours of Rest*, setiap pelaut berhak atas pembatasan jam kerja maksimum 14 jam dalam 24 jam dan tidak lebih dari 72 jam dalam tujuh hari. Ketentuan ini bertujuan untuk menjaga keseimbangan antara jam kerja dan waktu istirahat agar kru tetap bugar secara fisik dan mental. Kelelahan yang timbul akibat jam kerja panjang tanpa istirahat cukup dapat berdampak langsung pada kemampuan analisis dan ketelitian kerja, khususnya pada pekerjaan teknis seperti perawatan *injector* mesin induk yang membutuhkan presisi tinggi.

Di ruang mesin kapal TB. *MBP 3236*, beban kerja cenderung tinggi karena sifat operasional kapal tunda (*tugboat*) yang beroperasi dalam durasi panjang dengan siklus kerja yang padat. Kapal jenis ini sering melakukan kegiatan penarikan tongkang di

area pelabuhan dan perairan pesisir dengan waktu siaga mesin yang hampir terus-menerus. Kru mesin harus memastikan sistem permesinan, termasuk bahan bakar, pelumasan, pendinginan, dan sistem pembakaran, selalu dalam kondisi siap pakai. Hal ini menuntut kesiapan mental, stamina yang kuat, dan keterampilan teknis yang tinggi.

Dalam konteks pekerjaan perawatan *injector*, tingkat kerumitan pekerjaan tergolong tinggi karena melibatkan komponen yang bekerja pada tekanan sangat besar — mencapai 300–320 kg/cm<sup>2</sup>. Proses perawatan mencakup tahapan yang harus dilakukan secara teliti, mulai dari pembongkaran, pembersihan dengan cairan pelarut karbon, pemeriksaan visual *nozzle needle*, pengujian tekanan semprotan menggunakan *injector tester*, hingga kalibrasi ulang. Setiap langkah membutuhkan ketelitian mikroskopis dan pemahaman menyeluruh terhadap prosedur kerja berdasarkan *maker's manual*. Kesalahan kecil, seperti kesalahan penyetelan tekanan pegas atau pemasangan *nozzle holder*, dapat menyebabkan perubahan pola semprotan dan menimbulkan pembakaran tidak sempurna di ruang bakar mesin induk.

Selain aspek teknis, beban kerja juga mencakup tanggung jawab administratif seperti pencatatan hasil pengujian dalam *engine logbook*, penyusunan laporan pemeliharaan (*maintenance report*), serta pelaporan kondisi mesin kepada

*chief engineer*. Pekerjaan ini menambah kompleksitas kerja karena kru harus mampu mengombinasikan *kemampuan* teknis dan administratif secara bersamaan. Oleh karena itu, pembagian tugas yang proporsional sangat diperlukan. Misalnya, *Second Engineer* fokus pada pengujian dan kalibrasi, sementara *Third Engineer* dan *oiler* menangani persiapan alat, pembersihan, serta dokumentasi pekerjaan.

Tingkat *kerumitan* pekerjaan di ruang mesin juga dipengaruhi oleh faktor eksternal seperti suhu ruang mesin yang tinggi (bisa mencapai 45°C), kebisingan, getaran, dan ruang kerja yang terbatas. Kondisi ini menambah tekanan fisiologis bagi kru sehingga dapat mempercepat kelelahan. Dalam hal ini, penerapan *Engine Resource Management (ERM)* menjadi kunci untuk mengelola beban kerja secara efisien. Dengan menerapkan rotasi kerja, *briefing* sebelum tugas (*toolbox meeting*), serta monitoring kondisi kru, *chief engineer* dapat memastikan setiap anggota tim bekerja dalam batas aman dan mampu mempertahankan kualitas kerja yang tinggi.

Selain pengaturan jam kerja, tingkat kerumitan pekerjaan juga harus diimbangi dengan pelatihan keterampilan berkelanjutan. Pelatihan seperti *injector maintenance training*, *engine diagnostic training*, dan *safety awareness course* dapat membantu kru memahami risiko teknis dan meningkatkan kemampuan menghadapi kompleksitas sistem mesin modern.

Dengan pemahaman mendalam terhadap tugasnya, kru dapat menyelesaikan pekerjaan rumit dengan lebih efisien dan aman.

## **2. Team Work dan Engine Resource Management.**

Organisasi di atas kapal merupakan sistem kerja yang terstruktur, di mana setiap individu memiliki peran, tanggung jawab, dan hubungan kerja yang saling bergantung satu sama lain. Dalam konteks departemen mesin, keberhasilan pengoperasian dan pemeliharaan mesin induk sangat ditentukan oleh efektivitas team work dan penerapan Engine Resource Management (ERM). Kedua aspek ini berfungsi untuk mengoptimalkan kerja tim, meningkatkan komunikasi, serta mencegah terjadinya kesalahan manusia (human error) yang dapat berdampak serius terhadap keselamatan kapal.

Menurut International Maritime Organization (IMO), konsep Resource Management pada dasarnya adalah kemampuan untuk mengelola seluruh sumber daya manusia, peralatan, dan informasi di atas kapal agar dapat digunakan secara efektif dalam pengambilan keputusan dan penyelesaian masalah. Bridge Resource Management (BRM) diterapkan di anjungan kapal, sedangkan di ruang mesin digunakan istilah Engine Resource Management (ERM). Prinsip-prinsip dalam ERM meliputi komunikasi yang efektif, kepemimpinan yang kuat, koordinasi kerja tim, manajemen stres, serta kesadaran situasional (situational awareness).

Pada kapal TB. MBP 3236, sistem organisasi di ruang mesin terdiri dari Chief Engineer sebagai penanggung jawab utama, Second Engineer sebagai pelaksana teknis harian, Third Engineer sebagai pengawas peralatan bantu, dan beberapa motorman serta oiler yang membantu pekerjaan rutin. Struktur ini menuntut adanya kerja sama yang baik dalam pembagian tugas. Misalnya, saat dilakukan perawatan injector, Chief Engineer berperan dalam menentukan prioritas pekerjaan, memberikan instruksi teknis, dan memastikan keselamatan kerja. Second Engineer melaksanakan pengawasan langsung terhadap pembongkaran, pengujian tekanan semprotan, dan kalibrasi injector, sedangkan oiler bertugas menyiapkan alat, membersihkan komponen, serta membantu pemasangan kembali.

Keberhasilan perawatan injector bukan hanya bergantung pada keahlian teknis individu, tetapi juga pada koordinasi dan komunikasi yang efektif antaranggota tim mesin. Komunikasi yang jelas membantu menghindari miskomunikasi yang dapat menyebabkan kesalahan prosedur. Misalnya, salah dalam menyetel tekanan pengujian injector atau keliru menempatkan komponen nozzle dapat mengakibatkan kerusakan sistem bahan bakar. Dengan adanya komunikasi dua arah antara Second Engineer dan Chief Engineer, setiap keputusan dapat diambil berdasarkan data yang akurat dan kondisi aktual mesin.

Selain itu, Engine Resource Management juga menekankan pentingnya kesadaran situasional (situational awareness) dalam setiap kegiatan perawatan. Kru mesin harus selalu memahami kondisi sistem secara menyeluruh — mulai dari tekanan bahan bakar, suhu gas buang, hingga jadwal pemeliharaan komponen. Pada saat terjadi gangguan seperti penyumbatan injector, kru yang memiliki kesadaran situasional tinggi akan segera mengenali tanda-tanda abnormal, melaporkan ke atasan, dan melakukan tindakan korektif sebelum masalah berkembang menjadi kerusakan besar.

Menurut IMO Model Course 7.04 tentang Officer in Charge of an Engineering Watch, kerja sama tim di ruang mesin harus didasarkan pada saling percaya, keterbukaan informasi, dan disiplin terhadap prosedur kerja. Seorang perwira mesin harus mampu memimpin dengan ketegasan namun tetap mendorong partisipasi anggota tim dalam pengambilan keputusan. Pendekatan kepemimpinan partisipatif ini penting untuk menciptakan rasa memiliki terhadap pekerjaan dan menumbuhkan tanggung jawab bersama atas hasil perawatan mesin.

Dalam praktiknya di kapal TB. MBP 3236, perawatan injector yang tersumbat dilakukan dengan pembagian peran yang jelas. Chief Engineer mengoordinasikan jadwal top overhaul, Second Engineer melakukan pengujian tekanan menggunakan injector

tester, sedangkan Third Engineer mencatat hasil pengujian ke dalam engine logbook untuk keperluan dokumentasi. Kolaborasi ini menunjukkan penerapan prinsip ERM secara nyata — seluruh anggota tim berperan aktif, saling melengkapi, dan bekerja menuju tujuan yang sama yaitu memastikan mesin induk beroperasi dengan efisien dan aman.

Selain koordinasi kerja, aspek safety culture juga menjadi bagian tak terpisahkan dari Engine Resource Management. Setiap anggota tim mesin harus memahami risiko kerja di ruang mesin seperti tekanan tinggi, suhu ekstrem, kebisingan, dan potensi kebakaran akibat kebocoran bahan bakar. Dengan menerapkan komunikasi terbuka, penggunaan checklist, dan briefing sebelum pekerjaan (toolbox meeting), tim mesin dapat meminimalkan potensi kecelakaan.

### **C. Faktor Kapal**

Faktor kapal merupakan salah satu aspek penting yang berpengaruh langsung terhadap keselamatan pelayaran, efisiensi operasional, serta keberhasilan pelaksanaan perawatan sistem permesinan di atas kapal. Secara umum, faktor kapal mencakup berbagai aspek seperti rancangan konstruksi, sistem kelistrikan, tata letak ruang mesin, kondisi perawatan lambung dan permesinan, hingga ketersediaan perlengkapan keselamatan. Dalam konteks perawatan injector mesin induk di kapal TB. MBP 3236, dua faktor utama yang paling relevan

adalah konstruksi kapal dan perawatan kapal, karena keduanya berhubungan langsung dengan aksesibilitas, kestabilan sistem permesinan, serta keandalan operasi mesin.

### **1. Konstruksi Kapal**

Konstruksi kapal merupakan dasar dari keseluruhan integritas struktural dan fungsional kapal. Desain konstruksi yang baik tidak hanya menjamin kekuatan lambung terhadap beban laut, tetapi juga memengaruhi tata letak dan kemudahan perawatan sistem di dalam ruang mesin. Menurut International Association of Classification Societies (IACS), konstruksi kapal harus memenuhi persyaratan kekuatan (structural strength), stabilitas (stability), dan keselamatan operasional sesuai standar klasifikasi yang berlaku, seperti Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) untuk kapal berbendera Indonesia.

Kapal TB. MBP 3236 merupakan kapal tunda (tugboat) dengan desain flat bottom hull dan lambung yang kokoh, dirancang untuk menghasilkan daya dorong besar pada kecepatan rendah. Ruang mesin pada kapal tunda biasanya terletak di tengah kapal dengan ukuran relatif sempit, sehingga desain tata letaknya harus memperhatikan aspek ergonomi dan akses perawatan. Komponen utama seperti mesin induk, pompa bahan bakar, sistem pendinginan, dan injector harus mudah dijangkau untuk keperluan inspeksi rutin. Dalam hal ini, desain konstruksi yang efisien mendukung pelaksanaan planned

maintenance system (PMS) secara lebih efektif karena meminimalkan waktu dan risiko selama pekerjaan berlangsung.

Selain itu, sistem ventilasi ruang mesin juga menjadi bagian integral dari konstruksi. Ruang mesin yang memiliki ventilasi buruk dapat menyebabkan suhu lingkungan meningkat hingga melebihi 45°C, yang berpengaruh terhadap kenyamanan dan keselamatan kerja kru. Suhu yang terlalu tinggi dapat mempercepat degradasi oli, mempengaruhi efisiensi pendinginan mesin, bahkan mempercepat kerusakan pada komponen logam termasuk nozzle injector. Oleh karena itu, standar desain ruang mesin harus memperhitungkan aliran udara yang cukup, pencahayaan, serta jalur evakuasi yang aman.

Konstruksi kapal juga memengaruhi stabilitas getaran mesin. Getaran yang berlebihan akibat pemasangan mesin yang tidak sejajar dengan poros baling-baling (shaft alignment error) dapat mempengaruhi keseimbangan kerja sistem bahan bakar dan mempercepat keausan pada komponen injector. Dengan demikian, konstruksi kapal yang presisi dan memenuhi standar klasifikasi bukan hanya penting untuk keselamatan struktural, tetapi juga berdampak langsung terhadap keandalan sistem permesinan dan efisiensi pembakaran bahan bakar.

## **2. Perawatan Kapal**

Perawatan kapal merupakan kegiatan terencana dan

sistematis untuk menjaga kondisi teknis kapal agar tetap sesuai dengan standar keselamatan dan kinerja yang telah ditetapkan oleh regulator maupun classification society. Menurut IMO dalam International Safety Management (ISM) Code, setiap perusahaan pelayaran wajib memiliki sistem manajemen keselamatan (Safety Management System – SMS) yang mencakup program maintenance and operational procedures untuk memastikan semua komponen kapal, termasuk mesin dan perlengkapannya, selalu dalam kondisi laik laut (seaworthy condition).

Pada kapal TB. MBP 3236, perawatan dilakukan berdasarkan Planned Maintenance System (PMS) yang disusun oleh Chief Engineer dan disetujui oleh perusahaan pelayaran. Sistem PMS ini mengatur jadwal pemeriksaan dan perawatan setiap komponen utama seperti mesin induk, sistem pelumasan, pendinginan, dan sistem bahan bakar. Dalam konteks injector, perawatan meliputi pembersihan berkala, pengujian tekanan semprotan (injection pressure test), serta kalibrasi ulang untuk memastikan pola semprotan bahan bakar tetap sesuai standar pabrikan (315–320 kg/cm<sup>2</sup>).

Pelaksanaan perawatan injector yang baik berfungsi mencegah terjadinya penyumbatan akibat kerak karbon dan menjaga efisiensi pembakaran di ruang bakar. Selain itu, data hasil perawatan dicatat dalam engine logbook dan maintenance

record sebagai bagian dari dokumentasi teknis yang akan diperiksa oleh surveyor BKI atau otoritas pelayaran pada saat annual inspection. Dengan dokumentasi yang lengkap, perusahaan dapat memantau kondisi kapal secara historis dan mengidentifikasi tren penurunan performa komponen tertentu untuk perencanaan overhaul berikutnya.

Kegiatan perawatan juga mencakup pemeriksaan fisik struktur kapal seperti kebersihan ruang mesin, kondisi tangki bahan bakar (fuel oil tank), sistem pipa, serta pengecatan ulang pada area yang rawan korosi. Semua tindakan ini bertujuan untuk mempertahankan integritas struktural kapal dan mencegah kerusakan akibat kelembaban, kebocoran bahan bakar, atau kontak langsung dengan air laut. Bila perawatan dilakukan secara teratur, potensi gangguan terhadap sistem permesinan dapat diminimalkan, sehingga efisiensi operasional kapal meningkat dan biaya perbaikan besar (dry docking cost) dapat ditekan.

Perawatan yang tidak dilakukan sesuai jadwal dapat berdampak luas, bukan hanya terhadap penurunan performa mesin tetapi juga terhadap keselamatan kapal secara keseluruhan. Misalnya, penundaan penggantian fuel filter atau injector nozzle yang aus dapat menyebabkan pembakaran tidak sempurna, peningkatan konsumsi bahan bakar, bahkan kebakaran di ruang mesin. Oleh sebab itu, pelaksanaan PMS

harus disertai disiplin, ketelitian pencatatan, serta pengawasan langsung oleh perwira mesin yang kompeten.