

**ANALISIS FAKTOR PENYEBAB KETIDAKEFEKTIFAN DAN  
KETIDAKEFISIENAN PELAKSANAAN *DRY DOCKING* VSP  
TUG YESLEM 3**



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

**ARMAN WIJAYANTO**  
**NIS. 25.11.101.003**  
**AHLI NAUTIKA TINGKAT I**

**PROGRAM DIKLAT PELAUT TINGKAT I**  
**POLITEKNIK ILMU PELAYARAN MAKASSAR**  
**TAHUN 2026**

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : ARMAN WIJAYANTO

Nomor Induk Siswa : 25.11.101.003

Program Diklat : Ahli Nautika Tingkat I

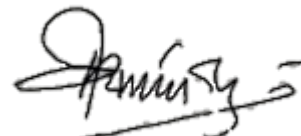
Menyatakan bahwa KIT dengan judul:

ANALISIS FAKTOR PENYEBAB KETIDAKEFEKTIFAN DAN  
KETIDAKEFISIENAN PELAKSANAAN *DRY DOCKING* VSP TUG  
YESLEM 3.

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

Jika pernyataan di atas terbukti sebaliknya, maka saya bersedia menerima sanksi yang ditetapkan oleh Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.

Makassar, Januari 2026



ARMAN WIJAYANTO  
NIS 25.11.101.003

**PERSETUJUAN SEMINAR  
KARYA ILMIAH TERAPAN**

Judul : ANALISIS FAKTOR PENYEBAB  
KETIDAKEFEKTIFAN DAN KETIDAKEFISIENAN  
PELAKSANAAN *DRY DOCKING* VSP TUG YESLEM  
3

Nama : ARMAN WIJAYANTO

NIS : 25.11.101.003

Program Diklat: Ahli Nautika Tingkat I

Dengan ini dinyatakan telah memenuhi syarat untuk di seminarkan

Makassar, Januari 2026

Persetujuan

Pembimbing I



Capt. Sulastriani R. S.Si.T., M.T., M.Mar.

NIP. 19851010 202321 2 079

Pembimbing II



Gradina Nur Fauziah, S.Si., M.Si

NIP. 19880305 201012 2 001

Mengetahui,  
Manajer Diklat



Ir. Suyuti, M. Si., M. Mar. E.

NIP. 19680508 200212 1 002

**ANALISIS FAKTOR PENYEBAB KETIDAKEFEKTIFAN DAN  
KETIDAKEFISIENAN PELAKSANAAN *DRY DOCKING* VSP TUG  
YESLEM**

Disusun dan Diajukan Oleh:

**ARMAN WIJAYANTO**

**25.11.101.003**


Telah dipresentasikan di depan panitia seminar Ujian KIT

Pada Tanggal Januari 2026

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II

  
**Capt Sulastriani R. S.Si.T., M.T., M.Mar**  
NIP. 19851010 202321 2 079

  
**Gradina Nur Fauziah, S.Si., M.Si**  
NIP. 19880305 201012 2 001

Mengetahui,

a.n Direktur

Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar  
Pembantu Direktur I

  
**Capt. Faisal Saransi, M.T, M.Mar**

NIP. 197503291999031002

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas kasih, penyertaan, dan anugerah-Nya yang melimpah sehingga penulis dapat menyelesaikan Karya Ilmiah Terapan (KIT) dengan judul: “Analisis Faktor Penyebab Ketidakefektifan Dan Ketidakefisienan Pelaksanaan *Dry Docking* VSP Tug Yeslem”

Dalam penyusunan karya ilmiah terapan ini penulis banyak mendapatkan bantuan dan dorongan yang sangat berharga dari berbagai pihak, baik secara moril maupun materil. Untuk itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat:

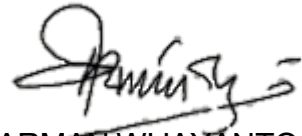
Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada:

1. Capt. Rudy Susanto, M.Pd., selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran (PIP) Makassar.
2. Bapak Ir. Suyuti, M.Si., M.Mar.E., selaku Manager Diklat Teknis, Peningkatan, dan Penjenjangan di Politeknik Ilmu Pelayaran (PIP) Makassar.
3. Ibu Capt Sulastriani R. S.Si.T.MT selaku pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan arahan dengan sabar dan teliti.
4. Ibu Gradina Nur Fauziah, S.Si., M.Si selaku pembimbing II yang juga dengan kesabaran membimbing dalam penyusunan karya ini.
5. Seluruh dosen dan staf Politeknik Ilmu Pelayaran (PIP) Makassar.
6. Semua pihak yang telah membantu, namun tidak bisa disebutkan satu per satu

Penulis menyadari bahwa karya tulis ilmiah ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan demi penyempurnaan karya ini di masa mendatang.

Akhir kata, penulis berharap karya ilmiah ini dapat memberikan manfaat dan wawasan bagi pembaca, khususnya yang memiliki kepentingan dalam bidang kelautan, serta dapat menjadi referensi yang bermanfaat di dunia pelayaran.

Makassar, Januari 2026



ARMAN WIJAYANTO  
25.11.101.003

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN SAMPUL</b>	<b>i</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN</b>	<b>ii</b>
<b>PERSETUJUAN SEMINAR</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b>	<b>xi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Batasan Masalah	4
D. Tujuan Penulisan	5
E. Manfaat Penulisan	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
A. <i>Dry Docking</i> Sebagai Bagian Sistem Pemeliharaan Kapal	7
B. Tujuan dan Fungsi <i>Dry Docking</i>	7
C. Jenis Fasilitas dan Metode Fasilitas <i>Dry Dock</i>	9
D. Tahapan Utama Pelaksanaan <i>Dry Dock</i>	11
E. VSP dan Implikasi Terhadap <i>Dry Dock</i>	13
F. Konsep Efektifitas dalam Pelaksanaan <i>Dry Dock</i>	14
G. Konsep Efisiensi dalam Pelaksanaan <i>Dry Dock</i>	16
H. Faktor yang Mempengaruhi Efektivitas dan Efisiensi <i>Dry Dock</i>	19
I. Ketentuan Badan Klasifikasi dan Regulasi Terkait dengan <i>Dry Dock</i>	22
<b>BAB III METODE PENGAMBILAN DATA</b>	
A. Observasi /Pengamatan	28
B. <i>Interview/Wawancara</i>	29
C. Studi Pustaka	30
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	

A. Lokasi Kejadian	31
B. Situasi dan Kondisi	31
C. Temuan Dock List (Berdasarkan Surveyor Class dan Voith Group)	34
D. Urutan Kejadian	37
E. Pembahasan	39
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
A. Kesimpulan	43
B. Saran	43
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>45</b>
<b>LAMPIRAN</b>	
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP</b>	

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
4.1 Yeslem 3 berada di <i>dry dock</i>	31
4.2 Pengecatan lambung kapal oleh pekerja galangan dengan pengawasan crew Mekanik khusus yang mengerjakan voith	32
4.3 Mekanik khusus yang mengerjakan voith	33
4.4 Pembersihan <i>dry peak tank</i> oleh <i>crew</i> kapal	35
4.5 Kalibrasi Jangkar	35
4.6 Pemasangan katup <i>sea chest</i> sisi kiri ( <i>port</i> ) dan sisi kanan ( <i>starboard/stbd</i> )	36

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1.1 Kapal VSP Tug Yeslem 3	48
1.2 <i>Crew List</i>	49
1.3 <i>Ship Particular</i>	50
1.4 <i>Unit Voith Schneider Propeller (VSP)</i>	53
1.5 Kru membantu pembersihan rantai kapal	54
1.6 Kru telah menyelesaikan pembersihan dan perawatan <i>sea chest</i>	55
1.7 Peningstalan <i>blower</i> oleh <i>crew</i>	56
1.8 Kru melakukan pembersihan dan perawatan mesin induk (M/E) sisi kiri ( <i>port side</i> ) beserta <i>turbocharger</i>	57
1.9 Pembersihan tangki DB ( <i>Double Bottom Fuel Oil</i> ) sisi kiri ( <i>Port Side</i> )	58
1.10 Crew melakukan Pembersihan tanki	59
1.11 Teknisi sedang mengukur ketebalan pelat (baja)	60
1.12 Crew melakukan perbaikan window dampers	61

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

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

Pelaksanaan *dry docking* merupakan salah satu komponen krusial dalam pemeliharaan kapal guna menjamin kelaiklautan, keselamatan, dan kinerja operasional kapal. *Dry docking* memungkinkan pemeriksaan menyeluruh terhadap struktur lambung, sistem propulsi, perlengkapan keselamatan, serta komponen-komponen teknis yang tidak dapat diakses saat kapal berada di perairan. Selain itu, *dry docking* menjadi syarat untuk memenuhi intermediate dan special survey oleh badan klasifikasi sesuai regulasi keselamatan pelayaran internasional dan nasional (Alhouli, 2011).

Dalam konteks kapal tunda VSP Tug Yeslem 3, keberhasilan dan mutu pelaksanaan *dry docking* sangat menentukan kesiapan kapal dalam mendukung kegiatan operasional perusahaan. Idealnya dalam suatu *dry docking*, kegiatan overhaul mesin utama dan pemeriksaan menyeluruh terhadap sistem propulsi harus dilakukan sesuai jadwal dan rencana kerja. Namun demikian, dalam pelaksanaan *dry docking* terakhir pada VSP Tug Yeslem 3 ditemukan beberapa kendala serius yang mengganggu efektivitas dan efisiensi kegiatan tersebut.

Masalah awal yang terjadi yaitu pada saat pelaksanaan *dry docking* seharusnya *overhaul* mesin utama dilaksanakan sebagai bagian dari rencana pemeliharaan komprehensif. Akan tetapi, pekerjaan *overhaul* tersebut tidak terlaksana karena tidak tersedianya

mekanik dari pihak galangan yang memiliki keahlian dan sertifikasi sesuai standar klasifikasi kapal. Akibatnya, banyak pekerjaan teknis tidak selesai sebagaimana yang direncanakan pada periode docking. Kondisi ini diperparah dengan fakta bahwa hampir semua aktivitas pekerjaan di galangan dilakukan oleh crew kapal sendiri, karena SDM dari galangan dinilai kurang memahami atau kurang kompeten terhadap standar dari badan klasifikasi (*classification society*) yang berlaku bagi kapal tunda jenis VSP. Kondisi demikian tidak hanya menghambat optimalisasi *dry docking*, tetapi juga menimbulkan tambahan biaya dan waktu yang signifikan serta berpotensi memengaruhi kinerja kapal setelah kembali beroperasi.

Permasalahan tersebut berkaitan erat dengan ketidakefektifan yakni ketidakmampuan pelaksanaan pekerjaan sesuai target mutu dan cakupan rencana kerja dan ketidakefisienan yakni pemborosan sumber daya waktu, biaya, dan tenaga kerja. Ketidakefektifan ini ditandai dengan masih ditemukannya komponen yang tidak diperbaiki atau tidak memenuhi standar ketika kapal kembali ke layanan operasional, sementara ketidakefisienan terdeteksi dari perpanjangan waktu *docking*, pekerjaan ulang yang tidak terencana, dan penggunaan SDM kapal di luar peran utamanya.

Faktor manusia khususnya kompetensi SDM menjadi salah satu penyebab utama berbagai hambatan tersebut. Beberapa studi empiris menunjukkan bahwa kompetensi awak, manajemen pemeliharaan, dan pengawasan teknis berpengaruh signifikan terhadap kinerja

pemeliharaan kapal secara keseluruhan. Salah satu penelitian terbaru pada konteks pemeliharaan kapal menemukan bahwa kompetensi *crew* dan proses *supervision* berpengaruh terhadap keandalan operasional kapal, yang merupakan bagian dari efektivitas pelaksanaan kegiatan perawatan

Di samping itu, pemenuhan standar badan klasifikasi menjadi aspek penting dalam *dry docking*. Badan klasifikasi kapal (*classification society*) menetapkan standar teknis dan survey berkala untuk menjamin keselamatan dan kelaiklautan kapal; sertifikat klasifikasi diperlukan untuk registrasi kapal serta asuransi dan merupakan tolok ukur pemeliharaan teknis kapal secara berkelanjutan. Ketidakpatuhan terhadap standar ini, baik karena kurangnya pemahaman teknis SDM galangan maupun perencanaan yang kurang matang, dapat menyebabkan inspeksi ulang, biaya tambahan, dan keterlambatan operasional.

Dengan demikian, pemahaman menyeluruh terhadap faktor-faktor penyebab ketidakefektifan dan ketidakefisienan *dry docking* pada VSP Tug Yeslem 3 mutlak diperlukan. Identifikasi faktor tersebut tidak hanya akan membantu merumuskan strategi perbaikan pelaksanaan *dry docking* yang lebih efektif dan efisien, tetapi juga berkontribusi pada optimalisasi pemeliharaan kapal secara sistematis sehingga mendukung keselamatan pelayaran, pengendalian biaya, dan peningkatan produktivitas operasional kapal.

Dari beberapa faktor yang disebutkan di atas maka penulis memilih judul karena *dry docking* merupakan bagian sistem keselamatan pelayaran dan pemenuhan standar klasifikasi kapal sesuai SOLAS dan regulasi keselamatan pelayaran. Proses ini menentukan kelaiklautan kapal sehingga kapal dapat tetap memenuhi persyaratan *survey* dan diizinkan beroperasi. Pada VSP Tug Yeslem 3, pelaksanaan *dry docking* justru mengalami berbagai kendala seperti pekerjaan penting yang tidak terlaksana, keterbatasan kompetensi SDM galangan, serta dampak berupa ketidakefektifan dan ketidakefisienan. Kondisi tersebut menjadi analisis faktor penyebabnya sangat penting untuk menjaga keselamatan, kepatuhan regulasi dan keberlanjutan operasional kapal.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang diatas maka rumusan masalah adalah faktor apa saja yang menyebabkan ketidakefektifan dan ketidakefisienan dalam pelaksanaan *dry docking* VSP Tug Yeslem 3?

## **C. Batasan Masalah**

Batasan masalah ditetapkan untuk menjaga fokus kajian agar tetap terarah dan mendalam. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Objek penelitian terbatas pada satu unit kapal yaitu VSP Tug Yeslem 3.
2. Aspek yang dikaji terbatas pada kegiatan *dry docking* terakhir yang telah dilakukan terhadap kapal tersebut.

3. Faktor yang dianalisis mencakup faktor teknis, manajerial, dan kompetensi sumber daya manusia yang terlibat dalam pelaksanaan *dry docking*.
4. Standar yang dijadikan acuan adalah standar klasifikasi kapal dan regulasi keselamatan pelayaran nasional maupun internasional, seperti SOLAS (*Safety of Life at Sea*).
5. Penelitian tidak membahas aspek keuangan perusahaan secara detail maupun aspek hukum kontraktual antara perusahaan pemilik kapal dan galangan.

#### **D. Tujuan Penulisan**

Penulisan ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis faktor-faktor penyebab ketidakefektifan dan ketidakefisienan dalam pelaksanaan *dry docking* kapal VSP Tug Yeslem 3, khususnya yang berkaitan dengan kompetensi SDM, perencanaan kerja, serta pemenuhan standar klasifikasi kapal.

#### **E. Manfaat Penulisan**

##### **1. Manfaat Teoritis**

Penulisan ini diharapkan dapat memberikan manfaat teoritis sebagai berikut:

- a) Menjadi referensi ilmiah dalam bidang pemeliharaan dan manajemen kapal, khususnya terkait pelaksanaan *dry docking* kapal tunda.

- b) Memberikan kontribusi pada pengembangan kajian akademik mengenai faktor-faktor efektivitas dan efisiensi dalam proses *dry docking*.
- c) Menambah literatur yang membahas hubungan antara kompetensi SDM, standar klasifikasi kapal, dan keberhasilan kegiatan pemeliharaan.
- d) Menjadi dasar bagi penelitian lanjutan yang ingin mengkaji lebih dalam topik pemeliharaan teknis dan keselamatan pelayaran.

## 2. Manfaat Praktis

Secara praktis, hasil penulisan ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

- a) Memberikan gambaran nyata terhadap kendala yang terjadi dalam pelaksanaan *dry docking* kapal VSP Tug Yeslem 3.
- b) Membantu pihak perusahaan dan galangan kapal dalam mengidentifikasi akar masalah terkait efektivitas dan efisiensi proses *docking*.
- c) Menjadi bahan evaluasi untuk meningkatkan mutu perencanaan, pelaksanaan, dan pengawasan kegiatan *dry docking* di masa mendatang.
- d) Mendorong peningkatan kompetensi SDM dan kepatuhan terhadap standar klasifikasi guna menjamin keselamatan dan kelaiklautan kapal.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### A. *Docking* Kapal

*Docking* kapal adalah kegiatan menempatkan kapal di fasilitas khusus untuk keperluan perawatan, perbaikan, inspeksi, atau pembangunan, yang bisa dilakukan dalam kondisi kapal tetap terapung (*wet docking/ alongside/ berth*) maupun diangkat keluar dari air (*dry docking*). Secara umum, *docking* merupakan bagian penting dari siklus pemeliharaan kapal untuk menjaga kelayakan laut (*seaworthiness*), memenuhi kewajiban klas dan konvensi internasional, serta menjamin keselamatan pelayaran. Dalam praktik industri, banyak klasifikasi mensyaratkan pemeriksaan lambung bawah air secara periodik, yang biasanya dilakukan melalui *dry docking* berkala dalam siklus sekitar lima tahunan

Fungsi utama *docking* meliputi:

1. Inspeksi dan perbaikan lambung bagian bawah garis air (*corrosion, fouling, kerusakan struktur*).
2. Perawatan dan penggantian perlindungan korosi (*coating, anoda korban*), serta perawatan baling-baling, poros, dan appendages.
3. Pemasangan atau modifikasi peralatan baru (misalnya *ballast water treatment system, scrubber, sensor hull*).

### B. Jenis-Jenis *Docking*

Jenis *docking* dapat diklasifikasikan dari sisi tujuan maupun dari sisi fasilitas:

1. Berdasarkan tujuan:
  - a. *Routine docking / scheduled docking*: *docking* terencana untuk memenuhi *survey klas* dan regulasi, umumnya setiap 2,5–5 tahun.
  - b. *Emergency docking*: *docking* darurat akibat kerusakan serius (*grounding, collision, kebocoran*) yang membutuhkan perbaikan segera.
2. Berdasarkan cara/fasilitas:
  - a. *Alongside / wet docking*: kapal ditambatkan di dermaga atau *jetty* untuk pekerjaan yang tidak memerlukan pengeringan lambung bawah air.
  - b. *Dry docking*: kapal diangkat dari air dan ditempatkan di atas blok pendukung di dalam dock kering untuk akses penuh ke seluruh bagian bawah lambung.
3. Dari sudut pandang fasilitas fisik, istilah “dock” di dunia maritim umumnya mencakup:
  - a. *Graving dock (dry dock* permanen di tanah, jenis *dry dock* klasik).
  - b. *Floating dry dock* (dok apung).
  - c. *Slipway / patent slip* dan *shiplift* (sistem pengangkat vertikal atau miring).

Secara teori, *dry docking* adalah bagian dari *planned maintenance* dan *ship repair management* yang dilakukan dengan mengeluarkan kapal dari air agar area bawah air (*underwater hull*) dan komponen vital seperti *sea chest/sea valves, propeller–rudder, stern tube*, anoda, serta lambung bawah dapat diinspeksi, diukur ketebalannya, diperbaiki, dan

diuji kebocoran/ketatannya secara menyeluruh pekerjaan yang tidak dapat optimal saat kapal mengapung, dari sudut pandang regulatif, ketentuan klas/statutory pada prinsipnya mewajibkan inspeksi bagian bawah kapal dua kali dalam periode 5 tahun (yang dapat berupa dry dock atau *in-water survey* sesuai persyaratan dan kelayakan), untuk memastikan integritas dan *watertightness* hull. Selain itu, standar survei klasifikasi menempatkan inspeksi dry dock sebagai bagian penting dari rangkaian *special/renewal survey* termasuk *close-up survey* dan (bila perlu) *thickness measurement* pada area bawah (IACS, 2023). Dari perspektif keselamatan kerja, dry docking juga dipahami sebagai pekerjaan berisiko tinggi (*hot work, confined space, lifting, kerja di ketinggian*), sehingga penerapan prosedur K3 dan pengendalian bahaya wajib mengikuti pedoman praktik kerja aman yang diakui otoritas maritim (TSO, 2025). Terakhir, pada kondisi tertentu ketika *dry dock* wajib namun tidak bisa dilakukan, International Maritime Organization mengatur pendekatan alternatif berupa inspeksi bawah air untuk memenuhi tujuan keselamatan dan kepatuhan sertifikasi (IMO, 2023).

### **C. Dry Docking Sebagai Bagian Sistem Pemeliharaan Kapal**

*Dry docking* adalah kegiatan mengeluarkan kapal dari air (*ke graving dock/floating dock/syncrolift*) agar bagian bawah kapal (*underwater part*) dapat diinspeksi, diperbaiki, dan dipelihara secara menyeluruh terutama area yang tidak bisa diakses saat kapal mengapung, seperti lambung bawah, *sea chest*, katup bawah, sistem

kemudi, serta komponen propulsi. Definisi ini sejalan dengan literatur perawatan kapal yang menekankan *dry docking* sebagai prosedur penting untuk memastikan seaworthiness dan memperpanjang umur layanan kapal (Sitinjak, 2024).

#### **D. Tujuan dan Fungsi *Dry Docking***

Tujuan dan fungsi *dry docking* pada dasarnya terkait langsung dengan upaya menjamin efektivitas (pencapaian tujuan teknis dan regulatif) serta efisiensi (waktu, biaya, dan sumber daya) dalam pelaksanaan pemeliharaan kapal. Tujuan umumnya adalah menjaga keselamatan, kelaiklautan, dan umur teknis kapal melalui siklus pemeliharaan berkala yang diatur oleh badan klasifikasi dan regulasi internasional (Sitinjak, 2024).

##### **1. Fungsi teknis *dry docking***

Secara teknis, *dry docking* berfungsi untuk (Syafiq, Suryadi, Mumtaz, & Hartawan, 2023):

- a. Inspeksi dan perbaikan lambung kapal (struktur bawah air, sambungan, korosi, kebocoran) guna mencegah kerusakan besar dan kegagalan struktur.
- b. Pembersihan dan pengecatan ulang lambung dengan cat antifouling untuk menghilangkan fouling sehingga tahanan air berkurang dan efisiensi bahan bakar meningkat.
- c. Perawatan komponen bawah air seperti *propeller*, *shaft*, *rudder*, *thruster*, *sea chest*, *valve*, dan *zinc anode* untuk menjamin kinerja manuver serta mencegah getaran berlebih dan korosi galvanik.

## 2. Fungsi regulatif dan keselamatan

*Dry docking* juga berfungsi memenuhi kewajiban survey dan sertifikasi :

- a. Menjamin kapal lulus *special survey*, *annual survey*, dan *dry-docking survey* sehingga tetap memperoleh sertifikat klas dan laik berlayar secara hukum maupun komersial.
- b. Memberi kesempatan bagi *surveyor klas* dan otoritas terkait untuk melakukan pemeriksaan menyeluruh terhadap struktur dan sistem keselamatan kapal.
- c. Mendukung penerapan manajemen keselamatan (misalnya prinsip FSA/formal safety assessment) dengan mengidentifikasi hazard dan risiko pada struktur dan fasilitas dry dock

### **E. Jenis Fasilitas dan Metode Fasilitas *Dry Dock***

Jenis fasilitas dan metode *dry dock* sangat berpengaruh terhadap efektif tidaknya pencapaian tujuan perawatan dan efisiensi waktu/biaya pelaksanaan *dry docking* kapal.

#### 1. Jenis fasilitas *dry dock*

Teknik perkapalan umumnya membagi fasilitas pengedokan kering ke beberapa jenis utama dengan karakteristik berbeda. Jenis fasilitas ini menentukan kapasitas kapal yang dapat ditangani, kompleksitas operasi, serta potensi sumber ketidakefektifan dan ketidakefisienan

- a. *Graving dock* (dok kolam/*dry dock*)

Fasilitas berbentuk kolam di tepi laut/sungai dengan dinding kokoh dan lantai dok sebagai tempat penumpu blok lunas dan blok samping. Kekuatan struktur dinding dan lantai, sistem pompa, serta desain pintu dok menjadi aspek kritis yang dapat menjadi sumber gangguan bila tidak andal (kebocoran, waktu pemompaan lama, kerusakan pintu) (Sitinjak, 2024).

b. *Floating dock* (dok apung)

Berupa ponton besar yang dapat ditenggelamkan dan dinaikkan kembali, dilengkapi crane, pompa, perlengkapan tambat, dan fasilitas reparasi di atas dek. Stabilitas ponton, kapasitas crane, keandalan sistem ballast, serta local strength terhadap beban blok dan kendaraan di dek menjadi faktor penting yang bila tidak terkelola dapat memicu penundaan dan pembatasan jenis pekerjaan (Sudjasta, 2016).

c. *Slipway dock* (dok tarik/*marine railway*)

Menggunakan bantalan berupa *trolley* di atas rel yang miring ke laut; kapal ditarik dari air ke darat dengan *winch* baja. Keterbatasan kapasitas tonase, panjang rel, serta risiko ketidaksejajaran dudukan dapat menjadi sumber kerusakan dan rework sehingga menurunkan efektivitas dan menambah durasi pekerjaan.

d. *Syncrolift dry dock* (dok angkat)

Menggunakan *platform* angkat (*lift*) yang turun-naik secara vertikal, kapal kemudian dipindah ke area kerja melalui sistem

*transfer bogie/rel* di darat. Sistem ini sangat bergantung pada keandalan mekanisme angkat, sinkronisasi motor, dan sistem kontrol; gangguan kecil saja bisa menyebabkan antrian kapal dan keterlambatan besar (Kurniawan & Pranatal, 2020).

## 2. Metode fasilitas dan implikasi operasional

Pilihan metode fasilitas *dry dock* akan memengaruhi alur proses *docking–undocking*, tata letak blok, dan pengaturan beban pada struktur kapal maupun dok. Pada *graving dock*, proses utama meliputi pemasukan kapal, penutupan pintu dok, pemompaan air keluar, penyetelan blok, pelaksanaan pekerjaan, dan pengisian air kembali sebelum *undocking*.

Pada *floating dock*, operasi bergantung pada pengaturan ballast untuk menenggelamkan ponton hingga kapal mengapung di atas blok, kemudian ponton dinaikkan kembali sambil menjaga stabilitas dan distribusi beban. Pada *slipway* dan *marine railway*, pengendalian kecepatan tarik, distribusi beban di trolley, dan kondisi rel sangat menentukan keselamatan dan kelancaran proses (Sudjasta, 2016).

## F. Tahapan Utama Pelaksanaan *Dry Dock*

Tahapan utama pelaksanaan *dry dock (dry docking)* kapal secara umum terdiri dari: persiapan *pra-docking*, proses masuk dok (*docking in*), pekerjaan perawatan di dok kering, dan proses keluar dok (*undocking*) (Listiyanto, 2024).

### 1. Persiapan pra-docking

Pada tahap ini dilakukan koordinasi antara pemilik kapal, galangan, dan surveyor serta penyusunan jadwal *docking* (Anwar, 2024).

Kegiatan utama meliputi:

- a. Pemeriksaan dokumen kapal dan klasifikasi.
- b. Penyiapan rencana pekerjaan (*work list*), material, tenaga kerja, serta penyiapan *keel block* dan *side block di dry dock*.

## 2. Masuk dok (*docking in*)

Kapal diarahkan ke mulut *dry dock* menggunakan *tugboat* atau *thruster*, kemudian diposisikan tepat di atas *keel block* sesuai *docking plan* oleh *docking master*. Setelah posisi dianggap aman, pintu dok ditutup dan air dipompa keluar secara bertahap sampai kapal duduk di atas blok dengan stabil.

## 3. Pekerjaan perawatan di dok kering

Saat dok sudah kering dan kapal stabil di atas blok, pekerjaan utama perawatan dan reparasi bagian bawah dan atas garis air dilaksanakan (Anwar, 2024).

Contoh pekerjaan:

- a. Pembersihan dan blasting lambung, pengecekan dan perbaikan *plat, propeller, rudder, sea chest, dan valve*.
- b. Pengecatan ulang *hull*, pemeriksaan sistem bawah air, serta pekerjaan mekanikal lain sesuai *work list* dan persyaratan klas.

## 4. Persiapan *undocking*

Setelah pekerjaan selesai, dilakukan inspeksi akhir oleh galangan, kapal, dan *surveyor klas* untuk memastikan semua pekerjaan memenuhi standar. Area kerja dibersihkan, scaffolding dan peralatan dilepas, lalu disiapkan pengisian air kembali ke dok (floating up) dengan tetap mengawasi stabilitas kapal

#### 5. Keluar dok (*undocking*)

Air dimasukkan ke dok sampai kapal kembali mengapung bebas dan stabil, kemudian pengaman blok diperiksa sebelum kapal ditarik keluar oleh *tugboat* dari *dry dock*. Sesudah keluar dok, biasanya kapal menjalani sea trial atau uji fungsi sistem tertentu bila diperlukan sebelum kembali beroperasi komersial (Sudjasta, 2016).

### G. VSP dan Implikasi Terhadap Dry Dock

VSP (*Voith Schneider Propeller*) adalah sistem propulsi jenis *cycloidal* yang sangat *manuverable* dan memiliki konsekuensi khusus terhadap perencanaan dan pelaksanaan *dry dock* kapal. Implikasinya terutama pada *interval docking*, jenis pekerjaan di dok, perlindungan unit, dan pengaturan keselamatan kerja saat dok kering. VSP menggunakan serangkaian daun vertikal yang berputar dalam sebuah disk, di mana sudut tiap daun diubah secara kontinu untuk menghasilkan gaya dorong ke segala arah. Sistem ini banyak digunakan pada kapal tunda, ferry, dan kapal DP (*dynamic positioning*) karena *manuver* yang sangat presisi dan respon cepat (Dzulkifli, 2017).

#### 1. Implikasi terhadap interval *dry dock*

Produsen VSP menyatakan bahwa interval perawatan besar di *dry dock* umumnya 5–7 tahun, sehingga perencanaan *docking* bisa disesuaikan dengan *interval* ini agar overhaul VSP dilakukan bersamaan dengan *docking* periodik kapal. Jika terjadi kerusakan serius pada seal atau unit bawah air, kapal biasanya harus segera naik dock untuk inspeksi dan perbaikan karena pekerjaan tidak bisa dilakukan dengan aman saat kapal mengapung (Spill 2025).

## 2. Pekerjaan khusus di *dry dock*

Pada *dry dock*, pekerjaan utama VSP meliputi inspeksi visual unit, pemeriksaan *seal*, *bearing*, *gear*, dan mekanisme kinematika pengubah *pitch*, serta penggantian komponen aus sesuai manual pabrikan. Untuk *service* besar, VSP dapat dibongkar dari bawah lambung, atau pada beberapa kasus diganti dalam keadaan kapal tetap mengapung menggunakan *cofferdam* yang menutup seluruh unit sehingga terbentuk ruang kerja kedap air.

## 3. Pengaruh pada desain dan penataan dok

VSP umumnya dipasang pada titik paling bawah lambung sehingga saat *docking* diperlukan perlindungan tambahan seperti *thrust plate* atau *propeller guard* untuk mencegah kerusakan akibat grounding dan sebagai titik tumpu tambahan selama kapal berada di atas blok. Keberadaan unit yang berat dan menggantung di bawah kapal menuntut penataan *keel block* dan *side block* yang sangat presisi agar beban VSP tidak langsung menekan blok dan struktur lokal tidak mengalami deformasi (Arifin, 2023).

#### 4. Aspek keselamatan dan prosedur kerja

Selama *dry dock*, unit VSP wajib diamankan dari kemungkinan start tidak sengaja: sistem tenaga diputus, unit dikunci secara mekanis, dan area sekitar drive dijaga bersih sebelum teknisi bekerja di bawah kapal. Pekerjaan pada VSP di dok juga menuntut prosedur angkat yang tepat dan penggunaan peralatan lifting dengan kapasitas cukup, karena bobot unit besar dan posisi kerja di bawah lambung berisiko tinggi jika penanganan tidak sesuai.

### H. Konsep Efektivitas dalam Pelaksanaan *Dry Dock*

Konsep efektivitas dalam pelaksanaan *dry dock* pada dasarnya adalah sejauh mana kegiatan *docking* mencapai tujuan teknis, waktu, biaya, dan keselamatan sesuai target yang direncanakan. *Dry dock* disebut efektif jika kapal kembali beroperasi tepat waktu, dalam kondisi teknis yang baik, dengan biaya dan risiko serendah mungkin (Putra, 2025)..

#### 1. Makna efektivitas *dry dock*

- a. Efektivitas berfokus pada tercapainya tujuan perawatan: memastikan keselamatan, keandalan, dan umur layanan kapal setelah *docking*.
- b. Dalam konteks galangan, efektivitas berarti *output* (kapal yang selesai *docking*) sesuai spesifikasi teknis, standar klasifikasi, dan kepuasan pemilik kapal (Sitinjak, 2024).

#### 2. Faktor yang memengaruhi efektivitas

- a. Perencanaan dan penjadwalan: *work list* yang jelas, estimasi durasi realistis, serta sinkronisasi kedatangan material dan tenaga kerja.
  - b. Manajemen sumber daya: ketersediaan alat kerja, suku cadang, dan jumlah pekerja yang cukup, karena keterbatasan alat dan SDM terbukti menjadi penyebab utama keterlambatan proyek reparasi.
  - c. Koordinasi dan komunikasi: hubungan kerja yang baik antara pihak kapal, galangan, surveyor, dan pemasok mengurangi hambatan dan penundaan (Wahyuningsih, Mulyatno, & Sisworo, 2023).
3. Pendekatan pengukuran efektivitas
- a. Beberapa studi menggunakan metode *Data Envelopment Analysis* (DEA) untuk mengukur skor efisiensi/efektivitas *dry docking* berdasarkan input seperti waktu, biaya, tenaga kerja dan *output* seperti jumlah pekerjaan selesai dan kepatuhan mutu.
  - b. Hasil pengukuran dipakai untuk mengidentifikasi sumber inefisiensi (misalnya *delay* karena material, peralatan, atau *crew engagement*) dan menetapkan target perbaikan untuk *docking* berikutnya.
4. Implikasi praktis bagi pelaksana *dry dock*
- a. Galangan dan pemilik kapal perlu menjadikan waktu dok, mutu hasil kerja, dan minim rework sebagai sasaran utama dalam perencanaan *docking*.

- b. Penerapan sistem manajemen mutu dan K3, evaluasi *pasca*-proyek, serta perbaikan berkelanjutan atas penyebab keterlambatan akan meningkatkan efektivitas pelaksanaan *dry dock* dari waktu ke waktu (Yusri, 2021).

## I. Konsep Efisiensi dalam Pelaksanaan *Dry Dock*

Konsep efisiensi dalam pelaksanaan *dry dock* adalah sejauh mana proses *docking* menghasilkan output maksimal (kapal selesai tepat mutu dan waktu) dengan penggunaan sumber daya (waktu, biaya, tenaga, fasilitas) seminimal mungkin. *Dry dock* dianggap efisien bila durasi, biaya, dan pemakaian tenaga/material lebih rendah atau sesuai rencana, tanpa menurunkan kualitas pekerjaan dan keselamatan (Mulyono, 2018).

### 1. Makna efisiensi *dry dock*

Efisiensi adalah perbandingan antara output yang dihasilkan dengan input yang digunakan dalam suatu proses. Dalam konteks *dry docking*, efisiensi berarti kemampuan pihak galangan dan operator kapal dalam menyelesaikan seluruh pekerjaan pemeliharaan dan perbaikan dengan waktu, biaya, serta sumber daya seminimal mungkin tanpa mengurangi kualitas dan keselamatan kerja.

### 2. Indikator efisiensi utama

Beberapa indikator utama efisiensi dalam pelaksanaan *dry dock* meliputi:

- a. Efisiensi Waktu: Kemampuan menyelesaikan pekerjaan sesuai jadwal rencana *docking (work schedule)* tanpa keterlambatan. Dasar pemborosan waktu pada *dry docking* terkait dengan rendahnya efisiensi waktu, yaitu ketidakmampuan menyelesaikan pekerjaan sesuai jadwal rencana *docking (work schedule)* tanpa keterlambatan. Ketidakefisienan ini umumnya bersumber dari perencanaan dan *scope* kerja yang tidak matang (sering berubah, kurang detail, dan keterlambatan gambar/*engineering*), koordinasi yang lemah antara manajemen kapal, galangan, dan vendor sehingga menimbulkan *idle time*, serta keterbatasan tenaga kerja terampil dan fasilitas kritis yang memperpanjang jalur kritis proyek. Di luar itu, faktor eksternal seperti cuaca buruk, antrian dock, dan gangguan operasional galangan (*overload*, perubahan prioritas) juga mendorong keterlambatan, keterlambatan informasi, dan masalah pengadaan material sebagai pemicu utama *cost growth* dan *schedule overrun di shipyard*.
- b. Efisiensi Biaya: Pengendalian biaya terhadap anggaran yang telah ditetapkan. Biaya yang efisien dicapai melalui perencanaan material dan suku cadang yang akurat serta minimnya pekerjaan ulang (*rework*) (Nurlaela et al., 2025). Dasar pemborosan biaya pada *dry docking* terutama bersumber dari pekerjaan tak terencana, gangguan pasokan material, struktur harga yang tidak terkendali saat kapal sudah berada di

dock, serta hilangnya pendapatan karena kapal berhenti beroperasi. Kerusakan tersembunyi yang baru terlihat saat inspeksi (misalnya korosi setelah blasting atau kebocoran pipa/tank) dan kewajiban kepatuhan baru (seperti *retrofit ballast water treatment* atau tuntutan regulasi lingkungan) membuat lingkup kerja, material, dan jam kerja bertambah di luar anggaran awal.

Biaya juga melonjak ketika plat baja, *coating*, atau *spare part* terlambat datang sehingga pekerjaan terhenti sementara kapal tetap menanggung biaya *dock* dan tenaga kerja siaga, diperparah oleh gangguan rantai pasok yang memaksa pemilik kapal membayar harga material dan ongkos kirim lebih tinggi. Dalam kondisi kapal sudah berada di *dock*, ruang tawar pemilik kecil sehingga cenderung menerima harga material dan jasa yang ada, ditambah berbagai biaya tambahan seperti *environmental fee*, pengolahan limbah, *coating* ramah lingkungan, dan jasa pihak ketiga yang baru tampak penuh saat eksekusi. Di atas semua itu, setiap hari tambahan di *dock* berarti hilangnya pendapatan sewa atau operasi (*lost revenue*), yang sering kali nilainya melampaui biaya teknis per hari, sehingga keterlambatan *docking* langsung berkontribusi pada pemborosan biaya secara signifikan.

- c. Efisiensi Sumber Daya Manusia: Pada pekerjaan *dry docking*, penempatan tenaga kerja harus mengutamakan personel yang

kompetensinya terverifikasi dan dapat dirujuk melalui sertifikasi yang sah serta relevan dengan jenis pekerjaan (seperti *hot work*, *confined space*, pengelasan/struktur, *overhaul machinery*, dan inspeksi), karena aktivitas *docking* berisiko tinggi dan menuntut pengendalian mutu serta keselamatan yang ketat; pedoman keselamatan kerja perkapalan menekankan praktik kerja aman dan kualifikasi personel, termasuk pengujian/otorisasi pekerjaan tertentu oleh *competent person* pada pekerjaan galangan. Selain itu, standar mutu perbaikan/galangan dari International Association of Classification Societies menggarisbawahi pentingnya pengendalian kualitas pada pekerjaan *shipbuilding/repair* yang secara praktis mensyaratkan tenaga terampil dan prosedur yang terdokumentasi. Karena itu, penempatan tenaga kerja yang memiliki kompetensi sesuai bidang pekerjaan, didukung rujukan bersertifikasi, serta koordinasi antar bagian (*engineering, machinery, dan hull department*) menjadi kunci agar pekerjaan *dry docking* memenuhi target keselamatan, kualitas, dan waktu pelaksanaan (*Lloyd's Register*)

- d. Efisiensi Operasional: Penggunaan fasilitas *dock, crane*, peralatan *blasting/painting*, dan *machinery workshop* secara maksimal sesuai urutan pekerjaan untuk mencegah waktu tunggu.

### 3. Faktor yang memengaruhi efisiensi

Efisiensi pelaksanaan *dry docking* sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor berikut (Herdianti, Prasetyawati, & Setiawan, 2023):

a. Perencanaan dan Penjadwalan (*Planning & Scheduling*)

Rencana kerja yang jelas dan terukur merupakan kunci efisiensi. Keterlambatan biasanya disebabkan oleh perubahan lingkup pekerjaan yang tidak diantisipasi sejak awal.

b. Ketersediaan Suku Cadang dan Material

Keterlambatan pengiriman atau ketidaksesuaian spesifikasi material dapat menghambat pekerjaan dan menurunkan efisiensi.

c. Kinerja SDM dan Koordinasi Antarbagian

Kurangnya tenaga ahli dari galangan, atau ketidaksinkronan antara kru kapal dan pihak galangan, dapat mengakibatkan waktu kerja lebih lama.

d. Kondisi Awal Kapal dan Kompleksitas Pekerjaan

Semakin banyak kerusakan struktural atau mesin yang harus diperbaiki, semakin panjang waktu yang dibutuhkan. Oleh karena itu, inspeksi *pra-docking* penting dilakukan.

e. Sistem Pengawasan dan Kontrol Kualitas (QC/QA)

Pengawasan yang lemah sering menyebabkan *rework* dan kehilangan waktu produktif.

4. Pendekatan pengukuran efisiensi

Beberapa strategi yang dapat diterapkan untuk meningkatkan efisiensi *dry docking* meliputi (Purnama, Ola, & Dirgantara, 2025):

- a. Optimalisasi Perencanaan Teknis dengan penggunaan *Work Breakdown Structure (WBS)* agar setiap tahapan pekerjaan terukur.
- b. Digitalisasi Manajemen *Docking*, seperti penggunaan *Computerized Maintenance Management System (CMMS)* untuk monitoring pekerjaan secara *real-time*.
- c. Peningkatan Kompetensi SDM melalui pelatihan teknis dan sertifikasi terkait standar klasifikasi (IACS/IMO).
- d. Evaluasi Kinerja *Pasca-Docking* untuk mengidentifikasi hambatan dan peluang perbaikan pada siklus berikutnya.

#### **J. Faktor yang Mempengaruhi Efektivitas dan Efisiensi *Dry Dock***

Efektivitas adalah ukuran seberapa baik suatu kegiatan mencapai tujuan yang direncanakan, sedangkan efisiensi adalah ukuran seberapa hemat sumber daya (waktu, biaya, tenaga, material) yang digunakan untuk mencapai tujuan tersebut. Dalam konteks *dry dock* kapal, efektivitas berkaitan dengan terpenuhinya ruang lingkup pekerjaan yang direncanakan (perbaikan, inspeksi, *overhaul*), sedangkan efisiensi berkaitan dengan penggunaan waktu dan biaya yang optimal dalam pengerjaan tersebut. Hal ini mencerminkan dasar teori manajemen proyek dan pekerjaan pemeliharaan yang banyak dibahas dalam literatur teknik industri dan manajemen pekerjaan maritim di Indonesia (Hidayat & Darmana, 2022).

- a. Faktor teknis yang Mempengaruhi Efektivitas dan Efisiensi *Dry Dock*

1) Perencanaan dan Penjadwalan: Perencanaan pekerjaan *dry dock* yang matang sangat mempengaruhi efektivitas pelaksanaan. Penjadwalan yang baik memastikan urutan pekerjaan seperti pembongkaran komponen, *overhaul* mesin, pembersihan sistem bahan bakar dan saluran gas buang dapat dijalankan tanpa konflik sumber daya. *Dry docking* menjadi momen krusial untuk *overhaul* mesin induk, mengingat akses dan waktu henti kapal optimal pada periode ini, sehingga pelaksanaan *overhaul* yang ideal dapat dilakukan ketika mesin telah mencapai *interval running hours* tertentu (major overhaul biasanya dianjurkan pada kisaran ~15000 jam (*light overhaul*) dan ~60000 jam (*heavy overhaul*) operasi tergantung jenis dan rekomendasi pabrikan) sebagai bagian dari program perawatan terencana demi mencegah kerusakan besar dan mempertahankan efisiensi operasi kapal (general maintenance yeslem 3).

Dalam konteks tersebut, penempatan tenaga kerja yang memiliki kompetensi sesuai bidang pekerjaan dan dibuktikan melalui sertifikasi yang sah dan relevan merupakan hal penting untuk menjamin pelaksanaan overhaul dan pekerjaan *dry docking* yang aman, berkualitas, serta sesuai standar klasifikasi dan keselamatan, selain juga didukung oleh koordinasi yang efektif antar bagian (*engineering, machinery, dan hull department*) untuk memastikan semua aktivitas teknis saling

sinkron dan sesuai jadwal yang terencana Penelitian di galangan kapal Indonesia menunjukkan bahwa hambatan pada proses *docking* sering kali disebabkan oleh teknik kerja yang kurang terstandarisasi, keterlambatan suku cadang, atau kerusakan komponen kritis yang tidak teridentifikasi sejak awal.

- 2) Produktivitas Tenaga Kerja: Produktivitas tenaga kerja merupakan faktor signifikan yang mempengaruhi efisiensi *dry dock* karena menentukan seberapa cepat dan akurat pekerjaan teknis dilaksanakan. Studi terkait menunjukkan bahwa teknik kerja yang efisien dan keterampilan pekerja berkorelasi langsung dengan waktu pengerjaan. Ketidakakuratan atau keterlambatan tenaga kerja teknis akan menambah durasi kerja dan biaya, sehingga menurunkan efisiensi *docking* (Hermansyah & Sugianto, 2025).
  - 3) Ketersediaan Fasilitas dan Peralatan Galangan : Efisiensi *dry dock* juga sangat dipengaruhi oleh ketersediaan fasilitas galangan, seperti *crane*, peralatan angkat, alat pengukuran, serta peralatan permesinan. Keterbatasan fasilitas dapat memicu interrupt kerja (*idle time*) sehingga memperpanjang durasi *dry dock* dan meningkatkan biaya operasional.
- b. Faktor Lingkungan dan Regulasi yang Menghubungkan *Dry Dock* dengan Emisi Gas Buang
- 1) Kepatuhan Regulasi Emisi MARPOL Annex VI: Regulasi internasional yang diterapkan di Indonesia termasuk batas emisi

NO<sub>x</sub> dan SO<sub>x</sub> serta persyaratan kualitas bahan bakar sesuai Annex VI MARPOL menjadi tolok ukur dalam penanganan pencemaran gas buang mesin induk di kapal. Peraturan ini mengatur batasan emisi dari mesin kapal sehingga kapal harus siap sesuai syarat teknis dan dokumentasi untuk memenuhi standar emisi. Penerapan persyaratan ini pada kapal akan menjadi bagian pekerjaan di docking, seperti pemeriksaan sistem bahan bakar, penggantian komponen injeksi, dan dokumentasi NO<sub>x</sub> *Technical File* (Nofitasari et al., 2020).

- 2) Kondisi Sistem Mesin & Pembakaran: Efisiensi pembakaran mesin sangat dipengaruhi oleh kondisi teknis sistem injeksi bahan bakar, kebersihan ruang bakar, kondisi *turbocharger*, dan kualitas bahan bakar. Mesin kapal yang tidak dirawat dengan baik cenderung menghasilkan emisi gas buang yang tinggi. *Dry dock* memberikan kesempatan optimal untuk melakukan perawatan menyeluruh sistem pembakaran sehingga emisi gas buang dapat dikendalikan. Penelitian dan laporan di Indonesia menegaskan bahwa kapal seiring peningkatan jumlah kapal dan aktivitas pelayaran berkontribusi signifikan terhadap tingkat emisi di daerah pelabuhan, sehingga perawatan teknis pada *docking* memiliki dampak besar terhadap pengurangan emisi (Rusdi, 2023).

#### **K. Ketentuan Badan Klasifikasi dan Regulasi Terkait dengan *Dry Dock***

Pelaksanaan *dry docking* kapal wajib mengikuti ketentuan teknis yang ditetapkan oleh badan klasifikasi dan otoritas pelayaran nasional maupun internasional. Ketentuan ini menjamin agar kegiatan perawatan dan perbaikan kapal dilakukan sesuai standar keselamatan, struktur, dan kelaiklautan kapal.

#### 1. SOLAS (*Safety of Life at Sea*)

SOLAS mengatur *dry docking* terutama melalui ketentuan inspeksi lambung bawah air (*bottom survey*) sebagai bagian dari kewajiban keselamatan konstruksi kapal. Intinya, kapal niaga wajib menjalani pemeriksaan lambung dari luar (umumnya di *dry dock*) secara berkala dalam satu siklus sertifikat keselamatan 5 tahunan. Dasar regulasi SOLAS terkait *dry docking* adalah SOLAS Bab I, Regulasi 10 mengharuskan dilakukan minimum dua inspeksi bagian bawah kapal (*outside of ship's bottom*) dalam periode 5 tahun, dengan jarak antar inspeksi tidak lebih dari 36 bulan (Ramanujan, 2017).

Pelaksanaan *dry docking* dalam kerangka SOLAS bertujuan memastikan *Maintaining oil tankers and meeting dry dock requirements* (World, 2025):

- a. Kondisi struktur lambung, pelapisan (*coating*), dan ketebalan pelat tetap memenuhi standar kekuatan dan ketahanan terhadap korosi.

- b. Pemeriksaan dan perawatan *propeller, rudder, stern tube seal, thruster, sea chest*, dan *fitting* bawah air lainnya yang tidak dapat diakses saat kapal beroperasi.
- c. Verifikasi kepatuhan terhadap persyaratan keselamatan konstruksi, load line, dan sertifikat kelas yang menjadi prasyarat penerbitan dan perpanjangan sertifikat SOLAS

## 2. MARPOL Annex VI dan Implementasinya di Indonesia

Peraturan MARPOL Annex VI merupakan bagian dari *International Convention for the Prevention of Pollution from Ships* yang secara khusus mengatur pencegahan pencemaran udara dari kapal, termasuk emisi dari mesin utama kapal (*SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, Particulate Matter/PM*). Annex VI mewajibkan kapal untuk memiliki sertifikat kepatuhan emisi dan menerapkan batasan kandungan sulfur pada bahan bakar serta batasan emisi nitrogen oksida sesuai kelas dan ukuran mesin (Hutagaol, Salsahbila, Cahyani, Haryadi, & Hutapea, 2020).

Dalam konteks Indonesia, Presiden Republik Indonesia melalui Peraturan Presiden No. 29 Tahun 2012 telah meratifikasi MARPOL Annex VI sehingga ketentuan tersebut menjadi bagian dari sistem hukum nasional. Implementasi domestiknya mencakup kewajiban kapal yang beroperasi di perairan Indonesia untuk menggunakan bahan bakar dengan kandungan sulfur maksimum 0,50% (m/m) sejak 1 Januari 2020 dan/atau memasang sistem pembersih gas buang (*scrubber*) yang disetujui otoritas pelayaran (MARPOL, 1997).

Kapal yang sudah ada sebelum Annex VI berlaku wajib memenuhi ketentuan dan memperoleh *International Air Pollution Prevention (IAPP) Certificate* paling lambat pada *first scheduled dry docking* setelah Annex VI mulai berlaku, namun tidak lebih dari 3 tahun setelah tanggal mulai berlaku. Ketentuan ini terkait erat dengan kegiatan *dry dock*, karena salah satu bagian penting dari *docking* adalah pemeriksaan dan pemeliharaan sistem pembakaran dan pembuangan gas buang untuk memastikan kapal memenuhi standar emisi tersebut ketika kembali beroperasi.

Konsekuensi kepatuhan Annex VI yang terkait waktu *dry dock* adalah kapal eksisting harus memastikan bahwa seluruh kewajiban teknis Annex VI (misalnya konversi *fuel*, pemasangan *sampling point*, penyesuaian *document SEEMP/EEXI*) selesai paling lambat pada *IAPP renewal / first scheduled dry docking* yang ditentukan, jika tidak berisiko dianggap tidak patuh saat inspeksi PSC. Serta Operator dianjurkan merencanakan proyek Annex VI (pemasangan *sampling point*, modifikasi *fuel system*, *upgrade* peralatan monitoring emisi) untuk dilaksanakan bersamaan dengan *docking* berkala guna mengurangi *off-hire* dan biaya tambahan (IMO, 2024).

### 3. IMO Guidelines

Selaras dengan ratifikasi MARPOL Annex VI, Pemerintah Indonesia melalui Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 7 Tahun 2024 tentang Harmonisasi Sistem Pemeriksaan dan Sertifikasi Kapal Berbendera Indonesia menetapkan mekanisme pemeriksaan kapal

yang mencakup aspek keselamatan dan pencegahan pencemaran lingkungan maritim. Peraturan ini menegaskan kebutuhan penyempurnaan pemeriksaan dan masa berlaku sertifikat kapal termasuk untuk kepatuhan terhadap ketentuan pencemaran lingkungan (Permenhub, 2024).

Regulasi seperti ini menjadi dasar administratif dalam pengawasan *dry dock* dan kepatuhan terhadap larangan emisi dan kualitas bahan bakar, karena sebelum kapal keluar dari *dry dock* kapal wajib menunjukkan bahwa semua syarat teknis telah dipenuhi melalui sertifikat yang berlaku.

#### 4. Peran Badan Klasifikasi Indonesia (BKI) dalam Ketentuan Teknis

Badan Klasifikasi Indonesia (Biro Klasifikasi Indonesia – BKI) mengeluarkan *Rules for Classification and Construction* yang menjadi acuan teknis klasifikasi kapal domestik maupun internasional. Klasifikasi meliputi aspek keselamatan konstruksi, peralatan, stabilitas kapal, sistem mesin termasuk pipa gas buang dan sistem pembakaran mesin induk (BKI, 2022b).

Ketentuan klasifikasi ini sangat penting karena untuk mendapatkan dan mempertahankan status klas kapal, termasuk setelah *dry dock*, kapal harus memenuhi persyaratan yang ditetapkan BKI. Dalam aturan klasifikasi, BKI mensyaratkan survei berkala (*periodic surveys*) dan *special surveys* seperti *dry dock survey* untuk memastikan semua sistem kapal termasuk mesin dan sistem emisi terpelihara dengan baik sesuai standar keselamatan dan lingkungan.

## 5. Survei & Sertifikasi Emisi Mesin Kapal

Indonesia tidak memiliki aturan domestik yang independen untuk *emission verification* mesin (*EIAPP Certificate*) seperti yang dilakukan oleh beberapa badan klasifikasi internasional, ketentuan MARPOL Annex VI mengharuskan kapal memiliki sertifikat emisi gas buang (*Emission Compliance Certificate*) dan sering kali kelas (BKI) mengecek kesiapan dokumen ini sebagai bagian dari survey (BKI, 2022a).

Beberapa informasi teknis BKI juga mendiskusikan persyaratan terkait emisi gas buang, termasuk sertifikat kepatuhan SO<sub>x</sub> (*SO<sub>x</sub> Emission Compliance Certificate*) dan sistem pembersih gas buang (*Exhaust Gas Cleaning Systems – EGCS*) sebagai salah satu alternatif pemenuhan batas sulfur bahan bakar. Ini menjadi bagian dari survei kapal yang dilakukan sebelum keluar dry dock agar kapal siap operasi sesuai ketentuan MARPOL Annex VI.

## 6. Hubungan Dry Dock dengan Kepatuhan Regulasi Emisi

*Dry docking* bukan sekadar kegiatan mekanis; juga merupakan waktu strategis bagi pemilik kapal untuk memastikan semua sistem kapal memenuhi persyaratan klasifikasi dan regulasi lingkungan. Ketika kapal masuk galangan, survei *dry dock (special survey)* mencakup pemeriksaan struktur kapal dan sistem mesin, termasuk sistem pembakaran dan emisi gas buang. Kelas seperti BKI akan

memeriksa dan menilai apakah kapal masih memenuhi standar untuk klasifikasi dan sertifikat emisi yang diperlukan.

Pemenuhan syarat ini memastikan bahwa setelah kapal keluar dari *dry dock*, kapal tidak hanya aman dari segi struktural dan keselamatan tetapi juga memenuhi standar emisi gas buang yang ditetapkan oleh MARPOL Annex VI, yang diratifikasi dalam hukum nasional dan diimplementasikan melalui sistem pemeriksaan sertifikasi kapal (Permenhub, 2024).