

## ANALISIS RISIKO DAN MITIGASI PENCEMARAN LAUT AKIBAT KECELAKAAN KAPAL DI ALUR PELAYARAN

Agus Prabowo Dany Utomo<sup>1</sup>; Devananda Vincensius Siregar<sup>2</sup>; Erwin F  
Manurung<sup>3</sup>; Jhonson Haposan Marudut Sitinjak<sup>4</sup>; Wahyu Hidayat<sup>5</sup>

Teknik Keselamatan dan Risiko, Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran, Jakarta<sup>1,2,3,4,5</sup>  
Email : a.prabowo50@gmail.com; reasius@gmail.com; magister.stip@gmail.com;  
sitinjakjhonson04@gmail.com; wahyuhidayat.030481@gmail.com

### ABSTRAK

Penelitian ini tinjauan konstruktif terkait analisis resiko pencemaran laut Indonesia akibat kecelakaan kapal, melalui analisis resiko dan bagaimana memitigasi sebuah strategi untuk menghadapi persoalan tersebut. Penelitian ini dilakukan dengan studi literatur terkait analisis resiko dan mitigasi pencemaran laut akibat kecelakaan kapal. Hasil literasi yang didapat, akan dianalisa dan dipaparkan menggunakan analisis deskriptif yang merujuk pada berbagai literatur serta berbagai informasi yang mendukung. Adapun kesimpulan yang didapatkan adalah bahwa langkah yang harus dilakukan oleh *stakeholder* dalam menjaga ekosistem laut Indonesia dari pencemaran akibat kecelakaan kapal adalah dengan mengidentifikasi risiko pencemaran laut akibat kecelakaan kapal dan bagaimana strategi agar keluar dari persoalan tersebut. Terdapat beberapa penyebab pencemaran laut akibat kecelakaan kapal, seperti tumpahan minyak, akibat zat cair berbahaya dalam jumlah besar, polusi zat berbahaya dalam bentuk kemasan, polusi penyaluran limbah, sampah dari kapal dan pencemaran akibat pengelolaan bangkai kapal yang buruk. Setelah semua resiko diidentifikasi, maka selanjutnya mengevaluasi risiko-risiko yang telah diidentifikasi, untuk mengukur kemungkinan terjadinya risiko (*probability*) dan dampaknya (*impact*). Kemudian melakukan atau menerapkan strategi mitigasi untuk pencegahan atau penanggulangan pencemaran laut akibat kecelakaan kapal tersebut. Dan yang terakhir melakukan evaluasi terhadap strategi mitigasi yang telah diterapkan.

Kata kunci : Analisis Risiko; Mitigasi Pencemaran Laut; Kecelakaan Kapal

### ABSTRACT

*This study is a constructive review related to the risk analysis of Indonesian marine pollution due to ship accidents, through risk analysis and how to mitigate a strategy to deal with these problems. This research was conducted with a literature study related to risk analysis and mitigation of marine pollution due to ship accidents. The results of the literacy obtained will be analyzed and presented using descriptive analysis that refers to various literature and various supporting information. The conclusion obtained is that the steps that must be taken by stakeholders in maintaining Indonesia's marine ecosystem from pollution due to ship accidents are to identify the risk of marine pollution due to ship accidents and how to strategize to get out of these problems. There are several causes of marine pollution due to ship accidents, such as oil spills, due to large quantities of hazardous liquids, pollution of hazardous substances in the form of packaging, pollution of waste distribution, garbage from ships and pollution due to poor management of shipwrecks. There are several causes of marine pollution due to ship accidents, such as oil spills, due to large quantities of hazardous liquids, pollution of hazardous substances in the form of packaging,*

*pollution of waste distribution, garbage from ships and pollution due to poor management of shipwrecks. After all risks have been identified, then evaluate the risks that have been identified, to measure the probability of the risk and its impact. Then carry out or implement mitigation strategies to prevent or overcome marine pollution due to the kapal accident. And the last one is to evaluate the mitigation strategies that have been implemented.*

*Keywords : Risk Analysis; Marine Pollution Mitigation; Ship Accidents*

## PENDAHULUAN

Sebutan sebagai negara maritim bagi Indonesia, karena Indonesia memiliki luas lautan yang lebih besar daripada luas daratannya (Marlina dan Herlina, 2021: 107) Kata maritim ini lazim digunakan dalam konteks sosioekonomi-budaya dalam kehidupan di negara kepulauan. Undang-Undang nomor 32 Tahun 2014 tentang Kelautan mengelaborasi nomenklatur laut dalam konteks negara kepulauan yang dimaknai sebagai kawasan perairan yang mencakup laut, pesisir dan pulau-pulau kecil. (Kemenkomarves, 2023:2)

Potensi kawasan perairan Indonesia begitu besar, ekonomi biru Indonesia, yang terbesar di Asia Tenggara, bernilai US\$256 miliar per tahun atau lebih dari seperempat PDB (OECD, 2021:9). Indonesia adalah produsen perikanan laut dan rumput laut terbesar kedua di dunia (FAO, 2022). Sektor ini memberikan kontribusi sebesar US\$27 miliar terhadap perekonomian nasional, menyediakan lebih dari tujuh juta lapangan pekerjaan dan setengah protein yang dikonsumsi masyarakat Indonesia (World Bank, 2021). Laut Indonesia adalah aset utama pariwisata nasional yang bernilai sekitar US\$12 miliar pada tahun 2017 dan sumber devisa terbesar keempat serta menyediakan 10,5 persen lapangan kerja (Spalding, M. et al., 2017). Potensi perairan Indonesia memiliki usaha mikro, kecil, dan menengah (UMKM) sebagai tulang punggung ekonomi Indonesia, yang memberikan kontribusi lebih dari 61% dari PDB Indonesia dan menyerap tenaga kerja dalam jumlah yang besar yaitu 97% dari daya serap dunia usaha, dengan prevalensi tinggi di kawasan pesisir (Ministry of MSMEs, 2021). Lamun dan mangrove Indonesia menyimpan sekitar 3,4 miliar ton karbon, lima kali lipat lebih besar dibandingkan dengan hutan tropis berbasis lahan serta ekosistem terumbu karang di Indonesia menyimpan 17 persen cadangan karbon biru dunia (Alongi, D.M., et al., D: 2016).

Pemerintah Indonesia menargetkan untuk meningkatkan luasan Kawasan Konservasi Perairan (KKP) menjadi 32,5 juta ha yang dikelola secara efektif pada tahun

2030 (World Bank Infografis Lautra Jun 2023). Maka dari itu, kekayaan laut Indonesia tersebut harus dikelola agar tidak terjadi disintegritas ekosistem laut dan pesisir Indonesia yang dapat menghambat potensi ekonomi laut Indonesia itu sendiri. Maka dari itu, dibutuhkan analisis resiko dan mitigasi yang baik, agar potensi tersebut betul-betul dapat mensejahterakan seluruh masyarakat Indonesia. Keharusan mitigasi ini lantaran maraknya pencemaran di lingkungan maritim yang bersumber dari aktifitas perkapalan, baik itu tumpahan minyak atau pencemaran akibat kecelakaan kapal (Widodo1 dan Wahyuni, 2020: 60).

Merujuk pada Peraturan Pemerintah Nomor 19 tahun 1999 tentang pencemaran laut, bahwa pencemaran laut adalah masuknya makhluk hidup, zat, energi, atau komponen lainnya ke dalam lingkungan laut oleh kegiatan manusia sehingga kualitasnya menjadi turun dan menyebabkan lingkungan laut tidak sesuai dengan bakunya. Salah satu penyumbang pencemaran laut ini adalah aktifitas perkapalan. Berdasarkan Rakor Angkutan Laut Luar Negeri (2023) menyampaikan bahwa Sistem Manajemen Lalu Lintas Angkutan Laut (SIMLALA), terdapat 60.000 kapal yang beroperasi dengan mengangkut sampai 1 miliar ton barang keluar masuk perairan Indonesia setiap tahunnya. Semua kapal tersebut melakukan aktivitas impor dan ekspor di perairan Indonesia pada tahun 2017 hingga 2022, 37% diantaranya adalah berbendera Indonesia, dan 63% merupakan kapal asing. Pada tahun 2022, jumlah kapal yang beroperasi di perairan Indonesia mencapai 10.534 kapal, dimana 9.458 diantaranya merupakan kapal asing.

Tingginya lalu lintas laut di Indonesia, juga mengakibatkan tingginya kecelakaan laut, khususnya kecelakaan kapal-kapal yang beroperasi. Kecelakaan tersebut juga menyebabkan kerugian atau kerusakan properti. Menurut Pasal 245 Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 17 Tahun 2008 tentang Kapal, kecelakaan kapal adalah suatu peristiwa yang dialami kapal yang dapat membahayakan keselamatan kapal dan/atau nyawa manusia, yang didefinisikan dalam format sebagai berikut: a) Kapal ini akan tenggelam; b) Kapal terbakar; c) Kapal bertabrakan; d) kapal kandas (Meti Kendek dan Iskandar, 2022). Berdasarkan katadata.co.id dengan merangkum informasi dan lapaoran KNKT mencatat kecelakaan laut di Indonesia selama kurun waktu dari tahun 2015-2022 sebanyak 171 kasus kecelakaan kapal.

Dilihat dari data yang ada, jumlah kecelakaan transportasi mencapai puncaknya pada tahun 2018. Setidaknya terjadi 11 kecelakaan pada tahun 2015, 18 kecelakaan pada tahun 2016, 34 kecelakaan pada tahun 2017, dan 39 kecelakaan pada tahun 2018. Jumlah kecelakaan pada tahun 2019 dan 2020 mengalami penurunan dibandingkan tahun 2020. Namun meningkat lagi pada tahun 2021 sebanyak 19 kasus, dan terakhir tahun 2022 sebanyak 13 kasus. Banyaknya kasus kecelakaan kapal ini merupakan keprihatinan bagi semua *stakeholder*, karena selain keberadaan bangkai-bangkai kapal yang mengganggu ekosistem laut, juga adanya bahaya dari tumpahan miliaran galon minyak akibat kecelakaan kapal (Prabowo, A.R dan Myung Bae, 2019). Tumpahan minyak ini merupakan ancaman serius bagi lingkungan maritim Indonesia, maka dari itu perlu dianalisa resiko-risiko terhadap tingginya *traffic* lalu lintas laut Indonesia serta memitigasi pencemaran laut yang diakibatkan dari kecelakaan kapal yang ada.

Tenggelamnya kapal terjadi karena adanya fenomena yang tidak disengaja, sehingga memerlukan upaya intensif untuk mengevakuasi bangkai kapal dari dasar laut (Prabowo, A.R dan Myung Bae, 2019). Kerusakan lambung kapal juga serupa dengan tenggelamnya kapal, karena setelah terjadi kandas, ledakan atau tabrakan, kerusakan pada lambung kapal merupakan penyebab yang paling dominan. Bentuknya bisa robek, terlipat atau deformasi plastis tergantung pada skenario kecelakaan (Zhang, P.T. Pedersen, 2016). Jika proses berantai ini terjadi pada kapal tanker minyak atau kimia atau kapal bertenaga nuklir, yang merupakan kapal pengangkut yang berbahaya, maka dampak buruk terhadap lingkungan maritim bisa sangat besar, baik dalam bentuk kerusakan jangka pendek maupun jangka panjang.

Sejumlah penelitian dilakukan untuk mengukur dampak fenomena kecelakaan tersebut terhadap respons struktural dan kriteria kelayakan tabrakan, yang dipengaruhi oleh tingginya permintaan akan estimasi keselamatan yang lebih baik, maka penelitian yang dilakukan diperluas ke kapal niaga lain, seperti kapal penumpang, kapal kontainer dan kapal curah (A.R. Prabowo, et al., 2017). Maka, berdasarkan hal tersebut, maka pembahasan dalam tulisan ini ditujukan untuk menyajikan tinjauan konstruktif terkait analisis resiko akibat kecelakaan laut dan pencemaran lingkungan maritim Indonesia serta melakukan mitigasi terhadap fenomena aksidental meningkat karena dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti kesalahan manusia, cuaca buruk, geografi dan lain sebagainya.

## METODE PENELITIAN

Metode adalah suatu cara kerja yang dapat digunakan untuk memperoleh sesuatu. Sedangkan metode penelitian dapat diartikan sebagai tata cara kerja di dalam proses penelitian, baik dalam pencarian data ataupun pengungkapan fenomena yang ada (Zulkarnaen, W., et al., 2020:229). Penelitian ini dilakukan dengan studi literatur yang meliputi pengumpulan, pembacaan dan pencatatan data perpustakaan dengan tujuan untuk mewakili berbagai teori yang berkaitan dengan masalah yang sedang dibahas atau sebagai bahan acuan untuk mendiskusikan hasil penelitian. Diskusikan risiko, dampak, kerentanan, dan mitigasi dengan data dari berbagai sumber jurnal terhadap pencemaran laut akibat kecelakaan kapal di perairan Indonesia. Hasil penelitian ini akan dianalisa dan dipaparkan menggunakan analisis deskriptif dalam mengidentifikasi dan analisis risiko pencemaran laut, bagaimana evaluasi terhadap risiko dan kontrol terhadap resiko pencemaran laut dari kecelakaan kapal.

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### Analisis Resiko Pencemaran Laut Akibat Kecelakaan Kapal

Analisis risiko adalah aktivitas yang dirancang untuk menentukan kemungkinan, frekuensi, dan tingkat dampak suatu risiko terhadap pencapaian suatu tujuan atau sasaran, dengan mempertimbangkan aktivitas pengelolaan yang dilakukan. (Benyamin et al., 2023) Istilah analisis risiko mengacu pada proses penilaian yang mengidentifikasi potensi kejadian buruk yang dapat berdampak negatif terhadap organisasi dan lingkungan. Analisis risiko biasanya dilakukan oleh perusahaan (bank, kelompok konstruksi, layanan kesehatan, dan lain-lain), pemerintah, dan organisasi nirlaba (Adam Hayes, 2024).

Penilaian risiko pada dasarnya adalah proses mengidentifikasi, menganalisis, dan mengevaluasi risiko yang terkait dengan aktivitas tertentu. berdasarkan konsep itu, beberapa penelitian dan literatur seperti Suhardjo dan Okol Sri (2014) mengutip IMO (2002), memiliki tahapan yang dilalui suatu perusahaan dalam menerapkan manajemen risiko adalah terlebih dahulu memahami risiko-risiko yang mungkin dihadapi oleh perusahaan untuk mengidentifikasi dan kemudian menerapkannya. Peringkat tertinggi masing-masing risiko ditinjau dari nilai risiko (*severity*) dan frekuensinya. Hal ini sejalan dengan teori dan praktek yang dikeluarkan oleh Governance, Risk &

Compliance (2023) bahwa proses penerapan mitigasi risiko harus melewati beberapa langkah, diantaranya adalah:

### **1. Identifikasi Risiko**

Langkah ini dalam rangka memitigasi resiko-resiko yang terdapat berbagai jenis risiko yang mungkin timbul dan dapat mempengaruhi tujuan dan aktivitas saat ini, seperti risiko keuangan, operasional, hukum, lingkungan, atau reputasi. Jika dikembalikan pada peran utama kapal sebagai pengangkut orang dan komoditas perdagangan di Indonesia memiliki kelebihan khusus, namun pada saat yang bersamaan juga dapat menimbulkan resiko yang tinggi, khususnya jika terjadi kecelakaan kapal.

Kecelakaan kapal dalam berbagai bentuk akan menyebabkan pencemaran laut. Merujuk pada UU No 32 Tahun 2014 tentang Laut menjelaskan bahwa pencemaran laut adalah masuknya makhluk hidup, zat, energi, serta bagian-bagian lain ke dalam iklim laut oleh perbuatan manusia, yang dapat menyebabkan terjadinya kerusakan pada ekosistem laut. Berdasarkan pandangan di atas, serta merujuk pada *Marrine Pollution* (Marpol) mengenai *International Convention for the Prevention of Pollution from Ships* atau Konvensi Internasional tentang Pencegahan Polusi dari Sampah Kapal, maka pencemaran laut akibat kecelakaan kapal dapat diidentifikasi sebagai berikut:

#### **a. Terkontaminasinya Laut Akibat Tumpahan Minyak**

Tumpahan minyak dari kapal ini bisa berupa:

- 1) Tumpahan minyak yang berasal dari tangki bahan bakar kapal yang tabrakan, kandas, tenggelam, tabrakan atau terjadinya kebocoran akibat berbagai penyebab yang memungkinkan.
- 2) Tumpahan minyak yang berasal dari kapal yang beroperasi dalam mendistribusikan minyak di laut. Tumpahan minyak ini juga bisa akibat tabrakan, kandas, tenggelam, tebraka atau terjadi kebocoran akibat berbagai penyebab yang memungkinkan.
- 3) Tumpahan minyak dari kapal yang melakukan eksplorasi di laut, kecelakaannya bisa berupa kebocoran pipa atau akibat kelalaian manusia

Analisa di atas dapat dipertegas dalam berbagai penelitian, seperti Firmansyah et al., (2021) yang mengungkapkan bahwa seringnya terjadi tumpahan minyak di Periran Indonesia. Misalnya saja tumpahan minyak di Teluk Balikpapan pada tahun 2018 dan wilayah Karawang pada tahun 2019. Menurut Fatmawati (2020), penyebab kecelakaan Teluk Balikpapan adalah pecahnya pipa minyak bawah laut akibat terbentur jangkar

kapal. Indonesia mencatat selama lima tahun tumpahan minyak dengan total 62.915 barel selama periode pertama tahun 2016-2020 (Ditjen Migas, 2020). Pencemaran laut akibat tumpahan minyak dapat disebabkan oleh kegiatan pelayaran, kegiatan pelabuhan, kegiatan usaha migas, dan lain-lain (Sulistiyono, 2013; Widodo & Wahyuni, 2020).

#### **b. Pencemaran Laut Akibat Zat Cair Berbahaya dalam Jumlah Besar**

Pencemaran laut juga bisa terjadi pada kapal-kapal yang mengangkut bahan kimia dan bahan mentah cair untuk industri pangan dan pangan hewani. Tabrakan kapal pengangkut dengan muatan seperti itu, merupakan ancaman besar terhadap lingkungan laut.

#### **c. Pencemaran Laut Akibat Polusi Zat Berbahaya dalam Bentuk Kemasan**

Hampir semua kapal yang berkapasitas besar seperti kapal pengangkut konteiner, kapal minyak, kapal penumpang ataupun kapal-kapal pesiar, semua membawa zat-zat berbahaya dalam bentuk kemasan. Zat-zat berbahaya yang dimaksud merupakan zat yang termasuk dalam polusi laut sesuai dengan kode IMDG (International Maritime Dangerous Goods). Zat tersebut berbahaya karena dapat mencemarkan perairan laut ketika dibuang secara serampangan atau ketika terjadi kecelakaan kapal..

#### **d. Pencemaran Laut Akibat Polusi Penyaluran Limbah**

Banyaknya kapal yang lalu lalang di perairan Indonesia, namun tidak semua kapal yang memiliki pengelolaan limbah yang baik. Limbah-limbah kapal tersebut tentu sangat membahayakan ekosistem laut jika dibuang sembarangan, apalagi ketika terjadi kecelakaan kapal yang pada akhirnya limbah-limbah tersebut akan mencemari laut dengan sendirinya. Maka dari itu, pemerintah harus memiliki regulasi yang pasti terhadap aturan pembuangan limbah kapal secara baik.

#### **e. Pencemaran Laut Akibat Sampah dari Kapal**

Sampah-sampah yang sulit terurai di lautan, tentu akan menjadi persoalan tersendiri bagi semua kapal dengan kapasitas kecil, sedang ataupun besar. Dalam regulasi yang ada, hanya sampah makanan yang boleh di buang kelaut, namun begitu banyak sampah-sampah kapal yang begitu berbahaya, dan jika sampah-sampah berbahaya ini akan mencemari laut ketika terjadi kecelakaan. Maka dari itu, dibutuhkan aturan yang tepat terkait pengelolaan sampah-sampah kapal tersebut.

#### **f. Pencemaran Air Laut Akibat Bangkai Kapal**

Berdasarkan data Indonesia Ban Asbestos Network (INA-Ban) (2021) menyatakan bahwa Terdapat sekitar 35.000 kapal yang terdaftar secara resmi di Indonesia, dan jika dihitung dari jumlah kapal yang tidak terdaftar, jumlah kapal yang bergerak di perairan dan sungai Indonesia bisa mencapai 63.000 pada tahun 2019, dan sebagian besar sudah berusia lanjut. Berdasarkan data kapal yang ada, LSM Ship Demolition Platform mencatat hanya 23 kapal Indonesia yang dibongkar di lokasi resmi. Hal ini tentu menjadi Pekerjaan Rumah (PR) bagi pemerintah, mengingat dampak pencemaran laut dari bangkai kapal tersebut. Selain itu, pembongkaran bangkai kapal yang tidak resmi akan mengkhawatirkan merusak ekosistem laut Indonesia. Pada Konferensi Internasional Arkeologi Maritim tahun 2017 yang diadakan di Adelaide, Australia, disebutkan bahwa 42 kapal, 26 kapal perang, dan 16 kapal dagang telah dicuri dari perairan Indonesia sejak tahun 2013. Sumandoyo, 2018). Tentu saja hal ini sangat merugikan Indonesia, baik secara hukum, sejarah dan tentu saja kerugian Indonesia akibat pembongkaran kapal ilegal yang merusak ekosistem laut Indonesia.

## 2. Evaluasi Risiko

Selanjutnya mengevaluasi risiko yang teridentifikasi dan mengukur *probability* dan *impact*-nya. Penilaian ini membantu kita untuk memahami seberapa besar risiko ini berdampak pada aktivitas dan tujuan Anda. Berdasarkan identifikasi risiko di atas, setidaknya terdapat enam risiko pencemaran laut Indonesia akibat dari kecelakaan kapal, yakni:

- a. Tercemarnya laut Indonesia akibat tumbahan minyak dari bahan bakar kapal yang kecelakaan (tabrakan, tengelam, kandas, terbakar dan lain sebagainya), pencemaran dari kecelakaan kapal pengangkut minyak ataupun pencemaran dari kapal eksplorasi minyak di laut.
- b. Pencemaran laut akibat zat cair membahayakan dengan jumlah besar
- c. Pencemaran laut akibat polusi zat berbahaya dalam bentuk kemasan
- d. Pencemaran laut akibat polusi penyaluran limbah
- e. Pencemaran laut akibat sampah dari kapal
- f. Pencemaran air laut akibat bangkai kapal

Berdasarkan semua risiko di atas, sangat memungkinkan terjadi atau memiliki *probability* yang sangat tinggi terjadi di perairan Indonesia, Mengingat tren perekonomian dunia beralih dari Eropa ke Asia dan dari kawasan Atlantik ke kawasan

Asia-Pasifik, diperkirakan 70% aktivitas perdagangan dunia berada di kawasan ini. Sekarang setidaknya 75% barang yang diperdagangkan diangkut melalui perairan (lautan) Indonesia, khususnya Selat Malaka, Lombok, dan Makassar, serta Selat Sunda, Laut Arafura, dan laut Indonesia lainnya. (Amora Harris, et al., 2022)

Posisi Indonesia menjadi semakin penting karena pertumbuhan ekonomi yang tinggi dan meningkatnya hubungan internasional baik antar negara-negara di kawasan maupun negara-negara yang mempunyai kepentingan besar di luar kawasan Asia Tenggara, khususnya dalam transportasi laut. Maka dari itu, tingginya lalu lintas laut ini, maka semakin tinggi juga tingkat kemungkinan terjadinya kecelakaan kapal yang pada akhirnya mencemari laut Indonesia berdasarkan resiko-resiko yang telah ditetapkan di atas. Hal ini dikarenakan, jalur atau lalu lintas laut Indonesia dilewati oleh kapal-kapal dengan ukuran besar yang memiliki begitu banyak resiko-resiko sebagaimana di atas.

### **Mitigasi Pencemaran Laut Akibat Kecelakaan Kapal**

Mitigasi pada tulisan ini kembali merujuk pada Governance, Risk & Compliance (2023) yang menjelaskan bahwa proses penerapan mitigasi risiko harus melewati beberapa langkah berikut, diantaranya adalah:

#### **1. Pengembangan Strategi dan Implementasi Mitigasi**

Strategi mitigasi ini harus berdasarkan identifikasi dan evaluasi risiko yang telah dilakukan dengan menghitung jenis risiko dan tingkat dampaknya. Sebagaimana risiko dan *probability* tercemarnya laut Indonesia, diakibatkan oleh beberapa risiko

##### **a. Tumpahan minyak akibat kecelakaan kapal**

Tumpahan minyak mempunyai dampak ekologis yang besar, menyebabkan hilangnya spesies yang bernilai komersial. Perkiraan hilangnya biomassa adalah 25 hingga 50%, dan ikan karang menurun sebesar 40 hingga 70% setelah tumpahan Deepwater Horizon. Dan juga, Ainsworth dkk. (2018) melaporkan bahwa pemulihan kerugian ekologis akibat tumpahan minyak mungkin memerlukan waktu sekitar 10 hingga 30 tahun.

Kecelakaan kapal baik di pesisir pantai maupun perairan disebabkan oleh berbagai faktor antara lain faktor manusia dan teknologi (Dogarawa, 2012). Kecelakaan laut disebabkan oleh berbagai macam kondisi, antara lain kondisi alam, kegagalan teknis, kondisi alur, faktor yang berhubungan dengan kapal, kelalaian manusia, kelebihan beban, perawatan kapal yang buruk, dan kegagalan mesin atau peralatan,

cuaca buruk, kurangnya pengetahuan atau pengalaman, (Sereati Hasugian et al., 2017). Fenomena aksidental akibat kecelakaan laut didominasi oleh pemuatan yang tidak disengaja, misalnya muatan kapal landasan (ACGS, 2018), ledakan (B.Q. Chen, B. Liu, C.G. 2018 ) dan tabrakan dan kandasnya kapal (A.M. Zhang, 2011). Selain itu, Menurut Sulistyono (2013), terdapat risiko kecelakaan seperti pecahnya pipa dan kebocoran pipa yang terjadi pada saat operasi penanganan kargo di terminal laut. Berdasarkan kondisi di atas, *stakeholder* dalam hal ini pemerintah dengan jajaran Departemen berkomitmen untuk mendukung tujuan Organisasi Maritim Internasional (IMO) melalui berbagai strategi, termasuk:

- 1) Pelaksanaan aktifitas yang dapat meningkatkan kerjasama pelayaran
  - 2) Kerja sama keamanan serta perlindungan lingkungan laut yang efisien dan efektif
  - 3) Inisiatif pemerintah ini khususnya terkait aturan pencegahan polusi yang diakibatkan oleh minyak di lautan Indonesia.
- b. Strategi mitigasi pencemaran laut akibat kecelakaan kapal yang membawa zat cair berbahaya dalam jumlah besar

Pembuangan zat cair berbahaya di lingkungan laut sangatlah membahayakan untuk ekosistem laut, apalagi dalam jumlah besar. Maka dari itu, pemerintah harus mengakomodasi Marpol 73/78 memuat tentang pengendalian pencemaran oleh zat cair berbahaya dalam jumlah besar. Berbagai literasi mengatakan bahwa, sumber pencemar laut dapat berasal dari daratan dan perairan. Sumber polusi berbasis lahan meliputi polutan, racun, limbah, dan nutrisi (Dubois et al., 2018). Sumber polusi berbasis air antara lain tumpahan minyak (Zhang et al., 2019), pencucian limbah, pencucian lapisan anti-fouling pada kapal, dan zat berbahaya dan berbahaya (HNS) seperti asam nitrat, asam sulfat, plastik, bahan sintesis, dan eutrofikasi. Maka dari itu, dibutuhkan strategi mitigasi yang baik, adapun strategi yang digunakan adalah:

- 1) Membentuk pengawasan terkait limbah yang dilarang dengan jarak 12 mil dari darat.
- 2) Selain itu, memperketat pelaksanaan UUP yakni Peraturan Pemerintah No 21 Tahun 2010 terkait kemaritiman dan bagaimana cara melindunginya. (Wibowo, 2010).
- 3) Semua operasi penting yang berhubungan dengan zat cair berbahaya harus dicatat dalam buku catatan kargo.
- 4) Menetapkan sanksi administrasi bagi siapa saja yang melanggar aturan tersebut, selama pelanggaran tersebut tidak termasuk dalam hukum pidana.

5) Pemerintah Indonesia harus mampu menyediakan pembuangan residu yang memadai, serta memberikan informasi terkait tempat-tempat yang menyediakan pembuangan residu dengan zat cair berbahaya.

6) Memastikan kelengkapan kapal yang melewati perairan Indonesia, khususnya kapal yang membawa bahan kimia berbahaya dalam jumlah besar.

c. Strategi mitigasi untuk pencemaran laut akibat kecelakaan kapal karena muatan zat berbahaya dalam kemasan

Kapal-kapal besar dengan kapasitas yang begitu banyak, baik barang ataupun orang, selalu memiliki limbah berbahaya dalam kemasan atau dalam peti kemas atau tangki *portabel*. Zat-zat berbahaya dalam kemasan tersebut mempunyai sifat merugikan terhadap lingkungan laut, misalnya berbahaya bagi kehidupan akuatik (fauna dan flora laut), merusak rasa makanan laut, atau mengakumulasi polutan pada organisme akuatik. Maka dari itu, untuk mengatasi hal-hal yang memungkinkan terjadinya pencemaran akibat kecelakaan kapal tersebut, maka aturan internasional yang telah diratifikasi oleh pemerintah mengisyaratkan untuk adanya standar mengenai pengemasan, penandaan, pelabelan, dokumentasi, penyimpanan, pembatasan kuantitas, pengecualian dan pemberitahuan untuk mencegah atau meminimalkan polusi oleh zat berbahaya.

Maka dari itu, strategi mitigasi yang dapat dilakukan adalah melakukan pengawasan dan penegakan aturan yang serius dari pemerintah seperti:

1) Pengawasan secara ketat untuk kapal-kapal yang melintasi perairan Indonesia dan memastikan kapal-kapal untuk melebeli polutan laut dalam kemasan dan disimpan secara khusus di kapal untuk mencegah pelepasannya ke lingkungan laut.

2) Memastikan melalui pelabelan khusus tersebut, polutan dapat diidentifikasi dan dipisahkan dari muatan lain selama operasi penyelamatan setelah kecelakaan.

d. Strategi mitigasi pencemaran laut karena limbah akibat kecelakaan kapal

Limbah dapat mengandung mikroba, bahan kimia, atau bahan fisik yang berbahaya. Risiko kerugian yang timbul akibat limbah kapal yang tidak dikelola dengan baik semakin meningkat seiring dengan semakin banyaknya kapal yang beroperasi. Aliran limbah di kapal meliputi limbah, *greywater* dan sampah, serta limbah dari pemisah minyak atau air, air pendingin, boiler dan pembangkit uap, limbah medis (misalnya limbah layanan kesehatan, limbah laboratorium, dan limbah perawatan hewan), air

limbah industri (misalnya dari pengolahan foto) dan limbah berbahaya (limbah radioaktif, kimia dan biologi serta obat-obatan yang tidak diinginkan).

Oleh karena itu, strategi mitigasi yang dapat dilakukan dalam rangka pencegahan pencemaran laut akibat limbah tersebut adalah:

- 1) Memberikan informasi dan pengawasan agar setiap kapal harus meminimalkan jumlah limbah berbahaya yang dihasilkan sejauh mungkin.
- 2) Memastikan bahwa sistem pengumpulan dan penyimpanan limbah memadai mengingat luas dan sifat limbah yang dihasilkan di atas kapal .
- 3) Memastikan kecocokkan fasilitas pengolahan limbah dengan kapasitas yang dibutuhkan;
- 4) Memastikan para staf di pelabuhan dan awak kapal perlu mendapat pelatihan yang memadai dalam hal perlindungan lingkungan, pengoperasian yang aman, dan peraturan yang relevan.
- 5) Orang-orang yang terlibat dalam pengumpulan, penanganan dan pembuangan limbah perlu dilatih mengenai peraturan perundang-undangan yang relevan dan risiko yang ditimbulkan oleh limbah.
- 6) Limbah harus dibuang dengan benar sesuai dengan peraturan dan ketentuan yang berlaku di tempat pembuangan.
- 7) Semua limbah dapur, kecuali sampah di darat, yang mungkin mengandung minyak harus dialirkan melalui pencegat lemak (*grease trap*) ke kotak penahan sebelum dibuang atau diolah di atas kapal.
- 8) Diperbolehkan dibuang kelaut setelah jarak pemisahan yang sesuai dengan garis daratan terdekat, seperti 3 mil laut (12 mil laut di laut teritorial), sesuai dengan peraturan nasional lainnya.
- 9) Semua kapal harus dilengkapi dengan fasilitas pengelolaan limbah toilet dan urinal, fasilitas rumah sakit dan tempat pelayanan kesehatan, serta penggiling sampah makanan. Fasilitas ini mencakup sistem pengolahan dan/atau tangki penampungan yang aman, dilengkapi dengan pompa dan pipa.
- 10) Limbah dari tangki penampungan yang aman dapat dibuang ke pelabuhan atau ke tongkang atau truk khusus.
- 11) Lumpur berlebih harus disimpan untuk dibuang ke fasilitas darat atau saat berada di laut lepas.

e. Strategi mitigasi pencemaran laut akibat sampah karena kecelakaan kapal

Pencemaran sampah laut merupakan masalah serius yang berdampak pada ekosistem laut dan kesehatan manusia. Laut mempunyai kemampuan untuk menghancurkan atau melarutkan sampah apa pun yang dibuang ke dalamnya, namun kapasitas penguraiannya terbatas, dan beberapa bahan, seperti sampah plastik, sulit terurai. (Nursyamsu et al., 2023)

Kegiatan pelayaran yang merupakan salah satu kegiatan yang dapat memberikan dampak negatif berupa pencemaran laut dan ekosistemnya dengan limbah. Mengingat kapal, khususnya yang mengangkut penumpang dan barang, merupakan alat transportasi yang beroperasi di laut, maka wajar jika menghasilkan limbah. Oleh karena itu, strategi perbaikan berikut harus diterapkan:

- 1) Melakukan pengawasan terhadap sistem pengelolaan sampah kapal. Dimana setiap kapal harus memiliki fasilitas penyimpanan sampah. Saluran pembuangan sampah, jika dipasang, harus terbuat dari baja tahan karat atau sejenisnya dan memiliki sistem pembersihan otomatis.
- 2) Kapal harus memiliki fasilitas penyimpanan lumpur berlebih dan nantinya dibuang ke fasilitas darat atau saat berada di laut lepas.
- 3) Kapal harus memiliki limbah layanan kesehatan dan farmasi diolah dan dibuang dengan aman.
- 4) Limbah yang dihasilkan di kapal, termasuk antara lain lumpur, limbah, sampah umum, dibuang ke kapal, misalnya di kapal. dengan cara dibakar atau dibuang ke fasilitas penerimaan di pelabuhan. Setiap pengelola kapal harus memahami UU Nomor 32 tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Instruksi Direktur Operasi Tahun 2014 Tentang Manajemen Pembuangan sampah kapal, dan Instruksi Direktur Armada dan teknik tahun 2015 terkait pencegahan pencemaran laut dari sampah.
- 5) Membuat aturan untuk pengiriman sampah kapal ke pelabuhan. Selain Organisasi Maritim Internasional (IMO), Uni Eropa (UE) pemerintah harus memiliki regulasi tersendiri yang mewajibkan operator kapal dan pelabuhan membuang sampah ke darat dengan sepatutnya.
- 6) Membuat aturan atau SOP khusus awak kapal, bagian kebersihan serta para penumpang kapal terkait kebersihan lingkungan kapal

- 7) Penyebaran informasi agar pengelola kapal mengelompokkan setiap jenis sampah, seperti kategori sampah plastik, sampah sisa makanan, sampah domestik, sampah minyak goreng, sampah hasil pembersihan ruang muat, sampah sisa muatan (Roni Ashiddiqi et al., 2023)
- 8) Melaksanakan pemisahan sampah berdasarkan jenisnya.
- 9) Melengkapi kapal dengan segala kebutuhan untuk mengelola sampah
- 10) Semua sampah kapal, baik yang diproses ataupun tidak, disimpan dalam tempat yang tertutup, sehingga tidak terlepas kelingkungan laut (Nursyamsu et al., 2023)

f. Strategi mitigasi pencemaran air laut akibat bangkai kapal yang kecelakaan

Satu dari banyak penyebab kecelakaan laut, adalah tenggelamnya kapal. Kapal yang tenggelam memerlukan operasi penyelamatan untuk menyelamatkan kapal atau membersihkan jalur. Bekerja di industri penyelamatan melibatkan tingkat risiko yang sangat tinggi. Hal ini disebabkan oleh kondisi perairan yang sulit, keamanan peralatan, dan risiko yang ditimbulkan oleh kapal itu sendiri. (Firdaus, Supomo, 2018)

Keberadaan bangkai-bangkai kapal yang mengandung bahan-bahan berbahaya tentu saja akan menyebabkan pencemaran air laut, dan pada akhirnya akan merugikan ekosistem laut serta segala potensi laut yang dimiliki oleh Indonesia. Apalagi bangkai-bangkai kapal yang ada, di bongkar secara serampangan oleh pihak-pihak yang tidak bertanggung jawab. Maka dari itu dibutuhkan sebuah strategi, agar bangkai-bangkai kapal yang mencemari laut tersebut bisa dikelola secara benar.

Berdasarkan Konvensi Internasional Nairobi tentang Pembuangan Bangkai Kapal, tahun 2007, memberikan dasar hukum bagi negara-negara untuk memindahkan bangkai kapal yang mungkin berpotensi berdampak buruk terhadap keselamatan. kehidupan, barang dan harta benda di laut, serta lingkungan laut. Konvensi ini memberikan seperangkat aturan internasional yang bertujuan untuk memastikan pemindahan bangkai kapal yang terletak di luar laut teritorial dengan cepat dan efektif.

Permasalahan yang terjadi terhadap penyelamatan bangkai kapal adalah persoalan lokasi kapal serta persoalan biaya yang diperlukan untuk pendanaan dan pemindahan bangkai kapal. Pemerintah dalam hal ini bisa meratifikasi hasil konvensi tersebut dan membuat aturan sendiri dengan berbagai strategi mitigasi yang bisa diterapkan. Adapun strategi mitigasi yang dapat diterapkan adalah:

- 1)Memastikan perusahaan atau pemilik kapal mengambil kembali kapal mereka yang tenggelam
- 2)Mengimplementasikan hasil konvensi terkait kondisi kapal yang menimbulkan bahaya terhadap keselamatan navigasi atau terhadap lingkungan laut dan pesisir, atau keduanya.
- 3)Memastikan pemilik kapal bertanggung jawab secara finansial dan mengharuskan mereka untuk mengambil asuransi atau memberikan jaminan finansial lainnya untuk menutupi biaya pemindahan bangkai kapal. Hal ini juga memberikan Negara hak untuk mengambil tindakan langsung terhadap perusahaan asuransi.
- 4)Melaporkan dan menemukan lokasi kapal dan bangkai kapal serta membuat pelaporan korban jiwa ke negara pantai terdekat; peringatan kepada pelaut dan negara pantai mengenai bangkai kapal tersebut; dan tindakan Negara pantai untuk menemukan kapal atau bangkai kapal tersebut;

## 2. Pemantauan dan Evaluasi

Semua rencana mitigasi yang telah ditetapkan tersebut, harus dipastikan penerapannya di lapangan, sehingga kekhawatiran terhadap pencemaran laut akibat kecelakaan kapal betul-betul dapat diatasi sebagaimana mestinya. Setelah itu, pemerintah atau pihak terkait harus melakukan evaluasi secara berkala untuk memperhitungkan munculnya resiko yang baru sehingga dapat dilakukan penilaian ulang dan perbaikan terhadap strategi mitigasi. Selain itu, jika diperlukan pemerintah harus memiliki pengembangan rencana cadangan untuk memastikan langkah-langkah mitigasi tidak terhenti karena persoalan tertentu. sehingga pada akhirnya ekosistem laut indonesia tetap terjaga.

Dengan adanya mitigasi resiko pencemaran laut akibat kecelakaan kapal ini, maka seluruh potensi kawasan perairan Indonesia yang begitu besar, mulai dari ekonomi biru Indonesia, Indonesia sebagai produsen perikanan laut dan rumput laut terbesar kedua di dunia yang memberikan kontribusi terhadap perekonomian nasional, laut yang menjadi aset utama pariwisata nasional, tetap bisa terjaga dan terpelihara dengan baik.

## PENUTUP

Indonesia sebagai negara maritim, memiliki potensi laut yang begitu besar. Semua potensi tersebut harus dikelola secara baik, sehingga segala resiko yang buruk

dapat dihindari. Namun, potensi laut Indonesia yang besar tersebut, bisa tercemar akibat berbagai kondisi, baik karena tragedi alam ataupun ulah dan kelalaian manusia, khususnya pencemaran laut akibat kecelakaan kapal. Maka dari itu, dibutuhkan analisis penilaian risiko dan bagaimana memitigasi risiko tersebut. Adapun langkah yang harus dilakukan oleh *stakeholder* adalah mengidentifikasi risiko pencemaran laut akibat kecelakaan kapal dan bagaimana strategi agar keluar dari persoalan tersebut. Terdapat beberapa penyebab pencemaran laut akibat kecelakaan kapal, seperti tumpahan minyak, akibat zat cair berbahaya dalam jumlah besar, polusi zat berbahaya dalam bentuk kemasan, polusi penyaluran limbah, sampah dari kapal dan pencemaran akibat pengelolaan bangkai kapal yang buruk.

Setelah risiko-risiko yang telah dijelaskan sebelumnya teridentifikasi secara baik, tiba saatnya untuk meninjau kembali risiko tersebut untuk mengukur *probability* dan *impact*-nya. Kemudian melakukan atau menerapkan strategi mitigasi untuk pencegahan atau penanggulangan pencemaran laut akibat kecelakaan kapal tersebut. dan yang terakhir melakukan evaluasi terhadap strategi mitigasi yang telah diterapkan.

#### DAFTAR PUSTAKA

##### Buku

- ACGS, Safety and Shipping Review 2018: an Annual Review of Trends and Developments in Shipping Losses and Safety, Allianz Global Corporate & Specialty, Munich, 2018.
- Kemenkomarves, 2023. Maritim 2045 “Konsepsi Pembangunan Nasional Menuju Indonesia Pusat Peradaban Maritim Dunia. Kementerian Koordinator Bidang Kemaritiman dan Investasi
- OECD. (2021). “Sustainable Ocean Economy Country Diagnostic of Indonesia
- Spalding, M. et al. (2017). “Mapping the global value and distribution of coral reef tourism
- World Bank (2021) Oceans for Prosperity: Reforms for a Blue Economy in Indonesia

##### Artikel Jurnal

- A.M. Zhang, L.Y. Zeng, X.D. Cheng, S.P. Wang, Y. Chen, 2011 The evaluation method of total damage to ship in underwater explosion, Appl. Ocean Res. 33 (2011) 240–251. <https://doi.org/10.1016/j.apor.2011.06.002>
- A.R. Prabowo, D.M. Bae, J.M. Sohn, A.F. Zakki, B. Cao, J.H. Cho, 2017. Effects of the rebounding of a striking ship on structural crashworthiness during ship-ship collision, Thin-Walled Struct. 115 (2017) 225–239. <https://doi.org/10.1016/j.tws.2017.02.022>
- A.R. Prabowo, D.M. Bae, J.M. Sohn, A.F. Zakki, B. Cao, Q. Wang, Analysis of structural damage on the struck ship under side collision scenario, Alexandria Eng. J. 57 (2018) 1761-1771. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2017.05.002>
- Adam Hayes, 2024. Risk Analysis: Definition, Types, Limitations, and Examples. <https://www.investopedia.com/terms/r/risk-analysis.asp>

- Aditya Rio Prabowo dan Dong Myung Bae, 2019. Environmental risk of maritime territory subjected to accidental phenomena: Correlation of oil spill and ship grounding in the Exxon Valdez's case. *Results in Engineering*. Volume 4, December 2019, <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2019.100035>
- Ainsworth CH, Schirripa MJ, Morzaria-Luna H (Eds.) (2015) An Atlantis ecosystem model for the Gulf of Mexico supporting Integrated Ecosystem Assessment. US Dept. Comm; NOAA Tech Memo NMFS-SEFSC-676. 149 pp. Available: [https://docs.lib.noaa.gov/noaa\\_documents/NMFS/SEFSC/TM\\_NMFS\\_SEFSC/NMFS\\_SEFSC\\_TM\\_676.pdf](https://docs.lib.noaa.gov/noaa_documents/NMFS/SEFSC/TM_NMFS_SEFSC/NMFS_SEFSC_TM_676.pdf)
- Alongi, D.M., D. Murdiyarso, J.W. Fourqurean, J.B. Kauffman, A. Hutahaean, S. Crooks, C.E. Lovelock, et al. 2016. "Indonesia's Blue Carbon: A Globally Significant and Vulnerable Sink for Seagrass and Mangrove Carbon." *Wetlands Ecology and Management* 24: 3-13. <https://doi.org/10.1007/s11273-015-9446-y>
- Amora Harris, Aries Sudiarso, Rudy Sutanto, 2022. Strategi Pertahanan Laut Dalam Rangkaancaman Keamanan Alur Laut Kepulauan Indonesia II. *Jurnal Education and development Institut Pendidikan Tapanuli Selatan*. Vol.10 No.2 Edisi Mei 2022. <https://journal.ipts.ac.id/index.php/ED/article/view/3745/2415>
- B.Q. Chen, B. Liu, C.G. 2018. Soares, Experimental and numerical investigation on the influence of stiffeners on the crushing resistance of web girders in ship grounding, *Mar. Struct.* 63 (2018) 351-363. <https://doi.org/10.1016/j.marstruc.2018.10.003>
- Bambang Suhardjo dan Okol Sri S, 2014. Penilaian Risiko Kecelakaan Kapal Berlayar Di Alur Pelayaran Timur Surabaya Dengan Metode Formal Safety Assessment(FSA). *Jurnal Analisis Sistem & Riset Operasi*. VOL 2 (2014). <http://asrojurnal-sttal.ac.id/index.php/ASRO/article/view/9>
- Jefferson Benyamin, Much Mualim, Editha Praditya Duarte, 2023. Manajemen Risiko Keamanan Informasi Dalam Meminimalisasi Ancaman Siber Pada Pusat Data Dan Teknologi Informasi Komunikasi Badan Siber Dan Sandi Negara Guna Meningkatkan Pertahanan Dan Keamanan Siber. *Jurnal Manajemen Pertahanan* | Vol 9, No 1. <https://jurnalprodi.idu.ac.id/index.php/MP/article/view/11552>
- Lawal Bello Dogarawa, "Marine Accident in Northern Nigeria: Causes, Prevention and Management," *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, pp. Vol. 2, No. 11, 2012.
- Lawal Bello Dogarawa, "Marine Accident in Northern Nigeria: Causes, Prevention and Management," *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, pp. Vol. 2, No. 11, 2012.
- Meti Kendek dan Iskandar, 2022. Tudi Kasus Analisis Hasil Investigasi Komite Nasional Keselamatan Transportasi (KNKT) Terhadap Penyebab Tubrukan Kapal Di Perairan Indonesia. *Jurnal Patria Bahari*. Vol 2 No 2 Des 2022. <http://ejournal.polteknepel-orong.ac.id/index.php/jpb/article/view/60/35>
- Muhammad Wildan Firdaus, Heri Supomo, 2018. Analisa Risiko Proses Pengapungan Kembali Pada Kapal Tenggelam Di Perairan Tanjung Perak. *Jurnal Teknis ITS*. Vol 7, No 1 (2018). Doi:10.12962/j23373539.v7i1.29701
- Necmettin Akten, "Shipping Accidents: A Serious Threat for Marine Environment," *Journal Black Sea/ Mediterranean Environment*, vol. 12, pp. 269-304, 2006.
- Necmettin Akten, "Shipping Accidents: A Serious Threat for Marine Environment," *Journal Black Sea/ Mediterranean Environment*, vol. 12, pp. 269-304, 2006.
- Nursyamsu, Harri Mochamad Mansur, Suratnan Samuel Daeli, 2023. Optimalisasi penerapan Marpol 73/78 Annex V pada KMP Legundi guna mencegah pencemaran

- laut. *Journal Marine Inside* Volume 5, Issue. 2, December 2023.  
<https://doi.org/10.56943/ejmi.v5i2.66>
- Roni Ashiddiqi, Ogik Laotuju, Mudiyanto, Kuncowati, 2023. Pengelolaan Sampah Kapal Sebagai Upaya Pencegahan Pencemaran Laut di KM. Sabuk Nusantara 115. *Jurnal Aplikasi Pelayaran dan Kepelabuhanan*, Volume 14, Nomer 1, September 2023. DOI:10.30649/japk.v14i1.101
- Sereati Hasugian, A.A. Istri Sri Wahyuni, Maulidiah Rahmawati, Arleiny, 2017. Pemetaan Karakteristik Kecelakaan Kapal di Perairan Indonesia Berdasarkan Investigasi KNKT. *Warta Penelitian Perhubungan*, Volume 29, Nomor 2, Juli-Desember 2017. file:///C:/Users/user/Downloads/Warlit-521-1470.docx%20(1).pdf
- Sereati Hasugian, A.A. Istri Sri Wahyuni, Maulidiah Rahmawati, Arleiny, 2017. Pemetaan Karakteristik Kecelakaan Kapal di Perairan Indonesia Berdasarkan Investigasi KNKT. *Warta Penelitian Perhubungan*, Volume 29, Nomor 2, Juli-Desember 2017. file:///C:/Users/user/Downloads/Warlit-521-1470.docx%20(1).pdf
- Siska Marlina dan Ning Herlina, 2021. Upaya Peningkatan Pendidikan, Keahlian Dan Profesionalisme Sumber Daya Manusia Pelayaran Indonesia. *Jurnal Ilmiah M-Progress* Vol.11, NO. 2 Juni 2021. file:///C:/Users/user/Downloads/692-1317-1-SM.pdf.
- Sulistiyono, 2013. Dampak Tumpahan Minyak (Oil Spill) di Perairan Laut pada Kegiatan Industri Migas dan Metode Penanggulangannya, *Forum Teknologi Swara Patra Majalah Ilmiah PPSDM Migas*, Vol.3, No.1 (2013). file:///C:/Users/user/Downloads/261-File%20Utama%20Naskah-981-1-10-20220227.pdf
- W K Talley, D Jin, and H Powell, "Determinants of crew injuries in vessel accident," *Maritime Policy and Management*, vol. 32, no. 3, pp. 263-278, 2005. Deutsche Flagge,
- W K Talley, D Jin, and H Powell, "Determinants of crew injuries in vessel accident," *Maritime Policy and Management*, vol. 32, no. 3, pp. 263-278, 2005.
- World Bank Infografis Lautra Jun 2023. Laut untuk Kesejahteraan. <https://thedocs.worldbank.org/en/doc/50446d990e348c6d2a97da436ba7f624-0070012024/original/World-Bank-Infografis-LAUTRA-DEC-2023-v8-Indonesia.pdf>
- Wibsite**
- Adam Hayes, 2024. Risk Analysis: Definition, Types, Limitations, and Examples. <https://www.investopedia.com/terms/r/risk-analysis.asp>
- INA-Ban, 2021. Dimana Bangkai Kapal-Kapal Tua Indonesia Berakhir? <https://inaban.org/dimana-bangkai-kapal-kapal-tua-indonesia-berakhir/>. di akses tanggal 3 Juni 2024
- Ministry of MSMEs (2021): <https://ekon.go.id/publikasi/detail/2969/umkm-menjadi-pilar-penting-dalam-perekonomian-indonesia>
- World Bank Infografis Lautra Jun 2023. Laut untuk Kesejahteraan. <https://thedocs.worldbank.org/en/doc/50446d990e348c6d2a97da436ba7f624-0070012024/original/World-Bank-Infografis-LAUTRA-DEC-2023-v8-Indonesia.pdf>
- Zulkarnaen, W., Fitriani, I., & Yuningsih, N. (2020). Pengembangan Supply Chain Management Dalam Pengelolaan Distribusi Logistik Pemilu Yang Lebih Tepat Jenis, Tepat Jumlah Dan Tepat Waktu Berbasis Human Resources Competency

Development Di KPU Jawa Barat. *Jurnal Ilmiah MEA (Manajemen, Ekonomi, & Akuntansi)*, 4(2), 222-243. <https://doi.org/10.31955/mea.vol4.iss2.pp222-243>.

**GAMBAR DAN TABEL**



Grafik 1: Investigasi Kecelakaan Pelayaran Berdasarkan Jenis Kecelakaan 2015 – 2022  
Sumber: Laporan KNKT 2022