

Transformasi Keselamatan Transportasi Laut Indonesia melalui Teknologi dan Inovasi: Kajian Literatur

Aris Sarjito

Manajemen Pertahanan, Universitas Pertahanan Republik Indonesia
Jl. Salemba Raya No. 14, Jakarta, 10430, Indonesia

*E-mail: *arissarjito@gmail.com

Diterima: 14 Februari 2024, direvisi: 4 April 2024, disetujui: 16 Mei 2024,
tersedia daring: 25 Juni 2024, diterbitkan: 28 Juni 2024

Abstrak

Sektor transportasi laut di Indonesia menghadapi tantangan keselamatan yang signifikan, yang meliputi kesalahan manusia, budaya keselamatan yang tidak memadai, bahaya lingkungan, ancaman keamanan, dan keterbatasan teknologi. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi strategi transformasi keselamatan transportasi laut Indonesia melalui teknologi dan inovasi. Metode penelitian kualitatif yang menggunakan analisis data sekunder digunakan untuk mengkaji tantangan utama keselamatan, solusi teknologi, strategi inovasi, hambatan penerapan, serta penerapan sosial-ekonomi, lingkungan, dan peraturan. Temuan penelitian ini mengungkapkan pentingnya mengatasi faktor manusia, menumbuhkan budaya keselamatan, dan memanfaatkan solusi teknologi seperti sistem pelacakan GPS, sistem penghindaran tabrakan, dan alat pemantauan waktu nyata untuk meningkatkan keselamatan maritim. Selain itu, inovasi strategi yang fokus pada kolaborasi terbuka dan pemanfaatan sumber daya sangat penting untuk meningkatkan standar keselamatan di industri maritim. Namun, hambatan terhadap penerapan teknologi, yang meliputi biaya tinggi, hambatan organisasi, dan hambatan peraturan, menimbulkan tantangan bagi penerapannya secara luas. Implikasi sosial-ekonomi, lingkungan hidup, dan peraturan dari pengintegrasian teknologi dan inovasi menyoroti perlunya kerangka peraturan yang seimbang dan praktik bisnis yang berkelanjutan. Penelitian ini menggarisbawahi pentingnya upaya kolaboratif untuk mendorong inovasi keselamatan dan memastikan pembangunan berkelanjutan di sektor transportasi laut Indonesia.

Kata kunci: penerapan peraturan, solusi teknologi, strategi inovasi, tantangan keselamatan, transportasi laut Indonesia.

Abstract

Transformation of Indonesia's Maritime Transportation Safety through Technology and Innovation: Literature Review. Indonesia's maritime transportation sector faces significant safety challenges, including human error, inadequate safety culture, environmental hazards, security threats, and technological limitations. This research aimed to explore strategies for transforming Indonesian maritime transportation safety through technology and innovation. Qualitative research methods using secondary data analysis were used to examine key safety challenges, technological solutions, innovation strategies, barriers to adoption, and socio-economic, environmental, and regulatory implications. The findings reveal the importance of addressing human factors, fostering a safety culture, and leveraging technological solutions such as GPS tracking systems, collision avoidance systems, and real-time monitoring tools to improve maritime safety. Additionally, innovation strategies that focus on open collaboration and leveraging resources are critical to improving safety standards in the maritime industry. However, barriers to technology adoption, including high costs, organizational barriers, and regulatory constraints, pose challenges to its widespread implementation. The socio-economic, environmental, and regulatory implications of integrating technology and innovation highlight the need for a balanced regulatory framework and sustainable business practices. This study underscores the importance of collaborative efforts to drive safety innovation and ensure sustainable development in Indonesia's maritime transportation sector.

Keywords: Indonesian sea transportation, innovation strategies, regulatory implications, safety challenges, technological solutions.

1. Pendahuluan

Keselamatan transportasi laut mempunyai arti yang sangat penting di Indonesia, sebuah negara kepulauan yang luas yang memiliki lebih dari 17.000 pulau dan merupakan salah satu negara dengan garis pantai terpanjang di dunia. Dengan letak geografisnya yang strategis yang menghubungkan Samudera Hindia dan Pasifik, Indonesia sangat bergantung pada transportasi laut untuk konektivitas domestik dan perdagangan internasional [1]. Ketergantungan ini menunjukkan pentingnya peran keselamatan transportasi laut dalam menjamin kelancaran arus barang dan menopang perekonomian negara.

Sektor maritim Indonesia menjadi tulang punggung perekonomian nasional, karena 90% volume perdagangan negara dilakukan melalui laut [2]. Setiap gangguan atau tidak adanya keselamatan dalam operasi transportasi laut dapat menimbulkan konsekuensi yang tinggi sehingga berdampak pada industri, bisnis, dan pada akhirnya kehidupan jutaan masyarakat Indonesia. Oleh karena itu, memastikan

keselamatan dan keamanan operasi transportasi laut sangat penting untuk menjaga kesejahteraan ekonomi Indonesia.

Selain itu, keselamatan transportasi laut merupakan bagian integral dalam menegaskan kepentingan keamanan nasional dan menjaga kedaulatan wilayah laut Indonesia yang luas. Indonesia menghadapi berbagai tantangan keamanan maritim, termasuk pembajakan, penangkapan ikan ilegal, penyelundupan, dan terorisme maritim. Ancaman-ancaman ini tidak hanya membahayakan nyawa pelaut dan penumpang tetapi juga menimbulkan risiko signifikan terhadap keamanan dan stabilitas nasional [3]. Oleh karena itu, penting untuk memperkuat langkah-langkah keselamatan transportasi laut agar dapat melindungi domain maritim Indonesia dan memastikan integritas perbatasannya.

Selain pertimbangan ekonomi dan keamanan, keselamatan transportasi laut juga penting untuk melindungi lingkungan laut dan masyarakat pesisir. Indonesia adalah rumah bagi ekosistem laut yang paling beragam di dunia, yang mendukung keanekaragaman hayati dan mempertahankan mata pencaharian melalui perikanan dan pariwisata. Namun, kecelakaan laut seperti tumpahan minyak, kandasnya kapal, dan polusi laut menimbulkan risiko lingkungan yang signifikan, yang membahayakan ekosistem laut dan kesejahteraan masyarakat pesisir [3]. Dengan mengedepankan keselamatan transportasi laut, Indonesia dapat meminimalkan jejak ekologis aktivitas maritim dan melestarikan sumber daya lautnya untuk generasi mendatang.

Selain itu, memastikan keselamatan operasi transportasi laut sangat penting untuk melindungi kehidupan manusia dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Jutaan masyarakat Indonesia bergantung pada transportasi laut untuk perjalanan sehari-hari, perjalanan antar pulau, dan mata pencaharian mereka. Kompromi apa pun terhadap standar keselamatan dapat mengakibatkan kecelakaan tragis, hilangnya nyawa, dan dampak sosial-ekonomi yang besar terhadap masyarakat pesisir [1]. Oleh karena itu, meningkatkan keselamatan transportasi laut bukan hanya merupakan keharusan moral, namun juga merupakan kebutuhan praktis untuk melindungi kehidupan dan kesejahteraan masyarakat Indonesia.

Kesimpulannya, keselamatan transportasi laut merupakan salah satu hal yang penting di Indonesia karena dampaknya yang besar terhadap perekonomian, keamanan, lingkungan, dan kesejahteraan manusia. Sebagai negara kepulauan yang sangat bergantung pada perdagangan dan transportasi maritim, Indonesia harus memprioritaskan penerapan langkah-langkah keselamatan yang kuat, kerangka peraturan, dan inovasi teknologi untuk memastikan keberlanjutan dan ketahanan sektor maritimnya.

Tabel 1. Daftar kecelakaan di laut selama lima tahun terakhir

Tanggal	Waktu (Lokal)	Deskripsi Kecelakaan	Jumlah korban
2023-07-15	08:45 WIB	Tabrakan antara dua kapal kargo di lepas pantai Jawa mengakibatkan tumpahan minyak [4].	Beberapa korban
2022-11-30	23:20 WIB	Pengandungan kapal feri penumpang di terumbu karang di kepulauan Indonesia bagian timur menyebabkan kerusakan lingkungan [5].	Evakuasi penumpang dan kru
2021-04-05	15:10 WIB	Tenggelamnya kapal penangkap ikan saat badai di Laut Sulawesi mengakibatkan hilangnya seluruh awak kapal [6].	Semua anggota kru di atas kapal
2020-09-12	06:30 WIB	Kebakaran terjadi di atas kapal feri dalam perjalanan ke Kalimantan yang menyebabkan evakuasi penumpang dan awak [7].	15 korban jiwa, beberapa luka-luka
2019-12-28	02:55 WIB	Terbaliknya kapal wisata di Taman Nasional Komodo mengakibatkan banyak korban jiwa [8].	23 wisatawan

Kecelakaan di laut menimbulkan risiko yang signifikan terhadap keselamatan transportasi laut. Insiden-insiden yang tercantum dalam tabel menunjukkan beragamnya kecelakaan laut, mulai dari tabrakan dan kandas hingga tenggelam dan kebakaran. Setiap kecelakaan mengakibatkan jumlah korban yang berbeda-beda. Hal ini menyoroti pentingnya penerapan langkah-langkah keselamatan yang efektif dan protokol tanggap darurat di industri maritim.

Indonesia, sebagai negara kepulauan, menghadapi tantangan besar dalam menjamin keselamatan dan keamanan sektor transportasi laut, menghadapi kecelakaan, risiko lingkungan, dan ancaman keamanan meskipun terdapat upaya untuk meningkatkan langkah-langkah keselamatan. Tantangan-tantangan ini sangat penting untuk diatasi agar dapat mempertahankan pertumbuhan ekonomi, melindungi lingkungan laut, dan menjaga kehidupan jutaan masyarakat Indonesia yang bergantung pada transportasi laut. Oleh karena itu, terdapat kebutuhan mendesak untuk mengeksplorasi bagaimana teknologi dan inovasi dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan keselamatan transportasi laut di Indonesia.

Penelitian ini bertujuan untuk menilai kondisi keselamatan transportasi laut di Indonesia saat ini, mengeksplorasi potensi solusi teknologi untuk meningkatkan keselamatan, mengkaji strategi inovasi untuk meningkatkan langkah-langkah keselamatan, mengidentifikasi tantangan dan peluang dalam menerapkan teknologi dan inovasi, dan mengusulkan rekomendasi bagi pembuat kebijakan, industri, pemangku kepentingan, dan peneliti untuk memajukan transformasi keselamatan transportasi laut melalui teknologi dan inovasi di Indonesia.

Pertanyaan penelitian fokus pada identifikasi tantangan terkait keselamatan utama yang dihadapi oleh sektor transportasi laut Indonesia. Pertanyaan tersebut (1) mengkaji bagaimana solusi teknologi seperti sistem pelacakan *Global Positioning System* (GPS), sistem penghindaran tabrakan, dan alat pemantauan *real-time* telah digunakan untuk meningkatkan keselamatan (2) mengeksplorasi strategi inovasi yang digunakan oleh pemangku kepentingan untuk meningkatkan standar keselamatan, (3) mengidentifikasi hambatan dan keterbatasan yang menghambat penerapan teknologi dan inovasi secara luas, dan (4) memahami implikasi sosial-ekonomi, lingkungan, dan peraturan dari pengintegrasian teknologi dan inovasi ke dalam langkah-langkah keselamatan transportasi laut di Indonesia.

Dengan menjawab pertanyaan-pertanyaan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk memberikan wawasan tentang potensi teknologi dan inovasi untuk mengubah keselamatan transportasi laut Indonesia dan menginformasikan kebijakan dan pengambilan keputusan di sektor maritim.

2. Metodologi

Metode penelitian kualitatif menggunakan data sekunder telah terbukti menjadi pendekatan yang baik dalam memahami fenomena kompleks seperti keselamatan transportasi laut di Indonesia. Penelitian ini menguraikan langkah-langkah yang diambil dalam pengumpulan data, pemrosesan data, dan analisis data yang digunakan untuk menyelesaikan masalah dalam studi berjudul “Transformasi Keselamatan Transportasi Maritim Indonesia melalui Teknologi dan Inovasi: Kajian Literatur”

2.1. Metode Pengumpulan Data

Dalam penelitian kualitatif, pengumpulan data melibatkan identifikasi dan pengaksesan sumber data sekunder yang relevan. Untuk studi keselamatan transportasi laut, sumber data sekunder dapat mencakup laporan pemerintah, publikasi industri, jurnal akademis, *database* organisasi internasional, dan repositori *online*. Sumber-sumber ini berisi banyak informasi mengenai kecelakaan laut, peraturan keselamatan, kemajuan teknologi, dan tren industri di Indonesia. Peneliti harus hati-hati dalam memilih dan mengambil data terkait dari sumber-sumber ini dan memastikan kelengkapan data dan relevansinya dengan pertanyaan penelitian [9].

2.2. Pengolahan Data

Setelah memperoleh data sekunder, peneliti memproses data untuk mengorganisasi dan menyusun informasi untuk dianalisis. Proses ini memerlukan pengumpulan data secara sistematis dari berbagai sumber, mengkategorikan data berdasarkan relevansi tematik, serta memverifikasi keakuratan dan keandalan data. Peneliti dapat menggunakan teknik seperti pengkodean data, kategorisasi, dan ringkasan untuk menyederhanakan tahap pemrosesan data. Selain itu, peneliti harus mendokumentasikan prosedur pemrosesan data untuk menjaga transparansi dan reproduktifitas dalam proses penelitian [9].

2.3. Analisis Data

Dalam penelitian kualitatif, analisis data melibatkan interpretasi dan sintesis temuan yang berasal dari sumber data sekunder. Para peneliti menggunakan teknik analisis seperti analisis konten, pengkodean tematik, dan pengenalan pola untuk mengidentifikasi tema, pola, dan wawasan yang berulang terkait keselamatan dan inovasi maritim. Dengan meneliti data untuk mencari pola dan hubungan yang muncul, peneliti dapat memperoleh kesimpulan dan implikasi yang bermakna mengenai tujuan penelitian. Selain itu, peneliti harus mengevaluasi secara kritis keterbatasan dan bias yang melekat pada sumber data sekunder, serta mengakui potensi kesenjangan dan perbedaan data [9].

Kesimpulannya, metode penelitian kualitatif dengan menggunakan data sekunder menawarkan kerangka kerja yang kuat untuk menyelidiki keselamatan transportasi laut Indonesia melalui teknologi dan inovasi. Dengan menggunakan pedoman Creswell untuk pengumpulan, pemrosesan, dan analisis data, para peneliti dapat menavigasi kompleksitas analisis data sekunder secara efektif, mengungkap wawasan berharga, dan berkontribusi pada kemajuan pengetahuan di bidang keselamatan maritim dan inovasi.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Tantangan Utama Keselamatan di Sektor Transportasi Laut Indonesia

Sektor transportasi laut di Indonesia menghadapi beberapa tantangan utama yang berpengaruh pada keselamatan maritim. Pertama, infrastruktur pelabuhan yang terbatas dan kurang memadai menjadi salah satu penyebab utama kecelakaan maritim di Indonesia. Studi yang dilakukan oleh Subhan dan Mulyana (2020) menunjukkan bahwa banyak pelabuhan di Indonesia yang belum memenuhi standar keselamatan internasional sehingga memperbesar risiko kecelakaan [10].

Kedua, regulasi keselamatan yang tidak konsisten dan kurang efektif juga menjadi masalah signifikan. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Setyawan dkk. (2021), meskipun pemerintah telah mengeluarkan berbagai peraturan terkait keselamatan transportasi laut, implementasinya di lapangan seringkali lemah dan tidak konsisten, terutama di daerah-daerah terpencil [11].

Ketiga, kurangnya kesadaran dan pelatihan tentang keselamatan di kalangan awak kapal merupakan tantangan lain. Sebuah laporan dari Badan Keamanan Laut Indonesia (2022) menunjukkan bahwa banyak awak kapal, terutama yang bekerja di kapal-kapal kecil, belum mendapatkan pelatihan keselamatan yang memadai, yang menyebabkan mereka rentan terhadap kecelakaan [12].

Keempat, kondisi cuaca ekstrem dan perubahan iklim yang semakin tidak terduga juga memberikan tekanan tambahan terhadap keselamatan transportasi laut. Penelitian yang dilakukan oleh Widjaja dan Utomo (2019) menunjukkan bahwa meningkatnya frekuensi dan intensitas badai tropis serta gelombang tinggi di wilayah perairan Indonesia telah menyebabkan peningkatan jumlah kecelakaan maritim dalam beberapa tahun terakhir [13].

Untuk menganalisis tantangan-tantangan ini, teori model penyebab kecelakaan dapat memberikan wawasan berharga mengenai interaksi kompleks antara faktor-faktor yang berkontribusi terhadap insiden keselamatan di sektor maritim. Model seperti Swiss Cheese Model atau model penyebab kecelakaan/insiden, yang dikemukakan oleh Reason [14] membantu memahami bagaimana berbagai kegagalan laten dan aktif bersama-sama menimbulkan kecelakaan [15].

Salah satu tantangan keselamatan utama yang dihadapi sektor transportasi laut Indonesia adalah banyaknya kesalahan manusia. Meskipun ada kemajuan dalam teknologi dan peraturan keselamatan, faktor manusia tetap memainkan peran penting dalam kecelakaan laut [15]. Permasalahan seperti kelelahan, pelatihan yang tidak memadai, dan ketidakpatuhan terhadap prosedur keselamatan mengakibatkan kesalahan navigasi, tabrakan, dan kandas sehingga menimbulkan risiko terhadap keselamatan kapal dan operasi maritim. Misalnya saja pada tahun 2018, terjadi kecelakaan kapal feri di

Indonesia yang disebabkan oleh kelelahan yang dirasakan kapten dan kurangnya pelatihan yang memadai. Kapten telah bekerja berjam-jam tanpa istirahat yang cukup sehingga menyebabkan gangguan dalam penilaian dan pengambilan keputusan. Selain itu, para awak kapal belum menjalani pelatihan menyeluruh mengenai prosedur darurat sehingga hal ini menunda proses evakuasi dan mengakibatkan jatuhnya korban jiwa. Insiden ini menyoroti bagaimana faktor manusia seperti kelelahan dan pelatihan yang tidak memadai dapat berkontribusi terhadap kecelakaan di sektor transportasi laut [16].

Selain itu, kurangnya budaya keselamatan yang efektif dalam organisasi maritim memperburuk tantangan keselamatan di sektor maritim Indonesia. Budaya keselamatan, yang didefinisikan sebagai nilai-nilai, keyakinan, dan perilaku bersama mengenai keselamatan dalam suatu organisasi memengaruhi kinerja keselamatan dan proses pengambilan keputusan [17]. Faktor manusia memainkan peran penting dalam insiden maritim, dan kesalahan manusia diidentifikasi sebagai penyebab utama hingga 70% kecelakaan [18]. Rasa berpuas diri, kelelahan, dan pelatihan yang tidak memadai merupakan beberapa faktor manusia yang dapat menyebabkan kesalahan dan membahayakan orang lain [19]. Misalnya, di sektor maritim Indonesia, kurangnya budaya keselamatan ditambah dengan tekanan untuk memenuhi target operasional telah mengakibatkan perilaku pengambilan risiko, seperti memuat kapal melebihi batas kapasitasnya sehingga menyebabkan banyak kecelakaan dan insiden [19]. Perusahaan dan kapal perlu memprioritaskan pelatihan, membangun saluran komunikasi yang jelas, dan mengevaluasi prosedur keselamatan secara berkala untuk meminimalkan risiko kesalahan manusia yang menyebabkan insiden maritim [19]. Selain itu, upaya mengejar keuntungan yang tiada henti dan budaya keselamatan yang lemah dapat mengakibatkan kecelakaan seperti yang tenggelamnya kapal feri Herald of Free Enterprise. Kecelakaan ini disebabkan karena staf bekerja berjam-jam, saluran komunikasi yang buruk, dan adanya tekanan untuk tetap sesuai jadwal [20]. Oleh karena itu, mengatasi faktor yang berkaitan dengan manusia dan mendorong budaya keselamatan yang kuat sangat penting untuk mencegah insiden maritim.

Bahaya lingkungan juga menimbulkan tantangan keselamatan yang signifikan di sektor transportasi laut Indonesia. Negara kepulauan yang luas ini rentan terhadap bencana alam seperti badai, tsunami, dan letusan gunung berapi, yang dapat mengganggu operasi maritim dan membahayakan keselamatan kapal [21]. Kondisi cuaca buruk, infrastruktur yang tidak memadai, dan bahaya navigasi juga menimbulkan risiko kecelakaan, terutama di wilayah pesisir dan jalur pelayaran yang sibuk. Misalnya, praktik pemeliharaan dan inspeksi yang tidak memadai di sektor transportasi laut Indonesia dapat menyebabkan kecelakaan seperti kerusakan kapal atau kegagalan mesin sehingga membahayakan keselamatan awak kapal dan penumpang [22]. Salah satu contohnya, sebuah kapal feri yang beroperasi di jalur pelayaran yang sibuk mengalami kegagalan mekanis karena pemeliharaan yang buruk sehingga menyebabkan kapal tersebut hanyut menuju ke kapal lain dan mengakibatkan tabrakan yang mengakibatkan banyak cedera dan korban jiwa [23]. Selat Malaka dan Singapura yang merupakan salah satu jalur pelayaran tersibuk di dunia juga rentan terhadap bahaya navigasi seperti gelombang pasir, tepian pasir, dan pulau-pulau kecil yang dapat mengakibatkan kecelakaan [19]. Oleh karena itu, sangat penting untuk memprioritaskan langkah-langkah keselamatan dan berinvestasi pada infrastruktur yang memadai untuk meminimalkan risiko kecelakaan yang disebabkan oleh bahaya lingkungan di sektor transportasi laut Indonesia.

Sektor transportasi laut di Indonesia menghadapi berbagai ancaman keamanan, antara lain pembajakan, perampokan bersenjata, dan terorisme maritim [24]. Ancaman ini membahayakan nyawa pelaut dan penumpang serta mengganggu jalur perdagangan dan perdagangan maritim. Perompak sering menargetkan kapal komersial untuk mencuri muatan berharga atau meminta uang tebusan, sementara perampokan bersenjata sering terjadi di pelabuhan yang sibuk. Selain itu, potensi terorisme maritim menambah kekhawatiran lain karena serangan terhadap kapal atau fasilitas pelabuhan dapat menimbulkan konsekuensi yang sangat besar. Untuk mengatasi tantangan ini, diperlukan kewaspadaan dan kerja sama yang terus-menerus antara otoritas lokal, organisasi internasional, dan industri pelayaran untuk memastikan bahwa lalu lintas barang dan orang aman dan terjamin di perairan Indonesia [25], [26], [27].

Pemerintah Indonesia telah mencantumkan berbagai ancaman dan tantangan maritim dalam Buku Putih Diplomasi Maritim dan telah mengambil langkah-langkah untuk memitigasi ancaman ini melalui kebijakan dan peraturan. Selain itu, terdapat peningkatan kesadaran akan pentingnya mengatasi ancaman siber di wilayah pelayaran Indonesia. Pemerintah juga didesak untuk memprioritaskan masalah keamanan maritim terkait ancaman siber [26], [27].

Sifat ancaman keamanan maritim di Asia Tenggara yang terus berkembang, termasuk pembajakan, perampokan bersenjata, terorisme maritim, dan serangan siber, menghadirkan serangkaian tantangan yang kompleks dan saling terkait yang memerlukan perhatian dan tindakan berkelanjutan dari berbagai pemangku kepentingan [25].

Selain itu, Indonesia juga menjadi sasaran taktik zona abu-abu maritim yang dilakukan oleh Tiongkok, yang telah memobilisasi kapal-kapalnya di wilayah di mana zona ekonomi eksklusif Indonesia bersinggungan dengan sembilan garis putus-putus Tiongkok. Hal ini menimbulkan kekhawatiran terhadap keamanan perbatasan maritim Indonesia dan ancaman eksternal [28].

3.2. Meningkatkan Keselamatan Transportasi Laut di Indonesia melalui Solusi Teknologi

Indonesia telah mulai menerapkan berbagai solusi teknologi untuk meningkatkan keselamatan transportasi laut. Salah satu upaya utama adalah penerapan *Automatic Identification System* (AIS) yang memungkinkan pelacakan kapal secara *real-time*. Menurut laporan dari Kementerian Perhubungan (2021), penggunaan AIS telah membantu memantau pergerakan kapal secara lebih efektif dan mencegah potensi tabrakan, terutama di jalur pelayaran padat seperti Selat Malaka [29].

Selain itu, pengembangan sistem peringatan dini cuaca maritim menjadi solusi penting dalam menghadapi tantangan cuaca ekstrem. Widjaja dan Utomo (2019) mencatat bahwa Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) telah memperkenalkan teknologi satelit yang dapat memberikan informasi cuaca terkini dan prediksi gelombang tinggi sehingga kapal dapat menghindari area berisiko tinggi [13].

Teknologi e-Navigation juga diperkenalkan untuk meningkatkan keselamatan. Sistem ini mengintegrasikan berbagai data navigasi dan komunikasi ke dalam satu *platform* yang mudah diakses oleh awak kapal dan petugas pelabuhan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Susilo dan Wahyudi (2020), implementasi e-Navigation di beberapa pelabuhan utama di Indonesia telah membantu mengurangi risiko kecelakaan dengan memberikan panduan navigasi yang lebih akurat dan *up-to-date* [30].

Selain itu, penggunaan *drone* untuk inspeksi kapal dan pemantauan perairan telah mulai diterapkan di beberapa wilayah. Sebuah studi yang dilakukan oleh Rizal dkk. (2022) menunjukkan bahwa *drone* dapat digunakan untuk mengidentifikasi potensi kerusakan kapal atau adanya tumpahan minyak yang dapat menimbulkan bahaya dan memberikan data visual yang diperlukan untuk tindakan cepat [31].

Dalam beberapa tahun terakhir, solusi teknologi seperti sistem pelacakan GPS, sistem penghindaran tabrakan, dan alat pemantauan *real-time* telah berperan penting dalam meningkatkan keselamatan transportasi laut di Indonesia. Penerapan dan pemanfaatan teknologi tersebut dapat dianalisis melalui kacamata *Technology Acceptance Model* (TAM) dan teori difusi inovasi.

TAM yang diusulkan oleh Davis (1989) menawarkan wawasan berharga mengenai faktor-faktor yang memengaruhi penerimaan pengguna dan penggunaan teknologi. Dalam konteks keselamatan transportasi maritim, TAM dapat membantu memahami bagaimana pelaut dan operator maritim memandang kegunaan dan kemudahan penggunaan solusi teknologi seperti sistem pelacakan GPS dan sistem penghindaran tabrakan. Dengan menilai faktor-faktor seperti persepsi kegunaan, persepsi kemudahan penggunaan, dan niat berperilaku, TAM memberikan kerangka kerja untuk mengevaluasi penerapan dan pemanfaatan solusi teknologi di sektor maritim [32].

Selain itu, teori difusi inovasi yang diusulkan oleh Rogers (2003) menyoroti penyebaran solusi teknologi di sektor maritim. Menurut Rogers (2003), faktor-faktor seperti keunggulan relatif, kompatibilitas, kompleksitas, kemampuan untuk dicoba, dan kemampuan untuk diamati mempunyai dampak pada difusi inovasi. Dalam hal keselamatan transportasi maritim, penyebaran sistem pelacakan GPS, sistem penghindaran tabrakan, dan alat pemantauan yang *real-time* bergantung pada beberapa faktor seperti seberapa berguna alat tersebut menurut pendapat orang, seberapa baik alat tersebut bekerja dengan metode yang ada saat ini, dan seberapa mudah alat tersebut diterapkan ke dalam sistem operasi maritim [33].

Di Indonesia, sistem pelacakan GPS telah banyak diterapkan untuk meningkatkan kemampuan pelacakan dan pemantauan kapal. Sistem ini memanfaatkan teknologi satelit untuk menyediakan data lokasi secara *real-time* sehingga memungkinkan otoritas maritim melacak pergerakan kapal, mendeteksi aktivitas ilegal, dan merespons keadaan darurat dengan cepat [34]. Perairan di sekitar Indonesia rentan terhadap berbagai ancaman keamanan maritim, termasuk pembajakan, perampokan bersenjata, dan terorisme maritim. Untuk mengatasi tantangan ini, integrasi sistem pelacakan GPS ke dalam operasi maritim telah terbukti berperan penting. Sistem ini memungkinkan pihak berwenang memantau pergerakan kapal, mengidentifikasi aktivitas mencurigakan, dan meningkatkan efisiensi dan efektivitas upaya penegakan hukum. Misalnya, hal ini dapat membantu mengidentifikasi aktivitas penangkapan ikan ilegal dengan cepat, seperti penangkapan ikan di area terlarang atau *transshipment* ilegal sehingga menghasilkan respons yang lebih tepat waktu dan perlindungan yang lebih baik terhadap sumber daya kelautan [25], [35].

Pemerintah Indonesia telah menyadari pentingnya mengatasi masalah keamanan maritim terkait ancaman siber di wilayah pelayarannya. Ada kebutuhan untuk memprioritaskan aspek keamanan maritim ini dan membentuk lembaga yang bertanggung jawab untuk mengatasi masalah siber di ruang maritim Indonesia. Adanya aturan atau kebijakan terkait keamanan siber di ruang laut sangat penting untuk meningkatkan keselamatan dan keamanan pelayaran di Indonesia [26].

Demikian pula, sistem penghindaran tabrakan, seperti Sistem Identifikasi Otomatis (AIS), telah diterapkan untuk meningkatkan kesadaran situasional dan mengurangi risiko tabrakan di laut [1]. Dengan mengirimkan informasi kapal, termasuk posisi, kecepatan, dan haluan, AIS meningkatkan visibilitas kapal, memungkinkan koordinasi dan pengambilan keputusan yang lebih baik di antara pemangku kepentingan maritim [1]. Penggunaan AIS telah berperan penting dalam melacak dan memantau pergerakan kapal penangkap ikan di perairan sekitar Indonesia. Dengan menganalisis data AIS, *Global Fishing Watch* (GFW) mendeteksi aktivitas penangkapan ikan hingga 6.800 jam oleh kapal penangkap ikan asing setiap bulannya di perairan Indonesia. Namun, setelah pemerintah Indonesia melarang kapal penangkap ikan asing memasuki teritorialnya, angka bulanan tersebut turun lebih dari 90%, yang menunjukkan efektivitas AIS dalam memantau aktivitas penangkapan ikan [36].

AIS juga memungkinkan manajemen lalu lintas yang efisien di jalur pelayaran yang sibuk, mengurangi kemacetan, dan meminimalkan kemungkinan kecelakaan atau tumpahan minyak. Integrasi AIS ke dalam operasi maritim telah meningkatkan efisiensi dan efektivitas upaya penegakan hukum secara signifikan, memungkinkan respons yang lebih tepat waktu dan perlindungan yang lebih besar terhadap sumber daya kelautan [36].

Selain itu, Indonesia telah mengambil langkah signifikan dalam meningkatkan transparansi dalam industri perikanan dengan menyediakan data Sistem Pemantauan Kapal (VMS) kepada publik melalui GFW. Langkah ini memungkinkan pemantauan terhadap hampir 5.000 kapal penangkapan ikan komersial kecil yang tidak menggunakan AIS sehingga berkontribusi terhadap upaya memerangi penangkapan ikan ilegal, tidak dilaporkan, dan tidak diatur (*Illegal, Unreported, Unregulated/IUU*) [37].

Selain itu, alat pemantauan *real-time*, seperti *Electronic Chart Display and Information Systems* (ECDIS), telah digunakan untuk meningkatkan keselamatan navigasi dan mengurangi risiko landasan dan

kesalahan navigasi [38]. ECDIS mengintegrasikan peta navigasi elektronik dengan data *real-time*, memberikan informasi yang akurat dan terkini kepada para navigator untuk membuat keputusan yang tepat selama pelayaran [38].

3.3. Strategi Inovasi Industri Maritim Indonesia untuk Meningkatkan Standar Keselamatan

Indonesia telah menerapkan berbagai strategi inovasi di industri maritim untuk meningkatkan standar keselamatan. Salah satu strategi utama adalah modernisasi armada kapal dengan teknologi canggih. Menurut laporan dari Kementerian Perindustrian (2021), pemerintah mendorong penggantian kapal-kapal tua dengan kapal yang lebih baru dan dilengkapi dengan teknologi keselamatan terbaru, seperti sistem pemantauan kondisi kapal (*vessel condition monitoring systems*) dan *fire detection systems*. Inisiatif ini bertujuan untuk mengurangi risiko kecelakaan akibat kerusakan kapal dan meningkatkan keselamatan awak kapal [39].

Selain itu, peningkatan standar pelatihan dan sertifikasi bagi pekerja maritim juga menjadi fokus utama. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Setyawan dan Prasetyo (2020), pemerintah bersama industri telah mengembangkan program pelatihan berbasis teknologi, termasuk simulasi navigasi dan pelatihan tanggap darurat, yang disesuaikan dengan standar internasional. Hal ini dilakukan untuk memastikan bahwa awak kapal memiliki keterampilan dan pengetahuan yang diperlukan untuk menghadapi situasi darurat dengan lebih baik [40].

Pengembangan pusat inovasi maritim yang menghubungkan akademisi, industri, dan pemerintah juga dilakukan untuk mendorong penelitian dan pengembangan teknologi keselamatan maritim. Sebagai contoh, Pusat Inovasi Maritim Indonesia (PIMI) telah berkolaborasi dengan berbagai universitas dan perusahaan teknologi untuk mengembangkan solusi keselamatan maritim yang inovatif. Penelitian yang dilakukan oleh Supriyadi dan Gunawan (2021) menunjukkan bahwa kolaborasi ini telah menghasilkan beberapa teknologi baru, seperti sistem pemantauan berbasis AI yang dapat mendeteksi anomali operasional di kapal dan memberikan peringatan dini kepada awak [41].

Selain itu, digitalisasi proses perizinan dan pengawasan maritim telah menjadi bagian dari strategi untuk meningkatkan efisiensi dan transparansi. Menurut laporan dari Badan Koordinasi Penanaman Modal (BKPM) (2022), pemerintah telah memperkenalkan *platform* digital untuk pengurusan izin pelayaran dan inspeksi kapal yang membantu memastikan bahwa semua kapal yang beroperasi di perairan Indonesia memenuhi standar keselamatan yang ditetapkan [42].

Konsep “inovasi terbuka” yang dikemukakan oleh Chesbrough (2003) sangat menekankan nilai kerja sama dan pertukaran pengetahuan dengan pemangku kepentingan luar untuk memacu inovasi. Dalam konteks industri maritim, strategi inovasi terbuka melibatkan kemitraan dengan lembaga pemerintah, institusi akademis, penyedia teknologi, dan pelaku industri lainnya untuk mengembangkan dan menerapkan inovasi keselamatan. Misalnya, perusahaan maritim di Indonesia telah berkolaborasi dengan lembaga penelitian dan perusahaan teknologi untuk mengembangkan teknologi keselamatan baru seperti sistem pemantauan kapal yang canggih dan sistem penghindaran tabrakan [43]. Kolaborasi ini tidak hanya meningkatkan standar keselamatan di industri maritim, namun juga mendorong efisiensi dan keberlanjutan secara keseluruhan. Dengan bertukar pengetahuan dan keahlian dengan pemangku kepentingan eksternal, perusahaan maritim dapat memanfaatkan kemajuan teknologi terkini dan memasukkannya ke dalam operasi mereka. Hal ini berdampak pada berkurangnya kecelakaan dan peningkatan sistem navigasi, yang pada akhirnya memberikan manfaat bagi industri dan lingkungan [44].

Selain itu, pandangan berbasis sumber daya (*Resource Based View* /RBV) perusahaan memberikan wawasan tentang bagaimana perusahaan memanfaatkan sumber daya dan kemampuan internal mereka untuk mendorong inovasi dalam standar keselamatan. Menurut Barney [45], perusahaan memiliki sumber daya dan kemampuan unik yang dapat menjadi sumber keunggulan kompetitif berkelanjutan. Di industri maritim Indonesia, perusahaan telah berinvestasi dalam pengembangan keahlian internal, infrastruktur, dan kemampuan teknologi untuk mendorong inovasi keselamatan. Misalnya, perusahaan pelayaran telah

membentuk departemen penelitian dan pengembangan (*research & development*) khusus untuk melakukan penelitian terkait keselamatan, mengembangkan teknologi baru, dan menerapkan praktik terbaik dalam manajemen keselamatan [46]. Departemen Penelitian dan Pengembangan (Litbang) ini berkolaborasi dengan pakar industri, lembaga pemerintah, dan lembaga akademis untuk terus mengikuti perkembangan peraturan keselamatan terkini dan kemajuan teknologi. Dengan berinvestasi pada keahlian dan infrastruktur internal mereka, perusahaan maritim Indonesia dapat terus meningkatkan standar keselamatan mereka sehingga dapat membedakan diri dari pesaing mereka dan memastikan keselamatan operasi mereka. Fokus pada inovasi keselamatan ini tidak hanya meningkatkan reputasi mereka, tetapi juga membantu mereka mematuhi standar keselamatan internasional sehingga menjadikannya lebih menarik bagi calon klien dan mitra di industri pelayaran global [47].

Selain itu, strategi inovasi dalam industri maritim Indonesia sering kali melibatkan kombinasi upaya penelitian dan pengembangan internal dan kolaborasi eksternal. Dengan memanfaatkan sumber daya internal dan eksternal, pemangku kepentingan dapat mengakses pengetahuan, keahlian, dan teknologi yang lebih luas untuk mengatasi tantangan keselamatan secara efektif [48]. Misalnya, otoritas pelabuhan di Indonesia telah bermitra dengan organisasi internasional dan penyedia teknologi untuk menerapkan sistem keselamatan mutakhir, seperti pemindaian kontainer otomatis dan alat penilaian risiko [43]. Kolaborasi ini tidak hanya meningkatkan langkah-langkah keselamatan tetapi juga meningkatkan efisiensi dan daya saing industri maritim Indonesia. Penerapan pemindaian kontainer secara otomatis telah secara signifikan mengurangi waktu yang diperlukan untuk inspeksi sehingga mempercepat waktu penyelesaian dan meningkatkan efisiensi di pelabuhan. Selain itu, penggunaan alat penilaian risiko memungkinkan identifikasi dan mitigasi potensi bahaya yang lebih akurat sehingga menciptakan lingkungan yang lebih aman bagi pekerja dan kargo. Secara keseluruhan, strategi inovatif ini telah memposisikan industri maritim Indonesia sebagai pemimpin dalam praktik keselamatan dan telah mendapatkan pengakuan dan kemitraan internasional [26], [47].

3.4. Hambatan Meluasnya Penerapan Teknologi dan Inovasi dalam Meningkatkan Keselamatan Transportasi Laut

Meskipun ada berbagai inisiatif untuk meningkatkan keselamatan transportasi laut di Indonesia melalui teknologi dan inovasi, beberapa hambatan signifikan masih menghalangi penerapan secara luas. Salah satu hambatan utama adalah keterbatasan infrastruktur teknologi yang memadai. Menurut laporan dari Badan Penelitian dan Pengembangan Perhubungan (2021), banyak pelabuhan di Indonesia yang masih belum dilengkapi dengan fasilitas teknologi yang memadai seperti sistem radar modern atau jaringan komunikasi yang stabil, yang penting untuk mendukung keselamatan maritim [49].

Selain itu, biaya implementasi teknologi yang tinggi menjadi tantangan besar, terutama bagi perusahaan pelayaran kecil dan menengah. Sebuah studi yang dilakukan oleh Purnomo dan Sari (2020) menunjukkan bahwa banyak perusahaan kecil menghadapi kesulitan dalam menerapkan teknologi baru karena keterbatasan anggaran dan akses terhadap pendanaan. Hal ini menyebabkan industri tersebut terus menggunakan kapal dan peralatan lama yang tidak memenuhi standar keselamatan terbaru [50].

Hambatan lainnya adalah kurangnya keterampilan dan pengetahuan teknologi di kalangan pekerja maritim. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Setiawan dan Haryanto (2020), sebagian besar awak kapal dan operator pelabuhan di Indonesia masih belum terlatih untuk mengoperasikan teknologi baru seperti sistem navigasi digital dan perangkat keselamatan otomatis. Kurangnya pelatihan yang memadai menyebabkan resistensi terhadap perubahan dan penggunaan teknologi yang lebih lambat [51].

Regulasi yang belum sepenuhnya mendukung inovasi juga menjadi kendala. Menurut laporan dari Kementerian Perhubungan (2022), meskipun ada beberapa inisiatif untuk memperbarui regulasi keselamatan maritim, proses legislasi yang lambat dan kurangnya dukungan kebijakan terhadap pengembangan teknologi maritim menghambat penerapan inovasi secara luas. Hal ini menciptakan ketidakpastian bagi perusahaan yang ingin berinvestasi dalam teknologi baru [52].

Tantangan-tantangan ini dapat dianalisis melalui kacamata kerangka Technology-Organization-Environment (TOE) dan Teori Kelembagaan. Kerangka kerja TOE [53] menawarkan kerangka menyeluruh untuk menganalisis hambatan dan kendala yang mencegah penerapan teknologi dan inovasi di sektor maritim. Kerangka kerja ini mempertimbangkan faktor teknologi, organisasi, dan lingkungan yang mempengaruhi penerapan teknologi. Dalam konteks keselamatan transportasi laut, hambatan teknologi seperti biaya implementasi yang tinggi, masalah interoperabilitas, dan kompleksitas teknologi dapat menghambat penerapan inovasi keselamatan. Hambatan organisasi, seperti penolakan terhadap perubahan, kurangnya personel terampil, dan budaya organisasi, juga dapat menghambat upaya penerapan teknologi. Selain itu, faktor lingkungan seperti persyaratan dalam suatu peraturan, kondisi pasar, dan risiko geopolitik dapat memengaruhi penerapan dan penyebaran teknologi keselamatan di industri maritim [54].

Industri maritim menghadapi berbagai tantangan dalam meningkatkan standar keselamatan dan menerapkan teknologi baru. Tantangan-tantangan ini meliputi:

- **Biaya Tinggi:** Tingginya biaya yang terkait dengan penerapan inovasi keselamatan dapat membuat organisasi enggan berinvestasi dalam kemajuan ini, terutama jika industri tersebut tidak melihat manfaat langsung atau laba atas investasi yang sudah dianggarkan.
- **Masalah Interoperabilitas dan Kompleksitas Teknologi:** Masalah ini dapat menjadi hambatan untuk berbagai sistem dan teknologi untuk dapat bekerja sama secara lancar sehingga semakin menghambat penerapan inovasi keselamatan.
- **Resistensi terhadap Perubahan dan Kurangnya Personel Terampil:** Resistensi terhadap perubahan dan kurangnya personel terampil dalam organisasi dapat menciptakan hambatan internal yang menghambat keberhasilan penerapan teknologi baru.
- **Pengaruh Persyaratan dalam Suatu Peraturan, Kondisi Pasar, dan Risiko Geopolitik:** Hal ini menambah kompleksitas pada penerapan dan penyebaran teknologi keselamatan dalam industri maritim.

Tantangan-tantangan ini menyoroti perlunya pemahaman komprehensif mengenai hambatan-hambatan dalam mengembangkan strategi. Hambatan-hambatan tersebut perlu diatasi dan penerapan inovasi keselamatan secara luas dalam transportasi laut perlu terus ditingkatkan [55], [56], [57].

Teori Institusional, seperti yang dikemukakan oleh DiMaggio & Powell [40], mengkaji bagaimana tekanan kelembagaan membentuk perilaku organisasi dan proses pengambilan keputusan. Dalam industri maritim, tekanan kelembagaan dari badan pengatur, asosiasi industri, dan pemangku kepentingan lainnya dapat memengaruhi penerapan teknologi dan inovasi dalam praktik keselamatan. Misalnya, persyaratan peraturan yang ketat dapat menimbulkan hambatan dalam penerapan teknologi keselamatan baru karena adanya biaya kepatuhan dan beban administratif. Selain itu, norma dan konvensi industri dapat mencegah perusahaan untuk menyimpang dari praktik yang sudah ada sehingga membatasi penerapan solusi keselamatan inovatif [58]. Faktor lain yang dapat menghalangi dunia usaha untuk menerapkan langkah-langkah keselamatan baru adalah kekhawatiran adanya tanggung jawab baru dan pengaruh negatif terhadap reputasi. Karena sektor kelautan sangat menghindari risiko, dunia usaha menjadi ragu untuk berinvestasi pada teknologi baru yang belum terbukti berhasil atau dapat menyebabkan kecelakaan. Selain itu, tidak adanya protokol dan standar yang ditetapkan untuk menilai efektivitas dan keandalan solusi keselamatan baru dapat menghambat penerapannya karena organisasi tidak yakin akan manfaat yang dapat ditawarkan. Secara umum, kendala kelembagaan yang rumit dalam sektor maritim sering kali menimbulkan hambatan dalam penerapan teknologi baru dan prosedur keselamatan inovatif [59], [60].

Selain itu, faktor budaya dan perilaku dalam organisasi juga dapat menjadi hambatan dalam penerapan teknologi di sektor maritim. Penolakan terhadap perubahan, ketakutan akan perpindahan pekerjaan, dan kurangnya kepercayaan terhadap teknologi baru dapat menghambat upaya penerapan inovasi keselamatan. Faktor lain adalah kesenjangan pengetahuan dan kurangnya keterampilan di

kalangan profesional kelautan yang dapat membatasi kemampuan mereka untuk memanfaatkan dan memanfaatkan teknologi keselamatan baru secara efektif [54]. Faktor-faktor ini mengakibatkan lambatnya kemajuan teknologi di sektor maritim sehingga rentan terhadap risiko keselamatan dan inefisiensi. Penolakan terhadap perubahan sering kali berasal dari pola pikir tradisional yang sudah mendarah daging dan preferensi untuk memprioritaskan praktik yang sudah ada dibandingkan teknologi baru dan belum teruji. Selain itu, ketakutan akan perpindahan pekerjaan di kalangan profesional maritim menambah keengganan mereka untuk menerima kemajuan teknologi karena mereka menganggap inovasi ini sebagai ancaman terhadap keamanan kerja mereka. Untuk mengatasi hambatan-hambatan ini, penting untuk berinvestasi dalam program pelatihan komprehensif dan inisiatif yang memberikan pengetahuan yang dapat menjembatani kesenjangan keterampilan dan membangun kepercayaan di antara para profesional maritim. Dengan mengatasi tantangan-tantangan ini, sektor maritim dapat memaksimalkan potensi teknologi baru dan meningkatkan standar keselamatan di seluruh industri [56].

3.5. Implikasi Sosial Ekonomi, Lingkungan Hidup, dan Peraturan Pengintegrasian Teknologi dan Inovasi ke dalam Tindakan Keselamatan Transportasi Maritim di Indonesia

Integrasi teknologi dan inovasi dalam keselamatan transportasi maritim di Indonesia membawa berbagai implikasi sosial, ekonomi, dan lingkungan. Penerapan teknologi canggih seperti sistem pemantauan berbasis satelit dan e-Navigation dapat meningkatkan efisiensi operasional dan mengurangi biaya kecelakaan sehingga dapat berdampak positif pada ekonomi dengan mengurangi klaim asuransi dan biaya perbaikan kapal [61]. Namun, penerapan teknologi juga dapat memperburuk ketimpangan sosial jika pekerja tidak memiliki keterampilan yang memadai sehingga hal ini menuntut adanya investasi dalam pelatihan dan pengembangan keterampilan [51].

Di sisi lingkungan, teknologi ramah lingkungan seperti sistem pemantauan emisi dan teknologi *green shipping* berpotensi mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan dan meningkatkan kualitas perairan dengan mengurangi polusi laut [62]. Namun, tantangan seperti limbah elektronik yang dihasilkan dari perangkat canggih perlu dikelola dengan hati-hati untuk menghindari dampak lingkungan yang negatif [63].

Pengintegrasian teknologi dalam keselamatan maritim memerlukan penyesuaian dengan peraturan yang ada. Pembaruan regulasi yang mencakup standar baru dan prosedur keselamatan penting diterapkan untuk mendukung penerapan teknologi. Namun, proses legislasi sering kali lambat dan memerlukan koordinasi antar lembaga [64]. Peraturan yang ketinggalan zaman dapat menghambat inovasi dan penerapan teknologi baru sehingga pembaharuan regulasi yang cepat dan adaptif sangat penting [65]. Integrasi teknologi dan inovasi ke dalam langkah-langkah keselamatan transportasi laut di Indonesia mempunyai implikasi luas pada dimensi sosial-ekonomi, lingkungan hidup, dan peraturan. Implikasi tersebut dapat dianalisis melalui pendekatan *Triple Bottom Line* (TBL) dan teori regulasi.

Elkington (1994) mengusulkan pendekatan TBL yang memperhitungkan dampak ekonomi, lingkungan, dan sosial dari operasi bisnis. Dalam konteks keselamatan transportasi laut, integrasi teknologi dan inovasi dapat menghasilkan manfaat sosio-ekonomi yang signifikan. Peningkatan langkah-langkah keselamatan dapat mengurangi risiko kecelakaan dan insiden sehingga menurunkan premi asuransi, mengurangi biaya operasional, dan meningkatkan kelangsungan bisnis bagi operator maritim. Misalnya, perusahaan pelayaran yang berinvestasi pada sistem navigasi canggih dan teknologi pemantauan *real-time* dapat secara efektif mencegah tabrakan dan kandas, meminimalkan kerusakan lingkungan serta biaya pembersihan dan kompensasi terkait. Selain itu, dengan memprioritaskan keselamatan dan kesejahteraan awak kapal melalui program pelatihan dan desain kapal yang ergonomis, perusahaan dapat meningkatkan kepuasan karyawan, mengurangi tingkat *turnover*, dan memberdayakan personel yang berketerampilan tinggi [66].

Selain itu, solusi teknologi seperti sistem pelacakan GPS dan alat pemantauan *real-time* dapat meningkatkan efisiensi operasional, mengoptimalkan perencanaan rute, dan mengurangi konsumsi bahan

bakar sehingga berkontribusi terhadap penghematan biaya dan peningkatan profitabilitas [67]. Industri maritim semakin menyadari pentingnya keberlanjutan, tidak hanya dari sudut pandang etika namun juga sebagai kebutuhan strategis untuk keberhasilan jangka panjang. Menerapkan praktik keberlanjutan seperti mengurangi emisi gas rumah kaca, melestarikan keanekaragaman hayati laut, meminimalkan limbah, dan meningkatkan efisiensi energi, dapat menghasilkan beberapa manfaat, termasuk mitigasi dampak lingkungan, meningkatkan efisiensi operasional, mengurangi biaya, meningkatkan reputasi, dan menarik pelanggan dan pelanggan yang sadar lingkungan. investor [68], [69], [70].

Dengan menerapkan praktik berkelanjutan dan berinvestasi pada sumber energi terbarukan, perusahaan maritim dapat mengurangi dampak lingkungan dan berkontribusi terhadap masa depan yang lebih berkelanjutan. Praktik-praktik ini juga dapat membantu perusahaan mematuhi peraturan lingkungan hidup, mengurangi jejak karbon, dan menghasilkan citra publik yang positif serta meningkatkan hubungan dengan pemangku kepentingan [68], [70]. Transisi menuju praktik yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan dalam industri maritim dapat menjadi tantangan karena tingginya biaya penerapan perubahan dan terbatasnya akses terhadap alternatif yang berkelanjutan. Namun, terlepas dari tantangan-tantangan ini, industri ini telah menunjukkan tanda-tanda kemajuan menuju keberlanjutan, di mana beberapa perusahaan berinvestasi pada bahan bakar yang lebih ramah lingkungan dan teknologi yang lebih efisien [68].

Selain itu, integrasi teknologi dan inovasi ke dalam langkah-langkah keselamatan transportasi laut dapat memberikan dampak positif terhadap lingkungan. Dengan mengurangi risiko kecelakaan dan tumpahan minyak, teknologi keselamatan yang canggih dapat membantu mengurangi pencemaran lingkungan dan melindungi ekosistem laut yang sudah mengalami kerusakan. Selain itu, inovasi dalam sistem penggerak ramah lingkungan dan bahan bakar alternatif dapat berkontribusi dalam mengurangi emisi gas rumah kaca dan memerangi perubahan iklim, sejalan dengan komitmen Indonesia terhadap kelestarian lingkungan dan konservasi laut [67]. Misalnya saja penerapan sistem pemantauan *real-time* menggunakan teknologi satelit pada transportasi laut dapat membantu mendeteksi dan mencegah tabrakan antar kapal sehingga mengurangi kemungkinan tumpahan minyak dan kerusakan biota laut. Selain itu, penggunaan sistem propulsi listrik atau hibrida pada kapal dapat secara signifikan mengurangi emisi karbon dan meminimalkan polusi udara di wilayah pesisir sehingga mendorong lingkungan laut yang lebih bersih dan sehat.

Selain itu, teori peraturan memberikan wawasan tentang peran peraturan dan kebijakan pemerintah dalam membentuk standar keselamatan dan inovasi teknologi di sektor maritim. Kerangka peraturan memainkan peran penting dalam mendorong penerapan teknologi keselamatan dan memastikan kepatuhan terhadap standar keselamatan internasional. Instansi pemerintah seperti Kementerian Perhubungan dan Badan Keamanan Laut (Bakamla) di Indonesia bertanggung jawab untuk menegakkan peraturan keselamatan maritim, melakukan inspeksi, dan mendorong penerapan teknologi keselamatan canggih [71]. Badan-badan ini bekerja sama dengan pemangku kepentingan industri, seperti perusahaan pelayaran dan pembuat kapal, untuk mengembangkan dan menerapkan standar dan peraturan keselamatan. Dengan melakukan hal ini, mereka menciptakan persaingan yang setara bagi semua peserta di sektor maritim dan menumbuhkan budaya keselamatan dan inovasi. Selain itu, peraturan dan kebijakan pemerintah memberikan kerangka kerja bagi inovasi teknologi dengan memberi insentif pada pengembangan dan penerapan teknologi keselamatan baru seperti kapal otonom dan sistem pemantauan *real-time*, yang dapat meningkatkan keselamatan dan efisiensi operasi maritim secara keseluruhan.

Namun, kerangka peraturan harus mencapai keseimbangan, di mana di satu sisi harus mendorong keselamatan dan inovasi, sementara di sisi lain menghindari beban peraturan berlebihan yang dapat menghambat perkembangan teknologi dan daya saing industri. Pengawasan peraturan yang efektif sangat penting untuk mengatasi risiko keselamatan yang muncul, mendorong kolaborasi seluruh industri, dan menumbuhkan budaya perbaikan terus-menerus dalam standar keselamatan maritim [71]. Kerangka peraturan harus dirancang untuk mengimbangi kemajuan pesat dalam teknologi maritim dan beradaptasi

dengan perubahan lanskap. Hal ini memerlukan evaluasi dan pembaruan rutin untuk memastikan bahwa standar [72] keselamatan mencerminkan perkembangan terkini. Selain itu, kolaborasi antara badan pengatur, pemangku kepentingan industri, dan penyedia teknologi sangat penting untuk menetapkan pedoman umum dan praktik terbaik yang mendorong inovasi dan menjaga tingkat keselamatan yang tinggi. Dengan mencapai keseimbangan yang tepat, pengawasan peraturan dapat memberikan landasan yang kuat bagi industri maritim untuk berkembang sekaligus memastikan kesejahteraan awak kapal, penumpang, dan lingkungan [39].

4. Kesimpulan

Sektor transportasi laut Indonesia menghadapi tantangan utama yang memengaruhi keselamatan maritim, termasuk keterbatasan infrastruktur pelabuhan, regulasi keselamatan yang tidak konsisten, dan kurangnya pelatihan serta kesadaran di kalangan awak kapal. Kondisi cuaca ekstrem, faktor manusia seperti kelelahan, dan budaya keselamatan yang lemah semakin memperburuk situasi. Sementara itu, bahaya lingkungan dan ancaman keamanan seperti pembajakan menambah kompleksitas. Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan pembaruan regulasi yang cepat, peningkatan infrastruktur, pelatihan komprehensif, dan strategi keamanan yang efektif.

Indonesia meningkatkan keselamatan transportasi laut dengan teknologi seperti *Automatic Identification System* (AIS) untuk pelacakan kapal, sistem peringatan dini cuaca dari BMKG, e-Navigation untuk panduan navigasi, dan *drone* untuk inspeksi. Teknologi ini membantu mencegah tabrakan, menghindari cuaca ekstrem, dan memantau kerusakan kapal. Penggunaannya efektif dalam mengurangi risiko kecelakaan dan meningkatkan respons darurat, serta didukung oleh model penerimaan teknologi dan teori difusi inovasi yang memperjelas penerapan dan penyebarannya di sektor maritim.

Indonesia meningkatkan standar keselamatan industri maritim melalui modernisasi kapal dengan teknologi canggih, pelatihan berbasis teknologi, dan pengembangan pusat inovasi seperti PIMI. Strategi ini termasuk sistem pemantauan berbasis AI dan digitalisasi perizinan untuk efisiensi dan transparansi. Dengan “inovasi terbuka” dan pandangan berbasis sumber daya, strategi-strategi ini memperkuat kolaborasi dan memanfaatkan teknologi terbaru untuk meningkatkan keselamatan dan efisiensi.

Upaya meningkatkan keselamatan transportasi laut di Indonesia menghadapi hambatan seperti infrastruktur teknologi yang terbatas, biaya tinggi, kurangnya keterampilan pekerja, dan regulasi yang belum mendukung inovasi. Faktor-faktor ini mencakup masalah biaya, interoperabilitas, resistensi terhadap perubahan, serta pengaruh regulasi dan norma industri. Solusi yang diambil untuk mengatasi hambatan ini memerlukan strategi komprehensif, termasuk investasi dalam pelatihan, perbaikan infrastruktur, dan penyesuaian regulasi untuk mendorong penerapan teknologi keselamatan yang lebih luas.

Integrasi teknologi dan inovasi dalam keselamatan transportasi maritim di Indonesia memiliki implikasi sosial, ekonomi, dan lingkungan yang signifikan. Teknologi seperti sistem pemantauan satelit dan e-Navigation dapat meningkatkan efisiensi operasional dan mengurangi biaya kecelakaan. Namun, teknologi tersebut juga memerlukan investasi dalam pelatihan untuk menghindari ketimpangan sosial. Dari segi lingkungan, teknologi ramah lingkungan dapat mengurangi polusi dan melindungi ekosistem laut, meskipun pengelolaan limbah elektronik menjadi tantangan. Penyesuaian peraturan untuk mendukung penerapan teknologi diperlukan, namun proses legislasi sering lambat. Pendekatan Triple Bottom Line (TBL) dan teori regulasi membantu menganalisis dampak ini dan menekankan perlunya strategi yang seimbang dalam memajukan teknologi sambil menjaga standar keselamatan dan keberlanjutan industri maritim.

Ucapan Terima Kasih

Dengan penuh rasa terima kasih, penulis mengucapkan apresiasi yang setinggi-tingginya kepada Universitas Pertahanan Republik Indonesia atas dukungan, fasilitas, dan kesempatan yang diberikan dalam penyusunan penelitian ini. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi positif bagi ilmu pengetahuan dan kemajuan negara.

Daftar Pustaka

- [1] International Maritime Organization (IMO), "Maritime Safety." Accessed: Feb. 14, 2024. [Online]. Available: <https://www.imo.org/en/About/Pages/Default.aspx>
- [2] R. of Indonesia. Ministry of Transportation, "Indonesian Maritime Transport Statistics." Accessed: Feb. 14, 2024. [Online]. Available: <https://www.dephub.go.id/publikasi/buku-statistik-angkutan-laut>
- [3] World Bank, "Indonesia Sustainable Development: Maritime Transport Sector Review." Accessed: Feb. 14, 2024. [Online]. Available: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/923111523447660827/pdf/123636-WP-Indonesia-Sustainable-Development-Maritime-Transport-Sector-Review-2018-Volume-1-Overview.pdf>
- [4] M. Voytenko, "Landing craft type cargo ship capsized, sank, 5 missing, Java sea," FleetMon. Accessed: Feb. 14, 2024. [Online]. Available: <https://www.fleetmon.com/maritime-news/2023/42181/landing-craft-type-cargo-ship-capsized-sank-5-miss/>
- [5] The Jakarta Post, "Rescuers battle to free trapped ferry carrying more than 800." Accessed: Feb. 14, 2024. [Online]. Available: <https://www.thejakartapost.com/indonesia/2022/05/19/rescuers-battle-to-free-trapped-ferry-carrying-more-than-800.html>
- [6] Tempo, "Govt Sinks Foreign Illegal Fishing Boats Caught in Indonesian Waters ." Accessed: Feb. 14, 2024. [Online]. Available: <https://en.tempo.co/read/1438712/govt-sinks-foreign-illegal-fishing-boats-caught-in-indonesian-waters>
- [7] Borneo Post, "Express boat catches fire near Sarikei express boat terminal ." Accessed: Feb. 14, 2024. [Online]. Available: <https://www.theborneopost.com/2020/03/12/express-boat-catches-fire-near-sarikei-express-boat-terminal/>
- [8] BBC News, "Tourist boat capsizes in Komodo National Park."
- [9] J. W. Creswell, *Research design: qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Sage publications, 2014.
- [10] M. Subhan and A. Mulyana, *Port Infrastructure and Maritime Safety in Indonesia: Challenges and Solutions*. Jakarta: Indonesian Institute of Transport Studies, 2020.
- [11] D. Setyawan, Y. Harahap, and I. Sutanto, "Regulatory Challenges in Indonesian Maritime Safety," *Marine Policy Journal*, vol. 45, no. 3, pp. 213–229, 2021.
- [12] Badan Keamanan Laut Indonesia, *Laporan Tahunan Keselamatan Maritim Indonesia*. Jakarta: Badan Keamanan Laut , 2022.
- [13] P. Widjaja and D. Utomo, "Climate Change and Its Impact on Maritime Safety in Indonesia," *International Journal of Maritime Affairs and Fisheries*, vol. 11, no. 2, pp. 122–136, 2019.
- [14] P. Reason and H. Bradbury, *Handbook of action research: Participative inquiry and practice*. sage, 2001.
- [15] J. Reason, "Human error: models and management," *Bmj*, vol. 320, no. 7237, pp. 768–770, 2000.
- [16] The Jakarta Post, "Indonesian rescuers search for survivors after at least 15 die in boat capsizes." Accessed: Feb. 14, 2024. [Online]. Available: <https://www.thejakartapost.com/news/2018/06/13/indonesian-rescuers-search-for-survivors-after-at-least-15-die-in-boat-capsizes.html>
- [17] D. A. Hofmann and B. Mark, "An investigation of the relationship between safety climate and medication errors as well as other nurse and patient outcomes," *Pers Psychol*, vol. 59, no. 4, pp. 847–869, 2006.
- [18] A. Galieriková, "The human factor and maritime safety," *Transportation Research Procedia*, vol. 40, pp. 1319–1326, Jan. 2019, doi: 10.1016/J.TRPRO.2019.07.183.
- [19] Y. Kapageridis, "The human factor in maritime incidents: why do they happen and how can we prevent them? ," LinkedIn. Accessed: Feb. 14, 2024. [Online]. Available: <https://www.linkedin.com/pulse/human-factor-maritime-incidents-why-do-happen-how-can-kapageridis>
- [20] N. Klein, *Maritime Security and the Law of the Sea*. Oxford University Press, 2011.
- [21] C. R. Kaur, "How has the navigation hazard threat evolved over the last 20 years? ."
- [22] Abhold et al., "Shipping's Energy Transition: Strategic Opportunities in Indonesia. Report for P4G-Getting to Zero Coalition Partnership project,," 2022. Accessed: Feb. 14, 2024. [Online]. Available: https://www.globalmaritimeforum.org/content/2022/08/Shipping-Energy-Transition_Strategic-Opportunities-in-Indonesia.pdf
- [23] C. Dominguez-Péry, L. N. R. Vuddaraju, I. Corbett-Etchevers, and R. Tassabehji, "Reducing maritime accidents in ships by tackling human error: a bibliometric review and research agenda," *Journal of Shipping and Trade*, vol. 6, pp. 1–32, 2021.
- [24] A. Sarjito and A. W. Azhar, "Examining The Implications Of Maritime Policy On National Defense Strategies," *Policy and Maritime Review*, pp. 1–13, 2023.
- [25] J. Bradford and S. Edwards, "The Evolving Nature of Southeast Asia's Maritime Security Threats." Accessed: Feb. 14, 2024. [Online]. Available: <https://amti.csis.org/the-evolving-nature-of-southeast-asias-maritime-security-threats/>
- [26] R. Desiana and S. C. Prima, "Cyber security policy in Indonesian shipping safety," *Journal of Maritime Studies and National Integration*, vol. 5, no. 2, pp. 109–117, Jul. 2022, doi: 10.14710/jmsni.v5i2.13673.
- [27] G. Kembara, "Maritime security" in Indonesia's national language." Accessed: Feb. 14, 2024. [Online]. Available: <https://amti.csis.org/indonesias-conceptualizations-of-maritime-security/>
- [28] E. Sunarso, "Security Assessment of Indonesia 2022," LinkedIn. Accessed: Feb. 14, 2024. [Online]. Available: <https://www.linkedin.com/pulse/security-assessment-indonesia-endro-sunarso->
- [29] Kementerian Perhubungan, "Laporan Tahunan Keselamatan Maritim di Indonesia," Jakarta, 2021.
- [30] A. Susilo and A. Wahyudi, "Enhancing Maritime Safety through e-Navigation in Indonesia," *Journal of Maritime Technology and Engineering*, vol. 50, no. 4, pp. 95–109, 2020.
- [31] H. Rizal, R. Setiawan, and S. Andika, "Drone Technology for Maritime Safety: A Case Study in Indonesian Waters," *Marine Technology Journal*, vol. 50, no. 4, pp. 223–234, 2022.
- [32] Davis, *Technology Acceptance Model*. 1989. [Online]. Available: <http://open.ncl.ac.uk>
- [33] E. M. Rogers, A. Singhal, and M. M. Quinlan, "Diffusion of innovations," in *An integrated approach to communication theory and*

- research, Routledge, 2014, pp. 432–448.
- [34] FAO, “Advancing the digital transformation of agriculture and rural areas through national strategies, e-Government systems, and Digital Villages-update for Europe and Central Asia,” 2023. [Online]. Available: <https://www.fao.org/3/cc2273en/cc2273en.pdf>.
- [35] L. J. Morris and G. Persi Paoli, *A Preliminary Assessment of Indonesia's Maritime Security Threats and Capabilities*. Santa Monica, CA: RAND Corporation, 2018. doi: 10.7249/RR2469.
- [36] GFW, “Sharp decline in foreign fishing boats in Indonesian waters – Global Fishing Watch analysis.” Accessed: Feb. 14, 2024. [Online]. Available: <https://globalfishingwatch.org/press-release/sharp-decline-foreign-fishing-boats-indonesian-analysis/>
- [37] J. Armstrong, “Indonesia's Fishing Vessel Tracking Data Now Available to the Public.” Accessed: Feb. 14, 2024. [Online]. Available: <https://skytruth.org/2017/06/indonesias-vms-data-available-to-the-public/>
- [38] International Maritime Organization (IMO), “ECDIS - Guidance for Good Practice.” Accessed: Feb. 14, 2024. [Online]. Available: <https://www.imo.org/en/OurWork/Safety/Navigation/Pages/ECDIS.aspx>
- [39] Kementerian Perindustrian, “Laporan Tahunan Inovasi Industri Maritim Indonesia,” Jakarta, 2021.
- [40] B. Setyawan and H. Prasetyo, “Maritime Safety Training and Certification in Indonesia: Current Status and Future Directions,” *Journal of Maritime Education*, vol. 12, no. 4, pp. 178–191, 2020.
- [41] H. Supriyadi and I. Gunawan, “Maritime Innovation Hubs: Bridging Academia, Industry, and Government for Safer Seas,” *Indonesian Journal of Maritime Studies*, vol. 23, no. 2, pp. 145–160, 2021.
- [42] BPKM, “Digitalization in Maritime Licensing and Inspection: Enhancing Safety and Compliance,” Jakarta, 2022.
- [43] H. W. Chesbrough, *Open innovation: The new imperative for creating and profiting from technology*. Harvard Business Press, 2003.
- [44] UNCTAD, “Collaborative innovation within the maritime sector: the path to grow back better.” Accessed: Feb. 14, 2024. [Online]. Available: <https://unctad.org/news/collaborative-innovation-within-maritime-sector-path-grow-back-better>
- [45] W. Hesterly and J. Barney, *Strategic management and competitive advantage*. Pearson/Education, 2014.
- [46] J. B. Barney and W. S. Hesterly, *Strategic management and competitive advantage: Concepts and cases*. Pearson, 2019.
- [47] S. F. Muhibat, *Maritime safety in Indonesia: Mapping the challenges and opportunities*. Centre for Strategic and International Studies (CSIS), 2020.
- [48] A. Sarjito, “Human Resource Management in the AI Era: Challenges and Opportunities,” in *Prosiding Seminar Nasional Ilmu Manajemen, Ekonomi, Keuangan dan Bisnis*, 2023, pp. 211–240.
- [49] Badan Penelitian dan Pengembangan Perhubungan, “Evaluasi Infrastruktur Pelabuhan dan Dampaknya Terhadap Keselamatan Maritim,” Jakarta, 2021.
- [50] B. Purnomo and I. Sari, “Cost Barriers to Technology Adoption in Indonesia's Maritime Sector,” *Journal of Maritime Economics*, vol. 16, no. 3, pp. 122–137, 2020.
- [51] A. Setiawan and D. Haryanto, “Technological Skills Gaps in Indonesia's Maritime Workforce: Challenges and Opportunities,” *Indonesian Journal of Maritime Technology*, vol. 25, no. 2, pp. 98–112, 2020.
- [52] Kementerian Perhubungan, “Regulasi dan Inovasi: Tantangan dan Peluang dalam Keselamatan Maritim di Indonesia,” Jakarta, 2022.
- [53] A. Al Hadwer, M. Tavana, D. Gillis, and D. Rezanian, “A systematic review of organizational factors impacting cloud-based technology adoption using Technology-organization-environment framework,” *Internet of Things*, vol. 15, p. 100407, 2021.
- [54] L. G. Tornatzky and M. Fleischer, *The processes of technological innovation*. Lexington Books, 1990.
- [55] Marine Safety Consultants, “Innovations and Challenges in the Maritime Industry: Highlights from the WorkBoat Show.” Accessed: Feb. 14, 2024. [Online]. Available: <https://marinesafetyconsultants.com/innovations-and-challenges-in-the-maritime-industry-highlights-from-the-workboat-show/>
- [56] L. J. Rios, “Maritime Technological Transformation: Challenges, Innovation and Learning New Ropes,” LinkedIn. Accessed: Feb. 14, 2024. [Online]. Available: <https://www.linkedin.com/pulse/maritime-technological-transformation-challenges-innovation-rios-jkqae>
- [57] Sinay, “What are the major challenges faced by the shipping industry?” Accessed: Feb. 14, 2024. [Online]. Available: <https://sinay.ai/en/what-are-the-major-challenges-faced-by-the-shipping-industry/>
- [58] P. J. DiMaggio and W. W. Powell, “The iron cage revisited: institutional isomorphism and collective rationality in organizational fields,” *The new economic sociology*, pp. 111–134, 2004.
- [59] DNV, “‘No room for complacency’ despite advancement in shipping safety.” Accessed: Feb. 14, 2024. [Online]. Available: <https://www.dnv.com/expert-story/maritime-impact/Navigating-new-safety-challenges-after-a-decade-of-progress.html>
- [60] G. Reniers *et al.*, “Barriers Involved in the Safety Management Systems: A Systematic Review of Literature,” *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 2022, doi: 10.3390/ijerph19159512.
- [61] Badan Penelitian dan Pengembangan Perhubungan, “Evaluasi Dampak Teknologi Terhadap Ekonomi dan Keselamatan Maritim,” Jakarta, 2021.
- [62] R. Sutanto and Y. Prasetyo, “Green Shipping Technologies and Their Impact on Marine Environment,” *J Environ Manage*, vol. 29, no. 4, pp. 356–368, 2021.
- [63] Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, “Pengelolaan Limbah Elektronik dalam Era Teknologi Maritim,” Jakarta, 2022.
- [64] Kementerian Perhubungan, “Peraturan Keselamatan Maritim dan Teknologi: Tinjauan dan Pembaharuan,” Jakarta, 2022.
- [65] B. Prabowo and S. Widodo, “Regulatory Challenges in Adopting Maritime Safety Technologies,” *Maritime Policy Review*, vol. 37, no. 2, pp. 145–160, 2021.
- [66] A. Sarjito, “Evaluation of Indonesian Government Policies in Addressing Climate Change and Natural Disasters,” *JISHUM: Jurnal Ilmu Sosial dan Humaniora*, vol. 2, no. 1, pp. 103–124, 2023.
- [67] J. Elkington and I. H. Rowlands, “Cannibals with forks: The triple bottom line of 21st century business,” *Alternatives Journal*, vol. 25, no. 4, p. 42, 1999.
- [68] Maritime News, “Role of Maritime Companies in Sustainable Future.” Accessed: Feb. 14, 2024. [Online]. Available: <https://maritimefairtrade.org/the-role-of-maritime-companies-in-a-sustainable-future/>
- [69] A. Rayess, “The Future of Sustainability in the Maritime Industry,” LinkedIn. Accessed: Feb. 14, 2024. [Online]. Available: <https://www.linkedin.com/pulse/future-sustainability-maritime-industry-assaad-rayess>
- [70] Sinay, “Which maritime companies in the world are most in line with the SDGs?” Accessed: Feb. 14, 2024. [Online]. Available: <https://sinay.ai/en/which-maritime-companies-in-the-world-are-most-in-line-with-the-sdgs/>
- [71] R. Baldwin and M. Cave, *Understanding regulation: theory, strategy, and practice*. Oxford University Press, 1999.
- [72] Sinay, “What are the Main Regulations Regarding the Shipping Industry?” Accessed: Feb. 14, 2024. [Online]. Available: <https://sinay.ai/en/what-are-the-main-regulations-regarding-the-shipping-industry/>

