



Inovasi dan Tantangan Penggunaan *Artificial Intelligence* dalam Hukum Maritim di Era Transformasi Digital

Nurul Wahdatulnisa¹, Imam Fadhil Nugraha²

Departemen Ilmu Hubungan Internasional, Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik, Universitas Hasanuddin, Makassar, Indonesia

Email : nurulwahdatulnisa08@gmail.com¹, Imamfadhil86@gmail.com²

ABSTRACT : *Artificial intelligence (AI) is now an integral part of the digital transformation of various industries including the maritime sector. In the context of maritime law, AI has the potential to optimize various aspects ranging from maritime traffic management, Accident risk mitigation to monitoring international environmental maintenance. However, the application of AI also presents a variety of very complex challenges. This research highlights the legal, regulatory and ethical challenges that arise along with the application of AI in the maritime sector. Among them are the lack of clarity regarding legal responsibility for incidents involving autonomous ships, the lack of international standards governing the use of AI in operations maritime, as well as threats to data privacy and security from the use of increasingly sophisticated technology. Apart from these challenges, This research also discusses innovations that are already developing, such as the development of new legal frameworks for maritime AI, blockchain integration technology in the supply cycle chain as well as cross-border collaboration to developing regulatory standards that are cohesive and responsive to technological developments, this research concludes that to ensure the safe and responsible implementation of AI in the maritime sector, a multidisciplinary approach involving law, technology and international cooperation is needed, AI can be the main catalyst in creating a safer, more efficient and sustainable maritime ecosystem in the future.*

Keywords: *Artificial intelligence, maritime law, data security, international collaboration, liberalism*

ABSTRAK : *Artificial intelligence (AI) kini menjadi bagian integral dalam transformasi digital berbagai industri termasuk sektor maritim, Dalam konteks hukum maritim AI berpotensi untuk mengoptimalkan berbagai aspek mulai dari pengelolaan lalu lintas laut, mitigasi risiko kecelakaan hingga pengawasan kepatuhan terhadap peraturan lingkungan internasional. namun, penerapan AI juga menghadirkan berbagai tantangan yang sangat kompleks. penelitian ini menyoroti tantangan hukum regulasi dan etika yang muncul seiring dengan adopsi AI disektor maritim. diantaranya adalah ketidakjelasan mengenai tanggung jawab hukum atas insiden yang melibatkan kapal otonom, kurangnya standar internasional yang mengatur penggunaan AI dalam operasi maritim, serta ancaman terhadap privasi dan keamanan data dari penggunaan teknologi yang semakin canggih. disamping tantangan tersebut, penelitian ini juga membahas inovasi yang sudah berkembang, seperti pengembangan kerangka hukum baru untuk AI maritim, integrasi teknologi blockchain dalam pelacakan rantai pasok, serta kolaborasi lintas negara untuk menyusun standar regulasi yang kohesif dan responsif terhadap perkembangan teknologi, penelitian ini menyimpulkan bahwa untuk memastikan implementasi AI yang aman dan bertanggung jawab disektor maritim diperlukannya pendekatan multidisipliner yang melibatkan hukum, teknologi dan kerjasama internasional dengan demikian, AI dapat menjadi katalis utama dalam menciptakan ekosistem maritim yang lebih aman, efisien, dan berkelanjutan dimasa depan.*

Kata kunci: *Artificial intelligence, regulasi internasional, keamanan data, kolaborasi internasional, Liberalisme*

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi digital telah mengubah berbagai sektor industri, termasuk industri maritim. Salah satu yang paling menonjol adalah penggunaan kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence/AI*) dalam sistem maritim AI menawarkan banyak solusi yang dapat mengatasi berbagai permasalahan yang kompleks seperti peningkatan efisiensi navigasi, Pengelolaan resiko keselamatan, memprediksi cuaca, dan penyediaan regulasi internasional. Dalam Konteks Hukum Maritim AI juga memiliki potensi untuk mendukung proses pengawasan dan penegakkan hukum secara lebih efektif. Namun penerapan AI dalam hukum

maritim menghadirkan beberapa permasalahan yang perlu segera kita atasi, salah satunya adalah ketidakjelasan tanggung jawab hukum dalam situasi dimana keputusan operasional dibuat oleh sistem otomatis berbasis AI. Hal ini menimbulkan pertanyaan mengenai siapa yang harus bertanggung jawab jika terjadi kecelakaan atau pelanggaran hukum: Apakah pemilik, pengembang perangkat lunak AI, atau sistem operator: selain itu hukum maritim internasional yang berlaku saat ini belum secara khusus mengatur penggunaan AI, sehingga menciptakan kekosongan hukum yang dapat menyebabkan kontak dengan pemangku kepentingan di sektor ini. urgensi dari permasalahan ini sangat terasa karena penerapan AI disektor maritim diperkirakan akan terus meningkat seiring dengan kemajuan teknologi dan tuntutan global terhadap efisiensi operasional serta keselamatan lingkungan. Dengan berkembangnya kapal-kapal otonom dan suatu sistem navigasi yang cerdas, regulasi yang jelas dan komprehensif diperlukan untuk memastikan bahwa inovasi ini dapat kita terapkan dengan sangat aman dan adil, tanpa mengabaikan tanggung jawab hukum yang harus dipenuhi oleh para pelaku industri.

Penelitian mengenai penggunaan AI dalam hukum maritim menjadi sangat relevan, AI tidak hanya akan mengubah cara operasional disektor maritim, tetapi juga berpotensi mengubah paradigma dalam proses penegakkan hukum. upaya untuk menyusun kerangka hukum yang adaptif dan kita mampu mengakomodasi perkembangan teknologi ini dapat berinteraksi secara optimal dalam konteks hukum maritim banyak penelitian telah dilakukan tentang penggunaan AI dalam bidang maritim, seperti dalam navigasi manajemen logistik dan keselamatan. Namun belum banyak penelitian yang secara spesifik membahas aspek hukum terkait tanggung jawab dan regulasi.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif untuk meneliti Inovasi serta tantangan yang dihadapi dalam penerapan kecerdasan buatan dibidang hukum maritim di era transformasi digital. Jadi focus dari penelitian yang penulis lakukan ini adalah menggali dan menganalisis penggunaan AI dari perspektif hukum dan implikasinya dalam sektor maritim, khususnya pada aspek hukum dan peraturan yang berlaku penulis memilih pendekatan kualitatif sebagai metode penulisan jurnal ini karena memungkinkan penulis untuk mencari dan menggali informasi lebih dalam dalam menginterpretasikan fenomena yang kompleks seputar teknologi, hukum dan regulasi maritim. Tahap pertama dalam penelitian ini adalah pengumpulan data sekunder melalui studi pustaka data yang penulis dapatkan yaitu dari artikel jurnal, buku akademik, dan laporan yang mendalam tentang AI, hukum maritim dan transformasi digital. Beberapa jurnal dan buku yang menjadi acuan antara lain berasal dari

sumber terkemuka seperti, *Journal of Maritime Research*, dan *Harvard Law Review* yang memberikan analisis terbaru tentang teknologi dan hukum, selain itu juga penulis menggunakan penelitian dokumen hukum internasional yang terkait dengan hukum maritim. Data dari sumber-sumber ini berfungsi sebagai dasar untuk memahami konteks dan pandangan hukum terhadap penerapan AI di sektor maritim.

Analisis data dalam penelitian ini dilakukan menggunakan metode analisis konten, proses ini mencakup identifikasi kata kunci, frasa dan tema yang relevan dari data yang telah penulis kumpulkan, analisis konten ini bertujuan untuk mengeksplorasi konsep-konsep inovasi dalam AI yang berpotensi memengaruhi hukum maritim, seperti otomatisasi navigasi kapal, pengawasan perairan dengan bantuan AI, sistem prediksi cuaca berbasis *machine learning*. Disamping itu analisis ini juga mengeksplorasi berbagai tantangan hukum yang muncul akibat adopsi AI dalam industri maritim seperti masalah tanggung jawab hukum dalam kejadian kecelakaan kapal otomatis, kepatuhan terhadap regulasi keselamatan pelayaran, serta perlindungan data yang dihasilkan oleh teknologi. Dan penulis juga mencoba mengelaborasi ketetapan konseptual dalam hubungan internasional dan berfokus pada pendekatan Liberalism.

Setelah proses analisis dan validasi hasil penelitian disajikan dalam bentuk deskriptif dan argumentative yang komprehensif setiap tema yang dibahas secara mendalam dengan mengaitkan hasil analisis konten terhadap temuan dari literatur untuk memberikan gambaran menyeluruh mengenai inovasi AI dalam hukum maritim serta tantangan regulasi yang harus diatasi di era transformasi digital ini. melalui pendekatan ini penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi yang berarti bagi pengembangan kebijakan dan regulasi yang sesuai untuk mengakomodasi perkembangan teknologi AI di sektor maritim.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Autonomous shipping, atau pengoperasian kapal tanpa awak melalui teknologi kecerdasan buatan (AI) merupakan salah satu inovasi terbesar dalam industri maritim. Teknologi ini dirancang untuk mengoptimalkan efisiensi operasional meningkatkan keselamatan dan mengurangi dampak lingkungan. Namun, di balik potensinya autonomous shipping menimbulkan tantangan hukum yang signifikan terutama terkait liability atau tanggung jawab hukum dalam operasionalnya.

Autonomous shipping menggunakan teknologi seperti sensor canggih, navigasi berbasis AI, dan komunikasi berbasis IoT (Internet of Things) untuk menjalankan fungsi operasional tanpa intervensi manusia. Kapal ini dapat dikategorikan dalam beberapa level otonomi, mulai dari kapal yang sepenuhnya dikendalikan manusia hingga kapal yang sepenuhnya otomatis

tanpa awak. Dalam konteks hukum maritim, kapal-kapal ini memunculkan isu kompleks, terutama karena operasional mereka bergantung pada teknologi yang berbeda dari kapal tradisional.

Tanggung jawab hukum (liability) merupakan salah satu isu paling kontroversial dalam pengoperasian autonomous ships. Secara tradisional, tanggung jawab atas insiden maritim seperti tabrakan atau kerusakan lingkungan biasanya dibebankan kepada pemilik kapal, nakhoda, atau perusahaan operator. Namun, dalam kasus autonomous ships, absennya manusia dalam operasional menimbulkan ketidakpastian tentang siapa yang bertanggung jawab jika terjadi insiden.

1. **Tanggung Jawab Operator atau Pemilik Kapal:** Dalam kerangka hukum saat ini, pemilik kapal tetap memikul tanggung jawab akhir atas operasi kapal. Namun, pengoperasian yang sepenuhnya otomatis menimbulkan pertanyaan apakah tanggung jawab tersebut dapat dialihkan, misalnya kepada penyedia teknologi atau pembuat perangkat lunak.
2. **Liabilitas Produsen Teknologi:** Jika insiden disebabkan oleh kegagalan teknologi, seperti kesalahan perangkat lunak atau malfungsi sensor, tanggung jawab dapat diarahkan kepada pengembang teknologi. Namun, belum ada konsensus hukum internasional mengenai sejauh mana tanggung jawab produsen dapat diterapkan dalam konteks ini.
3. **Asuransi Maritim:** Industri asuransi menghadapi tantangan besar dalam menilai risiko yang terkait dengan autonomous ships. Tanpa kehadiran manusia, faktor-faktor risiko tradisional berubah, sehingga memerlukan pendekatan baru dalam penghitungan premi dan cakupan asuransi. Beberapa perusahaan asuransi bahkan mulai mengembangkan polis khusus untuk kapal otonom.
4. **Ketiadaan Kerangka Hukum yang Spesifik:** Hukum maritim internasional, seperti Konvensi SOLAS (Safety of Life at Sea) atau COLREGS (Collision Regulations), belum dirancang untuk mengakomodasi kapal tanpa awak. Peraturan ini mengasumsikan kehadiran manusia di atas kapal, baik sebagai operator atau pengawas. Oleh karena itu, autonomous ships berada dalam "grey area" hukum, di mana regulasi yang ada tidak cukup untuk mengatur operasional mereka.

Untuk menjawab tantangan liability ini, beberapa langkah sedang diupayakan di tingkat global. Organisasi Maritim Internasional (IMO) sedang mengembangkan kerangka hukum yang dapat mengatur autonomous ships, termasuk pengaturan tanggung jawab hukum. Sementara itu, beberapa yurisdiksi, seperti Norwegia dan Finlandia, telah memulai uji coba kapal otonom di wilayah mereka dan mengembangkan regulasi lokal sebagai eksperimen awal. Solusi potensial lainnya adalah pembentukan model tanggung jawab kolektif, di mana liability

dibagi antara pemilik kapal, penyedia teknologi, dan operator sesuai dengan kontribusi mereka terhadap insiden. Selain itu, pengembangan asuransi berbasis risiko teknologi juga diharapkan dapat memberikan perlindungan yang lebih baik untuk semua pihak yang terlibat Autonomous shipping membawa dampak besar bagi hukum maritim, terutama dalam mendefinisikan tanggung jawab hukum di era digital. Meskipun inovasi ini menjanjikan efisiensi yang luar biasa, keberhasilannya bergantung pada adaptasi regulasi internasional dan pembentukan kerangka kerja hukum yang mampu mengakomodasi kompleksitas teknologi baru.

Dalam studi Hubungan Internasional, liberalisme adalah salah satu kerangka konseptual utama yang digunakan untuk memahami dinamika kolaborasi antarnegara. Teori ini berangkat dari asumsi bahwa negara-negara tidak hanya termotivasi oleh kepentingan kekuasaan (seperti yang digambarkan oleh realisme) tetapi juga oleh kepentingan bersama, nilai universal, dan potensi kerja sama melalui institusi multilateral. Dalam kerangka liberalisme, interaksi antarnegara dilihat bukan sebagai permainan zero-sum (di mana keuntungan satu pihak adalah kerugian pihak lain), melainkan sebagai peluang untuk menciptakan kondisi win-win melalui dialog, perjanjian, dan institusi. Kerangka liberalisme menekankan bahwa hubungan internasional dapat dikelola secara damai dengan membangun mekanisme yang memfasilitasi saling pengertian dan kerja sama. Institusi internasional seperti Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB), Organisasi Perdagangan Dunia (WTO), atau Organisasi Maritim Internasional (IMO) dipandang sebagai aktor penting yang memungkinkan negara-negara berkolaborasi untuk menyelesaikan masalah global. Dalam konteks hukum maritim dan transformasi digital, pendekatan liberalisme dapat digunakan untuk mengeksplorasi bagaimana negara-negara bersama-sama mengembangkan regulasi global yang mengatur penggunaan teknologi artificial intelligence (AI) di laut. Liberalisme juga memperhatikan peran aktor non-negara, seperti perusahaan teknologi, lembaga penelitian, dan organisasi masyarakat sipil, yang berkontribusi dalam membentuk regulasi dan standar internasional. Dengan mengakui keberadaan aktor-aktor ini, liberalisme memandang bahwa kerja sama lintas sektor dapat memperkuat sistem hukum internasional. Misalnya, dalam isu penggunaan AI di laut, negara-negara dapat bekerja sama dengan perusahaan teknologi untuk memastikan bahwa penerapan AI mematuhi prinsip etika, keamanan, dan keberlanjutan lingkungan. Selain itu, liberalisme mengakui bahwa kerja sama internasional tidak selalu berjalan mulus dan terkadang dihadapkan pada kendala, seperti kepentingan yang bertentangan atau ketidakseimbangan kekuatan di antara negara-negara. Namun, kerangka ini menekankan bahwa melalui dialog, diplomasi, dan penguatan norma internasional, negara-negara dapat mencapai solusi bersama. Sebagai contoh, dalam hal regulasi AI, perjanjian internasional seperti Konvensi Hukum Laut Perserikatan Bangsa-

Bangsa (UNCLOS) dapat menjadi platform untuk menyepakati aturan-aturan baru yang relevan dengan perkembangan teknologi Kerangka konseptual liberalisme juga melihat teknologi seperti AI sebagai peluang untuk meningkatkan kesejahteraan global, bukan hanya alat untuk memperkuat kekuasaan negara. AI dapat digunakan untuk mengatasi tantangan maritim global, seperti perburuan ikan ilegal, pencemaran laut, dan keamanan transportasi laut. Dalam hal ini, liberalisme mengusulkan bahwa negara-negara dapat berbagi data dan teknologi AI untuk meningkatkan efektivitas penegakan hukum di laut, menciptakan sistem pemantauan bersama yang transparan, dan melindungi lingkungan laut dari kerusakan.

Secara keseluruhan Pendekatan liberalisme dalam Hubungan Internasional menyediakan kerangka konseptual yang kuat untuk membahas isu-isu hukum maritim di era transformasi digital. Teori ini menekankan pentingnya kolaborasi, dialog, dan penguatan institusi internasional untuk menciptakan regulasi global yang adil dan inklusif. Dengan demikian, liberalisme memberikan perspektif optimis bahwa kerja sama internasional, didukung oleh norma dan nilai bersama, dapat menghasilkan solusi efektif terhadap tantangan global, termasuk dalam penggunaan teknologi AI di sektor maritim.

Keamanan siber di sektor maritim mencakup langkah-langkah untuk melindungi sistem digital dari akses tidak sah serangan, atau kerusakan. Tantangan utama di bidang ini adalah sifat operasi maritim yang sangat terhubung dan rentan. Contohnya, serangan ransomware atau malware dapat melumpuhkan sistem navigasi kapal, memanipulasi data GPS, atau mengganggu manajemen logistik pelabuhan beberapa insiden besar telah menunjukkan risiko nyata dari ancaman siber. Salah satu contohnya adalah serangan terhadap perusahaan pelayaran Maersk pada tahun 2017, di mana serangan malware *NotPetya* menyebabkan kerugian besar, mengganggu operasi di berbagai pelabuhan global, dan memperlambat rantai pasokan maritim. Insiden ini menjadi peringatan bagi industri untuk meningkatkan sistem keamanan siber regulasi seperti IMO Resolution MSC.428(98) mengharuskan perusahaan pelayaran untuk mengintegrasikan manajemen risiko siber ke dalam sistem manajemen keselamatan mereka. Namun, implementasinya masih beragam, tergantung pada kesadaran dan kesiapan masing-masing organisasi Resiliensi sistem mengacu pada kemampuan sistem untuk pulih dengan cepat dari gangguan, baik itu disebabkan oleh serangan siber, kegagalan teknis, atau bencana alam. Dalam konteks maritim, resiliensi sangat penting karena operasional kapal dan pelabuhan harus berjalan tanpa gangguan untuk mendukung perdagangan global salah satu tantangan utama dalam meningkatkan keamanan siber dan resiliensi sistem adalah kurangnya standar global yang seragam. Setiap negara atau organisasi memiliki pendekatan yang berbeda, yang sering kali menciptakan celah dalam rantai pasokan maritim global. Selain itu, investasi yang

terbatas dalam teknologi keamanan dan pelatihan karyawan sering kali menjadi hambatan dalam membangun resiliensi solusi potensial mencakup kolaborasi internasional untuk menetapkan standar keamanan yang konsisten, peningkatan pendidikan dan pelatihan tentang keamanan siber bagi pekerja maritim, dan penerapan teknologi canggih seperti blockchain untuk melindungi data logistik.

Penggunaan kecerdasan buatan (AI) dalam sektor maritim memainkan peran yang sangat penting dalam mencapai tujuan keberlanjutan (sustainability) dan efisiensi operasional. Dengan teknologi yang terus berkembang, AI memberikan kemampuan untuk mengurangi jejak karbon, meningkatkan efisiensi bahan bakar, dan mendukung pengelolaan sumber daya laut secara lebih bertanggung jawab, sambil tetap mempertahankan profitabilitas operasional dari perspektif keberlanjutan, salah satu manfaat utama AI adalah pengoptimalan penggunaan bahan bakar kapal. Sistem berbasis AI dapat menganalisis data waktu nyata tentang kondisi cuaca, rute pelayaran, dan pola lalu lintas maritim untuk merekomendasikan jalur perjalanan yang paling efisien. Misalnya, solusi ini memungkinkan kapal menghindari daerah dengan angin kencang atau arus yang kuat yang dapat meningkatkan konsumsi bahan bakar. Dengan demikian, emisi gas rumah kaca dapat dikurangi secara signifikan, sejalan dengan tujuan dekarbonisasi yang ditetapkan oleh Organisasi Maritim Internasional (IMO) selain itu AI juga digunakan dalam pemantauan dan pengelolaan lingkungan laut. Sistem ini dapat memproses data dari sensor bawah laut untuk mendeteksi perubahan ekosistem yang disebabkan oleh aktivitas manusia atau perubahan iklim. Teknologi AI ini membantu memprediksi dampak lingkungan dari operasi maritim, seperti kebocoran minyak atau kerusakan habitat laut, sehingga tindakan mitigasi dapat diambil lebih awal.

Penggunaan drone yang dilengkapi dengan AI juga memungkinkan pemantauan laut dengan efisiensi tinggi tanpa memerlukan kehadiran fisik manusia di lapangan dari sisi efisiensi, teknologi AI mendukung automasi dan pengambilan keputusan yang lebih cepat di pelabuhan pintar (smart ports). Misalnya, algoritma pembelajaran mesin (ML) digunakan untuk mengatur penjadwalan bongkar-muat kapal, mengurangi waktu tunggu, dan meningkatkan produktivitas pelabuhan. Dengan pemanfaatan teknologi ini, pelabuhan dapat mengelola sumber dayanya secara lebih efektif, mengurangi biaya operasional, dan meningkatkan kapasitas logistik. AI juga berperan dalam prediksi pemeliharaan kapal. Dengan memanfaatkan data yang dikumpulkan dari sensor IoT di berbagai bagian kapal, AI dapat menganalisis pola penggunaan dan memperkirakan kapan sebuah komponen akan rusak. Pendekatan ini mengurangi risiko kegagalan mesin mendadak, yang tidak hanya berdampak pada efisiensi operasional tetapi juga mencegah insiden lingkungan seperti tumpahan minyak implementasi AI dalam mencapai

keberlanjutan dan efisiensi tidak lepas dari tantangan. Salah satu hambatan utama adalah kebutuhan akan infrastruktur digital yang kuat, seperti jaringan data yang andal dan kemampuan pemrosesan komputasi tinggi. Selain itu, kekhawatiran tentang keamanan data dan privasi sering kali menjadi perhatian, mengingat banyaknya data sensitif yang diproses oleh sistem AI meski demikian, manfaat AI jauh melebihi tantangan ini dengan investasi yang tepat dalam teknologi dan pelatihan sumber daya manusia, sektor maritim dapat memanfaatkan AI untuk mendukung pertumbuhan yang berkelanjutan sekaligus memenuhi tuntutan global akan efisiensi operasional dan tanggung jawab lingkungan. Penggunaan AI di sektor ini menciptakan peluang untuk menciptakan keseimbangan antara keberlanjutan lingkungan, keuntungan ekonomi, dan keberlanjutan sosial dalam industri maritim.

Evaluasi kesiapan digital dalam pengembangan kapasitas di sektor maritim merupakan langkah strategis untuk memastikan bahwa pelaku industri dapat mengadopsi teknologi digital, termasuk kecerdasan buatan (AI), secara efektif dan aman. Evaluasi ini dirancang untuk menilai sejauh mana perusahaan, pelabuhan, dan institusi terkait telah siap menghadapi tantangan dan peluang yang ditawarkan oleh transformasi digital dalam konteks ini, evaluasi kesiapan digital mencakup pengukuran terhadap kemampuan teknis, sumber daya manusia, infrastruktur, serta kepatuhan terhadap regulasi yang berlaku. Evaluasi tidak hanya menjadi alat untuk mengidentifikasi kelemahan, tetapi juga menjadi dasar untuk perencanaan strategi pengembangan kapasitas. Misalnya, penilaian terhadap infrastruktur digital bertujuan untuk memastikan bahwa organisasi memiliki sistem yang kompatibel dengan teknologi berbasis AI, seperti perangkat lunak prediktif untuk pemeliharaan kapal atau sensor otomatis untuk navigasi. Infrastruktur ini harus didukung oleh jaringan yang aman dan terintegrasi guna mencegah gangguan seperti serangan siber, yang menjadi salah satu ancaman utama di era digital di sisi lain, kesiapan tenaga kerja juga menjadi fokus utama. Evaluasi ini mengidentifikasi kesenjangan dalam kompetensi digital tenaga kerja maritim, seperti pemahaman tentang sistem AI, analitik data, atau manajemen risiko berbasis teknologi. Berdasarkan hasil evaluasi, organisasi dapat merancang pelatihan khusus untuk meningkatkan kemampuan sumber daya manusia, baik di tingkat operasional maupun strategis. Sebagai contoh, pelatihan berbasis skenario untuk memahami interaksi antara AI dan hukum maritim dapat membantu tenaga kerja dan pengambil keputusan menghadapi situasi kompleks, seperti insiden yang melibatkan kapal otonom selain aspek teknis dan manusia, evaluasi ini juga mencakup kesiapan regulasi. Transformasi digital memunculkan kebutuhan untuk memastikan bahwa penerapan teknologi baru tetap sesuai dengan kerangka hukum internasional dan nasional. Evaluasi kesiapan ini menilai sejauh mana organisasi memahami dan mematuhi

regulasi yang berkaitan dengan privasi data, tanggung jawab hukum, dan standar keselamatan operasional. Dalam hal ini, evaluasi menjadi alat penting untuk mendorong dialog antara industri, regulator, dan pembuat kebijakan agar regulasi dapat beradaptasi dengan perkembangan teknologi. Hasil dari evaluasi kesiapan digital tidak hanya memberikan gambaran tentang posisi organisasi di era digital, tetapi juga menjadi dasar bagi pengembangan kapasitas secara menyeluruh. Pengembangan kapasitas ini melibatkan investasi dalam infrastruktur teknologi, peningkatan kompetensi tenaga kerja, dan pembentukan kolaborasi lintas sektor untuk mempercepat adopsi teknologi. Sebagai contoh, alat seperti *Digital Maturity Readiness Assessment* yang diperkenalkan oleh *Lloyd's Register* membantu pelaku industri memahami area yang perlu ditingkatkan untuk mendukung transformasi digital secara efektif. Namun implementasi evaluasi ini tidak lepas dari tantangan. Keterbatasan anggaran, resistensi terhadap perubahan, dan kurangnya pemahaman tentang teknologi baru sering kali menghambat proses transformasi. Oleh karena itu, evaluasi kesiapan digital juga harus diintegrasikan dengan strategi komunikasi dan perubahan budaya organisasi untuk memastikan keberhasilannya.

Secara keseluruhan, evaluasi kesiapan digital menjadi elemen kunci dalam mengintegrasikan teknologi AI ke dalam sektor maritim. Dengan pendekatan yang komprehensif, evaluasi ini tidak hanya memastikan bahwa pelaku industri mampu beradaptasi dengan transformasi digital, tetapi juga meningkatkan daya saing mereka di pasar global yang semakin kompetitif. Hal ini mendukung terciptanya sektor maritim yang lebih efisien, aman, dan berkelanjutan.

Peningkatan kompetensi dan pelatihan dalam sektor maritim menjadi kunci untuk memastikan tenaga kerja dapat mengikuti perkembangan teknologi digital, termasuk kecerdasan buatan (AI) dan otomatisasi. Program pelatihan ini bertujuan untuk mengisi kesenjangan keterampilan yang disebabkan oleh transformasi digital, seperti kemampuan dalam analitik data, pemrograman sistem AI, serta pengelolaan keamanan siber. Pelatihan dilakukan melalui pendekatan berbasis teknologi seperti simulasi virtual, pelatihan berbasis skenario, dan sertifikasi digital. Selain itu, kerja sama dengan institusi pendidikan maritim dan penyedia teknologi memfasilitasi transfer pengetahuan yang lebih cepat. Dengan program ini, tenaga kerja tidak hanya mampu mengoperasikan sistem baru tetapi juga memahami dampak hukum dan lingkungan yang relevan, memastikan mereka tetap kompetitif di era modern. Upaya ini tidak hanya meningkatkan efisiensi operasional, tetapi juga mendukung keberlanjutan sektor maritim dengan mendorong inovasi dan adaptasi yang lebih baik terhadap tantangan global.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Inovasi dalam penggunaan kecerdasan buatan (AI) di sektor maritim telah membawa transformasi signifikan dalam hukum maritim, terutama di era keberlanjutan dan digitalisasi. AI berkontribusi pada efisiensi operasional, peningkatan keselamatan, dan pengurangan dampak lingkungan melalui teknologi seperti kapal otonom, pengoptimalan rute, dan prediksi pemeliharaan. Teknologi ini tidak hanya mendukung keberlanjutan lingkungan tetapi juga memberikan peluang baru bagi pengelolaan sumber daya laut yang lebih bertanggung jawab namun, penerapan AI dalam hukum maritim juga memunculkan tantangan kompleks, terutama terkait tanggung jawab hukum (liability), keamanan siber, dan kurangnya regulasi yang adaptif terhadap teknologi baru. Kerangka hukum internasional saat ini, seperti SOLAS dan COLREGS, masih belum sepenuhnya mencakup operasi berbasis AI, sehingga menciptakan ketidakpastian hukum dalam pengelolaan insiden atau pelanggaran yang melibatkan teknologi ini tantangan lain melibatkan kesiapan digital di sektor maritim, termasuk pengembangan infrastruktur teknologi, peningkatan kompetensi tenaga kerja, dan kesenjangan standar keamanan global. Selain itu, risiko serangan siber menjadi ancaman utama yang dapat merusak sistem operasional yang sangat bergantung pada jaringan digital meskipun demikian, dengan pendekatan yang strategis, inovasi ini dapat dimanfaatkan untuk mendukung keberlanjutan sektor maritim. Langkah-langkah seperti penguatan regulasi, kolaborasi internasional, investasi dalam infrastruktur digital, serta pelatihan dan pengembangan kapasitas tenaga kerja menjadi kunci untuk mengatasi tantangan ini. Dengan demikian, AI berpotensi tidak hanya meningkatkan efisiensi operasional tetapi juga membangun sektor maritim yang lebih berkelanjutan, aman, dan kompetitif di era digital.

SARAN

kecerdasan buatan (AI) dalam hukum maritim di era transformasi digital dan keberlanjutan, diperlukan pendekatan holistik yang melibatkan regulasi yang adaptif, penguatan infrastruktur digital, dan pengembangan sumber daya manusia. Pemerintah, organisasi internasional seperti IMO, serta pelaku industri maritim perlu bekerja sama dalam menyusun kerangka hukum yang responsif terhadap inovasi teknologi. Selain itu, investasi dalam teknologi keamanan siber, pelatihan tenaga kerja untuk mengoperasikan sistem berbasis AI, dan penguatan kolaborasi global harus menjadi prioritas untuk memastikan teknologi ini diterapkan dengan aman, efisien, dan bertanggung jawab, sekaligus mendukung keberlanjutan sektor maritim.

UCAPAN TERIMAKASIH

Saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan, dukungan, dan kontribusi yang tak ternilai dalam menyelesaikan jurnal ini. Terutama kepada dosen pembimbing, (Prof.H.DarwisM.A.PHD) dan (Imam Fadhil Nugraha,S.IP,M.A) yang telah memberikan arahan dan bimbingan yang sangat berharga selama proses penulisan ini. Terima kasih juga kepada teman-teman yang telah memberikan masukan dan kritik konstruktif yang memperkaya pemahaman saya dalam topik ini. Saya juga ingin mengucapkan terima kasih kepada (M.RIFKI FIRMANSYAH) Selaku Rekan Berpikir Saya yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung dalam pengumpulan data, penyusunan referensi, serta memberikan dorongan semangat untuk menyelesaikan jurnal ini. Tanpa dukungan dan bantuan kalian, jurnal ini tidak akan dapat diselesaikan dengan baik. Semoga hasil dari penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan praktik di bidang hukum maritim dan kecerdasan buatan.

REFERENSI

- Ravizki, E. N., & Lintang Yudhantaka. (2022). Artificial Intelligence Sebagai Subjek Hukum: Tinjauan Konseptual dan Tantangan Pengaturan di Indonesia. *Notaire*, 5(3), 351–376. <https://doi.org/10.20473/ntr.v5i3.39063>.
- Wróbel, K., et al. (2024). Transformative Impact of the EU AI Act on Maritime Autonomous Surface Ships. *Journal of World Energy Law and Business*, 16(4), 354–372. <https://doi.org/10.1093/jwelb/jwad012>.
- Iman, N., Amanda, M. T., & Angela, J. (2022). Digital Transformation for Maritime Logistics Capabilities Improvement: Cases in Indonesia. *Marine Economics and Management*, 5(2), 188–212. <https://doi.org/10.1108/maem-01-2022-0002>

- Zaoui, F., & Souissi, N. (2020). Roadmap for Digital Transformation: A Literature Review. *Procedia Computer Science*, 175, 621–628. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.07.089>
- Leonardo, A., & Deeb, N. (2022). Illegal, Unreported, and Unregulated (IUU) Fishing in Indonesia: Problems and Solutions. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1081(1), 012013. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1081/1/012013>
- Mrakovic, I., & Vojinovic, R. (2017). Evaluation of Montenegrin Seafarers Awareness of Cyber Security. *Transactions on Maritime Science*, 9(2), 206–216. <https://doi.org/10.7225/toms.v09n02.005>
- "Contemporary Challenges and AI Solutions in Port Operations: Applying Gale–Shapley Algorithm to Find Best Matches." *Journal of Shipping and Trade*. Artikel ini mengevaluasi algoritma AI untuk mengatasi tantangan dalam operasi pelabuhan, seperti optimasi logistik dan manajemen data. doi:10.1186/s41072-023-00085-w.
- Tymoteusz Miller, Ewelina Kostecka, & Tomasz Tuński. "Artificial Intelligence in Maritime Transportation: A Comprehensive Review of Safety and Risk Management Applications." *Applied Sciences*, 2024, 14(18), 8420. Artikel ini membahas penerapan AI untuk keselamatan dan manajemen risiko dalam transportasi maritim, mencakup analisis risiko, pemeliharaan prediktif, dan navigasi. DOI: 10.3390/app14188420.
- Young-Gyu Lee, Chang-Hee Lee, Young-Hun Jeon, & Jae-Hwan Bae. "Transformative Impact of the EU AI Act on Maritime Autonomous Surface Ships." *Laws*, 2024, 13(5), 61. Artikel ini mengeksplorasi dampak regulasi AI di Uni Eropa terhadap pengembangan kapal otonom maritim, menyoroti tantangan teknis dan etika. DOI: 10.3390/laws13050061.
- The Challenges of the Digital Technology Era for Maritime Education and Training." *IEEE Conference Publication*. Artikel ini membahas tantangan pendidikan dan pelatihan maritim akibat teknologi digital, termasuk adaptasi kurikulum dan peran
- Bharadiya, J. P., Thomas, R. K., & Ahmed, F. (2023). Rise of Artificial Intelligence in Business and Industry. *Journal of Engineering Research and Reports*, 25(3), 85–103.
- Boyd, D., & Crawford, K. (2012). Critical questions for big data: Provocations for a cultural, technological, and scholarly phenomenon. *Information, Communication & Society*, 15(5), 662–679.
- Chaudhary, P. S., Khurana, M. R., & Ayalasomayajula, M. (2024). Real-World Applications of Data Analytics, Big Data, and Machine Learning. In *Data Analytics and Machine Learning: Navigating the Big Data Landscape* (pp. 237–263).
- Garg, A. (2023). *Reinventing Technological Innovations with Artificial Intelligence*. Bentham Science Publishers.