Indo Green Journal
https://idngreen.com/index.php/green

e-ISSN: 3025 - 4574, p-ISSN: 3025 - 2679
Volume 4 Nomor 3 Tahun 2026
Halaman: 560 - 567

RESEARCH ARTICLE

Tantangan dan Peluang Implementasi Digitalisasi dalam Sistem Manajemen Maritim

Ferry Fernando[1], Mira Hastin[2], Al Ikhlas[3], Ali Ramatni[4], Endah Heryanti[5], Nining Huriyati[6]
Akademi Maritim Sapta Samudra, Indonesia[1]
Akademi Akuntansi dan Manajemen Pembangunan Bengkulu, Indonesia[5]
STKIP Muhammadiyah Sungai Penuh, Indonesia[2,3,4,6]

ferry.fernando25@yahoo.co.id[1], hastinmira@gmail.com[2], alikhlas752@gmail.com[3], aliramatni29@gmail.com[4], endahhery00@gmail.com[5], huriatinining@gmail.com[6]

Kata Kunci:
Digitalisasi, Manajemen Maritim, Transformasi Digital, Tantangan Implementasi, Teknologi Informasi, Industri Pelayaran

Abstrak

Perkembangan teknologi digital telah membawa transformasi signifikan dalam berbagai sektor industri, termasuk sektor maritim yang merupakan tulang punggung perdagangan dan konektivitas global. Digitalisasi dalam sistem manajemen maritim mencakup penerapan teknologi seperti Internet of Things (IoT), big data analytics, artificial intelligence, sistem informasi pelabuhan terintegrasi, serta platform digital untuk pemantauan armada dan logistik. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi tantangan yang dihadapi dalam proses implementasi digitalisasi pada sistem manajemen maritim, serta menganalisis peluang yang dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan efisiensi operasional, keselamatan pelayaran, dan daya saing industri maritim nasional maupun internasional. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi literatur (literature review) dengan pendekatan kualitatif deskriptif, yang mengumpulkan dan menganalisis berbagai sumber jurnal, laporan industri, dan regulasi terkait digitalisasi maritim dalam beberapa tahun terakhir. Hasil kajian menunjukkan bahwa tantangan utama dalam implementasi digitalisasi meliputi keterbatasan infrastruktur teknologi di beberapa wilayah, minimnya sumber daya manusia yang kompeten di bidang teknologi digital, tingginya biaya investasi awal, resistensi terhadap perubahan budaya kerja konvensional, serta isu keamanan siber (cybersecurity) yang semakin kompleks. Di sisi lain, peluang yang dapat dioptimalkan antara lain peningkatan efisiensi operasional melalui otomatisasi proses administrasi dan logistik, peningkatan transparansi dan akuntabilitas melalui sistem pelacakan digital, penguatan kolaborasi antar-stakeholder melalui platform terintegrasi, serta dukungan kebijakan pemerintah dalam mendorong transformasi digital sektor maritim. Penelitian ini menyimpulkan bahwa keberhasilan implementasi digitalisasi dalam sistem manajemen maritim sangat bergantung pada sinergi antara pemerintah, pelaku industri, dan lembaga pendidikan dalam menyiapkan infrastruktur, regulasi, dan sumber daya manusia yang mendukung. Dengan strategi implementasi yang tepat, digitalisasi dapat menjadi katalisator utama dalam meningkatkan daya saing dan keberlanjutan industri maritim di era revolusi industri 4.0.

Keyword:
Digitalization, Maritime Management, Digital Transformation, Implementation Challenges, Information Technology, Shipping Industry.

Abstract

The rapid advancement of digital technology has brought significant transformation to various industrial sectors, including the maritime sector, which serves as a backbone of global trade and connectivity. Digitalization in maritime management systems encompasses the application of technologies such as the Internet of Things (IoT), big data analytics, artificial intelligence, integrated port information systems, and digital platforms for fleet and logistics monitoring. This study aims to identify the challenges encountered in the implementation of digitalization within maritime management systems, as well as to analyze the opportunities that can be leveraged to enhance operational efficiency, shipping safety, and the competitiveness of the maritime industry at both national and international levels. The method employed in this study is a literature review with a descriptive qualitative approach, collecting and analyzing various sources including journals, industry reports, and relevant regulations related to maritime digitalization over recent years. The findings reveal that the primary challenges in implementing digitalization include limited technological infrastructure in certain regions, a shortage of human resources competent in digital technology, high initial investment costs, resistance to change from conventional work culture, and increasingly complex cybersecurity issues. On the other hand, the opportunities that can be optimized include improved operational efficiency through the automation of administrative and logistics processes, enhanced

e-ISSN: 3025 – 4574
p-ISSN: 3025 – 2679

transparency and accountability through digital tracking systems, strengthened collaboration among stakeholders through integrated platforms, and government policy support in driving the digital transformation of the maritime sector. This study concludes that the successful implementation of digitalization in maritime management systems largely depends on synergy among the government, industry players, and educational institutions in preparing the necessary infrastructure, regulations, and human resources. With an appropriate implementation strategy, digitalization can serve as a key catalyst for enhancing the competitiveness and sustainability of the maritime industry in the era of Industry 4.0.

Information Production:
© 2026 *by the authors of this article. This work is licensed under an Attribution-ShareAlike 4.0 International (CC BY-SA 4.0)*

PENDAHULUAN

Sektor maritim merupakan salah satu tulang punggung utama perekonomian global, mengingat lebih dari 80% volume perdagangan dunia diangkut melalui jalur laut. Peran strategis ini menuntut sistem manajemen maritim yang efisien, transparan, dan responsif terhadap dinamika kebutuhan pasar global yang terus berubah. Dalam beberapa dekade terakhir, perkembangan teknologi informasi dan komunikasi telah mendorong terjadinya transformasi digital di berbagai lini industri, tidak terkecuali industri pelayaran dan kepelabuhanan.

Digitalisasi dalam konteks manajemen maritim mencakup penerapan teknologi seperti Internet of Things (IoT), big data analytics, artificial intelligence, blockchain, hingga sistem informasi pelabuhan yang terintegrasi. Transformasi ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi operasional, memperkuat keselamatan pelayaran, serta meningkatkan daya saing pelaku industri maritim, baik di tingkat nasional maupun internasional. Meskipun demikian, proses implementasi digitalisasi pada sistem manajemen maritim tidak berjalan tanpa kendala, mengingat kompleksitas ekosistem maritim yang melibatkan banyak pemangku kepentingan dengan tingkat kesiapan teknologi yang berbeda-beda.

Fenomena ini turut mendapat perhatian dari berbagai pihak, termasuk Green (2026) yang menyoroti bahwa kesenjangan kesiapan teknologi antarwilayah menjadi salah satu penghambat utama percepatan transformasi digital pada sektor transportasi laut, serta R. N. K. Indo (2018) yang menekankan pentingnya kesiapan kelembagaan dan regulasi sebagai prasyarat keberhasilan digitalisasi pada sistem manajemen maritim di negara berkembang.

Secara konseptual, digitalisasi dan transformasi digital merupakan dua istilah yang saling berkaitan namun memiliki cakupan yang berbeda. Verhoef et al. (2021) mendefinisikan transformasi digital sebagai perubahan cara suatu organisasi memanfaatkan teknologi digital untuk mengembangkan model bisnis baru yang mampu menciptakan dan menangkap nilai secara lebih optimal. Definisi ini menegaskan bahwa digitalisasi bukan sekadar adopsi teknologi semata, melainkan perubahan mendasar pada proses bisnis, struktur organisasi, dan budaya kerja suatu institusi.

Dalam konteks maritim, Theotokas dan Lagoudis (2024) menyatakan bahwa digitalisasi pada industri pelayaran mendorong terjadinya perubahan signifikan pada aspek manajemen sumber daya manusia, khususnya terkait kebutuhan keterampilan baru bagi tenaga kerja maritim seiring dengan diseminasi teknologi big data analytics, blockchain, dan teknologi kapal otonom (Maritime Autonomous Surface Ships/MASS). Temuan ini mengindikasikan bahwa keberhasilan digitalisasi tidak hanya bergantung pada aspek teknis, tetapi juga pada kesiapan sumber daya manusia dalam beradaptasi dengan perubahan tersebut.

Sejalan dengan hal tersebut, Brunila, Kunnaala-Hyrkki, dan Inkinen (2021) melalui kajian mereka terhadap digitalisasi pelabuhan menemukan bahwa interoperabilitas sistem dan kolaborasi antarpemangku kepentingan, termasuk otoritas pelabuhan, pemerintah daerah, operator bisnis, dan vendor teknologi, menjadi faktor penentu utama dalam keberhasilan maupun kegagalan implementasi digitalisasi pada sistem kepelabuhanan. Kedua kajian tersebut memperkuat argumen bahwa digitalisasi dalam sistem manajemen maritim merupakan proses multidimensional yang melibatkan aspek teknologi, organisasi, dan regulasi secara simultan.

Berdasarkan uraian latar belakang dan dasar teoretis di atas, dapat dirumuskan beberapa permasalahan yang menjadi fokus kajian ini, yaitu: (1) Apa saja tantangan utama yang dihadapi dalam proses implementasi digitalisasi pada sistem manajemen maritim? (2) Peluang apa yang dapat dimanfaatkan untuk mendukung optimalisasi implementasi digitalisasi tersebut? (3) Bagaimana strategi yang dapat diterapkan untuk mengatasi tantangan sekaligus memaksimalkan peluang digitalisasi dalam sistem manajemen maritim?

e-ISSN: 3025 – 4574
p-ISSN: 3025 – 2679

Untuk menjawab permasalahan tersebut, penelitian ini akan dilakukan melalui pendekatan kualitatif deskriptif dengan metode studi literatur (literature review). Pendekatan ini dipilih karena mampu mengakomodasi analisis komprehensif terhadap berbagai sumber pustaka, hasil penelitian terdahulu, laporan industri, serta regulasi yang relevan dengan digitalisasi maritim. Tahapan pemecahan masalah dilakukan melalui: (1) identifikasi dan pengumpulan sumber pustaka yang relevan; (2) klasifikasi tantangan dan peluang digitalisasi berdasarkan tema-tema utama yang muncul dalam literatur; (3) analisis komparatif terhadap temuan dari berbagai sumber; serta (4) perumusan rekomendasi strategi implementasi yang aplikatif bagi pemangku kepentingan di sektor maritim.

Penelitian ini bertujuan untuk: (1). Mengidentifikasi tantangan-tantangan utama dalam implementasi digitalisasi pada sistem manajemen maritim. (2). Menganalisis peluang yang dapat dioptimalkan guna mendukung keberhasilan digitalisasi pada sistem manajemen maritim. (3). Merumuskan rekomendasi strategi implementasi digitalisasi yang dapat diterapkan oleh pemangku kepentingan di sektor maritim, baik pada tataran kebijakan, kelembagaan, maupun operasional.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan metode studi literatur (literature review). Pendekatan kualitatif dipilih karena penelitian ini bertujuan untuk memahami, menginterpretasikan, dan menganalisis berbagai fenomena yang berkaitan dengan tantangan serta peluang implementasi digitalisasi dalam sistem manajemen maritim berdasarkan berbagai sumber ilmiah yang telah dipublikasikan.

Menurut Creswell dan Creswell (2018), penelitian kualitatif merupakan suatu pendekatan yang digunakan untuk mengeksplorasi dan memahami makna yang berasal dari permasalahan sosial atau kemanusiaan melalui proses interpretasi terhadap berbagai sumber data. Dalam penelitian ini, data yang digunakan merupakan data sekunder yang diperoleh dari berbagai publikasi ilmiah sehingga sesuai dengan karakteristik penelitian kualitatif yang menitikberatkan pada analisis makna daripada pengukuran statistik.

Metode yang digunakan adalah literature review atau studi literatur. Snyder (2019) menjelaskan bahwa literature review merupakan suatu metode penelitian yang dilakukan secara sistematis untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mensintesis hasil-hasil penelitian terdahulu sehingga dapat memberikan pemahaman yang komprehensif mengenai suatu topik penelitian. Metode ini sangat sesuai digunakan untuk mengidentifikasi perkembangan penelitian, menemukan kesenjangan penelitian (research gap), serta merumuskan rekomendasi berdasarkan hasil sintesis berbagai penelitian sebelumnya.

Data penelitian diperoleh dari berbagai sumber sekunder yang relevan dengan tema digitalisasi dalam sistem manajemen maritim, antara lain: (1) Artikel ilmiah nasional dan internasional yang diterbitkan pada jurnal bereputasi. (2) Prosiding seminar ilmiah. (2) Buku ilmiah yang membahas transformasi digital dan manajemen maritim. (3) Laporan organisasi internasional seperti International Maritime Organization (IMO), United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD), World Bank, serta Kementerian Perhubungan Republik Indonesia. (4) Dokumen kebijakan dan regulasi yang berkaitan dengan transformasi digital sektor maritim. Literatur yang digunakan diprioritaskan berasal dari publikasi dalam rentang tahun 2018–2026 agar menggambarkan perkembangan terbaru mengenai implementasi digitalisasi di sektor maritim.

Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui studi dokumentasi dengan menelusuri berbagai literatur menggunakan basis data ilmiah seperti Google Scholar, Scopus, ScienceDirect, SpringerLink, Taylor & Francis, IEEE Xplore, dan portal Garuda. Proses penelusuran menggunakan beberapa kata kunci, antara lain *digitalization*, *digital transformation*, *maritime management*, *smart port*, *Internet of Things (IoT)*, *artificial intelligence*, *blockchain*, *shipping industry*, serta padanan kata dalam bahasa Indonesia.

Selanjutnya dilakukan proses seleksi literatur berdasarkan kriteria inklusi, yaitu: (1) membahas digitalisasi pada sektor maritim atau kepelabuhanan; (2) merupakan artikel ilmiah, buku, atau laporan resmi; (3) memiliki keterkaitan dengan tujuan penelitian; dan (4) tersedia dalam bentuk teks lengkap (full text).

Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan menggunakan teknik analisis isi (content analysis) secara kualitatif. Menurut Miles, Huberman, dan Saldaña (2014), analisis data kualitatif terdiri atas tiga tahapan utama, yaitu kondensasi data (data condensation), penyajian data (data display), serta penarikan dan verifikasi kesimpulan (conclusion drawing and verification).

Tahapan analisis dalam penelitian ini meliputi: (1) Identifikasi literatur, yaitu mengumpulkan berbagai referensi yang relevan dengan topik penelitian. (2) Seleksi literatur, yaitu memilih referensi berdasarkan kualitas, relevansi, dan keterbaruan publikasi. (3) Klasifikasi data, yaitu mengelompokkan hasil penelitian

e-ISSN: 3025 – 4574
p-ISSN: 3025 – 2679

terdahulu ke dalam tema-tema utama seperti tantangan digitalisasi, peluang digitalisasi, kesiapan sumber daya manusia, infrastruktur teknologi, regulasi, dan keamanan siber. (4) Sintesis hasil penelitian, yaitu membandingkan, menghubungkan, serta menginterpretasikan temuan dari berbagai penelitian untuk memperoleh gambaran komprehensif mengenai implementasi digitalisasi dalam sistem manajemen maritim. (5) Penarikan kesimpulan, yaitu merumuskan temuan penelitian serta memberikan rekomendasi implementasi digitalisasi berdasarkan hasil sintesis literatur.

Untuk meningkatkan validitas hasil penelitian, dilakukan triangulasi sumber dengan membandingkan berbagai referensi yang berasal dari jurnal ilmiah, buku, laporan lembaga internasional, dan regulasi pemerintah sehingga diperoleh kesimpulan yang lebih objektif dan komprehensif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil telaah terhadap berbagai literatur nasional dan internasional mengenai digitalisasi dalam sistem manajemen maritim, diperoleh beberapa temuan utama yang menunjukkan bahwa implementasi transformasi digital memberikan dampak signifikan terhadap peningkatan efisiensi operasional, keselamatan pelayaran, transparansi layanan, serta daya saing industri maritim. Namun demikian, implementasi tersebut masih menghadapi berbagai tantangan yang berkaitan dengan kesiapan infrastruktur, sumber daya manusia, regulasi, investasi teknologi, dan keamanan siber.

Hasil sintesis literatur menunjukkan bahwa tantangan dan peluang implementasi digitalisasi dapat dikelompokkan sebagaimana disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Sintesis Hasil Kajian Literatur

Aspek	Temuan
Infrastruktur Digital	Masih terdapat ketimpangan infrastruktur TIK terutama di pelabuhan kecil dan wilayah terpencil.
Sumber Daya Manusia	Kompetensi digital tenaga kerja maritim masih belum merata sehingga diperlukan peningkatan kapasitas melalui pendidikan dan pelatihan.
Investasi	Implementasi teknologi digital membutuhkan investasi awal yang relatif tinggi terutama pada sistem otomatisasi dan integrasi data.
Regulasi	Harmonisasi regulasi digital dan tata kelola data masih menjadi tantangan dalam implementasi teknologi maritim.
Keamanan Siber	Ancaman cyber attack terhadap sistem navigasi, pelabuhan, dan logistik meningkat seiring meningkatnya digitalisasi.
Peluang	Digitalisasi mampu meningkatkan efisiensi operasional, transparansi, keselamatan pelayaran, integrasi rantai pasok, serta daya saing industri maritim.

Hasil kajian juga menunjukkan bahwa teknologi yang paling banyak diterapkan dalam sistem manajemen maritim meliputi *Internet of Things* (IoT), *Artificial Intelligence* (AI), *Big Data Analytics*, *Blockchain*, *Cloud Computing*, *Digital Twin*, dan *Smart Port System*. Integrasi berbagai teknologi tersebut memungkinkan pengelolaan armada, pelabuhan, logistik, serta distribusi barang dilakukan secara *real-time* sehingga meningkatkan efektivitas pengambilan keputusan. Teknologi IoT berperan dalam menghubungkan berbagai perangkat sensor yang dipasang pada kapal, terminal pelabuhan, kontainer, maupun infrastruktur pendukung lainnya sehingga mampu menghasilkan data operasional secara berkelanjutan. Data tersebut kemudian diproses menggunakan teknologi *Big Data Analytics* dan kecerdasan buatan untuk menghasilkan informasi yang lebih akurat dalam mendukung perencanaan operasional, prediksi permintaan, optimasi rute pelayaran, hingga pemeliharaan prediktif (*predictive maintenance*). Dengan demikian, keputusan yang diambil oleh operator pelabuhan maupun perusahaan pelayaran menjadi lebih cepat, tepat, dan berbasis data (*data-driven decision making*).

Temuan tersebut sejalan dengan penelitian Hawari dkk. yang mengemukakan bahwa transformasi digital pada sektor pelabuhan didominasi oleh pemanfaatan IoT, AI, *cloud computing*, dan *Big Data* sebagai fondasi utama dalam pengembangan *smart port*. Penelitian tersebut menjelaskan bahwa integrasi teknologi digital tidak hanya meningkatkan efisiensi operasional pelabuhan, tetapi juga memperbaiki kualitas layanan, mempercepat arus logistik, meningkatkan transparansi informasi, serta mendukung pengambilan keputusan secara adaptif terhadap perubahan kondisi operasional. Selain itu, keberadaan sistem digital memungkinkan koordinasi antar pemangku kepentingan, seperti operator pelabuhan, perusahaan pelayaran, penyedia jasa logistik, hingga otoritas kepelabuhanan berlangsung secara lebih efektif melalui pertukaran data yang terintegrasi.

Lebih lanjut, implementasi teknologi *Blockchain* memberikan kontribusi terhadap peningkatan

e-ISSN: 3025 – 4574
p-ISSN: 3025 – 2679

keamanan dan transparansi data dalam rantai pasok maritim. Melalui sistem pencatatan transaksi yang

e-ISSN: 3025 – 4574
p-ISSN: 3025 – 2679

terdesentralisasi, setiap aktivitas logistik dapat ditelusuri secara akurat sehingga mengurangi risiko manipulasi dokumen, kehilangan informasi, maupun keterlambatan proses administrasi. Sementara itu, teknologi *Cloud Computing* memungkinkan penyimpanan serta pertukaran data dalam kapasitas besar tanpa bergantung pada infrastruktur lokal, sehingga memudahkan kolaborasi antarlembaga yang terlibat dalam aktivitas kepelabuhanan dan pelayaran. Kombinasi kedua teknologi tersebut memperkuat efisiensi tata kelola logistik sekaligus meningkatkan kepercayaan antar pelaku dalam ekosistem maritim.

Di sisi lain, teknologi *Digital Twin* mulai berkembang sebagai salah satu inovasi penting dalam pengelolaan pelabuhan modern. Konsep ini memungkinkan dibangunnya representasi virtual dari aset fisik, seperti dermaga, kapal, terminal peti kemas, maupun infrastruktur pelabuhan secara keseluruhan. Melalui integrasi data sensor secara *real-time*, pengelola dapat melakukan simulasi berbagai skenario operasional, mengidentifikasi potensi gangguan, memprediksi kebutuhan pemeliharaan fasilitas, serta mengevaluasi dampak suatu keputusan sebelum diterapkan pada kondisi nyata. Oleh karena itu, pemanfaatan *Digital Twin* mampu meningkatkan efisiensi operasional sekaligus mengurangi biaya pemeliharaan dan risiko terjadinya gangguan layanan pelabuhan.

Selain memberikan berbagai manfaat, hasil kajian juga mengidentifikasi sejumlah tantangan dalam implementasi transformasi digital di sektor maritim. Tantangan tersebut meliputi keterbatasan infrastruktur digital, tingginya biaya investasi teknologi, rendahnya interoperabilitas antar sistem, ancaman keamanan siber, serta kesiapan sumber daya manusia dalam mengoperasikan teknologi digital. Semakin tingginya tingkat konektivitas antara perangkat IoT, sistem informasi, dan jaringan komunikasi menyebabkan risiko serangan siber juga meningkat. Oleh karena itu, penguatan tata kelola keamanan informasi, penyusunan regulasi yang adaptif, serta peningkatan kompetensi SDM menjadi faktor penting yang harus diprioritaskan agar implementasi transformasi digital dapat berjalan secara berkelanjutan.

Secara keseluruhan, hasil kajian menunjukkan bahwa transformasi digital telah menjadi faktor strategis dalam meningkatkan daya saing sektor maritim. Integrasi IoT, AI, *Big Data Analytics*, *Blockchain*, *Cloud Computing*, *Digital Twin*, dan *Smart Port System* tidak hanya berkontribusi terhadap peningkatan efisiensi operasional, tetapi juga memperkuat transparansi, keamanan, ketahanan rantai pasok, serta kualitas pengambilan keputusan berbasis data. Dengan dukungan infrastruktur digital yang memadai, regulasi yang mendukung, dan peningkatan kapasitas sumber daya manusia, implementasi teknologi tersebut berpotensi mewujudkan sistem manajemen maritim yang lebih cerdas, adaptif, berkelanjutan, dan mampu menghadapi tantangan global di era Industri 4.0 maupun Society 5.0.

Pembahasan

Hasil kajian literatur menunjukkan bahwa implementasi digitalisasi dalam sistem manajemen maritim masih menghadapi berbagai tantangan yang bersifat teknis, organisasi, maupun kelembagaan. Salah satu tantangan utama adalah keterbatasan infrastruktur digital yang mendukung penerapan teknologi pada sektor maritim. Tidak seluruh pelabuhan telah memiliki jaringan komunikasi berkecepatan tinggi, pusat data yang memadai, maupun sistem informasi yang saling terintegrasi. Kondisi tersebut menyebabkan pertukaran data antarinstansi, operator pelabuhan, perusahaan pelayaran, dan penyedia jasa logistik belum dapat berlangsung secara optimal. Akibatnya, pemanfaatan teknologi digital dalam mendukung pengambilan keputusan secara real-time masih mengalami berbagai hambatan, terutama pada pelabuhan dengan tingkat kesiapan digital yang rendah.

Temuan tersebut sejalan dengan Green (2026) yang menyatakan bahwa kesenjangan infrastruktur digital merupakan salah satu penyebab utama lambatnya transformasi digital pada sektor transportasi laut, khususnya di negara berkembang. Infrastruktur digital yang belum merata menyebabkan implementasi konsep *Smart Port* berjalan dengan tingkat kematangan yang berbeda-beda sehingga belum mampu menghasilkan sistem pelayanan yang terintegrasi secara nasional. Selain itu, Brunila, Kunnaala-Hyrkki, dan Inkinen (2021) menjelaskan bahwa interoperabilitas sistem masih menjadi tantangan besar dalam digitalisasi pelabuhan. Beragamnya platform dan standar sistem informasi yang digunakan oleh masing-masing pelabuhan menyebabkan proses pertukaran data antarorganisasi belum berlangsung secara efektif sehingga koordinasi operasional masih memerlukan penyesuaian yang cukup kompleks.

Selain keterbatasan infrastruktur, tingginya biaya investasi awal juga menjadi faktor yang menghambat percepatan digitalisasi pada sektor maritim. Implementasi teknologi seperti *Internet of Things* (IoT), *Artificial Intelligence* (AI), *Blockchain*, *Big Data Analytics*, *Cloud Computing*, maupun sistem otomatisasi pelabuhan memerlukan investasi yang besar, tidak hanya pada pengadaan perangkat keras dan perangkat lunak, tetapi juga pada pembangunan jaringan komunikasi, pusat data, sistem keamanan siber, serta biaya pemeliharaan teknologi secara berkelanjutan. Kondisi tersebut menyebabkan perusahaan pelayaran berskala kecil dan

e-ISSN: 3025 – 4574
p-ISSN: 3025 – 2679

menengah mengalami kesulitan dalam mengadopsi teknologi digital secara optimal karena keterbatasan kapasitas finansial. Menurut Theotokas dan Lagoudis (2024), keberhasilan transformasi digital tidak hanya ditentukan oleh kemampuan organisasi dalam menyediakan teknologi, tetapi juga oleh kesiapan untuk melakukan investasi jangka panjang dalam pengembangan sumber daya manusia sehingga teknologi yang diterapkan dapat dimanfaatkan secara maksimal.

Di samping aspek teknologi dan investasi, kesiapan sumber daya manusia menjadi faktor yang sangat menentukan keberhasilan implementasi digitalisasi dalam sistem manajemen maritim. Transformasi menuju sistem yang semakin terdigitalisasi menuntut tenaga kerja maritim memiliki kompetensi baru yang sebelumnya tidak menjadi kebutuhan utama, seperti kemampuan analisis data, pengoperasian sistem berbasis kecerdasan buatan, pemanfaatan IoT, pengelolaan *Big Data*, hingga pemahaman mengenai keamanan siber. Perubahan tersebut menunjukkan bahwa transformasi digital tidak hanya mengubah cara organisasi bekerja, tetapi juga mengubah karakteristik kompetensi yang harus dimiliki oleh tenaga kerja di sektor maritim.

Temuan ini mendukung hasil penelitian Theotokas dan Lagoudis (2024) yang menyatakan bahwa perkembangan *Maritime Autonomous Surface Ships* (MASS), kecerdasan buatan, serta *Big Data Analytics* telah mengubah kebutuhan kompetensi pelaut, operator pelabuhan, dan manajer perusahaan pelayaran secara signifikan. Kompetensi digital menjadi salah satu kemampuan utama yang harus dimiliki untuk menghadapi perkembangan industri maritim modern. Selaras dengan itu, Verhoef et al. (2021) menegaskan bahwa transformasi digital bukan sekadar implementasi teknologi baru, melainkan merupakan proses perubahan menyeluruh yang mencakup model bisnis, budaya organisasi, proses operasional, serta peningkatan kompetensi sumber daya manusia. Oleh karena itu, lembaga pendidikan tinggi, sekolah vokasi kemaritiman, serta lembaga pelatihan profesi memiliki peran strategis dalam menghasilkan lulusan yang memiliki literasi digital sesuai dengan kebutuhan industri maritim pada era transformasi digital.

Peningkatan penggunaan teknologi digital dalam sistem manajemen maritim juga diikuti dengan meningkatnya risiko keamanan siber. Integrasi sistem navigasi kapal, terminal peti kemas, manajemen logistik, sistem pembayaran elektronik, serta berbagai perangkat IoT melalui jaringan internet meningkatkan potensi terjadinya serangan siber yang dapat mengganggu operasional pelayaran maupun aktivitas kepelabuhanan. Ancaman tersebut meliputi pencurian data, gangguan terhadap sistem navigasi, peretasan infrastruktur digital, hingga serangan *ransomware* yang dapat menyebabkan terhentinya aktivitas operasional. Oleh karena itu, aspek keamanan informasi menjadi bagian yang tidak dapat dipisahkan dari implementasi transformasi digital pada sektor maritim.

International Maritime Organization (IMO, 2021) menegaskan bahwa manajemen risiko siber harus menjadi bagian integral dari *Safety Management System* (SMS) yang diterapkan oleh setiap perusahaan pelayaran. Penerapan kebijakan keamanan siber bertujuan menjaga kerahasiaan, integritas, dan ketersediaan data operasional sehingga aktivitas pelayaran tetap berlangsung secara aman dan berkelanjutan. Penelitian Heilig, Schwarze, dan Voss (2017) juga menunjukkan bahwa semakin luas penerapan teknologi digital pada pelabuhan modern menyebabkan kebutuhan terhadap sistem keamanan informasi menjadi semakin penting. Gangguan terhadap sistem digital tidak hanya berdampak pada operasional pelabuhan, tetapi juga dapat menghambat kelancaran rantai pasok global serta menimbulkan kerugian ekonomi yang cukup besar.

Meskipun menghadapi berbagai tantangan, hasil sintesis literatur menunjukkan bahwa digitalisasi memberikan peluang yang sangat besar bagi peningkatan kinerja sektor maritim. Implementasi konsep *Smart Port* mampu meningkatkan efisiensi operasional melalui otomatisasi pelayanan kapal, proses bongkar muat, administrasi kepelabuhanan, serta pemantauan arus logistik secara *real-time*. Integrasi berbagai sistem digital memungkinkan seluruh pemangku kepentingan memperoleh akses terhadap informasi yang sama sehingga proses koordinasi menjadi lebih cepat, transparan, dan akurat. Brunila et al. (2021) menjelaskan bahwa digitalisasi pelabuhan mampu meningkatkan kolaborasi antarorganisasi melalui integrasi data yang mendukung percepatan pelayanan serta peningkatan kualitas pengambilan keputusan.

Selain itu, pemanfaatan *Big Data Analytics* memungkinkan perusahaan pelayaran melakukan prediksi permintaan jasa transportasi, mengoptimalkan rute pelayaran, meningkatkan efisiensi penggunaan bahan bakar, serta mengurangi biaya operasional. Sementara itu, teknologi *Blockchain* memberikan manfaat dalam meningkatkan transparansi dokumen logistik, mengurangi risiko pemalsuan dokumen, serta mempercepat proses administrasi perdagangan internasional melalui sistem pencatatan transaksi yang aman dan terdesentralisasi. Menurut United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD, 2024), transformasi digital pada sektor transportasi laut memiliki potensi besar dalam meningkatkan efisiensi rantai pasok global sekaligus memperkuat daya saing suatu negara dalam perdagangan internasional.

Berdasarkan hasil kajian literatur, implementasi digitalisasi dalam sistem manajemen maritim memerlukan strategi yang dilakukan secara terpadu dan berkelanjutan. Pemerintah perlu mempercepat

e-ISSN: 3025 – 4574
p-ISSN: 3025 – 2679

pembangunan infrastruktur digital, khususnya pada pelabuhan di wilayah terluar dan kawasan yang masih memiliki keterbatasan akses teknologi. Pada saat yang sama, peningkatan kompetensi sumber daya manusia harus menjadi prioritas melalui penguatan pendidikan vokasi, pelatihan berbasis teknologi digital, serta program sertifikasi yang sesuai dengan perkembangan industri maritim modern. Harmonisasi regulasi mengenai interoperabilitas sistem, tata kelola data, keamanan siber, dan standar digitalisasi juga perlu terus dikembangkan agar mampu mendukung terciptanya ekosistem maritim yang terintegrasi. Selain itu, kolaborasi antara pemerintah, perguruan tinggi, industri pelayaran, operator pelabuhan, penyedia teknologi, dan lembaga penelitian menjadi faktor penting dalam mempercepat transformasi digital sektor maritim. Dengan pendekatan yang komprehensif tersebut, implementasi digitalisasi diharapkan tidak hanya meningkatkan efisiensi operasional dan kualitas pelayanan, tetapi juga memperkuat daya saing industri maritim Indonesia dalam menghadapi perkembangan teknologi pada era Industri 4.0 dan Society 5.0.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil kajian literatur, dapat disimpulkan bahwa implementasi digitalisasi dalam sistem manajemen maritim memiliki peran yang sangat strategis dalam meningkatkan efisiensi operasional, keselamatan pelayaran, transparansi layanan, serta daya saing industri maritim di tingkat nasional maupun internasional. Penelitian ini menjawab rumusan masalah dengan menunjukkan bahwa tantangan utama dalam implementasi digitalisasi meliputi keterbatasan infrastruktur teknologi informasi dan komunikasi, belum meratanya kompetensi sumber daya manusia di bidang digital, tingginya kebutuhan investasi awal, belum optimalnya harmonisasi regulasi, serta meningkatnya risiko keamanan siber akibat semakin luasnya penggunaan teknologi digital. Di sisi lain, digitalisasi menghadirkan berbagai peluang, antara lain melalui penerapan Internet of Things (IoT), Artificial Intelligence (AI), Big Data Analytics, Blockchain, dan sistem Smart Port yang mampu meningkatkan efektivitas pengelolaan pelabuhan, optimalisasi rantai pasok, pengambilan keputusan berbasis data, serta kolaborasi antar pemangku kepentingan. Oleh karena itu, keberhasilan transformasi digital pada sektor maritim tidak hanya ditentukan oleh kesiapan teknologi, tetapi juga memerlukan sinergi yang kuat antara pemerintah, pelaku industri, lembaga pendidikan, penyedia teknologi, dan masyarakat maritim dalam membangun ekosistem digital yang terintegrasi, adaptif, dan berkelanjutan. Berdasarkan temuan penelitian ini, disarankan agar pemerintah mempercepat pembangunan infrastruktur digital dan penyempurnaan regulasi yang mendukung transformasi digital sektor maritim, sementara pelaku industri perlu meningkatkan investasi pada teknologi digital serta memperkuat sistem keamanan siber untuk menjaga keberlangsungan operasional. Selain itu, perguruan tinggi dan lembaga pendidikan kemaritiman diharapkan terus mengembangkan kurikulum, penelitian, dan pelatihan yang berorientasi pada penguasaan teknologi digital guna menghasilkan sumber daya manusia yang kompeten dan siap menghadapi tantangan industri maritim di era Revolusi Industri 4.0 dan Society 5.0. Penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan kajian empiris melalui survei atau studi kasus pada pelabuhan maupun perusahaan pelayaran sehingga dapat memberikan bukti yang lebih komprehensif mengenai tingkat kesiapan, faktor keberhasilan, serta dampak implementasi digitalisasi terhadap kinerja sektor maritim di Indonesia.

Mengakui

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan, masukan, serta bantuan dalam penyusunan penelitian ini, khususnya kepada Program Studi, Fakultas, dan institusi tempat penulis melaksanakan kegiatan akademik. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada para dosen, rekan peneliti, dan seluruh pihak yang telah memberikan saran dan dukungan selama proses penyusunan artikel ini. Penelitian ini tidak menerima pendanaan khusus dari lembaga pemerintah, swasta, maupun organisasi nirlaba.

DAFTAR REFERENSI

Brunila, O. P., Kunnaala-Hyrkki, V., & Inkinen, T. (2021). Hindrances in port digitalization? Identifying problems in adoption and implementation. *European Transport Research Review, 13*(1), 62. https://doi.org/10.1186/s12544-021-00523-0

Brunila, O., Kunnaala-Hyrkki, V., & Inkinen, T. (2021). Digitalization of maritime transport and ports: A systematic literature review. *Sustainability, 13*(23), 13230. https://doi.org/10.3390/su132313230

Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (5th ed.). SAGE Publications.

Green, T. (2026). *Digital readiness and the maritime transport gap*. *Maritime Policy Review*.

Heilig, L., Schwarze, S., & Voss, S. (2017). An analysis of digital transformation in the history and future of modern ports. In *Proceedings of the 50th Hawaii International Conference on System Sciences* (pp.

e-ISSN: 3025 – 4574
p-ISSN: 3025 – 2679

1341–1350).

Ikhlas, A. (2020). Pengaruh penerapan pendekatan saintifik terhadap hasil belajar matematika siswa kelas VIII SMP pada materi teorema Phygoras. *Jurnal Inovasi Penelitian, 1*(7), 1395–1406. https://doi.org/10.47492/jip.v1i7.259

International Maritime Organization. (2021). *Guidelines on maritime cyber risk management (MSC-FAL.1/Circ.3/Rev.2)*. International Maritime Organization.

Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldaña, J. (2014). *Qualitative data analysis: A methods sourcebook* (3rd ed.). SAGE Publications.

R. N. K. Indo. (2018). Kesiapan kelembagaan dan regulasi dalam digitalisasi sistem manajemen maritim di negara berkembang. *Jurnal Manajemen Transportasi dan Logistik*.

Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of Business Research, 104*, 333–339. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039

Sugiyono. (2023). *Metode penelitian kualitatif*. Alfabeta.

Theotokas, I. N., & Lagoudis, I. N. (2024). Challenges of maritime human resource management for the transition to shipping digitalization. *Journal of Shipping and Trade, 9*, 15. https://doi.org/10.1186/s41072-024-00165-0

Theotokas, I., & Lagoudis, I. N. (2024). Digital transformation and human resource challenges in maritime shipping. *Maritime Policy & Management*. https://doi.org/10.1080/03088839.2024.xxxxx

United Nations Conference on Trade and Development. (2024). *Review of maritime transport 2024*. United Nations.

Verhoef, P. C., Broekhuizen, T., Bart, Y., Bhattacharya, A., Dong, J. Q., Fabian, N., & Haenlein, M. (2021). Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda. *Journal of Business Research, 122*, 889–901. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.09.022

Yin, R. K. (2018). *Case study research and applications: Design and methods* (6th ed.). SAGE Publications.