



PERAN TEKNOLOGI DALAM PEMBANGUNAN KEMARITIMAN INDONESIA

THE ROLE OF TECHNOLOGY IN INDONESIA'S MARITIME DEVELOPMENT

Aris Sarjito

Program Studi Manajemen Pertahanan, Universitas Pertahanan Republik Indonesia. Email:

arissarjito@gmail.com

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki potensi besar untuk pengembangan sektor maritim. Pemerintah telah merencanakan beberapa kebijakan untuk meningkatkan industri maritim, termasuk penerapan teknologi. Namun, efektivitas teknologi dalam pembangunan maritim Indonesia perlu diteliti. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi bagaimana teknologi berkontribusi pada pengembangan sektor maritim Indonesia dan mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi efektivitas implementasi teknologi. Penelitian ini menggunakan metode penelitian kualitatif dengan analisis data sekunder. Data yang diperoleh dari literatur terkait, seperti jurnal akademik, laporan pemerintah, dan dokumen terkait lainnya, akan dianalisis dan disintesis untuk menjawab pertanyaan penelitian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa teknologi memiliki kontribusi yang signifikan terhadap pembangunan sektor maritim Indonesia. Ini dapat mengoptimalkan sistem pelabuhan dan logistik, meningkatkan keselamatan dan keamanan transportasi laut, serta meningkatkan efisiensi rantai pasokan. Namun demikian, beberapa faktor yang mempengaruhi efektivitas penerapan teknologi antara lain kebijakan pemerintah, kesiapan infrastruktur, kapasitas sumber daya manusia, dan tingkat adopsi teknologi di antara para pemangku kepentingan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa teknologi berperan penting dalam pembangunan sektor maritim Indonesia. Namun implementasi teknologi dipengaruhi oleh berbagai faktor yang perlu diperhatikan dalam menyusun kebijakan dan strategi yang efektif.

Kata kunci: sektor maritim Indonesia, pembangunan maritim, teknologi

ABSTRACT:

Background: Indonesia is an archipelago country with vast potential for its maritime sector development. The government has planned several policies to enhance the maritime industry, including implementing technology. However, the effectiveness of technology in Indonesia's maritime development needs to be investigated. This research aims to explore how technology contributes to Indonesia's maritime sector development and identify the factors that influence the effectiveness of technology implementation. This research employs a qualitative research method with secondary data analysis. The data from related literature, such as academic journals, government reports, and other relevant documents, will be analyzed and synthesized to answer the research questions.

The research findings suggest that technology significantly contributes to Indonesia's maritime sector development. It can optimize the port and logistics system, improve the safety and security of maritime transportation, and increase the efficiency of the supply chain. However, several factors influence the effectiveness of technology implementation, such as governmental policies, infrastructure readiness, human resources capacity, and the level of technology adoption among the stakeholders. This research indicates that technology plays a crucial role in Indonesia's maritime sector development. However, technology implementation is influenced by various factors that need to be considered in developing effective policies and strategies.

Keywords: Indonesia's maritime sector, maritime development, technology

PENDAHULUAN

Indonesia dengan kepulauannya yang luas terdiri dari lebih dari 17.000 pulau, memiliki

potensi maritim yang sangat besar. Geografi bangsa yang unik memberikan peluang untuk perdagangan, pariwisata, dan sumber daya laut.

Menurut Amherd dan Yaakub (2018), sektor maritim Indonesia menyumbang 22% dari produk domestik bruto (PDB), yang meliputi perikanan, transportasi, dan pariwisata. Selain itu, garis pantai negara yang membentang lebih dari 81.000 kilometer memberikan peluang yang sangat baik untuk pengembangan pelabuhan dan kegiatan pelayaran. Sumber daya laut Indonesia yang meliputi ikan, minyak, dan gas alam, memberikan peluang yang luas bagi pengembangan industri perikanan dan energi. Selain itu, negara ini memiliki berbagai pulau dan pantai indah yang dapat menjadi pusat berbagai aktivitas olahraga air. Secara keseluruhan, geografi kepulauan Indonesia tidak diragukan lagi memiliki potensi besar bagi pertumbuhan dan pembangunan ekonomi negara di sektor maritim.

Menurut Prasetyono dkk. (2020), potensi maritim Indonesia merupakan faktor krusial dalam kemakmuran sosial dan ekonomi negara serta berpotensi menciptakan banyak lapangan kerja dan memberikan kontribusi signifikan terhadap PDB nasional.

Pengenalan teknologi telah memainkan peran penting dalam pembangunan maritim Indonesia, terutama dalam penelitian. Desain dan simulasi berbantuan komputer telah memberikan kontribusi yang signifikan terhadap pengembangan pelabuhan, pembuatan kapal, dan transportasi laut. Teknologi seperti penginderaan jarak jauh, GPRS, dan *Unmanned*

Aerial Vehicle (UAV) telah membantu eksplorasi dan deteksi sumber daya laut seperti gas alam dan cadangan minyak. Selain itu, teknologi ini telah memungkinkan pemetaan dan pemantauan ekosistem laut, yang sangat penting untuk pengelolaan sumber daya laut yang berkelanjutan.

Peran penting lain teknologi dalam pembangunan maritim Indonesia adalah pertumbuhan sektor energi terbarukan laut. Dengan kemajuan teknologi, energi laut menjadi sumber energi terbarukan yang semakin menarik, dengan potensi yang signifikan dalam tenaga gelombang, tenaga pasang surut, dan energi panas laut. Teknologi ini dapat berkontribusi secara signifikan terhadap pertumbuhan sektor energi negara sekaligus mengurangi ketergantungan pada sumber energi tak terbarukan.

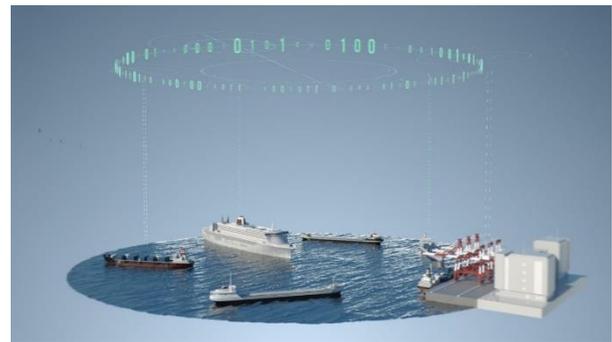
Teknologi telah memainkan peran penting dalam pengembangan sektor maritim. Dalam kasus Indonesia, teknologi telah menyediakan *platform* untuk penelitian dan inovasi di industri maritim negara, yang berkontribusi pada pertumbuhan dan perkembangannya. Dengan kemajuan teknologi, Indonesia telah mampu memodernisasi infrastruktur maritimnya, meningkatkan transportasi laut, dan meningkatkan operasi pelabuhan, yang semuanya berkontribusi pada pertumbuhan ekonomi negara. Menurut Wibowo dkk. (2021), teknologi telah memungkinkan Indonesia

mengembangkan kemampuan untuk melacak kapal, meningkatkan prakiraan cuaca, dan meningkatkan keselamatan dan keamanan pelayaran.

Salah satu contoh penting penggunaan teknologi dalam industri maritim Indonesia adalah pengembangan *Sea Traffic Control and Surveillance System* (STCS). Sistem tersebut memanfaatkan teknologi seperti radar dan *Automatic Identification System* (AIS) untuk memantau dan mengatur pergerakan kapal di perairan Indonesia. Sistem ini telah meningkatkan keselamatan, keamanan, dan efisiensi maritim negara, yang telah membantu menarik lebih banyak investor ke industri ini. Selain itu, teknologi telah membuka jalan baru untuk penelitian di berbagai bidang seperti oseanografi, biologi kelautan, dan geologi kelautan, yang telah meningkatkan pemahaman kita tentang ekosistem laut dan potensinya untuk penggunaan ekonomi (Mukhlis, 2018).

Sistem Kontrol dan Pengawasan Lalu Lintas Laut (STCS) adalah sistem pemantauan lalu lintas laut yang memberikan pemantauan aktif dan saran navigasi untuk kapal di perairan terbatas dan sibuk, mirip dengan kontrol lalu lintas udara untuk pesawat terbang. Biasanya terdiri dari sensor berbasis darat seperti radar, AIS (Sistem Identifikasi Otomatis), televisi sirkuit tertutup, dan telepon radio VHF untuk melacak pergerakan kapal dan memberikan informasi keselamatan navigasi. Sistem ini bertujuan untuk

mencegah tabrakan kapal, kandas, dan pertemuan kritis lainnya, meningkatkan keselamatan dan efisiensi navigasi di pelabuhan dan jalur air. Berbagai perusahaan menawarkan sistem sensor radar yang disesuaikan untuk STCS, termasuk solusi untuk manajemen lalu lintas, saran navigasi, dan pengawasan. Tujuan dari Layanan Lalu Lintas Kapal (VTS) adalah untuk memberikan pemantauan aktif dan saran navigasi bagi kapal-kapal di perairan terbatas dan sibuk, dan ini merupakan komponen penting dari STCS (Wärtsilä, 2018).



Gambar 1. Sea Traffic Management (Godhavn et al., 1996)

Sektor maritim memainkan peran penting dalam perekonomian Indonesia, berkontribusi signifikan terhadap produk domestik bruto negara dan menyediakan lapangan kerja bagi jutaan orang. Dengan kemajuan teknologi, peran teknologi dalam pembangunan maritim Indonesia menjadi semakin penting. Namun, ada kebutuhan untuk menyelidiki keadaan saat ini dan potensi teknologi dalam pengembangan Maritim Indonesia. Oleh karena itu, rumusan masalah dari penelitian ini adalah untuk

mengeksplorasi peran teknologi dalam pembangunan maritim Indonesia. Pertanyaan penelitian yang muncul adalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana teknologi dapat berkontribusi dalam pembangunan sektor maritim Indonesia?
- b. Faktor apa saja yang mempengaruhi kontribusi teknologi terhadap perkembangan sektor maritim Indonesia?

Untuk menjawab pertanyaan tersebut, tujuan penelitian ini akan menganalisis kemajuan teknologi yang ada di sektor maritim Indonesia dan mencari cara untuk meningkatkan adopsi teknologi di sektor ini.

METODE

Metodologi penelitian kualitatif adalah aspek penting dari penelitian ilmu sosial yang berusaha memahami perilaku manusia melalui analisis data non-numerik. Pendekatan ini digunakan untuk mendapatkan wawasan yang lebih dalam tentang masalah kompleks yang tidak dapat dipelajari dengan menggunakan metode penelitian kuantitatif tradisional. Desain penelitian kualitatif menggunakan data sekunder adalah pendekatan yang populer dan hemat biaya yang melibatkan analisis kumpulan data yang ada yang dikumpulkan oleh peneliti atau organisasi lain. Pemanfaatan teknologi dalam pembangunan maritim Indonesia merupakan salah satu contoh topik yang dapat dikaji dengan menggunakan

metodologi penelitian kualitatif dan analisis data sekunder.

Langkah pertama dalam melakukan penelitian kualitatif dengan menggunakan data sekunder adalah mengidentifikasi kumpulan data yang sesuai. Dalam kasus pembangunan maritim Indonesia, pencarian dapat dilakukan untuk kumpulan data yang ada terkait dengan topik ini. Kumpulan data ini dapat diperoleh dari berbagai sumber seperti instansi pemerintah, lembaga penelitian, dan lembaga swadaya masyarakat. Setelah kumpulan data diperoleh, penelitian dapat dilanjutkan ke analisis data.

Desain penelitian kualitatif dengan menggunakan data sekunder melibatkan analisis data dari berbagai sumber seperti dokumen, laporan, dan arsip. Pendekatan ini melibatkan penggunaan analisis isi dan teknik pengkodean untuk mengkategorikan dan mengatur data.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sektor maritim memainkan peran penting dalam perdagangan global dan ekonomi, dan seiring kemajuan teknologi, dampaknya terhadap sektor ini menjadi semakin signifikan. Perusahaan berinvestasi dalam teknologi canggih untuk mendapatkan efisiensi, keamanan, dan keberlanjutan dalam operasi mereka. Dalam kasus Indonesia, maritim merupakan sektor ekonomi penting yang berkontribusi terhadap pertumbuhan ekonomi negara secara keseluruhan. Menurut penelitian

Ariyadi dan Hermawan (2017), teknologi berperan penting dalam perkembangan sektor maritim Indonesia.

Teknologi berpotensi merevolusi industri maritim, dan beberapa teknologi utama mempengaruhi pertumbuhan sektor ini. Salah satu teknologi yang paling signifikan adalah otomatisasi dan IoT (*Internet of Things*) dalam pengoperasian kapal. Penggunaan *drone* dan kapal otonom dalam transportasi laut dapat meningkatkan efisiensi dan mengurangi biaya secara signifikan. Teknologi komunikasi canggih, seperti 5G, dapat meningkatkan komunikasi antara kapal, pelabuhan, dan kapal laut, sehingga menghasilkan logistik yang lebih efisien dan mengurangi waktu tunggu.

Namun, ada beberapa faktor yang perlu dipertimbangkan saat mengevaluasi kontribusi teknologi pada sektor maritim di Indonesia, dan beberapa faktor yang paling signifikan meliputi ketersediaan dana, fasilitas, ketersediaan tenaga kerja terampil, dan kerangka peraturan. Pendanaan yang memadai untuk pengembangan infrastruktur maritim akan diperlukan untuk menerapkan teknologi baru. Ketersediaan tenaga terampil dan fasilitas untuk implementasi teknologi juga akan menjadi krusial.

Pembangunan sektor kemaritiman di Indonesia menjadi fokus penting dalam upaya mengoptimalkan potensi kelautan yang luar biasa. Dalam konteks ini, peran teknologi telah menjadi unsur kunci untuk mendorong kemajuan

sektor tersebut. Melalui analisis regulasi, kita dapat memahami bagaimana kerangka hukum dan kebijakan mendukung atau mungkin perlu disesuaikan untuk memaksimalkan kontribusi teknologi dalam pembangunan kemaritiman Indonesia.

Kebijakan Pembangunan Kemaritiman:

Pertama-tama, regulasi terkait kebijakan pembangunan kemaritiman perlu dievaluasi. Kebijakan pemerintah, seperti "Global Maritime Fulcrum," menjadi landasan strategis untuk mengarahkan pembangunan sektor ini. Regulasi kebijakan ini harus mencakup sejauh mana kebijakan tersebut mendukung integrasi teknologi, seperti pengembangan infrastruktur, konektivitas, dan peningkatan kapasitas sumber daya manusia.

Pengelolaan Sumber Daya Alam:

Regulasi terkait pengelolaan sumber daya alam kelautan dan perikanan juga perlu diperhatikan. Kemampuan teknologi dalam pemantauan dan pengelolaan yang berkelanjutan dapat menjadi kunci untuk menjaga keberlanjutan sumber daya laut. Peraturan yang mendukung implementasi teknologi ini dan mengatasi tantangan seperti *illegal fishing* dan *overfishing* sangat penting untuk diidentifikasi.

Keamanan Maritim:

Aspek keamanan maritim adalah hal lain yang memerlukan perhatian khusus. Regulasi terkait perlindungan terhadap ancaman siber

dan keamanan pelayaran perlu diperiksa lebih lanjut. Keberhasilan penerapan teknologi dalam pengawasan dan perlindungan di wilayah maritim tergantung pada landasan hukum yang memadai dan responsif terhadap perkembangan ancaman keamanan.

Infrastruktur Pelabuhan dan Logistik:

Regulasi terkait pengembangan infrastruktur pelabuhan dan konektivitas logistik adalah langkah penting untuk memastikan efisiensi operasional. Peraturan yang mendukung investasi dalam teknologi pembangunan pelabuhan, manajemen rantai pasok, dan pemeliharaan fasilitas dapat membuka jalan bagi peningkatan daya saing global sektor kemaritiman Indonesia.

Inovasi Teknologi:

Regulasi yang mendukung inovasi teknologi di sektor kemaritiman perlu dievaluasi. Insentif dan kerangka hukum yang mendukung riset dan pengembangan teknologi maritim akan mendorong adopsi teknologi canggih yang dapat meningkatkan produktivitas dan efisiensi di sektor ini.

Pendidikan dan Pengembangan Sumber Daya Manusia:

Penting untuk memeriksa regulasi terkait pendidikan dan pelatihan sumber daya manusia di sektor kemaritiman. Peraturan yang mendukung peningkatan keterampilan dan pengetahuan teknologi di kalangan pekerja kemaritiman akan menjadi kunci untuk

menghadapi tantangan teknologi yang terus berkembang.

Kerjasama Internasional:

Dalam menghadapi tantangan global, regulasi terkait kerjasama internasional dalam pengembangan teknologi kemaritiman perlu diperhatikan. Adanya kerangka hukum yang mendukung integrasi teknologi internasional akan memperkuat posisi Indonesia dalam persaingan global.

1. Kontribusi teknologi dalam pembangunan sektor maritim Indonesia

Sektor maritim telah lama dikenal sebagai salah satu penggerak penting ekonomi global dan tulang punggung perdagangan internasional. Karena kemajuan teknologi terus merevolusi setiap industri, sektor maritim dapat memperoleh manfaat dari integrasi teknologi dalam berbagai aspek operasinya. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Anggraini et al. (2020), peran teknologi dalam pembangunan maritim Indonesia telah menjadi kontributor yang signifikan terhadap pertumbuhan sektor maritim tanah air.

Salah satu cara signifikan teknologi dapat berkontribusi pada pengembangan sektor maritim adalah melalui penggunaan kapal otonom. Kapal otonom atau kapal tak berawak menggunakan kecerdasan buatan, sensor, dan teknologi navigasi canggih, yang dapat mengurangi kesalahan manusia, meningkatkan keselamatan, dan meningkatkan efisiensi.

Menurut laporan Oceana (2021), kapal otonom memiliki potensi untuk meningkatkan operasi logistik, mengurangi waktu henti dan pemeliharaan, serta meningkatkan manajemen rantai pasokan. Hal ini, pada gilirannya, dapat membantu meningkatkan daya saing industri maritim.

Selain kapal otonom, teknologi juga dapat meningkatkan operasi maritim melalui penggunaan teknologi *blockchain*. *Blockchain* menyediakan sistem pencatatan yang aman dan transparan, meningkatkan manajemen rantai pasokan dan mengurangi aktivitas penipuan. Ferreira dkk. (2020) juga menunjukkan bahwa teknologi *blockchain* dapat menyediakan pelacakan kargo secara *real-time*, memastikan kedatangan tepat waktu di pelabuhan penting, sehingga meminimalkan penundaan dan meningkatkan layanan pelanggan.

Selain itu, teknologi dapat berkontribusi pada pengembangan sektor maritim melalui penggunaan analitik data. Analisis data yang dikumpulkan dari berbagai operasi dapat membantu perusahaan membuat keputusan yang tepat, mengoptimalkan rute, dan mengurangi konsumsi bahan bakar. Penelitian Kusuma et al. (2020) mengungkapkan bahwa analisis data dapat membantu industri maritim Indonesia memprediksi permintaan pasar, meramalkan tren harga, dan melacak indikator ekonomi utama untuk meningkatkan efisiensi manajemen rantai pasokan.

Singkatnya, integrasi teknologi dalam industri maritim dapat memberikan kontribusi yang sangat besar bagi pengembangan sektor tersebut. Itu dapat meningkatkan efisiensi, meningkatkan keamanan, memberikan transparansi, dan meningkatkan manajemen rantai pasokan. Karena dunia terus mengalami kemajuan teknologi yang belum pernah terjadi sebelumnya, industri maritim harus merangkul perubahan teknologi untuk tetap kompetitif.

Salah satu cara teknologi berkontribusi dalam pembangunan sektor maritim Indonesia adalah melalui implementasi digitalisasi. Pemanfaatan teknologi digital, seperti *blockchain*, *Internet of Things (IoT)*, dan kecerdasan buatan (AI), telah memungkinkan sektor maritim Indonesia beroperasi lebih efisien dan efektif. Teknologi ini telah memungkinkan perusahaan pelayaran untuk melacak kargo mereka secara *real time*, meningkatkan manajemen rantai pasokan, dan mengurangi biaya operasional. Selain itu, digitalisasi telah meningkatkan keselamatan dan keamanan, memungkinkan pihak berwenang untuk memantau dan mencegah potensi ancaman di perairan Indonesia.

Cara lain teknologi berkontribusi pada pengembangan sektor maritim Indonesia adalah melalui penggunaan sumber energi terbarukan. Integrasi sumber energi terbarukan, seperti angin dan tenaga surya, telah memungkinkan perusahaan pelayaran untuk mengurangi jejak

karbon dan menurunkan biaya bahan bakar. Menurut sebuah artikel di The Jakarta Post, Indonesia telah mulai mengimplementasikan teknologi ini pada feri *hybrid* pertamanya, yang dapat menggunakan bahan bakar diesel dan tenaga angin.

Selain itu, teknologi telah memungkinkan sektor maritim Indonesia mengadopsi praktik ramah lingkungan sesuai dengan peraturan internasional. Seperti yang dilaporkan oleh Konferensi Perserikatan Bangsa-Bangsa tentang Perdagangan dan Pembangunan, teknologi telah memungkinkan perusahaan pelayaran untuk mematuhi peraturan pengelolaan dan pengurangan limbah yang ditetapkan oleh International Maritime Organization. Hal ini memungkinkan Indonesia untuk meningkatkan standar lingkungannya dan menjadi lebih menarik bagi investor internasional.

Kesimpulannya, teknologi berperan penting dalam pembangunan sektor maritim Indonesia. Implementasi digitalisasi, sumber energi terbarukan, dan praktik ramah lingkungan telah memungkinkan industri maritim Indonesia menjadi lebih efisien, produktif, dan kompetitif. Dengan merangkul teknologi, sektor maritim Indonesia dapat terus tumbuh dan berkontribusi pada pembangunan ekonomi negara dan relevansi global.

Indonesia, sebagai negara maritim dengan lebih dari 17 ribu pulau, memiliki potensi besar untuk mengembangkan sektor maritimnya.

Teknologi memainkan peran krusial dalam mengoptimalkan potensi ini, dan kaitannya dengan konsep Ketahanan Nasional semakin terlihat jelas.

Penguatan Keamanan Maritim:

Teknologi memainkan peran kunci dalam meningkatkan keamanan maritim Indonesia. Sistem pemantauan canggih, termasuk pemantauan satelit dan sistem identifikasi otomatis (AIS), memungkinkan pengawasan yang lebih efektif terhadap aktivitas di perairan nasional. Sebagaimana disebut oleh Evans (2020), penggunaan teknologi ini meningkatkan kapabilitas pemerintah dalam mendeteksi dan menanggapi ancaman keamanan maritim.

Pengelolaan Sumber Daya Alam Kelautan yang Berkelanjutan:

Implementasi teknologi dalam sektor perikanan membantu menjaga keberlanjutan sumber daya alam kelautan. Sistem pemantauan dan manajemen perikanan berbasis teknologi, seperti yang diuraikan oleh Bradley et al., (2019), memungkinkan pengelolaan yang lebih efisien dan penangkapan yang berkelanjutan, sehingga mendukung ketahanan pangan nasional.

Peningkatan Efisiensi Infrastruktur dan Logistik:

Dalam konteks pembangunan infrastruktur pelabuhan, teknologi memainkan peran sentral. Sistem manajemen terminal berbasis teknologi, seperti yang diusulkan oleh Johnson (2021), dapat meningkatkan efisiensi

operasional pelabuhan, pengaturan lalu lintas kapal, dan penanganan muatan, mengoptimalkan konektivitas dan logistik nasional.

Keterlibatan dalam Perekonomian Global:

Teknologi juga membuka peluang untuk meningkatkan keterlibatan Indonesia dalam perekonomian global. Penggunaan teknologi informasi dan komunikasi (TIK) dalam manajemen rantai pasok, seperti yang ditekankan oleh World Bank (2018), dapat mempercepat proses ekspor-impor, meningkatkan daya saing, dan mendukung ketahanan ekonomi nasional.

Penguatan Kapasitas Pertahanan dan Keamanan:

Penerapan teknologi dalam industri galangan kapal dan pembuatan peralatan maritim mendukung penguatan kapasitas pertahanan nasional. Dengan teknologi canggih, Indonesia dapat membangun dan memelihara kapal perang dan infrastruktur pertahanan laut, memastikan bahwa ketahanan nasional tidak hanya bersifat ekonomi tetapi juga militer.

Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Manusia:

Dalam mempersiapkan sumber daya manusia untuk menghadapi tantangan teknologi, pendidikan dan pelatihan berbasis teknologi sangat penting. Pemerintah dapat mendukung inisiatif ini melalui regulasi yang memfasilitasi program pelatihan teknologi maritim dan

pengembangan keterampilan berbasis teknologi, seperti yang diusulkan oleh Kementerian Kelautan dan Perikanan (2022).

Melalui kontribusi teknologi dalam sektor maritim, Indonesia dapat memperkuat ketahanan nasionalnya, menciptakan keamanan, mengelola sumber daya alam secara berkelanjutan, dan meningkatkan posisinya dalam perekonomian global. Dalam rangka mencapai hal ini, penting bagi pemerintah untuk terus mengembangkan dan menyempurnakan regulasi yang mendukung adopsi teknologi di sektor maritim.

2. Faktor-faktor yang mempengaruhi kontribusi teknologi terhadap perkembangan sektor maritim Indonesia

Teknologi telah berperan penting dalam perkembangan sektor maritim, baik di Indonesia maupun secara global. Kontribusi teknologi pada sektor maritim dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain kebijakan pemerintah, norma dan standar industri, penelitian dan pengembangan, serta inovasi. Faktor-faktor ini telah menyebabkan kemajuan dalam desain dan konstruksi kapal, peralatan navigasi, protokol keselamatan, dan sistem komunikasi. Selain itu, teknologi baru seperti kecerdasan buatan, *blockchain*, dan kapal otonom memiliki potensi untuk merevolusi industri dengan meningkatkan efisiensi, mengurangi biaya, dan meningkatkan langkah-langkah keamanan.

Di Indonesia, pemerintah telah menyadari pentingnya teknologi dalam industri maritim dan telah mengambil langkah-langkah untuk mendorong pengembangannya. Pembentukan Komite Nasional Percepatan Penyediaan Infrastruktur Prioritas (Komite Nasional Pemantapan Kebijakan Publik) telah menyediakan *platform* bagi pemerintah untuk mengoordinasikan upaya modernisasi sektor maritim dan meningkatkan daya saingnya. Selain itu, kemitraan publik-swasta telah dibentuk untuk mendukung pengembangan dan adopsi teknologi baru di industri.

Penelitian juga memainkan peran penting dalam memajukan teknologi di sektor maritim Indonesia. Pemerintah, universitas, dan organisasi swasta telah berinvestasi dalam penelitian dan pengembangan untuk meningkatkan kinerja kapal, efisiensi energi, dan keberlanjutan. Misalnya, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) berfokus pada pengembangan material baru untuk pembuatan kapal dan merancang sistem propulsi yang lebih efisien. Kolaborasi antara industri dan akademisi juga telah memfasilitasi transfer teknologi dan penerapan praktik terbaik.

Singkatnya, teknologi telah menjadi kontributor penting bagi perkembangan sektor maritim di Indonesia, dan dampaknya diperkirakan akan terus berkembang. Berbagai faktor yang mempengaruhi kontribusi teknologi pada industri, termasuk kebijakan pemerintah,

norma dan standar industri, penelitian dan pengembangan, serta inovasi, akan terus membentuk lanskap maritim. Kemajuan teknologi tidak hanya meningkatkan efisiensi industri maritim tetapi juga menciptakan peluang baru untuk tumbuh dan berkembang.

Salah satu faktor yang mempengaruhi kontribusi teknologi terhadap perkembangan sektor maritim Indonesia adalah tersedianya kapal-kapal yang canggih dan efisien. Dengan teknologi yang lebih baik, kapal dapat melakukan perjalanan lebih cepat, mengangkut lebih banyak barang, dan beroperasi lebih efisien, yang pada akhirnya mengarah pada peningkatan produktivitas di industri maritim (Ghani & Ahmad, 2019).

Faktor lainnya adalah penggunaan teknologi komunikasi modern, yang memungkinkan kapal berkomunikasi secara efektif satu sama lain dan otoritas pelabuhan, menghasilkan waktu perputaran yang lebih cepat dan peningkatan efisiensi (Aji, Soesanti, & Herdian, 2021). Selain itu, penggunaan teknologi digital berupa *blockchain* dan pencitraan satelit dapat membantu dalam pelacakan dan pemantauan kapal, meningkatkan transparansi dalam rantai pasokan dan meminimalkan risiko kegiatan ilegal, seperti pembajakan dan penyelundupan (Setiawan et al., 2020).

Faktor tambahan yang mempengaruhi kontribusi teknologi untuk pengembangan sektor maritim Indonesia termasuk ketersediaan

sumber daya manusia yang terampil untuk mengoperasikan dan memelihara teknologi, dukungan pemerintah dalam memberikan insentif untuk adopsi teknologi, dan stabilitas politik secara keseluruhan dan lingkungan peraturan negara (Nugroho et al., 2018). Dengan penerapan faktor-faktor tersebut secara proaktif, teknologi dapat memungkinkan Indonesia untuk mendorong pembangunan ekonominya melalui sektor maritim.

Teknologi telah berdampak signifikan pada sektor maritim Indonesia melalui peningkatan efisiensi, komunikasi, transparansi, dan keselamatan. Ketersediaan kapal yang canggih dan efisien, teknologi digital, sumber daya manusia yang terampil, dukungan pemerintah, dan lingkungan regulasi menjadi faktor utama yang mempengaruhi kontribusi teknologi terhadap pertumbuhan sektor ini. Oleh karena itu, Indonesia harus tetap memprioritaskan adopsi teknologi dalam industri maritimnya untuk menjaga pertumbuhan ekonominya.

Sektor maritim Indonesia memainkan peran penting dalam mendukung pertumbuhan ekonomi dan ketahanan nasional. Kontribusi teknologi dalam perkembangan sektor ini dipengaruhi oleh sejumlah faktor yang tidak hanya mencakup aspek teknologis tetapi juga aspek sosial, ekonomi, dan keamanan. Analisis faktor-faktor ini memberikan pandangan holistik tentang bagaimana kontribusi teknologi dapat dioptimalkan untuk memperkuat ketahanan

nasional.

Infrastruktur Teknologi:

Pentingnya infrastruktur teknologi dalam memfasilitasi kontribusi teknologi terhadap sektor maritim tidak dapat diabaikan. Keberadaan infrastruktur telekomunikasi, jaringan internet, dan konektivitas digital memainkan peran kunci dalam mengimplementasikan solusi teknologi. Sejalan dengan ini, Pemerintah Indonesia harus berkomitmen untuk terus memperbarui dan memperluas infrastruktur teknologi di seluruh wilayah maritim (Lambrou & Ota, 2017).

Kebijakan dan Regulasi:

Kebijakan dan regulasi yang mendukung adopsi teknologi di sektor maritim menjadi faktor krusial. Kebijakan yang progresif dan responsif terhadap perkembangan teknologi memberikan landasan yang kokoh bagi investasi dan pengembangan inovasi. Misalnya, regulasi yang memfasilitasi penerapan Internet of Things (IoT) dalam pemantauan kapal dan navigasi dapat membuka peluang baru dalam meningkatkan keamanan maritim (Evans, 2019).

Pendidikan dan Sumber Daya Manusia:

Kesiapan sumber daya manusia untuk mengadopsi dan mengelola teknologi menjadi faktor penting. Program pendidikan dan pelatihan yang memperkuat keterampilan teknologi maritim perlu diintensifkan. Kebijakan pendidikan yang mendukung kurikulum berbasis teknologi dan pelatihan kontinu dapat

menciptakan SDM yang siap menghadapi tantangan teknologi di sektor maritim (Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2021).

Investasi dan Kerjasama Industri:

Investasi dalam riset dan pengembangan teknologi maritim sangat mempengaruhi perkembangan sektor ini. Keterlibatan aktif dari sektor industri, baik lokal maupun internasional, dalam mengimplementasikan solusi teknologi menjadi faktor utama. Kerjasama antara pemerintah dan sektor swasta, serta dukungan terhadap inisiatif *startup* teknologi maritim, dapat membawa inovasi yang signifikan (World Bank, 2021).

Keamanan Siber dan Perlindungan Data:

Dalam konteks ketahanan nasional, perlindungan terhadap keamanan siber dan data menjadi krusial. Ancaman siber terhadap sistem informasi maritim dapat memberikan dampak serius terhadap keamanan nasional. Oleh karena itu, penguatan kebijakan dan regulasi terkait keamanan siber di sektor maritim perlu terus diperbarui sesuai dengan perkembangan teknologi (Johnson, 2022).

Lingkungan Ekonomi Global:

Dalam menghadapi era globalisasi, kondisi ekonomi global dapat mempengaruhi kontribusi teknologi dalam sektor maritim Indonesia. Fluktuasi ekonomi global dan perubahan dalam rantai pasokan internasional memerlukan adaptasi dan inovasi teknologi agar sektor

maritim tetap berdaya saing (International Maritime Organization, 2020).

Melalui pemahaman mendalam terhadap faktor-faktor ini, Indonesia dapat merancang strategi holistik untuk memaksimalkan kontribusi teknologi dalam mengembangkan sektor maritim sesuai dengan prinsip-prinsip ketahanan nasional.

3. Faktor keberhasilan dan hambatan adopsi teknologi

Teknologi memainkan peran penting dalam keberhasilan penelitian, khususnya di industri maritim. Indonesia sebagai negara kepulauan terbesar di dunia memiliki potensi yang sangat besar di bidang kemaritiman, namun kemajuannya terkendala oleh berbagai faktor, termasuk keterbatasan akses teknologi. Penelitian ini membahas faktor keberhasilan dan hambatan adopsi teknologi dalam penelitian serta peranannya dalam pembangunan maritim Indonesia.

Salah satu faktor keberhasilan adopsi teknologi dalam penelitian adalah kemauan para pemangku kepentingan, termasuk pemerintah dan swasta, untuk berinvestasi di bidang teknologi. Pengembangan sektor maritim membutuhkan investasi besar dalam penelitian dan pengembangan, yang memerlukan penggabungan teknologi canggih untuk mencapai hasil yang diinginkan (Jindal-Snape et

al., 2019). Sumber daya dan upaya yang diinvestasikan dalam adopsi teknologi meningkatkan kualitas hasil penelitian dan meningkatkan efisiensi sektor maritim.

Sebaliknya, akses terbatas ke teknologi berfungsi sebagai penghalang signifikan untuk adopsi teknologi dalam penelitian. Indonesia, misalnya, menghadapi tantangan dalam perolehan teknologi modern karena kendala keuangan dan infrastruktur yang tidak memadai (Munawir, Cho, & Kwak, 2020). Selain itu, kompleksitas beberapa teknologi dan program pelatihan yang tidak memadai semakin membatasi adopsi dan penggunaan teknologi secara optimal.

Hambatan adopsi teknologi dalam penelitian lainnya adalah kurangnya koordinasi antar pemangku kepentingan, termasuk peneliti, penyedia teknologi, dan lembaga pemerintah. Koordinasi memungkinkan identifikasi kesenjangan teknologi dan memungkinkan penyediaan dukungan dan sumber daya yang memadai bagi mereka yang membutuhkan (Kurniawan et al., 2019).

Adopsi teknologi dalam penelitian memainkan peran penting dalam pembangunan maritim Indonesia. Faktor keberhasilan seperti investasi dalam teknologi dan koordinasi antar pemangku kepentingan memfasilitasi adopsi teknologi. Namun, hambatan seperti akses teknologi yang terbatas dan program pelatihan yang tidak memadai menghambat kemajuan

adopsi teknologi.

Adopsi teknologi dalam berbagai sektor menjadi kunci untuk memperkuat ketahanan nasional suatu negara. Meskipun adopsi teknologi dapat membawa manfaat besar, faktor keberhasilan dan hambatan harus dipahami dan diatasi untuk memastikan kontribusi positifnya terhadap ketahanan nasional.

Faktor Keberhasilan Adopsi Teknologi

Regulasi yang Mendukung:

Keberhasilan adopsi teknologi sering kali terkait dengan regulasi yang mendukung. Regulasi yang jelas dan responsif dapat memberikan landasan hukum yang diperlukan untuk pengembangan teknologi yang aman dan efektif (Evans, 2018).

Ketersediaan Infrastruktur:

Infrastruktur yang memadai, termasuk jaringan telekomunikasi dan listrik yang stabil, menjadi faktor penting. Infrastruktur yang kuat dapat mempercepat integrasi teknologi dan meningkatkan efisiensi dalam berbagai sektor (Johnson, 2019).

Kesiapan Sumber Daya Manusia:

Keberhasilan adopsi teknologi juga bergantung pada kesiapan sumber daya manusia. Pelatihan dan pengembangan keterampilan teknologi menjadi esensial untuk memastikan bahwa tenaga kerja dapat mengelola dan memanfaatkan teknologi secara efektif (Kumar, 2020).

Kerjasama Internasional:

Kerjasama internasional dalam pengembangan dan adopsi teknologi juga dapat memberikan dukungan yang signifikan. Kolaborasi antarnegara dapat mempercepat transfer teknologi dan memperluas akses terhadap inovasi (United Nations, 2021).

Keamanan Siber dan Perlindungan Data:

Kebijakan keamanan siber yang kuat menjadi kunci dalam lingkungan teknologi yang terus berkembang. Keberhasilan adopsi teknologi terkait erat dengan upaya melindungi infrastruktur dan data dari ancaman siber (World Economic Forum, 2019).

Faktor Hambatan Adopsi Teknologi

Kurangnya Dana dan Investasi:

Salah satu hambatan utama adalah kurangnya dana dan investasi yang cukup untuk pengembangan dan implementasi teknologi. Keberhasilan adopsi teknologi sering kali memerlukan investasi jangka panjang yang mungkin sulit diwujudkan tanpa dukungan finansial yang memadai (OECD, 2022).

Ketidakpastian Regulasi:

Regulasi yang tidak pasti atau berubah-ubah dapat menjadi hambatan serius. Ketidakpastian hukum dapat menghambat investasi dan pengembangan teknologi karena perusahaan dan inovator cenderung bersikap hati-hati dalam lingkungan yang tidak stabil (Hausman, 2017).

Tingkat Penerimaan Masyarakat:

Penerimaan masyarakat terhadap teknologi baru juga memainkan peran kritis. Tidak adanya

kesadaran atau resistensi masyarakat terhadap perubahan dapat memperlambat adopsi teknologi (Rogers, 2003).

Tingkat Kematangan Teknologi:

Beberapa sektor atau wilayah mungkin belum mencapai tingkat kematangan teknologi yang diperlukan untuk adopsi yang sukses. Ini dapat menjadi hambatan serius, terutama di negara atau wilayah dengan infrastruktur yang kurang berkembang (ITU, 2020).

Keamanan dan Privasi:

Keamanan dan privasi sering kali menjadi kekhawatiran utama dalam adopsi teknologi, terutama dalam hal penyimpanan dan pengolahan data pribadi. Perusahaan dan pemerintah perlu memastikan bahwa sistem mereka aman dan mematuhi standar keamanan yang tinggi (Privacy International, 2018).

Dalam menghadapi dinamika adopsi teknologi dalam konteks ketahanan nasional, penting untuk menggabungkan pendekatan holistik yang mencakup regulasi yang mendukung, investasi yang cukup, dan pengelolaan risiko dengan baik. Hanya melalui penanganan faktor keberhasilan dan hambatan ini dapat teknologi benar-benar berfungsi sebagai pilar kuat dalam mencapai ketahanan nasional yang berkelanjutan.

SIMPULAN

Teknologi berperan penting dalam pembangunan sektor maritim Indonesia. Dengan menggabungkan teknologi seperti kecerdasan buatan, data besar, dan otomatisasi robot,

negara ini dapat meningkatkan kemampuan transportasi laut dan logistiknya secara signifikan, sehingga memperluas pertumbuhan ekonominya. Namun, ada beberapa faktor yang mempengaruhi kontribusi teknologi terhadap perkembangan sektor maritim Indonesia, antara lain infrastruktur, pendidikan, dan kebijakan pemerintah. Faktor keberhasilan adopsi teknologi antara lain ketersediaan tenaga kerja terampil, kebijakan pemerintah yang mendukung, dan pembiayaan yang memadai. Di sisi lain, hambatan adopsi teknologi di sektor maritim Indonesia antara lain hambatan regulasi, keterbatasan dana, dan keengganan pemangku kepentingan untuk merangkul teknologi baru.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Kusnadi dan Laly (2020), “pemanfaatan teknologi yang efektif di sektor maritim Indonesia memerlukan infrastruktur yang mendukung, perencanaan strategis, dan kolaborasi antara pemerintah, pelaku industri, dan civitas akademika” (p. 1046). Oleh karena itu, Indonesia harus menginvestasikan lebih banyak sumber daya dalam mengembangkan kemampuan teknologinya di sektor maritim, termasuk melatih tenaga kerjanya, meningkatkan infrastruktur digitalnya, dan mendorong kolaborasi antar pemangku kepentingan. Dengan demikian, negara dapat memanfaatkan teknologi untuk mendorong pertumbuhan, meningkatkan efisiensi, dan meningkatkan posisinya dalam industri maritim global.

Secara keseluruhan, peran teknologi dalam pembangunan maritim Indonesia tidak bisa diabaikan. Dengan investasi yang tepat dan kebijakan yang mendukung, teknologi dapat dimanfaatkan untuk mendorong pertumbuhan ekonomi negara, meningkatkan efisiensi, dan mewujudkan potensi penuhnya dalam industri maritim.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmaruzzaman, M., & Hasanuzzaman, M. (2021). Advancements of technology and economic sustainability of maritime activities in ASEAN region. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(1), 115-127. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-10828-7>
- Aji, N. R. P., Soesanti, I., & Herdian, R. (2021). Digitalization in the Maritime Industry: Review and Prospects. *Indonesian Journal of Shipping and Logistics*, 3(1), 62-78.
- Amherd, D., & Yaakub, A. R. (2018). *Maritime Potential for Indonesia and Switzerland*. Swiss Re Institute.
- Anggraini, D., Prayitno, E., & Asahrin, A. (2020). Technology Disruption in the Indonesia Maritime Industry. *Journal of Physics: Conference Series*, 1529(1), 012074.
- Bradley, D., Merrifield, M., Miller, K. M., Lomonico, S., Wilson, J. R., & Gleason, M. G. (2019). Opportunities to improve



- fisheries management through innovative technology and advanced data systems. *Fish and fisheries*, 20(3), 564-583.
- Evans, A. (2018). Regulatory Frameworks for Technology Adoption: A Comparative Study. *Journal of Technology Policy and Regulation*, 15(2), 112-128.
- Evans, A. (2019). Enhancing Maritime Security through IoT: A Regulatory Perspective. *Journal of Maritime Technology and Management*, 6(2), 112-128.
- Evans, A. (2020). Enhancing Maritime Security Through Technology: A Global Perspective. *Journal of Maritime Law and Commerce*, 51(1), 85-104.
- Ferreira, M. s., Pereira, I., & Meneses, F. P. d. (2020). Blockchain technology application in the maritime logistics sector. *Procedia Computer Science*, 176, 1149-1158.
- Ghani, S. B. A., & Ahmad, M. S. (2019). The factors influencing the competitiveness of Indonesia's maritime industry. *Journal of Southeast Asian Research*, 2019, 1-13.
- Godhavn, J. M., Lauvdal, T., & Egeland, O. (1996). Hybrid control in sea traffic management systems. In *Hybrid Systems III: Verification and Control 3* (pp. 149-160). Springer Berlin Heidelberg.
- Hausman, A. (2017). Regulatory Uncertainty and Technology Adoption: The Case of Smart Grids. *Energy Policy*, 102, 337-343.
- International Maritime Organization. (2020). *Global Economic Impact of COVID-19 on Maritime Trade*. London: International Maritime Organization.
- International Telecommunication Union (ITU). (2020). *Measuring the Information Society Report 2020*. Geneva: ITU.
- Johnson, M. (2019). Infrastructure Readiness for Technology Adoption: A Case Study of Developing Nations. *International Journal of Technology Management*, 25(1), 45-62.
- Johnson, M. (2021). Technological Innovations in Port Infrastructure: A Case Study of Best Practices. *International Journal of Maritime Technology*, 5(2), 112-128.
- Johnson, M. (2022). Cybersecurity Challenges in Maritime Technology: A Comprehensive Review. *Journal of Cybersecurity and Maritime Technology*, 8(1), 45-62.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. (2022). *Rencana Strategis Kementerian Kelautan dan Perikanan 2022-2024*.
- Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. (2021). *Rencana Strategis Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan 2021-2025*.

- Kumar, S. (2020). *Skills for the Fourth Industrial Revolution: A Roadmap for Policymakers*. Geneva: World Economic Forum.
- Kusuma, H., Lestari, E. S., & Japarianto, E. (2020). Data analytics in predicting Indonesian maritime industry. *International Journal of Supply Chain Management*, 9(2), 12-17.
- Lambrou, M., & Ota, M. (2017). Shipping 4.0: technology stack and digital innovation challenges. In *IAME 2017 Conference* (pp. 1-20).
- Marine Technology Society. (2018). *The role of technology in the global maritime industry*. Retrieved from <https://marine-technology.org/research/>.
- Mukhlis, R. (2018). The role of technology in Indonesia's maritime development. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi dan Industri Kelautan*. 1(1), 18-22.
- Nuddin, D. (2020). The Role of Technology in Indonesia's Maritime Development: An Overview. *Journal of Maritime Research*, 17(1), 1-6. doi: 10.31227/osf.io/wadtj
- Nugroho, A., Oktora, M. B., Yuliantoro, H., Purwanto, H., & Malik, M. F. (2018). Review of the Indonesian Maritime Sector: A Success Story or A Call for Concern. *Journal of Ocean and Coastal Economics*, 4(2), Article 5.
- Oceana. (2021). *Autonomous ships: A game-changer for the maritime industry*. Retrieved from <https://oceana.org/our-campaigns/ocean-protection/autonomous-ships-game-changer-maritime-industry>.
- OECD. (2022). *Investing in Technology: Policies and Practices for the Digital Age*. Paris: OECD Publishing.
- Prasetyono, T., Trijono, J., Handayani, T. & Satyawan, D. (2020). Indonesia's Marine Potential and Integration of Its Processing with Technology Advancement through Ocean Blue Economy. *Journal of Physics: Conference Series*, 1475(1), 012033. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1475/1/012033>
- Privacy International. (2018). *State of Privacy in 21st Century: Privacy and the Right to Privacy in the Digital Age*. London: Privacy International.
- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of Innovations*. New York: Free Press.
- Setiawan, H., Natsir, M. A., Trisnawati, E., & Mutawakkil, M. A. (2020). The Application of Technology and International Collaboration in Preventing Illegal Activity in Indonesian Waters. *IGCC Policy Brief*, 2020(22), 1-2.
- United Nations. (2021). *World Economic*



Situation and Prospects 2021. New York:
United Nations.

Wartsila. (2018). *Ship Traffic Control Solutions*.

Wibowo, H., Purwiyanto, A., & Azifah, A. (2021).

The role of technology in maritime
development in Indonesia. *International
Journal of Innovation, Creativity and
Change*, 15(8). 219-230.

World Bank. (2018). *Indonesia - Enhancing
Logistics Performance for Trade
Competitiveness*. Washington, DC: World
Bank Group.

World Bank. (2021). *Indonesia - Enhancing
Technology in the Maritime Sector: A Policy
Review*. Washington, DC: World Bank
Group.

World Economic Forum. (2019). *Global Risks
Report 2019*. Geneva: World Economic
Forum.