

PENERAPAN TEKNOLOGI *ARTIFICIAL INTELLIGENCE* (AI) GUNA Mendukung OPERASIONAL PELABUHAN

Reskyah Fitriani¹⁾, Nisrina Imtiyaz¹⁾, dan Fuad Mahfud Assidiq¹⁾

¹⁾Departemen Teknik Kelautan, Universitas Hasanuddin

Email: reskiyahfitriani@gmail.com

Abstrak

Pelabuhan merupakan sarana transportasi air yang penting baik sungai, danau maupun laut. Sebagai negara kepulauan, peran pelabuhan sangat penting bagi perekonomian Indonesia. Dengan adanya pelabuhan yang memadai akan berperan penting dalam mendukung mobilitas barang dan manusia di Indonesia. Pelabuhan menjadi sarana penghubung terpenting antar pulau dan antar negara. *Artificial Intelligence* (AI) atau Kecerdasan Buatan merupakan teknologi yang dirancang untuk membuat sistem komputer yang mampu meniru kemampuan intelektual manusia. Seiring berkembangnya waktu, potensi permintaan yang meningkat untuk transportasi laut. Pengelolaan peningkatan kargo dan kontainer dengan cara yang efisien dan ramah lingkungan saat ini merupakan tantangan besar bagi operator pelabuhan dan industri logistik. Selain itu, operator pelabuhan tidak hanya menghadapi peningkatan *traffic* kapal yang semakin besar. Di sisi lain, data arus distribusi logistik merupakan hal mutlak yang harus dikelola dengan baik oleh para pemangku dunia maritim. Satu-satunya solusi dari semua permasalahan dan tantangan tersebut adalah dengan memaksimalkan peran teknologi dan sistem informasi berbasis kecerdasan buatan di lingkungan maritim atau yang sering kita sebut dengan *Artificial Intelligence* (AI). Oleh karena itu, Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan mengeksplorasi peran *Artificial Intelligence* (AI) guna mendukung operasional Pelabuhan di Indonesia. Teknologi AI yang berkembang telah memungkinkan industri pelabuhan mengumpulkan sejumlah besar data untuk mengelola industri pelabuhan dengan lancar.

Kata Kunci: *Artificial Intelligence*, Logistik, Operasional Pelabuhan, Pelabuhan, Teknologi

Abstract

Ports are important water transportation facilities for rivers, lakes and the sea. As an archipelago, the role of ports is very important for the Indonesian economy. With an adequate port, it will play an important role in supporting the mobility of goods and people in Indonesia. Ports are the most important means of connecting between islands and between countries. Artificial Intelligence (AI) is a technology designed to create computer systems capable of mimicking human intellectual abilities. As time progresses, the potential demand for sea transportation increases. Managing the increase in cargo and containers in an efficient and environmentally friendly manner is currently a major challenge for port operators and the logistics industry. In addition, port operators are not only facing an ever-greater increase in vessel traffic. On the other hand, data on logistics distribution flows is an absolute must that must be properly managed by the stakeholders of the maritime world. The only solution to all these problems and challenges is to maximize the role of technology and information systems based on artificial intelligence in the maritime environment or what we often call Artificial Intelligence (AI). Therefore, this research aims to analyze and explore the role of Artificial Intelligence (AI) to support Port operations in Indonesia. The evolving AI technology has enabled the port industry to collect a large amount of data to smoothly manage the port industry.

Keywords: *Artificial Intelligence, Logistic, Port Operations, Port, Technology*

PENDAHULUAN

Pelabuhan merupakan sarana transportasi air yang penting baik sungai, danau maupun laut. Sebagai negara kepulauan, peran pelabuhan sangat penting bagi perekonomian Indonesia. Dengan adanya pelabuhan yang memadai akan berperan penting dalam mendukung mobilitas barang dan manusia di Indonesia. Pelabuhan menjadi sarana penghubung terpenting antar pulau dan antar negara [1]. Pelabuhan merupakan prasarana transportasi laut yang mempunyai peranan sangat penting dalam perdagangan serta merupakan suatu kawasan kegiatan yang dapat memberikan kontribusi terhadap perekonomian dan pembangunan negara karena merupakan bagian dari sistem transportasi dan logistik. Waktu pemuatan di Pelabuhan adalah salah satu aktor yang menentukan kemampuan pelabuhan untuk memastikan transfer kargo yang efisien. Rata-rata waktu yang dibutuhkan kapal untuk berlabuh di suatu pelabuhan menggambarkan kemampuan pelabuhan dalam menangani muatan secara efisien. Dapat juga didefinisikan melalui perbedaan antara waktu masuk pelabuhan dan waktu keberangkatan. Otoritas pelabuhan dan



terminal dapat memodifikasi waktu pemuatan petikemas untuk meningkatkan kapasitas tempat penyimpanan dan mendapatkan lebih banyak ruang mengingat adanya tantangan mengingat adanya perbedaan peraturan dalam hal jam operasional. Oleh karena itu, AI berdasarkan data historis dan pembelajaran mesin dapat digunakan untuk meningkatkan produktivitas dan mengurangi waktu muat. Dengan menerapkan *platform* AI baru yang inovatif, manusia akan mampu melakukan tugas yang lebih kompleks, dan AI dapat melakukan tugas yang berulang-ulang. Oleh karena itu, AI akan memberikan lebih banyak fleksibilitas untuk mengurangi waktu tunggu dan waktu tunggu penerimaan barang dari pemangku kepentingan, pemasok, dan pelanggan. Mengingat *platform* AI saat ini menawarkan layanan, seperti pemeliharaan prediktif rute transportasi secara *real-time*, inisiatif AI baru dapat memenuhi permintaan yang sedang berlangsung untuk mengurangi waktu muat di komunitas pelabuhan.

Teknologi AI yang berkembang telah memungkinkan industri pelabuhan mengumpulkan sejumlah besar data untuk mengelola industri pelabuhan dengan lancar. Menggunakan data besar ini dan menggunakannya untuk menjalankan algoritma AI memungkinkan pelabuhan untuk menyesuaikan diri dengan tren pasar baru, meningkatkan proses pelabuhan, memahami perilaku pelanggan pelabuhan, dan memperkenalkan ekosistem baru berbasis AI yang penting untuk industri pelabuhan. Saat ini, Teknologi AI dalam operasional pelabuhan sangat penting untuk mendorong peningkatan pelayanan dan meningkatkan daya saing pelabuhan. Pemanfaatan teknologi harus terus dikerahkan untuk menyempurnakan layanan online yang sudah ada dan secara bertahap menggantikan proses layanan yang selama ini masih dilakukan secara manual [2]. Data besar sangat penting untuk mendukung algoritme AI guna menghasilkan lebih banyak teknologi AI di dalam peralatan otomatis yang dikontrol secara terpusat. AI dapat memikirkan penempatan kontainer yang salah dan bagaimana teknologi AI dapat menyelesaikannya sendiri tanpa menyelesaikan masalah ini dari sistem pusat. Optimalisasi teknologi informasi diharapkan dapat memberikan dampak positif berupa peningkatan pelayanan kepelabuhanan agar lebih transparan, efisien dan akuntabel. Untuk mengoordinasikan ekosistem logistik nasional, sangat penting untuk terus memperluas sistem digitalisasi layanan kepelabuhanan dengan baik.

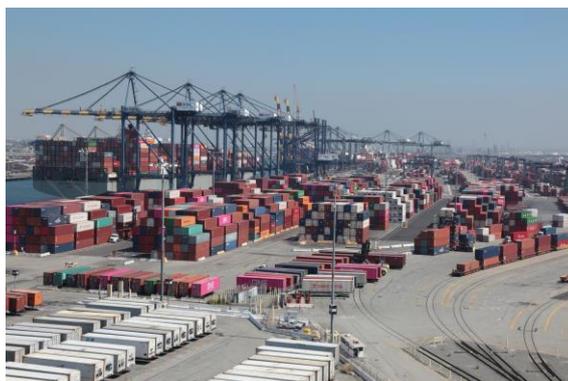
Kehadiran AI di sektor logistik merupakan salah satu revolusi teknologi terpenting yang membuat komunitas pelabuhan menjadi lebih cerdas. Berkat Teknologi AI, solusi cerdas dan digital di pelabuhan menjadi kenyataan. Seperti halnya manufaktur, potensi di bidang ini sangat mengesankan [3]. Solusi berbasis AI dapat menyederhanakan transportasi darat, tetapi juga dapat diterapkan di sektor logistik. Pengiriman barang adalah aspek fundamental dari perekonomian global, dan ekspektasi pelanggan yang terus meningkat di seluruh dunia mendorong optimalisasi yang berkelanjutan di bidang ini. Singkatnya, AI mengubah wajah industri logistik dengan memberikan otonomi operasional yang terotomatisasi, mengevaluasi proses dan mengoptimalkannya, serta memperkirakan tren masa depan. Memanfaatkan ketiga peluang ini adalah salah satu cara untuk mengungguli persaingan dan mencapai tujuan keberlanjutan [4]. Memiliki potensi besar untuk memainkan peran yang lebih signifikan di Pelabuhan dan industri maritim dengan mengurangi biaya transportasi, biaya pengangkutan, dan waktu transit. Dan hal ini akan mengurangi emisi karbon sebagai akibat dari penerapan teknologi tersebut [5].

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kualitatif dengan teknik pengumpulan data melalui tinjauan literatur. Metode deskriptif kualitatif dipilih karena Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan pemahaman mendalam mengenai peran dan pengaruh perubahan Teknologi AI terhadap sistem operasional pelabuhan melalui kajian literasi. Tinjauan literatur yang komprehensif telah dilakukan dari beberapa sumber telah diidentifikasi secara relevan untuk penelitian ini.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Artificial Intelligence (AI) mengubah data dengan algoritma yang kuat untuk meniru proses berpikir manusia. Karena pengoperasian pelabuhan bersifat mubazir, terdapat banyak data masa lalu dan data *real-time* yang dihasilkan yang dapat dimasukkan ke dalam algoritma dan teknologi AI. AI telah mengotomatisasi kapal, truk, dan bahkan beberapa sistem manajemen pelabuhan yang ada saat ini. Misalnya, Pelabuhan Los Angeles sudah menggunakan derek otomatis dan truk kontainer untuk mengangkut kargo di dalam terminal. Pelabuhan Hamburg juga menggunakan AI untuk operasi *Smart Port* berbasis digital.



Gambar 1. Terminal petikemas Pelabuhan Los Angeles
(Sumber: *Shutterstock*)



Gambar 2. *Smart Port* yang menerapkan AI
(Sumber: *Shutterstock*)

Ada banyak literatur tentang dampak transformasi digital dan AI pada operasional pelabuhan. Namun, hanya ada sedikit studi empiris mengenai efektivitasnya di beberapa pelabuhan yang menerapkan AI. Artikel ini menyelidiki bagaimana penerapan Teknologi AI dalam operasional pelabuhan dapat mempengaruhi daya saing pelabuhan. Pelabuhan di Eropa dan Asia telah merasakan manfaatnya. Misalnya, di Pelabuhan Tanjung Priok merupakan pelabuhan tersibuk ke-22 di dunia. Teknologi ini telah mengurangi total jarak perjalanan selama beroperasi dan uji coba sebesar 20% serta mengurangi waktu tunggu rata-rata untuk kunjung kapal. Kunjungan, dari 2,4 jam menjadi hanya sekitar 30 menit. Potensi Penerapan Teknologi AI adalah pemantauan kemacetan pelabuhan. Algoritma AI dapat menilai dan memprediksi tingkat kemacetan melalui citra udara. Hal ini dapat membantu pelabuhan mengidentifikasi situasi kritis dan mengambil tindakan awal untuk mengurangi kemacetan sebelum kemacetan terjadi. Teknologi merambah industri logistik dan nilai pasarnya terus meningkat. Secara global, menurut laporan *All The Research*, nilai pasar *Artificial Intelligence* (AI) dipasok ekosistem logistik mencapai USD 1,7 miliar pada tahun 2018 dan diperkirakan akan mencapai USD 12 miliar pada tahun 2027 atau tumbuh sebesar 24%. Sementara itu, *datarootlabs.com* mencatat lebih tinggi lagi yaitu 42,9% dari tahun 2017 sampai 2023, USD 6,5 miliar pada tahun 2023.



Gambar 3. Ilustrasi nilai pasar AI dalam industri logistik

(Sumber: Iron Heart)

Faktor Pendorong Penerapan Teknologi AI dalam Operasional Pelabuhan

Artificial Intelligence (AI) adalah teknologi utama untuk mendukung operasional pelabuhan dengan otomatisasi. Faktanya, tanpa AI *Smart Ports* tidak akan ada. AI telah berdampak pada perusahaan logistik global dan akan terus berdampak pada perkembangan industri maritim dan pelayaran. Teknologi AI telah memungkinkan untuk menangani data, analitik tingkat lanjut, dan prediksi dalam sistem operasional pelabuhan. Dengan menerapkan AI, pelabuhan dapat mengidentifikasi tren permintaan, merencanakan rute pengiriman yang efisien, dan memperkirakan kebutuhan inventaris. AI juga dapat membantu pemeliharaan dan pemeliharaan peralatan dengan memantau kondisi dan memberikan peringatan dini mengenai kerusakan atau kegagalan [6].



Gambar 4. Inovasi penerapan AI dalam operasional pelabuhan
(Sumber: Getty Images)

Mengkaji faktor pendorong penerapan Teknologi AI dalam operasional pelabuhan. Faktor pendorong tersebut yaitu:

1. Meningkatkan Produktivitas

Operasional pelabuhan yang menggunakan AI dapat meningkatkan produktivitas seperti mempercepat docking kapal, kurangi waktu muat barang, dengan adanya *dashboard* digital kepuasan pelanggan dapat tercapai, memprediksi pola dalam rantai logistik. AI meningkatkan efisiensi secara keseluruhan baik bagi perusahaan pelabuhan dan pelayaran, proyek AI dan otomasi dikenal sebagai retrofit. Hal ini terjadi ketika fasilitas yang ada, seperti pelabuhan, menerapkan teknologi AI ke dalam sistem operasional untuk menciptakan lingkungan yang lebih aman dan terorganisir.

2. Memperbaiki Lingkungan Kerja

Pada dasarnya, dengan bantuan AI pelabuhan dapat memproses data dalam mengelola insiden dan aktivitas pemeliharaan, meningkatkan komunitas pelabuhan dengan pemeriksaan keamanan, membantu proses pengambilan keputusan oleh manusia.

3. Meningkatkan Daya Saing Pelabuhan

Efisiensi operasional pelabuhan mengacu pada kinerja pelayanan, biaya operasional, rute pengiriman yang optimal, efisiensi pelabuhan. Ini berarti memenuhi harapan pelanggan dengan meningkatkan operasi internal untuk memenuhi permintaan yang terus meningkat dan mendapatkan keunggulan kompetitif dalam industri.

4. Memprediksi Masa Depan

Teknologi AI sebagai alat untuk memprediksi masa depan dalam industri logistik karena kemampuannya dalam memprediksi pola dalam rantai logistik, proses pengambilan keputusan lebih cepat, mengoptimalkan prediksi jadwal kapal, memprediksi dan mengoptimalkan tujuan tertentu.

Peran Teknologi AI dalam operasional Pelabuhan

Artificial Intelligence (AI) sangat signifikan dalam mendigitalkan dan meningkatkan operasi pelabuhan. Hal ini berpotensi mengurangi kesalahan manusia dan mempercepat pengoperasian. Dengan ini, penerapan teknologi AI mampu menjanjikan transparansi keuangan dan memfasilitasi jaringan rantai pasokan yang matang [7]. Oleh karena itu, dalam operasional pelabuhan dapat dianggap sebagai industri yang cocok untuk menerapkan teknologi AI. Pelabuhan di seluruh dunia sedang mengintegrasikan AI ke dalam infrastruktur pelabuhan mereka. AI akan terus meningkatkan pelabuhan menjadi lebih baik.

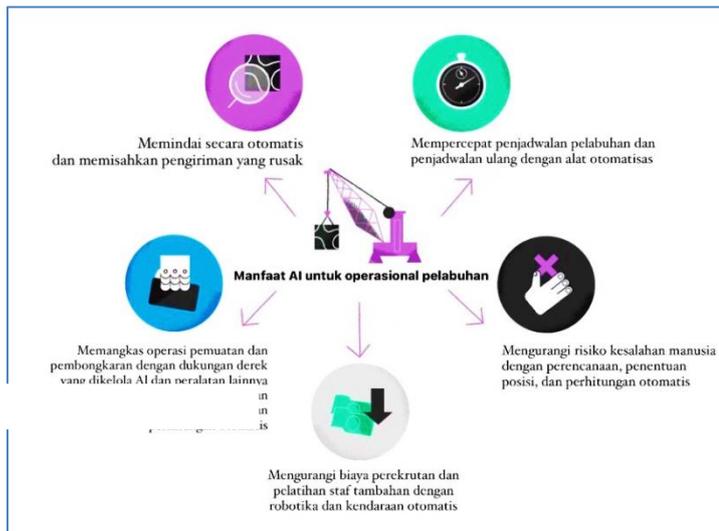
Manfaat AI dalam Operasional Pelabuhan

Menyederhanakan operasi bongkar muat dengan dukungan derek yang dikelola AI dan peralatan lainnya. Manfaat AI dalam operasional pelabuhan dapat mengurangi biaya perekrutan dan pelatihan staf tambahan dengan robotika dan kendaraan otomatis, mengurangi risiko kesalahan manusia dengan perencanaan, penentuan posisi, dan penghitungan otomatis, mempercepat penjadwalan pelabuhan dan penjadwalan ulang dengan alat otomatisasi, dan



copyright is published under [Lisensi Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

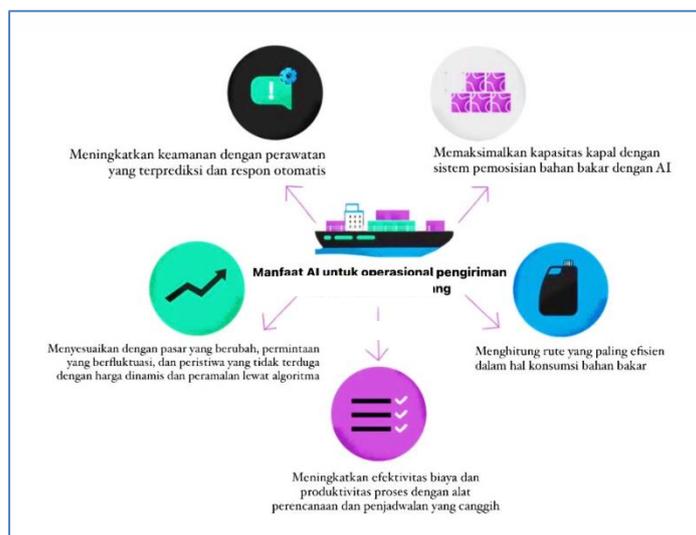
secara otomatis memindai dan memisahkan kiriman yang rusak.



Gambar 5. Manfaat AI untuk operasional pelabuhan (Sumber: Nexocode)

Manfaat AI dalam Operasional Pengiriman

AI dapat memberikan dampak positif pada semua tahapan proses pengiriman mulai dari perencanaan distribusi kontainer, perkiraan rute, hingga pembongkaran muatan di Pelabuhan. Faktanya, semua pihak mendapat manfaat dari penerapan AI dalam mengangkut pengiriman dan pengirim barang mampu meningkatkan efektivitas biaya dan produktivitas proses mereka dengan alat perencanaan dan penjadwalan yang canggih, menyesuaikan diri dengan realitas pasar yang berubah, permintaan yang berfluktuasi, dan kejadian tak terduga dengan penetapan harga dinamis dan algoritma perkiraan rute, menghitung rute yang paling efisien dalam hal konsumsi bahan bakar, meningkatkan keselamatan dengan pemeliharaan prediktif dan respons otomatis, dan memaksimalkan penggunaan kapasitas kapal dengan sistem penentuan posisi berbasis visi komputer.



Gambar 2. Manfaat AI untuk operasional pengiriman (Sumber: Nexocode)

KESIMPULAN

Pelabuhan di seluruh dunia mengintegrasikan AI ke dalam infrastruktur pelabuhan mereka. AI akan terus memperbaiki pelabuhan menjadi lebih baik. AI memungkinkan akan mengubah semua aspek operasi pelabuhan. Prediksi kedatangan kapal yang akurat dan andal, menciptakan efek domino yang menguntungkan, perencanaan dan alokasi organisasi pelabuhan. Manfaat-manfaat ini akan berdampak pada tugas-tugas administratif dan dokumen, alokasi tempat berlabuh, tenaga kerja manusia (seperti pekerja pelabuhan), material (seperti *crain*), infrastruktur dan



pemeliharaan pelabuhan, serta perencanaan sumber daya. Dari penelitian yang ada sebelumnya tentang penerapan AI sebagai bagian dari *Smart Port* telah terbukti mengurangi biaya Operasional dan meningkatkan daya saing pelabuhan, seperti memiliki solusi AI berbasis robotika canggih. Oleh karena itu, penerapan teknologi AI di Pelabuhan akan berdampak global dengan mengoptimalkan proses manual dan memakan waktu menggunakan analisis data dan robotika yang berbeda. Industri logistik adalah salah satu industri paling kompetitif di komunitas pelabuhan. Namun, keuntungan perusahaan pelayaran menjadi perhatian utama saat ini, dan tantangan terbesarnya adalah mengoptimalkan rute pelayaran akibat kenaikan harga bahan bakar. AI dapat digunakan untuk meningkatkan transportasi laut dengan menerapkan informasi baru yang akan meningkatkan industri pelayaran dengan memahami dan memanfaatkan rute pelayaran dengan baik dengan mengidentifikasi rute terbaik dengan kecepatan terbaik. Salah satu indikator utama kinerja pelabuhan adalah efisiensi pelabuhan. Maka dari itu, AI akan membuat tugas menjadi lebih efisien, efektif, dan tidak memakan banyak waktu. Efisiensi pelabuhan telah dilaporkan sebagai salah satu manfaat utama AI di pelabuhan dan terminal karena menyatukan pemangku kepentingan rantai pasokan. Pelabuhan yang lebih efisien dengan mempertimbangkan biaya transportasi yang lebih rendah dan peningkatan proses impor dan ekspor merupakan kunci utama efisiensi pelabuhan. Transparansi informasi dengan menggunakan teknologi AI terkini dan berbagi pengetahuan akan meningkatkan efisiensi operasional rantai pasokan di industri logistik. Oleh karena itu, komunitas pelabuhan pengetahuan dengan efisiensi tinggi dalam mengelola data besar yang dihasilkan dari AI dapat dibentuk untuk menyediakan layanan pengetahuan dengan efisiensi tinggi untuk rantai pasokan Pelabuhan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Saing, D. 2020. Industri Kepelabuhan Dan Peran Teknologi Informasi (TI) Untuk Peningkatan Daya
- [2] Barczak, A., Dembińska, I., & Marzantowicz, L. 2019. *Analysis of the Risk Impact of Implementing Digital Innovations for Logistics Management*
- [3] Pratama, H. A., & Iryanti, H. D. 2020. Transformasi SDM Dalam Menghadapi Tantangan Revolusi 4.0 di Sektor
- [4] Foster, M. N., & Rhoden, S. L. N. H. 2020. *The integration of automation and artificial intelligence into the logistics sector*
- [5] Purwanto, F. 2019. Manajemen Pemasaran Kepelabuhanan
- [6] Alayida, N. F., Aisyah, T., Deliana, R., & Diva, K. 2023. Pengaruh Digitalisasi Di Era 4.0 Terhadap Para Tenaga Kerja Di Bidang Logistik.
- [7] Orji, I. J., Kusi-Sarpong, S., Huang, S., & Vazquez-Brust, D. 2020. *Evaluating the factors that influence blockchain adoption in the freight logistics industry*

