



Studi Literatur tentang Dampak Digitalisasi terhadap Operasional Pelabuhan

Kencana Verawati, Adam Fikri, Prince Eduardo Haloho, Ilham Wiyata

Program Studi D-IV Manajemen Pelabuhan dan Logistik Maritim, Universitas Negeri
Jakarta, Jl. Rawamangun Muka, Jakarta Timur, Indonesia,

Abstrak

Received: 07 July 2025
Revised: 16 July 2025
Accepted: 23 July 2025

Digitalisasi telah membawa perubahan signifikan dalam operasional pelabuhan, meningkatkan efisiensi, transparansi, dan produktivitas. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dampak digitalisasi terhadap operasional pelabuhan melalui studi literatur yang mengkaji penerapan teknologi digital, seperti otomatisasi, Internet of Things (IoT), big data, dan blockchain, serta tantangan yang dihadapi pelabuhan dalam implementasinya. Berdasarkan analisis literatur, ditemukan bahwa digitalisasi di pelabuhan dapat mengurangi waktu tunggu kapal, mempercepat proses bongkar muat, dan meningkatkan koordinasi antara berbagai pemangku kepentingan dalam rantai pasokan. Namun, tantangan seperti investasi teknologi yang tinggi, kesiapan infrastruktur, dan kekurangan sumber daya manusia yang terampil menjadi hambatan utama dalam implementasi digitalisasi. Penelitian ini menyarankan perlunya kebijakan yang mendukung investasi teknologi, pelatihan tenaga kerja, serta perlindungan terhadap sistem digital pelabuhan untuk memastikan keberlanjutan dan keamanannya. Hasil penelitian ini dapat memberikan wawasan bagi pengelola pelabuhan dan pembuat kebijakan dalam merencanakan dan mengimplementasikan strategi digitalisasi yang lebih efektif.

Kata Kunci: *Digitalisasi, operasional pelabuhan, otomatisasi, IoT, big data, blockchain, efisiensi*

(*) Corresponding Author: adam_1523422046@mhs.unj.ac.id

How to Cite: Fikri, A., Verawati, K., Haloho, P., & Wiyata, I. (2025). Analisis Resiko Kegagalan Sistem Logistik Pelabuhan dan Dampaknya terhadap Efisiensi Pengiriman Bar. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 11(8.A), 134-138. Retrieved from <https://jurnal.peneliti.net/index.php/JIWP/article/view/11026>.

PENDAHULUAN

Digitalisasi telah menjadi tren utama dalam berbagai sektor industri, termasuk dalam operasi pelabuhan. Dalam beberapa tahun terakhir, banyak pelabuhan besar di seluruh dunia telah mengadopsi teknologi digital untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas mereka. Digitalisasi di pelabuhan mencakup penerapan teknologi seperti sistem manajemen pelabuhan berbasis digital, otomatisasi alat-alat pelabuhan, dan penggunaan Internet of Things (IoT) untuk memonitor pergerakan barang dan kapal secara real-time (Ng & Hsiao, 2019). Transformasi digital ini memungkinkan pelabuhan untuk mengurangi biaya operasional, mempercepat proses bongkar muat, dan meningkatkan ketepatan waktu pengiriman (Hadi, 2020).

Namun, meskipun teknologi digital menawarkan berbagai keuntungan, penerapannya juga menimbulkan tantangan. Beberapa pelabuhan menghadapi hambatan terkait dengan biaya investasi yang tinggi, kurangnya tenaga kerja terampil untuk mengoperasikan teknologi canggih, serta masalah keamanan siber (Kurniawan et al., 2021). Oleh karena itu, studi ini bertujuan untuk mengeksplorasi dampak digitalisasi terhadap operasional pelabuhan melalui analisis literatur yang ada.

Latar Belakang

Industri pelabuhan memainkan peran yang sangat penting dalam perekonomian global, mengingat pelabuhan merupakan titik utama dalam rantai pasokan barang internasional. Dalam beberapa dekade terakhir, meningkatnya volume perdagangan internasional dan kompleksitas rantai pasokan mendorong pelabuhan untuk mengadopsi teknologi yang dapat meningkatkan efisiensi operasional. Salah satu solusi yang telah muncul adalah digitalisasi, yang mencakup berbagai teknologi seperti sistem manajemen pelabuhan berbasis perangkat lunak, otomatisasi, dan penggunaan sensor untuk memantau dan mengelola alur barang dan kapal (Heilig et al., 2020).

Digitalisasi tidak hanya meningkatkan efisiensi dalam proses bongkar muat barang, tetapi juga memungkinkan pelabuhan untuk lebih responsif terhadap permintaan pasar yang semakin dinamis. Sebagai contoh, penggunaan big data dan analitik untuk memprediksi kedatangan kapal dan optimasi jalur logistik dapat mengurangi waktu tunggu kapal dan biaya operasional secara signifikan (Jafari & Brindley, 2021). Selain itu, dengan semakin berkembangnya konsep Pelabuhan Cerdas (Smart Port), banyak pelabuhan kini mengintegrasikan teknologi IoT, kecerdasan buatan (AI), dan blockchain untuk meningkatkan transparansi, keamanan, dan kolaborasi antara berbagai pemangku kepentingan (Zhang & Zhao, 2022).

Namun, meskipun digitalisasi menawarkan berbagai manfaat, tantangan juga muncul, terutama dalam hal investasi awal yang besar, kebutuhan akan tenaga kerja terampil, serta potensi ancaman terhadap keamanan siber. Pelabuhan yang belum sepenuhnya beradaptasi dengan teknologi digital berisiko tertinggal dalam kompetisi global. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji dampak digitalisasi terhadap operasional pelabuhan, baik dari sisi keuntungan maupun tantangan yang dihadapi.

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi bagaimana digitalisasi telah mempengaruhi kinerja pelabuhan dan mengkaji tantangan yang dihadapi selama implementasi teknologi. Selain itu, penelitian ini akan mengevaluasi berbagai pendekatan yang digunakan oleh pelabuhan-pelabuhan besar dalam menghadapi revolusi digital ini dan dampaknya terhadap industri logistik global.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan studi literatur untuk mengeksplorasi dan menganalisis dampak digitalisasi terhadap operasional pelabuhan. Studi literatur merupakan metode yang efektif untuk memahami tren, perkembangan, serta tantangan yang dihadapi oleh pelabuhan dalam menerapkan teknologi digital. Melalui kajian ini, peneliti mengumpulkan dan menganalisis berbagai artikel, buku, laporan industri, dan publikasi akademik yang relevan untuk memberikan gambaran menyeluruh mengenai topik yang dibahas.

Proses pengumpulan data dimulai dengan pencarian literatur melalui database akademik seperti Google Scholar, Scopus, dan JSTOR, dengan menggunakan kata kunci seperti "digitalization in ports", "port automation", "smart port technology", dan "impact of digital transformation on port operations". Sumber-sumber yang dipilih memiliki kriteria inklusi berupa artikel yang diterbitkan dalam lima tahun terakhir (2018-2023) dan yang membahas topik digitalisasi dalam konteks pelabuhan dan logistik. Penelitian ini hanya mencakup

sumber-sumber yang telah peer-reviewed untuk memastikan kualitas dan validitas informasi yang diperoleh.

Setelah literatur relevan dikumpulkan, proses analisis dilakukan dengan cara menyaring, mengorganisir, dan mengkategorikan temuan utama dari setiap studi. Temuan yang diidentifikasi akan dibahas dalam konteks dampak positif dan negatif dari digitalisasi terhadap operasional pelabuhan, serta tantangan yang dihadapi dalam implementasi teknologi tersebut. Pendekatan ini bertujuan untuk memberikan wawasan yang lebih dalam tentang bagaimana digitalisasi dapat meningkatkan efisiensi operasional pelabuhan sekaligus mempertimbangkan aspek-aspek yang perlu diperbaiki atau dihadapi di masa depan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Digitalisasi di sektor pelabuhan di Indonesia menunjukkan dampak yang signifikan terhadap efisiensi operasional, meskipun tantangan yang terkait dengan infrastruktur dan sumber daya manusia masih menjadi hambatan utama. Penggunaan teknologi digital, seperti sistem manajemen pelabuhan berbasis informasi dan komunikasi (ICT), telah meningkatkan kecepatan dan ketepatan layanan logistik. Salah satu contoh penerapan teknologi digital di pelabuhan Indonesia adalah penggunaan sistem elektronik untuk pelacakan kontainer dan manajemen transportasi yang lebih efisien. Sistem ini memungkinkan pemangku kepentingan untuk memonitor status barang dan memprediksi waktu kedatangan kapal, yang mengurangi kemacetan dan meningkatkan efisiensi logistik (Sari & Indrawati, 2020).

Menurut penelitian dari Pratama & Suyanto (2021), penerapan teknologi berbasis big data dan Internet of Things (IoT) di pelabuhan Tanjung Priok, salah satu pelabuhan terbesar di Indonesia, telah membantu dalam mengelola alur lalu lintas barang dan meminimalkan waktu tunggu kapal. Otomatisasi dalam proses bongkar muat juga berkontribusi dalam pengurangan biaya operasional dan meningkatkan produktivitas. Penggunaan crane otomatis dan kendaraan tanpa pengemudi (AGVs) di pelabuhan ini telah mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja manual dan mempercepat proses bongkar muat barang (Mulyadi et al., 2020).

Namun, meskipun ada manfaat yang signifikan dari digitalisasi, pelabuhan Indonesia masih menghadapi beberapa kendala, terutama terkait dengan masalah infrastruktur dan kesiapan tenaga kerja. Investasi yang besar untuk implementasi teknologi canggih menjadi tantangan bagi pelabuhan-pelabuhan dengan anggaran terbatas, seperti pelabuhan di daerah-daerah terpencil (Iskandar et al., 2021). Selain itu, adanya kesenjangan keterampilan di kalangan tenaga kerja menjadi hambatan besar dalam mengadopsi dan mengoperasikan teknologi baru di pelabuhan. Pelabuhan-pelabuhan di Indonesia harus meningkatkan pelatihan dan pengembangan sumber daya manusia untuk dapat beradaptasi dengan teknologi digital yang terus berkembang (Suharto & Sutikno, 2021).

Keamanan siber juga menjadi isu penting dalam penerapan digitalisasi di pelabuhan. Iskandar et al. (2021) mencatat bahwa serangan siber dapat mengganggu operasional pelabuhan dan menyebabkan kerugian ekonomi yang besar. Oleh karena itu, pelabuhan-pelabuhan di Indonesia perlu memperkuat sistem keamanan siber dan memastikan bahwa data yang digunakan dalam sistem digital terlindungi dengan baik.

Dengan demikian, meskipun digitalisasi di pelabuhan Indonesia memberikan banyak manfaat dalam meningkatkan efisiensi dan transparansi, tantangan seperti infrastruktur, keterampilan tenaga kerja, dan ancaman terhadap keamanan siber masih memerlukan

perhatian serius dari pemerintah dan pihak-pihak terkait untuk memastikan bahwa digitalisasi dapat berjalan dengan optimal dan berkelanjutan.

1. Dampak Positif Digitalisasi terhadap Operasional Pelabuhan

Salah satu dampak positif yang paling signifikan dari digitalisasi adalah peningkatan efisiensi operasional. Penggunaan sistem otomatisasi, seperti crane otomatis dan kendaraan tanpa pengemudi untuk bongkar muat barang, telah mempercepat proses dan mengurangi waktu tunggu kapal di pelabuhan. Menurut Heilig et al. (2020), penerapan teknologi ini memungkinkan pelabuhan untuk meningkatkan produktivitas dan mengurangi biaya operasional, sehingga membuat pelabuhan lebih kompetitif di pasar global. Selain itu, digitalisasi memungkinkan penggunaan data besar (big data) untuk memprediksi kedatangan kapal dan mengoptimalkan rute pengiriman, yang lebih lanjut mengurangi waktu transit dan biaya logistik (Jafari & Brindley, 2021).

2. Dampak Negatif Digitalisasi terhadap Operasional Pelabuhan

Namun, digitalisasi juga membawa tantangan yang signifikan. Salah satu masalah utama yang muncul adalah kebutuhan investasi awal yang sangat besar untuk implementasi teknologi canggih. Beberapa pelabuhan kecil dan sedang mungkin kesulitan untuk mengadopsi teknologi ini karena keterbatasan anggaran (Zhang & Zhao, 2022). Selain itu, adanya risiko terkait dengan keamanan siber juga menjadi perhatian penting. Penerapan teknologi digital yang lebih kompleks membuka peluang bagi serangan siber, yang dapat mengganggu operasional pelabuhan dan merugikan ekonomi secara keseluruhan (Kurniawan et al., 2021).

3. Keamanan dan Tantangan Implementasi

Tantangan lain yang dihadapi oleh banyak pelabuhan adalah kebutuhan untuk memiliki tenaga kerja yang terampil dalam mengoperasikan teknologi digital tersebut. Pendidikan dan pelatihan yang berkelanjutan menjadi hal penting untuk memastikan bahwa sumber daya manusia siap mengelola sistem otomatis dan teknologi baru lainnya. Di sisi lain, Kurniawan et al. (2021) mencatat bahwa meskipun teknologi dapat mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja manual, transisi ini memerlukan penyesuaian yang hati-hati, terutama dalam hal pengelolaan tenaga kerja yang terdampak.

KESIMPULAN

Digitalisasi telah membawa perubahan besar dalam operasional pelabuhan di seluruh dunia, memberikan dampak positif yang signifikan dalam hal efisiensi, pengurangan biaya, dan peningkatan transparansi. Otomatisasi proses bongkar muat, penggunaan teknologi berbasis data besar dan kecerdasan buatan, serta penerapan IoT dan blockchain dalam manajemen rantai pasokan, telah terbukti meningkatkan produktivitas pelabuhan dan mengoptimalkan alur logistik. Pelabuhan yang mengadopsi teknologi digital juga dapat meningkatkan koordinasi antara berbagai pemangku kepentingan, yang berdampak langsung pada kecepatan dan keandalan pengiriman barang.

Namun, meskipun terdapat banyak manfaat, digitalisasi juga menghadirkan tantangan yang perlu diatasi. Tantangan utama yang dihadapi pelabuhan adalah tingginya biaya investasi untuk teknologi baru, risiko ancaman siber, serta kebutuhan akan keterampilan khusus di kalangan tenaga kerja. Investasi yang besar dalam infrastruktur digital serta

pelatihan dan pengembangan sumber daya manusia sangat penting untuk memastikan keberhasilan implementasi digitalisasi.

Untuk masa depan, pelabuhan perlu fokus pada pengelolaan tantangan ini melalui strategi yang terintegrasi, mencakup kebijakan pemerintah, investasi yang tepat, serta kolaborasi antara pihak industri dan akademik. Hanya dengan mengatasi hambatan-hambatan ini, digitalisasi di pelabuhan dapat memberikan manfaat jangka panjang yang signifikan bagi efisiensi operasional dan daya saing pelabuhan dalam perdagangan global.

DAFTAR PUSTAKA

- Iskandar, M., Yulianto, E., & Pradana, D. (2021). Tantangan dan peluang digitalisasi pelabuhan di Indonesia: Kajian dari perspektif keamanan siber. *Jurnal Teknologi dan Manajemen*, 19(1), 45-57.
- Mulyadi, T., Wicaksono, A., & Haryanto, B. (2020). Penerapan sistem otomatisasi di pelabuhan Tanjung Priok untuk meningkatkan efisiensi logistik. *Jurnal Ilmu Logistik Indonesia*, 10(2), 112-124.
- Pratama, R., & Suyanto, B. (2021). Implementasi big data dan IoT untuk optimasi manajemen pelabuhan di Indonesia: Studi kasus pelabuhan Tanjung Priok. *Jurnal Sistem Informasi dan Teknologi*, 16(3), 33-47.
- Sari, P., & Indrawati, T. (2020). Pengaruh penerapan sistem manajemen pelabuhan berbasis ICT terhadap efisiensi operasional pelabuhan. *Jurnal Manajemen Transportasi*, 8(2), 85-96.
- Suharto, B., & Sutikno, D. (2021). Kesiapan sumber daya manusia dalam menghadapi digitalisasi pelabuhan: Perspektif pelabuhan-pelabuhan kecil di Indonesia. *Jurnal Ekonomi dan Pembangunan*, 11(1), 21-35.
- Heilig, L., Voss, S., & Lalla-Ruiz, E. (2020). Digitalization in the port industry: A systematic literature review. *International Journal of Logistics Management*, 31(4), 1057-1081. <https://doi.org/10.1108/IJLM-01-2019-0031>
- Li, Z., Zhou, L., & Wang, Y. (2022). Artificial intelligence in port logistics: Applications and future directions. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 148, 102295. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2021.102295>
- Kurniawan, S., Taufik, M., & Suhendar, A. (2021). Cybersecurity challenges in port automation systems. *Maritime Technology Journal*, 9(1), 34-47.
- Liu, J., Zhang, T., & Liu, S. (2021). Automation in port operations: A review of current technologies and future perspectives. *Journal of Transportation Engineering*, 147(3), 04021006. <https://doi.org/10.1061/JTEPBS.0000291>
- Song, H., Liu, X., & Xu, Z. (2021). The impact of digital transformation on port logistics performance: A case study of China. *Maritime Economics & Logistics*, 23(2), 183-201. <https://doi.org/10.1057/s41278-021-00155-3>
- Zhou, X., & Lee, Y. (2020). IoT-based smart port management: A review. *Journal of Shipping and Trade*, 5(1), 12-25. <https://doi.org/10.1186/s41072-020-00059-0>
- Zhao, L., Lin, X., & Luo, F. (2021). Blockchain technology applications in port logistics: A systematic review. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 123, 102936. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2020.102936>