

INTEGRASI OTOMASI DALAM SUPPLY CHAIN UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI DAN KEBERLANJUTAN PROSES BONGKAR MUAT PETI KEMAS

Faizal Ridho Alfianto

*Jurusan Informatika, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas PGRI Semarang
 Gedung B Lantai 3, Kampus 1 Jl. Sidodadi Timur 24, Semarang
 Email : faizalridhoalfianto80@gmail.com*

Abstrak

Proses bongkar muat peti kemas di pelabuhan memegang peran penting dalam mendukung kelancaran supply chain global. Dalam rangka meningkatkan efisiensi operasional dan mengurangi dampak lingkungan, integrasi teknologi otomasi menjadi solusi strategis. Artikel ini membahas penerapan otomasi dalam supply chain, fokus pada proses bongkar muat peti kemas, untuk meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan. Melalui analisis studi kasus dan kajian literatur, artikel ini mengidentifikasi tantangan dan manfaat otomasi, serta implikasinya bagi pelabuhan berkelanjutan.

Kata Kunci: otomasi, supply chain, bongkar muat peti kemas, keberlanjutan, efisiensi

I. Pendahuluan

Proses bongkar muat peti kemas di pelabuhan merupakan salah satu aktivitas vital dalam mendukung kelancaran rantai pasok (supply chain) global. Dengan meningkatnya volume perdagangan internasional dan kompleksitas logistik, efisiensi operasional pelabuhan menjadi aspek krusial. Namun, proses bongkar muat tradisional sering menghadapi tantangan berupa waktu operasi yang lambat, biaya tinggi, serta dampak lingkungan akibat emisi karbon dan konsumsi energi yang besar. Oleh karena itu, adopsi teknologi modern seperti otomasi di pelabuhan menjadi solusi yang strategis untuk mengatasi permasalahan tersebut.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengeksplorasi penerapan teknologi otomasi dalam proses bongkar muat peti kemas di pelabuhan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi sejauh mana teknologi otomasi dapat meningkatkan efisiensi operasional, mengurangi dampak lingkungan, dan mendukung pelabuhan yang berkelanjutan. Selain itu, penelitian ini juga berusaha mengungkap tantangan yang dihadapi dalam implementasi teknologi otomasi serta memberikan rekomendasi untuk optimalisasi penerapan teknologi tersebut.

Berbagai penelitian terdahulu telah membahas peran teknologi dalam meningkatkan efisiensi operasional di pelabuhan. Sebagai contoh, studi yang dilakukan oleh Wang et al. (2020) menunjukkan bahwa penerapan Automated Guided Vehicles (AGV) di pelabuhan dapat mengurangi waktu bongkar muat hingga 25%. Selain itu, penelitian oleh Zhang et al. (2019) menyoroti manfaat penggunaan sistem manajemen terminal berbasis kecerdasan buatan dalam mengoptimalkan alur logistik dan mengurangi biaya operasional. Di sisi lain, penelitian oleh Lee et al. (2021) mengungkapkan bahwa kendala utama dalam implementasi teknologi otomasi di pelabuhan adalah investasi awal yang tinggi serta kebutuhan akan pelatihan khusus bagi tenaga kerja.

Artikel ini akan memperluas pembahasan mengenai penerapan otomasi dalam konteks pelabuhan berkelanjutan, dengan fokus pada studi kasus dan kajian literatur terbaru. Melalui pendekatan ini, diharapkan dapat memberikan gambaran komprehensif tentang manfaat, tantangan, dan implikasi dari penerapan teknologi otomasi untuk mendukung efisiensi dan keberlanjutan di pelabuhan modern.

II. METODOLOGI

1. Metodologi penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dan kuantitatif dengan kombinasi analisis studi kasus dan kajian literatur. Berikut adalah langkah-langkah metodologi yang diterapkan:

- **Kajian Literatur** Penelitian dimulai dengan pengumpulan dan analisis literatur yang relevan mengenai penerapan teknologi otomasi di pelabuhan. Kajian ini mencakup jurnal ilmiah, laporan industri, dan publikasi terkait untuk memahami tren, manfaat, dan tantangan yang dihadapi.
- **Studi Kasus** Analisis dilakukan pada pelabuhan-pelabuhan yang telah menerapkan teknologi otomasi, seperti penggunaan Automated Guided Vehicles (AGV), crane otomatis, dan sistem manajemen berbasis kecerdasan buatan. Studi kasus mencakup pelabuhan-pelabuhan internasional dan domestik untuk memberikan perspektif yang komprehensif.
- **Analisis Data** Data yang dikumpulkan dari kajian literatur dan studi kasus dianalisis untuk mengidentifikasi pola, hubungan, dan temuan utama. Analisis ini dilakukan dengan menggunakan pendekatan deskriptif dan komparatif.
- **Evaluasi Keberlanjutan** Penelitian ini juga mengevaluasi dampak teknologi otomasi terhadap keberlanjutan, termasuk efisiensi energi, pengurangan emisi karbon, dan optimalisasi sumber daya. Evaluasi ini dilakukan berdasarkan indikator keberlanjutan yang telah ditetapkan dalam literatur.
- **Rekomendasi** Berdasarkan temuan penelitian, rekomendasi disusun untuk mengatasi tantangan implementasi dan memaksimalkan manfaat teknologi otomasi di pelabuhan. Rekomendasi ini mencakup aspek teknis, manajerial, dan kebijakan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel.1 : Dampak Implementasi Otomasi pada Proses Bongkar Muat Peti Kemas

Indikator	Pelabuhan Manual (Sebelum Otomasi)	Pelabuhan Otomasi Parsial	Pelabuhan Otomasi Penuh	Sumber Data (Literatur)
Dwell Time (rata-rata per hari)	3,5 hari	2,5 hari	1,8 hari	World Bank (2023), Laporan Tanjung Perak
Biaya Logistik (USD per TEU)	\$150	\$120	\$100	Pelindo III (2023), Suharto (2023)
Emisi Karbon (kg CO ₂ per peti kemas)	25 kg	18 kg	12 kg	Studi UNCTAD (2022), Laporan Pelindo II (2023)

Implementasi otomasi pada proses bongkar muat peti kemas di pelabuhan menawarkan peluang besar sekaligus tantangan yang perlu diatasi. Dari sisi peluang, otomasi dapat meningkatkan efisiensi operasional secara signifikan, seperti terlihat dari penurunan Dwell Time dan biaya logistik, sehingga mempercepat proses distribusi barang dan memperkuat daya saing pelabuhan. Selain itu, berkurangnya emisi karbon mencerminkan potensi otomasi dalam mendukung inisiatif keberlanjutan dan kepatuhan terhadap standar lingkungan global.

Namun, tantangan utama terletak pada biaya investasi awal yang besar untuk infrastruktur dan teknologi pendukung, serta kebutuhan akan tenaga kerja yang terampil dalam mengoperasikan dan memelihara sistem otomatis. Perubahan ini juga dapat menimbulkan resistensi dari tenaga kerja yang terdampak akibat pergeseran peran kerja. Di sisi lain, pelabuhan juga harus memastikan integrasi yang lancar antara sistem otomatis dengan ekosistem logistik yang ada agar manfaat otomasi dapat dirasakan secara maksimal.

V. Kesimpulan dan Rekomendasi

Kesimpulannya, implementasi otomasi pada pelabuhan memberikan dampak positif yang signifikan terhadap efisiensi operasional, pengurangan biaya logistik, dan penurunan emisi karbon. Otomasi penuh terbukti mampu mempercepat proses bongkar muat, mengurangi waktu tunggu, dan mendukung keberlanjutan lingkungan, menjadikannya strategi yang relevan untuk meningkatkan daya saing pelabuhan di tingkat global. Meskipun

demikian, tantangan seperti investasi awal yang besar, kebutuhan akan tenaga kerja terampil, dan integrasi sistem perlu mendapatkan perhatian khusus.

Rekomendasinya, pelabuhan yang berencana mengadopsi otomasi harus memulai dengan analisis biaya-manfaat yang komprehensif untuk memastikan investasi memberikan hasil optimal. Pelatihan dan pengembangan sumber daya manusia perlu diprioritaskan untuk mempersiapkan tenaga kerja menghadapi perubahan peran. Selain itu, kolaborasi dengan pemangku kepentingan, seperti operator logistik dan pemerintah, penting untuk mendukung keberhasilan implementasi otomasi yang terintegrasi dan berkelanjutan.

V. REFERENSI

Sumber Jurnal :

- [1] Lee, J., Park, S., & Kim, H. (2021). Challenges in Port Automation: Insights from Case Studies. *Journal of Maritime Logistics and Automation*, 14(3), 245-263.
- [2] Suharto, A. (2023). Perbandingan Efisiensi Biaya Logistik pada Pelabuhan Manual dan Otomatis. *Jurnal Logistik Indonesia*, 12(1), 34-47.
- [3] Wang, Y., Zhang, T., & Li, C. (2020). Benefits of Automated Guided Vehicles (AGV) in Port Operations. *International Journal of Port Research*, 28(2), 159-175.
- [4] Zhang, L., Chen, W., & Liu, J. (2019). Optimizing Logistics Flow with AI-Based Terminal Management Systems. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 131, 23-36.

Sumber Laporan :

- [1] Pelindo II. (2023). Laporan Tahunan: Dampak Implementasi Teknologi Otomasi di Pelabuhan. Pelindo II.
- [2] Pelindo III. (2023). Efisiensi Operasional Pelabuhan dengan Penerapan Teknologi Modern. Surabaya: Pelindo III.
- [3] World Bank. (2023). Port Performance Indicators and Benchmarking Report. Washington, DC: World Bank Group.
- [4] Laporan Tanjung Perak. (2023). Dampak Otomasi pada Proses Bongkar Muat: Studi Kasus Pelabuhan Tanjung Perak. Surabaya: Pelindo.

Sumber Standar :

- [1] Studi UNCTAD. (2022). Port Sustainability and Carbon Footprint Reduction. Geneva: United Nations Conference on Trade and Development.