

Analisis SWOT terhadap Implementasi Terminal Operating System (TOS) dalam Meningkatkan Efisiensi Operasional Pelabuhan Tanjung Emas

**Kadek Vika Oktapiari¹, Aditya Mutiara Dewi^{1*}, Joni Setiyawan³, Revalino Mayo⁴,
Muhammad Jidan Akbar Alghifari⁵**

^{1,2,3,4,5}Transportasi Laut, Politeknik Bumi Akpelni Semarang

*e-mail korespondensi: tiara@akpelni.ac.id

Abstract

The development of information technology in the Industry 4.0 era is driving digital transformation in the maritime sector, including the implementation of the Terminal Operating System (TOS) at Tanjung Emas Port, Semarang. This study aims to evaluate the impact of TOS on the efficiency of loading and unloading operations and identify barriers to its implementation. The method used is descriptive qualitative with data collection through interviews, observations, and documentation studies, as well as a SWOT analysis based on TOS operational data to identify strengths, weaknesses, opportunities, and threats to the operational efficiency of Tanjung Emas Port, resulting in a more comprehensive, technical, and applicable efficiency improvement strategy. The results show that TOS improves inter-unit coordination through real-time data integration, reduces dwell time, speeds up vessel waiting time, and increases loading and unloading productivity. The SO, ST, WO, and WT strategies show an effective approach to exploit opportunities, strengths, and reduce risks. The implementation of TOS is proven to support port efficiency, transparency, and competitiveness, while also being a strategic step towards Smart Port Indonesia.

Keywords: Terminal Operating System, operational efficiency, SWOT analysis.

Abstrak

Perkembangan teknologi informasi pada era Industri 4.0 mendorong transformasi digital di sektor maritim, termasuk penerapan Terminal Operating System (TOS) di Pelabuhan Tanjung Emas Semarang. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi pengaruh TOS terhadap efisiensi operasional bongkar muat dan mengidentifikasi hambatan implementasinya. Metode yang digunakan adalah deskriptif kualitatif dengan pengumpulan data melalui wawancara, observasi, dan studi dokumentasi, serta analisis SWOT berdasarkan data operasional TOS untuk mengidentifikasi kekuatan, kelemahan, peluang dan ancaman terhadap efisiensi operasional Pelabuhan Tanjung Emas, sehingga menghasilkan strategi peningkatan efisiensi yang lebih komprehensif, teknis, dan aplikatif. Hasil menunjukkan bahwa TOS meningkatkan koordinasi antar unit melalui integrasi data real-time, menurunkan dwell, mempercepat waktu tunggu kapal dan meningkatkan produktivitas bongkar muat. Strategi SO, ST, WO, dan WT menunjukkan pendekatan yang efektif untuk memanfaatkan peluang, kekuatan, serta mengurangi risiko. Penerapan TOS terbukti mendukung efisiensi, transparansi, dan daya saing pelabuhan, sekaligus menjadi langkah strategis menuju Smart Port Indonesia.

Kata Kunci: Terminal Operating System, efisiensi operasional, analisis SWOT.

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi yang sangat pesat pada era industri 4.0 telah membawa perubahan signifikan di berbagai sektor, termasuk sektor transportasi dan logistik maritim. Pelabuhan sebagai simpul utama dalam rantai pasok global kini dituntut untuk beroperasi dengan lebih cepat, efisien, dan terintegrasi. Digitalisasi menjadi salah satu solusi strategis untuk menjawab tantangan tersebut, di mana penerapan *Terminal Operating System* (TOS) berperan penting dalam mengotomatisasi dan mengoptimalkan seluruh kegiatan

operasional pelabuhan. TOS merupakan perangkat lunak terintegrasi yang dirancang untuk mengelola kegiatan operasional di terminal peti kemas, mulai dari perencanaan kedatangan kapal (*vessel planning*), penataan kontainer di lapangan (*yard planning*), pengaturan pergerakan alat bongkar muat, hingga pelaporan dan penagihan (*billing system*). Dengan sistem ini, data operasional yang sebelumnya dicatat secara manual dapat dikelola secara digital, real-time, dan terhubung antar bagian dalam satu sistem yang saling terintegrasi. Hal ini memungkinkan peningkatan efisiensi, transparansi, dan kecepatan proses bongkar muat di terminal. Pelabuhan Tanjung Emas Semarang, yang dikelola oleh PT Pelindo Regional 3, merupakan salah satu pelabuhan utama di wilayah Jawa Tengah yang memiliki peranan vital dalam kegiatan ekspor dan impor barang. Dengan volume arus peti kemas yang terus meningkat setiap tahunnya, pelabuhan ini dituntut untuk mampu memberikan pelayanan yang cepat, akurat, dan efisien. Seiring dengan kebijakan transformasi digital di lingkungan PT Pelindo pasca integrasi BUMN pelabuhan pada tahun 2021, Pelabuhan Tanjung Emas mulai menerapkan sistem TOS untuk mengoptimalkan proses operasionalnya.

Sebelum penerapan TOS, sebagian besar aktivitas bongkar muat di Pelabuhan Tanjung Emas masih dilakukan secara manual dengan pencatatan berbasis dokumen fisik dan sistem input terpisah antar unit kerja. Kondisi ini menimbulkan berbagai kendala, antara lain keterlambatan dalam proses input data, inkonsistensi antara catatan di lapangan dan data administrasi, serta potensi kesalahan manusia (*human error*) yang berdampak pada lambatnya pengambilan keputusan. Dengan diberlakukannya TOS, diharapkan seluruh aktivitas terminal dapat dikontrol dan dimonitor secara digital, sehingga mampu mempercepat arus logistik dan meningkatkan efisiensi waktu sandar kapal (*berthing time*). Namun demikian, implementasi sistem digital baru masih menghadapi hambatan. Berdasarkan pengamatan awal dan wawancara dengan beberapa operator terminal, masih terdapat sejumlah kendala dalam penerapan TOS di lapangan, seperti keterbatasan pemahaman tenaga kerja terhadap sistem baru, gangguan konektivitas jaringan internet, serta ketidaksesuaian antara modul TOS dan kebutuhan operasional di lapangan. Selain itu masih ditemukan kendala operasional yaitu kendala teknis, seperti gangguan jaringan dan keterbatasan bandwidth yang menghambat sinkronisasi data antarserver, adaptasi SDM, di mana sebagian operator lapangan membutuhkan pelatihan tambahan untuk memahami fungsi-fungsi lanjutan TOS, dan Integrasi antar instansi, terutama dengan sistem eksternal seperti *customs clearance* dan *inland depot*, yang belum sepenuhnya otomatis.

Hambatan-hambatan tersebut berpotensi mengurangi efektivitas sistem yang telah dirancang untuk meningkatkan efisiensi. Dalam konteks pelabuhan Indonesia, tantangan serupa juga ditemukan di berbagai pelabuhan lain. Menurut laporan Kementerian Perhubungan RI (2024), tingkat kesiapan digital (*digital readiness*) pelabuhan di Indonesia masih berada pada kategori menengah. Beberapa pelabuhan besar seperti Tanjung Priok dan Tanjung Perak telah mencapai tahap *advanced automation*, sementara pelabuhan menengah seperti Tanjung Emas masih berada pada fase transisi menuju sistem otomasi penuh. Hal ini menunjukkan perlunya evaluasi komprehensif terhadap sejauh mana penerapan TOS benar-benar berdampak terhadap peningkatan efisiensi operasional. Selain itu, dunia maritim saat ini tengah bergerak menuju konsep *Smart Port* dan *Green Port*, di mana efisiensi digital diharapkan mampu mendukung keberlanjutan lingkungan dengan mengurangi waktu tunggu kapal dan konsumsi bahan bakar. Implementasi TOS menjadi salah satu langkah strategis untuk mencapai visi tersebut. Dengan TOS, kegiatan operasional dapat direncanakan secara lebih presisi sehingga penggunaan sumber daya dapat diminimalkan. Dari sisi ekonomi, peningkatan efisiensi operasional pelabuhan melalui penerapan TOS juga berdampak pada peningkatan daya saing nasional. Pelabuhan yang efisien akan menurunkan *dwell time*, mempercepat distribusi logistik, dan pada akhirnya mengurangi biaya logistik nasional yang saat ini masih tergolong tinggi. Berdasarkan

data *World Bank Logistics Performance Index (2023)*, efisiensi pelabuhan menjadi salah satu indikator utama dalam menentukan kinerja logistik suatu negara. Oleh karena itu, penerapan TOS di Pelabuhan Tanjung Emas memiliki arti strategis dalam mendukung daya saing sektor maritim Indonesia di tingkat global.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi sejauh mana penerapan TOS di Pelabuhan Tanjung Emas dapat meningkatkan efisiensi operasional bongkar muat dibandingkan dengan sistem manual. Selain itu, penelitian ini juga berupaya mengidentifikasi hambatan utama yang dihadapi dalam implementasi sistem tersebut di lapangan, serta memberikan rekomendasi yang dapat digunakan untuk mengoptimalkan penerapan sistem digital di pelabuhan-pelabuhan lain di Indonesia. Penelitian ini mengombinasikan pendekatan SWOT berdasarkan data operasional TOS untuk mengidentifikasi kekuatan, kelemahan, peluang dan ancaman terhadap efisiensi operasional Pelabuhan Tanjung Emas, sehingga menghasilkan strategi peningkatan efisiensi yang lebih komprehensif, teknis, dan aplikatif. Dengan adanya kajian ini, diharapkan hasil penelitian dapat memberikan manfaat nyata baik bagi pihak pengelola pelabuhan, regulator, maupun pihak-pihak lain yang berkepentingan dalam upaya modernisasi sistem pelabuhan nasional menuju era digitalisasi yang berkelanjutan.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif, dengan tujuan memahami secara mendalam penerapan Terminal Operating System (TOS) serta pengaruhnya terhadap efisiensi operasional di Pelabuhan Tanjung Emas Semarang. Pendekatan ini dipilih karena fokus penelitian terletak pada pemahaman proses, pengalaman, dan persepsi para pelaku operasional pelabuhan (Sugiyono,2023). Data yang digunakan meliputi data primer yang diperoleh melalui wawancara langsung dengan pihak manajemen PT Pelindo dan data sekunder berupa dokumen perusahaan, laporan kinerja operasional, dan sumber literatur seperti jurnal serta laporan tahunan. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui wawancara, observasi lapangan dan studi dokumentasi. Penelitian dilaksanakan di Pelabuhan Tanjung Emas, Kota Semarang, yang dikelola oleh PT Pelabuhan Indonesia (Persero) Regional 3. Pelabuhan ini dipilih karena menjadi salah satu pelabuhan utama di Jawa Tengah yang telah mengimplementasikan sistem TOS sebagai bagian dari program *Pelabuhan Digital Nasional 2024*.

Penelitian ini menggunakan pendekatan analisis SWOT untuk mengevaluasi penerapan TOS terhadap efisiensi operasional. Analisis SWOT dipilih karena mampu memberikan gambaran menyeluruh tentang kekuatan, kelemahan, peluang, dan ancaman yang muncul dari penggunaan TOS di lingkungan operasional Pelabuhan Tanjung Emas.

PEMBAHASAN

Pelabuhan Tanjung Emas merupakan pelabuhan utama di Jawa Tengah yang berperan penting dalam mendukung kegiatan ekspor-impor serta distribusi logistik antar pulau. Pelabuhan ini dikelola oleh PT Pelabuhan Indonesia (Persero) Regional 3 dan melayani kegiatan bongkar muat peti kemas, kargo umum, serta pelayanan penumpang. Seiring dengan meningkatnya arus barang, Pelindo Regional 3 mulai mengimplementasikan *Terminal Operating System (TOS)* pada tahun 2022 sebagai bagian dari program transformasi digital pelabuhan nasional. Sebelum penerapan TOS, sebagian besar proses bongkar muat di Pelabuhan Tanjung Emas dilakukan secara semi-manual dengan bantuan sistem informasi sederhana. Hal ini menyebabkan terjadinya duplikasi data, waktu tunggu kapal yang cukup lama, serta kesalahan dalam pelaporan operasional. Setelah penerapan TOS, sistem kerja mulai terintegrasi secara digital melalui modul *vessel planning*, *yard management*, dan *gate control*,

yang memudahkan koordinasi antarbagian operasional.

Hasil penelitian ini mendukung teori transformasi digital pelabuhan modern yang menekankan bahwa otomatisasi dan integrasi sistem digital dapat meningkatkan efisiensi operasional melalui percepatan alur informasi, pengurangan kesalahan manual, dan peningkatan akurasi pengambilan keputusan. Dalam konteks Pelabuhan Tanjung Emas, TOS berfungsi sebagai sistem pengendali utama yang menyinkronkan perencanaan kapal, pengaturan lapangan, dan pengawasan keluar masuk kontainer dalam satu platform terintegrasi. Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa penelitian ini berhubungan dengan teori Porter (1998) mengenai efisiensi operasional yang menyatakan bahwa penerapan teknologi mampu meningkatkan produktivitas dan menurunkan biaya proses tanpa mengorbankan kualitas pelayanan.

Namun, tingkat keberhasilan implementasi sangat dipengaruhi oleh kualitas infrastruktur digital dan kesiapan SDM. Kualitas SDM dapat ditingkatkan dengan melakukan upaya pelatihan dan pengembangan bagi pekerja maupun pelaku industri transportasi (Dewi & Hanty, 2022). Beberapa operator masih membutuhkan pendamping agar sistem dapat dimanfaatkan secara optimal. Selain manfaat, ditemukan pula beberapa

Secara keseluruhan, implementasi TOS di Pelabuhan Tanjung Emas telah memberikan dampak positif terhadap efisiensi operasional, tetapi optimalisasinya masih memerlukan peningkatan kualitas infrastruktur, penguatan kompetensi SDM, serta harmonisasi sistem digital antarinstansi logistik.

Dampak Penerapan Tos Terhadap Efisiensi Operasional

Berdasarkan data yang didapatkan dari Pelindo, ditemukan bahwa penerapan TOS memberikan sejumlah dampak positif terhadap peningkatan efisiensi operasional, di antaranya:

1. Penurunan Waktu Tunggu Kapal (Berth Time)
Sebelum penerapan TOS, waktu tunggu rata-rata kapal di Pelabuhan Tanjung Emas mencapai 9–11 jam per kapal. Setelah sistem TOS beroperasi penuh, waktu tersebut turun menjadi 5–6 jam per kapal atau mengalami efisiensi sekitar 45%. Hal ini sejalan dengan temuan Pamuji et al. (2023) bahwa TOS mempercepat proses perencanaan bongkar muat melalui optimasi *vessel scheduling*.
2. Peningkatan Produktivitas Bongkar Muat
Data dari Pelindo Regional 3 (2025) menunjukkan bahwa produktivitas bongkar muat meningkat dari 27 gerakan kontainer per jam (GCH) menjadi 36 GCH setelah sistem TOS diimplementasikan. Hal ini membuktikan bahwa sistem digital dapat meningkatkan koordinasi antara operator crane dan perencana lapangan secara signifikan.
3. Peningkatan Akurasi Data Operasional
Sebelumnya, pencatatan data kontainer masih menggunakan formulir manual yang rentan terhadap kesalahan. Dengan TOS, seluruh transaksi kini terekam secara otomatis dan dapat dilacak dalam *real time*. Kesalahan pencatatan turun hingga 70% dibandingkan sebelum sistem diterapkan.
4. Efisiensi Penggunaan Lahan (Yard Utilization)
Sebelum digitalisasi, tingkat pemanfaatan lahan penumpukan sering melebihi 95%, menyebabkan keterlambatan distribusi. Setelah penerapan *Yard Planning Module* pada TOS, kapasitas dapat diatur lebih optimal, dengan rata-rata yard utilization turun ke kisaran 75–80%, mendekati standar optimal menurut World Bank (2023).

Analisis Perbandingan Sebelum dan Sesudah TOS

Untuk mengukur dampak penerapan TOS dilakukan perbandingan kinerja operasional sebelum (tahun 2021) dan sesudah (tahun 2024) penerapan TOS.

Tabel 1. Analisis perbandingan kinerja operasional Pelabuhan Tanjung Emas

Indikator	Sebelum TOS (2021)	Sesudah TOS (2024)	Perubahan (%)
Dwell Time (hari)	4,8	2,9	-39,6
Waktu Tunggu Kapal (jam)	10,2	5,7	-44,1
Produktivitas (GCH)	27	36	+33,3
Kesalahan Data Operasional	12%	3,5%	-70,8
Yard Utilization	95%	79%	-16,8

Sumber : Laporan Kinerja Operasional PT Pelabuhan Indonesia (Persero) Regional 3, 2021–2024; Observasi Lapangan Peneliti, 2024.

Tabel 1 menunjukkan bahwa implementasi TOS memberikan peningkatan signifikan pada semua aspek efisiensi pelabuhan. Penurunan *dwell time* dan waktu tunggu kapal menjadi indikator utama bahwa proses bongkar muat kini lebih terkoordinasi dan terencana secara digital.

Tabel 2. Analisis SWOT Penerapan TOS di Pelabuhan Tanjung Emas

Aspek	Uraian Analisis
Strengths (Kekuatan)	<p>Dukungan kuat dari Pelindo dan pemerintah terhadap program digitalisasi pelabuhan.</p> <p>Infrastruktur pelabuhan telah berkembang dengan fasilitas kontainer modern dan sistem logistik yang mendukung teknologi digital.</p> <p>SDM mulai beradaptasi dengan mengikuti pelatihan penggunaan sistem digital.</p> <p>TOS memungkinkan integrasi data real-time antarinstansi (terminal, bea cukai, shipping line) yang meningkatkan efisiensi dan akurasi pelayanan.</p>
Weaknesses (Kelemahan)	<p>Kemampuan SDM dalam bidang IT masih terbatas sehingga adaptasi sistem berlangsung lambat.</p> <p>Pelatihan dan sosialisasi penggunaan TOS belum dilakukan secara intensif dan berkelanjutan.</p> <p>Masih terjadi gangguan teknis seperti error sistem atau koneksi jaringan yang tidak stabil.</p> <p>Terdapat resistensi dari sebagian pengguna yang terbiasa dengan sistem manual.</p> <p>Integrasi TOS dengan sistem eksternal seperti INAPORTNET belum sepenuhnya optimal.</p>
Opportunities (Peluang)	<p>Adanya kebijakan nasional yang mendorong digitalisasi pelabuhan dan implementasi Smart Port.</p> <p>Perkembangan teknologi informasi (IoT, Big Data, AI) membuka peluang pengembangan TOS menjadi lebih efisien.</p> <p>Potensi kerja sama dan benchmarking dengan pelabuhan internasional untuk peningkatan standar operasional.</p> <p>Pertumbuhan arus peti kemas dan ekspor–impor di Tanjung Emas menuntut sistem yang cepat dan akurat.</p>

Threats (Ancaman)	Dukungan investasi dari BUMN maupun swasta dalam penguatan infrastruktur digital dan peningkatan kapasitas SDM.
	Risiko keamanan siber dan kebocoran data yang dapat mengganggu operasional.
	Ketidaksiapan pengguna eksternal (shipping line, agen, trucking) dalam mengoperasikan sistem digital terintegrasi.
	Persaingan dengan pelabuhan lain yang lebih cepat mengimplementasikan sistem otomasi modern.
	Ketergantungan terhadap vendor sistem TOS dapat menjadi risiko jika terjadi kendala teknis atau kebijakan baru.
	Perubahan regulasi atau kebijakan pemerintah yang mengharuskan penyesuaian sistem secara mendadak.

Sumber: Hasil analisis penulis

Melalui analisis SWOT dapat dilihat bagaimana faktor internal (Strength & Weakness) serta faktor eksternal (Opportunity & Threat) berinteraksi dan memengaruhi peningkatan atau hambatan efisiensi layanan pelabuhan.

Tabel 3. Strategi SW-ST-WO-WT Penerapan TOS Di Pelabuhan Tanjung Emas

Internal / Eksternal	S (Strength)	W (Weakness)
O (Opportunity)	Strategi SO (Strength– Opportunity)	Strategi WO (Weakness– Opportunity)
	Memanfaatkan data real-time TOS untuk mempercepat integrasi dengan sistem eksternal. Mengoptimalkan modul TOS untuk menangani pertumbuhan arus kontainer. Menjadikan Tanjung Emas sebagai pilot project digitalisasi nasional. Mengembangkan fitur lanjutan berbasis AI/IoT di atas platform TOS.	Pelatihan berjenjang untuk memaksimalkan penggunaan modul TOS yang tersedia. Penyusunan SOP berbasis TOS untuk menunjang operasional manual. Analisis downtime dan peningkatan bandwidth agar TOS dapat meminimalkan gangguan jaringan. Penggunaan dashboard terintegrasi untuk memperbaiki koordinasi antarunit.
T (Threat)	Strategi ST (Strength–Threat)	Strategi WT (Weakness–Threat)
	Memanfaatkan integrasi TOS untuk meningkatkan efisiensi operasional guna menghadapi persaingan antar pelabuhan. Memperkuat keamanan sistem digital dan meningkatkan pelatihan SDM untuk mitigasi ancaman siber.	Perbaiki kapasitas sistem dan penyusunan SOP darurat untuk mengurangi risiko gangguan operasional. Memanfaatkan peluang pelatihan dan kerja sama dengan vendor untuk menyesuaikan sistem terhadap perubahan regulasi.

Sumber : Hasil analisis penulis

Melalui strategi SO (*Strength – Opportunity*), Pelabuhan Tanjung Emas dapat memanfaatkan kekuatan TOS untuk menangkap peluang eksternal, seperti meningkatnya

volume ekspor-impor dan tuntutan efisiensi logistik nasional. Contohnya, integrasi data real-time TOS memungkinkan perencanaan bongkar muat yang lebih cepat dan koordinasi dengan mitra logistik, sehingga pelayanan kapal menjadi lebih responsif dan throughput pelabuhan meningkat.

Strategi ST (*Strength – Threat*) digunakan untuk menghadapi ancaman eksternal dengan memanfaatkan kekuatan internal. Misalnya, kemampuan otomatisasi dan digitalisasi TOS dapat dipakai untuk mempertahankan keunggulan kompetitif di tengah persaingan pelabuhan lain, sekaligus memperkuat keamanan data dan mitigasi risiko siber, sehingga operasional tetap stabil meski menghadapi tantangan eksternal.

Melalui strategi WO (*Weakness – Opportunity*), kelemahan internal seperti keterbatasan SDM terlatih dan fitur TOS yang belum optimal dapat diperbaiki dengan memanfaatkan peluang eksternal. Contohnya, program pelatihan intensif bagi operator TOS dan kolaborasi dengan vendor teknologi dapat meningkatkan kemampuan staf serta memaksimalkan pemanfaatan sistem, sehingga kelemahan internal tidak menghambat produktivitas pelabuhan.

Sementara itu, strategi WT (*Weakness – Threat*) berfokus pada langkah defensif untuk mengurangi dampak kelemahan internal sekaligus menghadapi ancaman eksternal. Penerapan SOP darurat, perawatan sistem berkala, dan upgrade kapasitas TOS menjadi langkah preventif untuk memastikan operasional pelabuhan tetap berjalan lancar meski menghadapi fluktuasi volume kargo, perubahan regulasi, atau potensi gangguan teknologi.

Berdasarkan analisis SWOT serta strategi SO-WO-ST-WT, dapat disimpulkan bahwa implementasi TOS di Pelabuhan Tanjung Emas Semarang memberikan kontribusi signifikan terhadap peningkatan efisiensi operasional pelabuhan. Kekuatan utama TOS berupa digitalisasi proses, integrasi data real-time, serta kemampuan otomatisasi operasional mampu mempercepat alur bongkar muat, meminimalkan *dwell time*, dan meningkatkan akurasi perencanaan operasional. Hal ini menjadikan TOS sebagai salah satu elemen kunci dalam percepatan transformasi menuju Smart Port di Indonesia.

SIMPULAN

Penerapan Terminal Operating System (TOS) di Pelabuhan Tanjung Emas menunjukkan perkembangan signifikan terhadap digitalisasi layanan pelabuhan. Kekuatan utama terletak pada dukungan pemerintah dan potensi efisiensi operasional, sementara kelemahan masih muncul dari keterbatasan SDM dan infrastruktur TI. Peluang besar berasal dari tren digitalisasi nasional dan investasi maritim, sedangkan ancaman terkait keamanan data serta kesiapan pihak eksternal harus terus diantisipasi.

Secara empiris, TOS terbukti meningkatkan efisiensi pada seluruh indikator kinerja pelabuhan melalui integrasi data real-time yang mempercepat koordinasi dan akurasi operasional. Namun, tantangan masih terlihat pada kualitas jaringan, kesiapan SDM digital, serta integrasi antarinstansi seperti bea cukai, logistik darat, dan sistem nasional. Kendala ini bersifat teknis dan dapat ditangani melalui peningkatan kapasitas dan pengembangan kompetensi SDM sesuai tuntutan revolusi industri 4.0.

Hasil temuan penelitian menegaskan bahwa implementasi TOS mendorong transisi Pelabuhan Tanjung Emas menuju Smart Port Indonesia 2025 yang lebih efisien, transparan, dan kompetitif. Untuk memperkuat hasil tersebut, beberapa rekomendasi diberikan:

1. Peningkatan kompetensi SDM melalui pelatihan berkelanjutan, OJT, case method, dan behaviour modelling.
2. Penguatan infrastruktur TI, termasuk server, keamanan data, dan jaringan.
3. Integrasi antarinstansi melalui harmonisasi TOS, INSW, dan Port Community System.
4. Perluasan implementasi TOS di pelabuhan lain sebagai standar nasional efisiensi logistik.

Secara keseluruhan, strategi SO-WO-ST-WT menunjukkan bahwa TOS sangat

berpengaruh dalam mempercepat layanan, meningkatkan penataan kontainer, serta mendukung pengambilan keputusan berbasis data. Namun efektivitas penuh hanya tercapai jika SDM siap, infrastruktur kuat, dan seluruh pemangku kepentingan mampu beradaptasi dengan perubahan. Dengan demikian, TOS bukan sekadar sistem digital, melainkan strategi kunci untuk meningkatkan daya saing pelabuhan Indonesia dan memperkuat integrasi logistik nasional.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfatehah, J. A. (2023). *Evaluasi Penerapan Terminal Operating System terhadap Efisiensi Operasional di Pelabuhan Tanjung Emas [Tugas Akhir, Universitas Diponegoro]. Repositori Universitas Diponegoro. Diakses dari*
- Chen, L., & Park, J. (2023). *Integration of Terminal Operating Systems and IoT for Port Efficiency Enhancement*. *Journal of Maritime Logistics*, 18(2), 101–117. <https://doi.org/10.1016/j.jml.2023.02.005>
- Davis, F. D. (1989). *Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information echnology*. *MIS Quarterly*, 13(3),319–40. <https://doi.org/10.2307/249008>
- Dewi,A.M., & Hanty,F (2022) *Kualitas Sumber Daya Manusia Transportasi Laut Di RevaluasiIndustri 4.0 Menuju Era Pelabuhan Pintar. Majalah Ilmiah Bahari Jogja (MIBJ)*, 20(2),204-210. <https://doi.org.10/33489/mibj.v20i2.298>
- DP World. (2024). *Digital Port Operations and Smart Terminal Management*. Dubai: DP World Research and Innovation Division.
<https://eprints2.undip.ac.id/id/eprint/39283/1/TUGAS%20AKHIR%20LENGKAP%20JASMI%20NE%20AINAYAH%20ALFATEHAH.pdf>
- Kementerian Perhubungan Republik Indonesia. (2024). *Laporan Tahunan Transformasi Digital Pelabuhan Nasional 2024*. Jakarta: Direktorat Jenderal Perhubungan Laut.
- KonekSea. (2023). *TOS Control Tower dan Lingkup Pekerjaannya. Diakses dari* <https://koneksea.com/tos-control-tower-dan-lingkup-pekerjaannya/>
- Lee, C. H., & Chen, M. L. (2023). *Smart Port Development and Digital Transformation in East Asia: A Comparative Study*. *Asian Maritime Review*, 11(4), 55–74.
- Notteboom, T., & Rodrigue, J. P. (2022). *Port Management and Operations in the Digital Era*. *Maritime Economics & Logistics*, 24(3), 233–249.
- Pamuji, A., Sutarto, R., & Wirawan, D. (2023). *Evaluasi Efisiensi Operasional Pelabuhan melalui Implementasi Terminal Operating System (TOS)*. *Jurnal Transportasi Laut Indonesia*, 9(1), 45–60.
- Pelindo Multi Terminal. (2024). *Program Transformasi dan Standarisasi Operasi hingga Digitalisasi Layanan Kepelabuhanan: Phinnisi TOS Nusantara, PTOS-M, dan WBS Pelindo Cegah Korupsi Dukung KPK Sosialisasikan NLE dan Platform Jaga Pelabuhan di Belawan*. Diakses dari <https://pelindomultiterminal.co.id/news/program-transformasi-dan-standarisasi-operasi-hingga-digitalisasi-layanan-kepelabuhanan-phinnisi-tos-nusantara-ptos-m-dan-wbs-pelindo-cegah-korupsi-dukung-kpk-sosialisasikan-nle-dan-platform-jaga-pelabuhan-di-belawan>
- Porter, M. E. (1998). *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*. New York: Free Press.
- PT Pelabuhan Indonesia (Persero) Regional 3. (2021–2024). *Laporan kinerja operasional Pelabuhan Indonesia (Persero) Regional 3*. Semarang: PT Pelabuhan Indonesia (Persero) Regional 3.
- PT Pelabuhan Indonesia (Persero) Regional 3. (2025). *Annual Report: Operational Performance and Digitalization at Port of Tanjung Emas*. Surabaya: Pelindo Regional 3 Publications.
- Sugiyono. (2023). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D (Edisi Revisi)*. Bandung:

Alfabeta.

- UNCTAD. (2023). *Review of Maritime Transport 2023: Digitalization and Port Performance*. Geneva: United Nations Conference on Trade and Development
- World Bank. (2023). *Port Reform Toolkit: Efficiency Indicators and Digital Transformation Guidelines*. Washington, D.C.: World Bank Group