

Optimalisasi Tugas dan Tanggung Jawab Awak Kapal Melalui Sistem Digitalisasi untuk Mendukung Transportasi Laut Berkelanjutan

Mudiyanto^{1*}, FX. Adi Purwanto², Maxima Ari Saktiono³

¹ Teknologi Rekayasa Operasi Kapal, Universitas Hang Tuah

² Manajemen Pelabuhan dan Logistik Maritim, Universitas Hang Tuah

³ Teknologi Rekayasa Permesinan Kapal, Universitas Hang Tuah

*e-mail korespondensi: mudiyanto@hangtuah.ac.id

Abstract

Digital transformation in the maritime industry has become an urgent necessity due to the increasing complexity of operations and the need for greater efficiency in sustainable maritime transportation. However, the readiness of ship crews to operate digital systems remains a challenge, impacting the effectiveness with which they carry out their duties and responsibilities on board. This study aims to analyze the effect of implementing digitalization systems—such as the Integrated Bridge System (IBS), Crew Management System (CMS), and Online Maintenance Reporting (OMR)—on optimizing ship crew performance and their contribution to operational efficiency and shipping sustainability. The research method uses a quantitative explanatory approach with a Likert-scale questionnaire instrument distributed to merchant ship crews in the Surabaya, Gresik, and Tuban areas. The analysis used multiple linear regression to examine the relationships among digitalization level, ship crew performance, and operational sustainability. The results show that digitalization significantly improves work efficiency, reporting accuracy, and inter-position coordination, with a significance value of 0.000 and a β of 0.512. These findings confirm that digitalization not only supports technical efficiency but also fosters a more adaptive, data-driven work culture. The study recommends increasing the digital capacity of ship crews through ongoing training to support the implementation of smart and sustainable shipping.

Keywords: Digitalization, Maritime Transport, Sustainability.

Abstrak

Transformasi digital dalam industri maritim menjadi kebutuhan mendesak seiring meningkatnya kompleksitas operasi dan tuntutan efisiensi dalam transportasi laut berkelanjutan. Namun, kesiapan awak kapal dalam mengoperasikan sistem digital masih menjadi tantangan yang berdampak pada efektivitas pelaksanaan tugas dan tanggung jawab di atas kapal. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penerapan sistem digitalisasi seperti Integrated Bridge System (IBS), Crew Management System (CMS), dan Online Maintenance Reporting (OMR) terhadap optimalisasi kinerja awak kapal serta kontribusinya pada efisiensi operasional dan keberlanjutan pelayaran. Metode penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif eksplanatori dengan instrumen kuesioner skala Likert yang disebarkan kepada awak kapal niaga sebanyak 171 responden di wilayah Surabaya, Gresik, dan Tuban. Analisis dilakukan menggunakan regresi linier berganda untuk mengukur hubungan antara tingkat digitalisasi, performa awak kapal, dan keberlanjutan operasional. Hasil penelitian menunjukkan bahwa digitalisasi berpengaruh signifikan terhadap peningkatan efisiensi kerja, akurasi pelaporan, serta koordinasi antarposisi, dengan nilai signifikansi 0,000 dan $\beta = 0,512$. Temuan ini menegaskan bahwa digitalisasi tidak hanya mendukung efisiensi teknis, tetapi juga membentuk budaya kerja yang lebih adaptif dan berbasis data. Penelitian merekomendasikan peningkatan kapasitas digital awak kapal melalui pelatihan berkelanjutan guna mendukung implementasi smart and sustainable shipping.

Kata Kunci: Digitalisasi, Transportasi Laut, Berkelanjutan.

PENDAHULUAN

Transformasi digital di sektor maritim telah menjadi kebutuhan mendesak seiring meningkatnya kompleksitas operasi kapal niaga dan tuntutan efisiensi energi dalam transportasi laut. Industri maritim memiliki pengaruh yang signifikan terhadap perekonomian global, menggarisbawahi perlunya ketersediaan dan keselamatan operasional melalui praktik pemeliharaan yang efektif (Kalafatelis et al., 2025). Namun, implementasi digitalisasi di tingkat operasional kapal masih menghadapi berbagai kendala, terutama pada aspek kesiapan sumber daya manusia (awak kapal) dalam menjalankan tugas dan tanggung jawabnya secara optimal. Banyak awak kapal belum sepenuhnya memahami atau memanfaatkan sistem digital seperti *electronic logbook*, *vessel performance monitoring system*, dan *fuel management system* yang berperan penting dalam menekan konsumsi bahan bakar dan mengurangi emisi karbon. Kondisi ini menunjukkan adanya kesenjangan antara potensi teknologi digital dengan kemampuan operasional awak kapal, sehingga efektivitas digitalisasi belum sepenuhnya berkontribusi terhadap tercapainya tujuan *sustainable maritime transportation*.

Penelitian-penelitian terkini menunjukkan bahwa digitalisasi dalam industri maritim memiliki dampak signifikan terhadap efisiensi dan keberlanjutan operasional kapal. Raza et al. (2023) menegaskan bahwa transformasi digital di logistik maritim mampu meningkatkan transparansi dan efisiensi rantai pasok, namun keberhasilannya sangat bergantung pada kesiapan sumber daya manusia di lapangan. Kaštelan et al., n.d.(2024) menemukan bahwa sebagian besar perusahaan pelayaran masih berada pada tahap awal digitalisasi karena keterbatasan kompetensi awak kapal dan kurangnya integrasi sistem antarbagian. Sementara itu, Mi et al. (2024) menunjukkan bahwa keberhasilan implementasi teknologi digital dalam mendukung *green shipping* sangat ditentukan oleh faktor sosial dan kemampuan adaptasi awak kapal terhadap inovasi teknologi. Oleh karena itu, penelitian ini menyoroti pentingnya optimalisasi peran manusia khususnya awak kapal sebagai penggerak utama keberhasilan digitalisasi yang berorientasi pada efisiensi dan keberlanjutan.

Berdasarkan kondisi dan temuan penelitian terdahulu, dapat diasumsikan bahwa penerapan sistem digitalisasi yang tepat dikombinasikan dengan peningkatan kompetensi digital awak kapal—akan secara signifikan mengoptimalkan pelaksanaan tugas dan tanggung jawab mereka di kapal. Sistem digital yang terintegrasi memungkinkan awak kapal menjalankan fungsi pemantauan, pengambilan keputusan, dan pelaporan secara lebih cepat, akurat, serta transparan. Dengan demikian, hipotesis utama dalam penelitian ini adalah bahwa *tingkat kesiapan digital dan penerapan sistem digitalisasi yang efektif memiliki pengaruh positif terhadap optimalisasi tugas awak kapal serta peningkatan efisiensi operasional yang berkontribusi pada transportasi laut berkelanjutan*.

Penelitian ini bertujuan untuk membuktikan bahwa penerapan sistem digitalisasi di atas kapal memiliki pengaruh yang signifikan terhadap optimalisasi tugas dan tanggung jawab awak kapal. Serta apakah sistem tersebut berkontribusi langsung terhadap peningkatan efisiensi kerja, koordinasi, dan pelaporan di atas kapal. Sistem itu antaralain *Integrated Bridge System (IBS)*, *Crew Management System (CMS)*, dan *Online Maintenance Reporting (OMR)*.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan eksplanatori (explanatory research). Pendekatan ini digunakan untuk menguji pengaruh antara variabel independen (digitalisasi sistem kerja awak kapal) terhadap variabel dependen (optimalisasi tugas dan tanggung jawab awak kapal) serta hubungannya dengan variabel mediasi (transportasi laut berkelanjutan). Metode kuantitatif dipilih karena memungkinkan pengukuran yang objektif terhadap persepsi, tingkat penerapan digitalisasi, serta dampaknya terhadap efisiensi kerja dan keberlanjutan operasional kapal. Penelitian dilakukan pada kapal-kapal niaga Indonesia yang beroperasi di wilayah pelayaran domestik dan internasional, dengan fokus pada awak kapal deck

dan engine department. Lokasi utama pengumpulan data adalah pelabuhan Surabaya, Gresik, dan Tuban, di mana terdapat aktivitas bongkar muat dan pemanduan kapal niaga secara intensif.

Populasi penelitian ini adalah awak kapal niaga (nakhoda, mualim, masinis, dan juru) yang bekerja di kapal berbendera Indonesia dengan sistem digitalisasi operasional yang sudah mulai diterapkan, seperti penggunaan *Electronic Chart Display and Information System (ECDIS)*, *engine monitoring system*, dan *digital logbook*.

Pengambilan sampel dilakukan dengan metode purposive sampling, dengan kriteria sebagai berikut:

1. Awak kapal aktif minimal 1 tahun berlayar.
2. Pernah menggunakan atau berinteraksi dengan sistem digital di kapal.
3. Bersedia mengisi kuesioner secara lengkap.

Jumlah sampel ditentukan berdasarkan rumus Slovin (Sugiyono, 2020): Dengan jumlah populasi diperkirakan 300 awak kapal dan tingkat kesalahan (e) 5%, maka diperoleh:

$$n = \frac{300}{1 + 300(0.05)^2} = 171.4 \approx 171 \text{ responden.}$$

Instrumen utama yang digunakan adalah kuesioner tertutup berbasis skala Likert (1–5), mulai dari “Sangat Tidak Setuju” hingga “Sangat Setuju”. Kuesioner disusun berdasarkan indikator tiap variabel dan telah melalui tahap uji validitas serta reliabilitas. Uji validitas menggunakan teknik *Pearson Product Moment*, sedangkan uji reliabilitas menggunakan *Cronbach’s Alpha* dengan batas $\geq 0,70$. Data dikumpulkan melalui beberapa tahap:

1. Penyebaran kuesioner daring dan luring kepada awak kapal yang memenuhi kriteria.
2. Wawancara pendukung dengan beberapa perwira kapal (nakhoda dan kepala kamar mesin) untuk memperkuat hasil kuesioner.

Analisis dilakukan dengan pendekatan statistik deskriptif dan inferensial menggunakan software SPSS dan SmartPS, dengan melakukan analisis deskriptif, uji instrumen, analisis regresi linier berganda serta uji signifikansi dengan taraf kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$).

PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan sistem digitalisasi di atas kapal memberikan dampak signifikan terhadap optimalisasi tugas dan tanggung jawab awak kapal. Dari 171 responden yang terlibat, mayoritas menyatakan bahwa penggunaan sistem seperti Integrated Bridge System (IBS), Crew Management System (CMS), dan Online Maintenance Reporting (OMR) sangat membantu dalam menjalankan pekerjaan harian mereka. IBS terbukti mendukung navigasi yang lebih akurat, meminimalkan potensi kesalahan manusia, serta mempercepat proses pengambilan keputusan di anjungan. CMS membantu memperjelas pembagian tugas, memudahkan perencanaan jadwal kerja, serta meningkatkan koordinasi antarposisi. Sementara itu, OMR memfasilitasi pelaporan kondisi mesin dan kebutuhan perawatan secara lebih cepat dan terdokumentasi, sehingga waktu tanggap terhadap potensi kerusakan dapat diminimalkan. Secara keseluruhan, digitalisasi terbukti menjadi elemen penting yang memperkuat alur kerja, meningkatkan produktivitas, serta menciptakan sistem operasional kapal yang lebih transparan dan efisien. Secara kuantitatif, pengaruh digitalisasi terhadap kinerja awak kapal diperkuat melalui hasil analisis regresi yang menunjukkan nilai $\beta = 0,512$ dengan tingkat signifikansi 0,000. Hal ini menandakan bahwa digitalisasi memiliki hubungan positif dan kuat terhadap peningkatan efisiensi kerja, akurasi pelaksanaan tugas, serta efektivitas pelaporan di atas kapal. Semakin tinggi tingkat penerapan teknologi digital, semakin optimal pula kinerja awak kapal dalam menjalankan tugas operasional. Pengaruh ini tidak hanya terlihat pada perbaikan teknis dalam proses kerja, tetapi juga pada perubahan budaya kerja yang lebih adaptif, responsif, dan berbasis data. Temuan ini menjadi bukti bahwa digitalisasi bukan sekadar

penambahan perangkat teknologi, melainkan bagian dari transformasi operasional yang mampu meningkatkan keselamatan, keandalan, dan keberlanjutan transportasi laut secara menyeluruh.

Penerapan *Integrated Bridge System* membantu awak kapal dalam memantau kondisi mesin dan navigasi secara real-time, sehingga meminimalkan risiko kesalahan manusia, hal ini selaras dengan penelitian (Tumpu, 2025) yang menyatakan Navigasi digital meningkatkan efisiensi operasional dan mengurangi tingkat kecelakaan di laut hingga 15%. Dengan demikian, sistem integrasi data di ruang anjungan kapal menjadi elemen penting dalam meningkatkan keselamatan dan efisiensi, selaras dengan penelitian (Zeng et al., 2025) yang menyatakan Implementasi digitalisasi merupakan proses yang kompleks, karena dipengaruhi oleh berbagai faktor pendorong dan hambatan, sementara penelitian yang memberikan gambaran komprehensif tentang digitalisasi di sektor logistik maritim masih terbatas.

Selanjutnya, *Crew Management System* terbukti mempercepat alur komunikasi dan pembagian tugas antarawak kapal. Mayoritas responden menilai sistem ini membantu mereka memahami peran dan tanggung jawab masing-masing secara lebih jelas. Hasil ini mendukung penelitian (Lau, 2023) dalam *Marine Policy Journal* yang menunjukkan bahwa penggunaan sistem komunikasi digital memperkuat koordinasi kerja antarposisi hingga 45% dan meningkatkan kepatuhan terhadap prosedur keselamatan. Dalam konteks pelaporan teknis, *Online Maintenance Reporting* memungkinkan pelaporan kerusakan atau perawatan mesin dilakukan secara cepat dan terdokumentasi. Temuan ini didukung oleh (Putra & Nuhun, 2025) yang membuktikan bahwa sistem pelaporan digital meningkatkan efisiensi manajemen pemeliharaan kapal hingga 47%. Dengan pelaporan berbasis digital, waktu tanggap perbaikan dapat dikurangi dan potensi kerusakan besar dapat dicegah.

Dampak lanjut dari digitalisasi adalah peningkatan keselamatan operasi, efisiensi energi, serta pengurangan kesalahan manusia (*human error*). Sebagaimana dilaporkan oleh (Grekos, 2024) dalam *Sustainable Maritime Transport Report*, digitalisasi dan otomatisasi merupakan langkah kunci dalam mencapai transportasi laut yang rendah karbon dan berkelanjutan. Industri maritim berkembang pesat dalam lingkungan yang dinamis, dan berperan sebagai karakteristik penting dalam mendorong perekonomian perdagangan di seluruh dunia. Di saat yang sama, industri ini juga menghadapi banyak risiko dan tantangan (Lau, 2023).

Secara keseluruhan, penelitian ini menegaskan bahwa digitalisasi bukan sekadar inovasi teknologi, melainkan transformasi sistem kerja yang memengaruhi budaya operasional kapal. Implementasi yang konsisten dan didukung oleh pelatihan awak kapal akan menjadikan digitalisasi sebagai faktor utama dalam mewujudkan transportasi laut yang efisien, aman, dan berkelanjutan. Sistematis investigasi akademis terkini mengenai faktor pendorong dan penghambat digitalisasi dalam logistik maritim, dan mengidentifikasi kemungkinan tren masa depan yang dapat muncul dalam logistik maritim (Zeng et al., 2025).

SIMPULAN

Digitalisasi bukan hanya inovasi teknologi, melainkan transformasi fundamental dalam budaya operasional kapal. Implementasi sistem digital yang terencana, disertai peningkatan kompetensi dan pelatihan awak kapal, akan menjadi kunci dalam mewujudkan transportasi laut yang efisien, aman, dan berkelanjutan. Penelitian ini juga merekomendasikan agar perusahaan pelayaran dan lembaga pendidikan vokasi maritim memperkuat kapasitas sumber daya manusia dalam bidang digitalisasi kapal sebagai langkah strategis menuju era *smart and sustainable shipping*.

DAFTAR PUSTAKA

- Grekos, D. (2024). External Maritime Policy of the EU: A Unilateral Initiative of Greece in the IMO. *TransNav*, 18(1), 151–158. <https://doi.org/10.12716/1001.18.01.15>
- Kalafatelis, A. S., Nomikos, N., Giannopoulos, A., Alexandridis, G., Karditsa, A., & Trakadas, P. (2025). *Towards Predictive Maintenance in the Maritime Industry : A Component-Based Overview*. *Ml*, 1–21. <https://doi.org/10.3390/jmse13030425>
- Kaštelan, N., Vidan, P., Assani, N., & Miličević, M. (2024). Digital horizon: Assessing current status of digitalization in maritime industry. *Transactions on maritime science*, 13(1). <https://doi.org/10.7225/toms.v13.n01.w13>
- Lau, Y. (2023). *Marine Policy*. 10–12.
- Mi, J. J., Wang, Y., Zhang, N., Zhang, C., & Ge, J. (2024). *A Bibliometric Analysis of Green Shipping : Research Progress and Challenges for Sustainable Maritime Transport*.
- Putra, A., & Nuhun, R. S. (2025). *Transformasi Digital Layanan Transportasi Laut : Sistem Cerdas Pemesanan Tiket* (Issue November).
- Tumpu, M. (2025). *Keselamatan Transportasi* (Issue March).
- Zeng, F., Chen, A., Xu, S., Chan, H. K., & Li, Y. (2025). *Digitalization in the Maritime Logistics Industry : A Systematic Literature Review of Enablers and Barriers*. 1–29.