

Crew competence and compliance as determinants of oil water separator effectiveness: implications for marine pollution prevention

Putu D. Darmawan¹, Alfret Luasunaung², Wilmy E. Pelle³, Nickson J. Kawung³, Leonardus R. Rengkung⁴, Markus T. Lasut¹

¹ Aquatic Science Study Program, Postgraduate Program, Sam Ratulangi University, Jl. Kampus UNSRAT Bahu, Manado 95115, Indonesia

² Utilization of Fishery Resources Study Program, Faculty of Fisheries and Marine Science, Sam Ratulangi University, Jl. Kampus UNSRAT Bahu, Manado 95115, Indonesia

³ Marine Science Study Program, Faculty of Fisheries and Marine Science, Sam Ratulangi University, Jl. Kampus UNSRAT Bahu, Manado 95115, Indonesia

⁴ Regional Planning and Development Science, Postgraduate Program, Sam Ratulangi University, Jl. Kampus UNSRAT Bahu, Manado 95115, Indonesia

*Correspondence: deny.op60@gmail.com

Received: 7 April 2026 – Revised: 22 April 2026 – Accepted: 24 April 2026

ABSTRACT: Marine pollution from oily bilge water discharges continues to pose a significant threat to ocean ecosystems and maritime environmental sustainability. The Oil Water Separator (OWS), mandated under MARPOL Annex I, serves as the primary onboard technological control to prevent such discharges; however, its operational effectiveness is contingent not solely upon equipment design but also upon human factors, particularly the competence and regulatory compliance of shipboard personnel. This study aims to examine the influence of crew competence and compliance on the effectiveness of OWS operations in mitigating marine pollution. A quantitative explanatory research design was employed, utilizing Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM) to test the hypothesized relationships. Data were collected via structured questionnaires administered to 60 engine officers serving across 15 commercial vessels calling at Bitung Port, North Sulawesi, Indonesia. The results reveal that crew competence exerts a significant positive effect on OWS effectiveness ($\beta = 0.473$; $p = 0.022$), while crew compliance demonstrates a stronger significant effect ($\beta = 0.522$; $p = 0.007$). Collectively, both constructs account for 56.7% of the variance in OWS effectiveness ($R^2 = 0.567$). These empirical findings underscore the critical need for targeted capacity-building initiatives to enhance technical competence and the reinforcement of strict adherence to operational protocols and environmental regulations. The study contributes practical insights for shipping companies, port state control authorities, and maritime policymakers in strengthening pollution prevention strategies and advancing sustainable shipping practices.

Keywords: crew competence; regulatory compliance; oil water separator; marine pollution prevention; MARPOL Annex I

PENDAHULUAN

Transportasi laut merupakan tulang punggung perdagangan global, dengan lebih dari 80% volume perdagangan dunia diangkut melalui jalur laut (UNCTAD, 2024). Di sisi lain, aktivitas pelayaran juga berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan akibat pembuangan limbah operasional kapal, termasuk *oily bilge water* yang berasal dari ruang mesin. Limbah ini mengandung campuran minyak, bahan bakar, deterjen, dan berbagai zat pencemar lain yang dapat menurunkan kualitas perairan apabila dibuang tanpa pengolahan yang memadai. Untuk mencegah pencemaran tersebut, *International Maritime Organization* (IMO) melalui MARPOL Annex I mewajibkan penggunaan *Oil Water Separator* (OWS) sebagai sistem pemisahan minyak dan air sebelum limbah dibuang ke lingkungan laut.

Meskipun teknologi *Oil Water Separator* (OWS) telah diterapkan secara luas pada kapal niaga, pelanggaran terkait pembuangan limbah berminyak masih ditemukan di berbagai

sektor pelayaran. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa kegagalan pencegahan pencemaran tidak selalu disebabkan oleh kerusakan peralatan, tetapi juga dipengaruhi oleh faktor manusia (*human factors*), seperti rendahnya kompetensi, kesalahan pengoperasian, lemahnya pengawasan, dan kurangnya kepatuhan terhadap prosedur operasional maupun regulasi lingkungan (Helga *et al.*, 2023; Mallam and Nazir, 2019). Oleh karena itu, efektivitas penggunaan OWS tidak hanya ditentukan oleh kinerja teknis peralatan, tetapi juga oleh kompetensi awak kapal yang mencakup kemampuan teknis, kognitif, dan operasional dalam mengoperasikan sistem secara aman, efektif, serta memahami risiko operasional dan dampak lingkungan yang dapat timbul akibat kesalahan pengoperasian (Fan and Yang, 2023; Mallam and Nazir, 2019).

Kompetensi awak kapal merupakan faktor penting dalam memastikan efektivitas pengoperasian *Oil Water Separator* (OWS). Kompetensi maritim mencakup pengetahuan, keterampilan, sikap, dan tanggung jawab

Table 1. Operational Definition of Research Variables

Variabel	Definisi Operasional	Referensi
Kompetensi Awak Kapal (X ₁)	Kemampuan awak kapal yang mencakup aspek pengetahuan, keterampilan teknis, dan sikap profesional dalam mengoperasikan serta memelihara <i>Oil Water Separator</i> (OWS).	(Sulistiana et al., 2025; Zaeni et al., 2025)
Kepatuhan Awak Kapal (X ₂)	Tingkat ketaatan awak kapal dalam menjalankan prosedur operasional, pencatatan <i>Oil Record Book</i> (ORB), serta ketentuan MARPOL Annex I terkait pencegahan pencemaran laut.	(Ajzen, 1991; Helga et al., 2023; Jamaluddin et al., 2024)
Efektivitas Penggunaan OWS (Y)	Tingkat keberhasilan OWS dalam mengolah limbah berminyak sesuai standar operasional dan regulasi lingkungan maritim yang berlaku.	(IMO, 2023; Jamaluddin et al., 2024)

profesional yang diperlukan untuk melaksanakan tugas operasional sesuai standar keselamatan dan regulasi maritim yang berlaku. Tingkat kompetensi yang memadai memungkinkan awak kapal mengoperasikan, memantau, dan memelihara OWS secara tepat sehingga mendukung kinerja sistem dalam mencegah pencemaran laut akibat pembuangan limbah berminyak (Zaeni et al., 2025). Selain itu, kepatuhan awak kapal terhadap prosedur operasional, pencatatan *Oil Record Book* (ORB), dan ketentuan MARPOL Annex I juga berperan penting dalam upaya pencegahan pencemaran laut. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa pelanggaran lingkungan maritim lebih sering disebabkan oleh ketidakpatuhan terhadap prosedur dan regulasi yang berlaku dibandingkan oleh kegagalan teknologi itu sendiri (Umasangadji et al., 2026; Wuryantari et al., 2025).

Berbagai penelitian telah melaporkan bahwa kompetensi awak kapal berkontribusi terhadap peningkatan keselamatan dan efektivitas operasional kapal, sementara kepatuhan terhadap regulasi lingkungan mendukung keberhasilan implementasi sistem perlindungan lingkungan maritim (Barasa et al., 2025; Jamaluddin et al., 2024). Namun, sebagian besar penelitian terdahulu masih berfokus pada aspek teknis OWS atau mengkaji kompetensi dan kepatuhan secara terpisah. Kajian yang mengevaluasi pengaruh kedua faktor tersebut secara simultan terhadap efektivitas penggunaan OWS masih relatif terbatas, khususnya pada kapal niaga yang beroperasi di Indonesia.

Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh kompetensi dan kepatuhan awak kapal terhadap efektivitas penggunaan *Oil Water Separator* pada kapal niaga yang beroperasi di Pelabuhan Bitung, Sulawesi Utara. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi empiris terhadap pengembangan pengelolaan lingkungan maritim serta menjadi dasar bagi peningkatan program pelatihan dan pengawasan kepatuhan awak kapal dalam mendukung pencegahan pencemaran laut secara berkelanjutan.

MATERIAL DAN METODE

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari – Maret 2026 di Pelabuhan Bitung, Sulawesi Utara. Pelabuhan Bitung dipilih sebagai lokasi penelitian karena merupakan salah satu pelabuhan utama di kawasan Indonesia Timur dengan aktivitas pelayaran yang cukup tinggi. Kondisi tersebut memungkinkan peneliti memperoleh responden yang

terlibat langsung dalam pengoperasian *Oil Water Separator* (OWS) pada kapal niaga.

Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain eksplanatori untuk menganalisis pengaruh kompetensi dan kepatuhan awak kapal terhadap efektivitas penggunaan *Oil Water Separator* (OWS). Pendekatan ini digunakan karena penelitian tidak hanya menggambarkan kondisi yang terjadi di lapangan, tetapi juga menguji hubungan antarvariabel yang telah dirumuskan dalam hipotesis penelitian (Pérez-Guerrero et al., 2024). Pengumpulan data dilakukan melalui survei menggunakan kuesioner yang diberikan kepada responden pada satu periode pengamatan (*cross-sectional*).

Populasi dan Sampel

Populasi penelitian adalah perwira mesin yang bertugas pada kapal niaga yang beroperasi di Pelabuhan Bitung dan menggunakan sistem *Oil Water Separator* (OWS). Penentuan sampel dilakukan dengan teknik purposive sampling, yaitu pemilihan responden berdasarkan kriteria tertentu yang sesuai dengan tujuan penelitian. Kriteria responden meliputi:

1. Kapal niaga berukuran minimal 400 Gross Tonnage (GT).
2. Kapal dilengkapi dengan sistem OWS yang beroperasi.
3. Responden merupakan perwira mesin yang terlibat langsung dalam pengoperasian dan pemeliharaan OWS.
4. Memiliki pengalaman kerja minimal satu tahun pada bagian mesin kapal.

Jumlah responden yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 60 orang yang berasal dari 15 kapal niaga. Responden terdiri atas *Chief Engineer*, *First Engineer*, *Second Engineer*, dan *Third Engineer*. Jumlah tersebut dinilai memadai untuk analisis *Partial Least Squares Structural Equation Modeling* (PLS-SEM) (Sarstedt and Liu, 2024).

Definisi Operasional Variabel Penelitian ditampilkan dalam Table 1.

Pengumpulan Data

Data primer diperoleh melalui penyebaran kuesioner menggunakan skala Likert lima tingkat, mulai dari skor 1 (sangat tidak setuju) hingga skor 5 (sangat setuju). Penelitian ini mengkaji tiga variabel utama, yaitu kompetensi awak kapal (X₁), kepatuhan awak kapal (X₂), dan efektivitas penggunaan OWS (Y). Variabel kompetensi diukur melalui indikator pengetahuan teknis, keterampilan operasional, dan sikap profesional awak kapal dalam mengoperasikan OWS.

Table 2. Construct Validity and Reliability

Variabel	Rentang Outer Loading	AVE	Composite Reliability	Cronbach's Alpha
Kompetensi (X1)	0,729–0,944	0,752	0,964	0,958
Kepatuhan (X2)	0,926–0,969	0,901	0,988	0,986
Efektivitas Penggunaan OWS (Y)	0,857–0,936	0,827	0,977	0,974

Table 3. Path Coefficient Test Results

Hubungan Antar Variabel	Koefisien Jalur (β)	T Statistik	P-Value
Kompetensi → Efektivitas OWS	0,473	2,289	0,022
Kepatuhan → Efektivitas OWS	0,522	2,722	0,007
Kompetensi & Kepatuhan → Efektivitas OWS		$R^2 : 0,567$ $Q^2 : 0,445$ SRMR: 0,067	

Variabel kepatuhan diukur berdasarkan tingkat ketaatan terhadap prosedur operasional, ketentuan MARPOL Annex I, serta pencatatan *Oil Record Book* (ORB). Sementara itu, efektivitas penggunaan OWS diukur berdasarkan kemampuan sistem dalam mendukung pengendalian pencemaran minyak sesuai standar yang berlaku.

Analisis Data

Data dianalisis menggunakan metode *Partial Least Squares Structural Equation Modeling* (PLS-SEM) dengan bantuan perangkat lunak SmartPLS. Metode ini dipilih karena mampu menganalisis hubungan antarvariabel laten secara simultan dan sesuai digunakan pada penelitian dengan jumlah sampel yang relatif terbatas (Hair *et al.*, 2022). Analisis dilakukan melalui dua tahap, yaitu evaluasi model pengukuran (*outer model*) dan evaluasi model struktural (*inner model*). Evaluasi model pengukuran meliputi uji validitas dan reliabilitas konstruk, sedangkan evaluasi model struktural dilakukan untuk menguji hubungan antarvariabel melalui nilai koefisien jalur (*path coefficient*), koefisien determinasi (R^2), *predictive relevance* (Q^2), dan *Standardized Root Mean Square Residual* (SRMR). Pengujian hipotesis dilakukan menggunakan teknik *bootstrapping* dengan tingkat signifikansi 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan Table 2, seluruh konstruk memenuhi kriteria validitas dan reliabilitas. Nilai *outer loading* seluruh indikator berada di atas 0,70, nilai AVE melebihi 0,50, serta nilai *Composite Reliability* dan Cronbach's Alpha berada di atas batas minimum 0,70. Selain itu, pengujian validitas diskriminan menggunakan kriteria Fornell-Larcker dan HTMT menunjukkan bahwa seluruh konstruk memiliki kemampuan diskriminan yang memadai (Hair *et al.*, 2022).

Sesuai Table 3, model penelitian menunjukkan kemampuan penjelasan yang moderat dengan nilai R^2 sebesar 0,567, yang berarti kompetensi dan kepatuhan mampu menjelaskan 56,7% variasi efektivitas penggunaan OWS. Nilai Q^2 sebesar 0,445 menunjukkan bahwa model memiliki relevansi prediktif yang baik, sedangkan nilai SRMR sebesar 0,067 mengindikasikan bahwa model memiliki tingkat

kesesuaian yang memadai dengan data penelitian (Hair *et al.*, 2022).

Pengaruh Kompetensi terhadap Efektivitas OWS

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kompetensi awak kapal berpengaruh positif dan signifikan terhadap efektivitas penggunaan OWS dengan nilai koefisien jalur sebesar 0,473 dan nilai signifikansi 0,022 (Tabel 3). Hasil ini menunjukkan bahwa semakin tinggi kompetensi awak kapal, semakin efektif pula penggunaan OWS dalam mendukung pencegahan pencemaran laut.

Kompetensi menjadi faktor penting karena pengoperasian OWS memerlukan pemahaman teknis, keterampilan operasional, dan kemampuan dalam melakukan pemantauan maupun pemeliharaan sistem. Awak kapal yang memahami prosedur kerja OWS cenderung lebih mampu mendeteksi gangguan operasional, melakukan tindakan korektif, serta memastikan sistem bekerja sesuai ketentuan MARPOL Annex I.

Hasil ini menunjukkan bahwa peningkatan kemampuan teknis awak kapal berkontribusi langsung terhadap kemampuan mendeteksi gangguan OWS dan mencegah kegagalan operasional yang berpotensi menyebabkan pencemaran laut. Temuan ini sejalan dengan konsep kompetensi yang dikemukakan oleh Spencer dan Spencer (1993), yang menyatakan bahwa pengetahuan dan keterampilan merupakan faktor utama yang memengaruhi kinerja individu. Hasil penelitian ini juga mendukung penelitian Zaeni *et al.* (2025) yang menemukan bahwa kompetensi maritim berkontribusi terhadap peningkatan kinerja operasional dan keselamatan pelayaran. Dengan demikian, peningkatan kompetensi awak kapal melalui pelatihan dan sertifikasi menjadi langkah penting dalam mendukung efektivitas sistem perlindungan lingkungan di atas kapal.

Temuan ini juga sejalan dengan penelitian Sulistiana *et al.* (2025) yang menunjukkan bahwa kompetensi awak kapal berperan penting dalam mendukung pengoperasian peralatan maritim secara efektif dan aman. Selain itu, Barasa *et al.* (2025) menemukan bahwa peningkatan kompetensi dan pelatihan awak kapal berkontribusi terhadap peningkatan budaya keselamatan dan kualitas pengambilan keputusan selama operasi kapal. Dalam konteks penelitian ini,

kompetensi tidak hanya berkaitan dengan kemampuan teknis mengoperasikan OWS, tetapi juga kemampuan awak kapal dalam memahami dampak lingkungan yang dapat ditimbulkan apabila sistem tidak dioperasikan sesuai prosedur.

Pengaruh Kepatuhan terhadap Efektivitas OWS

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kepatuhan awak kapal berpengaruh positif dan signifikan terhadap efektivitas penggunaan *Oil Water Separator* (OWS) dengan nilai koefisien jalur sebesar 0,522 ($p = 0,007$). Nilai koefisien yang lebih tinggi dibandingkan kompetensi menunjukkan bahwa kepatuhan merupakan faktor yang paling dominan dalam meningkatkan efektivitas penggunaan OWS. Temuan ini mengindikasikan bahwa keberhasilan pengoperasian OWS tidak hanya ditentukan oleh kemampuan teknis awak kapal, tetapi juga oleh konsistensi dalam menjalankan prosedur operasional dan ketentuan lingkungan yang berlaku.

Hasil penelitian ini sejalan dengan temuan Jamaluddin *et al.* (2024) yang menyatakan bahwa keberhasilan pengoperasian OWS sangat dipengaruhi oleh kepatuhan operator terhadap prosedur operasional dan pemeliharaan sistem. Dalam praktiknya, kepatuhan awak kapal tercermin melalui pelaksanaan prosedur penggunaan OWS sesuai standar, pencatatan *Oil Record Book* (ORB) secara akurat, serta kepatuhan terhadap ketentuan MARPOL Annex I terkait pencegahan pencemaran minyak dari kapal. Kepatuhan terhadap aspek-aspek tersebut memungkinkan sistem OWS beroperasi secara optimal sekaligus mendukung pemenuhan regulasi lingkungan internasional.

Temuan ini mendukung *Theory of Planned Behavior* yang dikemukakan oleh Ajzen (1991), yang menjelaskan bahwa perilaku individu dipengaruhi oleh niat dan kesediaan untuk mematuhi aturan yang berlaku. Dalam konteks penelitian ini, kepatuhan awak kapal mencerminkan komitmen dalam menerapkan prosedur perlindungan lingkungan secara konsisten selama operasi kapal. Hasil penelitian ini sejalan dengan Helga *et al.* (2023) dan Quigley *et al.* (2025) yang menunjukkan bahwa kepatuhan terhadap regulasi lingkungan maritim merupakan faktor penting dalam keberhasilan sistem perlindungan lingkungan. Temuan ini juga memperkuat perspektif *human factors* yang menekankan bahwa efektivitas penggunaan OWS tidak hanya ditentukan oleh teknologi, tetapi juga oleh kompetensi, perilaku, dan kepatuhan operator yang menggunakannya (Mallam and Nazir, 2019).

Secara simultan, kompetensi dan kepatuhan awak kapal mampu menjelaskan 56,7% variasi efektivitas penggunaan OWS ($R^2 = 0,567$). Hasil ini menunjukkan bahwa efektivitas penggunaan OWS merupakan hasil interaksi antara kemampuan teknis awak kapal dan perilaku kerja yang tercermin dalam kepatuhan terhadap prosedur operasional serta regulasi lingkungan. Namun demikian, pengaruh kepatuhan yang lebih besar dibandingkan kompetensi menunjukkan bahwa keterampilan teknis yang baik perlu diimbangi dengan disiplin dalam menerapkan prosedur dan ketentuan MARPOL Annex I agar sistem OWS dapat berfungsi secara optimal.

Secara keseluruhan, penelitian ini menegaskan bahwa keberhasilan sistem perlindungan lingkungan maritim tidak hanya ditentukan oleh aspek teknis peralatan, tetapi juga oleh faktor manusia yang terlibat dalam pengoperasiannya.

Temuan ini memperkuat pandangan bahwa efektivitas penggunaan OWS merupakan hasil interaksi antara teknologi, manusia, dan sistem manajemen yang diterapkan di atas kapal. Oleh karena itu, perusahaan pelayaran perlu mengintegrasikan program peningkatan kompetensi dengan sistem pengawasan kepatuhan operasional, sehingga upaya pencegahan pencemaran laut dapat dilaksanakan secara lebih efektif dan berkelanjutan.

KESIMPULAN

Kompetensi dan kepatuhan awak kapal berpengaruh positif terhadap efektivitas penggunaan *Oil Water Separator* (OWS) pada kapal niaga di Pelabuhan Bitung. Di antara kedua faktor tersebut, kepatuhan menunjukkan peran yang lebih dominan, yang mengindikasikan bahwa keberhasilan penggunaan OWS tidak hanya ditentukan oleh kemampuan teknis awak kapal, tetapi juga oleh konsistensi dalam menjalankan prosedur operasional dan ketentuan lingkungan yang berlaku. Temuan ini menegaskan pentingnya pengembangan kompetensi yang disertai dengan penguatan budaya kepatuhan dalam mendukung efektivitas sistem pencegahan pencemaran laut. Oleh karena itu, upaya peningkatan kinerja OWS perlu dilakukan melalui program pelatihan yang berkelanjutan, pengawasan operasional yang efektif, serta penerapan regulasi lingkungan maritim secara konsisten.

Ucapan Terima Kasih. Penulis menyampaikan terima kasih kepada seluruh responden yang telah berpartisipasi dalam penelitian ini, pihak perusahaan pelayaran dan otoritas pelabuhan yang telah memberikan dukungan selama proses pengumpulan data, serta semua pihak yang telah membantu sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik. *"Kami menyatakan bahwa tidak ada konflik kepentingan dengan organisasi manapun mengenai bahan yang didiskusikan dalam naskah ini."*

REFERENSI

- AJZEN, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50(2), 179–211. [https://doi.org/10.1016/0749-5978\(91\)90020-T](https://doi.org/10.1016/0749-5978(91)90020-T)
- BARASA, L., SIMANJUNTAK, M., and SYAFITRA, B. W. (2025). Factors affecting the safety climate of the ship 's crew: Empirical evidence from shipping companies in Indonesia. *Asian Journal of Shipping and Logistics (AJSL)*, 41, 75–82.
- FAN, S., and YANG, Z. (2023). Analysing seafarer competencies in a dynamic human-machine system. *Ocean and Coastal Management*, 240(May), 106662. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2023.106662>
- HAIR, J. F., HULT, G. T. M., RINGLE, C. M., and SARSTEDT, M. (2022). *A primer on partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM)* (3rd ed.). Sage Publications.
- HELGA, M., ALAM, F., and BIMANTORO, R. R. (2023). JOURNAL OF MARINE RESOURCES AND COASTAL MANAGEMENT Implementation of MARPOL 73 / 78 Annex I on the prevention of oil spills

- at Nilam Terminal , Port of Tanjung Perak Surabaya Score =. *Journal of Marine Resources & Coastal Management*, 4(2), 17–21.
- JAMALUDDIN, SUYUTI, M., and JAFAR, M. (2024). Operational Performance Of Oily Water Separator K1 Sultan Hasanuddin 02 Pip Makassar In Protecting The Maritime Environment. *JOURNAL OF OCEAN SCIENCE AND TECHNOLOGY INNOVATION*, 5(3), 338–343.
- MALLAM, S. C., and NAZIR, S. (2019). *Rethinking Maritime Education , Training , and Operations in the Digital Era : Applications for Emerging Immersive Technologies*. 1–9.
- PÉREZ-GUERRERO, E. E., GUILLÉN-MEDINA, M. R., MÁRQUEZ-SANDOVAL, F., VERA-CRUZ, J. M., GALLEGOS-ARREOLA, M. P., RICO-MÉNDEZ, M. A., AGUILAR-VELÁZQUEZ, J. A., and GUTIÉRREZ-HURTADO, I. A. (2024). Methodological and Statistical Considerations for Cross-Sectional , Case – Control , and Cohort Studies. *Journal Of Clinical Medicine*, 13, 1–14.
- QUIGLEY, W. C., RAHOUTI, M., and WEISS, G. M. (2025). *A Secure Blockchain-Assisted Framework for Real-Time Maritime Environmental Compliance Monitoring*.
- SARSTEDT, M., and LIU, Y. (2024). Advanced marketing analytics using partial least squares structural equation modeling (PLS - SEM). *Journal of Marketing Analytics*, 12(1), 1–5. <https://doi.org/10.1057/s41270-023-00279-7>
- SPENCER, L. M., and SPENCER, S. M. (1993). *Competence at work: Models for superior performance*. John Wiley & Sons.
- SULISTIANA, O., RACHMAN, T., JINCA, M. Y., and ALI, M. S. S. (2025). *Competency and Certification Gaps Among Traditional Shipping Seafarers in South Sulawesi , Indonesia*. 1–13.
- UMASANGADJI, F., PERMANA, A., and MARTHA, Y. N. (2026). *Green Port Development and Environmental Compliance : Assessing the Impact of IMO 2023 GHG Strategy on Indonesian Port Management Practices*. January, 12–24.
- UNCTAD. (2024). *The Review of Maritime Transport 2024*.
- WURYANTARI, O., PAHALA, Y., and LASSE, D. A. (2025). *Evaluation Of Marine Pollution (MARPOL) 73 / 78 Annex I-VI Policy on Maritime Environmental Protection in Indonesia Case Study on Traffic Separation Scheme (TSS) Strait of Malacca and Singapore*. 7(3), 1749–1768.
- ZAENI, N., KOMALA, N. S., LESTARI, U. I., and SURYOBuwono, A. A. (2025). *Determination of Maritime Safety in Indonesia : Analysis of Maritime Competence , Maritime Safety Management and Maritime Regulation*.