



OPTIMALISASI PENGGUNAAN RADAR SEBAGAI ALAT NAVIGASI DI KAPAL KM SABUK NUSANTARA 75

Oleh

**Marlon Raga Lao¹, I Komang Hedi Pramana Adiputra², Dwi Haryanto³, Fajar
Gumelar⁴**

*Politeknik Pelayaran Sorong¹, Politeknik Pelayaran Sorong²,
Politeknik Pelayaran Sorong³, Politeknik Pelayaran Sorong⁴*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penggunaan radar sebagai alat navigasi serta mengidentifikasi faktor-faktor yang menghambat optimalisasi pengoperasiannya di kapal KM Sabuk Nusantara 75. Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif kualitatif dengan pendekatan studi kasus, melalui observasi lapangan, wawancara dengan perwira kapal, dan dokumentasi teknis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa meskipun radar telah digunakan sesuai prosedur dasar, efektivitasnya masih terbatas. Hambatan utama yang ditemukan meliputi kurangnya pelatihan teknis bagi perwira kapal, ketergantungan pada familiarisasi tanpa pemahaman menyeluruh, serta kendala teknis seperti kegagalan deteksi objek, malfungsi kursor, dan gangguan akibat kondisi cuaca buruk. Selain itu, pemeliharaan radar belum berjalan optimal karena lemahnya pengawasan dan tidak konsistennya pencatatan log perawatan. Penelitian ini menyimpulkan bahwa peningkatan keselamatan pelayaran memerlukan strategi optimalisasi penggunaan radar melalui pelatihan teknis yang berkelanjutan, pengawasan perawatan yang lebih ketat, serta peningkatan pemahaman awak kapal terhadap fitur dan fungsi radar dalam berbagai kondisi pelayaran.

Kata kunci: RADAR, Navigasi Kapal, Keselamatan Pelayaran, Optimalisasi

1. PENDAHULUAN

Indonesia sebagai negara kepulauan terbesar di dunia memiliki sistem transportasi laut yang sangat penting dalam mendukung konektivitas antar pulau serta mendistribusikan logistik dan penumpang secara efisien. Dengan lebih dari 17.500 pulau yang tersebar luas, transportasi maritim menjadi tulang punggung sistem logistik nasional, meliputi layanan feri bersubsidi, jalur pelayaran perintis, hingga jaringan kontainer antar pulau yang mendukung pergerakan penumpang dan kargo

(Verhaeghe et al., 2021). Moda ini dinilai paling efisien dalam mengangkut barang dalam volume besar dengan biaya lebih rendah dibanding moda transportasi lain (Lazuardi et al., 2017; Moeisa et al., 2021; Sunitiyoso et al., 2022). Selain itu, integrasi sistem logistik maritim sangat dibutuhkan untuk menjangkau daerah-daerah terpencil, memastikan terpenuhinya kebutuhan dasar masyarakat, dan mendorong pertumbuhan ekonomi yang

merata di seluruh wilayah Indonesia (Amin et al., 2024; Lazuardi et al., 2017; Riyadi, 2024).

Transportasi laut juga menjadi penghubung utama dalam pemerataan pembangunan antara kawasan barat dan timur Indonesia, sehingga efisiensi dan keselamatan pelayaran menjadi isu krusial (Fitriani & Imtiyaz, 2021; Marpaung, 2019). Dalam konteks ini, salah satu instrumen vital yang berperan dalam menjamin keselamatan dan efisiensi pelayaran adalah radar (Radio Detection and Ranging). Radar merupakan sistem navigasi yang memungkinkan deteksi objek di sekitar kapal, termasuk kapal lain, rintangan, atau benda apung, bahkan dalam kondisi visibilitas rendah seperti malam hari atau saat cuaca buruk (Akmaykin et al., 2021; Kurnia et al., 2024; Sidauruk et al., 2023; Sutrisno et al., 2023). Radar dilengkapi dengan fitur seperti Electronic Bearing Line (EBL), Variable Range Marker (VRM), dan Parallel Index yang sangat berguna dalam navigasi di perairan sempit (Harahap et al., 2024). Sistem ini juga memberikan data real-time mengenai kecepatan dan jarak relatif terhadap objek, membantu awak kapal dalam pengambilan keputusan cepat dan tepat (Fitrial et al., 2022; Malatunduh et al., 2024).

Radar menjadi sangat penting dalam pelayaran pada malam hari, kondisi berkabut, atau cuaca ekstrem (Sutrisno et al., 2023; X. Wang, 2012). Kapal-kapal perintis seperti KM Sabuk Nusantara yang beroperasi di wilayah 3TP (terdepan, terluar, tertinggal, dan perbatasan) sangat mengandalkan radar untuk navigasi aman dan efisien, terutama karena kapal ini melayani daerah yang tidak terjangkau oleh transportasi darat maupun udara (Wati et al., 2023). Namun, di balik pentingnya radar, masih ditemukan berbagai tantangan dalam implementasinya. Penggunaan radar yang tidak optimal sering kali diakibatkan oleh kurangnya pelatihan, minimnya pemahaman terhadap manual radar, serta tidak diterapkannya prosedur standar operasional (SOP) secara konsisten (Harahap et al., 2024).

Banyak insiden pelayaran di jalur sempit yang disebabkan oleh rendahnya keterampilan kru dalam menginterpretasikan data radar dan dalam mengatur pengoperasiannya secara tepat (Švetak, 2013). Masalah teknis pada radar seperti kegagalan mendeteksi objek, kesalahan

dalam pengukuran arah atau jarak, serta adanya gangguan seperti sea clutter dan noise, menjadi hambatan yang sering terjadi (Ahmed et al., 2024; Li et al., 2021; Pedro et al., 2023). Radar konvensional pun memiliki keterbatasan dalam mendeteksi kapal kecil atau objek dengan pantulan lemah, terutama saat kondisi visibilitas rendah. Hal ini mendorong perlunya pemanfaatan teknologi radar secara lebih canggih dan akurat, termasuk melalui filter otomatis dan kecerdasan buatan (Yasir et al., 2024; Zhou et al., 2023).

Selain faktor teknis, pemeliharaan radar yang tidak optimal juga menjadi penyebab penurunan kinerja alat. Kurangnya pemeriksaan dan perawatan rutin, seperti yang terjadi pada komponen scanner atau waveguide, dapat menyebabkan radar kehilangan daya deteksi atau bahkan gagal beroperasi saat dibutuhkan (Harahap et al., 2024). Kinerja radar juga dapat dipengaruhi oleh kondisi cuaca ekstrem, seperti hujan lebat atau gelombang tinggi, yang memicu false echo dan mengaburkan objek sebenarnya (Kurnia et al., 2024; Watts & Rosenberg, 2022). Masalah seperti ini semakin menekankan pentingnya pelatihan awak kapal, pemeliharaan sistematis, serta pembaruan teknologi radar dalam mendukung keselamatan pelayaran.

Dalam konteks pengoperasian kapal perintis seperti KM Sabuk Nusantara, peran radar menjadi tidak terpisahkan dari keselamatan dan efisiensi pelayaran. Namun, optimalisasi penggunaannya masih menjadi tantangan, baik dari segi SDM, prosedur, maupun teknis. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis strategi optimalisasi penggunaan radar sebagai alat navigasi kapal serta mengidentifikasi hambatan-hambatan yang memengaruhi kinerjanya di lapangan. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam peningkatan keselamatan pelayaran melalui penguatan pelatihan, pengawasan operasional, dan sistem pemeliharaan radar yang lebih efektif.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif untuk menggambarkan secara mendalam kondisi penggunaan dan perawatan alat navigasi radar di kapal KM

Sabuk Nusantara 75. Data dikumpulkan melalui tiga teknik utama, yaitu wawancara, observasi, dan dokumentasi. Wawancara dilakukan dengan awak kapal, termasuk perwira kapal dan mualim, untuk menggali informasi tentang kendala dalam pengoperasian dan perawatan radar, serta upaya yang telah dilakukan untuk mengoptimalkan penggunaannya. Observasi dilakukan langsung di atas kapal untuk memantau pengoperasian radar dalam berbagai kondisi pelayaran dan cuaca. Selain itu, dokumentasi terkait catatan pemeliharaan radar dan buku manual juga dianalisis untuk memahami prosedur perawatan yang dilakukan. Data yang terkumpul dianalisis dengan menggunakan teknik analisis kualitatif, yang mencakup reduksi data, penyajian data secara sistematis, dan penarikan kesimpulan untuk memberikan gambaran yang jelas mengenai penggunaan radar serta faktor-faktor yang mempengaruhi efektivitasnya. Triangulasi sumber digunakan untuk memvalidasi data yang diperoleh dari wawancara, observasi, dan dokumentasi, sehingga hasil penelitian ini dapat dipercaya dan memberikan rekomendasi yang relevan bagi pengoptimalan penggunaan radar di kapal.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian yang dilakukan di kapal KM Sabuk Nusantara 75 menunjukkan bahwa penggunaan alat navigasi radar telah mengikuti prosedur dasar yang berlaku. Radar dioperasikan oleh perwira kapal seperti nahkoda, mualim, dan jurumudi dalam mendukung keselamatan pelayaran. Namun, masih terdapat sejumlah tantangan yang menghambat efektivitas pengoperasian radar, baik dari sisi keterampilan awak kapal, aspek teknis alat, maupun sistem pemeliharaan.

Salah satu temuan utama adalah kurangnya pemahaman perwira kapal, terutama yang baru bertugas, terhadap pengoperasian radar secara optimal. Hal ini berkaitan dengan minimnya pelatihan teknis dan ketergantungan pada familiarisasi dari perwira sebelumnya yang sering kali kurang sistematis. Seperti dijelaskan Harahap et al., banyak kecelakaan pelayaran di jalur sempit disebabkan oleh rendahnya keterampilan awak kapal dalam mengoperasikan radar, di mana hal ini

diperparah oleh tidak diterapkannya SOP, kurangnya pemahaman manual, serta minimnya pelatihan (Harahap et al., 2024). Senada dengan itu, Švetak menegaskan bahwa kesalahan manusia, termasuk salah tafsir data radar dan pelatihan yang tidak memadai, berkontribusi signifikan terhadap kecelakaan maritim (Švetak, 2013). Hal ini menunjukkan perlunya peningkatan kualitas pelatihan serta penguatan pemahaman operasional radar oleh awak kapal.

Selain faktor sumber daya manusia, ditemukan pula beberapa kendala teknis dalam pengoperasian radar. Contohnya, pada tanggal 4 Januari 2022, Mualim III mengalami kondisi di mana objek yang terlihat secara visual tidak muncul di layar radar, meskipun pengaturan radar telah diubah. Gangguan ini mengindikasikan adanya masalah teknis pada sensor atau pengaturan radar yang tidak tepat. Radar konvensional sering mengalami gangguan seperti resolusi sudut rendah, noise, dan "*object smearing*" yang menyebabkan deteksi objek menjadi tidak akurat, terutama dalam kondisi kompleks (Kuzin et al., 2024; Mishra et al., 2023). Radar juga dapat salah mengidentifikasi ukuran, klasifikasi, atau bahkan gagal mengenali objek, yang berpengaruh langsung terhadap keselamatan navigasi (Kuzin et al., 2024). Masalah ini dapat disebabkan oleh pengaturan radar yang tidak tepat maupun malfungsi pada sensor, sehingga pemeliharaan dan kalibrasi berkala menjadi sangat penting (Kuzin et al., 2024; Mishra et al., 2023).

Masalah teknis lainnya muncul pada tanggal 10 April 2022, ketika ditemukan kursor radar tidak berfungsi dengan baik, sehingga mengganggu pemantauan objek. Hal ini menegaskan bahwa sistem radar membutuhkan pemeliharaan rutin dan pengawasan menyeluruh agar tetap andal di berbagai kondisi pelayaran. Pemeriksaan, perawatan, dan perbaikan berkala terbukti penting untuk memastikan radar dapat beroperasi secara konsisten (Harahap et al., 2024; Kurnia et al., 2024). Andrews menekankan pentingnya pencatatan log perawatan dan operasional radar untuk mendeteksi masalah sejak dini dan mencegah gangguan lebih besar (Andrews, 1949). Pemeliharaan preventif dan prediktif, sebagaimana dikemukakan Saltikoff et al. dan

Kulevome et al., dapat mengurangi risiko kegagalan sistem yang berdampak besar terhadap keselamatan kapal (Kulevome et al., 2024; Saltikoff et al., 2017).

Di KM Sabuk Nusantara 75, perawatan radar telah dilakukan melalui kegiatan rutin seperti pembersihan antena, pemeriksaan kabel dan konektor, serta penggantian baterai cadangan. Namun, beberapa masalah teknis tetap terjadi, menandakan perlunya peningkatan mutu pelaksanaan perawatan. Kurangnya pengawasan oleh perwira yang bertanggung jawab, khususnya mualim II, berdampak pada keterlambatan dalam penanganan masalah teknis. Saltikoff et al., Kulevome et al., dan Hevesh menyatakan bahwa tanpa pemantauan rutin, gangguan kecil dapat berkembang menjadi kerusakan besar yang memerlukan biaya tinggi untuk perbaikan (Hevesh, 1967; Kulevome et al., 2024; Saltikoff et al., 2017). Malatunduh bahkan mencatat bahwa 68% kegagalan radar di pelayaran sempit disebabkan oleh korosi pada konektor waveguide yang tidak terdeteksi saat inspeksi visual (Malatunduh et al., 2024), yang menyebabkan penurunan jangkauan deteksi hingga 30% (Q. Wang et al., 2024).

Untuk meningkatkan efektivitas penggunaan radar, beberapa upaya perlu dilakukan. Pertama, pelatihan rutin dan lebih spesifik mengenai pengoperasian radar sangat dibutuhkan, terutama bagi perwira baru. Pelatihan harus mencakup pemahaman manual radar, penyesuaian pengaturan dalam berbagai kondisi cuaca, serta pengoperasian fitur tambahan seperti ARPA (*Automatic Radar Plotting Aid*). Pelatihan semacam ini membantu meningkatkan kesadaran situasional dan kemampuan menghindari tabrakan (Kurnia et al., 2024; Ryzhkov et al., 2021). Kedua, pengawasan terhadap pelaksanaan perawatan radar perlu ditingkatkan agar prosedur dijalankan secara disiplin. Pencatatan pemeriksaan berkala harus dilakukan secara sistematis untuk membantu deteksi awal kerusakan. Harahap et al., Sidauruk et al., dan Syibli & Nuryaman menegaskan bahwa pengawasan yang baik memastikan radar tetap dalam kondisi optimal terutama saat kapal berlayar di malam hari atau cuaca buruk (Harahap et al., 2024; Sidauruk et al., 2023; Yasin Muhammad Syibli & Nuryaman, 2021).

Secara keseluruhan, meskipun radar di kapal KM Sabuk Nusantara 75 telah digunakan sesuai prosedur dasar, penelitian ini menunjukkan bahwa pengoperasian alat navigasi tersebut masih dapat dioptimalkan. Peningkatan pelatihan teknis, perbaikan sistem pengawasan, serta pemeliharaan rutin yang terstruktur menjadi kunci untuk meningkatkan keandalan radar dalam mendukung keselamatan pelayaran dan efisiensi navigasi.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di kapal KM Sabuk Nusantara 75, dapat disimpulkan bahwa penggunaan radar sebagai alat bantu navigasi telah mengikuti prosedur dasar, namun masih belum optimal dalam penerapannya. Beberapa perwira kapal, terutama yang baru bertugas, masih mengalami kesulitan dalam mengoperasikan radar secara efektif akibat minimnya pelatihan teknis dan kurangnya pemahaman terhadap fitur-fitur radar yang tersedia. Di sisi lain, kendala teknis seperti ketidakterdeteksinya objek visual oleh radar, malfungsi kursor, serta gangguan akibat kondisi cuaca buruk dan “*sea clutter*” turut memperburuk kinerja sistem navigasi. Meskipun pemeliharaan radar telah dilakukan secara berkala, masalah teknis masih sering muncul karena lemahnya pengawasan terhadap prosedur perawatan dan tidak adanya pencatatan log pemeliharaan secara konsisten. Oleh karena itu, optimalisasi penggunaan radar perlu didukung melalui pelatihan rutin dan spesifik bagi awak kapal, peningkatan pemahaman teknis terhadap perangkat, pengawasan pelaksanaan perawatan, serta pemanfaatan teknologi radar yang lebih adaptif terhadap kondisi laut yang kompleks, demi menjamin keselamatan pelayaran dan efisiensi operasional kapal.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, M., El-sheimy, N., & Leung, H. (2024). *Synthetic Aperture Radar Imagery Using Advanced Feature Fusion and Polarimetric Techniques*.
- Akmaykin, D. A., Bolelov, E. A., Kozlov, A. I., Lezhankin, B. V., Svistunov, A. E., & Shatrakov, Y. G. (2021). *Radar Systems of Maritime Transport BT - Theoretical Foundations of Radar Location and Radio Navigation* (D. A. Akmaykin, E.

- A. Bolelov, A. I. Kozlov, B. V. Lezhankin, A. E. Svistunov, & Y. G. Shatrakov (eds.); pp. 209–234). Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-33-6514-8_12
- Amin, C., Wahab Hasyim, A., Sun'an, M., Yetty, Millanida Hilman, R., & Fahmiasari, H. (2024). Impact of increasing local economic capacity on reducing maritime logistics costs in island Province of eastern Indonesia: A dynamic system approach. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 27(June), 101195. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2024.101195>
- Andrews, A. H. (1949). Radar in Ships of the United States Lines. *Journal of Navigation*, 2(2), 154. <https://doi.org/DOI:10.1017/S0373463300031751>
- Fitrial, D., Purba, D., & Setiawan, A. (2022). Optimalisasi Alat Navigasi Radar Di Atas Kapal MV. Tanto Mandiri Saat Memasuki Alur Pelayaran Sempit. *Meteor Stip Marunda*, 15(2), 376–389. <https://doi.org/10.36101/msm.v15i2.249>
- Fitriani, R., & Imtiyaz, N. (2021). PENGARUH TRANSPORTASI LAUT DALAM MENDORONG PERTUMBUHAN EKONOMI DI SULAWESI SELATAN. *Riset Sains Dan Teknologi Kelautan*, 6(1), 30–33. https://doi.org/10.1007/978-981-16-0037-1_10
- Harahap, F. A., Siregar, M. S., Nurman, S., Kusturi, N. A., & Nurmala, E. (2024). Optimalisasi Penggunaan Radar saat Kapal Berolahgerak di MT. Green Plus. *Jurnal Transportasi Dan Bahari*, 1(1), 1–8.
- Hevesh, A. H. (1967). Maintainability of Phased Array Radar Systems. *IEEE Transactions on Reliability*, R-16(1), 61–66. <https://doi.org/10.1109/TR.1967.5217454>
- Kulevome, D. K. B., Wang, H., Zhao, Z., & Wang, X. (2024). Systematic prognostics framework development approach for a radar receiver. *Journal of Applied Remote Sensing*, 18(2), 27501. <https://doi.org/10.1117/1.JRS.18.027501>
- Kurnia, R., Nurmala, E., Hartati, D. V., Dahlan, H. R., & Balqia, M. F. (2024). Penggunaan Radar dalam Mendukung Keselamatan Pelayaran di Kapal MV . Tanto Salam Use of Radar to Enhance Shipping Safety on the MV . Tanto Salam. *Jurnal Transportasi Dan Bahari*, 1(2), 1–8.
- Kuzin, A. D., Debelov, V. V., & Endachev, D. V. (2024). Analysis of object detection problems in autonomous driving systems based on radar dat. *Izvestiya MGTU MAMI*, 18(4), 278–288. <https://doi.org/DOI:10.17816/2074-0530-633495>
- Lazuardi, S. D., van Riessen, B., Achmadi, T., Hadi, I., & Mustakim, A. (2017). Analyzing the National Logistics System through Integrated and Efficient Logistics Networks: A Case Study of Container Shipping Connectivity in Indonesia. *Applied Mechanics and Materials*, 862, 238–243. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.862.238>
- Li, H., Cui, X., & Chen, S. (2021). Polsar ship detection with optimal polarimetric rotation domain features and svm. *Remote Sensing*, 13(19). <https://doi.org/10.3390/rs13193932>
- Malatunduh, I. K. N., Widarbowo, D., Kendek, M., Muhammad, F., Gumelar, F., & Sumarta, R. P. (2024). Optimalisasi Penggunaan Radio Detection and Ranging (Radar) Untuk Keselamatan Dalam Bernavigasi Pada Alur Pelayaran Sempit Di KMP Virgo 18. *JPB Jurnal Patria Bahari*, 4(1), 28–32. <https://doi.org/10.54017/jpb.v4i1.121>
- Marpaung, E. (2019). Strategi Peningkatan Pelayanan Pelabuhan Dalam Mendukung Sistem Logistik Nasional. *Warta Penelitian Perhubungan*, 26(1), 1. <https://doi.org/10.25104/warlit.v26i1.860>
- Mishra, A. K., Tyagi, K., & Mishra, D. (2023). Utilizing Super-Resolution for Enhanced Automotive Radar Object Detection. *2023 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP)*, 3563–3567. <https://doi.org/10.1109/ICIP49359.2023.10222681>
- Moeisa, A. O., Wirawana, N. F., Destyantoc, A. R., Setiawana, A. D., Putra, B. H. H.,

- Zagloela, T. Y., & Hidayatnoa, A. (2021). Locating a Hub Port in Eastern Indonesia Using Network Analytics. *Jurnal Penelitian Transportasi Laut*, 23(2), 49–54. <https://doi.org/10.25104/transla.v23i2.1695>
- Pedro, T., Cintra, J., Garcia, N., & Sá, A. O. D. (2023). Machine Learning for Ship Detection with Radar. 2023 *IEEE International Workshop on Technologies for Defense and Security (TechDefense)*, 12–17. <https://doi.org/10.1109/TechDefense59795.2023.10380942>
- Riyadi, M. (2024). Exploration of the Developing Maritime Transportation Regions of Indonesia. *Jurnal Maritim Malahayati*, 5(2), 202–209. <https://doi.org/https://doi.org/10.70799/jumma.v5i2.96>
- Ryzhkov, Y., Mitin, Y., & Didenko, O. (2021). EXPERIENCE OF USING SIMULATOR TECHNOLOGIES IN FORMING COMPETENCIES TO FUTURE NAVIGATORS USING RADAR EQUIPMENT AND GLOBAL MARITIME DISTRESS AND SAFETY COMMUNICATION SYSTEM. *Collection of Scientific Works of the National Academy of the State Border Guard Service of Ukraine. Series: Pedagogical Sciences*, 25(2), 153–165. <https://doi.org/https://doi.org/10.32453/pedzbirnyk.v25i2.788>
- Saltikoff, E., Kurri, M., Leijnse, H., Barbosa, S., & Stiansen, K. (2017). Maintenance keeps radars running. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 98(9), 1833–1840. <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-16-0095.1>
- Sidauruk, E. B., Siregar, M. S., & Nurman, S. (2023). Analisis Keterampilan Perwira Jaga Terhadap Penggunaan Radar untuk Menghindari Terjadinya Kecelakaan di MT. Narpatisuta. *Journal on Education*, 6(1), 3441–3448. <https://doi.org/10.31004/joe.v6i1.2834>
- Sunitiyoso, Y., Nuraeni, S., Pambudi, N. F., Inayati, T., Nurdayat, I. F., Hadiansyah, F., & Tiara, A. R. (2022). Port performance factors and their interactions: A systems thinking approach. *Asian Journal of Shipping and Logistics*, 38(2), 107–123. <https://doi.org/10.1016/j.ajsl.2022.04.001>
- Sutrisno, S. P., Nurlaili Triwahyuni, S., & Ardiansyah, D. (2023). Analysis of Collision Hazard Prevention With Operating Radar NICD – 453 Type On MV Amrta Jaya 1. *IWTJ: International Water Transport Journal*, 4(2), 27–34. <https://doi.org/10.54249/iwtj.v4i1.78>
- Švetak, J. (2013). Model of optimal collision avoidance manoeuvre on the high seas to improve safety at sea. *Nase More*, 60(1–2), 1–7. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84879535022&partnerID=40&md5=448507206ac449b802d90fe89b76f77e>
- Verhaeghe, R., Halim, R. A., & Tavasszy, L. (2021). Chapter 6 - Optimizing the efficiency of the future maritime transport network of Indonesia. In I. Kourounioti, L. Tavasszy, & H. B. T.-F. T. M. in E. C. Friedrich (Eds.), *World Conference on Transport Research Society* (pp. 109–134). Elsevier. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821268-4.00006-X>
- Wang, Q., Huang, X., Tao, H., Xia, Z., Liu, C., & Ren, X. (2024). Marine Navigation Radar Multi-Target Tracking Using Adaptive Innovation Sequence-Based Joint Probability Data Association. 2024 *IEEE 13th Data Driven Control and Learning Systems Conference (DDCLS)*, 511–516. <https://doi.org/10.1109/DDCLS61622.2024.10606901>
- Wang, X. (2012). Several experience of ship collision avoidance. 2012 *2nd International Conference on Consumer Electronics, Communications and Networks (CECNet)*, 2838–2841. <https://doi.org/10.1109/CECNet.2012.6201887>
- Wati, G., Suardi, S., Mubarak, A. A., Fabila, N., Simanjuntak, L. G., Adila, I. R., & Myistro, E. (2023). Analysis of Generator Power Requirements for Lighting Distribution Using LED Lights on a 500 DWT Sabuk Nusantara. *Indonesian Journal of Maritime Technology*, 1(2),

- 45–51.
<https://doi.org/10.35718/ismatech.v1i2.1038>
- Watts, S., & Rosenberg, L. (2022). Challenges in radar sea clutter modelling. *IET Radar, Sonar and Navigation*, 16(9), 1403–1414.
<https://doi.org/10.1049/rsn2.12272>
- Yasin Muhammad Syibli, & Nuryaman, D. (2021). Peranan Alat Navigasi di Kapal Untuk Meningkatkan Keselamatan Pelayaran di Atas Kapal. *Dinamika Bahari*, 2(1), 39–48.
<https://doi.org/10.46484/db.v2i1.250>
- Yasir, M., Shanwei, L., Mingming, X., Jianhua, W., Nazir, S., Islam, Q. U., & Dang, K. B. (2024). SwinYOLOv7: Robust ship detection in complex synthetic aperture radar images. *Applied Soft Computing*, 160, 111704.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.asoc.2024.111704>
- Zhou, Y., Liu, H., Ma, F., Pan, Z., & Zhang, F. (2023). A Sidelobe-Aware Small Ship Detection Network for Synthetic Aperture Radar Imagery. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 61, 1–16.
<https://doi.org/10.1109/TGRS.2023.3264231>