

EVOLUSI DAN TREN RISET BIDANG NAVIGASI MARITIM CERDAS: ANALISIS CO-OCCURRENCE

Arif Ainur Rafiq¹⁾, Vicky Prasetya²⁾, Sugeng Dwi Riyanto³⁾, Supriyono⁴⁾, Muhamad Yusuf⁵⁾

^{1,2,3,4,5,6}Jurusan Teknik Elektro dan Mekatronika, Politeknik Negeri Cilacap
E-mail: aar@pnc.ac.id

Abstract

Maritime navigation plays a crucial role in global trade and logistics, increasingly supported by intelligent technologies such as artificial intelligence, sensors, Internet of Things (IoT), and autonomous systems. This study aims to map smart maritime navigation's evolution and research trends through a bibliometric analysis focusing on keyword co-occurrence. Using data from the Scopus database (2014–2025) and VOSviewer software, 2,927 author keywords were analysed, with 56 meeting the minimum threshold for visualisation. The results reveal seven main thematic clusters covering AI-based identification systems, autonomous ship technologies, e-navigation, IoT integration, and satellite-based positioning. The overlay visualisation shows that recent research trends have shifted toward LiDAR, object detection, deep learning, and unmanned surface vehicles. These emerging themes highlight transitioning from conventional navigation systems to more automated, intelligent, and adaptive technologies. This study contributes to a better understanding of the knowledge structure in the field and provides strategic insights for future research directions and innovation planning in smart maritime navigation.

Keywords: *smart maritime navigation, bibliometric analysis, keyword co-occurrence, VOSviewer, research trends*

PENDAHULUAN

Navigasi maritim merupakan komponen vital dalam sistem transportasi laut global yang mendukung lebih dari 90% perdagangan internasional (Schnurr & Walker, 2019). Dalam menghadapi tantangan kompleks seperti keselamatan pelayaran (Sharma et al., 2019), efisiensi energi (Rabanal et al., 2016), serta perubahan iklim (Stringer et al., 2020), sistem navigasi konvensional mengalami transformasi signifikan menuju apa yang dikenal sebagai navigasi maritim cerdas (Son et al., 2018). Istilah ini merujuk pada sistem berbasis teknologi canggih, seperti kecerdasan buatan, sensor pintar, Internet of Things (IoT), dan sistem informasi geografis (GIS), yang mampu menganalisis data secara real-time untuk mendukung pengambilan keputusan otomatis di laut. Penerapan teknologi ini tidak hanya meningkatkan keselamatan dan efisiensi operasional, tetapi juga membuka peluang inovasi di sektor logistik maritim. Dengan meningkatnya perhatian terhadap otomatisasi kapal (*autonomous ships*) (Scholler et al., 2022), sistem penghindaran tabrakan (*collision avoidance*) (Lekkas et al., 2016), dan optimalisasi rute pelayaran (Tu et al., 2018), penelitian dalam bidang ini mengalami pertumbuhan yang signifikan dalam dua dekade terakhir. Oleh karena itu,

pemetaan sistematis terhadap tren dan fokus riset menjadi penting untuk memahami arah perkembangan ilmu dan teknologi di bidang ini.

Penelitian mengenai navigasi maritim cerdas telah berkembang ke berbagai topik interdisipliner yang mencakup teknik kelautan, ilmu komputer, telekomunikasi, hingga sistem kontrol otomatis (Bojić et al., 2021; Hu et al., 2020). Namun demikian, laju dan fokus perkembangan riset tidak seragam, baik dari sisi topik yang dikaji maupun wilayah geografis dan institusi yang terlibat. Dalam konteks ini, analisis bibliometrik hadir sebagai metode kuantitatif yang efektif untuk menelusuri evolusi riset, mengidentifikasi kata kunci yang sering muncul bersamaan (*co-occurrence*), serta menemukan keterkaitan antara topik-topik strategis (Skaf et al., 2020; Xu et al., 2023). Selain itu, analisis ini juga memungkinkan pemetaan struktur intelektual bidang keilmuan dan membantu mengenali gap riset yang masih terbuka. Dengan menggunakan perangkat lunak visualisasi seperti VOSviewer, pola-pola hubungan antar kata kunci dapat divisualisasikan dalam bentuk kluster yang menunjukkan fokus utama komunitas ilmiah (van Eck & Waltman, 2014). Pendekatan ini sangat berguna untuk membangun peta pengetahuan (*knowledge mapping*) secara objektif dan berbasis data (Zhou et al., 2021).

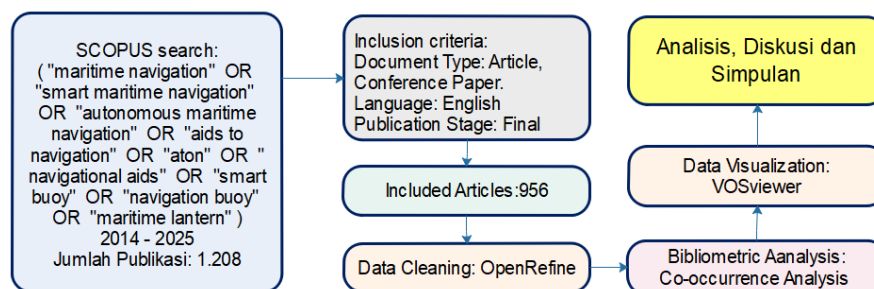
Beberapa kajian terdahulu telah mencoba memetakan arah riset maritim, namun sebagian besar masih terbatas pada ulasan sistematis atau studi kasus spesifik, tanpa menggali pola keterkaitan antar topik secara menyeluruh (Qian et al., 2022; Ramírez-Macías et al., 2016; Sharma et al., 2019). Analisis *co-occurrence* yang menjadi fokus dalam studi ini memberikan gambaran yang lebih dalam mengenai tema-tema yang berkembang dan saling terhubung dalam publikasi ilmiah internasional (Goksu, 2021). Dengan menganalisis *co-occurrence* dalam artikel ilmiah, didapatkan pemahaman tema dominan yang muncul, bagaimana peneliti berinteraksi, dan dalam konteks apa topik-topik tersebut saling memperkuat (Musa et al., 2021). Temuan dari analisis ini dapat dimanfaatkan tidak hanya oleh peneliti, tetapi juga oleh pembuat kebijakan dan pelaku industri dalam menyusun strategi riset dan inovasi (Masduki et al., 2022). Oleh karena itu, studi ini diharapkan memberikan kontribusi penting dalam menavigasi kompleksitas perkembangan riset di bidang navigasi maritim cerdas.

Artikel ini menyajikan analisis bibliometrik yang berfokus pada keterkaitan topik melalui metode *co-occurrence* terhadap publikasi-publikasi ilmiah dalam dua dekade terakhir yang diambil dari database Scopus. Artikel ini mengidentifikasi tren kata kunci utama, tema riset dominan, serta evolusi pemikiran dalam bidang navigasi maritim cerdas. Dengan menggunakan pendekatan visualisasi, hasil analisis ini disajikan dalam bentuk kluster kata

kunci yang menggambarkan keterhubungan dan fokus ilmiah yang berkembang. Artikel ini tidak hanya memetakan tren historis, tetapi juga memberikan panduan strategis bagi pengembangan riset di masa depan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan analisis bibliometrik dengan mengoptimalkan perangkat lunak VOSviewer (Ariyani et al., 2022; Masduki et al., 2022; Muhammad et al., 2022; Qin et al., 2022; Suprpto et al., 2021). Indikator bibliometrik yang ditentukan dalam artikel ini yaitu kata kunci penulis atau *authors keywords*. VOSviewer dapat menghasilkan jaringan istilah kemunculan bersama dengan membaca data csv yang diekspor dan mempertimbangkan frasa dari kata kunci indeks. Analisis ini dilakukan secara simultan, sehingga memerlukan identifikasi topik multidisiplin dan dapat menentukan arah penelitian di masa depan (Christ-ribeiro et al., 2021; Gall et al., 2007; Guo et al., 2019; Lulewicz-Sas, 2017; Nassaji, 2015; Zyoud & Zyoud, 2021). Gambar 1 menunjukkan diagram alir proses keseluruhan yang digunakan dalam analisis bibliometrik ini.



Gambar 1. Diagram alir proses analisis bibliometrik

Database Scopus digunakan untuk mendapatkan publikasi ilmiah yang diterbitkan antara tahun 2014 hingga 2025. Scopus digunakan sebagai sumber bibliometrik ini karena diakui secara luas sebagai database paling komprehensif dan memiliki kumpulan literatur ilmiah yang valid dan akurat (Christ-Ribeiro et al., 2021; Falagas et al., 2008; Mongeon & Paul-Hus, 2016).

Analisis dalam penelitian ini secara khusus difokuskan pada analisis *author keywords* yang digunakan dalam publikasi-publikasi ilmiah terkait navigasi maritim cerdas (Xu et al., 2023). Pemilihan *author keywords* dilakukan karena kata kunci ini secara langsung diberikan oleh penulis artikel, sehingga merepresentasikan secara lebih akurat fokus dan inti dari setiap

HASIL DAN PEMBAHASAN

[illegible]

Gambar 2 merupakan visualisasi peta keterkaitan kata kunci khususnya untuk author keywords (*author keyword co-occurrence map*) yang dihasilkan menggunakan perangkat lunak VOSviewer (Rafiq et al., 2024), berdasarkan analisis literatur dalam bidang navigasi maritim cerdas. Setiap node dalam gambar mewakili satu kata kunci, dengan ukuran node mencerminkan frekuensi kemunculannya dalam dokumen yang dianalisis. Garis penghubung antar node menunjukkan tingkat keterkaitan atau kemunculan bersama antar kata kunci, di

mana garis yang lebih tebal mengindikasikan hubungan yang lebih kuat. Warna berbeda menunjukkan klaster atau kelompok topik yang saling berkaitan erat. Terlihat bahwa kata kunci “*maritime navigation*” merupakan pusat dari jaringan dan menjadi topik dominan yang banyak berhubungan dengan istilah lain seperti “*automatic identification system*,” “*machine learning*,” dan “*risk assessment*” dalam klaster berwarna merah. Klaster lain seperti hijau dan biru menggambarkan fokus pada keselamatan navigasi, kesadaran situasional, dan teknologi otonom, sedangkan klaster ungu dan kuning menyoroti aspek teknologi seperti internet of things dan alat bantu navigasi. Visualisasi ini membantu mengidentifikasi struktur tematik dan tren utama dalam penelitian navigasi maritim cerdas.

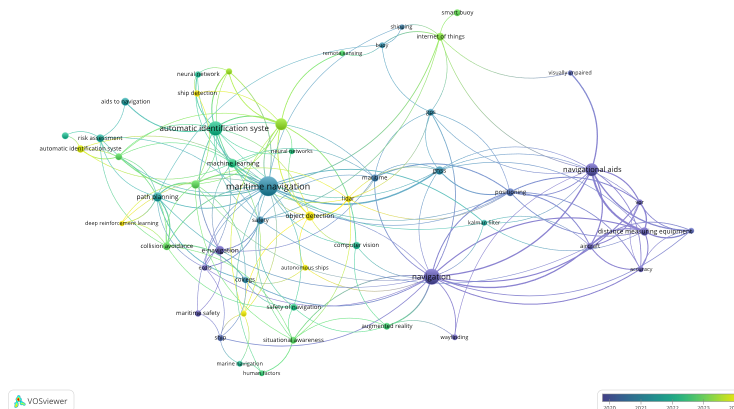
Tabel 1
Klaster kata kunci berdasarkan analisis menggunakan VOSviewer

Klaster	Kata Kunci
1	aids to navigation; automatic identification system; automatic identification system data; deep learning; machine learning; maritime navigation; navigation safety; neural network; risk assessment; ship detection; ship trajectory prediction; trajectory prediction.
2	artificial intelligence; e-navigation; ecdis; human factors; marine navigation; maritime safety; safety; safety navigation; ship; situational awareness
3	autonomous ship; collision avoidance; colregs; deep reinforcement learning; lidar; neural networks; object detection; path planning; unmanned surface vehicles
4	accuracy; aircraft; distance measuring equipment; kalman filter; navigational aids; performance; visually impaired; vor
5	buoy; gps; internet of things; remote sensing; shipping; smart buoy
6	augmented reality; computer vision; navigation; wayfinding
7	gnss; maritime; positioning

Tabel 1 menunjukkan klasterisasi kata kunci hasil dari analisis yang dilakukan. Ketujuh klaster dalam analisis *keyword co-occurrence* mencerminkan beragam fokus kajian dalam riset navigasi maritim cerdas. Klaster 1 menyoroti pemanfaatan kecerdasan buatan dan pembelajaran mesin dalam sistem identifikasi dan prediksi navigasi (Tu et al., 2018). Klaster 2 berfokus pada navigasi elektronik dan faktor manusia dalam keselamatan pelayaran (Qian et al., 2022). Klaster 3 menggambarkan kemajuan teknologi kapal otonom dan kendaraan permukaan tak berawak (Li et al., 2021). Klaster 4 menekankan pada presisi navigasi dan alat bantu seperti *distance measuring equipment* dan *Kalman filter* (Mandić et al., 2016). Klaster 5 menunjukkan integrasi teknologi sensor dan Internet of Things (IoT) dalam pemantauan maritim (Liu et al., 2021). Klaster 6 berkaitan dengan teknologi visualisasi seperti *augmented reality* dan *computer vision* untuk mendukung pengalaman pengguna dalam navigasi (Liu et al., 2022). Sementara itu, klaster 7 menyoroti peran sistem navigasi satelit seperti GNSS dan GPS dalam akurasi pelacakan posisi (Trzuskowsky et al., 2016). Keseluruhan klaster ini

menunjukkan pendekatan multidisipliner yang saling melengkapi dalam pengembangan sistem navigasi maritim yang cerdas dan modern.

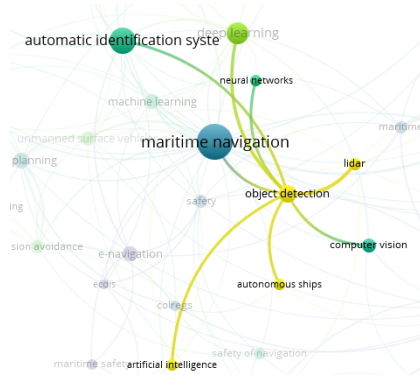
Analisis *co-occurrence* sangat penting dilakukan dalam penelitian bibliometrik karena memberikan gambaran yang jelas mengenai struktur pengetahuan, tren topik, dan arah perkembangan riset dalam suatu bidang studi (Donthu et al., 2021). Dengan menggunakan analisis ini, peneliti dapat mengidentifikasi topik-topik yang paling sering diteliti, keterkaitan antar konsep utama, serta kluster tematik yang menunjukkan kelompok riset tertentu (Wang et al., 2019). Hal ini sangat berguna untuk mengungkap fokus dominan dan isu yang sedang berkembang, sekaligus mengidentifikasi celah penelitian (*research gaps*) yang masih belum banyak dijelajahi (Alsadi et al., 2024). Dalam konteks navigasi maritim cerdas, analisis ini membantu memahami bagaimana berbagai teknologi seperti sistem identifikasi otomatis, machine learning, dan IoT saling terhubung dalam pengembangan sistem navigasi modern. Selain itu, hasil analisis dapat menjadi dasar dalam merumuskan agenda riset berikutnya atau kebijakan inovasi teknologi berbasis data ilmiah.



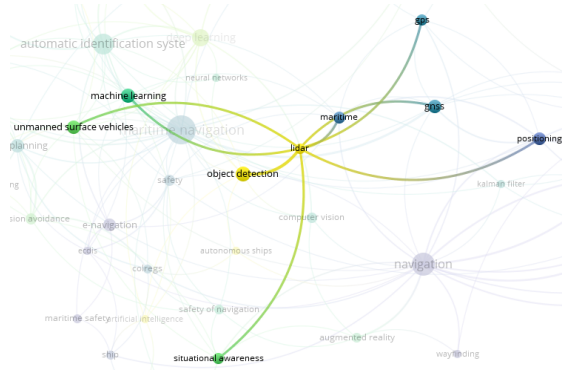
Gambar 3. Visualisasi overlay

Gambar 3 tersebut menunjukkan *overlay visualization* dari analisis keterkaitan kata kunci menggunakan VOSviewer, yang memetakan evolusi temporal dari riset dalam bidang navigasi maritim cerdas. Warna node (lingkaran) mewakili tahun rata-rata kemunculan suatu kata kunci dalam publikasi ilmiah, dengan skala warna dari biru tua (topik lebih lama, sekitar tahun 2020) hingga kuning terang (topik lebih baru, sekitar tahun 2024). Terlihat bahwa kata kunci seperti *augmented reality*, *object detection*, *deep reinforcement learning*, dan *internet of things* muncul dalam warna yang lebih cerah, menunjukkan bahwa topik-topik ini merupakan tren riset yang lebih baru. Sebaliknya, kata kunci seperti *navigation*, *gnss*, dan *distance measuring equipment* memiliki warna biru keunguan, menandakan bahwa topik

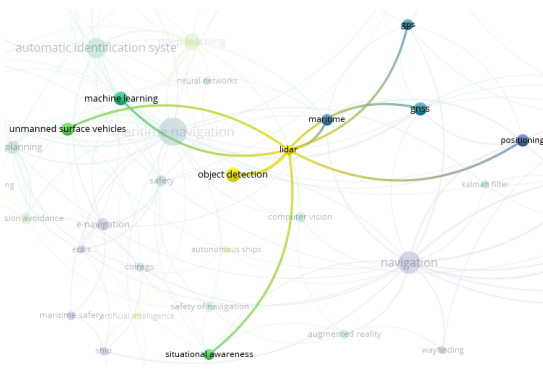
tersebut lebih banyak diteliti pada periode sebelumnya. Visualisasi ini memberikan gambaran perkembangan temporal dalam bidang penelitian, serta mengidentifikasi tema-tema yang sedang naik daun dan menjadi fokus penelitian terkini. Selanjutnya, Gambar 4 hingga 6 menunjukkan kebaruan ide atau topik yang dapat dieksplorasi lebih mendalam berdasarkan hasil analisa yang didapatkan.



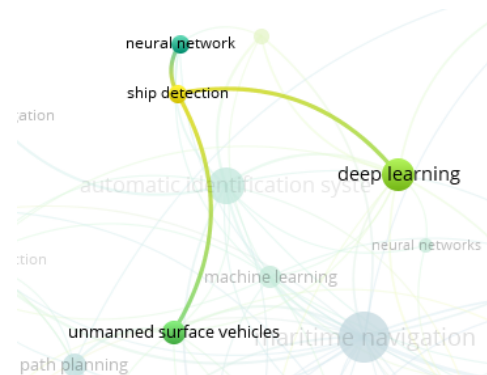
Gambar 4



Gambar 5



Gambar 6



Gambar 7

Dalam Gambar 4, kata kunci seperti object detection, autonomous ships, lidar, dan artificial intelligence tampak berwarna kuning dan terhubung erat dengan *maritime navigation*, menunjukkan bahwa riset-riset terbaru dalam navigasi maritim cerdas tengah berfokus pada pengembangan teknologi otonom, pengenalan objek secara otomatis, serta integrasi sensor canggih dan kecerdasan buatan. Hal ini mencerminkan arah tren penelitian yang bergerak dari sistem konvensional menuju otomatisasi dan kecerdasan dalam sistem navigasi maritim. Selanjutnya Gambar 5, kata kunci seperti LiDAR (Thombre et al., 2022), object detection (Prasad et al., 2017), dan situational awareness tampil dominan dengan warna kuning, menunjukkan bahwa topik-topik tersebut sedang menjadi tren baru dalam riset navigasi maritim cerdas (Tkachenko et al., 2021). LiDAR (*Light Detection and Ranging*) memainkan peran penting dalam deteksi dan pemetaan lingkungan maritim, terutama dalam

pengembangan unmanned surface vehicles (Zhu et al., 2016) dan machine learning (Thombre et al., 2022). Keterkaitan erat LiDAR dengan topik seperti *positioning*, *GPS*, dan *maritime* menunjukkan peran teknologinya dalam meningkatkan akurasi sistem navigasi berbasis sensor (Liu et al., 2022). Dengan demikian, gambar ini menyoroti arah inovasi terkini yang berfokus pada integrasi sensor cerdas dan otomatisasi untuk meningkatkan kesadaran situasional serta efisiensi dan keselamatan navigasi laut.

Gambar 6, kata kunci LiDAR berada di posisi sentral dengan warna kuning mencolok, menandakan bahwa topik ini menjadi tren penelitian terkini dalam bidang navigasi maritim. LiDAR memiliki koneksi kuat dengan kata kunci penting seperti *object detection*, *situational awareness*, *machine learning*, *unmanned surface vehicles*, *maritime*, dan *positioning*, yang menunjukkan bahwa teknologi LiDAR digunakan untuk meningkatkan kemampuan navigasi otomatis, pemetaan lingkungan sekitar, serta pendeteksian objek secara presisi. Hubungan ini juga mengindikasikan pergeseran riset menuju integrasi sensor canggih dengan kecerdasan buatan untuk mendukung sistem navigasi maritim yang lebih otonom, adaptif, dan akurat.

Warna hijau kekuningan pada node seperti *deep learning*, *neural network*, *ship detection*, dan *unmanned surface vehicles* menandakan bahwa kata kunci ini muncul dalam literatur terbaru, sekitar 2022 hingga 2024, sehingga mencerminkan tren riset mutakhir. Hubungan kuat antar kata kunci ini mengindikasikan adanya fokus penelitian yang mengintegrasikan metode *deep learning* dan jaringan saraf untuk mendeteksi kapal serta mengendalikan kendaraan permukaan tak berawak (USV) (Niu et al., 2016). Keterkaitan ini menunjukkan bahwa teknologi kecerdasan buatan kini memainkan peran penting dalam meningkatkan kapabilitas sistem navigasi otonom (Prodan et al., 2016), khususnya dalam hal persepsi lingkungan (Thombre et al., 2022) dan deteksi objek secara otomatis di sektor maritim. Visualisasi ini mempertegas arah pengembangan inovasi menuju sistem maritim yang semakin cerdas, mandiri, dan adaptif terhadap dinamika laut.

SIMPULAN

Artikel ini menyajikan analisis bibliometrik terhadap tren dan evolusi riset dalam bidang navigasi maritim cerdas menggunakan pendekatan *co-occurrence* terhadap *author keywords*. Hasil analisis mengidentifikasi 56 kata kunci yang memenuhi ambang batas kemunculan dan dikelompokkan ke dalam tujuh klaster tematik utama yang mencerminkan fokus kajian interdisipliner, mulai dari kecerdasan buatan, sistem identifikasi otomatis, navigasi elektronik, hingga teknologi sensor dan sistem otonom. Visualisasi keterkaitan kata

kunci memperlihatkan bahwa “*maritime navigation*” menjadi pusat utama riset, yang terhubung erat dengan berbagai topik mutakhir seperti *deep learning*, *object detection*, *LiDAR*, dan *autonomous ships*. Analisis *overlay* juga menunjukkan adanya pergeseran riset ke arah topik-topik baru yang berorientasi pada otomatisasi, kecerdasan buatan, dan integrasi sensor canggih dalam sistem navigasi maritim. Temuan ini memberikan gambaran yang komprehensif mengenai arah perkembangan ilmu dan teknologi di bidang ini, sekaligus membantu para peneliti, pengambil kebijakan, dan pelaku industri dalam merumuskan strategi riset dan inovasi yang lebih tepat sasaran. Untuk pengembangan ke depan, disarankan dilakukan analisis lanjutan terhadap dinamika kolaborasi antar institusi dan negara, serta eksplorasi lebih mendalam terhadap pengaruh teknologi emerging seperti *edge computing* dan digital twin dalam sistem navigasi maritim cerdas.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, data yang dianalisis hanya berasal dari satu basis data, yaitu Scopus, sehingga belum merepresentasikan keseluruhan literatur global yang mungkin juga tersedia di basis data lain seperti Web of Science atau IEEE Xplore. Kedua, periode analisis dibatasi pada rentang tahun 2014 hingga 2025, yang meskipun cukup representatif untuk tren dekade terakhir, namun tidak menangkap evolusi historis yang lebih panjang. Ketiga, pendekatan bibliometrik ini hanya fokus pada analisis kata kunci (author keywords) dan tidak menyertakan dimensi analisis seperti co-authorship, co-citation, atau analisis geografis kolaborasi antar negara dan institusi, yang padahal dapat memperkaya pemahaman terhadap dinamika jaringan penelitian. Selain itu, analisis ini bersifat kuantitatif, sehingga belum menggambarkan kedalaman isi konten tiap artikel secara kualitatif.

DAFTAR PUSTAKA

- Alsadi, J., Alkhatib, F., Antony, J., Garza-Reyes, J. A., Tortorella, G., & Cudney, E. A. (2024). A systematic literature review with bibliometric analysis of Quality 4.0. *TQM Journal, March*. <https://doi.org/10.1108/TQM-02-2024-0050>
- Ariyani, Y. D., Wilujeng, I., & Dwiningrum, S. I. A. (2022). Bibliometric analysis of SCAMPER strategy over the past 20 years. *International Journal of Evaluation and Research in Education, 11*(4), 1930–1938. <https://doi.org/10.11591/ijere.v11i4.22316>
- Bojić, F., Karin, I., Juričević, I., & Čipčić, M. (2021). Design and application of an automated smart buoy in increasing navigation safety and environmental standards in ports. *TransNav, 15*(2), 373–380. <https://doi.org/10.12716/1001.15.02.14>
- Christ-Ribeiro, A., Chiattoni, L. M., Mafaldo, C. R. F., Badiale-Furlong, E., & Souza-Soares, L. A. de. (2021). Fermented rice-bran by *Saccharomyces cerevisiae*: Nutritious ingredient in the formulation of gluten-free cookies. *Food Bioscience, 40*(June 2020), 100859. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2020.100859>

- Christ-ribeiro, A., Moreira, L., Roseli, C., Mafaldo, F., Badiale-furlong, E., & Souza-soares, L. A. De. (2021). Food Bioscience Fermented rice-bran by *Saccharomyces cerevisiae* : Nutritious ingredient in the formulation of gluten-free cookies. *Food Bioscience*, 40(June 2020), 100859. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2020.100859>
- Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W. M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 133(April), 285–296. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070>
- Falagas, M. E., Pitsouni, E. I., Malietzis, G. A., & Pappas, G. (2008). Comparison of PubMed, Scopus, Web of Science, and Google Scholar: strengths and weaknesses. *The FASEB Journal*, 22(2), 338–342. <https://doi.org/10.1096/fj.07-9492lsf>
- Gall, Gall, & Borg. (2007). Situated Ethics in Educational Research Society for Educational Studies. *British Journal of Educational Studies*, 49(3), 362–365.
- Goksu, I. (2021). Bibliometric mapping of mobile learning. *Telematics and Informatics*, 56(March), 101491. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2020.101491>
- Guo, Y., Huang, Z., Guo, J., Li, H., & Guo, X. (2019). *Bibliometric Analysis on Smart Cities Research*.
- Hu, L., Naeem, W., Rajabally, E., Watson, G., Mills, T., Bhuiyan, Z., Raeburn, C., Salter, I., & Pekcan, C. (2020). A multiobjective optimisation approach for COLREGs-Compliant path planning of autonomous surface vehicles verified on networked bridge simulators. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 21(3), 1167–1179. <https://doi.org/10.1109/TITS.2019.2902927>
- Lekkas, A. M., Roald, A. L., & Breivik, M. (2016). Online Path Planning for Surface Vehicles Exposed to Unknown Ocean Currents Using Pseudospectral Optimal Control. *IFAC-PapersOnLine*, 49(23), 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2016.10.313>
- Li, L., Wu, D., Huang, Y., & Yuan, Z. M. (2021). A path planning strategy unified with a COLREGS collision avoidance function based on deep reinforcement learning and artificial potential field. *Applied Ocean Research*, 113(June), 102759. <https://doi.org/10.1016/j.apor.2021.102759>
- Liu, R. W., Guo, Y., Nie, J., Hu, Q., Xiong, Z., Yu, H., & Guizani, M. (2022). Intelligent Edge-Enabled Efficient Multi-Source Data Fusion for Autonomous Surface Vehicles in Maritime Internet of Things. *IEEE Transactions on Green Communications and Networking*, 6(3), 1574–1587. <https://doi.org/10.1109/TGCN.2022.3158004>
- Liu, R. W., Nie, J., Garg, S., Xiong, Z., Zhang, Y., & Hossain, M. S. (2021). Data-driven trajectory quality improvement for promoting intelligent vessel traffic services in 6g-enabled maritime iot systems. *IEEE Internet of Things Journal*, 8(7), 5374–5385. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2020.3028743>
- Lulewicz-Sas, A. (2017). Corporate Social Responsibility in the Light of Management Science - Bibliometric Analysis. *Procedia Engineering*, 182, 412–417. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.03.124>
- Mandić, F., Mišković, N., Palomeras, N., Carreras, M., & Vallicrosa, G. (2016). Mobile beacon control algorithm that ensures observability in single range navigation. *IFAC-PapersOnLine*, 49(23), 48–53. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2016.10.320>
- Masduki, N. A., Mahfar, M., & Senin, A. A. (2022). A bibliometric analysis of the graduate employability research trends. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 11(1), 172–181. <https://doi.org/10.11591/ijere.v11i1.22145>
- Mongeon, P., & Paul-Hus, A. (2016). The journal coverage of Web of Science and Scopus: a comparative analysis. *Scientometrics*, 106(1), 213–228. <https://doi.org/10.1007/s11192-015-1765-5>
- Muhammad, U. A., Fuad, M., Ariyani, F., Suyanto, E., Ariyani, Y. D., Wilujeng, I.,

- Dwiningrum, S. I. A., Masduki, N. A., Mahfar, M., & Senin, A. A. (2022). Bibliometric analysis of local wisdom-based learning: Direction for future history education research. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 11(4), 2209–2222. <https://doi.org/10.11591/ijere.v11i4.22316>
- Musa, T. H., Musa, I. H., Osman, W., Campbell, M. C., & Musa, H. H. (2021). A bibliometric analysis of global scientific research output on Gum Arabic. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*, 25(November 2020), 100254. <https://doi.org/10.1016/j.bcdf.2020.100254>
- Nassaji, H. (2015). Qualitative and descriptive research: Data type versus data analysis. *Language Teaching Research*, 19(2), 129–132. <https://doi.org/10.1177/1362168815572747>
- Niknejad, N., Ismail, W., Bahari, M., Hendradi, R., & Salleh, A. Z. (2021). Mapping the research trends on blockchain technology in food and agriculture industry: A bibliometric analysis. *Environmental Technology and Innovation*, 21, 101272. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2020.101272>
- Niu, H., Lu, Y., Savvaris, A., & Tsourdos, A. (2016). Efficient Path Planning Algorithms for Unmanned Surface Vehicle. *IFAC-PapersOnLine*, 49(23), 121–126. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2016.10.331>
- Prasad, D. K., Rajan, D., Rachmawati, L., Rajabally, E., & Quek, C. (2017). Video Processing From Electro-Optical Sensors for Object Detection and Tracking in a Maritime Environment: A Survey. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 18(8), 1993–2016. <https://doi.org/10.1109/TITS.2016.2634580>
- Prodan, I., Stoican, F., & Grøtli, E. I. (2016). Some remarks on potential field constructions in a multi-obstacle environment. *IFAC-PapersOnLine*, 49(23), 28–33. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2016.10.317>
- Qian, L., Zheng, Y., Li, L., Ma, Y., Zhou, C., & Zhang, D. (2022). A New Method of Inland Water Ship Trajectory Prediction Based on Long Short-Term Memory Network Optimised by Genetic Algorithm. *Applied Sciences (Switzerland)*, 12(8). <https://doi.org/10.3390/app12084073>
- Qin, Y., Xu, Z., Wang, X., & Škare, M. (2022). Green energy adoption and its determinants: A bibliometric analysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 153(September 2021). <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111780>
- Rabanal, O. M. R., Brodtkorb, A. H., & Breivik, M. (2016). Comparing Controllers for Dynamic Positioning of Ships in Extreme Seas. *IFAC-PapersOnLine*, 49(23), 258–264. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2016.10.352>
- Rafiq, A. A., Triyono, M. B., Djatmiko, I. W., & Anggraeni, P. (2024). Engineering Education's Potential for Virtual Reality Research and Development from 2012-2022: A Bibliometric Study. *Journal of Scientometric Research*, 13(1), 317–332. <https://doi.org/10.5530/jscires.13.1.26>
- Rafiq, A. A., Triyono, M. B., Djatmiko, I. W., & Köhler, T. (2023, April 5). *Mapping the Evolution of Computational Thinking in Education: A Bibliometrics Analysis of Scopus Database from 1987 to 2023*. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.7800358>
- Ramírez-Macías, J. A., Brongers, P., Rúa, S., & Vásquez, R. E. (2016). Hydrodynamic modelling for the remotely operated vehicle Visor3 using CFD. *IFAC-PapersOnLine*, 49(23), 187–192. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2016.10.341>
- Rodríguez-Rojas, A., Baeder, D. Y., Johnston, P., Regoes, R. R., & Rolff, J. (2021). Bacteria primed by antimicrobial peptides develop tolerance and persist. *PLoS Pathogens*, 17(3), 1–30. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PPAT.1009443>
- Schnurr, R. E. J., & Walker, T. R. (2019). Marine Transportation and Energy Use. In

- Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences* (2nd ed., Issue August). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-409548-9.09270-8>
- Scholler, F. E. T., Nalpanitidis, L., & Blanke, M. (2022). Buoy Light Pattern Classification for Autonomous Ship Navigation Using Recurrent Neural Networks. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 23(7), 9455–9465. <https://doi.org/10.1109/TITS.2021.3122275>
- Sharma, A., Nazir, S., & Ernstsens, J. (2019). Situation awareness information requirements for maritime navigation: A goal directed task analysis. *Safety Science*, 120(August), 745–752. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2019.08.016>
- Skaf, L., Buonocore, E., Dumontet, S., Capone, R., & Franzese, P. P. (2020). Applying network analysis to explore the global scientific literature on food security. *Ecological Informatics*, 56(November 2019), 101062. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2020.101062>
- Son, P. W., Rhee, J. H., & Seo, J. (2018). Novel Multichain-Based Loran Positioning Algorithm for Resilient Navigation. *IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems*, 54(2), 666–679. <https://doi.org/10.1109/TAES.2017.2762438>
- Stringer, L. C., Fraser, E. D. G., Harris, D., Lyon, C., Pereira, L., Ward, C. F. M., & Simelton, E. (2020). Adaptation and development pathways for different types of farmers. *Environmental Science and Policy*, 104(April 2019), 174–189. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2019.10.007>
- Suprpto, N., Sukarmin, S., Puspitawati, R. P., Erman, E., Savitri, D., Ku, C. H., & Mubarak, H. (2021). Research trend on TPACK through bibliometric analysis (2015-2019). *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 10(4), 1375–1385. <https://doi.org/10.11591/IJERE.V10I4.22062>
- Thombre, S., Zhao, Z., Ramm-Schmidt, H., Vallet Garcia, J. M., Malkamaki, T., Nikolskiy, S., Hammarberg, T., Nuortie, H., Bhuiyan, M. Z. H., Särkkä, S., & Lehtola, V. V. (2022). Sensors and AI Techniques for Situational Awareness in Autonomous Ships: A Review. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 23(1), 64–83. <https://doi.org/10.1109/TITS.2020.3023957>
- Tkachenko, V., Voloshyna, O., Marukhnenko, O., Slobodanyuk, M., Zharikov, V., & Yatsenko, S. (2021). Maritime Navigation Systems: Role And Place In The Safety Of Navigation. *IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security*, 21(9), 86. <https://doi.org/10.22937/IJCSNS.2021.21.9.10>
- Trzuskowsky, A., Hoelper, C., & Abel, D. (2016). ANCHOR: Navigation, Routing and Collision Warning during Operations in Harbors. *IFAC-PapersOnLine*, 49(23), 220–225. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2016.10.346>
- Tu, E., Zhang, G., Rachmawati, L., Rajabally, E., & Huang, G. Bin. (2018). Exploiting AIS Data for Intelligent Maritime Navigation: A Comprehensive Survey from Data to Methodology. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 19(5), 1559–1582. <https://doi.org/10.1109/TITS.2017.2724551>
- van Eck, N. J., & Waltman, L. (2014). Visualising Bibliometric Networks. In *Measuring Scholarly Impact*. https://doi.org/10.1007/978-3-319-10377-8_13
- Wang, B., Xing, D., Zhu, Y., Dong, S., & Zhao, B. (2019). The State of Exosomes Research: A Global Visualized Analysis. *BioMed Research International*, 2019. <https://doi.org/10.1155/2019/1495130>
- Xiao, Z., Qin, Y., Xu, Z., Antucheviciene, J., & Zavadskas, E. K. (2022). The Journal Buildings: A Bibliometric Analysis (2011–2021). *Buildings*, 12(1). <https://doi.org/10.3390/buildings12010037>
- Xu, S., Liu, S., & Jing, C. (2023). Event Knowledge Graph : A Review Based on Scientometric Analysis. *Applied Sciences*, 13(12338), 1–21.

<https://doi.org/https://doi.org/10.3390/app132212338>

Zhou, X., Li, T., & Ma, X. (2021). A bibliometric analysis of comparative research on the evolution of international and Chinese green supply chain research hotspots and frontiers. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(6), 6302–6323.

<https://doi.org/10.1007/s11356-020-11947-x>

Zhu, M., Hahn, A., Wen, Y. Q., & Zhang, F. (2016). Maritime Unmanned Vehicle Cruise Path Planning for Maritime Information Collection. *IFAC-PapersOnLine*, 49(23), 103–108. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2016.10.328>

Zyoud, S. H., & Zyoud, A. H. (2021). Visualisation and Mapping of Knowledge and Science Landscapes in Expert Systems With Applications Journal: A 30 Years' Bibliometric Analysis. *SAGE Open*, 11(2). <https://doi.org/10.1177/21582440211027574>