

Review Pemanfaatan *Big Data* dan *Internet of Things* (IoT) Dalam Industri Perkapalan

Mohammad Danil Arifin^{1*}

¹ Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Universitas Darma Persada

Penulis untuk Korespondensi/E-mail: danilarifin.mohammad@gmail.com

Abstract— *This review thoroughly examines the utilization of Big Data and the Internet of Things (IoT) in the maritime sector, focusing on its transformative impact on various aspects of the industry. The maritime world, characterized by complex operations and extensive data resources, has undergone a paradigm shift through the integration of Big Data analytics and IoT technologies. The review provides an overview of the current state of the maritime industry and identifies its primary challenges. The discussion explores the role of Big Data in capturing, processing, and analyzing large volumes of information generated by maritime activities. Advanced analytics applications and machine learning algorithms for extracting meaningful insights from data sources, such as ship sensors, weather conditions, and shipping routes, are examined. The synergy between Big Data analytics and maritime decision-making processes is considered, highlighting the potential for optimized route planning, fuel consumption reduction, and predictive maintenance strategies. This research unveils the full potential of technology in shaping the future of maritime operations.*

Abstrak— *Review ini mengkaji secara mendalam pemanfaatan Big Data dan Internet of Things (IoT) dalam sektor perkapalan, dengan fokus pada dampak transformasionalnya pada berbagai aspek industri tersebut. Dunia perkapalan, yang ditandai oleh operasi yang kompleks dan sumber daya data yang besar, telah mengalami perubahan paradigma dengan integrasi analitika Big Data dan teknologi IoT. Tinjauan ini memberikan gambaran tentang kondisi saat ini dalam industri perkapalan dan mengidentifikasi tantangan utama yang dihadapinya. Diskusi ini membahas peran Big Data dalam menangkap, memproses, dan menganalisis volume besar informasi yang dihasilkan oleh kegiatan maritim. Aplikasi analitika tingkat lanjut dan algoritma pembelajaran mesin untuk mengekstrak wawasan yang bermakna dari sumber data, seperti sensor kapal, kondisi cuaca, dan rute pelayaran, dieksplorasi. Sinergi antara analitika Big Data dan proses pengambilan keputusan maritim dipertimbangkan, menyoroti potensi perencanaan rute yang dioptimalkan, pengurangan konsumsi bahan bakar, dan strategi pemeliharaan prediktif. Penelitian ini membuka potensi penuh teknologi dalam membentuk masa depan operasi maritim.*

Keywords –*Big Data, Internet of Things (IoT), Big Data Analytics, Maritime Industry*

PENDAHULUAN

Perkembangan *Big Data* dan *Internet of Things* (IoT) telah membawa revolusi signifikan dalam dunia perkapalan, mengubah paradigma tradisional operasi maritim menjadi era yang lebih canggih dan efisien. Seiring dengan kompleksitas dan skala besar kegiatan di sektor perkapalan, integrasi teknologi ini telah membuka pintu bagi inovasi yang mendalam. Dalam beberapa tahun terakhir, industri perkapalan telah menjadi pusat perhatian

transformasi digital yang disebabkan oleh pemanfaatan *Big Data* dan *IoT* [1][2].

Big Data, dengan kemampuannya untuk mengelola, menganalisis, dan mengekstrak wawasan dari jumlah data yang luar biasa, telah membuka peluang baru untuk meningkatkan efisiensi operasional, mengoptimalkan pengelolaan sumber daya, dan mengurangi dampak lingkungan. Sementara itu, *IoT* membawa kemampuan untuk menghubungkan dan mengintegrasikan berbagai

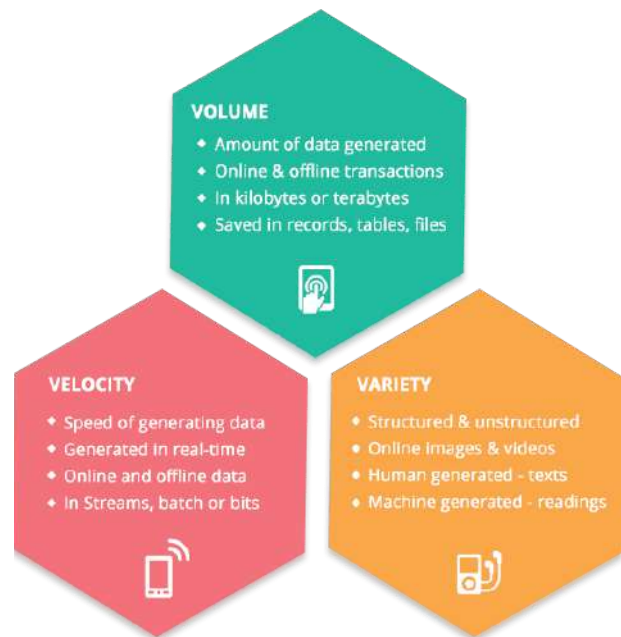
perangkat sensor pada kapal, pelabuhan, dan infrastruktur maritim lainnya, menciptakan jaringan yang cerdas dan terkoneksi secara *real-time* [3].

Tinjauan tentang perkembangan ini penting karena mencerminkan bagaimana industri perkapalan menghadapi era digital yang memperkenalkan solusi-solusi inovatif untuk mengatasi tantangan yang ada. Dalam konteks ini, penjelasan mendalam tentang bagaimana *Big Data* dan *IoT* berkontribusi pada pemantauan, pengelolaan, dan pengoptimalan operasional di laut menjadi sangat relevan [4]. Oleh karena itu, penelitian ini akan merinci dampak positif integrasi *Big Data* dan *IoT* terhadap transformasi industri perkapalan serta mengidentifikasi tren dan tantangan yang mungkin dihadapi dalam mengadopsi teknologi ini.

Pengertian Big Data dan IoT

Big Data merujuk pada volume data yang sangat besar, kompleksitas yang tinggi, dan kecepatan pertumbuhan yang cepat. Data ini melibatkan informasi terstruktur dan tak terstruktur yang berasal dari berbagai sumber.

Konsep *Big Data* didefinisikan oleh tiga karakteristik utama, yaitu "*Volume*," "*Velocity*," dan "*Variety*" [5-7]. Volume mencerminkan jumlah data yang sangat besar, Velocity menunjukkan kecepatan generasi dan pemrosesan data, sedangkan Variety mencakup beragam jenis data.

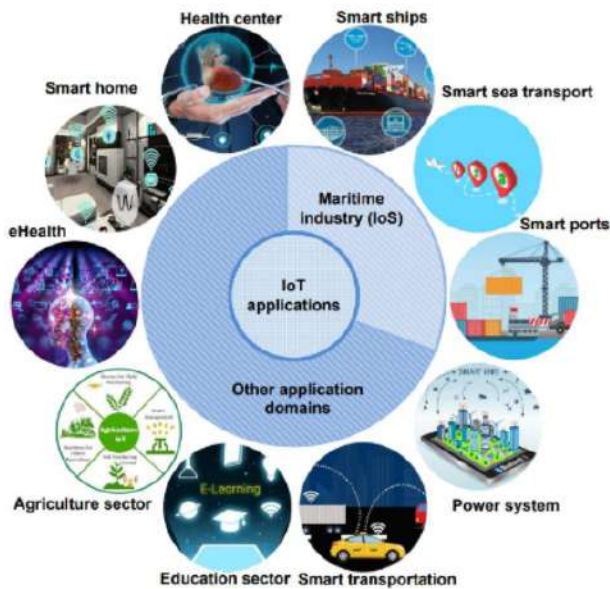


Gambar 1. *The 3Vs of Big Data*

Sedangkan *Internet of Things* (IoT) mengacu pada jaringan perangkat fisik yang terhubung melalui internet, memungkinkan pertukaran data dan informasi. Perangkat IoT umumnya dilengkapi dengan sensor, perangkat lunak, dan teknologi komunikasi untuk mengumpulkan dan bertukar data dengan perangkat lainnya.

Definisi IoT juga mencakup kemampuan perangkat untuk mengumpulkan, menyimpan, dan mengirim data tanpa melibatkan interaksi manusia [8][9]. Doamin utama penggunaan IoT dapat dilihat pada Gambar 2.

Kedua konsep ini, *Big Data* dan *IoT*, sering kali saling terkait dan saling mendukung, terutama ketika digunakan bersama-sama untuk mengoptimalkan pengambilan keputusan dan meningkatkan efisiensi operasional dalam berbagai industri, termasuk perkapalan.



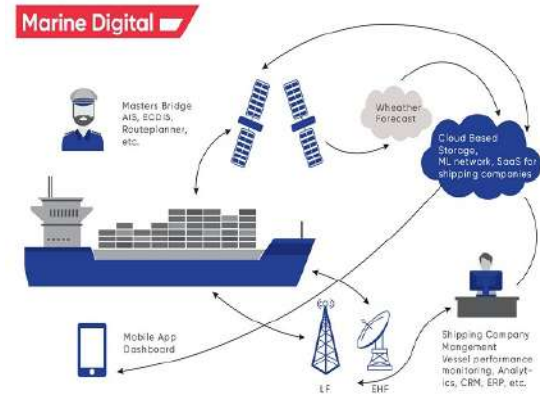
Gambar 2. Domain Utama Pemanfaatan IoT

Marine Big Data

Marine Big Data merujuk pada pengumpulan, pengolahan, dan analisis data yang bersumber dari berbagai aspek industri maritim. Konsep ini melibatkan penggunaan teknologi informasi untuk mengatasi tantangan dalam mengelola data besar dan kompleks yang berasal dari kapal, terminal pelabuhan, sistem navigasi, dan elemen-elemen lainnya dalam ekosistem maritim [10-12]

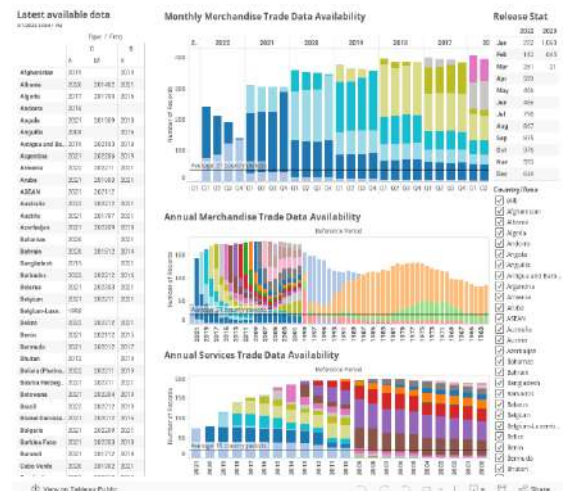
Dalam konteks *Marine Big Data*, data-data yang dikumpulkan dapat mencakup informasi seperti:

- Data Sensor Kapal: Informasi yang dihasilkan oleh berbagai sensor di kapal, seperti data navigasi, kecepatan angin, suhu air, dan tekanan atmosfer.



Gambar 3. Navigation Data

- Data Logistik dan Manajemen Armada: Data terkait dengan pengelolaan logistik, inventaris, perawatan armada, dan manajemen rantai pasokan di sektor perkapalan.



Gambar 4. UN Comtrade Data

- Data Cuaca dan Oseanografi: Data cuaca dan oseanografi yang mempengaruhi kondisi perairan dan pelayaran.
- Data Keselamatan dan Keamanan: Informasi tentang keamanan kapal, kecelakaan, dan langkah-langkah keselamatan maritim.
- Data Operasional Pelabuhan: Data yang terkait dengan operasi pelabuhan, keberlanjutan, dan efisiensi operasional.
- Data Navigasi dan Rute Pelayaran: Informasi tentang rute pelayaran, arus laut, dan navigasi.

yang dapat membantu dalam perencanaan perjalanan kapal.

Penerapan *Marine Big Data* dapat memberikan manfaat besar, seperti peningkatan efisiensi operasional, pengurangan biaya, perbaikan keselamatan maritim, dan optimisasi rantai pasokan di sektor perkapalan.

METODE

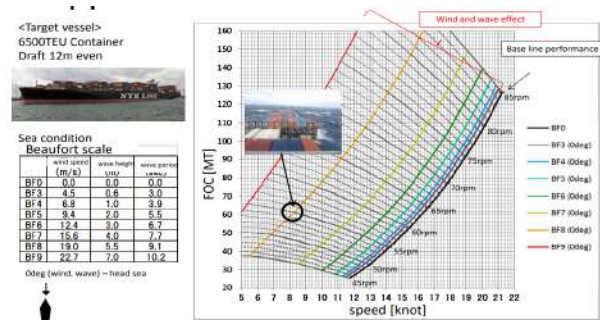
Didalam penelitian ini metode yang digunakan didalam menyelesaikan permasalahan menggunakan analisis kualitatif deskriptif. Analisis kualitatif deskriptif diartikan sebagai suatu proses menyelidiki, menggambarkan, dan memahami fenomena atau data tanpa menggunakan metode statistik atau pengukuran kuantitatif [13]. Dalam analisis kualitatif deskriptif, peneliti fokus pada pengumpulan dan interpretasi data secara naratif untuk mengungkap makna dan pola yang muncul dari data tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

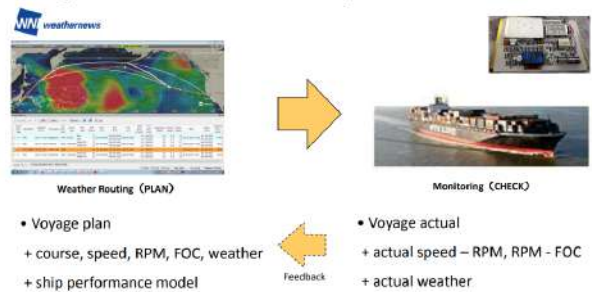
Pemanfaatan *Big Data* dan *Internet of Things* (IoT) dalam industri perkapalan memiliki potensi untuk mengubah secara signifikan cara operasi dilakukan, meningkatkan efisiensi, keselamatan, dan keberlanjutan. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat diketahui beberapa aspek pemanfaatan *Big Data* dan *IoT* di industri perkapalan dapat dikelompokkan menjadi beberapa fungsi antara lain:

Optimasi Rute dan Efisiensi Operasional:

Big Data dan analitika dapat digunakan untuk menganalisis data cuaca, data rute pelayaran, dan faktor-faktor lainnya untuk merencanakan rute yang lebih efisien [14][15]. Sensor IoT pada kapal dapat memberikan informasi *real-time* mengenai performa mesin, suhu, dan keadaan lainnya untuk pemantauan dan perbaikan yang lebih baik.

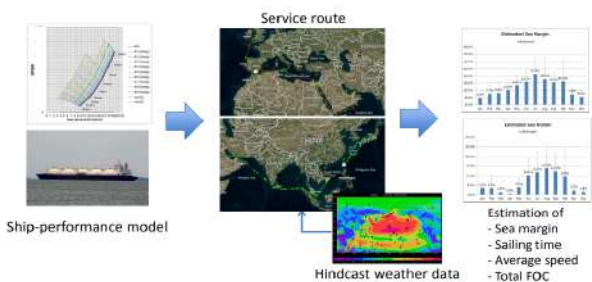


(a)



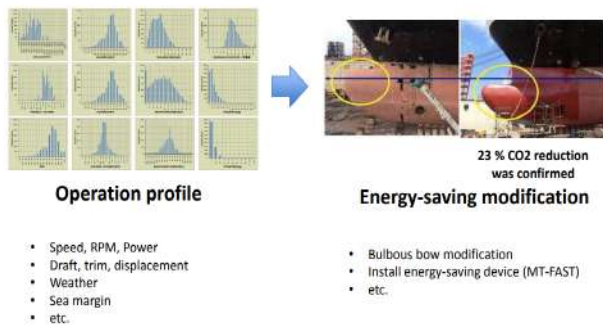
(b)

Gambar 5. (a) Ship performance in all weather (b) Optimum weather routing with performance monitoring



Gambar 6. Operation optimization
Manajemen Energi dan Pengurangan Emisi:
Big Data dapat membantu mengoptimalkan penggunaan bahan bakar dengan analisis konsumsi energi dan pemanfaatan IoT untuk monitoring efisiensi mesin [14]. Sensor IoT dapat membantu dalam perencanaan perawatan yang tepat waktu, mengurangi kegagalan mesin, dan meminimalkan dampak lingkungan.

Energy-saving hull modification



Gambar 7. Energy Saving

Pelacakan Kargo dan Manajemen Persediaan:

Dengan pemanfaatan sensor IoT pada kontainer dan kapal, perusahaan dapat melacak dan mengelola kargo secara real-time. Big Data analytics dapat membantu dalam manajemen persediaan, optimalisasi distribusi, dan perencanaan kebutuhan logistik.

Keselamatan dan Keamanan:

Pemanfaatan Big Data dan Internet of Things (IoT) dalam konteks keselamatan dan keamanan kapal menawarkan pendekatan yang proaktif dan terkini untuk memitigasi risiko dan meningkatkan kinerja keselamatan [16]. Sensor IoT dapat memberikan pemantauan real-time terhadap keadaan kapal, suhu, tekanan, dan keadaan cuaca, meningkatkan keselamatan operasional. Big Data dapat digunakan untuk menganalisis data kecelakaan, memberikan wawasan untuk mencegah kejadian serupa di masa depan.

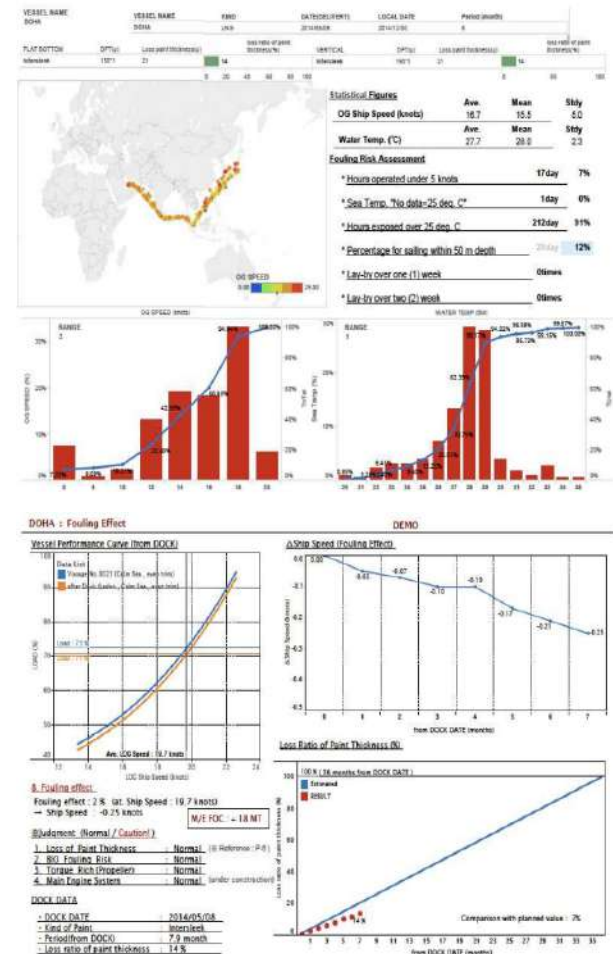
Pemantauan Lingkungan:

Sensor IoT dapat membantu memantau kualitas air, emisi gas, dan dampak lingkungan lainnya. Big Data analytics dapat digunakan untuk mengelola dan menganalisis data lingkungan, mendukung keberlanjutan dan kepatuhan regulasi.

Manajemen Armada dan Pemeliharaan Prediktif:

Pemanfaatan Big Data untuk menganalisis kinerja armada dan membuat keputusan yang lebih baik tentang perawatan dan pemeliharaan. Sensor IoT

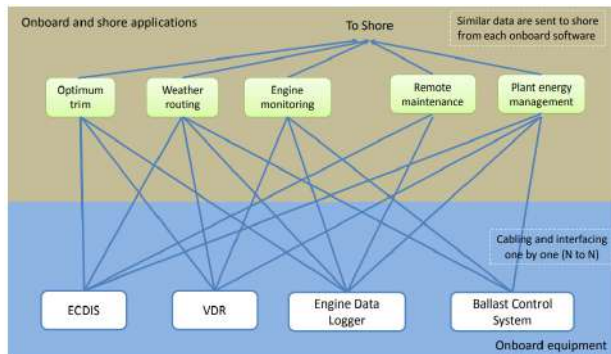
dapat memberikan data real-time untuk pemeliharaan prediktif, mencegah kerusakan mesin secara dini.



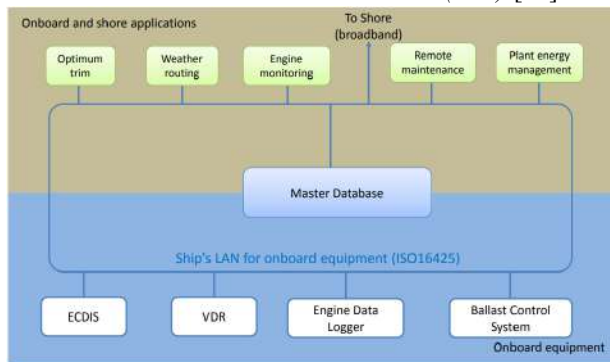
Gambar 8. Fouling risk assessment and maintenance [14]

Pengembangan Inovasi Baru:

Data yang dikumpulkan melalui Big Data dan IoT dapat memberikan dasar bagi pengembangan inovasi baru dalam industri perkapalan. Integrasi teknologi ini dapat membuka pintu untuk solusi baru dan peningkatan berkelanjutan.



Gambar 9. *Onboard data collection (now)* [14]



Gambar 10. *Onboard data collection (now)* [14]

Pemanfaatan Big Data dan IoT di industri perkapalan tidak hanya mengoptimalkan operasi saat ini tetapi juga membuka peluang untuk menghadirkan perubahan revolusioner dalam cara industri ini beroperasi. Keberlanjutan, efisiensi, dan keselamatan menjadi fokus utama dalam menerapkan teknologi ini dalam konteks perkapalan.

KESIMPULAN

Pemanfaatan Big Data dan Internet of Things (IoT) dalam industri perkapalan menawarkan potensi besar untuk mengoptimalkan operasi, meningkatkan efisiensi, dan memperkuat keberlanjutan berbagai bidang seperti Optimasi Rute dan Efisiensi Operasional, Peningkatan Keselamatan Pelayaran, Manajemen Energi dan Pengurangan Emisi, Pemeliharaan Prediktif untuk Ketersediaan Kapal, Manajemen Armada dan Logistik yang Efisien, dan Kepatuhan Terhadap

Regulasi Lingkungan. Keseluruhan, integrasi Big Data dan IoT membuka potensi untuk transformasi fundamental dalam industri perkapalan. Dengan mengambil keuntungan dari data yang dikumpulkan secara intensif dan analisis cerdas, perusahaan perkapalan dapat meningkatkan daya saing, mengurangi dampak lingkungan, dan mencapai operasi yang lebih efisien dan aman. Implementasi teknologi ini harus dilakukan dengan pertimbangan matang terhadap aspek keamanan data dan privasi, serta kesiapan organisasional untuk mengelola perubahan.

REFERENSI

- [1] Chen, Y., Zhao, Y., & Cheng, H. (2019). Big Data in Maritime Operations: Prospects, Challenges, and Opportunities. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 20(4), 1463–1477. doi: 10.1109/TITS.2018.2829338
- [2] MD Arifin. 2016. Development of Marine Logistic Database by Using AIS and Statistical Data. (TEAM 2016) 30th AsianPacific Technical Exchange and Advisory Meeting on Marine Structures pp. 395–402.
- [3] Wang, L., & Liu, Z. (2020). Internet of Things (IoT) in Shipping and Maritime Industry: A Survey. *IEEE Internet of Things Journal*, 7(2), 1224–1239. doi: 10.1109/JIOT.2019.2953353
- [4] MD Arifin, Hamada K, Hirata N, Ihara K. 2017. A study on the support system of ship basic planning by using marine logistics big data. *International Conference on Computer Applications in Shipbuilding* pp. 61-68.
- [5] Chen, M., Mao, S., & Liu, Y. (2014). Big Data: A Survey. *Mobile Networks and Applications*, 19(2), 171–209. doi: 10.1007/s11036-013-0486-2
- [6] MD Arifin, Hamada K, Hirata N, Yuki K. 2017. Development of Ship Allocation Models Using Marine logistics Data and Its Application to Bulk Carrier Demand Forecasting and Basic Planning, *JASNAOE* Volume 27 pp. 139-148.

- [7] MD Arifin, Hamada K, Hirata N, Ihara K. 2017. Development of ship allocation model using marine logistics data and its application to the demand forecasting of the ship, Annual meeting of the JASNAOE pp. 529-532.
- [8] Ashton, K. (2009). That 'Internet of Things' Thing. *RFID Journal*, 22(7), 97–114. Retrieved from <https://www.rfidjournal.com/articles/view?4986>
- [9] Hamada K, Hirata N, Kai Ihara, DAF Muzhoffar, MD Arifin. 2020. Development of Basic Planning Support System Using Marine Logistics Big Data and Its Application to Ship Basic Planning, Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-15-4680-8_21
- [10] Peng, L., & Nie, Y. (2019). Big Data Analytics in Maritime and Port Management: A Review. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 122, 100811. doi: 10.1016/j.tre.2018.10.009
- [11] MD Arifin, O Fanny. 2021. Exploiting marine BD to develop MLDB and its application to ship basic planning support. *International Journal of Marine Engineering Innovation and Research*. Vol. 6. No 4. Pp. 259-266. <http://dx.doi.org/10.12962/j25481479.v6i4.11790>
- [12] MD Arifin, O Fanny. 2022. Establishment of Ship Allocation Model by Using Marine Logistics Database (MLDB). *International Journal of Marine Engineering Innovation and Research*. Vol. 7. No 2. Pp. 59-67. <http://dx.doi.org/10.12962/j25481479.v7i2.12817>
- [13] Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2018). *Qualitative Inquiry and Research Design: Choosing Among Five Approaches*. Sage Publications.
- [14] Yoshida T: (2016). Utilizing big data and the internet of things in shipping. *Sea Japan 2016 MTI*, 1-32.
- [15] MD Arifin, 2023. Application of Internet of Things (IoT) and Big Data in the Maritime Industries: Ship Allocation Model. *International Journal of Marine Engineering Innovation and Research*. Vol. 8. No 1. Pp. 97-108. <http://dx.doi.org/10.12962/j25481479.v8i1.16405>
- [16] MohammadDanil, Arifin (2020) *Pemanfaatan Maritime Big Data Untuk Pembuatan SADS (Ship Accident Database)*. *Jurnal Sains & Teknologi Fakultas Teknik*, X (3). pp. 18-31. ISSN 2088-060X

Jurnal Ilmiah Teknologi Kelautan dan Energi Terbarukan
Vol.02 No.01
p-ISSN 3025-3063

Penerbit : LPPM UNSADA
Tanggal : 8 Maret 2024