

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,

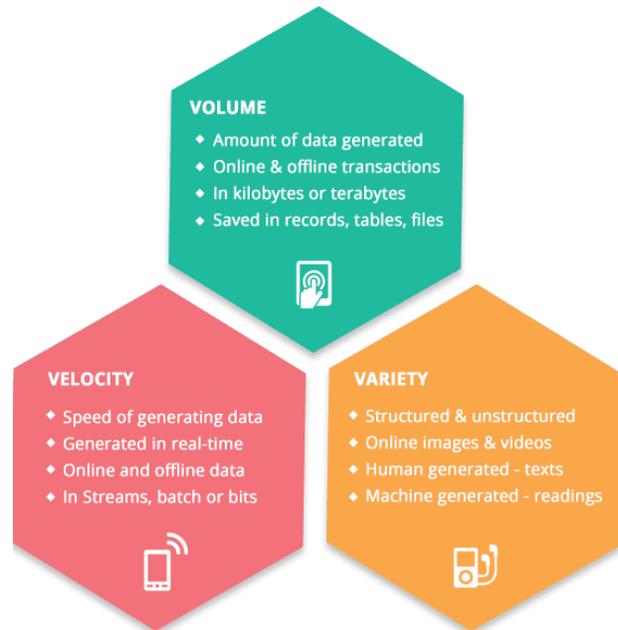
menciptakan jaringan yang cerdas dan terkoneksi secara *real-time* [3].

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.

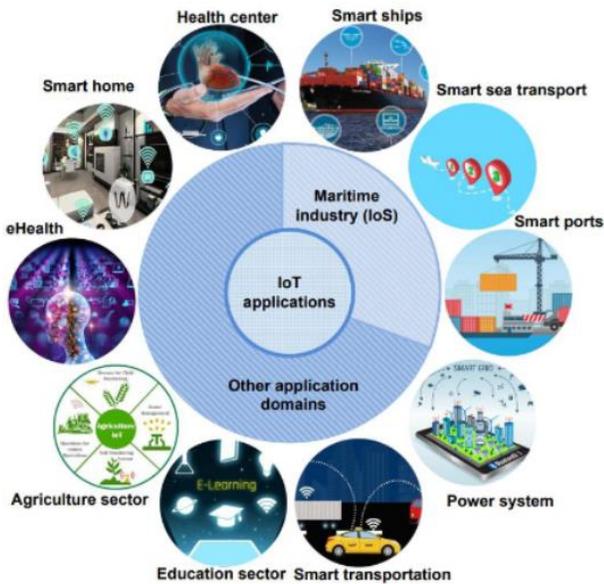


Gambar 1. *The 3Vs of Big Data*

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.



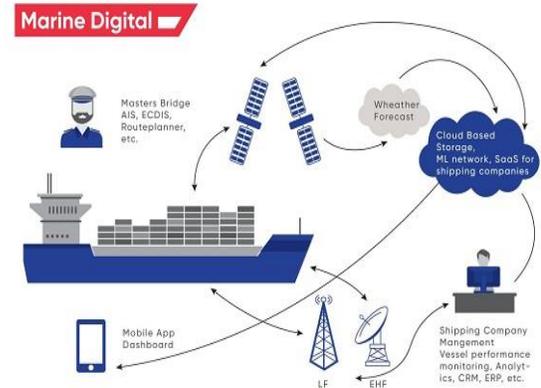
Gambar 2. Domain Utama Pemanfaatan IoT

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]

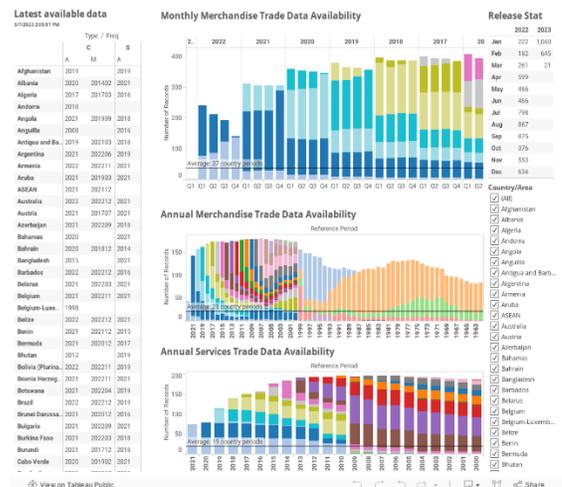
Dalam konteks Marine Big Data, data-data yang dikumpulkan dapat mencakup informasi seperti:

- a. 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

- b. 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

- c. Data Cuaca dan Oseanografi: Data cuaca dan oseanografi yang mempengaruhi kondisi perairan dan pelayaran.
- d. Data Keselamatan dan Keamanan: Informasi tentang keamanan kapal, kecelakaan, dan langkah-langkah keselamatan maritim.
- e. Data Operasional Pelabuhan: Data yang terkait dengan operasi pelabuhan, keberlanjutan, dan efisiensi operasional.
- f. 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

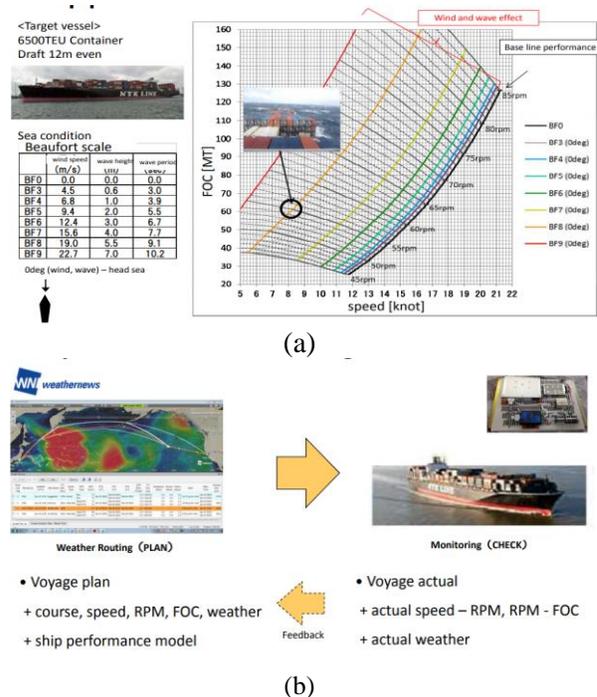
Didalam penelitian ini metode yang digunakan didalam menyelesaikan permasalahan menggunakan analisis kualitatif deskriptif. Analisis kualitatif deskriptif diartikan sebagai suatu proses menyelidiki, menggambarkan, dan memahami fenomena atau data tanpa menggunakan metode statistik atau pengukuran kuantitatif [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

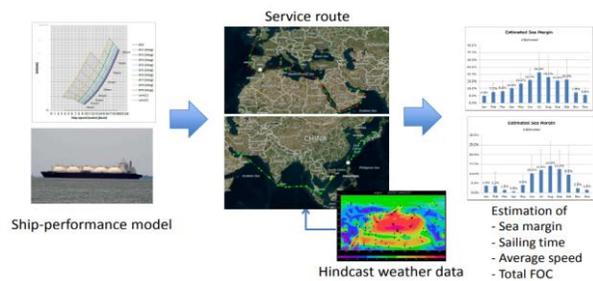
Pemanfaatan *Big Data* dan *Internet of Things (IoT)* dalam industri perkapalan memiliki potensi untuk mengubah secara signifikan cara operasi dilakukan, meningkatkan efisiensi, keselamatan, dan keberlanjutan. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat diketahui beberapa aspek pemanfaatan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



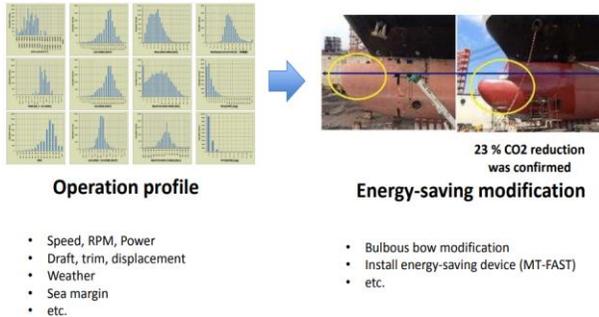
Gambar 5. (a) Ship performance in all weather (b) Optimum weather routing with performance monitoring



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.

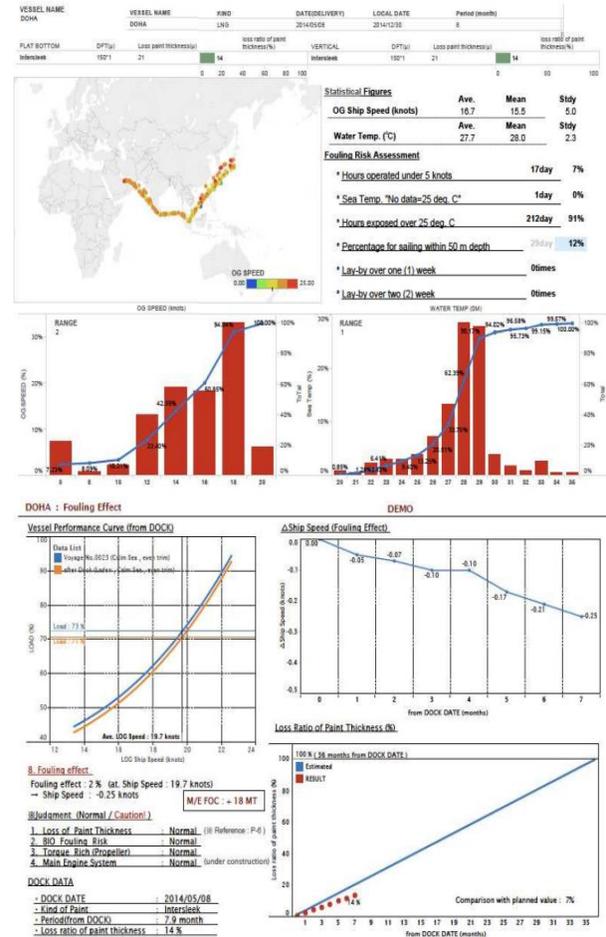
Pemantauan Lingkungan:

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

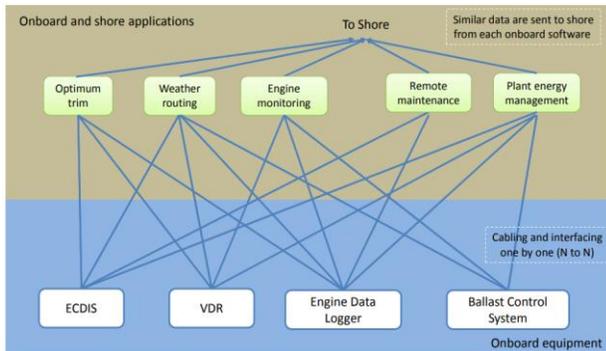
dapat memberikan data real-time untuk pemeliharaan prediktif, mencegah kerusakan mesin secara dini.



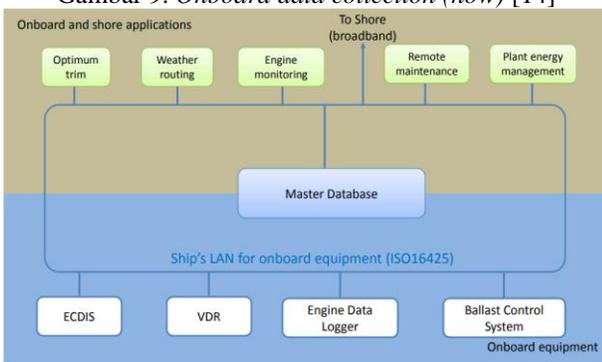
Gambar 8. Fouling risk assessment and maintenance [14]

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>

[1790](http://dx.doi.org/10.12962/j25481479.v7i2.12817)

[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

PENERAPAN ISM CODE DALAM RANGKA MENINGKATKAN KESELAMATAN KAPAL

Danny Faturachman

Penulis untuk korespondensi/Email: fdanny30@yahoo.com
Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Universitas Darma Persada

ABSTRACT

It has been known that there are 80% of all accidents was caused by human error. The fact shown that 60% of that error were caused by mismanagement and 40% caused by sub standard action. The big number of shipping accident were caused by mistake. These occurred because of the lack of knowledge, skill, instruction or motivation from the people itself. That factors can be considered as mis procedural. Then, these can be concluded that all problem is the mistake of management system which arrange the shipping operation. With the modem technology, people could be able to decrease the technical error. But, however, with those modem technology, the management system which arrange people to act and to motivate to fullfil the instruction, is become a big problem. People behavior who work in system or company, consider safety aspect and prevention the pollute sea while shipping operation, depend on the company policy, procedure and work instruction. Because of all that matter, we need a management system which make a good and tight cooperation in shipping operation between land management and sea management for exceeding shipping accident etc. Management system must BE supported by a skillful human resources and a good supporting implementation. Based on this, in 1993 the IMO has published a new regulation known by ISM Code (International Safety Management Code) to standardize safe management and operation of ship for pollution prevention. Later, it also has become the Chapter IX in SOLAS-1974

Keywords: shipping, management, work instruction, sea management, resources.

Pendahuluan

Dalam situasi persaingan yang semakin ketat, suatu perusahaan dituntut untuk mengelola sumber daya manusia yang dimilikinya dengan baik. Salah satu hasil dari kemampuan mengelola sumber daya tersebut akan tampak dari laba yang terus meningkat untuk dipakai mengembangkan usahanya.

Untuk mencapai tujuan tersebut, pihak manajemen dituntut dapat bekerja lebih efisien dan efektif serta menggunakan sumber dayanya secara optimal. Setiap perusahaan tentunya memiliki sistem manajemen dalam melakukan kegiatannya begitu pula perusahaan pelayaran. Sistem manajemen dalam bidang perkapalan terdiri atas kebijakan perusahaan, petunjuk operasi, pembagian tugas, manual dan prosedur mengoperasikan, memelihara kapal dan menghadapi keadaan darurat seperti kecelakaan atau pencemaran. Meskipun perusahaan kapal sudah memiliki sistem manajemen, perusahaan perlu menilai kembali sistem tersebut. Penilaian kembali itu penting sebagai dasar untuk

merencanakan sistem manajemen keselamatan seperti yang diisyaratkan oleh ISM Code.

Hasil dan Pembahasan

Sistem manajemen keselamatan tersebut harus dilaksanakan dengan baik agar perusahaan dapat meningkatkan keselamatan kapalnya. Komitmen penuh dari pimpinan perusahaan dari yang paling atas (manajemen puncak) sampai ke semua lapisan berperan dalam pencapaian sistem manajemen keselamatan, karena tanpa adanya komitmen tersebut usaha yang dilakukan akan sia-sia. dan keselamatan Code menjamin perlindungan lingkungan. Penerapan ISM Code menuntut komitmen manajemen puncak sistem dan seluruh lapisan karyawan karena adanya dalam mendasar perubahan manajemen yang sudah ada. Untuk mencapai tujuan tersebut perlu disusun kebijakan, manual dan prosedur yang memerlukan petugas khusus.

Karena peraturan ISM Code ini bersifat yang perusahaan mandatory, maka menerapkannya akan dipandang sebagai

perusahaan yang memiliki keandalan dan citra yang baik. Karena, itu akan meningkatkan daya saing dan lebih menjamin kelangsungan hidup perusahaan. Perusahaan yang di samping itu, melaksanakan ISM Code dengan baik akhirnya akan mendapat keuntungan dari pemeliharaan dan pengoperasian kapal yang lebih teratur, mengurangi kecelakaan dan pencemaran sehingga biaya asuransi akan turun. ISM Code menuntut diadakannya internal audit sepanjang kegiatan operasi perusahaan, dengan tujuan untuk mengoreksi penyimpangan yang membahayakan dan merugikan, sehingga membutuhkan pembinaan kualitas SDM secara berkesinambungan.

Untuk merencanakan pelaksanaan ISM Code, dilakukan tahap-tahap sebagai berikut:

- a) Melakukan peninjauan kembali sistem manajemen perusahaan yang sedang berjalan.
- b) Menyusun kebijakan manual prosedur pelaksanaan operasional.
- c) Mengevaluasi dan menyempurnakan sistem manajemen keselamatan berdasarkan hasil audit percobaan-percobaan yang sudah dilakukan.
- d) Melakukan pemeriksaan terhadap manajemen di darat dan di atas kapal yang dioperasikan untuk mendapatkan sertifikasi. Sertifikat yang diberikan dalam penerapan ISM Code ada 2 macam, yaitu:

a) Document of Compliance (DOC) untuk kantor atau perusahaan yang menyatakan Safety Management

bahwa perusahaan mengaplikasikan System (SMS) tersebut telah yang memenuhi persyaratan dan ketentuan ISM Code b) Safety Management Certificate (SMC) untuk kapal yang dioperasikan, yang menyatakan bahwa kapal yang dioperasikan oleh perusahaan tersebut telah mengimplementasikan System (SMS) Management memenuhi persyaratan ISM Code.

Sistem Manajemen Keselamatan merupakan suatu kumpulan petunjuk dan peraturan tertulis dan dipakai oleh para karyawan sebagai melaksanakan kebijakan petunjuk dalam

perusahaan dalam bidang keselamatan dan pencegahan kerusakan lingkungan (di laut), serta petunjuk praktis mengenai keselamatan dalam pengoperasian kapal.

Dokumentasi untuk ISM Code merupakan suatu Pedoman Manajemen Keselamatan atau Safety Management Manual (SMM). SMM ini harus senantiasa tersedia di darat dan di kapal. Ada dua jenis SMM, yaitu: SMM untuk pengoperasian di kapal. SMM untuk pengoperasian di laut. Petugas yang bekerja di kapal dan yang bekerja di darat harus saling mengetahui pekerjaannya masing-masing. Perwira di kapal juga harus menguasai instruksi kerja yang digunakan di kapal dan mengetahui langkah-langkah apa yang perlu diambil oleh petugas di darat sesuai organisasinya pada waktu terjadi kecelakaan.

Pembagian isi SMM dapat dikelompokkan menjadi enam kelompok. Dengan bantuan informasi itu, semua dokumen yang tertampung dalam daftar isian (check list) data dapat diikuti, kapan disetujui untuk mulai diaplikasikan, kapan dilaksanakan perubahan dan sebab apa dokumentasi tersebut perlu diubah. Ringkasan SMM. Di dalam buku Pedoman Keselamatan tergambar bagaimana sistem manajemen di kapal dan di darat sehingga memenuhi elemen persyaratan yang dikehendaki oleh ISM Code, terutama hal yang menyangkut keselamatan dan perlindungan lingkungan.

Rencana Tindakan Darurat, dalam kondisi darurat, rencana tindakan darurat harus cepat dilaksanakan dengan tepat. Rencana tindakan darurat ini harus dipisahkan dari rencana pengoperasian kapal sehari-hari. Rencana keadaan darurat harus didokumentasikan dalam arsip khusus terpisah dari instruksi prosedur yang lain. Untuk dapat lebih sigap dalam suasana darurat, cepat mengambil tindakan. Prosedur kerja dalam kondisi darurat tersebut dilampirkan secara khusus dalam keadaan lengkap dengan daftar isian dan form yang terlampir dalam SMM.

Kesimpulan

Prosedur Instruksi kerja yang umum dalam pengoperasian sehari-hari adalah merupakan bagian dari SMM. Data dan gambar kapal serta perlengkapan yang berkaitan dengan keselamatan kapal lingkungan dan perlindungan yang digunakan dalam pengoperasian kapal harus disimpan secara khusus.

Segenap formulir yang diperlukan baik kapal dalam keadaan beroperasi atau pada keadaan darurat. ISM Code memfokuskan pada faktor manusia melalui manajemen keselamatan dan pencemaran laut yang banyak terkait dengan prosedur itu yang bertanggung jawab di belakang peralatan-peralatan. Melalui prosedur itu, maka ada kejelasan tanggung jawab, wewenang, cara-cara mengantisipasi, serta komitmen terhadap jiwa manusia maupun muatan kapal lainnya, ketika kapal beroperasi.

Untuk mendapatkan sertifikasi ISM Code, maka perusahaan pelayaran harus menyusun Sistem Manajemen Keselamatan yang terdiri atas Kebijakan Manajemen Keselamatan. Pedoman Manajemen Keselamatan. Prosedur Sistem Manajemen Keselamatan. Dokumen Manajemen Keselamatan (form, laporan, instruksi kerja, dsb).

Referensi

- Batti, Pieter., 1995. Dasar-Dasar Peraturan Keselamatan Pelayaran dan Pencegahan Pencemaran Sesuai Ketentuan IMO. Cagar Budaya Teknik, Jakarta Petunjuk
Biro Klasifikasi Indonesia, 1998. Praktis ISM Code.
Buletin Marine Engineer, 1996. Sedikit Lebih Jauh Tentang ISM Code, Edisi VI, Jakarta.
Hamimyar S. Atmadja., 1990. Peningkatan Keselamatan Pelayaran Di Indonesia Dari Segi Peraturan Perundang-Undangan dan Pelaksanaanya,
Seminar Hukum Maritim IV, Jakarta.
Hikmat Wijaya dan Samudro, 1995. Persiapan Pemberlakuan ISM Code Dalam Menunjang Pelayaran, Aspek Keselamatan Seminar Nasional Teknologi Kalautan - ITS, Surabaya.
Husni L., 1988. Mengenal Maritim Angkutan Laut, Penerbit Yayasan Bina Maritim, Jakarta. 1994.
International Maritime Organization (IMO), International Safety Management Code (ISM Code).

Inovasi Mekanika Fluida dalam Industri: Transformasi Teknologi Fluida untuk Efisiensi dan Keberlanjutan, dengan Fokus pada Aplikasi dalam Dunia Industri

Erwin^{1*}, Didik Sugiyanto², Yefri Chan³, Husen Asbanu⁴, Asyari Dariyus⁵, Yovi Lenardo⁶
Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Darma Persada

Jl. Taman Malaka Selatan No.8, RT.8/RW.6, Pd. Klp., Kec. Duren Sawit, Kota Jakarta Timur, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 13450

*Penulis untuk Korespondensi/E-mail: erwin.dosen@gmail.com

Abstrak— Penelitian ini menggabungkan temuan dari beberapa jurnal yang membahas topik-topik yang berbeda dalam industri minyak dan gas. Jurnal-jurnal ini memberikan wawasan dan temuan yang berguna dalam bidang-bidang seperti degradasi ukuran material bridging dalam fluida pengeboran, transfer panas dan aliran fluida dalam mikrokanal, stabilitas sumur dalam pengeboran formasi shale gas, alat pengukur aliran dua fase minyak-air, penggunaan cairan magnetorheologi dalam berbagai produk, penggunaan cairan ionic sebagai aditif dalam penstabil tanah liat, metode persamaan rekursif untuk menentukan sifat termodinamika cairan fase tunggal, penggunaan pasokan pendingin bertekanan tinggi dan pelumasan pendingin kriogenik dalam proses penggilingan bahan yang sulit dipotong, dan penggunaan teknologi ekstraksi cairan superkritis emulsi untuk mengenkapsulasi minyak zaitun.

Temuan dari jurnal-jurnal ini menunjukkan bahwa faktor-faktor seperti suhu, pH, laju aliran, porositas, dan permeabilitas dapat mempengaruhi degradasi ukuran material bridging, transfer panas, stabilitas sumur, dan interaksi fluida-struktur. Penggunaan aditif dan teknologi seperti cairan magnetorheologi, cairan ionic, dan cairan superkritis emulsi dapat membantu mengurangi kerusakan formasi, meningkatkan efisiensi, dan mengurangi dampak lingkungan dalam industri minyak dan gas.

Penelitian ini menunjukkan pentingnya penelitian lebih lanjut dalam pengembangan teknologi dan metode yang lebih efektif dan efisien dalam industri minyak dan gas. Dengan pemahaman yang lebih baik tentang faktor-faktor yang memengaruhi berbagai proses dalam industri ini, kita dapat mengharapkan peningkatan efisiensi, keselamatan, dan keberlanjutan dalam industri minyak dan gas..

Keywords - Industri minyak dan gas, Degradasi ukuran material, Perpindahan panas, stabilitas lubang sumur, Teknologi ekstraksi cairan emulsi super kritis.

PENDAHULUAN

Industri minyak dan gas adalah salah satu industri yang paling penting dan kompleks di dunia. Industri ini memainkan peran penting dalam memenuhi kebutuhan energi global dan mendukung pertumbuhan ekonomi. Namun, industri ini juga dihadapkan dengan berbagai tantangan, seperti meningkatnya permintaan energi, penurunan

cadangan minyak dan gas, dan meningkatnya tekanan untuk mengurangi dampak lingkungan.

Dalam industri minyak dan gas, mekanika fluida memainkan peran yang sangat penting dalam memahami perilaku fluida dan sistem yang terkait. Mekanika fluida adalah cabang ilmu teknik yang mempelajari perilaku fluida dan sistem yang terkait, seperti aliran fluida, transfer panas, dan dinamika

fluida. Dalam industri minyak dan gas, mekanika fluida digunakan untuk memahami perilaku fluida dalam sumur minyak dan gas, sistem pipa, dan peralatan pengeboran.

Dalam beberapa tahun terakhir, industri minyak dan gas telah mengalami perubahan besar-besaran. Teknologi canggih seperti pemrosesan data, kecerdasan buatan, dan Internet of Things telah memungkinkan industri ini untuk meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan. Namun, industri ini juga dihadapkan dengan berbagai tantangan, seperti meningkatnya permintaan energi, penurunan cadangan minyak dan gas, dan meningkatnya tekanan untuk mengurangi dampak lingkungan.

Dalam konteks ini, penelitian dan inovasi dalam mekanika fluida sangat penting untuk membantu industri minyak dan gas mengatasi tantangan ini. Dalam artikel ini, Anda akan menemukan berbagai penelitian dan temuan terbaru yang membahas tantangan dan inovasi dalam mekanika fluida, serta bagaimana teknologi canggih dapat digunakan untuk meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan dalam industri minyak dan gas.

METODE

Metodologi yang diterapkan dalam studi ini melibatkan tinjauan terhadap 18 artikel yang berkaitan dengan mekanika fluida dalam konteks industri. Proses pemilihan artikel dilakukan dengan mempertimbangkan relevansi dan kualitas masing-masing artikel, termasuk tahun publikasi, sumber jurnal, dan metode penelitian yang digunakan.

Setelah artikel-artikel yang relevan diidentifikasi, penulis melakukan analisis terperinci terhadap setiap artikel tersebut. Analisis dilakukan dengan memfokuskan pada tujuan penelitian, pendekatan yang digunakan dalam penelitian, temuan yang diperoleh, dan kesimpulan yang dihasilkan oleh penulis artikel. Dalam analisis ini, aspek-aspek seperti kejelasan gaya penulisan, keakuratan penggunaan bahasa, dan validitas data yang disajikan dalam artikel juga menjadi perhatian utama.

Setelah semua artikel dianalisis dengan cermat, langkah selanjutnya adalah menggabungkan temuan dan wawasan yang terkait dengan mekanika fluida dalam industri minyak dan gas. Informasi yang dihasilkan dari analisis artikel-artikel tersebut diolah menjadi sebuah artikel baru yang disusun dengan gaya penulisan yang sederhana dan mudah dipahami. Tujuan utamanya adalah agar artikel tersebut dapat diakses dengan baik oleh para profesional dan akademisi yang memiliki minat dalam mekanika fluida dan aplikasinya dalam industri.

Metodologi yang diterapkan dalam penelitian ini memiliki sejumlah keunggulan. Pertama, melalui tinjauan terhadap 18 artikel, penulis berhasil memperoleh pemahaman yang mendalam mengenai mekanika fluida dalam konteks industri. Kedua, seleksi artikel-artikel yang berkualitas tinggi memastikan bahwa informasi dan wawasan yang disajikan dalam artikel hasil studi ini dapat diandalkan dan akurat. Ketiga, penyajian informasi dalam bentuk artikel yang jelas dan mudah dimengerti meningkatkan aksesibilitas informasi ini bagi para profesional dan akademisi yang tertarik pada mekanika fluida dan penerapannya dalam industri.

LANDASAN TEORI

Sifat-Sifat Dasar Fluida:* Sifat dasar fluida, seperti viskositas (ketebalan fluida), kepadatan (massa per unit volume), tekanan (gayabuka akibat tumpukan molekul fluida), dan laju aliran, menjadi dasar dalam memahami bagaimana fluida berperilaku dalam berbagai situasi. Viskositas menggambarkan seberapa tahan fluida terhadap aliran dan pengaruhnya pada resistensi aliran. Kepadatan dan tekanan memengaruhi distribusi tekanan dalam aliran fluida, sedangkan laju aliran menjadi ukuran perubahan jumlah fluida dalam waktu tertentu.

Hukum Kekekalan Momentum:* Hukum ini berbicara tentang prinsip dasar bahwa perubahan momentum sebuah fluida bergantung pada gaya yang bekerja padanya. Ini menjelaskan bagaimana aliran fluida menghasilkan torsi dan daya dorong dalam sistem tertentu.

Persamaan Bernoulli:* Persamaan Bernoulli menghubungkan energi mekanik, potensial gravitasi, dan energi kinetik dalam aliran fluida. Ini menyajikan konsep penting tentang bagaimana tekanan, kecepatan, dan ketinggian berhubungan dalam suatu aliran.

Pengukuran Aliran:* Aliran dalam pipa atau saluran dapat diukur dengan berbagai teknik, seperti pengukuran kecepatan, laju aliran, dan tekanan. Profil aliran dan distribusi kecepatan memberikan informasi tentang karakteristik aliran di berbagai titik dalam sistem.

Aliran Laminar dan Turbulen:* Aliran laminar mengacu pada lapisan-lapisan beraturan dari fluida yang mengalir sejajar, sedangkan aliran turbulen melibatkan gerakan acak. Pemahaman tentang kapan aliran menjadi turbulen atau tetap laminar memengaruhi desain dan prediksi perilaku aliran.

Reynolds Number:* Reynolds Number adalah parameter kunci yang membedakan aliran laminar dan turbulen. Itu dihitung dengan mempertimbangkan viskositas, kecepatan, dan dimensi geometris. Nilai Reynolds Number membantu dalam memahami jenis aliran yang mungkin terjadi dalam berbagai situasi.

Model Matematika dan Simulasi:* Model matematika dan simulasi komputer memungkinkan peramalan perilaku fluida dalam berbagai kondisi. Model ini mencakup persamaan diferensial dan metode numerik untuk memecahkan masalah aliran, menghasilkan visualisasi dan analisis yang membantu dalam perancangan dan optimasi sistem.

Dinamika Fluida Komputasional (CFD):* CFD menggunakan simulasi numerik untuk menganalisis dan memecahkan masalah aliran fluida. Metode ini menggabungkan prinsip dasar mekanika fluida dengan komputasi modern, memungkinkan pengembangan dan pemahaman yang lebih mendalam tentang aliran fluida.

Interaksi Fluida-Struktur:* Ketika aliran fluida bertemu dengan struktur, interaksi fluida-struktur dapat terjadi. Contohnya adalah bagaimana angin berinteraksi dengan bangunan atau bagaimana aliran dalam pipa memengaruhi pipa itu sendiri. Memahami interaksi ini penting untuk merancang sistem yang stabil dan efisien.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rock Mechanics Application for Future Heavy Oil Development, Shallower Reservoir and Highly Faulted Area: A Geomechanical Model for Central Sumatra Oil Field.

Jurnal ini membahas tentang penerapan mekanika batuan dalam pengembangan minyak berat di lapangan minyak Sumatra Tengah yang dangkal. Penelitian mengenai mekanika batuan telah menjadi alat penting dengan dampak yang signifikan bagi masa depan industri minyak berat. Salah satu tantangan utama dalam eksploitasi minyak berat adalah viskositas tinggi dari minyak, yang dapat menghambat aliran dan produksi. Oleh karena itu, penggunaan teknik injeksi uap pada reservoir dangkal dan daerah yang penuh patahan menjadi sangat relevan, dengan tujuan utama untuk mengurangi viskositas minyak berat.

Dalam upaya ini, informasi mengenai tekanan pori, sifat batuan, dan model tegangan dimanfaatkan oleh model geomekanika. Model ini membantu mengarahkan keputusan dalam merancang dan menempatkan sumur secara lebih efektif. Selain itu, model geomekanika juga memberikan kontribusi penting dalam mengatasi potensi masalah selama proses pengeboran, termasuk tantangan seperti pipa tersangkut dan sirkulasi yang terhambat. Lebih lanjut, model geomekanika memungkinkan perancangan solusi yang efektif untuk mengelola atau bahkan mencegah produksi material padatan yang dapat mengganggu. Tidak hanya itu, model ini memiliki kemampuan untuk memprediksi dampak dari injeksi reservoir, yang membantu mencegah risiko potensial seperti kebocoran cairan produksi atau uap yang diinjeksikan.

Penggunaan teknik injeksi uap memerlukan pendekatan yang lebih akurat dalam penilaian risiko dan perhitungan batas injeksi. Melalui model geomekanika yang menggabungkan informasi tentang tekanan pori, sifat batuan, dan model tegangan, keputusan yang lebih terinformasi terkait desain dan penempatan sumur dapat diambil. Selain manfaatnya dalam meningkatkan efisiensi produksi, model geomekanika juga memiliki peran krusial dalam mengurangi potensi masalah selama proses pengeboran, seperti pipa tersangkut dan sirkulasi yang terhambat.

Secara komprehensif, makalah ini menggambarkan bagaimana prinsip-prinsip mekanika fluida, khususnya yang terintegrasi dalam kerangka geomekanika, mampu secara efektif mengatasi tantangan viskositas dalam industri minyak berat. Pendekatan yang holistik ini menunjukkan bahwa prinsip-prinsip mekanika fluida yang diterapkan dalam konteks geomekanika memberikan wawasan yang berharga. Melalui integrasi ini, pendekatan yang menggabungkan mekanika fluida dan geomekanika mendorong praktik injeksi uap yang lebih aman, efisien, dan berkelanjutan. Integrasi ini memainkan peran penting dalam meningkatkan pengelolaan risiko lingkungan dan operasional secara lebih efektif, sambil juga mengoptimalkan potensi produksi yang dapat dicapai.

Influence Study on Electromagnetic Flow Meter with Oil Bubble in the Fluid

Jurnal ini membahas tentang pengaruh gelembung minyak pada alat pengukur aliran elektromagnetik. Dalam jurnal ini, disebutkan bahwa alat pengukur aliran elektromagnetik sangat penting dalam pengukuran aliran dengan berbagai aplikasi. Oleh karena itu, dilakukan simulasi dengan menggunakan perangkat lunak ANSYS untuk menganalisis karakteristik respons alat pengukur aliran elektromagnetik terhadap aliran dua fase minyak-air pada penampang melintang. Hasil analisis menunjukkan bahwa ukuran dan posisi gelembung minyak pada penampang alat pengukur aliran elektromagnetik mempengaruhi respons alat pengukur tersebut. Studi ini memberikan referensi

bagi pengukuran alat pengukur aliran elektromagnetik pada aliran dua fase minyak-air.

Dalam karya ini, juga dijelaskan bahwa aspek situasi gelembung minyak dikupas lebih rinci dalam referensi. Jurnal ini dapat memberikan wawasan berharga bagi peneliti dan praktisi yang tertarik pada pengukuran aliran elektromagnetik dalam konteks aliran dua fase minyak-air. Diharapkan temuan dari penelitian ini akan memberikan kontribusi pada perkembangan perangkat pengukuran aliran elektromagnetik yang lebih akurat dan efisien dalam mengukur aliran dua fase minyak-air.

Berdasarkan jurnal, dapat disimpulkan bahwa gelembung minyak pada aliran dua fase minyak-air mempengaruhi respons alat pengukur aliran elektromagnetik. Studi ini dilakukan dengan menggunakan simulasi menggunakan perangkat lunak ANSYS. Hasil analisis menunjukkan bahwa ukuran dan posisi gelembung minyak pada penampang alat pengukur aliran elektromagnetik mempengaruhi respons alat pengukur tersebut. Studi ini memberikan referensi bagi pengukuran alat pengukur aliran elektromagnetik pada aliran dua fase minyak-air. Diharapkan hasil penelitian ini dapat membantu dalam pengembangan alat pengukur aliran elektromagnetik yang lebih akurat dan efektif dalam pengukuran aliran dua fase minyak-air.

Dampak fluida terhadap koefisien gesek shale gas yang rapuh pada pengeboran

Jurnal tersebut membahas tentang pengaruh fluida di pengeboran terhadap stabilitas sumur dalam pengeboran formasi shale gas yang rapuh. Penelitian ini menunjukkan bahwa invasi fluida pengeboran dapat mengurangi koefisien gesek di permukaan shale, terutama pada formasi shale dengan saturasi air yang rendah di awal. Fluida pengeboran berbasis minyak memiliki pengaruh yang lebih besar terhadap gesekan dari pada fluida berbasis air. Selain itu juga, penelitian ini mengemukakan bahwa perendaman pada shale dalam larutan alkali dapat mengurangi koefisien gesek dan kekuatan shale itu sendiri. Hasil ini memberikan wawasan tentang

faktor-faktor yang mempengaruhi stabilitas sumur selama pengeboran shale gas dan dapat digunakan untuk meningkatkan efisiensi dan keamanan pengeboran shale gas di masa mendatang.

Penelitian ini juga memberikan wawasan tentang pentingnya menjaga stabilitas sumur dalam pengeboran formasi shale gas yang rapuh. Dalam pengeboran formasi shale, stabilitas sumur menjadi tantangan utama, karena potensi terjadinya ketidakstabilan sumur. Lebih dari 90% formasi yang dibor di seluruh dunia adalah formasi shale, dan sekitar 75% masalah operasi pengeboran terkait dengan formasi shale. Studi kasus di Cekungan Sichuan Selatan (Tiongkok) menunjukkan bahwa formasi shale Longmaxi memiliki stabilitas sumur yang buruk dan sering mengalami keruntuhan dinding sumur.

Computational particle fluid dynamics 3D simulation of the sorption-enhanced steam methane reforming process in a dual fluidized bed of bifunctional sorbent-catalyst particles

Jurnal ini membahas tentang simulasi 3D dari proses reformasi metana uap yang ditingkatkan serapannya dalam unggun terfluidasi ganda dari partikel katalis penyerap bifungsional. Artikel ini memberikan wawasan yang mendalam tentang pengaruh variable proses pada kinerja system DFB. Simulasi dilakukan menggunakan metode Computational Particle Fluid Dynamics (CPFD) dan hasilnya meliputi aliran padat, keseimbangan tekanan, dan pemisahan partikel. Artikel ini juga membahas pengaruh factor-faktor seperti kecepatan superficial dan rasio uap terhadap metana terhadap kemurnian hydrogen dan konversi metana.

Selain itu, Artikel ini juga membahas penggunaan partikel bifungsional untuk mengatasi masalah segregasi dalam reactor fluidized bed bersirkulasi. Sistem unggun terfluidasi ganda dengan segel loop juga dijelaskan sebagai katup non-mekanik yang memungkinkan sirkulasi bahan padat dan mencegah lewatnya gas dari calciner menuju reformer. Metode CPFD yang digunakan dalam simulasi telah terbukti dapat memproduksi data eksperimen dengan baik.

Artikel ini juga menyebutkan penggunaan Large Eddy Simulation (LES) dan model viskositas eddy Smagorinsky untuk penanganan turbulensi. Model Eulerian-Eulerian Two Fluids (TFM) juga disebutkan untuk mempelajari proses SE-SMR. Metode CFPD yang digunakan dalam artikel ini didasarkan pada model MP-PIC dan mengadopsi pendekatan Lagrangian-Eulerian. Artikel ini juga membahas model drag EMMS dan perhitungan koefisien perpindahan panas

Comparison among different vegetable fluids used in minimum quantity lubrication systems in the tapping process of cast aluminum alloy

Pada studi ini, dilakukan perbandingan antara berbagai cairan sayuran yang digunakan dalam system pelumasan kuantitas minimum (MQL) dalam proses pengetapan pada paduan aluminium cor. Hasil penelitian menunjukkan bahwa salah satu cairan yang diuji, yaitu cairan A (ECOCUT), memiliki potensi tinggi untuk mengurangi nilai torsi sambal meminimalkan gesekan dan menghindari kerusakan alat. Penelitian ini juga menyarankan bahwa pengetapan bentuk, yang tidak menghasilkan serpihan, dapat menjadi alternatif yang cocok untuk mengurangi biaya dengan daur ulang dan pembuangan limbah.

Diluar dari itu, faktor-faktor yang mempengaruhi torsi dalam proses pengetapan juga di analisis disini. Kelembutan cairan pemotong ditemukan sebagai faktor penting dalam mengurangi torsi. Jenis minyak yang digunakan dalam system MQL juga memiliki pengaruh signifikan terhadap torsi, dengan cairan C memberikan pelumasan terbaik. Selain itu, penelitian ini juga membandingkan system MQL dengan system emulsi dan menemukan bahwa system emulsi memiliki umur alat yang lebih lama dan gaya potong yang lebih rendah.

Dalam konteks industry modern yang berfokus pada produksi yang berkelanjutan, penggunaan system MQL dengan cairan sayuran dalam proses pengetapan pada aluminium cor A306 dapat memberikan manfaat yang signifikan. Penggunaan

system MQL dapat mengurangi konsumsi cairan pemotong, mengurangi biaya industry, dan memiliki dampak positif bagi lingkungan. Selain itu, penelitian ini juga menunjukkan bahwa pengetapan bentuk dapat menjadi alternatif yang efektif dalam mengurangi pembuangan limbah dan biaya dengan daur ulang..

The effects of porosity and permeability on fluid flow and heat transfer of multi walled carbon nano-tubes suspended in oil (MWCNT/Oil nano-fluid) in a microchannel filled with a porous medium

Jurnal ini membahas studi numerik konveksi paksa dan perpindahan panas oleh aliran laminar dalam microchip dua dimensi yang diisi dengan media berpori. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh porositas dan permeabilitas terhadap aliran fluida dan perpindahan panas dari tabung nano karbon multi-dinding (MWCNTs) yang larut dalam minyak. Penelitian ini menggunakan model matematika dengan persamaan Navier-Stokes dan persamaan energi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan porositas dan permeabilitas media berpori dapat meningkatkan kapasitas perpindahan panas dan mengurangi perbedaan temperatur. Selain itu, penambahan MWCNT pada oli juga dapat meningkatkan kapasitas perpindahan panas dan mengurangi perbedaan temperatur. Penelitian ini memberikan kontribusi penting bagi pengembangan teknologi perpindahan panas dan aliran cairan pada microchip. Penelitian ini juga dapat berkontribusi pada pengembangan teknologi energi terbarukan, seperti sistem pendingin untuk panel surya dan turbin angin.

Dalam jurnal ini, dilakukan studi numerik konveksi paksa dan perpindahan panas aliran laminar dalam microchip dua dimensi yang diisi dengan media berpori. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan porositas dan permeabilitas media berpori dapat meningkatkan kapasitas perpindahan panas dan mengurangi perbedaan temperatur. Selain itu, penambahan multi-walled carbon nanotubes (MWCNTs) ke dalam oli juga dapat meningkatkan kapasitas perpindahan panas dan mengurangi

perbedaan temperatur. Penelitian ini memberikan kontribusi penting bagi perkembangan teknologi perpindahan panas dan aliran fluida, penelitian ini dapat diterapkan di industri khususnya industri kelapa sawit, dapat diterapkan pada pipa dari tangki CPO, mengendap di tangki CPO.

Fluidization centennial and the decades of research and development in Japan

Teknologi fluidized bed modern, saat ini ditandai dengan penanganan padatan yang kuat dan suhu reaksi yang terkontrol dengan baik, muncul pada akhir abad ke-19 dengan penggunaan fluidized bed untuk mensinter bijih sulfida, kemudian muncul dari dari paten Winkler untuk gasifikasi batubara pada tahun 1921 dan perkembangan pesat . catalytic cracking (FCC) pada akhir tahun 1930. Sejak saat itu, teknologi fluidized bed telah diterapkan di banyak bidang mulai dari pemurnian minyak bumi hingga katalisis.

Dengan modernisasi global yang mengikuti Revolusi Industri Barat, Jepang adalah negara pertama yang bergabung dengan Timur. Pada bagian ini, kita akan melihat bagaimana teknik kimia dan teknologi likuifaksi diperkenalkan ke Jepang dan bagaimana para insinyur dan ilmuwan Jepang telah berkontribusi pada kemajuan global dalam teknologi likuifaksi yang dibahas di atas.

Krisis minyak Desember 1973 menyebabkan pergeseran kebijakan batubara dari batubara termal domestik ke batubara impor. Pada tahun 1974, NEDO didirikan sebagai lembaga pendanaan negara untuk pengembangan teknologi energi baru. Itu adalah awal dari era proyek skala besar yang didukung oleh anggaran negara. Program pertama NEDO bernama Sunshine Project dan memulai sejumlah proyek yang ditujukan untuk mengembangkan teknologi alternatif, dari energi terbarukan hingga gasifikasi batu bara dan tidak seperti banyak publikasi di bidang energi dan lingkungan, di mana partikel Geldart grup B / D mendominasi, ada sedikit pengetahuan publik dan publikasi tentang proses katalitik, konsisten dengan partikel Geldart Grup A. Ada banyak pertanyaan

yang perlu diklarifikasi untuk fluidized bed bubuk halus. dan sistem reaksi katalitik, termasuk pengaruh distribusi ukuran partikel, sifat permukaan partikel, sifat gas, dan suhu.

Pada awal 1990-an, dekade terakhir Putaran II di bawah asumsi kronologis yang dijelaskan dalam Bagian 1.2.2, diharapkan bahwa teknologi simulasi numerik akan membuat langkah besar dalam Memanfaatkan daya komputasi yang meningkat secara eksponensial. Namun, kekuatan komputasi saat itu masih terlalu lemah untuk mengatasi kutukan dimensi yang terkait dengan fluidized bed dengan fisika kompleks, reaksi kimia, dan aplikasi industri skala besar.

Strategi Optimasi Bahan Pembatas Kehilangan Fluida Pemboran Berdasarkan Degradasi Ukuran untuk Mencegah/Kendalikan Kerusakan Formasi

Jurnal ini membahas masalah degradasi ukuran material bridging dalam fluida pengeboran dan dampaknya pada kerusakan formasi selama operasi pengeboran. Studi ini menyoroti pentingnya distribusi ukuran partikel (PSD) dalam fluida pengeboran dan bagaimana hal itu mempengaruhi laju degradasi ukuran. Para penulis melakukan eksperimen untuk menganalisis pengaruh berbagai faktor seperti suhu, pH, dan laju aliran pada laju degradasi ukuran. Mereka menemukan bahwa suhunya lebih tinggi dan tingkat pH yang rendah juga menghasilkan degradasi ukurannya lebih cepat, sedangkan laju aliran yang lebih rendah mengurangi laju degradasi. Studi ini juga membahas penggunaan berbagai aditif dan teknologi untuk mengurangi kerusakan formasi yang disebabkan oleh degradasi ukuran, seperti agen penyumbat sementara dan teknologi penyumbat sementara pelindung.

Jurnal ini juga menyediakan daftar referensi yang komprehensif untuk penelitian sebelumnya tentang topik ini, termasuk penelitian tentang resistensi atrisi material bridging, degradasi ukuran potongan bor shale, dan perilaku peledakan bahan yang berbeda. Para penulis menyimpulkan untuk penelitian selanjutnya diperlukan pemahaman mekanisme

degradasi ukuran dan untuk mengembangkan solusi yang efektif untuk mengurangi dampaknya pada kerusakan formasi. Secara keseluruhan, studi ini memberikan wawasan berharga tentang masalah yang kompleks dari degradasi ukuran dalam fluida pengeboran dan dampaknya pada operasi pengeboran, dan berfungsi sebagai sumber daya yang berguna bagi peneliti dan praktisi di lapangan.

Dalam jurnal ini, para penulis membahas masalah degradasi ukuran material bridging dalam fluida pengeboran dan dampaknya pada kerusakan formasi selama operasi pengeboran. Mereka menyoroti pentingnya distribusi ukuran partikel (PSD) dalam fluida pengeboran dan bagaimana hal itu mempengaruhi laju degradasi ukuran. Para penulis melakukan eksperimen untuk menganalisis pengaruh berbagai faktor seperti suhu, pH, dan laju aliran pada laju degradasi ukuran. Studi ini juga membahas penggunaan berbagai aditif dan teknologi untuk mengurangi kerusakan formasi yang disebabkan oleh degradasi ukuran, seperti agen penyumbat sementara dan teknologi penyumbat sementara pelindung. Dalam kesimpulannya, para penulis juga menyimpulkan bahwa penelitian ini juga memberikan strategi optimasi dalam pemilihan ukuran partikel yang dapat digunakan untuk mencegah atau mengendalikan kerusakan formasi dalam praktik pemboran.

Development of a virtual sensor for the comparison of heat partitions in milling under cryogenic cooling lubrication and high-pressure cutting fluid supply

Penelitian ini membahas penggunaan pasokan pendingin bertekanan tinggi dan pelumasan pendingin kriogenik dalam proses penggilingan bahan yang sulit dipotong. Penulis menyajikan sistem sensor lunak baru yang mengintegrasikan pengukuran gaya dan suhu untuk mengkuantifikasi efek pendinginan dan pelumasan. Sistem ini diuji pada proses penggilingan dengan parameter pemotongan dan keausan alat yang berbeda. Hasilnya menunjukkan manfaat dari pasokan pendingin bertekanan tinggi dan pelumasan

pendingin kriogenik dibandingkan dengan mesin kering.

Dalam penelitian ini, sistem sensor lunak baru mengintegrasikan pengukuran gaya dan suhu dengan menggunakan model fisik yang disebut model fungsi green. Penukuran gaya dan suhu dilakukan dengan menggunakan sensor gaya potong dan termokopel yang terintegrasi ke dalam alat pemotong penggilingan. Sinyal gaya dan suhu yang diukur kemudian diproses menggunakan model fisik untuk menghitung aliran panas yang masuk dalam alat pemotong. Dengan menggabungkan pengukuran gaya dan suhu serta model suhu termodinamika dan transien, sistem sensor lunak ini dapat mengubah sinyal terukur menjadi interpretasi superior dalam domain fisik.

Perbedaan hasil pengujian antara mesin kering dan pelumasan pendinginan kriogenik belum dijelaskan secara spesifik. Namun, dalam jurnal menyebutkan bahwa pelumasan pendingin kriogenik (CRYO CL) dapat mengurangi suhu pemotongan, gaya pemotongan, dan deformasi plastis material. Selain itu CRYO CL juga dapat meningkatkan integritas permukaan pada pemesinan kering.

Energy relationships in transient pipe flow with fluid–structural interaction (School of Ocean Sciences

Artikel mengenai “Hubungan Energi Pada Transien Pipa Dengan Interaksi Struktur Fluida (FSI).” Penulis memperoleh ekspresi energi untuk model palu air yang berbeda, termasuk model palu air yang diperluas dan model palu air partisi berbasis cangkang. Ekspresi energi ini divalidasi menggunakan kerangka pengujian yang membuktikan keakuratannya. Studi ini juga mengkaji dampak FSI pada respon dinamis riser dalam skenario buffer-blocked, menunjukkan bahwa model FSI membuat prediksi operasi sistem dan konversi energi yang lebih akurat. Artikel ini menyimpulkan dengan merekomendasikan penelitian lebih lanjut untuk mempertimbangkan faktor tambahan seperti gesekan yang tidak stabil, hambatan, dan efek massa tambahan dari fluida

eksternal. Artikel ini juga didasarkan pada penelitian lain tentang berbagai topik yang berkaitan dengan penambangan laut dalam dan interaksi struktur fluida. Ini termasuk mekanisme frekuensi alami variabel, tekanan tinggi dalam pipa, kinerja katup, aliran turbulen lambat dalam pipa, transien hidraulik, peningkatan respons kompensasi rantai pengeboran, penentuan gesekan yang tidak stabil, metode katup virtual, disipasi energi dalam palu air, perhitungan disipasi energi, interaksi struktur fluida dalam palu air dan kontrol PID fuzzy dari sistem kompensasi mulur untuk penambangan laut dalam.

Berdasarkan review jurnal ini, dapat disimpulkan bahwa artikel ini memberikan wawasan yang berharga tentang hubungan energi dan respons dinamis aliran pipa dengan interaksi fluida-struktur. Penurunan ekspresi energi untuk model water hammer yang berbeda dan validasinya melalui pengaturan eksperimental meningkatkan pemahaman kita tentang perilaku sistem. Fokus studi pada skenario buffer-blocked dan efek gerakan naik pada riser juga berkontribusi pada pengetahuan dalam bidang ini. Artikel ini juga mencantumkan referensi ke penelitian lain yang relevan, menunjukkan keterlibatan penulis dengan literatur terkait dalam bidang ini (Cao et al., 2022).

Dalam artikel ini juga disarankan penelitian lebih lanjut untuk mempertimbangkan faktor-faktor tambahan seperti gesekan yang tidak stabil, gaya tarik, dan efek massa tambahan dari fluida eksternal. Selain itu, ekspresi energi ini juga berguna menghasilkan alat yang kuat dalam menyelidiki disipasi energi oleh faktor-faktor seperti katup, kebocoran, dan blokade parsial, serta skema numerik yang digunakan untuk water hammer dengan interaksi fluida-struktur (Cao et al., 2022).

Secara keseluruhan, artikel ini memberikan kontribusi yang komprehensif dan informatif dalam bidang teknik kelautan dengan memberikan wawasan tentang hubungan energi dan respons dinamis aliran pipa dengan interaksi fluida-struktur.

Sebuah mikroemulsi minyak-dalam-air yang inovatif sebagai cairan pematatan untuk membersihkan lapisan filter non-air

Inti dari makalah ini adalah bahwa para peneliti telah mengembangkan bilasan berbasis karbon berbasis mikroemulsi minyak dalam air yang efektif dalam menghilangkan kue filter non-air. Sistem mikroemulsi ini memiliki dampak permukaan yang baik, meningkatkan dispersi cairan dan dapat digunakan kembali hingga tiga kali tanpa perawatan lebih lanjut. Komposisi cairan pembersih dan faktor lingkungan seperti salinitas dan keberadaan ion kalsium dapat mempengaruhi kinerja cairan. Maka dari itu studi ini mengusulkan alternatif yang ramah lingkungan dan lebih efisien untuk membersihkan sumur minyak.

Aplikasi Baru Metode Persamaan Rekursif untuk Menentukan Sifat Termodinamika Fluida Fasa Tunggal dari Pengukuran Densitas dan Kecepatan Suara

Setelah saya membedah jurnal tersebut saya dapat mengetahui banyak hal tentang penerapan baru metode persamaan rekursif (REM) untuk menentukan sifat termodinamika cairan fase tunggal. Ternyata Peneliti mengusulkan metode numerik yang menggunakan pengukuran densitas dan kecepatan suara, untuk menentukan panas spesifik pada tekanan konstan. Metode ini telah diaplikasikan pada berbagai cairan seperti pada air yang murni setelah itu dipadankan dengan nilai table.

Pada jurnal tersebut sipneliti memperkirakan ketidakpastian kapasitas panas sekitar 1,5%, tetapi tetap harus diperhatikan juga bahwa ini dapat meningkat dengan pembagian titik uji yang tepat. Metode yang diusulkan penulis dalam penelitian ini membantu menghitung kapasitas panas spesifik pada tekanan konstan suatu cairan menggunakan densitas dan kecepatan pengukuran suara. Hasilnya cukup baik melihat dari perbandingan dengan prediksi atau perkiraan si peneliti. Metode ini sangat berguna untuk memperkirakan dengan cepat kapasitas panas spesifik pada cairan.

Pada jurnal tersebut sipneliti memakai rumus $q(p) = \sum b_i * (p - p_0)^i$ dimana :

- $q(p)$ itu kapasitas panas spesifik tekanan konstan
 - p itu tekanan
 - p_0 adalah tekanan referensi
 - b_i itu koefisien
 - i itu derajat polinomial
- takcukup hanya itu sipneliti juga memakai rumus persamaan empiris untuk densitas dan kecepatan suara $w(p, T) = \sum w_{i,j} * (p - p_0)^i * (T - T_0)^j$ dimana :
- $w(p, T)$ itu densitas atau kecepatan suara
 - p itu tekanan
 - p_0 itu tekanan referensi
 - T itu suhu
 - T_0 itu suhu referensi
 - $w_{i,j}$ itu koefisien, i dan j itu derajat polynomia

Enkapsulasi minyak zaitun kaya hidroksitirosol dalam Endraguard melindungi melalui ekstraksi cairan emulsi super kritis

Artikel ini membahas penggunaan teknologi ekstraksi cairan superkritis emulsi (SFEE) untuk mengenkapsulasi minyak zaitun kaya hidroksitirosol dalam Endraguard Protect. Studi ini menemukan bahwa dengan menyesuaikan komposisi emulsi dan parameter proses, partikel dari ukuran 10 nm hingga 200 nm dapat dihasilkan. Teknik SFEE juga berhasil mengenkapsulasi minyak zaitun kaya hidroksitirosol, menghasilkan partikel non-agregat berbentuk bola dengan ukuran rata-rata 230 nm dan tingkat enkapsulasi yang tinggi. Studi ini menyoroti potensi SFEE untuk mikronisasi dan enkapsulasi senyawa bioaktif dalam aplikasi teknologi pangan. Makalah ini juga membahas pengaturan eksperimental dan metode yang digunakan dalam SFEE, serta parameter yang mempengaruhi ukuran dan morfologi partikel. Studi ini juga membahas tantangan komersialisasi teknologi SFEE, seperti daur ulang karbon dioksida, perlindungan paten, dan biaya operasional yang tinggi.

Kesimpulan dari artikel ini adalah bahwa ekstraksi cairan superkritis (SFEE) dari emulsi dapat digunakan untuk mengenkapsulasi minyak zaitun

kaya hidrositirosol dalam Eudraguard Protect. Dengan mengatur komposisi emulsi dan parameter proses yang benar, partikel dengan ukuran yang diinginkan dapat dihasilkan. SFEE juga berhasil memproduksi partikel non-agregat sferis dengan ukuran rata-rata 230 nm dan tingkat enkapsulasi yang tinggi. Studi ini menunjukkan potensi SFEE untuk mikronisasi dan enkapsulasi senyawa bioaktif dalam aplikasi teknologi pangan. Namun, ada beberapa tantangan yang harus diatasi seperti daur ulang karbon dioksida, perlindungan paten, dan biaya operasional yang tinggi.

Investigasi multiphase vortex dan karakter vibrasi cairan-padatnya untuk keberlanjutan produksi

Pada artikel yang telah saya baca dan saya pahami tentang investigasi pusaran multifase dan karakteristik getaran cairan-padatnya untuk produksi berkelanjutan. Melibatkan mekanisme pembentukan pusaran multifase, termasuk pelacakan dinamis antarmuka multi-lapisan, kopling multi fase kritis, dan transmisi gelombang getaran cairan-padatnya. Tujuan adanya hal ini adalah untuk memahami perilaku medan aliran vortek secara real time, yang sangat penting bagi proses industri contohnya pada pemurnian metalurgi (BESI "Fe"), sistem bahan bakar roket, dan pada pengoperasian pembangkit listrik tenaga air (PLTA), Jadi dapat kita ambil dan pahami untuk meningkatkan tingkat hasil produksi, pemanfaatan sumber daya yang lebih efisien, dan untuk memastikan produksi berkelanjutan dengan efisien tinggi.

Artikel tersebut juga membahas tentang penyelidikan pusaran multifase dan karakteristik getaran cairan-padatnya pada produksi berkelanjutan. Artikel ini berfokus pada pemantauan medan aliran pusaran secara real time, yang berguna dalam proses industri. Ada usulan dalam artikel ini yaitu tentang metode penyelesaian dengan menggunakan metode coupled level-set dan volume-of-fluid (CLSVOF), ada juga model lainya seperti model dinamika getaran fluid-padatan dan metode solusi perpindahan dengan persamaan flugge untuk mengenal transisi gelombang getaran.

Dapat kita lihat juga dalam artikel, ada table yang memberikan informasi atau tata nama, symbol Yunani, dan daftar singkatan yang dapat membantu kita untuk mengetahui singkatan dan arti masing-masing symbol dalam artikel ini.

Dalam artikel ini menggunakan dua model meknis yaitu, model mekanika fluida dan model dinamika getaran fluida-padat. Model mekanika fluida digunakan untuk mempelajari mekanisme pembentukan pusaran multifase, dengan menggunakan metode CLSVOF, serta persamaan yang mengatur untuk model mekanika fluida yang mencakup persamaan control dan momentum untuk media fluida (air,minyak, dan udara). Pada persamaan ini untuk memperjelas densitas, visikotas, keceptan, tekanan, gravitasi, dan gaya tegangan permukaan fluida. Sedangkan untuk model dinamika getaran fluida-padat digunakan untuk mempelajari karakteristik getaran pusaran multifase, model mempertimbangkan kopling antara fluida dan padat dengan mempertimbangkan tekanan fluida, gravitasi, gaya tekanan permukaan, dan interaksi antara batas fluida dan padat, serta model menganalisis mekanisme transisi gelombang getaran dan komponen kejut nonlianer dari sinyal getaran. Dapat kita lihat juga banyak sekali contoh-contoh gambar maupun aplikasi dalam artikel tersebut sehingga memudahkan kita untuk mempelajarinya.

Jadi, pembelajaran yang dapat kita terapkan dan aplikasikan dalam Perusahaan adalah pemantauan medan aliran pusaran secara real-time, mekanisme pembentukan pusaran multifase, metode penyelesaian model numerik untuk pusaran multifase, model dinamika vribasi fluida-padat, metode pmutakhiran mesh dengan peralatan pegas dan rekontruksi local untuk mengoptimalkan proses numerik.

Cairan ionik sebagai aditif penstabil tanah liat dalam cairan rekahan (a Department of Petroleum Engineering, King Fahd University of Petroleum & Minerals, 31261 Dhahran, Saudi Arabia b Center for Integrative Petroleum

Research, King Fahd University of Petroleum & Minerals, 31261 Dhahran, Saudi Arabia.

Jurnal ini membahas karakteristik mekanik batuan dari batu pasir scioto dipelajari dengan menggunakan fluida rekahan yang berbeda. Cairan rekahan terdiri dari tiga cairan ionic. Cairan ionic yang digunakan memiliki kation yang sama dan tiga anion yang berbeda. UCS, kekuatan tarik, uji gores, uji tekanan tembus, dan CT Medis digunakan untuk mempelajari kekuatan batuan pasir scioto.

Teknik stimulasi industri hulu minyak yang disebut rekahan hidrolik. Rekahan hidrolik melibatkan injeksi fluida rekahan ke dalam batuan dengan tekanan tinggi untuk membentuk rekahan yang memungkinkan aliran hidrokarbon. Hal ini memerlukan tekanan tembus, yaitu tekanan di mana formasi batuan pecah. Rekahan yang luas penting untuk meningkatkan luas permukaan kontak rekahan-matriks dan permeabilitas formasi serpih. Pembengkakan tanah liat dalam formasi reservoir.

Pembengkakan tanah liat dapat menyebabkan masalah seperti serpih yang mengelupas, konduktivitas rekahan yang rendah, dan tekanan rekahan yang tinggi. Kehadiran tanah liat dalam formasi juga mempengaruhi operasi rekahan hidrolik karena reaksi hidrasi saat berinteraksi dengan air tawar yang diinjeksikan. Jenis cairan rekahan, termasuk cairan berbasis air, berbasis minyak, berbasis busa, dan lain-lain.

Pemilihan jenis cairan rekahan tergantung pada karakteristik fisik dan kimia formasi batuan. Cairan rekahan biasanya mengandung berbagai aditif seperti penstabil tanah liat, penstabil suhu, dan lain-lain. Cairan rekahan yang tidak cocok dengan formasi dapat mengganggu permeabilitas di sekitar rekahan, mengurangi mobilitas cairan reservoir, dan menghambat aliran hidrokarbon.

Penggunaan cairan ionik sebagai aditif untuk menstabilkan tanah liat dalam cairan rekahan. Cairan ionik merupakan garam organik dengan sifat termal, toksisitas rendah, dan kompatibilitas dengan berbagai bahan. Studi sebelumnya telah

menunjukkan bahwa cairan ionik berbasis imidazolium dapat digunakan sebagai penghambat pembengkakan tanah liat. Penelitian telah dilakukan dengan menggunakan tiga jenis garam organik umum (CaCl_2 , MgCl_2 , NH_4Cl) dan tiga jenis cairan ionik berbasis imidazolium yang berbeda. Pengaruh aditif ini terhadap parameter mekanik batu pasir Scioto dievaluasi melalui berbagai percobaan, termasuk tes tekanan tembus, tes kompresi bebas, tes Brasil, tes gores, dan CT scan medis.

ANALISIS TERMODINAMIKA KOMPARATIF DARI PROSES ORC YANG DITINGKATKAN DENGAN INJEKSI CAIRAN PROSES YANG TERINTEGRASI

Jurnal ini membahas tentang pembangkit listrik dari panas suhu rendah, seperti limbah panas, merupakan kontribusi yang signifikan terhadap substitusi bahan bakar fosil dan pengurangan intensitas pasokan energi CO_2 . Salah satu opsi yang paling menjanjikan untuk konversi limbah panas menjadi listrik adalah proses Organic Rankine Cycle (ORC). Di Eropa, limbah panas yang cocok untuk konversi oleh pembangkit ORC diperkirakan sekitar 20 TWh, yang setara dengan penghematan emisi CO_2 sekitar 7,6 juta ton. Selain memanfaatkan limbah panas industri, proses ORC juga digunakan pada pembangkit listrik dibidang energi panas bumi, biomassa, atau energi panas matahari.

Serta dalam studi ini, dapat membandingkan proses ORC yang ditingkatkan dengan state-of-the-art proses ORC. Proses yang ditingkatkan membutuhkan adaptasi dalam desain proses. Aliran fluida diinjeksikan setelah tahap tekanan tinggi dari turbin melalui cabang dari preheater generator uap. Hal ini meningkatkan aliran massa melalui preheater serta aliran massa tahap tekanan menengah dari turbin. Rekuperator, yang sering digunakan untuk fluida kerja kelas kering, dapat dihilangkan dan diganti dengan kondensor semprot setelah tahap tekanan menengah turbin. Akibatnya, tekanan kondensasi berkurang karena hilangnya penurunan dari rekuperator dan entalpi yang lebih tinggi pada turbin ekspansi dapat dicapai. Secara bersamaan, efek ini mengarah pada peningkatan efisiensi bersih

keseluruhan hingga 14% relatif terhadap desain ORC yang canggih, seperti yang ditentukan pada titik optimalnya.

Pembuatan Katalis Biochar dari Lidi Hitam dengan Cara Pengeringan Semprot dan Terfluidisasi Karbonasi untuk Sintesis Biodiesel

Biodiesel adalah cara alternatif bahan bakar yang diproduksi dan dapat digunakan. Untuk sintesis biodiesel, rute yang umum adalah menyiapkan ester alkil asam lemak melalui reaksi transesterifikasi antara minyak dan alkohol rantai kecil yang sesuai. Merupakan kepentingan ilmiah tertentu untuk menyiapkan katalis padat dari sumber daya terbarukan atau limbah tidak berbahaya, misalnya cangkang telur, cangkang, biochar, dan tulang hewan .

Fluidized bed reactor dikenal karena efisiensi transfer massa dan panasnya yang tinggi selama proses kalsinasi atau karbonisasi. FBR telah berhasil diterapkan dalam pengolahan bahan turunan biomassa , terkadang mengurangi waktu retensi proses dari beberapa jam menjadi beberapa menit. Potensi pengurangan waktu persiapan katalis secara signifikan, khususnya selama karbonisasi, menjadi dasar pemikiran utama untuk meluncurkan penelitian ini. Pembuatan pulp kertas dikenal sebagai pendekatan yang menguntungkan untuk pemanfaatan biomassa lignoselulosa bernilai tinggi .

Namun, langkah pemulihan alkalin selanjutnya, melalui insinerasi untuk mendaur ulang alkalin dan menghilangkan lidi hitam , mahal dan menantang secara teknis untuk pabrik skala kecil dan menengah yang menggunakan jerami. berbasis bahan baku untuk pulping . Proses sintesis biochar yang inovatif, melalui pengeringan semprot dari biomassa non-kayu seperti jerami jagung atau serat kapas, baru-baru ini dikembangkan

Kombinasi teknik pengeringan semprot dengan karbonisasi

Untuk mengatasi kesenjangan pengetahuan ini dan memperluas penerapan teknik pengeringan sigap, BL non kayu yang kaya akan basa telah digunakan

sebagai bahan baku dalam penelitian ini untuk menghasilkan katalis untuk transesterifikasi kinerja tinggi. Eksperimen dimana CO adalah massa awal , dan Ct adalah massa yang ditimbang setelah karbonisasi dengan durasi t .

Pengamatan morfologi sampel katalis dilakukan menggunakan ZEISS Sigma300 VP , sedangkan pemindaian mikroskop elektron dan analisis spektroskopi sinar-X energi-dispersif dilakukan, untuk pencitraan morfologi dan pemetaan elemen . Kromatografi gas digunakan pada Shimadzu 2014 GC yang dilengkapi dengan detektor . Kondisi operasional terperinci dapat ditemukan dari pekerjaan kami yang dilaporkan sebelumnya .

Analisis unsur diperoleh dengan spektroskopi emisi optik plasma terinduksi, pencernaan gelombang mikro yang terperinci, pengenceran, dan prosedur operasional dapat ditemukan dari laporan literatur sebelumnya .

Plot 3D RSM untuk optimasi pembuatan biodiesel menggunakan katalis yang telah disiapkan. Model RSM yang terbentuk mampu memplot parameter interaktif dari matriks data yang diselidiki, Naik turunnya inovasi bahan bakar bio. Katalis kalium hidroksida yang didukung karbon aktif cangkang sawit untuk transesterifikasi minyak sawit . Teknologi Proses Bahan Bakar 91, 1378–1385. kimia Eng.

Secara umum, kinerja pekerjaan saat ini dapat dibandingkan dengan laporan penyinaran lainnya. Dari durasi persiapan yang digunakan untuk menyiapkan katalis, mayoritas ahli menggunakan reaktor unggul tetap atau kemasan konvensional dalam mengkarbonisasi atau mengaktifkan katalis. Salah satu fitur yang paling menarik dari proses yang dilaporkan ini adalah waktu persiapannya yang sangat singkat dari beberapa jam menjadi beberapa menit dengan menggunakan teknik karbonisasi unggul terfluidisasi cepat, yang secara signifikan mengurangi konsumsi energi dan emisi dari seluruh proses.

Sebagai perbandingan, diamati bahwa katalis yang dibuat dari reaktor fixed atau packing bed konvensional, yang biasanya waktu yang diperlukan sekitar 24 jam menyelesaikan proses aktivasi, mencapai kinerja katalitik yang sangat mirip dengan katalis. Katalis yang dibuat dari FBR. FBR menunjukkan keunggulannya terhadap proses yang dioperasikan di reaktor unggun tetap. Bahan bakar 246, 268–276.

Kajian siklus hidup minyak jelantah untuk produksi biodiesel menggunakan CaO turunan cangkang telur ayam katalis melalui transesterifikasi. Kemajuan terbaru dan prospektif katalis karbon heterogen dalam transformasi kimia dan enzimatis biodiesel. Unsur Teknik Reaksi Kimia. Kuantifikasi troskopi spek FTR aman biodiesel dalam reaksi transesterifikasi progresif dan korelasinya dengan metode spektroskopi 1H NMR. Keuntungan dalam menggunakan FBR dapat pemanfaatan lidi hitam dan bernilai tinggi dari pulp kertas menjadi katalis biodiesel.

Performance evaluation of magnetorheological fluid porous fabric composite based on a novel constitute model

Jurnal ini membahas tentang sebagai komposit baru, kain berpori cairan magnetorheologi (MRF-PF) tidak dimodelkan dan dianalisis. Di bawah medan magnet rendah dan laju geser tinggi, tegangan tremendously berkurang dengan cepat.

Fluida magnetorheologis dipergunakan untuk membuat suatu benda yang semula cair menjadi pada hanya dengan waktu hitungan milidetik saja. Produk baru yang di usulkan oleh pembuat Rabinow (1948) ini antara lain MR sponge, MR elastomer dan MR fabric. Produk - produk ini sangat berguna pada suatu bangunan yang di mana produk nya di pergunakan untuk menghambat suatu kebisingan suara dari luar bangunan tersebut dan membuat ruang yang berada di dalam bangunan nya kmenjadi kedap udara.

Pada komposit ini konduktivitas termal nya dapat naik secara tidak teratur dan diikuti naiknya medan

magnet yang telah di analisis. Pada slip dinding suspensi atau cairan ini dapat mengeras tetapi komposisi suatu jaringan dinding tersebut masih memiliki pori - pori yang menyebabkan suatu bangunan tersebut terlihat tidak mulus pada permukaannya. Struktur jaringan yang berpori yang bahan nya seperti MR spoons dan MR busa ini dapat diatasi dengan komposit MRF-PF yang memiliki serat rantai partikel yang jika serat tersebut di tingkatkan akan membuat bahan tersebut menjadi sangat kuat dan menjadi material yang sering dipakai pada proses pemolesan dinding.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari rangkuman jurnal-jurnal di atas adalah sebagai berikut:

1. Perbandingan Mesin Kering dan Pendinginan Kriogenik: Meskipun belum dijelaskan secara spesifik, pelumasan pendinginan kriogenik (CRYO CL) dalam pemesinan memiliki potensi untuk mengurangi suhu pemotongan, gaya pemotongan, dan deformasi plastis material. CRYO CL juga dapat meningkatkan integritas permukaan pada pemesinan kering.
2. Pengeboran dan Degradasi Ukuran Material: Studi tentang degradasi ukuran material dalam fluida pengeboran menyoroti pentingnya distribusi ukuran partikel (PSD) dalam fluida dan bagaimana hal itu mempengaruhi laju degradasi. Eksperimen juga mengungkap pengaruh suhu, pH, dan laju aliran terhadap degradasi ukuran. Penelitian ini mengidentifikasi aditif dan teknologi untuk mengurangi kerusakan formasi yang disebabkan oleh degradasi ukuran.
3. Proses Reformasi Metana dan Penyerap CO₂: Metode simulasi 3D menggunakan CFPD digunakan untuk memodelkan reformasi metana dalam unggun terfluidisasi ganda. Penelitian ini juga menyelidiki penggunaan partikel bifungsional sebagai katalis dan penyerap. Hasil simulasi menunjukkan potensi sistem untuk

menghasilkan aliran gas terpisah yang kaya hidrogen dan kaya CO₂.

4. Fluida Pengeboran dan Stabilitas Sumur: Studi mengenai fluida pengeboran pada formasi shale gas mengungkapkan bahwa jenis fluida dapat mempengaruhi koefisien gesek dan stabilitas sumur. Invasi fluida dan perendaman shale dalam larutan alkali memiliki dampak pada parameter ini, yang penting untuk meningkatkan keamanan dan kinerja pemboran shale gas.

5. Cairan Sayuran dalam Pelumasan Kuantitas Minimum (MQL): Penggunaan cairan sayuran dalam sistem MQL pada proses pengetapan pada paduan aluminium cor A306 dapat mengurangi torsi, meminimalkan gesekan, dan menghindari kerusakan alat. Sistem MQL dengan cairan sayuran juga memiliki dampak positif bagi lingkungan dan dapat mengurangi biaya industri.

6. Mekanika Fluida dalam Industri Minyak Berat: Pendekatan mekanika fluida yang terintegrasi dalam kerangka geometrikanika dapat mengatasi tantangan viskositas dalam industri minyak berat. Integrasi ini memainkan peran penting dalam meningkatkan pengelolaan risiko lingkungan dan operasional serta mengoptimalkan potensi produksi.

7. Sejarah dan Teknologi Fluidized Bed di Jepang: Artikel membahas perkembangan teknologi fluidized bed di Jepang dan dunia secara umum, dengan fokus pada kemajuan dalam teknik kimia dan likuifaksi serta pergeseran paradigma dalam penelitian likuifaksi.

8. Persiapan Katalis untuk Transesterifikasi: Penelitian di laboratorium membahas proses persiapan katalis untuk transesterifikasi kinerja tinggi menggunakan metode permukaan respon.

9. Transfer Panas dalam Mikrokanal Berpori: Penelitian numerik tentang transfer panas dan aliran laminar dalam mikrokanal berpori menunjukkan peningkatan porositas dan

permeabilitas medium berpori dapat meningkatkan transfer panas. Penambahan MWCNTs dalam minyak juga memiliki efek positif terhadap transfer panas.

10. Cairan Ionik untuk Stabilisasi Tanah Liat: Penggunaan cairan ionik sebagai aditif untuk menstabilkan tanah liat dalam cairan rekahan memiliki potensi dalam aplikasi teknik sipil.

11. Metode Persamaan Rekursif untuk Sifat Termodinamika: Metode persamaan rekursif (REM) dapat digunakan untuk menentukan sifat termodinamika cairan dalam fase tunggal dengan mengukur densitas dan kecepatan suara.

12. Pengukuran Aliran Minyak-Air dengan Alat Elektromagnetik: Gelembung minyak dalam aliran dua fase minyak-air mempengaruhi respons alat pengukur aliran elektromagnetik. Ukuran dan posisi gelembung dapat memengaruhi respons alat pengukur tersebut.

Dalam rangkuman ini, penelitian-penelitian tersebut menghasilkan wawasan dan pengetahuan yang berharga dalam berbagai bidang seperti pemesian, pengeboran, teknologi energi, transfer panas, mekanika fluida, dan aplikasi teknik lainnya. Setiap studi memiliki kontribusinya dan memberikan pemahaman yang lebih mendalam terhadap fenomena yang diamati, memberikan dasar untuk pengembangan teknologi lebih lanjut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada Pimpinan Fakultas Teknik, Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat dan semua Dosen Program Studi Teknik Mesin Universitas Darma Persada atas bantuan mereka dalam menyelesaikan artikel ini. Sebagai akhir, kami berharap bahwa temuan penelitian kami dapat memberikan dampak yang berharga dalam bidang studi yang sesuai. Kami ingin mengungkapkan apresiasi kami atas dukungan dan bimbingan yang telah kami terima.

REFERENSI

Fitra Adlana (2013), Rock Mechanic Application for Future Heavy Oil Development, Shallower Reservoir and Highly Faulted Area: A Geomechanical Model for Central Sumatra Oil Field, Institute Technology Bandung, Bandung 40191, Indonesia.

Yueming Wang, Lingfu Kong (2011), Influence Study on Electromagnetic Flow Meter with Oil Bubble in the Fluid, Physics Procedia 22:627–633

Xiaopeng Yan, Lijun You, Yili Kang, Xiangchen Li, Chengyuan Xu, Jiping She (2018), impact of drilling fluids on friction coefficient of brittle gas shale (International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences Volume 106, June 2018, Pages 144-152

Antonio Di Nardo, Elisa Savuto, Girogio Calchetti, Stefano Stendardo, 2023, Computational particle fluid dynamics 3D simulation of the sorption-enhanced steam methane reforming process in a dual fluidized bed of bifunctional sorbent-catalyst particles, Powder Technology 424(4):118568

Sergio Luiz Moni Ribeiro Filho, Jessica Vieira, Juliano Oliveira, Etory Madrilles Arruda, (2016), Comparison among different vegetable fluids used in minimum quantity lubrication systems in the tapping process of cast aluminum alloy, October 2016, Journal of Cleaner Production 140.

Mehdi Nojoomizadeh, Arash Karimipour, (2016), The effects of porosity and permeability on fluid flow and heat transfer of multi walled carbon nano-tubes suspended in oil, Physica E, 423-433.

Masayuki Horio, Takami Kai, Takuya Tsuji, Hiroyuki Hatano, (2023), Fluidization centennial and the decades of research and

development in Japan, Powder Technology, 2023, p. 118093

You, L, Tan Q, Kang Y, Zhang, X., Optimizing the particle size distribution of drill-in fluids based on fractal characteristics of porous media and solid particles (2018), Journal of Petroleum Science and Engineering 171.

Thorsten Augspurger, Matthias Koch, Thomas Lakner, Thomas Bergs, (2021), Development of a virtual sensor for the comparison of heat partitions in milling under cryogenic cooling lubrication and high-pressure cutting fluid supply (2021), CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology 35(2):118-131.

E Cao, Huade, Wei, Dingbang, Xia, Jianxin, 2022, Energy relationships in transient pipe flow with fluid–structural interaction (School of Ocean Sciences, China University of Geosciences (Beijing), Beijing, 100083, China, Ocean Engineering, Volume: 264, Issue Number: 0.

Anali Sawant, Seema Kamath, Hemanth KG, and Girish Pai Kulyadi, (2021), Solid-in-Oil-in-Water Emulsion: An Innovative Paradigm to Improve Drug Stability and Biological Activity, AAPS PharmSciTech. 2021 Jul; 22(5): 199.

Lago, S. and Giuliano Albo, P.A. (2013), A novel application of Recursive Equation Method for determining thermodynamic properties of single phase fluids from density and speed-of-sound measurements. J. Chem. Thermodynamics 58.1, 422–427, 2013.

Tirado, D.F., Latini, A., Calvo, L., (2020), The encapsulation of hydroxytyrosol-rich olive oil in Eudraguard® protect via supercritical fluid extraction of emulsions, Journal of Food Engineering.

Lin Li, Dapeng Tan, Zichao Yin, Tong Wang, Xinghua Fan, (2021), Ronghui Wang a Investigation on the multiphase vortex and its

fluid-solid vibration characters for sustainability production, *Renewable Energy* Vol. 175.

Rizwan Ahmed Khan, Mobeen Murtaza, Ayyaz Mustafa, Abdulazeez Abdulraheem, Mohamed Mahmoud, Muhammad Shahzad Kamal, Ionic liquids as clay stabilizer additive in fracturing fluid, *Fuel* 334 (28):126154

Jürgen Krail, Georg Beckmann, Florian Schittl, Gerhard Piringer, (2023), Comparative thermodynamic analysis of an improve ORC process with integrated injection of process fluid, *Energy* Volume 266, 1 March 2023.

Wang, Y.S., Yang, G., He, J., Sun, G., (2020), Preparation of biochar catalyst from black liquor by spray drying and fluidized bed carbonation for biodiesel synthesis, *Process Safety and Environmental Protection* 141:333-343.

Li, P., Dong, X., Yang, H., Wang, K., Ran, J., Yang, R., (2023), Performance evaluation of magnetorheological fluid porous fabric composite based on a novel constitute model, *Composite Structure*, Volume 322, 15 October 2023, 117363.

KAJIAN AWAL KEBUTUHAN BATERAI PADA DESAIN SISTEM KAPAL LISTRIK RENDAH KARBON FTK UNSADA JENIS *BULK CARIER*, *CONTAINER* DAN *FERRY* MENUJU *ZERO EMISSION*

Ayom Buwono¹, Muswar Muslim¹, M. Ricky Dariansyah² ¹Jurusan
Teknik Sistem Perkapalan, ²Jurusan Teknik Perkapalan Fakultas
Teknologi Kelautan, Universitas Darma Persada
Jalan Taman Malaka Selatan, Pondok Kelapa, Duren Sawit, Jakarta - 13450
abuwono.energi@gmail.com

Abstrak

Kapal listrik merupakan alat atau wahana apung yang menggunakan baterai sebagai sumber energi utama dan emergensi generator sebagai cadangan. Tahun 2015 setelah traktat paris agreement ditandatangani dan diratifikasi dalam bentuk NDC disetiap negara, maka IMO atau international maritime organization segera mengeluarkan aturan untuk desain kapal di dunia agar menurunkan emisi hingga 30 persen di tahun 2030. Konsep desain kapal listrik mengubah hampir semua tata letak system permesinan di kapal sehingga perlu untuk dilakukan rancang bangun ulang supaya tujuan dari dibangunnya sebuah kapal dapat memenuhi unsur kebutuhan energi penggerak utamanya. Jenis kapal yang akan dijadikan referensi untuk penulisan ini adalah untuk tipe kapal yang nantinya akan banyak diperlukan dalam transportasi laut hingga tahun 2030 dan tipe kapal curah, kontainer dan feri ro-ro menjadi rujukan penting dalam penelitian ini. Metodologi yang digunakan dengan memanfaatkan data data yang ada dalam referensi bebas membahas kebutuhan energy listrik dan teknologi baterai penyimpan. Dari hasil kajian awal didapatkan kebutuhan energi listrik untuk jenis kapal curah (*bulk carier*) membutuhkan jumlah baterai setara 20 ft sebanyak minimal 148 buah dan minimal 74 buah untuk standard baeterai 40 ft, Untuk tipe kapal *container* dengan variasi kecepatan dan kapasistas muat membutuhkan baterai setara 20 fet sebanyak 146 buah dan separuhnya ketika menggunakan standard ukuran baterai 40 ft. Untuk *ferry ro-ro* dengan kecepatan 20 knot membutuhkan 60 buah baterai setara 20 ft sebanyak 60 dan 30 buah jika menggunakan standard 40 ft..

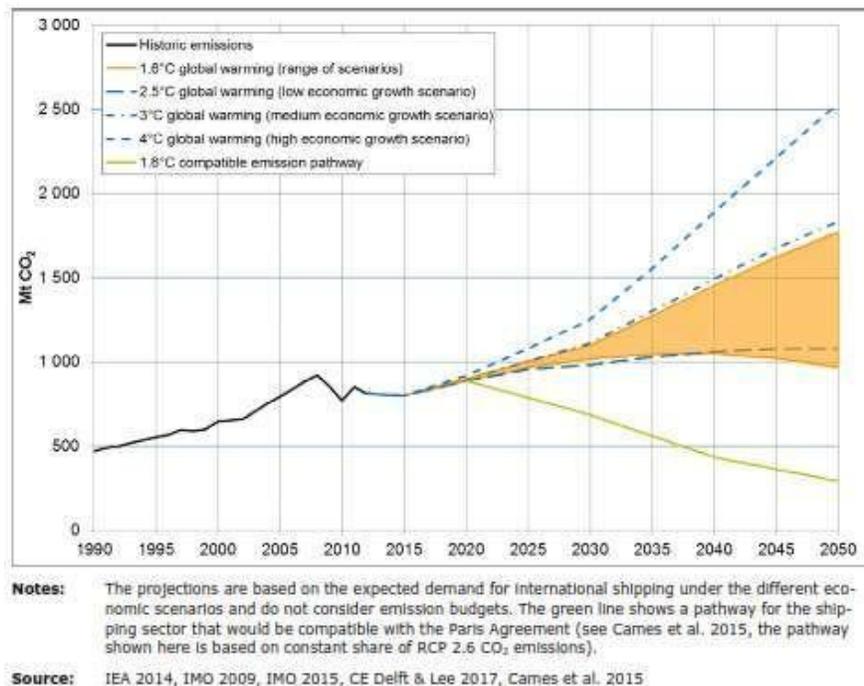
Kata Kunci: Electric Ship, Zero Emission, Renewable Energy, Battery

1. Pendahuluan

Hampir semua negara penghasil minyak dunia mulai secara bertahap mengalihkan penggunaan energi fosil menjadi energi ramah lingkungan. Mungkin secara teratur dan bertahap minyak bumi akan mulai menipis dan akan habis. Dan yang paling tepat bagi dunia perkapalan dunia adalah mulai beralih ke pemanfaatan energi terbarukan ke konsep desain sistem kapal bertenaga listrik, bahkan organisasi maritim dunia sudah mengeluarkan program untuk target penurunan emisi

dengan *MPC Annex-9* (Organization, Program Of Follow Up Actions of the Initial IMO Strategy on Reduction of GHG Emission from Ship up to 2023) Kapal penggerak motor listrik masih jarang diterapkan sebagai alat transportasi air di Indonesia atau bahkan untuk aplikasi jarak pendek.

Beberapa desain ada yang menggunakan panel surya sebagai tambahan sumber daya listrik, namun hal ini masih belum mencukupi jika digunakan sebagai sumber energy penggerak utama propulsi kapal. Untuk aplikasi solar panel, pada kapal listrik tersebut akan terpasang panel surya pada bagian atap sebagai penampung penyerapan energi panas dari matahari yang nantinya akan di ubah menjadi energi listrik dan menggerakkan baling-baling kapal sebagai pendorong kapal. Beberapa alternative penggunaan sumber energi ramah lingkungan tersebut bermuara kepada target penurunan emisi karbon dunia diharapkan bisa terus menurun hingga separuhnya di tahun 2050 (Martin Cames, 2018). Gambar berikut menampilkan target penurunan emisi karbon yang bersumber dari bidang transportasi maritime.



Gambar 1 : Prediksi target penurunan Emisi CO₂

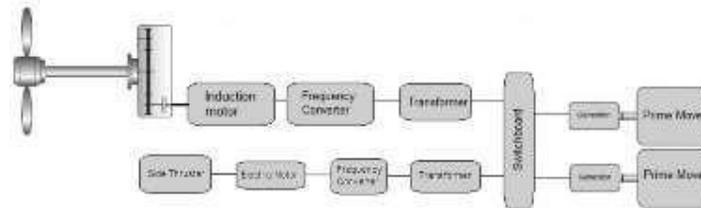
(Sumber : (Martin Cames, 2018)

1.1. Sejarah kapal listrik

Sistem propulsi menggunakan listrik dimulai dengan era visionaris (1906–1915), era pioneer (1946–1956), era Diversifikasi dan pengembangan (1957-1979), era acceptance (1980- 1992), era penerapan/aplikasi (1993-sekarang) (Chouneiri, 2004). Hingga saat ini kapal listrik sudah

mulai banyak dikembangkan di dunia. Sejak protokol Paris (*Paris Agreement*) ditandatangani tahun 2015 oleh lebih Seratus negara, dilanjutkan dengan dikeluarkannya amandemen dari *International Maritime Organization (IMO)* mengenai *road map* penurunan target Emisi tahun 2030 sebesar 30 Persen ((Organization, <https://wwwcdn.imo.org/>, 2015).

Target penurunan emisi karbon menjadi solusi ditengah isu global mengenai perubahan iklim yang terjadi dimana bidang perkapalan dan system perkapalan harus berperan dalam mengubah arah penggunaan energy fosil tinggi karbon menjadi energy terbarukan yang ramah lingkungan. Secara teknis konfigurasi system penggerak berbasis motor listrik dan sumber energy penggerak utama menggunakan baterai atau kombinasi antara baterai dengan generator listrik yang digerakkan oleh motor bakar berbahan bakar gas/LNG (liquied Natural Gas) (Vasquez, 2014). Skematik untuk menggambarkan sebuah sistem di kapal listrik seperti yang terdapat pada gambar dibawah ;



Gambar 2 : Layout system Penggerak Listrik

Sampai saat ini jenis kapal yang sudah ada dan beroperasi dengan baik adalah untuk jenis kapal fery pelayaran terbatas, hal ini disebabkan kapasitas baterai yang memiliki kemampuan simpan terbatas dibanding volume muatan yang ada (Peng Wu, 2022). Berikut kapal listrik jenis feri yang telah beroperasi di wilayah perairan terbatas (Yan Zhang, 2022)



Gambar 2 : Sumber : <https://press.siemens.com/>

1.2. Sumber energi listrik pengisi baterai kapal

Dengan letak Indonesia yang berada di jalur khatulistiwa dan “RING OF FIRE” nya akan sangat memungkinkan jika sumber energi seperti matahari dan panas bumi dapat disimpan kedalam baterai raksasa seukuran kontainer untuk dapat secara portable di kemudian hari menjadi sumber energi utama penggerak sistem propulsi kapal listrik kedepannya. Selain sumber energi terbarukan yang bersumber dari matahari dan panas bumi.

Ada sumber lain yang selama ini tidak dimanfaatkan untuk sumber penggerak di dunia perkapalan, yaitu sampah kota (Municipal solid waste) yang juga merupakan bagian dari sumber energi terbarukan dengan memanfaatkan panas gasifikasi yang dapat dihasilkan dari sampah ini. Secara teori penelitian yang sudah ada saat ini konsep pengolahannya menjadi energi sangat mungkin untuk dimanfaatkan dengan menyimpan hasil listriknya ke baterai baterai sekelas /ukuran container. Potensi sumber energi terbarukan yang bisa di utilisasi dari panas bumi dan Municipal Solid Waste bisa dimanfaatkan sebagai sumber penggerak kapal dengan dua cara, pertama dengan mengubah sampah kota menjadi listrik melalui metode gasifikasi dan dari panas bumi.

1.3. Baterai kapal listrik

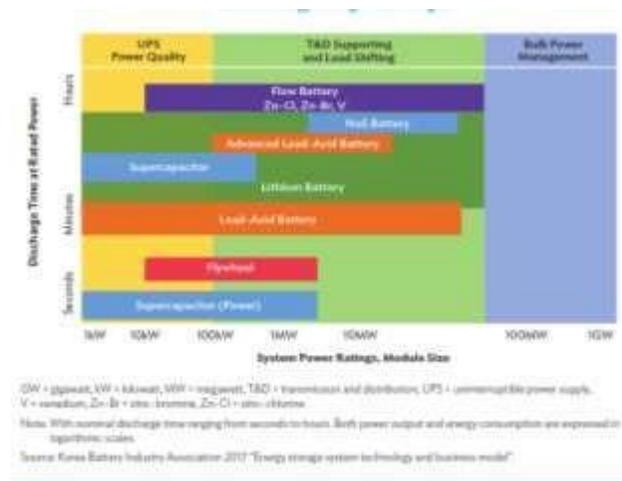
Baterai sebagai media penyimpanan listrik merupakan komponen penting jika merancang sebuah system propulsi penggerak kapal listrik, yang punya kapasitas penyimpanan tertinggi dengan berat paling rendah adalah *Super Capacitor*. Jenis ini memiliki kepadatan daya yang cukup tinggi tetapi efisiensinya tidak terlalu baik. Untuk jenis baterai *Lithium Ion* lebih memiliki kepadatan energi tertinggi dan kepadatan daya yang cocok untuk penggunaan di kapal listrik, namun pada saat kapal dengan system propulsi listrik ini harus ber-akselerasi maka diperlukan system penyimpanan daya yang dapat melepas energi lebih cepat untuk mengantisipasi yang umum disebut SKva. Namun baterai Lithium hingga saat ini masih memiliki kendala akibat berkurangnya kemampuan isolator pembatas antara anoda dan katoda yang turut menurun fungsi isolatornya ketika mengalami proses pengisian dan pelepasan daya secara berulang dan terus menerus (Peng Wu, 2022). Seperti yang disampaikan dalam bentuk table perbandingan kapasitas dan kemampuan baterai lithium, ultra capasitor dan flywheel energy.

Di kaji dari lama berlayar dan total kebutuhan energi listrik pada kapal listrik yang berlayar dengan jarak tertentu juga dipengaruhi oleh jalur pelayaran dan kondisi cuaca. Untuk pertimbangan kondisi eksternal memang diperlukan cadangan daya dan ini sulit diprediksi karena harus dikaji lebih

jauh. Dua jenis baterai dengan tipe lead acid dan lithium ion memiliki karakteristik yang

berbeda untuk nilai energy density dan power density.

Sebagai pembandingan karakteristik tiap jenis baterai bias dibagi menjadi beberapa tipe dan jenis, dan secara *CHEMISTRY* bisa terdiri dari ; *Lead Acid Battery*, *Nickel-Cadmium Battery*, *Nickel Metal Hybrid battery*, *Lithium Ion Battery*, *Sodium Sulfur Battery* Dan *Redox Flow Battery*. Masing masing jenis memiliki kapasitas kerapatan daya dan kerapatan energy yang berbeda, seperti data dibawah. (ADB, 2018)



Gambar 5 : Perbandingan daya output dan energy consumption Berdasarkan teknologi battery ((ADB, 2018)

Untuk kapal listrik yang memiliki jarak pelayaran jauh, penggunaan baterai mungkin harus mempertimbangkan tambahan mesin penggerak untuk mengisi kekurangan cadangan pengisian listrik. Atas alasan tersebut untuk mencapai rute pelayaran dengan aman dan pertimbangan penurunan emisi maka alternative menggunakan energy rendah karbon menjadi pertimbangan (MAN, 2019). Pertimbangan berat baterai menjadi alasan untuk tetap menambah sumber daya pengisi yang lebih aman. Dibawah ini adalah kapasitas baterai jenis Lithium-Ion yang digunakan pada spesifikasi kapal listrik yang pernah dibangun.



Gambar 6 : standar battery container (<https://corvusenergy.com/>)

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Data Yang digunakan

Kajian ini menggunakan data referensi yang telah dibuat oleh sumber lain yang didapat dari terjemahan bebas (MAN, 2019) dan dilakukan tabulasi dengan kemampuan sumber energy dari baterai yang digunakan secara umum.

2.2. Analisis Data

Data yang didapat akan diolah dengan metode perhitungan sederhana berdasarkan data kapasitas baterai yang ada di market dan sudah umum digunakan untuk aplikasi penerapan di kapal listrik yang sudah beroperasi. Data jenis kapal difokuskan untuk jenis kapal curah (bulk carrier) dan jenis kapal container (container ship)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Data Baterai yang digunakan untuk kajian

Baterai untuk aplikasi penggunaan di kapal listrik masih jarang, namun beberapa perusahaan telah merancang dan membuat desain baterai untuk mengantisipasi pembebanan dari karakteristik ketika kapal sedang berlayar. Diantara perusahaan yang telah menghasilkan untuk tipe tersebut adalah dari perusahaan *CORVUS ENERGY* dengan data berikut :

Tabel 1 : Spesifikasi Baterai

<i>Technical Batterai Specifications :</i>		
<i>Class Of Compliance</i>	<i>DNV GL, Lyod Register, BV, ABS, RINA</i>	
<i>Type Approval</i>	<i>DNV GL, Bureau Veritas, ABS, RINA</i>	
<i>Vibration And Shock</i>	<i>UNT38.3, DNV2.4, IEC60068-2-6</i>	
<i>EMC</i>	<i>IEC61000-4, IEC 60945-9, CISPR116-2-1</i>	
<i>Technical Configuration options :</i>		
	10 Ft Corvus BOB	20 Ft Corvus BOB
Mas Energy Capacity	744 KWh / 0,744 MWh	1492 KWh / 1.492 MWh
Total Weight Estimate	15000 Kg	30000 Kg
Max Volt	700 – 1100 Volt DC	700 – 1100 Volt DC
Cooling Capacity	15 Kw	50 Kw

3.2. Data Resistance dan Daya pada kecepatan V

Digunakan 3 jenis kapal yaitu kapal curah, kapal container dan ferry roro untuk prediksi awal dan dari literature dan referensi yang didapat untuk besaran nilai tahanan kapal pada kecepatan didapat data sebagai berikut (MAN, 2019).

Tabel 2 : Prediksi konsumsi energy dari resistansi tiap jenis kapal dan kecepatan service

Energy Consumption of Vessel types and sizes with the domain of the two stroke main engine								
Vessel Type	Bulk	Bulk	Bulk	Bulk	Container	Container	Container	Ro-Ro
					2500 teu	14000 teu	20000 teu	5000 lm
Size (Dwt-bulk Or TEU-Container)	50000	82000	200000	320000	2500	14000	20000	5000
Service Speed (Knots)	13,5	14	14,5	15	18	20	22	20
Resistance at 5 Knot (KN)	78	89	142	195	61	143	170	59
Resistance at intermediate speed (KN)	299	334	528	731	265	533	631	223
Resistance at Design Speed (KN)	580	698	1085	1608	884	2421	3534	1025
Resistance at Half Design Speed (KN)	132	169	287	442	199	533	748	223

Untuk jenis kapal curah pada kecepatan jelajah ada 4 kapal, untuk jenis container ada 3 kapal dan satu dari jenis ferry Roro dan masing masing ukuran dari 50.000 Dwt – 320.000 Dwt, khusus container dari 2500 TEU – 20.000 TEU. Terakhir untuk kapal jenis fery Roro dengan kapasitas 5000 Lm.

3.3. Data prediksi Hasil untuk kebutuhan

Untuk data kebutuhan energy listrik dari baterai pada tiga kondisi yaitu ; konsumsi energy pada kecepatan penuh, pada setengah kecepatan adalah sebagai berikut (MAN, 2019)

Tabel 2 : Prediksi konsumsi energy tiap jenis kapal dan kecepatan service

Energy Consumption and Battery Dimension for Typical Routes at Service Speed								
Vessel Type	Bulk	Bulk	Bulk	Bulk	Container	Container	Container	Ro-Ro
					2500 teu	14000 teu	20000 teu	5000 lm
Size (Dwt-bulk Or TEU-Container)	50000	82000	200000	320000	2500	14000	20000	5000
Service Speed (Knots)	13,5	14	14,5	15	18	20	22	20
Travelling at Service speed (MWh)	212	5314	3185	4522	198	16274	13599	83
Time (Hours)	39	793	295	273	18	490	255	6
Hotel (MWh)	9	222	100	109	22	2744	2040	8
Total Consumption At V service (MWh)	221	5536	3286	4632	219	19018	15639	91
Minimum Weight of Battery (Tons)	2430	60900	36150	50950	2410	209200	172030	1000
Minimum Volume of Battery (M3)	2650	66400	39450	55580	2630	228220	187670	1090

Kebutuhan energy listrik dari baterai pada kapal bulk carier untuk kecepatan antara 13,5 Knot sampai dengan kecepatna 15 knot membutuhkan 4522 MWh dan 13599 MWh untuk container.

Tabel 3 : Prediksi konsumsi energy dari resistansi tiap jenis kapal pada half service

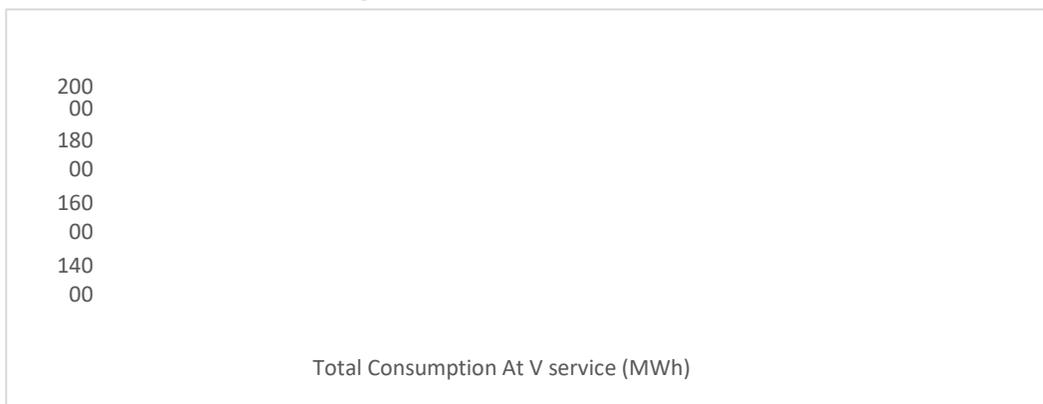
Energy Consumption and Battery Dimension for Typical Routes at Half Speed								
Vessel Type	Bulk	Bulk	Bulk	Bulk	Container	Container	Container	Ro-Ro
					2500 teu	14000 teu	20000 teu	5000 lm
Size (Dwt-bulk Or TEU-Container)	50000	82000	200000	320000	2500	14000	20000	5000
Half Speed (Knots)	6,75	7	7,25	7,5	9	10	11	10
Travelling at Half speed (MWh)	48	1287	843	1243	44	3583	2878	16
Time (Hours)	79	1586	590	547	36	980	510	12
Hotel (MWh)	18	444	201	219	43	5488	4048	15
Total Consumption At half service (MWh)	66	1731	1043	1462	88	9071	6958	33
Minimum Weight of Battery (Tons)	730	19040	11470	16080	970	99780	75540	360
Minimum Volume of Battery (M3)	790	20770	12520	17540	1060	108850	83500	400

Untuk kebutuhan daya listrik pada setengah kecepatan mencapai 1243 MWh pada kapal jenis bulk Carrier, 2878 MWh untuk jenis kapal Container dan 16 MWh untuk ferry Roro.

3.4. Data Hasil perhitungan kebutuhan battery dengan std 20 ft container

Energy Consumption and Battery Dimension for Typical Routes at Service Speed								
Vessel Type	Bulk	Bulk	Bulk	Bulk	Container	Container	Container	Ro-Ro
					2500 teu	14000 teu	20000 teu	5000 lm
Size (Dwt-bulk Or TEU-Container)	50000	82000	200000	320000	2500	14000	20000	5000
Service Speed (Knots)	13,5	14	14,5	15	18	20	22	20
Total Consumption At V service (MWh)	221	5536	3286	4632	219	19018	15639	91
Total number of 20 ft battery container	148,1233	3710,456	2202,413	3104,558	146,78284	12746,6488	10481,9035	60,99196

3.5. Grafik Hasil Perhitungan



4. Kesimpulan dan Saran

4.1. Kesimpulan

Berdasarkan

1. Kebutuhan energy listrik untuk jenis kapal curah (bulk carier) membutuhkan jumlah baterai setara 20 ft sebanyak minimal 148 buah dan minimal 74 buah untuk standard baeterai 40 ft.
2. Untuk tipe kapal container dengan variasi kecepatan dan kapasistas muat membutuhkan baterai setara 20 fet sebanyak 146 buah dan separuhnya ketika menggunakan standard ukuran baterai 40 ft.
3. Untuk fery roro dengan kecepatan 20 knot membutuhkan 60 buah baterai setara 20 ft sebanyak 60 dan 30 buah jika menggunakan standard 40 ft.

4.2. Saran

Beberapa saran untuk penelitian selanjutnya :

1. Perlu dikembangkan penelitian lebih lanjut mengenai perencanaan kapal listrik modern berbasis sumber energy listrik dengan teknologi baterai yang lebih ringan dan memiliki kemampuan terisi cepat dan bisa bertahan lama.
2. Untuk kedepannya penelitian dapat dilanjutkan dengan pra-design untuk bentuk kapal listrik dengan kapasitas yang sesuai dengan kebutuhan dan jarak jangkau rute pelayaran di Indonesia.
3. Dalam perancangan kapal listrik bisa menggunakan software yang ada dan disimulasi dengan animasi desain sehingga bisa dilakukan kajian berikut.

Daftar Pustaka

- ADB. (2018). *Handbook on Battery Energy Storage System*. ADB.
doi:<http://dx.doi.org/10.22617/TCS189791-2>
- Chouneiri, E. Y. (2004). A Critical History of Electric Propulsion ; The First Fifty Years (1906-1956). *Journal of Propulsion and Power*, 21.
- ENERGY, C. (n.d.). Technical specification of Corvus BOB battery container.
<https://corvusenergy.com/>.
- J. Rawlins, J. B. (n.d.). Waste to Energy in Indonesia.
- MAN. (2019). *Batteries On Board Ocean Going Vessel*. MAN.
- Martin Cames, V. C. (2018). IMO'S Challenges On the Route to Decarbonising International Shipping.
- Organization, I. M. (2015). <https://wwwcdn.imo.org/>. Retrieved from
[https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/Safety/Documents/AIS/Resolution%20A.1106\(29\).pdf](https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/Safety/Documents/AIS/Resolution%20A.1106(29).pdf)
- Organization, I. M. (n.d.). *Program Of Follow Up Actions of the Initial IMO Strategy on Reduction of GHG Emission from Ship up to 2023*. IMO.
- Peng Wu, R. B. (2022, August 26). *Marine propulsion Using Battery Power*. Retrieved from
<https://discovery.ucl.ac.uk/>:
https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/1528988/1/Wu_Marine%20propulsion%20using%20battery%20power_full%20paper_final.pdf
- Thomas Kozian, A. J. (2020). *www.bsr-electric.eu*. ATI Kuste GmbH. Retrieved from BSR Electric:
<https://www.bsr-electric.eu/content/5-use-cases/e-ferries/usecase7-finalreport.pdf>
- Vasquez, C. A. (2014). Methodology to Select the Electric Propulsion System for Platform Supply Vessel. *Desertation*. Sao Paulo, Brazil.
- Yan Zhang, L. S. (2022). Collaborative Optimization of The Battery Capacity and Sailing Speed Considering Multiple Operation Factors for a Battery Powered Ship. *World Electric Vehicle Journal*, 24.

Analisa Resiko Kecelakaan Kerja Menggunakan FMEA Pada Galangan XYZ

Mohammad Danil Arifin^{1*}, Danny Faturachman², Fanny Octaviani³

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

² Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Universitas Darma Persada

² Teknik Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Universitas Darma Persada

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

Abstract— XYZ shipyard is a shipyard that focuses on the construction of new ships, maintenance, and ship repairs. Despite efforts to implement Occupational Health and Safety (OHS) in the workplace, such as OHS signage and SOP guidelines, safety implementation is still not optimal. This condition is suspected to increase the risk of workplace accidents. Therefore, this research aims to evaluate the priority of handling workplace accidents at Galangan XYZ. The analysis method used includes identifying hazards and potential accidents based on field data and discussions. The applied approach is the Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) to assess the maximum Risk Priority Number (RPN) and the impact of failures. The analysis results indicate three failure modes that need special attention, including exposure to stationary or moving objects with an RPN value of 294, the risk of falling from height with an RPN of 294, and the potential contact with moving machines or materials inside the machine with an RPN value of 225.

Abstrak— Galangan XYZ merupakan galangan yang berfokus pada pembangunan kapal baru, perawatan, dan perbaikan kapal. Meskipun terdapat upaya penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) di lingkungan kerja, seperti tanda rambu K3 dan SOP pedoman, namun implementasi safety masih belum optimal. Kondisi ini disinyalir meningkatkan risiko terjadinya kecelakaan kerja. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi prioritas penanganan kecelakaan kerja di Galangan XYZ. Metode analisis yang digunakan mencakup identifikasi bahaya dan potensi kecelakaan berdasarkan data lapangan dan diskusi. Pendekatan yang diterapkan adalah Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) untuk menilai nilai Risiko Prioritas Tinggi (RPN) maksimum dan dampak kegagalan. Hasil analisis menunjukkan adanya tiga mode kegagalan yang perlu mendapat perhatian khusus. Diantaranya adalah paparan terhadap benda tetap atau bergerak/diam dengan nilai RPN 294, risiko jatuh dari ketinggian dengan RPN 294, dan potensi kontak dengan mesin atau material bergerak yang berada di dalam mesin dengan nilai RPN 225.

Keywords –Occupational Health and Safety (OHS), FMEA, Failure, Risk

PENDAHULUAN

Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) adalah suatu konsep dan praktik manajemen yang bertujuan untuk melindungi kesehatan dan keselamatan pekerja di lingkungan kerja [1]. Hal ini mencakup upaya untuk mencegah kecelakaan kerja, penyakit akibat kerja, dan mengurangi risiko kesehatan pekerja yang dapat timbul dari aktivitas kerja [2].

Penerapan K3 melibatkan serangkaian kebijakan, prosedur, dan tindakan preventif untuk menciptakan lingkungan kerja yang aman dan sehat [3]. Aspek-

aspek utama dalam K3 mencakup identifikasi, penilaian, dan pengendalian risiko di tempat kerja, serta penyediaan informasi, pelatihan, dan pemantauan kesehatan bagi pekerja.

Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) memiliki peran sentral dalam menjalankan operasional perusahaan. Kinerja optimal semua pekerja dapat dicapai ketika K3 mereka terjamin. Menyelenggarakan K3 di tempat kerja bukan hanya menjadi tugas, melainkan kewajiban yang harus dipenuhi oleh semua perusahaan terhadap para pekerjanya. Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3)

mencakup gagasan dan usaha untuk memastikan keutuhan fisik dan mental para pekerja.

Konsep K3 merupakan suatu ilmu yang holistik dengan implementasi yang ditujukan untuk mencegah kecelakaan kerja, penyakit akibat kerja (PAK), kebakaran, ledakan, dan dampak pencemaran lingkungan. Pengertian K3 menurut OHSAS 18001:2007 menyatakan bahwa K3 adalah semua kegiatan yang bertujuan untuk menjamin dan melindungi keselamatan serta kesehatan pekerja melalui usaha pencegahan cedera dan penyakit akibat kerja [4].

Pelaksanaan Program Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) dilakukan karena tiga faktor krusial, yaitu [5]:

- a. Dengan mempertimbangkan aspek kemanusiaan, para manajer terlebih dahulu menerapkan pencegahan kecelakaan kerja berdasarkan kasih sayang kepada sesama manusia. Tindakan ini dilakukan untuk mengurangi penderitaan fisik pekerja yang mengalami luka serta dampak negatifnya pada keluarga.
- b. Dilakukan berdasarkan ketentuan hukum, dimana adanya undang-undang menjadi alasan untuk menerapkan program Keselamatan dan Kesehatan Kerja. Bagi mereka yang melanggarnya, diancam dengan sanksi denda.
- c. Dengan mempertimbangkan faktor ekonomi, kesadaran akan keselamatan kerja diimplementasikan karena biaya yang ditimbulkan oleh kecelakaan sangat besar dan dapat berdampak negatif pada perusahaan.

K3 tidak hanya berfungsi untuk melindungi keselamatan pekerja dan individu di sekitar tempat kerja, tetapi juga untuk mengontrol risiko terhadap peralatan, aset, dan sumber daya produksi. Hal ini bertujuan agar dapat digunakan dengan aman dan efisien, serta mencegah terjadinya kecelakaan dan penyakit akibat kerja.

Tujuan Keselamatan dan Kesehatan Kerja yang terkait dengan mesin, peralatan, landasan tempat kerja, dan lingkungan kerja adalah untuk mencegah

kecelakaan dan penyakit akibat kerja, sekaligus memberikan perlindungan pada sumber daya produksi guna meningkatkan efisiensi dan produktivitas. Hal ini sangat penting mengingat buruknya kesehatan pegawai dapat menyebabkan penurunan pencapaian atau output serta menurunkan motivasi kerja.

Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) merupakan aspek yang sangat vital dalam setiap lingkungan kerja, termasuk di galangan kapal [6][7]. Galangan kapal, sebagai tempat pembangunan, perawatan, dan perbaikan kapal, melibatkan berbagai kegiatan yang melibatkan potensi risiko dan bahaya. Oleh karena itu, penerapan K3 di galangan menjadi suatu hal yang tidak hanya penting tetapi juga mendesak.

Galangan kapal sering kali melibatkan pekerjaan yang melibatkan penggunaan peralatan berat, bahan-bahan berbahaya, serta kondisi kerja yang dinamis. Tanpa penerapan K3 yang optimal, tidak hanya kesejahteraan para pekerja yang terancam, tetapi juga kinerja operasional dan keberlanjutan bisnis galangan menjadi terpengaruh. Oleh karena itu, penting untuk memahami dan mengakui bahwa upaya penerapan K3 bukan hanya kewajiban hukum, tetapi juga investasi strategis untuk menciptakan lingkungan kerja yang aman, sehat, dan produktif.

Melalui pendekatan proaktif terhadap K3, galangan kapal dapat mencapai sejumlah manfaat, seperti mengurangi insiden kecelakaan, meningkatkan produktivitas, dan menciptakan budaya kerja yang lebih positif. Dalam konteks ini, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi prioritas penanganan kecelakaan kerja di Galangan XYZ. Dengan memahami pentingnya penerapan K3, kita dapat menjembatani kesenjangan antara produktivitas yang diinginkan dan keamanan yang harus dijaga di lingkungan kerja galangan kapal.

METODE

Didalam penelitian ini metode yang digunakan didalam menyelesaikan permasalahan adalah sebagai berikut:

Metode Pengumpulan Data

Proses pengumpulan data dilakukan dengan langkah-langkah berikut:

- a. Identifikasi bahaya dan potensi kecelakaan di galangan dan bengkel
Tujuan tahap pengumpulan data adalah mengidentifikasi bahaya dan potensi kecelakaan kerja yang mungkin terjadi di galangan dan bengkel. Langkah ini dilakukan untuk menemukan risiko yang terkait dengan kegiatan kerja.
- b. Diskusi dengan pengurus K3 di Galangan XYZ
Identifikasi Sistem Manajemen Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) di perusahaan dilakukan melalui diskusi dengan pengurus K3. Langkah ini bertujuan untuk menentukan sistem keselamatan dan kesehatan kerja yang diterapkan oleh perusahaan, yang akan menjadi acuan untuk merancang langkah-langkah pencegahan guna meningkatkan produktivitas perusahaan industri.
- c. Diskusi dengan pekerja untuk mendapatkan data tambahan
Langkah terakhir dari identifikasi data melibatkan diskusi dengan pekerja untuk mendapatkan informasi tambahan. Data tambahan ini mencakup struktur organisasi, instruksi kerja, deskripsi pekerjaan, dan lainnya. Langkah ini juga melibatkan peninjauan terhadap data tentang bahaya yang telah diidentifikasi, untuk memastikan keakuratan dan objektivitas data yang diperoleh. Secara keseluruhan, data ini diperoleh melalui observasi dan diskusi dengan kepala dan staf kantor K3L PT. XYZ.

Metode Analisa

Metode Analisa yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- a. Analisis kuantitatif melibatkan pengumpulan data berbentuk angka, yang kemudian diolah dan dianalisis untuk menghasilkan informasi ilmiah yang terkandung di dalam angka-angka tersebut.
- b. Analisis *cross-sectional* (satu waktu) dilakukan hanya sekali pada satu titik waktu tertentu. Fokus dari analisis ini terkait dengan satu

periode waktu, yang dapat diukur dalam hari, minggu, bulan, atau tahun. Meskipun analisis ini relatif mudah dilakukan dan lebih ekonomis, namun tidak dapat digunakan untuk memahami perubahan atau dampak dari waktu ke waktu. Analisis *cross-sectional* cocok digunakan untuk tujuan eksplorasi, deskriptif, atau penjelasan.

Menentukan Nilai *Severity (S)*, *Occurrence (O)*, *Detection (D)*, Dan *Risk Priority Number (RPN)*

Dari nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection* harus ditetapkan terlebih dahulu untuk mendapatkan nilai *risk priority number* [8-10]. Berikut merupakan pendefinisian nilai-nilai tersebut.

- a. *Severity*
Severity merupakan evaluasi sejauh mana serius atau dampak dari jenis kegagalan yang mungkin terjadi. Tingkat keparahan ini dinyatakan dalam skala 1 hingga 10. Penilaian tingkat keparahan ini didasarkan pada Tabel 1 yang dikemukakan oleh Y.M. Wang dkk. (2009) yang menunjukkan penilaian tajam untuk mendeteksi suatu kegagalan.
- b. *Occurrence*
Occurrence merujuk pada seberapa sering penyebab tertentu dari kegagalan proyek dapat terjadi dan mengakibatkan berbagai bentuk kegagalan. Penilaian *Occurrence* diberikan dalam skala 1 (hampir jarang) hingga 10 (sering terjadi). Tingkat frekuensi kejadian ini dijelaskan dalam Tabel 2, mengacu pada penilaian Wang, Y. M. (2009) pada *Crisp ratings* untuk terjadinya suatu kegagalan.

Tabel 1. Skala *Severity*

Nilai	Efek	Hasil
10	Kehilangan nyawa atau merubah kehidupan individu	Kematian beberapa individu (masal)
9		Kematian individu (seseorang)
8		Perlu perawatan serius dan menimbulkan cacat permanen
7	Berdampak besar pada individu sehingga tidak ikut lagi dalam aktivitas	Rawat inap 12 jam atau lebih karena pecah pembuluh darah, kehilangan ingatan yang parah, kerugian, dll
6		Rawat inap selama 12 jam atau lebih karena patah tulang, dislokasi tulang, radang dingin, luka bakar, susah bernafas, lupa ingatan semetara dan jatuh/terpeleset
5	Dampak yang diterima sedang (individu hanya 1 sampai 2 hari tidak ikut dalam aktivitas)	Terkilir, patah tulang ringan, kram atau kejang
4		Luka bakar ringan, tersayat, <i>frosnip</i> (radang dingin/panas)
3	Dampak diterima kecil (individu masih dapat ikut dalam aktivitas)	Leceet, sengatan panas, terkilir ringan, terpeleset ringan
2		Tersengat matahari, memar, teriris ringan, tergores
1	Tidak berdampak (individu tidak mendapat dampak yang terasa)	Terkena serpihan, tersengat serangga, tergigit serangga

Tabel 2. Skala Occurrence

Probabilitas Occurance	Occurance	Nilai
Sangat tinggi : kegagalan hampir tidak bisa dihindari	>1 in 2	10
	1 in 3	9
Tinggi : berkaitan proses yang pernah terjadi	1 in 8	8
	1 in 20	7
Sedang : umumnya berkaitan dengan proses terdahulu yang kadang terjadi tetapi tidak dalam jumlah besar	1 in 80	6
	1 in 400	5
	1 in 2000	4
Rendah : kegagalan berkaitan proses hampir identik	1 in 15000	3
Sangat rendah : kegagalan yang berkaitan dengan proses hampir identik	1 in 150.000	2
Remote : kegagalan mustahil, tak pernah ada kegagalan berkaitan dalam proses identik	1 in 1.500.000	1

c. *Detection*

Detection merupakan evaluasi terhadap kemampuan mendeteksi atau mengendalikan

kesalahan yang mungkin terjadi. Penilaian *Detection* diberikan dalam skala 1 hingga 10. Tingkat kemampuan deteksi ini terdokumentasi dalam Tabel 3, sesuai dengan penilaian yang dijelaskan oleh Wang, et al. (2009) dalam *Crisp ratings* untuk mendeteksi suatu kegagalan.

Tabel 3. Skala *Detection*

Deteksi	Adanya Terdeteksi	Nilai
Hampir tidak mungkin	Tidak ada alat pengontrol yang mampu mendeteksi	10
Sangat jarang	Alat pengontrol saat ini sangat sulit mendeteksi	9
	bentuk dan penyebab kegagalan	
Jarang	Alat pengontrol saat ini sangat sulit mendeteksi bentuk dan penyebab kegagalan	8
Sangat rendah	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab sangat rendah	7
Rendah	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab rendah	6
Sedang	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk	5
	dan penyebab sedang	
Cukup tinggi	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab sedang sampai tinggi	4
Tinggi	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab tinggi	3
Sangat tinggi	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk	2
	dan penyebab sangat tinggi	
Hampir pasti	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk dan penyebab hampir pasti	1

d. *Risk Priority Number (RPN)*

Risk Priority Number (RPN) adalah suatu parameter yang digunakan untuk menilai risiko dari suatu mode kegagalan dan menetapkan tingkat prioritas terjadinya penyebab yang dapat mengakibatkan kegagalan. Faktor-faktor yang menjadi pertimbangan dalam RPN melibatkan dampak dari kegagalan, kemampuan untuk mendeteksi kegagalan sebelum terjadi, dan tingkat skala prioritas. Untuk menghitung nilai RPN, dapat digunakan rumus:

$$RPN = S \times O \times D \quad (1)$$

Dimana:
 S = Severity
 O = Occurrence
 D = Detection

Identifikasi Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

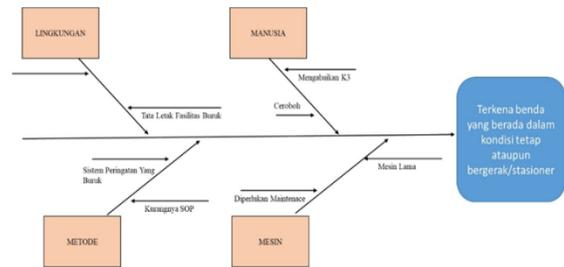
FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) adalah suatu metode sistematis untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi potensi kegagalan serta dampaknya pada suatu proses atau produk. Metode ini digunakan untuk meningkatkan kualitas dan keandalan suatu produk atau proses dengan cara menganalisis secara rinci potensi risiko kegagalan yang mungkin terjadi. Tahapan FMEA sebagai berikut:

- o Identifikasi sistem
- o Identifikasi mode kegagalan (*failure mode*)
- o Identifikasi dampak kegagalan (*failure effect*)
- o Identifikasi penyebab kesalahan (*cause*)
- o Menganalisis keparahan hasil atau tingkat keseriusan (*severity*)
- o Menganalisis terjadinya kesalahan (*occurrence*)
- o Menganalisis kesulitan kontrol (*detection*)
- o Menganalisis Risk Priority Number (RPN)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan metode yang digunakan didapatkan 3 kecelakaan kerja dengan tingkat RPN tertinggi, sebagai berikut:

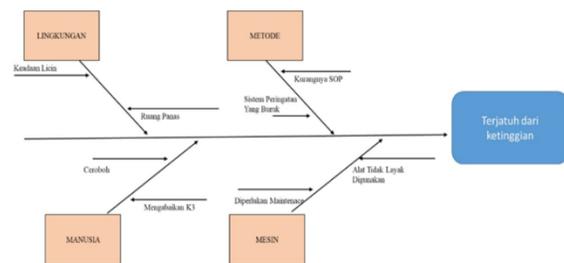
- a. Mengalami dampak dari benda yang berada dalam keadaan diam atau bergerak memiliki nilai RPN sebesar 294. Penyebab cedera kerja akibat kontak dengan benda tetap atau bergerak dijelaskan melalui diagram *fishbone* yang tergambar pada Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Diagram *Fishbone* RPN 294

Diagram RPN 294 mencakup beberapa faktor yang berkontribusi pada nilai tersebut. Secara rinci, faktor-faktor tersebut mencakup lingkungan, seperti tata letak pabrik yang tidak tepat dan kondisi temperatur yang tinggi. Faktor mesin juga turut berperan, dengan mesin yang sudah tua dan membutuhkan perawatan. Selain itu, faktor metodologi juga memainkan peran dengan sistem peringatan yang kurang baik dan kurangnya SOP. Terakhir, faktor manusia juga ikut berperan, khususnya dalam hal kecerobohan dan pengabaian terhadap Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3). Semua faktor ini bersama-sama menyumbang pada nilai RPN yang mencapai 294.

- b. Mengalami kejadian jatuh dari ketinggian memiliki nilai RPN sebesar 245. Penyebab cedera kerja akibat jatuh dari ketinggian dijelaskan melalui diagram *fishbone* yang tergambar pada Gambar 2 di bawah ini.

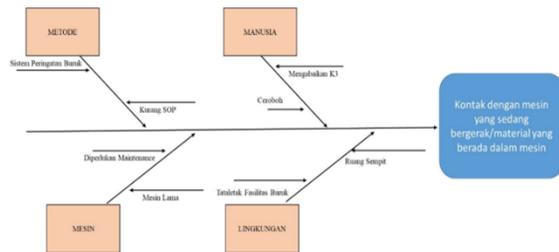


Gambar 2. Diagram *Fishbone* RPN 245

Diagram RPN 245 mencakup beberapa faktor yang berpengaruh terhadap nilai tersebut. Beberapa faktor tersebut melibatkan lingkungan, seperti kondisi licin dan ruangan yang panas. Selain itu, faktor mekanis juga menjadi kontributor, dengan alat yang tidak layak pakai dan memerlukan perawatan. Faktor metodologis juga memiliki

peran, termasuk peringatan yang tidak memadai dan kekurangan dalam keamanan, seperti SOP yang kurang lengkap. Terakhir, faktor manusia turut andil, terutama melibatkan kecerobohan dan kelalaian terkait dengan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3). Semua faktor ini bersama-sama mempengaruhi nilai RPN yang mencapai 245.

- c. Kontak dengan mesin atau bahan material dalam mesin memiliki nilai RPN sebesar 225. Penyebab cedera kerja akibat kontak dengan mesin atau material bergerak/dalam mesin diilustrasikan melalui diagram *fishbone* pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Fishbone RPN 245

Diagram RPN 225 mencakup sejumlah faktor yang memengaruhi nilai tersebut. Secara spesifik, faktor mekanis melibatkan ketiadaan SOP, desain peralatan yang tidak tepat, dan kondisi suhu yang tinggi. Faktor mekanis lainnya mencakup mesin yang sudah tua dan memerlukan perawatan. Terakhir, faktor manusia turut berkontribusi, terutama melibatkan kecerobohan dan kelalaian terkait dengan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3). Semua faktor ini bersama-sama memberikan dampak pada nilai RPN yang mencapai 225.

Untuk hasil analisis manajemen risiko ini, dimana terdapat hierarki untuk penentuan manajemen risiko pada kasus Galangan XYZ sesuai pada pada Tabel 4

Tabel 4. RPN Dengan Nilai Tertinggi

Berdasarkan Tabel 4. Dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

- Untuk menghindari terkena benda yang berada dalam kondisi tetap atau stasioner dengan RPN 294, tindakan pencegahan dapat melibatkan substitusi tempat benda sehingga tidak berada di jalur pekerja, pemasangan tanda atau rambu peringatan untuk meningkatkan kewaspadaan, penyusunan SOP yang baik, dan penyediaan Alat Pelindung Diri (APD) yang sesuai.
- Pencegahan terjatuh dari ketinggian dengan RPN 245 dapat dilakukan melalui rekayasa teknik seperti pemasangan airbag, penunjukkan sistem peringatan ketika pekerja melakukan tugas di ketinggian, pelatihan yang memadai, penyusunan SOP yang baik, dan penggunaan APD yang lengkap.
- Untuk mencegah kontak dengan mesin yang sedang bergerak atau material dalam mesin dengan RPN 225, langkah-langkah preventif termasuk substitusi mesin atau material untuk menghindari lintasan pekerja, penggunaan APD yang lengkap dan sesuai, pengetahuan yang baik tentang penggunaan mesin, serta kepatuhan terhadap SOP yang berlaku.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan, analisis, dan pengolahan data, maka diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- Dari 13 kategori yang dievaluasi menggunakan *Severity*, *Occurrence*, *Detection* (SOD), dan *Risk Priority Number* (RPN), teridentifikasi 3 kategori kecelakaan kerja dengan nilai risiko tertinggi. Kategori-kategori tersebut melibatkan terkena benda yang berada dalam kondisi tetap atau stasioner dengan RPN 294, terjatuh dari ketinggian dengan RPN 245, dan kontak dengan mesin yang sedang bergerak atau material yang berada dalam mesin dengan RPN 225. Dengan mengetahui kategori-kategori ini, penanganan awal dapat diantisipasi dan dilakukan untuk meminimalkan risiko kecelakaan kerja.
- Penerapan FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) telah membantu mengidentifikasi

masalah, potensi kegagalan, dan dampak yang mungkin terjadi. Dengan mengetahui nilai RPN tertinggi, Galangan XYZ dapat memberikan penanganan yang cepat dan tepat guna mengurangi risiko kecelakaan kerja yang sering terjadi.

REFERENSI

- [1] Tarwaka. (2002). Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Manajemen Dan Implementasi K3 di Tempat Kerja . Surakarta : Harapan Press
- [2] Sunaryo, Rizka Yulianti Priandini. "Analisis Kecelakaan Kerja Pada Galangan Kapal".
- [3] Seminar Nasional Teknologi dan Rekayasa (SENTRA).Vol 6, No 1: 251-255. 2016
- [4] Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia No.09. 2016. Keselamatan dan Kesehatan Kerja Pekerjaan Pada Ketinggian. Jakarta
- [5] OHSAS 18002. 2008. Persyaratan Sistem Manajemen K3. OHSAS Project Group
- [6] Republik Indonesia. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor : 05/PRT/M/2014 tentang Pedoman Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) Konstruksi Bidang Pekerjaan Umum. Jakarta: Sekretariat Kabinet RI; 2014.
- [7] Mohammad Danil Arifin, Fanny Octaviani (2022). Occupational Health and Safety Analysis Using HIRA and AS/NZS 4360:2004 Standard at XYZ Shipyard. International Journal of Marine Engineering Innovation and Research. Vol 7 No 3. Pp. 145-152.
<http://dx.doi.org/10.12962/j25481479.v7i3.14151>
- [8] Anugrah Gilang, Mohammad Danil Arifin, Danny Faturachman, Fanny Octaviani. (2022). Analisa K3 Pada Galangan X Menggunakan Metode JSA dan AS/NZS 4360. Jurnal Sains & Teknologi Fakultas Teknik Universitas Darma Persada. Vol 12.
- No 2. Pp. 48-62
- [9] Taufikurahman Silitonga, Mohammad Danil Arifin, Danny Faturachman.(2022). Analisa Prioritas Pemeliharaan Komponen General Service System Berdasarkan Efek & Tipe Kegagalan Menggunakan Metode FMEA. Jurnal Sains & Teknologi Fakultas Teknik. Vol. 12 No. 1. Pp. 128-137
- [10] Mohammad Danil Arifin , Fanny Octaviani, Theresiana. D. Novita. 2015. Analisa Kegagalan Sistem Pelumasan dan Pemilihan Metode Perawatan M/E di Kapal Menggunakan Metode FMEA Dalam Rangka Menunjang Operasi Transportasi Laut di Indonesia, Universitas Darma Persada, Jakarta Timur