

Implementasi *Event and Causal Factor Analysis* untuk Menganalisis Kecelakaan Kapal Tunda pada Perusahaan Jasa Perkapalan

Haidar Labib Tsany¹, Mochamad Yusuf Santoso¹ dan Mey Rohma Dhani^{1*}

¹Program Studi Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

*E-mail: meyrohmadhani@ppns.ac.id

Abstrak

Kapal yang masuk dan keluar dermaga dipandu dan ditarik oleh perusahaan jasa perkapalan. Perpanjangan jam operasional, yang dapat menyebabkan kesalahan manusia dan kondisi kapal tunda yang buruk, meningkatkan risiko kecelakaan kapal tunda. Selama tiga tahun terakhir, jam operasional yang lebih lama berkorelasi langsung dengan banyaknya kecelakaan kapal tunda. Banyak perusahaan mengalami kerugian finansial besar karena kecelakaan. Akibatnya, analisis kecelakaan diperlukan untuk mencegah kejadian serupa terjadi lagi. Untuk tujuan ini, metode analisis faktor peristiwa dan sebab akibat (ECFA) digunakan. Metode ini melibatkan penggunaan bagan ECFA untuk menunjukkan kronologi kondisi sebelum peristiwa terjadi, dan kemudian mengisi lembar kerja ECFA untuk mengkategorikan penyebab dan kondisi yang ditemukan. Menurut analisis kecelakaan, ada sebelas penyebab utama kecelakaan kapal tunda, termasuk masalah peralatan, masalah proses, kesalahan manusia, dan kekurangan manajemen. Rekomendasi untuk perusahaan meliputi: awak kapal tunda secara teratur memeriksa dan merawat peralatan; manajemen menetapkan prosedur perbaikan mesin bantu untuk menjamin kelayakan laut; manajemen lebih tanggap terhadap permintaan suku cadang awak kapal; dan awak kapal memantau kondisi mesin dan mendinginkan mesin saat terjadi panas berlebih.

Kata Kunci: Analisis Kecelakaan, *Event and Causal Factor Analysis*, Perusahaan Jasa Perkapalan, Kapal Tunda

Abstract

Shipping companies guide and tow ships entering and leaving the dock. Extended operating hours, which can cause human error and poor tugboat conditions, increase the risk of tugboat accidents. Over the past three years, longer operating hours have been directly correlated with the number of tugboat accidents. Many companies have suffered huge financial losses due to accidents. As a result, accident analysis is needed to prevent similar incidents from happening again. For this purpose, the event and cause and effect factor analysis (ECFA) method is used. This method involves using an ECFA chart to show the chronology of conditions before the event occurred and then filling out an ECFA worksheet to categorize the causes and conditions found. According to the accident analysis, there are eleven main causes of tugboat accidents, including equipment problems, process problems, human error, and management deficiencies. Recommendations for companies include: tugboat crews regularly check and maintain equipment; management establishes auxiliary engine repair procedures to ensure seaworthiness; management is more responsive to crew spare parts requests; and crews monitor engine conditions and cool engines when overheating occurs.

Keywords: Accident Analysis, *Event and Causal Factor Analysis*, Shipping Service Company, Tugboat

1. PENDAHULUAN

Perusahaan yang menawarkan pemanduan dan penundaan kapal yang akan keluar dari dermaga dikenal sebagai perusahaan jasa perkapalan. Pemandu kapal memberikan informasi penting tentang keadaan perairan setempat demi keselamatan kapal dan lingkungan serta membantu kapal agar navigasi dapat dilaksanakan dengan selamat, tertib, dan lancar (Burhani et al., 2023). Penundaan kapal adalah bagian dari pemanduan yang mencakup kegiatan mendorong, menarik, menggandeng, mengawal, dan membantu (assist) kapal yang bergerak di jalur pelayaran, daerah labuh jangkar, dan kolam pelabuhan. Baik untuk bertambat ke atau melepas dari dermaga, jetty, trestle, pier, pelampung, dolphin, kapal, dan fasilitas tambat lainnya dengan menggunakan kapal tunda sesuai dengan persyaratan (Lumiu, 2022). Dibantu oleh puluhan kapal tunda yang tersebar di seluruh Indonesia,

perusahaan jasa perkapalan memainkan peran penting dalam kegiatan perdagangan dan ekonomi global. Peran vital yang dilakukan kapal tunda tersebut adalah setiap harinya membantu hingga ratusan kapal, baik itu kapal kargo atau pun kapal penumpang yang akan lepas atau sandar dari dermaga. Kapal tunda mempunyai peran untuk memastikan proses kapal yang akan keluar atau masuk dermaga berjalan dengan aman. Peraturan Manajemen Keselamatan Internasional (ISM) Code adalah salah satu peraturan internasional yang mengatur keselamatan kapal saat perusahaan melakukan proses pemanduan dan penundaan. Kode ini mengatur pengoperasian kapal secara aman dan upaya untuk mencegah pencemaran laut (Rusdiana & Ekowati, 2021).

Meskipun kecil, proses penundaan kapal memiliki risiko kecelakaan yang tinggi. Risiko kecelakaan selama penundaan mencakup pergerakan kapal dan keselamatan awak kapal. Proses pemanduan dan penundaan dihambat oleh faktor alam dan lokasi (Indriyani et al., 2021). Rutinitas pekerjaan penundaan yang berlangsung selama 24 jam meningkatkan risiko kecelakaan ini. Kelelahan awak kapal dapat menyebabkan human error atau kondisi kapal yang buruk akibat operasi berlebihan. Data kecelakaan yang dimiliki perusahaan selama tiga tahun terakhir menunjukkan bahwa jumlah kecelakaan kapal meningkat setiap tahunnya. Kecelakaan kapal tunda menyebabkan kerugian properti. Kecelakaan yang menyebabkan kerusakan properti atau aset perusahaan disebut kerugian properti (Rycomatsu & Abdullah, 2019). Kerugian dari dampak kecelakaan yang ditimbulkan dapat berupa kerugian jiwa dan cedera pada awak kapal, kerusakan infrastruktur pelabuhan dan kapal lain, kerugian material dan finansial, serta pencemaran lingkungan laut.

Kejadian atau peristiwa yang tidak diinginkan yang merugikan orang, proses, atau harta benda selama proses kerja disebut kecelakaan kerja (Nita et al., 2022). Tindakan tidak aman dan keadaan tidak aman adalah dua penyebab utama kecelakaan kerja (Tinambunan & Safrin, 2023). Banyak kecelakaan yang dapat mengancam kapal dan awaknya di laut, termasuk tubrukan, kebakaran, kebocoran, tenggelam, dan kandas (Hati et al., 2023). Departemen Perhubungan Laut, Komite Nasional Keselamatan Transportasi (KNKT) menemukan 35 kecelakaan kapal terjadi di Indonesia antara tahun 2008 dan 2014, menurut analisis data kecelakaan dan investigasi transportasi laut tahun 2008–2014. 31% kapal tubrukan, 26% tenggelam, 23% terbakar, 9% terguling/terbalik, dan 9% meledak berdasarkan jenis kasus (Rivai et al., 2019). Kecelakaan pada dunia pelayaran secara umum disebabkan faktor kesalahan manusia seperti pemilik kapal, syahbandar, nahkoda atau pihak lain yang mengakibatkan terjadinya kecelakaan kapal (Cahyudin, 2021). Untuk mencegah kecelakaan kapal tunda berulang kembali, maka perlu dilakukan investigasi dan analisis penyebab terjadinya kecelakaan kapal tunda. Menurut Kurniasih (2020), melakukan analisis kecelakaan sangat penting untuk mengidentifikasi faktor-faktor utama yang menyebabkan kecelakaan agar tidak terjadi lagi.

Pada penelitian ini, metode ECFA (Event and Causal Factors Analysis) digunakan untuk menganalisis kecelakaan. ECFA adalah metode yang digunakan untuk menentukan rangkaian tindakan dan kondisi sekitar yang menyebabkan kecelakaan terjadi. Tiga tujuan utama analisis peristiwa dan faktor penyebab (ECFA) adalah sebagai berikut: (1) memverifikasi rantai sebab akibat dan peristiwa; (2) menyediakan struktur untuk integrasi hasil penyelidikan; dan (3) membantu komunikasi selama dan setelah penyelidikan. (Kingston & Nelson, 1995). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penyebab terjadinya kecelakaan kapal tunda agar tidak terjadi lagi dengan cara menganalisis dan merekonstruksi kronologi kecelakaan kapal tunda pada perusahaan jasa perkapalan menggunakan metode ECFA. Selain itu akan dilakukan identifikasi faktor-faktor penyebab kecelakaan, baik bersifat langsung maupun tidak langsung berdasarkan analisis ECFA. Selanjutnya akan dirumuskan rekomendasi tindakan pencegahan yang efektif untuk mencegah terulangnya kecelakaan serupa di masa depan.

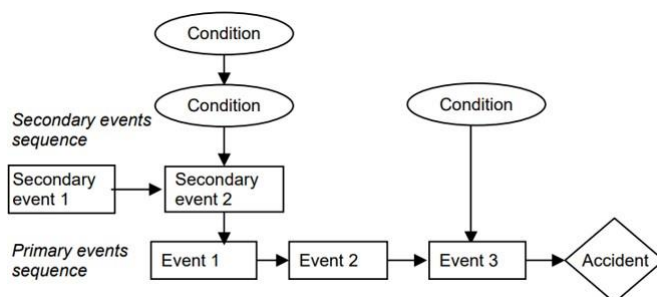
2. METODE

Penelitian ini menggunakan metode ECFA untuk menggambarkan alur kejadian yang menyebabkan kecelakaan dan variabel yang mempengaruhinya. Garis ECFA membantu menggambarkan dan memvalidasi alur kejadian yang menyebabkan kecelakaan (Kurniawan et al., 2024). Penyebab dan kondisi yang ada berdasarkan grafik ECFA akan diklasifikasikan menjadi direct cause, contributing cause, atau root cause. Selanjutnya, beberapa penyebab yang ada tersebut akan dimasukkan ke dalam worksheet ECFA yang sesuai dengan kategorinya. Menurut DOE (1992), ada tujuh lembar kerja yang dapat dipilih untuk diisi jika penyebab (cause) sesuai dengan lembar kerja tersebut. Ketika tujuh *worksheet* telah diisi, maka akan dilanjutkan pengisian *worksheet summary*. *Worksheet summary* ECFA adalah rangkuman kategori penyebab dan penyebab terjadinya kecelakaan kapal tunda beserta rekomendasi perbaikan.

Langkah-langkah dalam menganalisis kecelakaan (Kurniasih, 2020), adalah sebagai berikut:

1. Mengumpulkan data tentang kecelakaan yang terjadi dan menggunakan data kronologi untuk menyelidiki kecelakaan tersebut.
2. Menggunakan asumsi untuk membuat rangkaian kronologi dari kejadian dan kondisi terkait yang mendahului kecelakaan.

3. Membuat grafik ECF, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1, yang menunjukkan suatu rangkaian kronologi dengan grafik yang mengidentifikasi penyebab langsung, penyebab utama, dan penyebab tambahan.



Gambar 1. Contoh ECF Chart (Harms-Ringdahl, 2013)

4. Membuat lembar kerja ECF seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2, di mana Anda dapat mengidentifikasi komponen yang turut mempengaruhi dalam lembar kerja yang sudah tersedia, dan kemudian mengakhirinya dengan lembar kerja ringkasan.

☐ <i>Applicable</i>	☐ <i>Not Applicable</i>
<i>Rate each subcategory cause:</i> D = Direct Cause C = Contributing Cause R = Root Cause	
<i>Why was "Equipment/Material" a Cause?</i>	
<i>Equipment/Material Problem Subcategories</i>	I II III IV
1A = Defective or Failed Part	
1B = Defective or Failed Material	
1C = Defective Weld, Braze, or Soldered Joint	
1D = Error by Manufacturer in Shipping or Marking	
1E = Electrical or Instrument Noise	
1F = Contamination	
<i>Cause Descriptions:</i>	
<i>Recommended Corrective Action:</i>	

Gambar 2. Contoh ECF Worksheet (Department of Energy Guideline, 1992)

Menurut Pedoman Departemen Energi (1992), proses pengisian lembar kerja ECFA adalah sebagai berikut

1. Pastikan lembar kerja dapat digunakan
2. Cantumkan informasi penyebab subkategori pada setiap lembar kerja yang berlaku;
 - a. Buat daftar penyebab subkategori yang berlaku untuk penyebab langsung, penyebab kontribusi, dan penyebab langsung, dengan memberi tanda D, C, atau R pada kotak yang sesuai;
 - b. Jelaskan penyebab di bagian penjelasan penyebab, menjelaskan hubungannya dengan kejadian, dan hubungkan setiap penyebab dengan kode dan angka romawi matriks;
 - c. Cantumkan tindakan yang diperlukan untuk memperbaiki masing-masing tindakan penyebab untuk mencegah masalah tersebut terulang.
3. Masukkan penyebab langsung, penyebab tambahan, penyebab akar, dan solusi perbaikan yang disarankan ke dalam lembar ringkasan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Fokus analisis adalah kasus kecelakaan kapal tunda di mana blackout pada auxiliary engine menyebabkan kapal yang ditunda terseret dan menabrak dermaga. Kasus ini dipilih karena blackout kapal tunda di perusahaan cukup sering—tiga kali dalam dua tahun. Metode ECFA digunakan untuk melakukan analisis, di mana garis ECFA digambarkan pada Gambar 1 untuk menunjukkan kronologi dan faktor-faktor yang berkontribusi terhadap kecelakaan. Setelah garis ECFA digambarkan, formulir ECFA diisi pada Tabel 1 untuk mengidentifikasi kategori penyebab dan faktor-faktor yang berkontribusi terhadap kecelakaan tersebut, serta saran untuk memperbaikinya.

Hasil analisis kecelakaan kapal tunda yang dilakukan menggunakan metode ECFA ditunjukkan di sini.

A. Event and Causal Factor Analysis Chart Kasus Kecelakaan Kapal Tunda Menabrak Dermaga

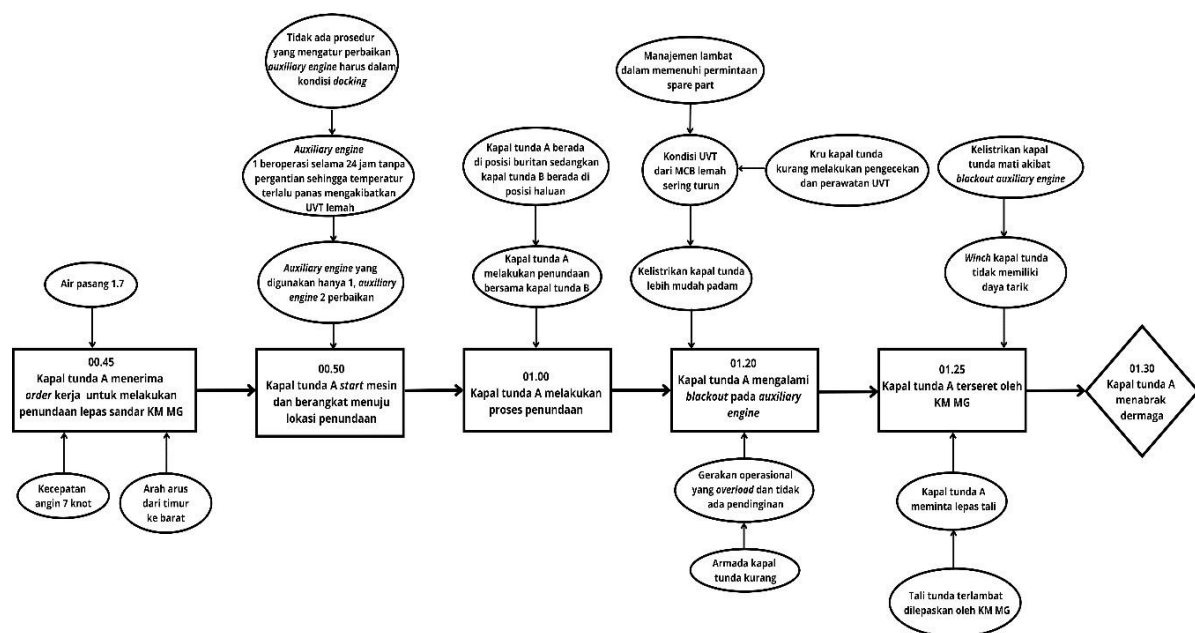
Kronologi dan kondisi yang mempengaruhi ditemukan berdasarkan grafik analisis peristiwa dan faktor penyebab pada gambar 1, yaitu:

Kapal tunda A pada pukul 00.45 menerima order kerja untuk menunda KM MG, yang akan lepas sandar dengan kondisi air pasang 1.7, kecepatan angin 7 knot, dan arah arus dari timur ke barat. Pukul 00.50, kapal tunda A menghidupkan mesinnya dan berangkat ke lokasi penundaan dengan hanya menggunakan 1 mesin bantuan, sedangkan 2 mesin bantuan sedang dalam proses perbaikan. Auxiliary engine 1 beroperasi tanpa pergantian selama 24 jam, jadi suhu terlalu panas menyebabkan UVT lemah. Tidak ada prosedur yang menetapkan bahwa kondisi docking kapal tunda harus diperbaiki. Pada kapal tunda, mesin pendukung digunakan untuk menghidupkan alat bantu mesin seperti pompa, sistem kemudi, penerangan, dll. Pukul 01.00, kapal tunda A menunda kapal tunda B, dengan kapal tunda A di haluan dan kapal tunda B di buritan.

Karena kondisi UVT MCB yang lemah dan sering turun, yang disebabkan oleh kru kapal tunda yang kurang melakukan pengecekan dan perawatan UVT dan manajemen yang lambat untuk memenuhi permintaan spare part, kelistrikan kapal tunda menjadi lebih mudah padam pada jam 01.20. *Blackout* adalah suatu keadaan dimana listrik mengalami suatu gangguan atau masalah yang terjadi akibat kelebihan, ketidakmampuan suatu tegangan listrik dan arus yang mengalir terlalu tinggi atau besar. Tidak ada peralatan listrik yang dapat berfungsi dengan baik ketika terjadi blackout. MCB dan UVT bertanggung jawab untuk menghentikan aliran listrik yang berlebihan. Kondisi tersebut diperparah dengan gerakan kapal yang terlalu penuh karena armada kapal tunda yang lebih sedikit, yang membuat kapal tunda hanya menggunakan satu engine pendukung. Idealnya, kapal tunda harus bergantian menggunakan AE 1 atau 2 setiap 24 jam. Pukul 01.25, kapal tunda terseret oleh kapal yang ditunda karena winch kapal tunda tidak memiliki daya tarik karena kebakaran pada engine pendukung. Mereka sudah meminta lepas tali kepada KM MG tetapi terlambat untuk dilepaskan. Pada pukul 01.30, kapal tunda menabrak dermaga.

Sehubungan dengan insiden kapal tunda menabrak dermaga, dapat diidentifikasi beberapa penyebab berikut:

- a. *Direct cause* :
 1. Kapal tunda A mengalami kerusakan pada mesin pendukung
 2. Kondisi UVT MCB sering turun
 3. Kelistrikan kapal tunda mati karena kerusakan mesin pendukung.
 4. Winch kapal tunda tidak dapat menarik.
- b. *Contributing cause* :
 1. Auxiliary engine yang digunakan saat hanya 1 beroperasi sedang diperbaiki.
 2. Gerakan operasional yang overload dan tidak ada pendinginan
 3. KM MG terlambat. melepaskan tali tunda
- c. *Root cause* :
 1. Tidak ada prosedur yang mengatur perbaikan auxiliary engine dalam kondisi docking.
 2. Armada kapal tunda kurang memenuhi standar
 3. Manajemen perusahaan tidak segera memenuhi permintaan spare part
 4. Pengecekan dan perawatan UVT tidak dilakukan oleh Kru kapal



Gambar 3. Event and Causal Factor Analysis Chart Kasus Kecelakaan Kapal Tunda Menabrak Dermaga

B. Worksheet Event and Causal Factor Analysis Kasus Kecelakaan Kapal Tunda Menabrak Dermaga

Pengisian worksheet ECFA dilakukan dengan memasukkan *direct cause*, *contributing cause*, dan *root cause* yang terdapat pada ECFA chart ke setiap worksheet yang sesuai dengan kategori penyebab tersebut. Tabel 1 merupakan worksheet yang berisi rangkuman kategori penyebab dan penyebab terjadinya kecelakaan kapal tunda beserta rekomendasi perbaikan.

Tabel 1 ECFA Worksheet Summary Kasus Kecelakaan Kapal Tunda Menabrak Dermaga

Problem/Deficiency Category		Direct Cause	Root Cause	Contributing Cause
Operational Readiness Problem	Equipment/ Material Problem	4		1
	Procedure Problem		1	
	Personnel Errors		1	2
Management/ Field Bridge Problem	Design Problem			
	Training Deficiency			
Management Problem			2	
External Phenomenon				
Cause Descriptions:				
1A Defective or Failed Part				
- Winch kapal tunda tidak memiliki daya tarik				
- Auxiliary engine yang digunakan ketika beroperasi hanya 1, auxiliary engine 2 sedang perbaikan				
1E Electrical or Instrument Noise				
- Kapal tunda A mengalami blackout pada auxiliary engine				
- Kondisi UVT dari MCB lemah sering turun				
- Kelistrikan kapal tunda mati akibat blackout auxiliary engine				
2B Lack of Procedure				

- Tidak ada prosedur yang mengatur perbaikan <i>auxiliary engine</i> harus dalam kondisi <i>docking</i>
3A <i>Inadequate Work Environment</i>
- Gerakan operasional yang <i>overload</i> dan tidak ada pendinginan
3C <i>Violation of Requirement or Procedure</i>
- Kru kapal tunda kurang melakukan pengecekan dan perawatan UVT
3D <i>Verbal Communication Problem</i>
- Tali tunda terlambat dilepaskan oleh KM MG 3
6C <i>Inadequate Supervision</i>
- Manajemen lambat dalam memenuhi permintaan <i>spare part</i>
6D <i>Improper Resource Allocation</i>
- Armada kapal tunda kurang
<i>Recommended Corrective Action:</i>
- Kru kapal tunda rutin melakukan pengecekan dan perawatan pada peralatan kapal tunda.. - Kru kapal tunda segera menghubungi manajemen jika terdapat kerusakan pada peralatan kapal tunda - Manajemen membuat prosedur jelas dan terstruktur mengenai kondisi yang mengharuskan perbaikan <i>auxiliary engine</i> harus dalam keadaan <i>docking</i>. - Pemasangan sistem monitoring untuk mengetahui kondisi dan permasalahan <i>auxiliary engine</i> dan penjadwalan perbaikan. - Menjalin komunikasi dan koordinasi yang baik dengan kapal yang di tunda ketika terjadi keadaan darurat. - Memantau kondisi mesin kapal dan segera mendinginkan mesin ketika <i>overload</i>. - Kru kapal tunda tanggap terhadap segala kejadian ketika operasional termasuk ketika keadaan darurat. - Manajemen mengatur armada kapal tunda di masing-masing wilayah dengan baik. - Manajemen membuat jadwal perbaikan kapal dengan baik. - Manajemen turut serta memonitoring kondisi peralatan kapal tunda secara langsung. - Nahkoda melakukan <i>toolbox meeting</i> secara berkala untuk menyampaikan terkait risiko dan bahaya terhadap kru kapal dan kru kapal bisa menyampaikan kendala yang ada.

Dalam kasus kapal tunda menabrak dermaga, Tabel 1 menunjukkan bahwa ada sebelas penyebab kecelakaan, masing-masing dengan kategorinya sendiri. Untuk kecelakaan kapal tunda, masalah peralatan atau material adalah yang paling sering terjadi, dengan lima kasus, diikuti oleh kesalahan orang, masalah manajemen, masalah prosedur, dan masalah prosedural. Selain itu, ditemukan bahwa penyebab kecelakaan kapal tunda terbanyak terjadi karena suara listrik atau instrumen, kerusakan atau kegagalan bagian, kekurangan prosedur, dan kondisi kerja yang tidak memadai.

Berdasarkan analisis ECFA kejadian kecelakaan kapal tunda menabrak dermaga, rekomendasi perbaikan yang dapat diberikan kepada perusahaan adalah sebagai berikut:

- Rutin dilakukan pengecekan dan perawatan pada peralatan kapal tunda;
- Komunikasi antara kru kapal tunda dengan manajemen jika terdapat kerusakan pada peralatan kapal tunda;
- Penyusunan prosedur yang jelas dan terstruktur mengenai kondisi yang mengharuskan perbaikan *auxiliary engine* harus dalam keadaan *docking*;
- Menjalin komunikasi yang baik dengan kapal yang di tunda;
- Pemasangan sistem monitoring untuk mengetahui kondisi dan permasalahan *auxiliary engine* dan penjadwalan perbaikan;
- Pemantauan kondisi kondisi mesin kapal dan pendinginan mesin ketika suhu terlalu panas;
- Tanggap darurat terhadap segala kejadian ketika operasional termasuk ketika keadaan darurat;
- Pengaturan armada kapal tunda dengan baik;
- Penyusunan jadwal perbaikan kapal dengan baik;
- Tanggap dan responsif terhadap permintaan *spare part* dari kru kapal tunda;
- Manajemen turut serta memonitoring kondisi peralatan kapal tunda secara langsung; dan
- Nahkoda melakukan *toolbox meeting*

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis kecelakaan kapal tunda menabrak dermaga yang dilakukan menggunakan metode ECFA, beberapa kesimpulan telah dibuat. Kesimpulan pertama adalah terdapat 11 penyebab terjadinya kecelakaan kapal tunda menabrak dermaga. Sebagai kesimpulan kedua, terdapat tiga kasus kecelakaan kapal tunda yang disebabkan oleh suara listrik atau instrumen; dua kasus disebabkan oleh komponen yang rusak atau gagal; satu kasus disebabkan oleh kurangnya prosedur; lingkungan kerja yang tidak memadai; masalah komunikasi verbal; kurangnya pengawasan; dan alokasi sumber daya yang tidak tepat. Rekomendasi diberikan baik kepada kru maupun manajemen untuk meningkatkan kepatuhan dalam pelaksanaan keselamatan pekerjaan kapal tunda. Penelitian dapat dikembangkan dengan mempertimbangkan penggunaan metode analisis kecelakaan lainnya seperti *Fault Tree Analysis* (FTA) atau *Human Factors Analysis and Classification System* (HFACS) yang dapat memperkuat temuan dan memberikan perspektif tambahan.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapn terimakasih disampaikan kepada kepada semua pihak yang terlibat dalam penelitian ini, seperti pihak ahli K3 perusahaan dan dari kru kapal tunda karena atas bantuan dan dukungan mereka penelitian ini dapat terselesaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arum, Y., Handoko, L., & Dhani, M. R. (2018). Analisis Kecelakaan Menggunakan Metode Event and Causal Factors Analysis dan Fishbone Analysis. *Seminar Nasional K3 PPNS*, 1(1), 371–376.
- Burhani, S., Amir, S. M., & Humaerah, A. A. (2023). Tingkat Pencapaian Standar Waktu Pelayanan Pemanduan Kapal (Approach Time) di Pelabuhan Parepare. *Jurnal Informasi, Sains Dan Teknologi*, 6(1), 131–147. <https://doi.org/10.55606/isaintek.v6i1.106>
- Cahyudin, A. (2021). Pencegahan Kecelakaan Kapal dalam Upaya Peningkatan Pelayanan Kapal. *Jurnal Ilmiah Kemaritiman Nusantara*, 1(2), 56–60.
- Department of Energy. (1992). DOE Guideline Root Cause Analysis Guidance Document. *Doe Guideline Doe-Ne-Std-1004-92 Root Cause Analysis Guidance Document*, February, 1–69.
- Department of Energy. (2012). *Accident and Operational Safety Analysis Volume I: Accident Analysis Techniques INTRODUCTION-HANDBOOK APPLICATION AND SCOPE*.
- Harms-Ringdahl, L. (2013). Guide to safety analysis for accident prevention. In *IRS Riskhantering AB*. <http://www.irisk.se>
- Hati, A. K., Setiono, B. A., & Purwiyanto, D. (2023). Analisis Prosedur Pelaksanaan Annual Servis Alat-Alat Keselamatan dan Alat Pemadam Kebakaran di Atas Kapal Sesuai Standar SOLAS. *Jurnal Aplikasi Pelayaran Dan Kepelabuhanan*, 14(1), 81–93. <https://doi.org/10.30649/japk.v14i1.105>
- Indriyani, Robertus Igang P, & Tiara Pandansari. (2021). Implementasi ISM Code dalam Meningkatkan Keselamatan Pelayaran Kapal di Pelabuhan Tanjung Intan Cilacap. *Saintara : Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Maritim*, 5(2), 24–27. <https://doi.org/10.52488/saintara.v5i2.102>
- Kingston, H., & Nelson, H. . (1995). Events and Causal Factors Analysis. *Technical Research and Analysis Center*, August, 1–20.
- Kurniasih, Dewi. 2020. Failure in Safety System : Metode Analisis Kecelakaan Kerja. Zifatama Jawa. <https://books.google.co.id/books?id=57QHEAAQBAJ>
- Kurniawan, W. R., Anindita, G., & Dhani, R. (2024). Analisis Kecelakaan Pekerjaan Lifting dengan Overhead Crane Menggunakan Metode ECFA , Fishbone , dan Pareto Analysis. 1–6.
- Lumiu, G. I. R. (2022). 363-Article Text-1490-2-10-20230215.
- Nita, R., Is, J. M., Fahlevi, M. I., & Yarmaliza. (2022). Analisis Kejadian Kecelakaan Kerja pada Pekerja Perabot Kayu Di Dunia Perabot Kecamatan Blang Pidie Kabupaten Aceh Barat Daya. *Jurnal Mahasiswa Kesehatan Masyarakat*, 2(1), 148–168.
- Rivai, H., Farapahlefi, A. S., Baharuddin, B., Zulkifli, Z., & Rahimuddin, R. (2019). Analisa Hazard Navigation Map terhadap Resiko Tubrukan Kapal. *Jurnal Penelitian Enjiniring*, 23(2), 98–103. <https://doi.org/10.25042/jpe.112019.01>
- Rusdiana, D., & Ekowati, S. (2021). *PELAYARAN NIAGA HUKUM MARITIM Buku Panduan SMK*.

- Rycomatsu, & Abdullah, R. (2019). Analisis Property Damage di Area Tambang Pt. Pamapersada Nusantara Site Air Laya Provinsi Sumatera Selatan. *Jurnal Bina Tambang*, 4(3), 134–142.
- Tinambunan, R. S., & Safrin, F. A. (2023). Implementasi Metode Job Safety Analysis Sebagai Upaya Pencegahan Kecelakaan Kerja Pada Karyawan. *Transekonomika: Akuntansi, Bisnis Dan Keuangan*, 3(3), 473–486. <https://doi.org/10.55047/transekonomika.v3i3.414>