

ANALISIS KOMPETENSI KRU MESIN TERHADAP PENGGUNAAN ALAT PEMADAM KEBAKARAN DI KAMAR MESIN KM. TATAMAILAU

Adjie Chrisyono Boru¹, Ahmad Wahid², Hasiah³

^{1,2,3} Program Studi Teknika, Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar
adjieboru@gmail.com

ABSTRACT

This study aims to analyze the competence of engine crew members in the use of firefighting equipment during fire drills in the engine room of KM. Tatamailau and to identify the supporting and inhibiting factors affecting its implementation. The research employed a descriptive qualitative method with data collected through observation, interviews, and documentation. The results indicate that the competence of the engine crew in operating the hydrant system is categorized as fairly good, as reflected in their knowledge, skills, and work attitudes. The crew members were able to perform the basic procedures for operating the hydrant system in accordance with established procedures. However, several obstacles were identified, including suboptimal coordination among crew members and a lack of familiarity with emergency equipment. Supporting factors include the availability of firefighting equipment, the implementation of safety procedures, and regular training exercises. Therefore, improvements in training and crew coordination are necessary to enhance the effectiveness of fire emergency response in the engine room.

Keywords: *Engine Crew Competence, Hydrant System, Fire Drill, Maritime*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengkaji kompetensi kru mesin dalam mengoperasikan alat pemadam kebakaran saat fire drill berlangsung di kamar mesin KM. Tatamailau, sekaligus mengidentifikasi faktor pendukung dan penghambat yang memengaruhi pelaksanaannya. Metode yang digunakan adalah deskriptif kualitatif, dengan data dihimpun melalui observasi, wawancara, dan dokumentasi. Temuan penelitian memperlihatkan bahwa kompetensi kru mesin dalam mengoperasikan sistem hidran tergolong cukup baik, dilihat dari aspek pengetahuan, keterampilan, dan sikap kerja. Kru mampu menjalankan prosedur dasar pengoperasian sistem hidran sesuai ketentuan yang berlaku. Meski demikian, masih dijumpai sejumlah kendala, seperti koordinasi antarkru yang belum optimal dan minimnya familiarisasi terhadap peralatan darurat. Faktor pendukung mencakup ketersediaan alat pemadam kebakaran, penerapan prosedur keselamatan, serta pelaksanaan latihan secara

berkala. Oleh karena itu, peningkatan pelatihan dan koordinasi antarkru diperlukan guna mendukung efektivitas penanggulangan kebakaran di kamar mesin.

Kata Kunci: Kompetensi Kru Mesin, Sistem Hidran, Fire Drill, Keselamatan

A. Pendahuluan

Aspek keselamatan menempati posisi yang sangat menentukan dan menjadi fondasi bagi seluruh aktivitas di sektor maritim Abubakar, (2022). Membaiknya tingkat keselamatan kapal memberi dampak langsung terhadap kemudahan akses dan keterhubungan antarwilayah, sekaligus turut menopang rasa aman masyarakat serta keberlangsungan perekonomian di tingkat lokal Wahid dkk,(2023).

Kondisi ini terjadi karena keselamatan menjadi landasan pokok yang wajib dijaga di sepanjang rangkaian kegiatan operasional pelayaran, mulai dari tahap perencanaan, pelaksanaan, sampai dengan evaluasi pelayaran kapal. Tanpa penerapan prinsip keselamatan yang memadai, aktivitas pelayaran tidak dapat berlangsung secara aman, efisien, dan sesuai standar yang berlaku di dunia maritim Hendrawan & Nusantara, (2019).

Berbagai kajian menunjukkan bahwa faktor manusia menjadi penyumbang terbesar terjadinya

kecelakaan kapal, di mana kategori unsafe acts saja tercatat menyumbang hingga 41% dari keseluruhan penyebab kecelakaan Cahyasusila dkk,(2019). Kejadian kebakaran di atas kapal bukan hanya menimbulkan kerugian material dan finansial, melainkan juga berpotensi merenggut korban jiwa Ambarsari dkk.,(2025). Ruang kamar mesin tergolong area dengan risiko kebakaran paling tinggi, mengingat di dalamnya terdapat sumber panas, bahan bakar, minyak pelumas, dan instalasi kelistrikan yang berpotensi memicu percikan api. Diperlukan peningkatan kedisiplinan serta kesadaran kru terhadap prosedur keselamatan, penguatan koordinasi antartim, dan evaluasi pasca-drill sebagai bagian dari budaya keselamatan Dika Pratama dkk., (2025).

Dalam konteks operasional kapal, kamar mesin (engine room) tergolong area yang rawan terjadi kebakaran. Kondisi tersebut muncul akibat keberadaan berbagai peralatan mekanis yang bekerja secara terus-

menerus, suhu ruangan yang tinggi, sistem bahan bakar bertekanan, serta penggunaan pelumas yang mudah terbakar. Faktor-faktor tersebut menempatkan kamar mesin sebagai salah satu titik rawan bahaya utama di kapal, sehingga kru mesin dituntut memiliki kewaspadaan dan kesiapan tinggi dalam mengantisipasi maupun menanggulangi potensi kebakaran.

Pencegahan dan penanggulangan kebakaran di kapal tidak semata bergantung pada tersedianya peralatan pemadam, melainkan juga sangat dipengaruhi oleh kemampuan kru dalam mengoperasikan peralatan tersebut secara tepat dan sigap. Kompetensi kru mesin mencakup keterampilan teknis, pemahaman terhadap prosedur, serta kesiapan merespons situasi darurat sesuai pembagian tugas dalam muster list. Dengan demikian, kru mesin perlu memiliki kesiapan optimal supaya dapat bertindak secara efektif saat keadaan darurat terjadi.

Salah satu langkah untuk membangun kesiapan tersebut adalah dengan menyelenggarakan latihan kebakaran (fire drill) secara rutin. Fire drill merupakan simulasi kondisi darurat yang dirancang guna melatih kesiapsiagaan kru menghadapi

kebakaran di kapal. Kegiatan ini ditujukan untuk memperkuat koordinasi antarkru, melatih kecepatan respons terhadap alarm, sekaligus menguji keterampilan penggunaan alat pemadam kebakaran. Studi yang dilakukan di KM. Jaya Elo 01 mengungkapkan bahwa fire drill yang tidak dilaksanakan secara rutin membuat kru kurang memahami tanggung jawabnya sesuai muster list Mahendra dkk, (2024).

Di sisi lain, kajian pada KM. Spil Hapsri memperlihatkan bahwa terhentinya fire drill bulanan dalam beberapa periode menyebabkan turunnya kesiagaan kru secara nyata Saputra dkk, (2024). Dalam pelaksanaan fire drill, sistem hidran menjadi alat pemadam utama yang memegang peran krusial, sebab digunakan untuk menangani kebakaran berskala besar, terutama di area kamar mesin.

Fakta di lapangan memperlihatkan bahwa tidak semua tahapan fire drill dijalankan sesuai standar yang ditetapkan. Berdasarkan temuan awal selama masa PRALA di KM. Tatamailau, pelaksanaan simulasi kebakaran cenderung lebih berorientasi pada pemenuhan

dokumen administratif ketimbang benar-benar mereplikasi situasi darurat yang sesungguhnya. Kondisi semacam ini berpotensi memunculkan kesenjangan antara latihan yang dijalankan dengan tindakan nyata saat kebakaran benar-benar terjadi. Wahid & Sulastriani ,(2025) mendapati bahwa tingkat pemahaman prosedur evakuasi darurat sebelum pelatihan hanya mencapai skor rata-rata 47,8 dari 100, yang mengindikasikan masih minimnya pemahaman awak kapal atas prosedur keselamatan.

Atas dasar itu, evaluasi terhadap kesesuaian pelaksanaan fire drill dengan standar ISM Code Elemen 8 menjadi sesuatu yang perlu segera dilakukan. Jika kondisi ini dibiarkan tanpa evaluasi, kru mesin berisiko tidak mampu menanggulangi kebakaran di kamar mesin secara efektif, padahal area tersebut memiliki risiko kebakaran tertinggi akibat perpaduan bahan bakar, suhu tinggi, dan keterbatasan ruang gerak. Hal ini pada akhirnya dapat berdampak langsung pada keselamatan jiwa, kapal, dan muatan.

Meski demikian, pada praktiknya pelaksanaan fire drill kerap belum berjalan secara maksimal. Sejumlah

kendala yang lazim dijumpai antara lain minimnya koordinasi antarkru, terbatasnya pemahaman terhadap prosedur, serta kesiapan alat yang belum sepenuhnya optimal. Di samping itu, perbedaan pengalaman dan latar belakang pelatihan kru turut memengaruhi tingkat kompetensi dalam mengoperasikan alat pemadam kebakaran. Berbagai kondisi tersebut dapat menurunkan efektivitas fire drill, yang pada gilirannya berisiko mengurangi kesiapan kru saat menghadapi kebakaran yang sesungguhnya.

Selain itu, kesesuaian antara prosedur pelaksanaan fire drill dan kondisi nyata di lapangan juga merupakan hal penting yang patut diperhatikan. Prosedur yang dijalankan secara tidak konsisten atau kurang dipahami sepenuhnya oleh kru dapat membuat latihan menjadi kurang efektif. Karena itu, evaluasi atas pelaksanaan fire drill diperlukan guna memastikan kegiatan tersebut benar-benar mampu meningkatkan kesiapan dan kompetensi kru mesin.

Bertolak dari kondisi tersebut, diperlukan kajian mendalam guna mengukur tingkat kompetensi kru mesin dalam mengoperasikan alat pemadam kebakaran, menilai

kesesuaian prosedur fire drill terhadap efektivitas penggunaan alat, serta mengidentifikasi faktor-faktor yang menghambat maupun mendukung peningkatan kesiapan kru mesin. Penelitian ini berfokus pada pelaksanaan fire drill di kamar mesin KM. Tatamailau dengan sistem hidran sebagai alat utama, serta menyoroti aspek keterampilan teknis, kecepatan respons terhadap alarm, dan pelaksanaan tugas sesuai *muster list*.

Temuan penelitian ini diharapkan mampu memberi kontribusi baik dari sisi teoretis maupun praktis. Secara teoretis, penelitian ini dapat memperkaya wawasan di bidang keselamatan pelayaran, khususnya menyangkut kompetensi kru mesin dalam penanggulangan kebakaran. Secara praktis, temuan ini diharapkan dapat menjadi bahan evaluasi bagi kru mesin, perusahaan pelayaran, maupun institusi pendidikan dalam upaya meningkatkan mutu pelatihan, koordinasi, serta kesiapan alat dan prosedur.

Dengan demikian, efektivitas penanggulangan kebakaran di atas kapal dapat ditingkatkan sehingga keselamatan pelayaran semakin terjamin.

B. Metode Penelitian

Jenis Penelitian

Penelitian ini menerapkan pendekatan deskriptif kualitatif. Sugiyono (2020) menjelaskan bahwa penelitian kualitatif adalah metode yang dipakai untuk mengkaji objek pada kondisi alamiah dengan menitikberatkan pemahaman terhadap makna, proses, dan fenomena yang muncul di lapangan. Pendekatan ini digunakan dalam penelitian untuk mengkaji kompetensi kru mesin KM. Tatamailau dalam mengoperasikan alat pemadam kebakaran saat *fire drill* berlangsung di kamar mesin.

Pendekatan deskriptif kualitatif dipilih sebab dinilai mampu menggambarkan secara rinci proses pelaksanaan *fire drill*, keterampilan teknis kru mesin dalam mengoperasikan sistem hidran, kecepatan respons terhadap alarm kebakaran, serta pelaksanaan tugas sesuai *muster list*. Penilaian kompetensi kru dilakukan berdasarkan hasil observasi, wawancara, dan dokumentasi, tanpa melibatkan analisis statistik.

Data penelitian dihimpun melalui pengamatan langsung atas

pelaksanaan *fire drill*, wawancara bersama perwira mesin dan kru mesin, serta penelusuran dokumentasi terkait prosedur keselamatan dan latihan kebakaran di kapal. Melalui teknik-teknik tersebut, peneliti memperoleh gambaran mengenai kemampuan kru dalam mengoperasikan sistem hidran, menerapkan prosedur penanggulangan kebakaran, dan berkoordinasi selama latihan berlangsung.

Di samping menilai kompetensi kru mesin, penelitian ini turut mengidentifikasi faktor-faktor pendukung maupun penghambat pelaksanaan *fire drill*, seperti frekuensi latihan, koordinasi antarkru, kesiapan peralatan pemadam kebakaran, dan pemahaman terhadap prosedur keselamatan. Temuan penelitian diharapkan dapat memberi gambaran mengenai kesiapan kru mesin dalam mendukung efektivitas penanggulangan kebakaran serta meningkatkan keselamatan pelayaran.

HASIL PENELITIAN

KM. Tatamailau adalah kapal penumpang milik PT Pelayaran Nasional Indonesia (PELNI) yang

memegang peran penting dalam menopang transportasi laut di kawasan Indonesia Timur. Tingginya intensitas operasional kapal menjadikan kamar mesin sebagai salah satu area dengan risiko kebakaran tertinggi, mengingat keberadaan mesin, sistem bahan bakar, instalasi kelistrikan, dan suhu operasi yang tinggi. Sebagai langkah penanggulangan kebakaran, KM. Tatamailau dilengkapi sistem hidran sebagai alat pemadam utama di kamar mesin. Meski demikian, efektivitas penggunaannya tidak hanya ditentukan oleh kesiapan peralatan, tetapi juga oleh kompetensi kru mesin dalam mengoperasikan sistem hidran selama *fire drill* berlangsung. Faktor seperti koordinasi antarkru, pemahaman prosedur, dan pelaksanaan latihan secara berkala turut berperan dalam keberhasilan penanganan keadaan darurat. Oleh sebab itu, penelitian ini bertujuan mengkaji kompetensi kru mesin dalam mengoperasikan sistem hidran saat *fire drill* sekaligus mengidentifikasi faktor pendukung dan penghambat pelaksanaannya. Temuan penelitian diharapkan dapat menjadi bahan evaluasi untuk meningkatkan

efektivitas latihan kebakaran dan mendukung keselamatan pelayaran.

Kompetensi Kru Mesin dalam Penggunaan Sistem Hidran

Hasil pengamatan memperlihatkan bahwa kompetensi kru mesin KM. Tatamailau dalam mengoperasikan sistem hidran saat *fire drill* tergolong cukup baik. Kru dapat menjalankan tahapan pengoperasian sistem hidran, mulai dari penggelaran *fire hose*, penyambungan ke *hydrant valve*, pemasangan *nozzle*, hingga pengoperasian pompa kebakaran sesuai prosedur dan pembagian tugas dalam *muster list*. Respons kru terhadap alarm kebakaran juga tergolong baik, terlihat dari kesiapan menuju posisi tugas serta kemampuan mengoperasikan peralatan pemadam kebakaran selama simulasi berlangsung.

Pelaksanaan *fire drill* secara rutin memberi dampak positif terhadap peningkatan keterampilan teknis maupun koordinasi antarkru. Mayoritas kru sudah memahami tugas masing-masing serta mampu bekerja sama dalam menjalankan simulasi pemadaman. Kesiapan sistem hidran dan peralatan pemadam kebakaran turut menunjang kelancaran latihan.

Kendati demikian, masih dijumpai sejumlah kendala yang berdampak pada efektivitas pelaksanaan *fire drill*. Koordinasi teknis antarkru saat penggelaran selang dan pengoperasian *nozzle* belum berjalan optimal akibat ruang gerak yang terbatas di kamar mesin. Selain itu, sebagian *firehose* memerlukan perawatan, sementara familiarisasi terhadap peralatan darurat masih perlu ditingkatkan melalui latihan yang lebih aplikatif dan berkelanjutan. Padatnya jadwal operasional kapal juga membatasi waktu untuk menjalankan simulasi yang lebih komprehensif.

Secara umum, kompetensi kru mesin dalam mengoperasikan sistem hidran sudah tergolong cukup baik dan ditunjang oleh kesiapan peralatan. Meski begitu, peningkatan koordinasi, perawatan peralatan, serta pengembangan skenario latihan yang lebih realistis tetap diperlukan guna meningkatkan, efektivitas, penanggulangan kebakaran dan mendukung keselamatan pelayaran.

Temuan penelitian memperlihatkan bahwa kompetensi kru mesin KM. Tatamailau dalam mengoperasikan sistem hidran saat

fire drill tergolong cukup baik. Mengacu pada standar STCW 1978 Amandemen Manila 2010, kompetensi kru telah memenuhi aspek pengetahuan, keterampilan, dan sikap kerja. Kru memahami prosedur pengoperasian sistem hidran, mampu menjalankan peralatan pemadam kebakaran sesuai *muster list*, serta memperlihatkan respons yang baik terhadap alarm kebakaran. Meski begitu, koordinasi teknis dan keterampilan dalam pengoperasian *nozzle* masih memerlukan penguatan melalui latihan yang lebih aplikatif.

Pelaksanaan Fire Drill dan Penggunaan Sistem Hidran

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa pelaksanaan *fire drill* di KM. Tatamailau telah berjalan sesuai prosedur keselamatan dan pembagian tugas dalam *muster list*. Simulasi diawali dengan pembunyian alarm kebakaran, kemudian kru mesin menjalankan penggelaran *fire hose*, penyambungan ke *hydrant valve*, pemasangan *nozzle*, serta pengoperasian pompa kebakaran sesuai arahan perwira mesin. Seluruh tahapan berjalan lancar dan memperlihatkan bahwa kru telah

memahami prosedur dasar pengoperasian sistem hidran.

Sistem hidran beserta pompa kebakaran, *fire hose*, *hydrant valve*, dan *nozzle* berada dalam kondisi siap pakai sehingga menunjang kelancaran pelaksanaan latihan. Pelaksanaan *fire drill* secara berkala turut memperkuat pemahaman kru terhadap prosedur penanggulangan kebakaran serta koordinasi dalam mengoperasikan sistem hidran.

Sekalipun demikian, masih ditemukan beberapa kendala, seperti terbatasnya variasi skenario latihan, koordinasi antarkru yang belum sepenuhnya optimal, serta padatnya jadwal operasional kapal yang membatasi waktu pelaksanaan latihan. Di samping itu, simulasi masih berfokus pada prosedur dasar sehingga belum sepenuhnya mencerminkan kondisi darurat yang sesungguhnya di kamar mesin.

Secara keseluruhan, pelaksanaan *fire drill* dan pengoperasian sistem hidran di KM. Tatamailau telah berjalan dengan baik. Namun demikian, penguatan koordinasi, pengembangan skenario latihan yang lebih realistis, dan pelaksanaan latihan secara berkelanjutan tetap

dibutuhkan untuk meningkatkan kesiapan kru mesin dalam menghadapi keadaan darurat kebakaran.

Pelaksanaan *fire drill* secara umum telah mengikuti prosedur keselamatan kapal dan menunjang penerapan sistem manajemen keselamatan. Sistem hidran, pompa kebakaran, *hydrant valve*, *nozzle*, dan mayoritas *fire hose* berada dalam kondisi siap digunakan sehingga simulasi dapat berjalan dengan baik. Mengacu pada ISM Code Elemen 8, identifikasi bahaya, prosedur darurat, dan pelaksanaan latihan berkala telah diterapkan, meskipun evaluasi pasca-drill dan pengembangan skenario latihan masih perlu diperkuat agar semakin mendekati kondisi darurat yang sesungguhnya.

Faktor Pendukung dan Penghambat dalam Pelaksanaan Fire Drill

Hasil pengamatan memperlihatkan bahwa efektivitas pelaksanaan *fire drill* di KM. Tatamailau dipengaruhi oleh faktor pendukung dan penghambat. Faktor pendukung antara lain kesiapan sistem hidran dan peralatan pemadam kebakaran yang berada dalam kondisi baik, pelaksanaan latihan secara berkala,

serta kerja sama antarkru yang ditopang arahan perwira mesin. Kondisi tersebut membantu kru memahami prosedur pengoperasian sistem hidran dan menjalankan tugas sesuai *muster list* sehingga simulasi dapat berlangsung lancar.

Di sisi lain, masih terdapat sejumlah aspek yang perlu ditingkatkan. Koordinasi teknis antarkru belum sepenuhnya optimal, khususnya dalam pengaturan *fire hose* dan pengoperasian *nozzle* di ruang kamar mesin yang terbatas. Familiarisasi terhadap prosedur darurat juga masih perlu diperkuat agar kru semakin siap menghadapi situasi kebakaran yang kompleks. Temuan ini sejalan dengan Wahid dan Sulastriani (2025) yang menegaskan bahwa edukasi dan pelatihan berkelanjutan memegang peran penting dalam memperkuat keterampilan serta budaya keselamatan di lingkungan kerja maritim.

Selain itu, variasi skenario latihan masih terbatas pada prosedur dasar sehingga belum sepenuhnya mencerminkan kondisi darurat yang sesungguhnya. Sebagian *fire hose* juga membutuhkan perawatan agar

seluruh sistem hidran tetap dalam kondisi siap pakai. Padatnya jadwal operasional kapal turut membatasi waktu yang tersedia untuk pelaksanaan latihan yang lebih komprehensif.

Secara keseluruhan, kompetensi kru mesin dalam mengoperasikan sistem hidran telah tergolong cukup baik. Meski demikian, penguatan koordinasi, pengembangan skenario latihan yang lebih realistis, pelaksanaan familiarisasi secara berkala, serta perawatan peralatan pemadam kebakaran perlu terus dijalankan guna meningkatkan efektivitas *fire drill* dan mendukung keselamatan pelayaran.

Efektivitas pelaksanaan *fire drill* dipengaruhi oleh beberapa faktor pendukung, yakni kesiapan peralatan, pelaksanaan latihan secara berkala, kerja sama antarkru, serta arahan dari perwira mesin selama simulasi berlangsung. Sebaliknya, faktor penghambat mencakup koordinasi antarkru yang belum optimal, variasi skenario latihan yang masih terbatas, sejumlah *fire hose* yang memerlukan perawatan, serta padatnya jadwal operasional kapal yang membatasi waktu latihan. Mengacu pada teori

SHELL Model, faktor-faktor tersebut berkaitan dengan aspek prosedur (*software*), peralatan (*hardware*), lingkungan kerja (*environment*), serta kemampuan dan komunikasi kru (*liveware*).

Secara keseluruhan, temuan penelitian memperlihatkan bahwa pelaksanaan *fire drill* turut berkontribusi terhadap peningkatan kesiapan kru mesin dalam menghadapi keadaan darurat kebakaran sekaligus mendukung keselamatan pelayaran. Oleh sebab itu, peningkatan mutu latihan melalui skenario yang lebih realistis, evaluasi pasca-drill, penguatan koordinasi antarkru, dan perawatan peralatan pemadam kebakaran perlu terus dilakukan secara berkelanjutan guna meningkatkan efektivitas penanggulangan kebakaran di atas kapal.

D. Kesimpulan

Temuan penelitian memperlihatkan bahwa kompetensi kru mesin KM. Tatamailau dalam mengoperasikan sistem hidran saat pelaksanaan *fire drill* tergolong cukup baik berdasarkan standar STCW 1978 Amandemen Manila 2010. Kru telah memahami

prosedur dasar pengoperasian sistem hidran, mampu menjalankan peralatan pemadam kebakaran sesuai *muster list*, serta memperlihatkan respons yang baik terhadap keadaan darurat. Pelaksanaan *fire drill* juga telah memenuhi sebagian besar ketentuan ISM Code Elemen 8 melalui identifikasi bahaya, penerapan prosedur darurat, dan latihan berkala. Meski demikian, evaluasi pasca-drill serta pengembangan skenario latihan yang lebih realistis masih perlu ditingkatkan agar efektivitas penggunaan sistem hidran dalam kondisi darurat semakin optimal. Faktor pendukung pelaksanaan *fire drill* mencakup kesiapan sistem hidran, latihan yang dijalankan secara berkala, serta kerja sama kru dan arahan dari perwira mesin. Sementara itu, faktor penghambat meliputi koordinasi teknis yang belum optimal, terbatasnya variasi skenario latihan, sejumlah *fire hose* yang memerlukan perawatan, serta padatnya jadwal operasional kapal. Oleh karena itu, peningkatan mutu latihan, koordinasi antarkru, dan perawatan peralatan pemadam kebakaran secara berkelanjutan diperlukan untuk meningkatkan efektivitas *fire drill* dan mendukung keselamatan pelayaran.

Penelitian ini membuktikan bahwa pembersihan *biofouling* pada lambung MT. Kakap melalui *docking* efektif menurunkan konsumsi bahan bakar kapal. Rata-rata FOC turun dari 10,144 ton/hari menjadi 7,883 ton/hari, dengan penurunan sebesar 2,261 ton/hari atau 22,29%. Hasil uji statistik juga menunjukkan bahwa perbedaan tersebut sangat signifikan. Dengan demikian, *biofouling* dapat dinyatakan sebagai faktor utama yang meningkatkan hambatan gesek lambung dan konsumsi bahan bakar, sedangkan pembersihan lambung serta pelapisan ulang antifouling merupakan langkah yang efektif untuk meningkatkan efisiensi energi operasional kapal.

DAFTAR PUSTAKA

- Abubakar, A. A. Z. (2022). Analisis Potensi Penyebab Kerusakan Tongkat Kemudi Kapal Sabuk Nusantara. *Jurnal Penelitian Enjiniring*, 25(1), 1-7. <https://doi.org/10.25042/jpe.052021.01>
- Ambarsari, E., Suprpti, F., Nindita, K., & Bayu Kumara, R. (2025). Analisis Efektivitas Proses Evakuasi Kebakaran di Kapal MT. *Elisabet Satu*. 11(1).
- Cahyasusila, A. B., Hanief, M., & Pratama, B. (t.t.). Analisis Faktor Manusia pada Kecelakaan Kapal di Wilayah Indonesia.

- Dika Pratama, R., Rumangkang, B., & Limbong, S. (2025). Analisis Penanggulangan Kebakaran di MV. Jhoni XLIX.
- Hendrawan, A., & Nusantara, A. M. (2019). Analisa Indikator Keselamatan Pelayaran pada Kapal Niaga (Vol. 3, No. 2).
- Mahendra, H., Kurniawan, E., & Imanto, F. (2024). Optimalisasi Kegiatan *Fire Drill* bagi Crew Kapal dalam Menjaga Keselamatan di Kapal KM. Jaya Elo 01. *Jurnal Cakrawala Bahari*, 7(1), 38-43.
<http://jurnal.poltekpelsumbar.id/index.php/jcb>
- Saputra, B. B., Malik, D., & Anggraeny, E. F. (2024). The Importance of Continuing Monthly *Fire Drills* for the Preparedness of Crew Members at KM Spil Hapsri. *Jurnal Aplikasi Pelayaran dan Kepelabuhanan*, 14(2), 190-196.
<https://doi.org/10.30649/japk.v14i2.117>
- Sugiyono. (2020). Metode Penelitian Kualitatif.
- Wahid, A., & Sulastriani. (2025). Pelaksanaan Keselamatan Kerja untuk Mengurangi Kecelakaan di Laut. *NaTeK: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat PIP Makassar*, 2(1). <https://doi.org/10.52436/jp>
- Wahid, A., Jinca, M. Y., Rachman, T., & Malisan, J. (2023). Implementation of Safety Management System on Traditional Shipping for Strengthening the Blue Economy. *E3S Web of Conferences*, 425. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202342503002>
- IMO. (2002). International Safety Management (ISM) Code and Guidelines on Implementation of the ISM Code. London: International Maritime Organization.
- IMO. (2011). STCW Including 2010 Manila Amendments: STCW Convention and STCW Code. London: International Maritime Organization.
- IMO. (1974). SOLAS: International Convention for the Safety of Life at Sea. London: International Maritime Organization.