



COJ (Coastal and Ocean Journal)

e-ISSN: 2549-8223

Journal home page:

<https://journal.ipb.ac.id/index.php/coj>;email: journal@pksplipb.or.id

ANALISIS *HUMAN ERROR* PADA PENGOPERASIAN MESIN PENGGERAK KAPAL PENANGKAP IKAN DI BITUNG SULAWESI UTARA

ANALYSIS OF HUMAN ERROR IN OPERATING FISHING BOAT PROPULSION ENGINES IN BITUNG, NORTH SULAWESI

M. Zaki L. Abroria^{1*}, B. Demeianto, J. P. Siahaana¹, Y.E. Priharantoa¹, R. I. Yaqina¹, M. Tumpua¹, M. Bil Faqiha¹, A. Pujiantob², A. Nurfauzi²

¹ Permesinan Kapal, Politeknik Kelautan dan Perikanan Dumai, Dumai

² Mekanisasi Perikanan, Politeknik Kelautan dan Perikanan Sorong, Sorong

*Corresponding author: zaki.abrori@politeknikkpdumai.ac.id

ABSTRAK

Pengoperasian mesin penggerak kapal cukup kompleks, memerlukan keahlian dan keterampilan yang layak untuk dapat mengoperasikan mesin. banyaknya kesalahan dalam mengoperasikan mesin merupakan hal yang mungkin terjadi. Tujuan penelitian ini menganalisis terjadinya kesalahan mengoperasikan mesin penggerak kapal yang disebabkan oleh *human error*. Untuk mendapatkan hasil yang valid, pengamatan kru ketika mengoperasikan mesin dilakukan, setiap pekerjaan di breakdown untuk mendapatkan pekerjaan spesifik secara detail dengan Hierarkikal Task Analysis. Data yang dihasilkan dengan *Systematic Human error Reduction and Prediction Approach* (SHERPA) dianalisis secara komprehensif. Hasilnya di dapatkan 20 pekerjaan spesifik dengan kriteria pemeriksaan, aksi dan komunikasi. *Human error* yang terjadi pada profil risiko rendah dan sedang. Rekomendasi diberikan untuk memperbaiki profil risiko. Hasil penelitian ini memberikan dampak yang signifikan untuk mengatasi permasalahan pengoperasian mesin yang disebabkan kesalahan manusia.

Kata kunci: kesalahan manusia, mesin kapal, pengoperasian mesin.

ABSTRACT

The operation of ship propulsion engines is quite complex and requires adequate skills and expertise to operate the machinery. The occurrence of errors in operating the machinery is a possibility. The objective of this research is to analyze the occurrence of errors in operating ship propulsion engines caused by human error. To obtain valid results, observations of the crew while operating the machinery are conducted, and each task is broken down to obtain specific, detailed tasks through Hierarchical Task Analysis. Data generated using the Systematic Human error Reduction and Prediction Approach (SHERPA) are comprehensively analyzed. The results reveal 21 specific tasks with criteria for inspection, action, and communication. Human errors occurred in profiles of low and moderate risk. Recommendations are provided to improve the risk profiles. The findings of this research have a significant impact on addressing the issues related to machinery operation caused by human errors.

Keywords: Human error analysis, machinery operation, marine propulsion

Article history: 09/07/2023; Received in revised from 07/09/2023; Accepted 05/11/2023

1. PENDAHULUAN

Human error didefinisikan sebagai suatu keputusan atau tindakan yang mengurangi atau potensial untuk mengurangi efektivitas, keamanan atau performansi suatu sistem. *Human error* merupakan suatu penyimpangan dari standar kinerja yang telah ditentukan sebelumnya yang menyebabkan penundaan waktu yang tidak diinginkan, kesulitan, masalah, insiden, atau kegagalan dikenal sebagai kesalahan manusia (Septiani et al., 2022). Aktivitas pekerjaan menimbulkan risiko kecelakaan kerja yang paling tinggi. Kesalahan manusia, atau kesalahan nelayan itu sendiri, sebesar 43.67% adalah faktor utama (FAO 2009) (Santoso et al., 2022). Seorang yang bekerja sebagai kru kapal harus ahli dan terampil dalam mengoperasikan mesin, hanya saja manusia bukan makhluk yang tanpa kesalahan, manusia memiliki keterbatasan dalam melakukan pekerjaan dan memungkinkan berbuat kesalahan. Telah terjadi insiden dalam pekerjaan berisiko tinggi sebanyak 70-80% yang disebabkan oleh manusia (Derdowski & Mathisen, 2023). Insiden kerusakan mesin terjadi karena kesalahan manusia dalam bertindak, dan ini terjadi ketika bekerja dengan kondisi bebas stres. Kondisi ini dapat meningkat apabila pekerja stres dan meningkatnya tekanan kerja (Ajayi et al., 2021). Begitu juga dengan pekerjaan mengoperasikan mesin penggerak kapal dapat mengalami kegagalan operasional yang disebabkan oleh manusia. Beberapa aktivitas harus dilakukan untuk mengoperasikan mesin dengan baik. Melalui artikel ini penulis mencoba menganalisis setiap aktivitas pekerjaan mengoperasikan mesin penggerak kapal yang dilakukan oleh kru mesin di atas kapal nelayan dengan detail, dan menganalisis potensi terjadinya *human error* dalam mengoperasikan mesin penggerak kapal.

Penelitian mengenai kesalahan yang disebabkan oleh manusia sudah banyak dilakukan karena pentingnya bagi keselamatan pekerja, mesin dan lingkungannya. Beberapa peneliti seperti Navas de Maya et al. (2022), mendapatkan enam kesalahan respons manusia paling mungkin terjadi, dengan probabilitas kesalahan manusia pada prosedur dan perilaku pekerja ketika memadamkan api ketika terjadi kebakaran. Rammadaniya and Mahbubah (2022) mengetahui kesalahan manusia pada *Refinery Salt Production* hasilnya *human error* yang paling terlihat berupa pengecekan tidak lengkap, dan operator jarang melakukan pengecekan secara lengkap. Azarnia Ghavam et al. (2019) menganalisis risiko yang disebabkan kesalahan manusia dalam pengoperasian instalasi listrik perusahaan Distribusi Tenaga Listrik hasilnya mendapatkan kesalahan yang terdeteksi seperti; kesalahan tindakan, jenis ulasan, jenis pemulihan, jenis komunikasi dan kesalahan selektif. Choi et al. (2021) menganalisis kesalahan manusia saat mendaratkan pesawat, hasilnya teridentifikasi sejumlah kesalahan manusia dan memperkirakan kemungkinan terjadinya dan kekritisannya mereka. Metode yang canggih digunakan secara efektif untuk memprediksi kemungkinan jenis kesalahan manusia dalam konteks interaksi otomatis manusia yang diperlukan untuk menavigasi pesawat terbang.

Meskipun penelitian yang membahas tentang *human error* telah dilakukan, tetapi berdasarkan penelusuran melalui mesin pengindeksan artikel ilmiah masih belum ada penelitian yang membahas tentang potensi terjadinya kesalahan manusia yang mengakibatkan kegagalan operasional mesin penggerak kapal nelayan. Padahal analisa

human error penting dilakukan untuk mengetahui penyebab kesalahan terjadi, mengetahui penyebab mengapa terjadi kesalahan yang disebabkan oleh kru mesin, dan bagaimana solusinya untuk mencegah terjadinya kesalahan tentang pengoperasian mesin penggerak kapal (Islam et al. 2016).

Berdasarkan latar belakang tersebut tujuan lain dalam penulisan artikel ilmiah ini adalah menutup celah dengan mengembangkan metode yang praktis untuk menganalisis penyebab kesalahan manusia dalam mengoperasikan mesin penggerak kapal. Teknik yang akurat, terstruktur secara runut dan komprehensif dilakukan dalam investigasi kesalahan pengoperasian mesin penggerak kapal yang dilakukan oleh manusia sehingga mampu menghasilkan kesimpulan yang tepat dan terukur untuk digunakan sebagai bahan perbaikan mencegah terjadinya kesalahan yang berulang.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada kapal penangkap ikan dengan kapasitas 52GT yang beroperasi di Samudera Pasifik. Penelitian ini dipilih pada kapal perikanan karena pada kapal perikanan termasuk pekerjaan yang berbahaya dengan ruang gerak yang terbatas (Rahmawati et al., 2022) dan beban stressing pekerjaan yang cukup tinggi sehingga memungkinkan terjadinya *human error* (Riyanti et al., 2021). Ukuran kapal penangkapan ikan cukup bervariasi, tetapi dipilihnya kapal dengan ukuran ini karena banyak perusahaan penangkapan ikan yang menggunakan kapal dengan ukuran pada rentang ini (Jati and Fitriasia 2020; Rizal et al. 2021). Adapun spesifikasi mesin penggerak kapal yang digunakan ditampilkan Tabel 1 sebagai berikut. Kapal ini menggunakan mesin diesel jenis ini karena sesuai dengan kebanyakan mesin kapal perikanan, yaitu mesin truk yang di modifikasi untuk mesin penggerak kapal (M. Z. L. Abrori et al. 2021).

Tabel 1. Spesifikasi Mesin

Nama Bagian	Spesifikasi
Jenis	Mesin Diesel 4-Tak
Merk	MITSUBISHI
Tipe	8 DC
Daya Mesin	360PK
Silinder	8 Slinder
Sistem Pelumas	Sump Basah
Bahan Bakar	Solar
Sistem Starter	Elektrik
Sistem Pendingin	Secara terbuka

Prosedur yang benar ketika mengoperasikan mesin, didapatkan melalui wawancara kepada KKM, tindakan ini dilakukan karena kelapaaan instruksi kerja operasional mesin di atas kapal. Data kesalahan pengoperasian mesin akibat *human error* digunakan, namun karena minimnya data tersebut pada kapal ini, data empiris berdasarkan pengamatan dan pengalaman praktis yang langsung di alami oleh KKM digunakan, untuk mendapatkan data yang lebih valid, dilakukan observasi langsung ketika kru mesin mengoperasikan mesin penggerak kapal kemudian hasilnya dibandingkan dengan instruksi kerja

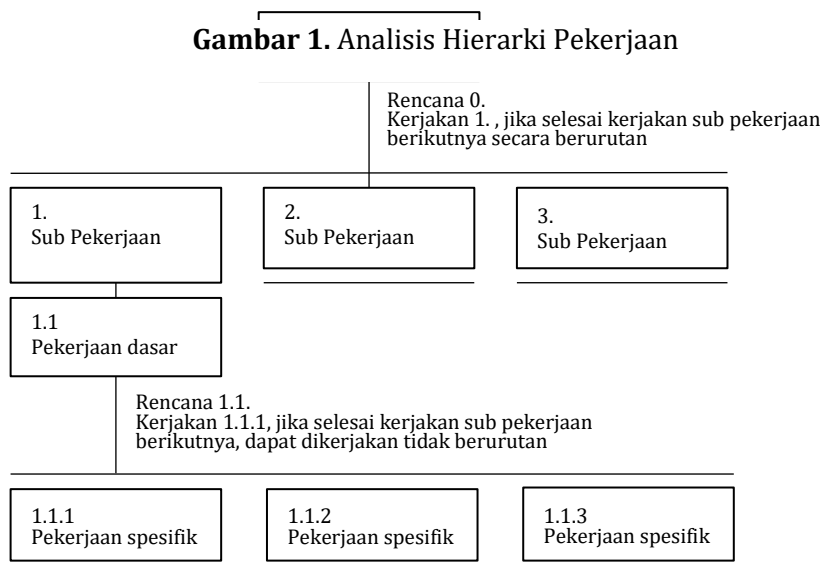
pengoperasian mesin penggerak kapal. Pengamatan ini dimulai dari 25 Oktober 2022 sampai 30 Maret 2023.

Hierarchical Task Analysis (HTA)

Setiap pekerjaan pengoperasian mesin penggerak kapal yang diamati kemudian diuraikan secara detail menjadi sub pekerjaan, pekerjaan dasar hingga didapatkan pekerjaan spesifiknya seperti pada Gambar 1. HTA ini dipilih karena merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk menganalisis suatu task. Ini merupakan teknik yang sering digunakan karena penerapannya sangat detail, mudah dan langsung mengenai sasaran (Z. L. Abrori 2022; Guspara *et al.* 2018).

Berdasarkan uraian pekerjaan yang telah diuraikan menggunakan Gambar 1, kemudian diidentifikasi kesalahan yang terjadi. Berdasarkan Basuki *et al.* (2017; Kusumanto *et al.* (2017), kriteria pekerjaan diklasifikasikan menjadi lima yaitu melakukan aksi melakukan pekerjaan motorik, melakukan pemeriksaan yang dilakukan secara prosedural, mendapatkan informasi dari panel kontrol ataupun kondisi keadaan komponen mesin, mengkomunikasikan pekerjaan dengan pihak lain dan melakukan seleksi untuk memilih salah satu alternatif yang tepat. Setiap kriteria pekerjaan berpotensi terjadinya kesalahan yang di beri kode seperti di ditampilkan pada Tabel 2. Kriteria Taksonomi Kesalahan. Kriteria ini dipilih karena mampu mewakili kriteria seluruh pekerjaan dan mengidentifikasi mode kesalahan sehingga dapat menentukan tindakan yang dianggap perlu untuk mencegah terjadinya kesalahan pekerjaan akibat *human error* (Ashour *et al.* 2022).

Gambar 1. Analisis Hierarki Pekerjaan



Tabel 2. Kriteria Taksonomi Kesalahan

KRETERIA	ERROR MODE	KETERANGAN
Action Error (aksi)	A1	Operasi terlalu panjang/pendek
	A2	Operasi tidak tepat waktu
	A3	Operasi diarah yang salah
	A4	Operasi terlalu sedikit
	A5	Operasi tidak cocok
	A6	Operasi yang tepat pada objek yang salah
	A7	Operasi yang salah pada objek yang tepat
	A8	Operasi dihilangkan
	A9	Operasi tidak selesai
	A10	Operasi yang salah pada objek yang salah
Checking errors (pemeriksaan)	C1	Pemeriksaan dihilangkan
	C2	Pemeriksaan tidak lengkap
	C3	Pemeriksaan tidak teratur
	C4	Pemeriksaan yang salah pada objek benar
	C5	Pemeriksaan tidak tepat waktu
	C6	Pemeriksaan yang salah pada objek yang salah
Retrieval Errors (informasi)	R1	Informasi yang diperoleh
	R2	Informasi yang salah yang diperoleh
	R3	Pencarian informasi tidak lengkap
Communication Errors(komunikasi)	I1	Informasi tidak dikomunikasikan
	I2	Informasi yang salah yang dikomunikasikan
	I3	Informasi komunikasi tidak lengkap
Selection error (seleksi)	S1	Seleksi dihilangkan
	S2	Salah seleksi

Sumber: (Basuki et al. 2017; Kusumanto et al. 2017)

Taksonomi kesalahan digunakan sebagai sistem klasifikasi yang membedakan jenis kesalahan berdasarkan sifat atau karakteristiknya. Dengan memahami dan menganalisis kesalahan, taksonomi ini mendukung upaya perbaikan dan pencegahan. Dalam taksonomi ini, kriteria kesalahan aksi melibatkan pelaksanaan tindakan atau langkah tertentu, seperti kesalahan dalam menjalankan prosedur operasional atau pekerjaan fisik. Kriteria kesalahan pemeriksaan dapat berupa kurangnya kecermatan atau ketidakterdeteksian kesalahan selama proses pemeriksaan. Kesalahan informasi misalnya ketika informasi yang diambil tidak akurat atau tidak lengkap. Kesalahan komunikasi seperti kekeliruan dalam berbicara, menulis, atau mentransfer data, yang dapat mengakibatkan interpretasi yang salah. Kesalahan seleksi dapat berupa pemilihan yang tidak tepat, opsi menu, atau parameter yang sesuai dalam pengoperasian mesin.

Tiap jenis kesalahan mungkin memiliki akar penyebab unik, memerlukan strategi penanganan yang berbeda. Proses ini membantu organisasi mengevaluasi dan meningkatkan prosedur, pelatihan, dan budaya kerja. Dengan pendekatan yang terfokus, taksonomi kesalahan menjadi landasan untuk mengembangkan solusi yang efektif, memastikan efisiensi, dan mendorong pembelajaran berkelanjutan di tempat kerja.

Systematic Human error Reduction and Prediction Approach (SHERPA)

Setiap pekerjaan berpotensi terjadinya kesalahan, untuk menilai bahaya kesalahan setiap pekerjaan pada penelitian ini di analisis menggunakan SHERPA. Metode ini dikembangkan oleh Embrey pada tahun 1986 sebagai teknik prediksi *human error* yang juga menganalisis tugas dan mengidentifikasi solusi potensial untuk kesalahan dengan cara yang terstruktur. SHERPA sangat efektif digunakan untuk menganalisis terjadinya *human error* yang dipadukan menggunakan input hierarki task level dasar. Task yang akan dianalisis di breakdown terlebih dahulu seperti Gambar 1 kemudian dari tiap task level dasar atau sub task akan diprediksi *human error* yang terjadi (Budiawan and Iridiastadi 2013). Metode ini sangat tepat untuk mengidentifikasi terjadinya human dan mendeskripsikannya dengan tabulasi dengan praktis (Tabel 3). Adapun tahapannya dilakukan sebagai berikut yang mengadopsi dan di modifikasi dari penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya oleh Santoso et al. (2022) sebagai berikut:

Tabel 3. Tabulasi SHERPA

No Task	Task	Mode Error	Deskripsi Error	Penyebab kesalahan	Akibat kesalahan	L	I	S	C
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Dalam menyusun analisis *human error* dengan SHERPA ditampilkan pada Tabel 3 yang terdapat 10 (sepuluh) kolom yang harus dipenuhi. Setiap kolom tersebut sebagai berikut:

1. Kolom (no task) merupakan langkah nomor dari suatu pengerjaan
2. Task merupakan setiap pekerjaan spesifik pengoperasian mesin didapatkan dari HTA.
3. Mode error merupakan kesalahan yang dilakukan oleh operator dalam melaksanakan pekerjaan dasar mengoperasikan mesin. kesalahan yang dilakukan mengacu pada taksonomi kesalahan pada Tabel 2.
4. Deskripsi error yang merupakan penjelasan dari error mode yang mungkin terjadi ketika melakukan pekerjaan spesifik dalam mengoperasikan mesin.
5. Penyebab *human error* merupakan kondisi yang menyebabkan terjadinya *human error* dalam mengoperasikan mesin penggerak kapal.
6. Akibat (consequence) merupakan deskripsi akibat yang mungkin terjadi apabila terjadi kesalahan manusia dalam mengoperasikan mesin.
7. Likelihood merupakan berapa sering kemungkinan terjadinya kesalahan dalam pengoperasian mesin. likelihood di nyatakan dalam angka yang dituliskan pada Tabel 4.
8. Impact merupakan dampak yang terjadi akibat tindakan kesalahan terhadap pengoperasian mesin yang dinyatakan dengan angka seperti dituliskan pada Tabel 5.
9. Keparahan merupakan bagian yang menentukan tingkat bahaya yang ditimbulkan akibat terjadinya *human error*. Nilai probabilitas bahaya secara berurutan dituliskan sebagai low (rendah), medium (sedang), high (tinggi).
10. Usulan perbaikan merupakan tindakan yang diajukan untuk memperbaiki profil risiko dengan menurunkan likelihood

Analisis Risiko

Analisis kesalahan dalam pengoperasian mesin berdasarkan tingkat risiko dilakukan melalui penerapan matriks risiko. Terdapat sejumlah model matriks risiko yang telah diterapkan, namun dalam penelitian ini dipilih pendekatan matriks risiko ISO 31000. Alasan pemilihan pendekatan ini berasal dari fakta bahwa ISO 31000 merupakan pendekatan yang dikembangkan oleh organisasi swasta terpercaya, yaitu International Organization for Standardization (ISO).

Analisis kesalahan dalam pengoperasian mesin berdasarkan tingkat risiko dilakukan melalui penerapan matriks risiko. Terdapat sejumlah model matriks risiko yang telah diterapkan, namun dalam penelitian ini dipilih pendekatan matriks risiko ISO 31000. Alasan pemilihan pendekatan ini berasal dari fakta bahwa ISO 31000 merupakan pendekatan yang dikembangkan oleh organisasi swasta terpercaya, yaitu International Organization for Standardization (ISO). Pendekatan ini digunakan sebagai salah satu cara untuk memperbaiki proses manajemen risiko, serta mengadopsi pendekatan yang konsisten dalam pengambilan keputusan berdasarkan risiko. Pendekatan ISO 31000 ini memiliki kemampuan untuk memberikan solusi terstruktur terhadap berbagai permasalahan yang berkaitan dengan risiko dalam berbagai lingkup dan konteks situasi (Punusigon and Sitokdana 2022). Besarnya risiko dipengaruhi oleh likelihood dan dampak dari setiap kesalahan dalam pekerjaan spesifik pengoperasian mesin, dan hal ini dijelaskan dalam persamaan (1)

$$\text{risiko} = \text{likelihood} \times \text{impact} \quad (1)$$

Nilai *likelihood* terjadinya *human error* didapatkan berdasarkan pengamatan langsung, untuk mendapatkan data yang relevan, KKM yang berpengalaman dalam mengoperasikan mesin dilibatkan. Untuk nilai angka likelihood menggunakan kriteria yang telah dilakukan oleh Punusigon and Sitokdana (2022; Urrohmah and Riandadari (2019), yang ditampilkan pada Tabel 4. Nilai ini di pilih karena dapat lebih mudah untuk diterapkan pada studi kasus di kapal ikan yang minim dengan catatan kesalahan pengoperasian mesin.

Tabel 4. *likelihood*

Tingkatan	Kreteria	Keterangan
1	<i>Rare</i>	Terdapat ≥ 1 kejadian dalam setahun lebih
2	<i>Unlikely</i>	Terdapat ≥ 1 kejadian dalam 6-12 bulan
3	<i>Moderate</i>	Terdapat ≥ 1 kejadian dalam 1-6 bulan
4	<i>Likely</i>	Terdapat ≥ 1 kejadian dalam setiap minggu
5	<i>Almost certain</i>	Terdapat ≥ 1 kejadian dalam setiap hari

Sumber: (Punusigon and Sitokdana 2022; Urrohmah and Riandadari 2019)

Nilai *impact* menunjukkan seberapa besar dampak yang dapat ditimbulkan dari kesalahan yang dilakukan. Penjelasan dari masing-masing kriteria dibuat berdasarkan diskusi dengan perusahaan mengenai besarnya kerugian. Skor penilai *impact* terdapat tingkatan satu hingga lima, tingkatan satu (*insignificant*) memiliki arti dampak yang dihasilkan berada pada kategori tidak signifikan, semakin mendekati tingkat 5 (*Cotastrophic*) maka dampak yang dihasilkan semakin besar. Besarnya nilai yang didapatkan mempengaruhi tingkat risiko (Punusigon and Sitokdana 2022).

Tabel 1. Impact

Tingkatan	Kreteria	Keterangan
1	<i>Insignificant</i>	Mesin normal (mesin sedikit gangguan, tidak memengaruhi kinerja).
2	<i>Minor</i>	Mesin rusak ringan (mesin mengalami gangguan, sedikit menurun).
3	<i>Moderate</i>	Mesin rusak sedang (mesin berhenti beroperasi, dapat diperbaiki segera).
4	<i>Major</i>	Mesin rusak berat, (mesin berhenti beroperasi, perbaikan rumit).
5	<i>Catastrophic</i>	Mesin overhaul (mesin overhaul, perbaikan sangat rumit, Membutuhkan biaya yang besar).

Sumber: (Punusigon and Sitokdana 2022; Urrohmah and Riandadari 2019)

Evaluasi risiko (*risk evaluation*)

Pada tahap *risk assessment* (penilaian resiko) menggunakan acuan berupa matriks risiko sebagai perangkat untuk mengevaluasi resiko yang berdasarkan pada panduan kerangka kerja ISO 31000. Berdasarkan panduan ini, tingkat risiko dinilai menjadi tiga level, yaitu *low*, *medium*, dan *high*. Tabel risk matriks dapat dilihat pada Gambar 2 matriks risiko yang menunjukkan perpaduan antara parameter *likelihood* dan *impact*. Perpaduan ini nantinya menggambarkan tingkat risiko dari suatu potensi bahaya yang terbagi menjadi 3 kategori:

1. LOW (rendah) yang berarti perlu penanganan atau dikelola dengan prosedur rutin.
2. Medium (sedang) yang menunjukkan tidak memerlukan perhatian dari manajemen puncak, tetapi memerlukan penanganan segera.
3. HIGH (tinggi) yang berarti memerlukan perhatian manajemen puncak membutuhkan perbaikan segera.

		IMPACT				
		Insignificant 1	Minor 2	Moderate 3	Major 4	Catastrophic 5
LIKELIHOOD	Almostc 5					
	Likely 4					
	Moderate 3					
	Unlikely 2					

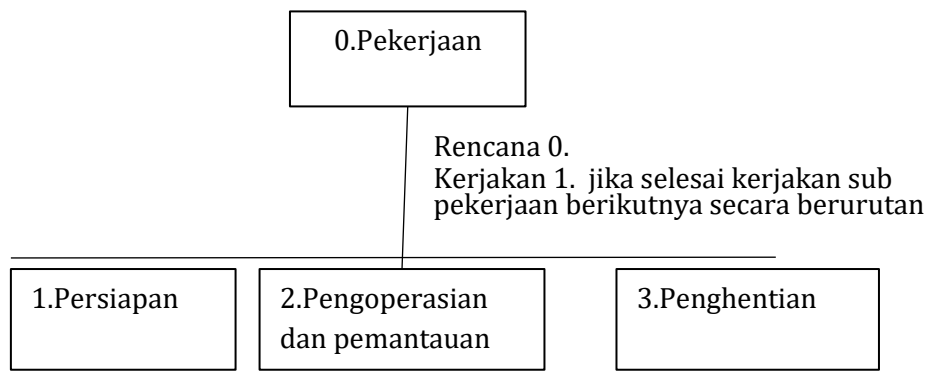
Rate	1					
------	---	--	--	--	--	--

Gambar 2 Matriks Risiko yang mengacu pada ISO 31000

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penerapan hierarkikal task analysis dalam mengoperasikan mesin induk di kapal

Berdasarkan hasil pengamatan selama penelitian, untuk mengoperasikan mesin penggerak kapal harus berdasarkan perintah dari KKM, sedangkan pelaku operasional mesin adalah KKM dan masinis yang dibantu oleh oiler dan kadet mesin. Sementara untuk pekerjaan pengoperasian mesin penggerak utama kapal secara garis besar terdiri tiga sub pekerjaan yang berupa; 1) sub tahapan persiapan sebelum mengoperasikan mesin, 2) sub tahapan mengoperasikan dan monitoring operasional mesin dan 3) sub tahapan penghentian mesin. Pekerjaan tersebut dilakukan secara hierarki digambarkan seperti digambarkan pada Gambar 3 seperti berikut.



Gambar 3 HTA garis besar pengoperasian mesin

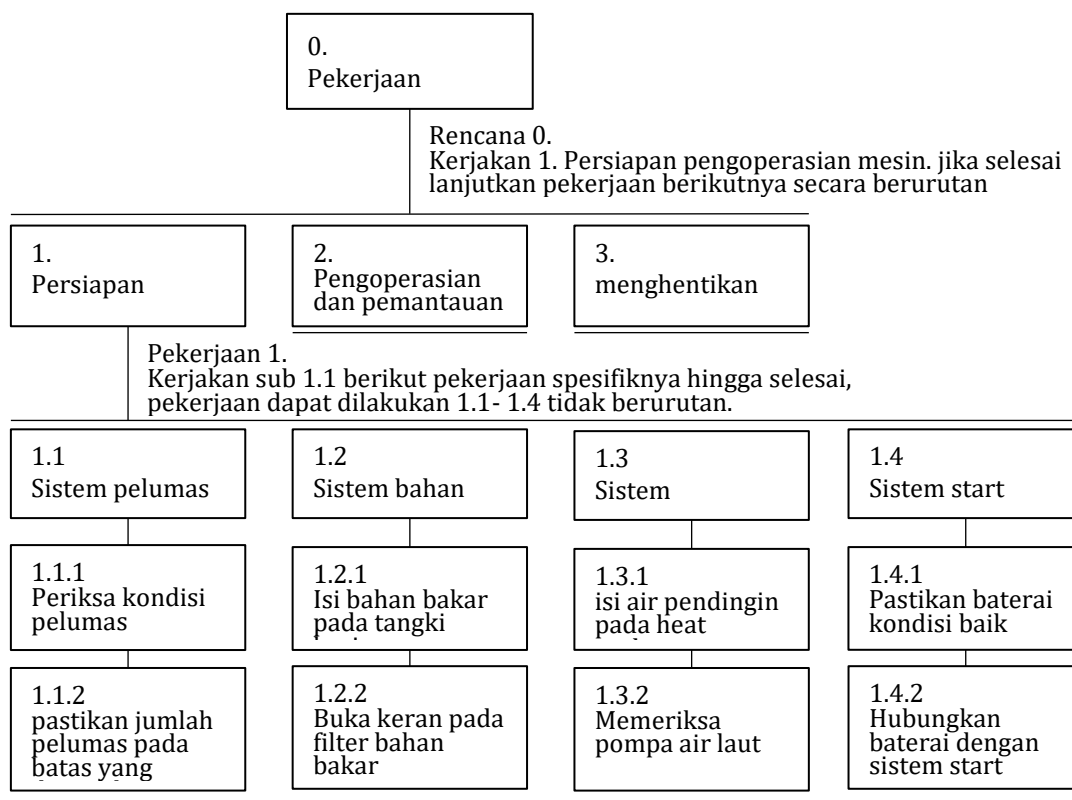
Persiapan mengoperasikan mesin

Untuk mengoperasikan mesin penggerak di kapal ini dapat dilakukan berdasarkan perintah secara hierarki yaitu kapten kapal melakukan koordinasi kepada KKM bahwa kapal hendak berlayar dan diminta untuk mengoperasikan mesin. Berdasarkan arahan tersebut, KKM menginstruksikan kepada masinis yang dapat dibantu oleh oiler serta kadet untuk mengoperasikan mesin penggerak kapal. begitu juga apabila ada tindakan yang dianggap perlu oleh KKM seperti perawatan atau perbaikan mesin kapal maka KKM akan menginstruksikan kepada jajarannya untuk melakukan tindakan.

Tahapan 1. persiapan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3 yang di breakdown menjadi Gambar 4 dimana awal sebelum melakukan pengoperasian mempunyai prosedur-prosedur yang pertama memeriksa system pelumas 1.1, sistem bahan bakar 1.2, sistem pendingin 1.3, dan sistem start 1.4. Tindakan ini dilakukan agar ketika mesin beroperasi nantinya tidak mengalami gangguan operasional yang tidak diharapkan. Pekerjaan pemeriksaan sistem pendukung ini dilakukan hingga tuntas, misal ketika memeriksa sistem pelumas 1.1, maka pekerjaan spesifik yang dilakukan adalah 1.1.1 memeriksa kondisi pelumas, apabila warna pelumas ada perubahan yang tidak semestinya maka diperlukan tindakan penggantian atau tindakan lain yang dianggap perlu untuk mencegah terjadinya kerusakan mesin akibat kondisi pelumas mesin yang tidak sesuai, langkah pemeriksaan selanjutnya 1.1.2 yaitu memastikan jumlah pelumas pada batas yang aman, apabila jumlah pelumas di bawah ambang aman, maka diperlukan

penambahan pelumas secukupnya hingga jumlah pelumas berada pada kondisi yang tepat.

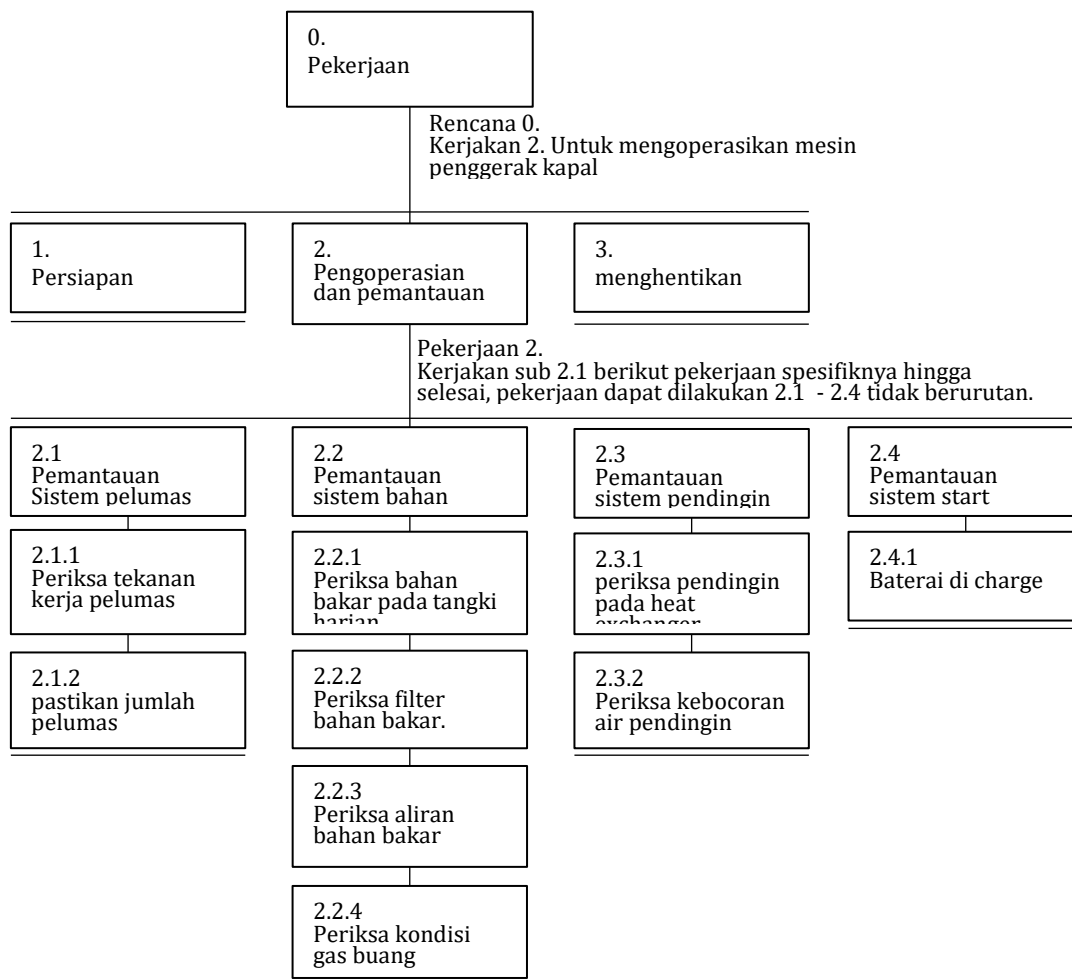
Tindakan pekerjaan dasar ini dapat dilakukan secara acak, seperti pertama 1.1, selanjutnya 1.3 lalu 1.2 dan dilanjutkan pekerjaan 1.4. tetapi bila melaksanakan pekerjaan dasar 1.3 dilakukan maka pekerjaan spesifik harus dilaksanakan hingga tuntas misal mengerjakan 1.3.2 memeriksa pompa pendingin sebagai komponen yang menyirkulasikan air laut untuk mendinginkan mesin dan dilanjutkan dengan mengerjakan 1.3.1 mengisi air pendingin pada heat exchanger. Pekerjaan pengoperasian sub pekerjaan persiapan ini terdiri dari empat pekerjaan dasar dan delapan pekerjaan spesifik yang harus dikerjakan. Tindakan pengoperasian pada kapal yang dapat dilaksanakan secara acak merupakan kemudahan tahapan persiapan yang fleksibel tetapi sebaiknya dilaksanakan dengan runut supaya tidak ada pekerjaan spesifik yang tertinggal dan berpotensi mengakibatkan kegagalan operasional akibat *human error* seperti terlewatnya pekerjaan spesifik karena terlewatkan yang disebabkan dikerjakan secara acak, selain itu dikerjakannya secara runut akan memudahkan menganalisis apabila didapatkannya anomali pada mesin itu.



Gambar 4 HTA persiapan pengoperasian mesin

Pengoperasian dan pemantauan operasional mesin

Tahap mengoperasikan mesin dapat dilakukan setelah mesin dipersiapkan dengan baik, sehingga mesin dapat dioperasikan. Melalui diagram HTA, hierarki pekerjaan ini berada pada level 1 seperti di tunjukkan pada Gambar 3 No.2. Pengoperasian mesin penggerak kapal di kapal ini diamati, kemudian di breakdown secara mendetail untuk mendapatkan pekerjaan yang spesifik untuk mengoperasikan mesin yang berada pada level 3 di Gambar 3 hasilnya ditampilkan pada Gambar 5.



Gambar 5 HTA pengoperasian dan pemantauan

Tahapan pengoperasian dan pemantauan merupakan kelanjutan dari tahapan persiapan, setelah mesin siap dioperasikan maka mesin di starting agar mesin beroperasi. Mesin yang semula berhenti dengan dilakukannya pekerjaan ini kondisi mesin berubah menjadi bergerak, kemudian dilanjutkan dengan melaksanakan pekerjaan spesifik pemantauan. Tahap sub pekerjaan pengoperasian dan pemantauan ini dapat dikerjakan dengan tidak berurutan misal 2.2 terlebih dahulu kemudian mengerjakan 2.4 lalu 2.1. Walaupun demikian, bila sudah menentukan sub pekerjaan maka pekerjaan spesifiknya dikerjakan seluruhnya baru bisa melanjutkan sub pekerjaan lain, hal ini bertujuan untuk menghindari adanya pekerjaan spesifik yang terlewat dan tidak dilaksanakan.

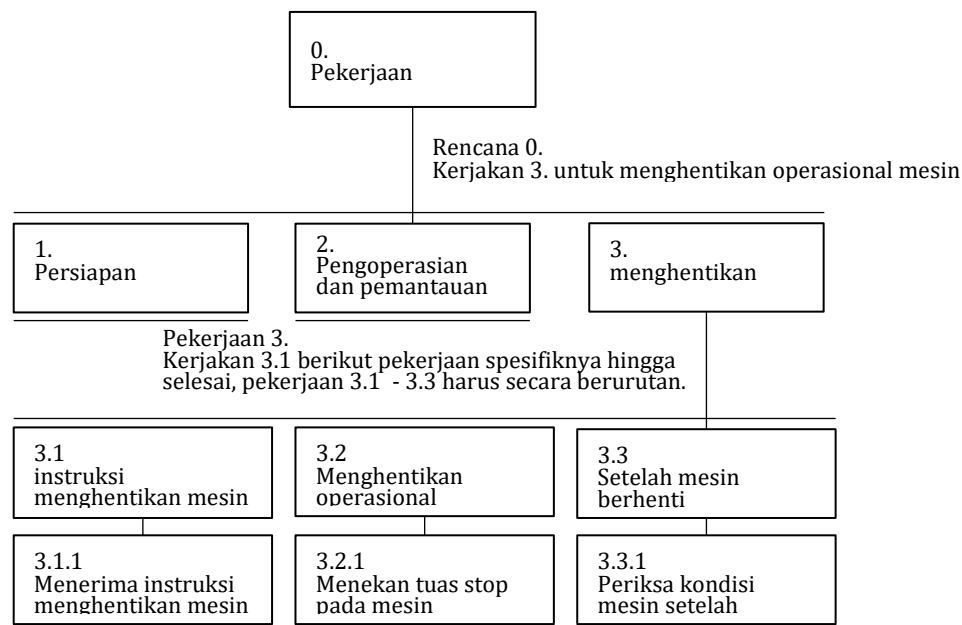
Sub pekerjaan yang memiliki pekerjaan spesifik paling banyak adalah pemeriksaan sistem bahan bakar, yang terdiri dari empat pekerjaan spesifik berupa pekerjaan 2.2.1 hingga 2.2.4 (Gambar 5). Pekerjaan pemantauan sistem bahan bakar ini cukup kritis, karena adanya anomali yang tidak dideteksi dapat mengakibatkan mesin berhenti beroperasi, seperti yang disampaikan Hadi *et al.* (2018) dalam artikelnya menyatakan berhentinya mesin penggerak kapal pada saat-saat kritis akan berdampak pada kejadian yang fatal. Oleh karena itu pada kapal ini bahan bakar di kontrol dengan serius seperti jumlah bahan bakar pada tangki harian yang di amati setiap jam, pemeriksaan kelancaran aliran bahan bakar hingga memeriksa kondisi gas buang sisa hasil pembakaran bahan bakar pada ruang pembakaran mesin.

Pengawasan dan pemeliharaan operasional mesin penggerak kapal merupakan hal yang sangat krusial dan tidak boleh diabaikan. Anomali dalam parameter mesin seperti nilai putaran mesin, temperatur mesin dan tekanan pelumas yang tidak dijaga dengan baik dapat berakibat fatal bagi kinerja mesin. Sayangnya saat ini parameter pengukuran temperatur mesin pada kapal ini dalam kondisi tidak berfungsi dan tidak menunjukkan

nilai yang tepat, sehingga untuk menilai temperatur mesin dilakukan dengan mengandalkan indra perasa kru kapal yang berpengalaman dengan menggunakan nilai-nilai linguistik seperti "rendah," "sedang," "tinggi," atau "sangat tinggi". Namun, penilaian dengan kondisi mesin dengan cara ini bisa menjadi tidak memadai karena hanya bergantung pada penilaian subyektif kru kapal tanpa dukungan data yang valid.

Penghentian operasional mesin

Penghentian operasional mesin merupakan pekerjaan mengubah kondisi mesin yang sedang beroperasi menjadi berhenti beroperasi. Pekerjaan ini hanya dapat dilakukan atas perintah kapten kapal melalui KKM, kemudian kru mesin melaksanakannya. Penghentian operasional mesin dengan sengaja tanpa perintah merupakan pelanggaran bagi kru mesin yang bertugas. Tahapan menghentikan mesin pada kapal ini cukup praktis. Berdasarkan hasil pengamatan, untuk menghentikan operasional mesin terdiri dari tiga sub pekerjaan yang pertama menerima instruksi menghentikan mesin dengan pekerjaan spesifik yang dilakukan menerima perintah, kedua menghentikan operasional mesin dengan pekerjaan spesifik menekan tuas stop pada mesin dan yang ketiga pekerjaan setelah mesin berhenti beroperasi. Bagian pekerjaan menghentikan operasional mesin ini harus dilakukan secara berurutan seperti di tampilan pada diagram HTA pada Gambar 6.



Gambar 6 HTA menghentikan operasional mesin

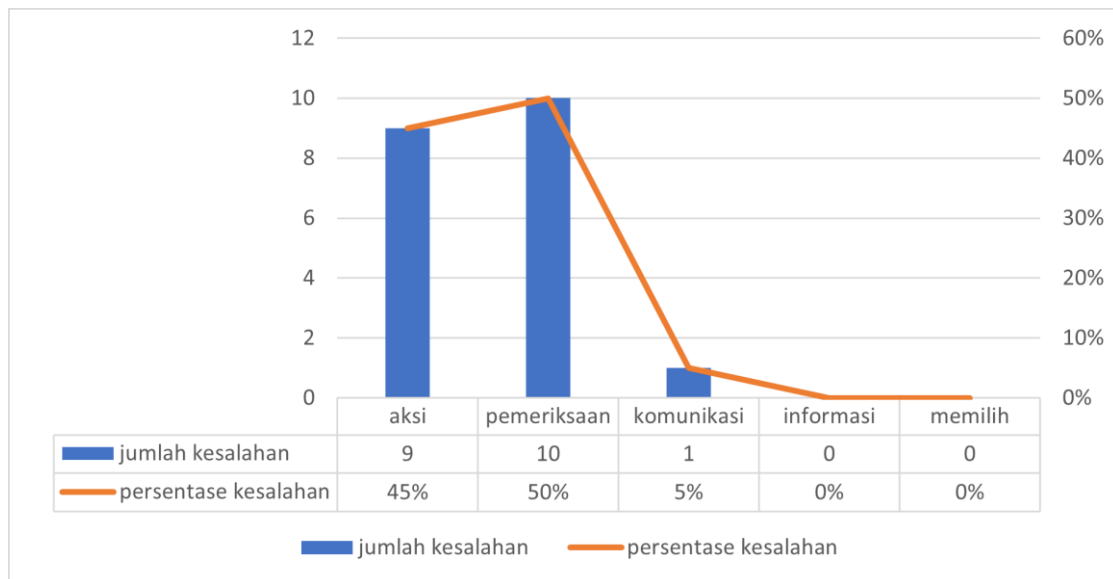
No	Task	Mode Error	Deskripsi Error	Penyebab kesalahan	Akibat Kesalahan	L	I	S	Usulan perbaikan kesalahan
2.2.2	Memeriksa/mengganti filter bahan bakar.	A1	Filter bahan bakar tidak diperiksa/diganti sesuai dengan waktu yang ditentukan	Merasa filter masih dalam kondisi baik.	Kegagalan system bahan bakar (tersumbat serta Banyak kotoran)	3	2	M	membuat jadwal penggantian
2.2.3	Memeriksa kebocoran bahan bakar atau pelumas	C2	Pemeriksaan kebocoran tidak dilakukan dengan sepenuhnya	Menganggap tidak ada kebocoran	Pemborosan bahan bakar atau pelumas, merusak mesin.	1	2	L	membuat ceklis pemeriksaan dalam buku harian mesin
2.2.4	Memeriksa gas buang.	C1	Gas buang tidak diperhatikan dengan baik	Merasa mesin dalam kondisi baik	Tidak dapat mengidentifikasi gangguan pembakaran dalam mesin	1	2	L	membuat ceklis pemeriksaan dalam buku harian mesin
2.3.1	Memeriksa temperatur air pendingin pada heat exchanger.	C4	Temperatur air pendingin tidak diperiksa dengan rutin	Tidak ada instrumen pemeriksaan air pendingin, Pemeriksaan tidak praktis.	mesin panas, performa mesin menurun	4	2	M	memperbaiki instrumen temperatur pendingin, buat jurnal operasional mesin
2.3.2	Memeriksa kebocoran air pendingin pada mesin	C2	Pemeriksaan pendingin mesin tidak secara menyeluruh.	Pemeriksaan secara ergonomis tidak nyaman	kebocoran di bagian tertentu tidak terdeteksi	1	2	L	membuat ceklis pemeriksaan dalam buku harian mesin
2.4.1	Melakukan pengisian daya Battery.	A7	Tidak memeriksa tegangan dan arus charger baterai	Baterai charger memiliki sistem auto cut off	Bila cut off bermasalah, baterai over charging	2	2	L	memasang Instruksi kerja pengisian baterai
3.1.1	Mendapat instruksi menghentikan mesin dari kapten.	I3	Informasi komunikasi kurang jelas	Ruang mesin bising, perintah tidak diterima dengan baik	Apa yang diperintahkan tidak sesuai.	3	1	L	membuat kode pengoperasian dan menghentikan mesin dengan bel
3.2.1	Mendorong tuas dikompresi.	A9	Mendorong tuas yang tidak selesai, dilakukan berulang	Ruang mesin yang terbatas, ergonomi kurang baik	Mesin sulit dimatikan.	3	1	L	memperbaiki dengan modifikasi untuk mempermudah meraih tuas.dekompresi
3.3.1	Memeriksa kondisi mesin yang dimatikan.	C2	Pemeriksaan mesin tidak lengkap	Ruang mesin terbatas, ergonomi pada pemeriksaan kurang baik	Mesin bergetar ketika dinyalakan.	2	3	M	buat ceklis penghentian operasional dalam buku harian mesin

Tabel 2. Analisis *human error* dengan format SHERPA

Analisis human error dengan pendekatan SHERPA

Pekerjaan pengoperasian mesin yang telah di breakdown seperti pada Gambar 4 - Gambar 6 berpotensi terjadi kesalahan yang disebabkan oleh manusia (kru mesin dan kadet). Setiap kesalahan pekerjaan spesifik yang terjadi memiliki dampak yang ditimbulkan. Begitu juga dengan semakin seringnya (*likelihood*) kesalahan terjadi menghasilkan risiko yang perlu dipertimbangkan. Risiko terjadinya kesalahan pengoperasian dilakukan dengan analisis menggunakan lembar SHERPA seperti pada yang penerapannya ditampilkan pada Tabel 2.

Berdasarkan hasil analisis pekerjaan menggunakan HTA yang dibahas pada poin pembahasan 3.2 – 3.4 tentang pekerjaan yang harus dilakukan ketika mengoperasikan mesin penggerak kapal, untuk mengoperasikan mesin dengan baik terdapat 20 pekerjaan spesifik yang berpotensi terjadi kesalahan dalam melaksanakan pekerjaan tersebut. Setiap pekerjaan spesifik digunakan pada Tabel 2 untuk di analisis apa kriteria kesalahan pekerjaan yang dilakukan, bagaimana penjelasannya hingga usulan perbaikan untuk mengurangi kesalahan terjadi berulang. Kriteria jenis pekerjaan yang digunakan mengacu pada Tabel 3. yaitu Kriteria Taksonomi Kesalahan pada kolom pertama. Hasilnya dari sebanyak 20 pekerjaan spesifik menunjukkan bahwa "pemeriksaan" merupakan pekerjaan paling banyak dengan 50%, diikuti oleh "aksi" yang sebanyak 45% dari total pekerjaan, ini seperti penelitian yang dilakukan oleh Rammadaniya and Mahbubah (2022) pada Refinery Salt Production hasilnya *human error* yang paling terlihat berupa pemeriksaan yang tidak lengkap, dan operator jarang melakukan pengecekan secara lengkap. Sebagaimana ditampilkan Gambar 7 hasil analisis berdasarkan kriteria pekerjaan spesifik. Sehingga diperlukan tindakan perbaikan diajukan untuk mengurangi kesalahan yang berulang dalam pelaksanaan pekerjaan tersebut seperti yang dituliskan pada Tabel 2.



Gambar 7 kriteria pekerjaan spesifik pengoperasian mesin

Berdasarkan kriteria pekerjaan pengoperasian mesin penggerak kapal ini ada tahapan-pekerjaan yang harus dilakukan mulai dari tahap persiapan, hingga menghentikan operasional mesin, melakukan aksi tertentu dengan tepat, memeriksa kondisi mesin yang harus paham kondisi normal dan tidak normal sehingga dapat melakukan tindakan yang diperlukan untuk mencegah terjadinya kegagalan yang lebih parah, hingga komunikasi untuk koordinasi dengan tim mesin dan nakhoda maka yang berwenang dalam mengoperasikan mesin haruslah orang yang ahli dalam mengoperasikan mesin. Justifikasi yang ahli dalam mengoperasikan mesin adalah orang yang telah mengikuti pendidikan dan pelatihan dan memperoleh sertifikat keahlian pelaut bidang mesin seperti yang tertulis pada peraturan pemerintah Republik Indonesia (2021) dan Pramoda et al. (2021).

Berdasarkan HTA pengoperasian mesin terdapat 20 pekerjaan khusus, analisis menggunakan SHERPA worksheet pada Tabel 2 menunjukkan adanya potensi kesalahan dalam pengoperasian mesin. Peta risiko kesalahan pengoperasian mesin penggerak kapal akibat *human error* di tunjukkan pada Gambar 8, sebanyak 10 pekerjaan spesifik ditemukan berada pada profil risiko kategori LOW, sejumlah 10 pekerjaan lainnya sebagai risiko kategori MEDIUM, sementara risiko kategori HIGH tidak ditemukan. Ini mengindikasikan bahwa pekerjaan pengoperasian mesin induk di kapal ini secara umum memiliki tingkat keamanan yang cukup, namun penting dilakukannya tindakan teknis untuk perbaikan sehingga dapat meminimalkan risiko yang ada.

		IMPACT				
		Insignifican 1	Minor 2	Moderate 3	Major 4	Catastroph 5
LIKELIHOOD	Almostc 5					
	Likely 4	1.4.2	2.3.1			
	Moderate 3	3.1.1 3.2.1	1.3.1 1.3.2 2.2.2			
	Unlikely 2	1.2.1 1.2.2	1.4.1 2.4.1	1.1.1 1.1.2 2.1.2 3.3.1		
	Rare 1		2.2.3 2.2.4 2.3.2	2.2.1	2.1.1	

Gambar 8 Matrix risiko pekerjaan spesifik pengoperasian mesin penggerak kapal

Perbaikan terhadap profil risiko di kapal ini dapat dilakukan melalui beberapa langkah, termasuk pemasangan instruksi kerja di dekat lokasi kerja serta penyediaan checklist yang harus diikuti oleh kru. Seperti yang dituliskan oleh Inajati dan Utomo (2019) Instruksi kerja yang dipasang di dekat lokasi kerja dapat memberikan panduan yang jelas kepada kru mesin tentang cara menjalankan tugas mereka dengan aman dan efisien. Ini sangat penting, terutama ketika instruksi pengoperasian mesin penggerak kapal tidak tersedia. Instruksi kerja akan memberikan pedoman yang konsisten untuk menghindari kesalahan atau risiko selama operasi kapal.

Memberikan checklist kepada petugas jaga mesin juga bijaksana. Daftar ini akan membantu memastikan bahwa setiap langkah dalam pekerjaan dilakukan dengan benar dan sesuai dengan standar keselamatan. Seperti yang disampaikan oleh Dewangga *et al.* (2022) daftar checklist akan membantu dalam pelacakan dan audit pekerjaan, sehingga manajemen dapat mengurangi risiko dan memastikan bahwa pekerjaan dilakukan dengan baik. Dalam situasi di mana instruksi kerja tentang pengoperasian mesin penggerak kapal mungkin tidak tersedia, langkah-langkah ini adalah langkah awal yang baik untuk mengelola risiko, memastikan keselamatan, dan menjaga efisiensi operasional kapal.

Tindakan pencegahan ini dapat membantu kapal menangani tantangan yang mungkin muncul seiring berjalannya waktu.

Pekerjaan spesifik dengan profil risiko sedang menunjukkan tidak memerlukan perhatian dari manajemen puncak, tetapi memerlukan penanganan segera. Impak mesin berhenti beroperasi namun dapat diperbaiki segera, berhentinya mesin pada saat yang tidak tepat berpotensi menimbulkan dampak yang berbahaya (Priharanto *et al.* 2023), sehingga diperlukan tindakan untuk perbaikan profil risiko sedang. Pertama memberi semua awak kapal yang bertanggung jawab atas pengoperasian mesin penggerak kapal dengan pelatihan dan sertifikasi. Sehingga seluruh kru mesin memiliki pemahaman mendalam tentang operasi, perawatan, dan penanganan darurat yang terkait dengan mesin tersebut. Kedua, perwira mesin memberikan perhatian lebih untuk supervisi dan pengawasan kepada kru yang lebih junior selama operasi mesin, terutama dalam situasi yang dianggap lebih berisiko. Ini dapat membantu mendeteksi kesalahan potensial dan tindakan yang tidak aman lebih awal. Ketiga, dengan memperbaiki teknologi dan automasi pada mesin, ini dapat mengurangi kerusakan mesin yang lebih parah yang disebabkan oleh kesalahan manusia. Teknologi seperti sistem alarm dan sistem keamanan yang didasarkan pada parameter mesin seperti tekanan dan temperatur. Sebenarnya instrumen untuk memantau parameter yang terkait kinerja mesin sudah ada pada mesin, hanya saja sebagian mesin pada kapal nelayan, perangkat ini tidak berfungsi (M. Z. L. Abrori *et al.* 2021). Ke empat melaporkan hampir semua insiden atau insiden yang dianggap penting dan melibatkan kesalahan manusia. Setelah itu, dilakukan analisis menyeluruh untuk memahami penyebabnya dan melakukan perubahan pada prosedur atau pelatihan yang diperlukan.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan penelitian ini bahwa mesin yang digunakan sebagai penggerak kapal penangkap ikan adalah mesin diesel bekas truk yang dimodifikasi. Dalam analisis hierarki pengoperasian mesin, terdapat tiga tahap yaitu persiapan, pengoperasian dan pemantauan, serta menghentikan operasional mesin. Pengoperasian mesin dapat dilakukan dengan beberapa tahapan yang sebaiknya dilakukan secara berurutan agar tidak ada pekerjaan spesifik yang terlewat, sehingga semua tahapan pasti dilaksanakan. Pekerjaan pengoperasian mesin terklasifikasi menjadi tiga kriteria utama seperti pemeriksaan, aksi, dan komunikasi. Pemeriksaan mendominasi dengan 52%, sementara aksi mencakup 43%. Risiko kesalahan pengoperasian mesin yang disebabkan *human error* berdasarkan ISO 31000 terkategori LOW sebanyak 10 pekerjaan dan MEDIUM sejumlah 10 pekerjaan. Meskipun profil risiko masih dapat diterima, tindakan perbaikan diusulkan, dengan pembuatan checklist, instruksi kerja, pelatihan, sertifikasi, dan supervisi lebih intensif. Hasil penelitian ini memiliki dampak signifikan dalam mengatasi masalah pengoperasian mesin yang disebabkan oleh kesalahan manusia

DAFTAR PUSTAKA

- Abrori, M. Z. L., Sidhi, S. D. P., & Prasetyo, D. (2021). Modern Monitoring Instrument to Support Fishing Vessel Operation and Maintenance: A Review. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 11(6), 2305. <https://doi.org/10.18517/ijaseit.11.6.15066>
- Abrori, Z. L. (2022). Identifikasi Intensitas Aktivitas Kerja Awak Kapal Purse seine di Perairan Selat Malaka Identification of Work Intensity Purse seine Fishing Vessels Crews Activities in Malaca Strait Waters Suci Asrina Ikhsan, Sri Yenica Roza, Ratih Purnama Sari, Roma Yul. *Jurnal Airaha*, 11(01). <https://doi.org/https://doi.org/10.15578/ja.v11i01.328>

- Ajayi, S. O., Adegbenro, O. O., Alaka, H. A., Oyegoke, A. S., & Manu, P. A. (2021). Addressing behavioural safety concerns on Qatari Mega projects. *Journal of Building Engineering*, 41, 102398. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2021.102398>
- Ashour, A., Phipps, D. L., & Ashcroft, D. M. (2022). Predicting dispensing errors in community pharmacies: An application of the Systematic *Human error* Reduction and Prediction Approach (SHERPA). *PLOS ONE*, 17(1), e0261672. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0261672>
- Azarnia Ghavam, M., Mazloumi, A., & Hosseini, M. R. (2019). Identification and evaluation of *human error* in operation of electrical installations of Tehran Province Electricity Distribution Company using SHERPA technique. *Journal of Health and Safety at Work*, 9(4), 363–380.
- Basuki, M. A. W., Handoko, L., & Rachmat, A. N. (2017). Analisis *Human error* pada Operator Harbour Mobile Crane untuk Pekerjaan Bongkar Muat dengan Metode SHERPA (Studi Kasus: Perusahaan Bongkar Muat). In *Conference on Safety Engineering and Its Application* (Vol. 1, pp. 79–86).
- Budiawan, W., & Iridiastadi, H. (2013). Perancangan Computer Aided System Dalam Menganalisa *Human error* di Perkeretaapian Indonesia. *J@ ti Undip: Jurnal Teknik Industri*, 8(2), 89.
- Choi, J.-R., Han, H. J., & Ham, D.-H. (2021). Predicting *Human errors* in Landing Situations of Aircraft by Using SHERPA. *Journal of the Korean Society for Aviation and Aeronautics*, 29(2), 14–24. <https://doi.org/10.12985/ksaa.2021.29.2.014>
- Derdowski, L. A., & Mathisen, G. E. (2023). Psychosocial factors and safety in high-risk industries: A systematic literature review. *Safety Science*, 157, 105948. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2022.105948>
- Dewangga, K., Emanuel, A. W. R., & Widhiyanti, K. (2022). Perancangan Gamifikasi Pada Proses Implementasi ERP Menggunakan Metode Accelerate SAP. *Teknika*, 11(3), 225–234. <https://doi.org/10.34148/teknika.v11i3.552>
- Guspara, W. A., Satwikasanti, W. T., & Jiyan, L. (2018). Hierarchical Task Analysis dalam pengembangan gagasan produk. *Productum: Jurnal Desain Produk (Pengetahuan dan Perancangan Produk)*, 3(4), 133–140.
- Hadi, S., Priharanto, & Latief. (2018). Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) Applied for Risk Assessment of Fuel Oil System on Diesel Engine of Fishing Vessel. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.1884286>
- Inajati, E., & Utomo, E. P. (2019). Pengembangan Perpustakaan Perguruan Tinggi yang Berorientasi pada Civitas Akademika dan Perkembangan Teknologi Informasi. *Jurnal Pustaka Budaya*, 6(2), 30–38. <https://doi.org/10.31849/pb.v6i2.2206>
- Islam, R., Abbassi, R., Garaniya, V., & Khan, F. I. (2016). Determination of *Human error* Probabilities for the Maintenance Operations of Marine Engines. *Journal of Ship Production and Design*, 32(04), 226–234. <https://doi.org/10.5957/jspd.2016.32.4.226>
- Jati, P. L., & Fitriasia, A. (2020). Kinerja Operasional PPS Bungus: Kunjungan Kapal dan Produksi Ikan Tahun 2001-2017. *Jurnal Kronologi*, 2(3), 50–61. <https://doi.org/10.24036/jk.v2i3.49>
- Kusumanto, I., Permata, E. G., & Saputra, H. D. (2017). Usulan Perbaikan Sistem Kerja Pada Proses Produksi Crumb Rubber Menggunakan Metode SHERPA Di PT. Riau Crumb Rubber Factory. *Prosiding CELSciTech*, 2, tech_85-tech_90.
- Navas de Maya, B., Komianos, A., Wood, B., de Wolff, L., Kurt, R. E., & Turan, O. (2022). A practical application of the Hierarchical Task Analysis (HTA) and *Human error* Assessment and Reduction Technique (HEART) to identify the major errors with mitigating actions taken

- after fire detection onboard passenger vessels. *Ocean Engineering*, 253, 111339. <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2022.111339>
- Pemerintah Indonesia. (2021). Peraturan Nomor 33 Tahun 2021 Tentang Log Book Penangkapan Ikan, Pemantauan diatas Kapal Penangkap Ikan dan Kapal Pengangkut Ikan, Inspeksi, Pengujian, Dan Penandaan Kapal Perikanan, Serta Tata Kelola Pengawakan Kapal Perikanan. Menteri Kelautan dan Perikanan.
- Pramoda, R., Muliawan, I., Apriliani, T., Witomo, C. M., & Yulisti, M. (2021). Competency of fishing boat crew from Indonesia in the framework of standards of training, certification, and watchkeeping for fishing vessel personnel 1995 (STCW-F 1995). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 860(1), 012088. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/860/1/012088>
- Priharanto, Y. E., Yaqin, R. I., Marjianto, G., Siahaan, J. P., & Abrori, M. Z. L. (2023). Risk Assessment of the Fishing Vessel Main Engine by Fuzzy-FMEA Approach. *Journal of Failure Analysis and Prevention*, 23(2), 822–836. <https://doi.org/10.1007/s11668-023-01607-w>
- Punusigon, F. G., & Sitokdana, M. N. N. (2022). Analisis Manajemen Resiko Aplikasi Simfoni pada Dinas PPA di Kab. Minahasa Tenggara Menggunakan ISO 31000. *ZONasi: Jurnal Sistem Informasi*, 4(2), 25–36. <https://doi.org/10.31849/zn.v4i2.10463>
- Rahmawati, J., Suroto, S., & Setyaningsih, Y. (2022). Apakah Unsafe Action dan Unsafe Condition Berpengaruh terhadap Kecelakaan Nelayan? *Jurnal Keperawatan*, 14(1), 301–312. <https://doi.org/10.32583/keperawatan.v14i1.146>
- Rammadaniya, P., & Mahbubah, N. (2022). Integration of the HEART and SHERPA approach to evaluating *human errors* in the refinery salt production. *Jurnal Sistem Teknik Industri*, 24(2), 177–193.
- Riyanti, T. D., Tambunan, W., & Sukmono, Y. (2021). Analisis Human Reliability Assessment (HRA) dengan Metode HEART dan SPAR-H (Studi Kasus PT.X). *JOURNAL OF INDUSTRIAL AND MANUFACTURE ENGINEERING*, 5(1), 41–48. <https://doi.org/10.31289/jime.v5i1.4138>
- Rizal, D. R., Purwangka, F., Imron, M., & Wisudo, S. H. (2021). Kebutuhan Bahan Bakar Minyak pada Kapal Perikanan di Pelabuhan Perikanan Nusantara Palabuhanratu. *ALBACORE Jurnal Penelitian Perikanan Laut*, 5(1), 029–042. <https://doi.org/10.29244/core.5.1.029-042>
- Santoso, P. N., Sullyartha, E. R., & Sihombing, L. M. (2022). Strategi Meminimalkan Error Pada Teknisi Maintenance Mesin 350F dengan Systematic *Human error* Reduction and Prediction Approach (SHERPA) di PT. XYZ. *Angkasa: Jurnal Ilmiah Bidang Teknologi*, 14(2), 199–208. <https://doi.org/10.28989/angkasa.v14i2.1360>
- Septiani, W., Adisuwiryono, S., Safitri, D. M., Suudi, B. C., & Utami, I. W. I. W. (2022). Pelatihan Pencegahan *Human error* Untuk Peningkatan Produktivitas Kerja. *Jurnal Pengabdian Mandiri*, 1(7), 1223–1230.
- Urrohmah, D. S., & Riandadari, D. (2019). Identifikasi Bahaya Dengan Metode Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control (Hirarc) Dalam Upaya Memperkecil Risiko Kecelakaan Kerja Di Pt. Pal Indonesia. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin*, 8(1), 34–40.