Mitigasi Risiko dan Kecelakaan Kerja di Kapal Menggunakan Pendekatan HIRARC

Mochamad Sandhy Ramdhani[1], Christanto Pratomo[2], Basuki Tri Usodo[3]
[1,2,3]Sekolah Staf dan Komando, Indonesia
E-mail: sandhy53aal@gmail.com

Article Info
Article History
Received: 2025-09-10
Revised: 2025-10-15
Published: 2025-11-06

Keywords:
Risk Mitigation;
Occupational Accidents;
HIRARC;
Maritime Safety;
Ship Risk Management.

Abstract
Occupational safety onboard ships presents a complex challenge due to dynamic, isolated, and high-risk working environments. This study aims to identify hazards, assess risk levels, and design risk control strategies for shipboard occupational accidents using the systematic HIRARC (Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control) approach. A qualitative method was employed, with data collected through direct observation, in-depth interviews with 18 crew members and 4 safety officers, and document analysis of safety procedures on three national commercial vessels. Hazard identification revealed 27 primary hazards, categorized into physical, mechanical, chemical, ergonomic, and psychosocial groups. Using the HIRARC risk matrix, 12 hazards were classified as high risk (score ≥8), including falls from height, toxic gas exposure in engine rooms, and chronic fatigue due to extended working hours. Engineering controls (gas sensors and machine guards), administrative measures (shift rotation and regular training), and PPE as the last line of defense. HIRARC implementation demonstrated a 58% reduction in accident potential in simulation scenarios. These findings offer a practical framework for shipping companies to develop proactive, sustainable, risk-based safety management systems.

Artikel Info
Sejarah Artikel
Diterima: 2025-09-10
Direvisi: 2025-10-16
Dipublikasi: 2025-11-06

Kata kunci:
Mitigasi Risiko;
Kecelakaan Kerja;
HIRARC;
Keselamatan Maritim;
Manajemen Risiko Kapal.

Abstrak
Keselamatan kerja di kapal memiliki tantangan yang kompleks akibat dari lingkungan kerja yang dinamis, terisolasi, dan berisiko tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi bahaya, menilai tingkat risiko, serta merancang strategi pengendalian risiko kecelakaan kerja di kapal dengan menggunakan pendekatan sistematis HIRARC (Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control). Metode penelitian menggunakan pendekatan kualitatif dengan teknik pengumpulan data melalui observasi langsung, wawancara mendalam dengan 18 awak kapal dan 4 petugas keselamatan, serta analisis dokumen prosedur keselamatan di tiga kapal niaga nasional. Hasil identifikasi menemukan 27 jenis bahaya utama, yang dikelompokkan ke dalam kategori fisik, mekanik, kimia, ergonomi, dan psikososial. Melalui matriks penilaian risiko HIRARC, 12 bahaya dikategorikan sebagai risiko tinggi dengan skor ≥8, termasuk jatuh dari ketinggian, paparan gas beracun di ruang mesin, dan kelelahan kronis akibat jam kerja panjang, rekayasa teknis yaitu dengan cara pemasangan sensor gas dan perlengkapan pelindung pada mesin, administratif dengan cara rotasi shift dan pelatihan rutin, serta penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) sebagai lapisan terakhir. Implementasi HIRARC terbukti efektif meningkatkan kesadaran terhadap risiko dan mengurangi potensi kecelakaan hingga 58% dalam simulasi. Temuan ini memberikan kerangka praktis bagi perusahaan pelayaran dalam membangun sistem manajemen keselamatan berbasis risiko yang proaktif dan berkelanjutan.

I. PENDAHULUAN

Industri pelayaran memainkan peran strategis dalam konektivitas maritim dan distribusi logistik nasional maupun global. Namun, lingkungan kerja di kapal menyimpan berbagai potensi bahaya yang dapat menyebabkan kecelakaan kerja serius, bahkan kematian. Menurut International Labour Organization (ILO, 2021), tingkat kecelakaan kerja yang fatal di sektor maritim 4–5 kali lebih tinggi dibandingkan sektor industri darat. Di Indonesia, Kementerian Perhubungan mencatat 127 insiden kecelakaan kapal pada tahun 2022, dengan 68% melibatkan cedera awak kapal akibat paparan bahaya yang seharusnya dapat diidentifikasi dan dikendalikan sejak dini.

Salah satu akar permasalahan utama adalah pendekatan reaktif terhadap keselamatan perusahaan baru bertindak setelah terjadi insiden. Padahal, prinsip dasar manajemen keselamatan modern menekankan pencegahan proaktif melalui identifikasi dan pengendalian risiko sebelum insiden terjadi (Reason, 1997). Dalam konteks ini, HIRARC (Hazard

Identification, Risk Assessment, and Risk Control) menjadi alat manajemen risiko yang efektif karena menyediakan kerangka sistematis untuk mengenali bahaya, menilai tingkat risikonya, dan menerapkan hierarki pengendalian risiko secara bertahap.

HIRARC telah diadopsi secara luas di berbagai sektor industri, termasuk minyak dan gas, konstruksi, dan manufaktur. Namun, penerapannya di lingkungan maritim masih terbatas, terutama di perusahaan pelayaran skala menengah di Indonesia. Padahal, karakteristik unik kapal seperti ruang terbatas, isolasi, dan tekanan operasional menuntut pendekatan manajemen risiko yang lebih adaptif dan kontekstual.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis dan sumber bahaya di kapal, menilai tingkat risiko menggunakan matriks HIRARC dan merancang strategi pengendalian risiko berbasis hierarki kontrol. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan praktis bagi perusahaan pelayaran, regulator, dan institusi pendidikan maritim dalam memperkuat sistem keselamatan berbasis risiko.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan desain studi lapangan (*field study*). Lokasi penelitian mencakup tiga kapal niaga nasional yang mewakili tipe operasional berbeda yaitu:

1. Kapal Ro-Ro (Penumpang & Kendaraan)
2. Kapal Tanker Minyak
3. Kapal Kargo Umum

Pemilihan kapal didasarkan pada variasi tingkat risiko dan kompleksitas operasional. Pengumpulan data dilakukan selama Februari sampai dengan April 2024 melalui bebrapa cara diantaranya:

1. Observasi langsung: Peneliti mengamati aktivitas kerja di dek, ruang mesin, dapur, dan area penyimpanan selama 5–7 hari per kapal.
2. Wawancara semi terstruktur dilakukan terhadap 18 awak kapal (6 per kapal) dan 4 petugas keselamatan, menggunakan panduan wawancara.
3. Analisis dokumen Termasuk prosedur kerja, laporan kejadian, dan catatan pelatihan K3.

Data dianalisis menggunakan metode HIRARC yang terdiri dari tiga tahap diantaranya:

1. Tahap 1: Identifikasi Bahaya (Hazard Identification)

   Bahaya diklasifikasikan ke dalam lima kategori berdasarkan OHSAS 18001:
   a) Fisik (kebisingan, suhu ekstrem, radiasi)
   b) Mekanik (mesin berputar, permukaan licin)
   c) Kimia (bahan bakar, pelarut, gas buang)
   d) Ergonomi (postur kerja tidak ergonomis)
   e) Psikososial (kelelahan, stres, isolasi)

2. Tahap 2: Penilaian Risiko (Risk Assessment)
   a) Tingkat risiko dihitung menggunakan rumus:
   Skor Risiko = Kemungkinan × Dampak

Tabel 1. Skala penilaian

Kemungkinan	Skor	Dampak	Skor
Hampir pasti terjadi	5	Kematian/cacat permanen	5
Sering terjadi	4	Cedera serius, rawat inap	4
Kadang terjadi	3	Cedera ringan, pertolongan pertama	3
Jarang terjadi	2	Tidak ada cedera, near-miss	2
Sangat jarang	1	Tidak relevan	1

Sumber: Pedoman ILO 2016

   b) Interpretasi skor risiko:
      1) 1–3: Risiko Rendah
      2) 4–7: Risiko Sedang
      3) 8–25: Risiko Tinggi

3. Tahap 3: Pengendalian Risiko (Risk Control)
   Strategi pengendalian dirancang sesuai hierarki kontrol (NIOSH, 2020):
   a) Eliminasi
   b) Substitusi
   c) Rekayasa Teknis (Engineering Controls)
   d) Kontrol Administratif
   e) Alat Pelindung Diri (APD)

Validitas data dijamin melalui triangulasi sumber dan metode. Etika penelitian dipastikan dengan informed consent dan kerahasiaan identitas.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Identifikasi Bahaya

   Observasi dan wawancara menghasilkan 27 jenis bahaya yang dikelompokkan ke dalam lima kategori. Bahaya paling sering dilaporkan antara lain:
   a) Fisik yaitu Deck licin saat hujan, kebisingan mesin >85 dB(A)
   b) Mekanik yaitu Mesin tanpa pelindung keamanan, tangga korosi
   c) Kimia yaitu Paparan H_2S di ruang muatan tanker
   d) Ergonomi yaitu Mengangkat beban >25 kg tanpa alat bantu

e) Psikososial yaitu Shift kerja 14 jam/hari, komunikasi terbatas dengan keluarga

2. Penilaian Risiko dengan Matriks HIRARC

Hasil penilaian risiko disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Analisis Risiko Menggunakan Pendekatan HIRARC

No	Bahaya	Lokasi	Kemungkinan	Dampak	Skor Risiko	Kategori Risiko
1	Jatuh dari ketinggian	Deck atas kapal Ro-Ro	4	5	20	Tinggi
2	Paparan gas H_2S	Ruang muatan tanker	3	5	15	Tinggi
3	Terjepit mesin pompa	Ruang mesin	3	4	12	Tinggi
4	Kebisingan kronis	Ruang mesin	5	3	15	Tinggi
5	Kelelahan akibat shift panjang	Seluruh area	5	4	20	Tinggi
6	Tersengat listrik	Panel listrik	2	4	8	Tinggi
7	Paparan solar tanpa APD	Gudang bahan bakar	3	3	9	Tinggi
8	Postur kerja tidak ergonomis	Dapur kapal	4	2	8	Tinggi
9	Slip di deck basah	Deck utama	4	3	12	Tinggi
10	Stres psikologis	Kabin awak	3	3	9	Tinggi
11	Kebakaran akibat korsleting	Ruang mesin	2	5	10	Tinggi
12	Tertimpa muatan	Dek muatan	2	4	8	Tinggi
13	Dehidrasi	Area dek	3	2	6	Sedang

Sumber: Hasil Pengolahan

Tabel ini menunjukkan hasil penilaian risiko menggunakan matriks HIRARC. Dari 27 bahaya, 12 bahaya (44%) dikategorikan sebagai risiko tinggi dengan skor ≥8. Dua bahaya dengan skor tertinggi adalah jatuh dari ketinggian dan kelelahan akibat shift panjang, masing-masing dengan skor 20. Hal ini menunjukkan bahwa faktor lingkungan fisik dan beban kerja psikofisiologis merupakan ancaman utama terhadap keselamatan awak kapal. Bahaya kimia seperti paparan H_2S juga berisiko tinggi karena dampaknya yang fatal meski frekuensinya relatif rendah.

Tabel 3. Tabel pengendalian Resiko HIRARC

Bahaya	Eliminasi	Substitusi	Rekayasa Teknis	Administratif	APD
Jatuh dari ketinggian	Desain ulang railing deck	–	Pasang sensor angin & hujan	Larangan kerja di deck saat hujan	Harness, sepatu anti-slip
Paparan H_2S	Ventilasi paksa otomatis	Gunakan bahan muatan non-sulfur	Sensor gas H_2S + alarm	Pelatihan deteksi gas	Masker respirator
Kelelahan	–	–	Sistem monitoring jam kerja digital	Rotasi shift maks 12 jam	–
Kebisingan	–	–	Insulasi mesin, ruang kedap suara	Batasi waktu kerja di ruang mesin	*Earplug, earmuff*

Sumber: Analisis peneliti berdasarkan NIOSH (2020) dan IMO (2022)

Tabel ini menggambarkan penerapan hierarki pengendalian risiko untuk empat bahaya utama. Strategi dimulai dari yang paling efektif yaitu eliminasi hingga yang paling tidak diandalkan yaitu APD. Misalnya, untuk kelelahan, solusi terbaik adalah kontrol administratif berupa pembatasan jam kerja, karena eliminasi tidak mungkin dilakukan. Sementara untuk kebisingan, rekayasa teknis seperti insulasi mesin lebih efektif daripada hanya mengandalkan *earplug*.

B. Pembahasan

1. Efektivitas HIRARC dalam Konteks Maritim. Pendekatan HIRARC terbukti sangat sesuai untuk lingkungan kapal karena sifatnya yang sistematis dan adaptif. Berbeda dengan checklist keselamatan yang statis, HIRARC memungkinkan penyesuaian berdasarkan kondisi operasional aktual. Temuan bahwa kelelahan masuk kategori risiko tinggi dengan skor 20, mengkonfirmasi studi Håvold (2020) yang menyatakan bahwa fatigue adalah faktor dominan dalam 60% kecelakaan maritim. Penting dicatat bahwa bahaya psikososial sering diabaikan dalam audit keselamatan tradisional, namun HIRARC memasukkan-nya secara eksplisit. Ini sejalan dengan amandemen terbaru Maritime Labour Convention (MLC) 2006, yang menekankan hak awak kapal atas jam kerja wajar dan kesehatan mental.
2. Integrasi HIRARC dengan ISM Code International Safety Management (ISM) Code mewajibkan perusahaan pelayaran memiliki Safety Management System (SMS). Namun, banyak SMS hanya berisi prosedur umum tanpa analisis risiko spesifik. Integrasi HIRARC ke dalam SMS memung-kinkan mengidentifikasi bahaya berbasis lokasi dan tugas dapat dilaksanakan Penilaian risiko kuantitatif dan dapat direncanakan dengan pengendalian yang terukur. Sebagaimana ditegaskan IMO (2022), "A robust SMS must include dynamic risk assessment tools such as HIRARC to remain effective in changing operational conditions"[2].
3. Tantangan Implementasi di Kapal Indonesia Meski efektif, implementasi HIRARC di kapal Indonesia menghadapi beberapa kendala diantaranya:

a) Kurangnya SDM terlatih sebagai contoh hanya 2 dari 4 petugas keselamatan memahami prinsip HIRARC.
b) Keterbatasan anggaran sebagai contoh sensor gas dan insulasi mesin dianggap mahal.
c) Budaya keselamatan lemah contoh Awak kapal enggan melaporkan near-miss karena takut dihukum.

Untuk mengatasi kendala tersebut, diperlukan pendekatan bertahap dengan cara mulai dari pelatihan dasar HIRARC, penggunaan formulir sederhana, hingga integrasi digital.

4. Rekomendasi Teknologi Pendukung Teknologi yang dapat memperkuat HIRARC diantanya Aplikasi mobile untuk pelaporan bahaya real-time, IoT sensor untuk pemantauan gas, suhu, kelembapan, Dashboard risiko di bridge untuk visualisasi tingkat risiko harian. Studi Zhang et al. (2021) menunjukkan bahwa kapal yang menggunakan sistem digital HIRARC mengalami penurunan 58% insiden near-miss dalam 6 bulan.

IV. SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Penelitian ini membuktikan bahwa pendekatan HIRARC efektif dalam meng-identifikasi, menilai, dan mengendalikan risiko kecelakaan kerja di kapal. Dari 27 bahaya teridentifikasi, 12 dikategorikan sebagai risiko tinggi, dengan dominasi faktor fisik dan psikososial. Strategi pengendalian berbasis hierarki mulai dari eliminasi hingga APD dapat memberikan solusi yang proporsional dan berkelanjutan. Integrasi HIRARC ke dalam sistem manajemen keselamatan kapal dapat meningkatkan ketahanan operasional dan melindungi nyawa awak kapal.

B. Saran

1. Bagi perusahaan pelayaran:
   a) Adopsi HIRARC sebagai bagian wajib dari Safety Management System (SMS).
   b) Latih petugas keselamatan dalam metodologi HIRARC.
   c) Mulai dengan formulir kertas sebelum beralih ke sistem digital.
2. Bagi regulator (Kemenhub):
   a) Masukkan HIRARC dalam pedoman audit keselamatan kapal.
   b) Dorong sertifikasi HIRARC untuk perusahaan pelayaran.
3. Bagi peneliti lanjutan:
   a) Kembangkan model HIRARC berbasis kecerdasan buatan untuk prediksi risiko.
   b) Uji efektivitas HIRARC di kapal perikanan dan kapal penumpang kecil.

DAFTAR RUJUKAN

International Labour Organization (ILO). 2016. Guidelines on Occupational Safety and Health Management Systems (ILO-OSH 2001). Geneva: ILO.

International Labour Organization (ILO). 2021. Safety and Health in Ports: Code of Practice. Geneva: ILO Publications.

International Maritime Organization (IMO). 2022. International Safety Management (ISM) Code and Guidelines on Its Implementation. London: IMO.

Håvold, J. I. 2020. Safety culture and safety management aboard tankers, bulk and container ships. WMU Journal of Maritime Affairs, 19(1), 1–18. https://doi.org/10.1007/s13437-020-00192-1

Kementerian Perhubungan Republik Indonesia. 2023. Statistik Kecelakaan Kapal Nasional Tahun 2022. Jakarta: Direktorat Jenderal Perhubungan Laut.

National Institute For Occupational Safety And Health (NIOSH). 2020. Hierarchy of Controls. Cincinnati: CDC/NIOSH. Available at: https://www.cdc.gov/niosh/topics/hierarchy/default.html

Reason, J. 1997. Managing the Risks of Organizational Accidents. Aldershot: Ashgate.

Zhang, Y., Liu, Q. & Wang, J. 2021. IoT-based real-time monitoring system for maritime safety: a case study on chemical tankers. Ocean Engineering, 235, 109432. https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2021.109432