

Analisis Risiko Keselamatan pada Operasi Kapal AHTS Menggunakan Metode HAZOP

(Safety Risk Analysis in AHTS Ship Operations Using the HAZOP Method)

Ahfadz Zidan Alfarabi¹, Iie Suwondo², Mohammad Dahri³, Trisnowati Rahayu⁴

^{1,2,3,4} Program Studi Teknologi Rekayasa Operasi Kapal,
Politeknik Pelayaran Surabaya

Abstrak: Keselamatan kerja di atas kapal merupakan aspek krusial yang harus diperhatikan secara menyeluruh, terutama pada aktivitas kapal Anchor Handling Tug Supply (AHTS) yang memiliki risiko tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan penilaian risiko keselamatan pada aktivitas kapal AHTS menggunakan metode Hazard and Operability Study (HAZOP). Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif kualitatif, yang melibatkan observasi langsung, wawancara, dan analisis dokumentasi untuk mendapatkan data yang komprehensif mengenai potensi bahaya dan operabilitas pada aktivitas kapal AHTS. Beberapa temuan utama mencakup identifikasi potensi bahaya yang sering diabaikan, seperti kondisi cuaca buruk, peralatan yang kurang terawat, dan ketidakpatuhan terhadap prosedur keselamatan. Berdasarkan analisis HAZOP yang digunakan dalam penelitian ini, risiko-risiko tersebut akan dikategorikan ke dalam tiga level: low risk, moderate risk, dan high risk. Analisis menunjukkan bahwa sebagian besar risiko berada pada level moderate risk, yang memerlukan pendekatan pengendalian yang direncanakan dan tindakan sementara untuk mengurangi risiko. Implementasi langkah-langkah mitigasi yang direkomendasikan, seperti pelatihan rutin tentang keselamatan kerja, pemeliharaan peralatan yang lebih baik, dan pengawasan ketat terhadap kepatuhan prosedur, dapat menggeser risiko dari level moderate menjadi low risk. Orientasi penerapan metode HAZOP secara efektif bisa saja meningkatkan keselamatan kerja di atas kapal AHTS.

Kata kunci: keselamatan kerja, hazard and operability study (HAZOP), kapal anchor handling tug supply (AHTS), penilaian risiko, mitigasi risiko

Abstract: Occupational safety on board ships is a crucial aspect that must be fully considered, especially in high-risk Anchor Handling Tug Supply (AHTS) vessel activities. This study aims to conduct a safety risk assessment on AHTS vessel activities using the Hazard and Operability Study (HAZOP) method. The research method used is descriptive qualitative, which involves direct observation, interviews, and documentation analysis to obtain comprehensive data on potential hazards and operability in AHTS vessel activities. Some key findings include the identification of often overlooked potential hazards, such as adverse weather conditions, poorly maintained equipment, and non-compliance with safety procedures. Based on the HAZOP analysis used in this study, these risks will be categorized into three levels: low risk, moderate risk, and high risk. The analysis shows that most risks are at the moderate risk level, which requires a planned control approach and temporary measures to reduce the risks. Implementation of recommended mitigation measures, such as regular training on occupational safety, better equipment maintenance, and strict supervision of procedural compliance, can shift the risks from the moderate to low risk level. Effectively implementing the HAZOP method can improve occupational safety on AHTS vessels.

Keywords: occupational safety, hazard and operability study (HAZOP), anchor handling tug supply (AHTS) vessels, risk assessment, risk mitigation

Alamat korespondensi:

Ahfadz Zidan Alfarabi, Program Studi Teknologi Rekayasa Operasi Kapal, Politeknik Pelayaran Surabaya, Jalan Gunung Anyar Boulevard No.1, Surabaya. e-mail: ahfadzzidan157@gmail.com

PENDAHULUAN

Industri berisiko tinggi seperti pertambangan, konstruksi, minyak dan gas, serta pelayaran membutuhkan manajemen risiko yang detail untuk menjamin keselamatan kerja. Safety

Risk Assessment (SRA) berperan penting dalam menilai dan mengelola risiko keselamatan pekerja. Metode HAZOP digunakan untuk mengidentifikasi potensi bahaya dan kesalahan operasional secara rinci.

Penelitian ini fokus pada penerapan SRA dengan metode HAZOP pada kapal AHTS yang beroperasi di lingkungan laut keras dan rentan terhadap risiko tinggi seperti penanganan jangkar, operasi penarikan, operasi pasokan, serta faktor lingkungan. Tujuannya adalah meningkatkan pemahaman dan memberikan rekomendasi guna meningkatkan keselamatan dan mengurangi risiko kecelakaan di kapal AHTS.

1. Risiko dan Keselamatan Kerja

Risiko merupakan kondisi ketidakpastian yang dapat menimbulkan kerugian fisik maupun material dalam suatu proses operasional (Darmawi, 2022). Di sektor pelayaran, risiko semakin tinggi karena kegiatan dilakukan pada lingkungan laut yang dinamis dan dipengaruhi cuaca ekstrem, gelombang besar, serta penggunaan peralatan bertekanan dan bertonase besar. Keselamatan kerja secara umum diartikan sebagai upaya untuk melindungi pekerja dari potensi kecelakaan kerja melalui penerapan prosedur, standar, dan sistem pengendalian bahaya (Hendrawan, 2020).

2. Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3)

SMK3 merupakan bagian integral dari sistem manajemen organisasi yang mencakup struktur, perencanaan, tanggung jawab, implementasi, hingga pengawasan untuk memastikan kegiatan operasional berjalan secara aman (Santoso et al., 2020). Dalam operasional kapal AHTS, SMK3 berfungsi memastikan bahwa seluruh prosedur penanganan jangkar, towing, rig move, dan supply operation berjalan sesuai standar keselamatan yang berlaku.

3. Risk Assessment

Risk Assessment adalah proses

sistematis yang digunakan untuk menilai tingkat bahaya melalui analisis likelihood dan severity (Darminto, 2014; Irawan, 2015). Risk matrix digunakan untuk mengelompokkan risiko menjadi low, moderate, dan high, yang kemudian digunakan untuk menentukan prioritas mitigasi (Department of Occupational Safety and Health Malaysia, 2008). Penerapan penilaian risiko pada kapal AHTS menjadi penting mengingat banyak aktivitas yang melibatkan beban berat, gaya tarik tinggi, dan kondisi lingkungan yang tidak stabil.

4. HIRARC (Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control)

HIRARC adalah metode manajemen risiko yang terdiri dari tahapan identifikasi bahaya, analisis risiko, evaluasi risiko, dan pengendalian risiko (Ramli, 2010). Dalam operasi AHTS, HIRARC banyak digunakan untuk menilai bahaya fisik seperti snap-back rope, tekanan hidrolik pada winch, jatuhnya muatan, serta bahaya lingkungan seperti arus kuat dan angin kencang. Pendekatan ini menjadi dasar pembentukan prosedur keselamatan pada operasi deck.

5. Hazard and Operability Study (HAZOP)

HAZOP merupakan metode analisis kualitatif yang bertujuan mengidentifikasi potensi penyimpangan proses dengan menggunakan guide words dan analisis node (Efranto, 2013). HAZOP menilai penyebab, konsekuensi, dan safeguards dari setiap deviasi yang terjadi dalam suatu operasi. Metode ini banyak digunakan dalam industri yang memiliki potensi bahaya tinggi, termasuk kapal AHTS. Keunggulan HAZOP adalah kemampuannya mendeteksi bahaya yang sulit diidentifikasi dengan metode lain serta mendorong evaluasi sistematis

terhadap operabilitas peralatan.

6. Kapal *Anchor Handling Tug Supply (AHTS)*

AHTS merupakan kapal pendukung operasi offshore yang dirancang untuk melakukan penanganan jangkar, penarikan rig, dan suplai peralatan ke instalasi lepas pantai (Sutisna et al., 2017; Tri et al., 2017). Kapal *AHTS* memiliki mesin berkekuatan besar, sistem propulsi ganda, dan peralatan khusus seperti stern roller, towing winch, dan anchor-handling gear. Operasi *AHTS* termasuk kategori berisiko tinggi karena melibatkan gaya tarik besar, beban berat, dan kondisi laut ekstrem.

METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini penulis mengadopsi pendekatan deskriptif kualitatif untuk menganalisis potensi bahaya dan tingkat risiko keselamatan pada operasi kapal *Anchor Handling Tug Supply (AHTS)* dengan metode *Hazard and Operability Study (HAZOP)*. Pendekatan ini memungkinkan identifikasi sistematis deviasi proses operasional dan evaluasi risiko secara mendalam. Komponen metode penelitian mencakup objek penelitian, alat dan bahan, perlakuan objek, teknik pengumpulan data, variabel penelitian, serta teknik analisis data. penelitian difokuskan pada aktivitas operasional kapal *AHTS* dengan potensi bahaya tinggi, yaitu:

- *Anchor Handling Operation*: Pengoperasian wire, shackle, dan winch untuk pemasangan atau pengangkatan jangkar.
- *Towing Operation*: Penarikan rig atau barge yang menuntut kestabilan kapal dan kontrol gaya tarik.
- *Supply/Deck Operation*: Pemindahan barang menggunakan crane di dek kapal.
- Faktor lingkungan: Kondisi

cuaca, gelombang, dan arus laut.

Pemilihan objek ini didasarkan pada karakteristik operasi *AHTS* yang kompleks dan berisiko tinggi, sesuai dengan prosedur rig move dan supply operation. Sebagai penelitian kualitatif, alat dan bahan terdiri dari dokumen operasional (SOP anchor handling, SOP towing, deck machinery manual, Job Hazard Analysis), literatur pendukung (buku dan jurnal tentang HAZOP serta keselamatan kerja), serta instrumen analisis berupa tabel HAZOP, matriks risiko 5×5, dan lembar identifikasi bahaya.

Perlakuan objek dilakukan melalui penguraian aktivitas *AHTS* menjadi node proses persiapan peralatan, tensioning wire, deployment anchor, lifting operation, penerapan *guide words* HAZOP (*more, less, no, reverse*) untuk mengidentifikasi deviasi, analisis penyebab konsekuensi dan pengendalian existing PPE dan komunikasi, serta penilaian risiko menggunakan matriks 5×5 (*severity × likelihood*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Aktivitas operasional kapal *Anchor Handling Tug Supply (AHTS)* meliputi beberapa proses berisiko tinggi, khususnya *anchor handling, towing operation, dan supply/deck operation*. Ketiga aktivitas tersebut melibatkan penggunaan wire rope bertegangan tinggi, winch, shackle, crane, serta interaksi antara peralatan mekanis dan kondisi lingkungan yang dinamis seperti gelombang, angin, dan arus laut.

Untuk keperluan analisis *HAZOP*, aktivitas operasional diuraikan menjadi beberapa node proses, yaitu:

1. Persiapan Peralatan (Preparation Stage)

2. Tensioning Wire dan Pengoperasian Winch
3. Deployment dan Recovery Anchor
4. Crane Lifting Operation (Deck Operation)
5. Kontrol Stabilitas Kapal dalam Operasi Towing

Pembagian node ini memudahkan identifikasi deviasi proses, penyebab, serta konsekuensi risiko secara sistematis.

Berdasar hasil analisis penulis mendapatkan empat tabel yang menggambarkan deviasi, penyebab, konsekuensi, safeguard, serta level risiko dari beberapa node utama pada operasi AHTS.

Tabel 1. HAZOP Node: Tensioning Wire & Winch Operation

Node	Guide Word	Deviasi	Penyebab	Konsekuensi	Safeguard	Level Risiko
Tensioning Wire	More	Tegangan wire <u>berlebih</u>	Gelombang besar, salah komunikasi, salah pengaturan winch	Wire putus, <u>snap-back</u> , cedera fatal	Alarm tension, komunikasi radio, safe zone	High (20)
Tensioning Wire	Less	Tegangan <u>kurang</u>	Operator kurang responsif, winch slip	Beban tidak terangkat stabil, risiko jatuh	Pengawasan winch, komunikasi	Moderate (12)
Tensioning Wire	No	Tidak ada <u>tegangan</u>	Wire tidak terpasang benar	Jangkar tidak bergerak, operasi gagal	Pemeriksaan awal, checklist	Low (4)
Tensioning Wire	Reverse	Pergerakan wire <u>berlawanan</u>	Salah perintah, gangguan winch	Beban bergerak tak terduga, risiko cedera	Pengawasan visual, SOP	High (16)

Tabel 2. HAZOP Node: Deployment/Recovery Anchor

Node	Guide Word	Deviasi	Penyebab	Konsekuensi	Safeguard	Level Risiko
Deployment Anchor	More	Jangkar turun terlalu <u>cepat</u>	Winch overspeed, friksi rendah	Hilangnya kontrol, risiko kapal miring	Kontrol kecepatan winch	High (15)
Deployment Anchor	Less	Jangkar turun <u>lambat</u>	Friksi wire, kondisi peralatan	Keterlambatan operasi, risiko beban tersangkut	Perawatan peralatan	Moderate (9)
Recovery Anchor	No	Jangkar tidak <u>terangkat</u>	Jangkar tersangkut dasar laut	Beban besar, risiko kerusakan wire	Pengaturan ulang posisi kapal	Moderate (10)
Anchor Operation	More	Beban tarik <u>meningkat</u>	Arus kuat, posisi kapal salah	Wire failure, kerusakan peralatan	Koordinasi bridge-deck	High (20)

Tabel 3. HAZOP Node: Crane Lifting / Deck Operation

Node	Guide Word	Deviasi	Penyebab	Konsekuensi	Safeguard	Level Risiko
Lifting Cargo	More	Beban <u>berayun lebih besar</u>	Angin kuat, crane operator tidak stabil	Muatan menimpa crew, kerusakan peralatan	Crane tag line, komunikasi	High (15)
Lifting Cargo	Less	Beban bergerak <u>lambat</u>	Gangguan crane hydraulic	Keterlambatan operasi	Monitoring crane	Low (4)
Deck Operation	No	Tidak ada <u>komunikasi</u>	Gangguan radio, human error	Salah perintah, kecelakaan deck	Hand signal, HT cadangan	High (16)

Tabel 4. HAZOP Node: Towing Operation

Node	Guide Word	Deviasi	Penyebab	Konsekuensi	Safeguard	Level Risiko
Towing	More	Gaya tarik <u>berlebih</u>	Kondisi laut <u>memburuk</u>	Kapal kehilangan kendali	Pemantauan tension	High (20)
Towing	Less	Gaya tarik <u>kurang</u>	Mesin lemah, salah manuver	Rig tidak bergerak stabil	Komunikasi bridge	Moderate (8)
Towing	Reverse	Arah tarik <u>terbalik</u>	Miscommunication	Rig bergerak tak terkontrol	Bridge visual check	High (16)

Tabel skala Risk Matrix

Likelihood	Severity				
	1	2	3	4	5
5	5	10	15	20	25
4	4	8	12	16	20
3	3	6	9	12	15
2	2	4	6	8	10
1	1	2	3	4	5

Risk = Likelihood x Severity

Tabel deskripsi Warna Skala Risk Matrix

Tingkat	Warna	Keterangan
1-4	Hijau – Low Risk	Risiko dapat diterima, pengendalian tambahan tidak diperlukan
5-12	Kuning – Moderate Risk	Memerlukan pendekatan yang direncanakan untuk mengendalikan bahaya dan berlaku tindakan sementara jika diperlukan
15-25	Merah – High Risk	Kegiatan tidak boleh dilaksanakan atau dilanjutkan sampai risiko telah direduksi. Jika tidak memungkinkan mereduksi risiko, maka pekerjaan harus segera dihentikan

Sumber : Department of Occupational Safety and Health Malaysia (2008)

Berdasarkan hasil analisis HAZOP pada seluruh node proses operasi kapal AHTS, risiko keselamatan dapat dikelompokkan ke dalam tiga kategori utama. Risiko kategori High Risk (15–25) mendominasi dengan total sembilan temuan, disusul oleh kategori Moderate Risk (5–12) sebanyak empat temuan, dan Low Risk (1–4) sebanyak dua temuan.

Node proses yang menunjukkan tingkat risiko tertinggi meliputi Tensioning Wire dengan potensi bahaya *snap-back*, Deployment Anchor dengan risiko *overspeed*, Towing Operation yang berpotensi mengalami *over-tension*, serta Lifting Operation yang berisiko menyebabkan *cargo swing*.

Tingginya risiko pada node tersebut disebabkan oleh kombinasi nilai severity yang berada pada tingkat *Major* hingga *Catastrophic* serta nilai likelihood yang berada pada kategori *Likely* hingga *Very Likely*. Selain itu, proses-proses tersebut melibatkan gaya mekanis besar seperti tegangan wire, beban angkat, dan gaya tarik towing, sehingga kegagalannya dapat mengakibatkan kecelakaan serius hingga fatal. Kondisi lingkungan laut yang berubah cepat serta intensitas penggunaan peralatan berenergi tinggi juga memperbesar potensi bahaya.

Dari ke-empat aktivitas di atas, maka urutan dari yang memiliki risiko tertinggi hingga terendah adalah:

1. Snap-Back Rope (Risiko Tertinggi)

Bahaya *snap-back* merupakan risiko paling kritis pada operasi tensioning wire. Snap-back terjadi ketika wire rope putus akibat tegangan berlebih sehingga melepaskan energi besar secara tiba-tiba. Konsekuensinya dapat berupa cedera serius hingga kematian bagi awak kapal yang berada dalam zona bahaya.

Beberapa penyebab utama kondisi ini meliputi kurangnya pemantauan tegangan wire, komunikasi yang tidak

efektif antara bridge dan deck crew, perubahan kondisi cuaca secara tiba-tiba, serta posisi operator yang tidak berada pada area aman. Temuan ini sejalan dengan konsep HAZOP yang menyatakan bahwa deviasi *more tension* merupakan salah satu penyebab utama kegagalan operasional pada sistem yang melibatkan wire bertegangan tinggi. Oleh karena itu, risiko ini dikategorikan sebagai High Risk dan memerlukan pengendalian khusus.

2. Anchor Deployment Overspeed

Deviasi berikutnya adalah turunnya jangkar dengan kecepatan berlebih (*overspeed*), yang terjadi akibat gangguan pada pengaturan winch, kelalaian operator, atau kondisi gelombang yang tidak stabil.

Konsekuensi dari deviasi ini mencakup hilangnya kontrol terhadap jangkar, kerusakan pada wire rope, serta potensi miringnya kapal akibat perubahan beban secara mendadak. Overspeed juga meningkatkan risiko *wire overload*, yang dapat berujung pada kegagalan peralatan.

3. Crane Load Swing (Beban Berayun)

Pada operasi pemindahan muatan (supply operation), beban crane dapat berayun secara berlebihan akibat angin kuat, pengoperasian crane yang tidak stabil, atau kurangnya jarak aman antara crew dan area pengangkatan.

Beban yang berayun tidak terkendali berpotensi menimpa awak kapal, merusak peralatan, serta mengganggu kelancaran operasi. Risiko ini termasuk kategori High karena melibatkan interaksi langsung manusia dengan beban bergerak.

4. Towing Over-Tension

Pada operasi towing, gaya tarik dapat melebihi batas aman apabila kondisi laut memburuk, rig atau barge tidak stabil, atau terjadi kesalahan manuver pada saat operasi.

Over-tension meningkatkan risiko kehilangan kendali, kerusakan wire, dan ketidakstabilan kapal. Tingginya nilai severity menjadikan deviasi ini masuk kategori High Risk, terutama pada pergerakan rig dalam kondisi cuaca ekstrem.

Secara umum, risiko dengan kategori tinggi berkaitan dengan faktor-faktor berikut:

- Besarnya gaya mekanis yang bekerja (tension, load, towing force)
- Lingkungan operasi yang berubah cepat dan dinamis
- Komunikasi yang tidak efektif antara deck crew dan bridge
- Penggunaan peralatan berenergi tinggi seperti winch, wire rope, dan crane

Faktor-faktor ini saling berinteraksi dan memperbesar potensi terjadinya kecelakaan pada operasi AHTS.

Untuk meminimalkan risiko yang diidentifikasi, diperlukan implementasi pengendalian berbasis hierarki keselamatan sebagai berikut:

1. Engineering Control

- Pemasangan tension indicator digital untuk memantau tegangan wire secara real-time.
- Penetapan dan pengecatan snap-back zone pada area deck agar crew mengetahui posisi aman.
- Perbaikan dan kalibrasi berkala pada hydraulic brake crane dan winch agar respons lebih stabil.

2. Administrative Control

- Melaksanakan toolbox meeting sebelum operasi untuk memastikan pemahaman prosedur dan pembagian tugas.
- Penguatan SOP anchor handling, towing, dan deck operation, khususnya untuk kondisi cuaca buruk.
- Penggunaan komunikasi standar IMO SMCP untuk mengurangi kesalahan perintah.

3. Training

- Pelatihan rutin mengenai snap-back awareness untuk memahami zona bahaya.
- Pelatihan operasi winch dan pengendalian beban agar operator mampu merespons kondisi abnormal.
- Latihan emergency response drill untuk meningkatkan kesiapan awak dalam menghadapi kondisi darurat.

4. Personal Protective Equipment (PPE)

- Penggunaan helm, safety vest, dan cut-resistant gloves sebagai perlindungan dasar.
- Penggunaan full body harness saat melakukan lifting operation atau pekerjaan pada area berisiko tinggi.

KESIMPULAN

Hasil analisis risiko keselamatan pada operasi kapal *Anchor Handling Tug Supply (AHTS)* menggunakan metode *Hazard and Operability Study (HAZOP)* menunjukkan bahwa aktivitas operasional kapal AHTS, khususnya tensioning wire, deployment anchor, towing operation, dan lifting operation, memiliki tingkat risiko yang tergolong tinggi. Risiko-risiko tersebut dipengaruhi oleh besarnya gaya mekanis yang bekerja, pergerakan beban yang tidak stabil, kondisi lingkungan laut yang berubah cepat, serta potensi kegagalan peralatan. Temuan utama menunjukkan bahwa deviasi seperti *more tension*, *anchor overspeed*, *cargo swing*, dan *over-tension* merupakan penyumbang terbesar terhadap kategori High Risk, dengan potensi konsekuensi serius hingga fatal. Faktor pemicu berasal dari kurangnya pemantauan kondisi alat, komunikasi yang belum optimal antara bridge dan deck crew, serta keterbatasan prosedur yang belum

sepenuhnya adaptif terhadap dinamika lingkungan laut. Berdasarkan temuan tersebut dapat disimpulkan bahwa keselamatan operasi *AHTS* memerlukan penguatan baik dari sisi teknis, prosedural, maupun peningkatan kompetensi awak kapal. Ke depan, penelitian ini membuka peluang pengembangan melalui kajian risiko berbasis data primer seperti pengukuran langsung tegangan wire, pencatatan kondisi cuaca real-time, serta observasi operasional di lapangan. Penelitian lanjutan juga dapat memanfaatkan pendekatan kuantitatif berbasis sensor monitoring, integrasi metode analisis lain seperti Bow-Tie atau FMEA, serta evaluasi efektivitas implementasi pengendalian risiko setelah diterapkan. Dengan demikian, penelitian masa depan diharapkan mampu menghasilkan model pengelolaan risiko yang lebih komprehensif, berbasis data aktual, dan dapat diimplementasikan secara lebih presisi pada berbagai jenis kapal *AHTS* di lingkungan operasional berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Darmawi, H. (2022). Manajemen risiko. Jakarta: Bumi Aksara.
- Friyandary, B., Ihsan, T., & Lestari, R. A. (2020). Kajian Literatur Analisis Risiko Keselamatan Kerja dengan Metode Kualitatif pada Proyek Konstruksi di Indonesia: Sebuah Review. *Media Kesehatan Masyarakat Indonesia*, 19(5), 331-344.
- Guritno, S., & Triwibowo, P. (2018). Upaya Meningkatkan Peran Dynamic Positioning Operator (Dpo) Dalam Mengoperasikan Kapal Offshore Supply Vessel (Osv) Dengan Dynamic Positioning System. *Jurnal Sains dan Teknologi Maritim*, 17(2).
- Hendrawan, A. (2020). Program Kesehatan dan Keselamatan Kerja di Atas Kapal: Andi Hendrawan. *Jurnal Sains Teknologi Transportasi Maritim*, 2(1), 1-10.
- Hidayat, M., & Nuruddin, M. (2022). Analisis Identifikasi Bahaya Kecelakaan Kerja Menggunakan Job Safety Analysis (JSA) Dengan Pendekatan Hazard Identification, Risk Assessment And Risk Control (HIRARC) (Studi Kasus PT. Smelting Plan Refinery). *JUSTI (Jurnal Sistem Dan Teknik Industri)*, 2(4), 557-569.
- Patel, M., & Patel, N. (2019). Exploring Research Methodology. *International Journal of Research and Review*, 6(3), 48-55.
- Prasetyo, D., & Achmad W. Lb, N. (2019). Analisis Kebocoran Minyak Hidraulik Steering Gear LPG/C Gas Walio Terhadap Keselamatan Kapal Sesuai Hazop. *Jurnal 7 Samudra*, 4(1).
- Riyadi Riyadi, Waluyo Waluyo, & Rosita Candrakirana. (2024). Efektivitas Pelaksanaan Pengawasan Oleh Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Kabupaten Boyolali Terhadap Industri Berisiko Tinggi. Hakim: *Jurnal Ilmu Hukum dan Sosial*, 2(2), 233-242.
- Sakyi, K. A., Musona, D., & Mweshi, G. (2020). The Research: Methods and Methodology. *Advances in Social Sciences Research Journal*, 7(3), 13-40.
- Santoso, H. B., & Dillyanto, P. (2020). Budaya Keselamatan dan Model Kepemimpinan Keselamatan Dalam Menjamin

- Terwujudnya Motivasi Keselamatan Pelayaran Kapal-Kapal Niaga dengan Moderasi Sistem Manajemen Keselamatan (ISM Code). *Jurnal Maritim Polimarin*, 6(1), 17-25.
- Victor, I. M., Djunaidi, Z., & Guciano, M. F. (2022). Implementasi Technological Risk Analysis Dalam Analisis Risiko Kegiatan Rig Move-Out Without Shutdown di PT X. *Prepotif: Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 6(2), 1379-1391.
- Waruwu, M. (2023). Pendekatan Penelitian Pendidikan: Metode Penelitian Kualitatif, Metode Penelitian Kuantitatif dan Metode Penelitian Kombinasi (Mixed Method). *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 7(1), 2896–2910.
- Wibisono, Y. (2019). Risk Assessment terhadap Pengoperasian Auxiliary Steam Boiler pada Kapal Tanker Pertamina MT. Pelita. *Dinamika Bahari*, 9(2), 2295-2306.