

Analisis Risiko Pengoperasian *Harbour Mobile Crane* (HMC) Menggunakan Metode HIRADC dan FTA

Annastasya Aulia Putri¹, Mey Rohma Dhani^{1*} dan Rikky Leonard¹

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

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

Abstrak

Perusahaan jasa bongkar muat petikemas tentu memiliki beberapa alat berat yang digunakan untuk membantu lancarnya operasional bongkar muat, salah satu alat berat yang digunakan secara intens serta berhubungan langsung dengan bongkar muat petikemas dari kapal adalah HMC yang mana menjadi alat penunjang utama dalam kegiatan bongkar muat petikemas dari kapal ke *container yard* ataupun sebaliknya. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi bahaya dari pengoperasian HMC pada perusahaan jasa bongkar muat petikemas menggunakan metode HIRADC, hasil identifikasi bahaya perusahaan jasa bongkar muat petikemas menggunakan metode HIRADC pada pengoperasian HMC menunjukkan pada aktivitas pemeriksaan keliling area operasi HMC memiliki risiko bahaya operator tertabrak *headtruck* / mobil operasional yang dapat menyebabkan *fatality* dan memiliki nilai risiko tergolong *extreme* serta nilai risiko sisa tergolong *moderate*. Penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui penyebab dasar dari operator tertabrak *headtruck* / mobil operasional menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA), berdasarkan hasil analisis penyebab dasar dari *top event* operator tertabrak *headtruck* / mobil operasional didapat 9 penyebab dasar, dari penyebab dasar yang sudah diketahui tersebut akan dilakukan pemberian rekomendasi sesuai dengan hierarki pengendalian.

Kata Kunci: *Fault Tree Analysis, Harbour Mobile Crane, Hazard Identification Risk Assessment Determining Control*

Abstract

Container loading and unloading service companies certainly have several heavy equipment that are used to help the loading and unloading operations run smoothly, one of the heavy equipment that is used intensively and is directly related to the loading and unloading of containers from ships is the HMC which is the main supporting tool in the loading and unloading activities of containers from ship to container yard or vice versa. This research aims to identify the dangers of HMC operations in container loading and unloading service companies using the HIRADC method. The results of identifying the dangers of container loading and unloading service companies using the HIRADC method in HMC operations show that inspection activities around the HMC operating area have a risk of operators being hit by the headtruck/operational car. which can cause fatality and has a risk value classified as extreme and a residual risk value classified as moderate. This research also aims to determine the basic causes of operators being hit by headtrucks/operational cars using the Fault Tree Analysis (FTA) method. Based on the results of analysis of the basic causes of top events operators being hit by headtrucks/operational cars, 9 basic causes were obtained, from the known basic causes. recommendations will be made in accordance with the control hierarchy.

Keywords: *Fault Tree Analysis, Harbour Mobile Crane, Hazard Identification Risk Assessment Determining Control*

1. PENDAHULUAN

Pelabuhan merupakan tempat yang terdiri atas daratan dan perairan dengan batas-batas tertentu sebagai tempat berkegiatan salah satunya adalah kegiatan bongkar muat. Menurut Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor: PM 60 Tahun 2014 menyebutkan bahwa usaha bongkar muat barang adalah kegiatan usaha yang bergerak dalam bidang bongkar muat barang dari dan ke kapal di Pelabuhan yang meliputi kegiatan *stevedoring, cargodoring, dan receiving/delivery*. Kegiatan bongkar muat di Pelabuhan dilakukan oleh Perusahaan Bongkar Muat (BPM) yang berperan sebagai badan usaha yang melakukan kegiatan bongkar muat dari dan ke

kapal di Pelabuhan.

Perusahaan penyedia jasa bongkar muat petikemas tentu memiliki banyak sarana pendukung yang membantu lancarnya operasional bongkar muat. Salah satu alat berat yang digunakan secara intens serta berhubungan langsung dengan bongkar muat petikemas dari kapal adalah HMC yang mana menjadi alat penunjang utama dalam kegiatan bongkar muat petikemas dari kapal ke *container yard* ataupun sebaliknya. HMC merupakan alat bongkar muat yang dapat berpindah-pindah tempat serta memiliki sifat yang fleksibel sehingga dapat digunakan untuk bongkar muat petikemas (Samadhi, Subekti, & Kusminah, 2023). Pengoperasian *Spreader*, dan lainnya. Dari beberapa kegiatan pengoperasian pasti timbul potensi bahaya dari kegiatan pengoperasian HMC tersebut.

Undang-Undang No. 1 Tahun 1970 menjelaskan bahwasannya kewajiban pengurus untuk bertanggung jawab atas keselamatan pekerjaannya di tempat kerja. Untuk meminimalisir terjadinya kecelakaan kerja maka dibutuhkan identifikasi bahaya dan penilaian risiko sesuai dengan yang tertulis didalam ISO 45001:2018. Adapun beberapa metode identifikasi bahaya seperti *Hazard Identification Risk Assessment and Determining Control (HIRADC)*, *Hazard and Operability Study (HAZOPS)*, *Failure Mode Effect Analysis (FMEA)*, *Job Safety Analysis (JSA)*, *Job Hazard Analysis (JHA)* dan lainnya. (Synergy Solusi, 2017)

Penelitian ini menggunakan metode HIRADC untuk identifikasi bahaya pengoperasian HMC. Metode HIRADC dipilih karenakan saat ini Perusahaan jasa terminal petikemas sudah menggunakan metode HIRADC untuk identifikasi bahaya, sehingga metode ini dipilih agar hasil penelitian ini dapat diterapkan oleh Perusahaan, namun dalam Perusahaan jasa terminal petikemas masih sangat kurang identifikasi bahaya terkait pengoperasian HMC. Metode HIRADC ini juga dipilih karena metode ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi risiko dari berbagai aspek yang dapat merugikan baik bagi pekerja, lingkungan dan Perusahaan, selain itu didalam metode HIRADC juga sudah terdapat pengendalian risiko dan analisis lanjutan penilaian risiko setelah diberikan pengendalian (Nurraudah & Yuamita, 2023). Pada penelitian Ihsan, Safitri, & Dharossa (2020) menjelaskan penggunaan metode HIRADC meliputi identifikasi bahaya dengan penilaian risiko dari suatu kegiatan. Hasil akhir dari analisis risiko kerja adalah dengan menentukan status dari risiko yang didapat dari hasil perkalian antara kemungkinan dan keparahan dampak dari potensi bahaya. Pada penelitian Azizah, Rizal & Novitrie (2023) menunjukkan hasil identifikasi bahaya menggunakan metode HIRADC pada *hot work* di *restricted area* 107 potensi bahaya dan 125 risiko yang terdiri dari 83 tingkat risiko *low*, 26 tingkat risiko *medium* dan 16 tingkat risiko *high*. Pada penelitian Putra, Subekti & Dhani (2020) didapat hasil identifikasi bahaya pada pekerjaan rutin di divisi circular Perusahaan pembuatan karung plastik menggunakan metode HIRADC yaitu 7 *high risk*, 40 *medium* dan 6 *low*, sedangkan penilaian risiko kedua didapatkan hasil 0 *high risk*, 18 *medium*, dan 35 *low*, yang kemudian diberikan rekomendasi menurut hirarki pengendalian. Pada penelitian Budhi, Santoso & Khumaidi menunjukkan hasil identifikasi bahaya menggunakan metode HIRADC pada Ruang Transformator menunjukkan pada aktivitas memasang ampere meter dan clem industri memiliki risiko bahaya tinggi.

Setelah mengidentifikasi bahaya dengan metode HIRADC dan ditemukan potensi bahaya dengan nilai *risk ranking* tertinggi, selanjutnya dilakukan analisis penyebab dasar dari potensi bahaya tertinggi tersebut. Adapun beberapa metode analisis penyebab dasar dari potensi bahaya seperti FTA (*Fault Tree Analysis*), PHA (*Preliminary Hazard Analysis*), ETA (*Event Tree Analysis*), dan lainnya. Pada penelitian ini penyebab dasar potensi bahaya yang memiliki nilai *risk ranking* tertinggi dianalisis menggunakan metode FTA. Pada penelitian Turmuzdi (2022) menjelaskan dengan menggunakan metode FTA dapat diketahui akar penyebab dari sebuah kegagalan. Pemilihan metode FTA dalam penelitian ini juga dikarenakan metode FTA menggunakan pendekatan yang bersifat *top down*, yang diawali dengan asumsi kegagalan dari kejadian puncak (*top event*) kemudian dirincikan akar penyebab dari *top event* tersebut hingga pada suatu penyebab dasar (Juhindra & Nugraheni, 2023), kemudian setelah dianalisis penyebab dasarnya diberikan rekomendasi pengendalian untuk setiap penyebab dasar yang sesuai dengan hirarki pengendalian. Pada penelitian yang dilakukan oleh Tassidalle, Subekti & Rizal (2023) menggunakan metode FTA untuk menentukan akar penyebab dari potensi bahaya proses *Assembly Tube Bundle Heat Exchanger* yang sebelumnya sudah diidentifikasi bahaya dengan menggunakan HIRADC. Pada penelitian Farrasita, Kusminah dan Amrullah (2023) menunjukkan hasil penilaiannya risiko pekerjaan *cleaning*, *scrapping* dan *waterjet* menggunakan metode HIRADC dan FTA ditemukan sebanyak 21 potensi bahaya dan dampak, dengan rincian 18 potensi bahaya dan dampak termasuk dalam kategori *acceptable* dan 3 sisanya dalam kategori *not acceptable*, hasil analisis FTA menunjukkan terdapat 16 akar penyebab yang berkontribusi atas terjadinya *top event*.

2. METODE

2.1 Hazard Identification Risk Assessment and Determining Control (HIRADC)

Metode HIRADC adalah metode yang menilai risiko berdasarkan Tingkat keparahan dan kemungkinan dari dampak yang ditimbulkan. Identifikasi bahaya menggunakan metode HIRADC merupakan bagian dari manajemen risiko. Perusahaan harus menetapkan prosedur untuk mengidentifikasi bahaya, penilaian risiko dan penentuan kelayakan (OHSAS 18001:2007). Pada penelitian Ihsan, Safitri, & Dharossa (2020) menjelaskan

penggunaan metode HIRADC meliputi identifikasi bahaya dengan penilaian risiko dari suatu kegiatan. Hasil akhir dari analisis risiko kerja adalah dengan menentukan status dari risiko yang didapat dari hasil perkalian antara kemungkinan dan keparahan dampak dari potensi bahaya. Analisis risiko memberi informasi berupa tingkat risiko yang dapat digunakan untuk mengevaluasi risiko dan memberikan rekomendasi terhadap risiko yang mungkin terjadi.

Menurut DOSH (2008) risiko adalah sesuatu yang harus dipertimbangkan sebelum membuat keputusan. Risiko adalah kombinasi dari *likelihood* dan *severity* dari bahaya spesifik yang muncul. Pada rumus matematika, risiko dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.1

$$Risk = Likelihood \times Severity \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana:

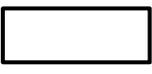
- a. *Likelihood* : Frekuensi kegagalan untuk suatu risiko
- b. *Severity* : Tingkat keparahan jika potensi tersebut sampai menyebabkan kecelakaan seperti luka atau kesehatan dari pekerjaannya, kerusakan properti, kerusakan lingkungan, atau bahkan kombinasi dari ketiganya.

2.2 Fault Tree Analysis (FTA)

Menurut (Ericson, 2005) *Fault Tree Analysis* (FTA) adalah teknik sistem analisis untuk menentukan penyebab dasar dan kemungkinan munculnya kejadian yang tak diinginkan. FTA digunakan untuk mengevaluasi sistem dinamik yang kompleks untuk mengerti dan mencegah potensi bahaya. Dengan menggunakan metode yang teliti dan terstruktur, FTA dapat menganalisis sistem dengan kombinasi unik dari seluruh penyebab potensi bahaya yang dapat menyebabkan kejadian yang tidak diinginkan terjadi. FTA ini bisa menganalisis dari permasalahan yang umum ke penyebab yang spesifik.

FTA merupakan penggambaran grafik dari hubungan antara kegagalan dan kecelakaan tertentu.

Tabel 1. *Event Symbol* pada FTA

<i>Event Symbol</i>	Kegunaan
	<i>Basic event</i> menggambarkan suatu <i>basic initiating fault</i> yang tidak memerlukan pengembangan atau uraian lebih lanjut.
	<i>Undeveloped Event</i> menggambarkan suatu <i>fault event</i> yang tidak diperiksa lebih lanjut karena keterbatasan informasi/kerena dianggap kurang penting
	<i>External/House Event</i> menggambarkan suatu <i>event</i> yang sudah ada terlebih dahulu yang mendukung terjadinya kegagalan
	<i>Intermediate Event</i> menggambarkan suatu <i>fault event</i> yang dihasilkan dari interaksi kejadian kegagalan lainnya yang disusun menggunakan <i>logic gate</i>

Sumber: Ericson, 2005

Pada tabel 1 menunjukkan tentang *Event Symbols* pada FTA. *Event symbol* memiliki kegunaan untuk menunjukkan bahwa kejadian tersebut merupakan bagian dari *basic cause*, *intermediate event*, atau lainnya.

Tabel 2. *Gate Symbol* pada FTA

<i>Event Symbol</i>	Kegunaan
	<i>AND Gate</i> menunjukkan bahwa <i>output event</i> akan terjadi jika seluruh <i>input event</i> ada/terjadi (<i>exist</i>)
	<i>OR Gate</i> menunjukkan bahwa <i>output event</i> akan terjadi jika salah satu <i>input event</i> ada/terjadi (<i>exist</i>)

Tabel 2. *Gate Symbol* pada FTA (Lanjutan)

Event Symbol	Kegunaan
	<i>Inhibit Gate</i> menunjukkan bahwa <i>output event</i> akan terjadi jika <i>input event</i> ada dan <i>inhibit condition</i> terpenuhi
	<i>Transfer Symbol</i> menunjukkan bahwa <i>fault tree</i> berhubungan lebih lanjut dengan <i>fault tree</i> di lembaran/halaman lain

Sumber: Ericson, 2005

Pada tabel 2 menunjukkan tentang *Gate Symbols* pada FTA. *Gate symbols* pada FTA memiliki kegunaan untuk menunjukkan bahwa *output event* itu terjadi jika seluruh *input events* terjadi atau hanya salah satu.

Tujuan dari pembuatan FTA adalah untuk menemukan *minimal cut set*. *Minimal cut set* adalah seluruh kombinasi dari kegagalan yang dapat menyebabkan kecelakaan yang juga biasa disebut *top event*. *Minimal cut set* sangat berguna untuk menentukan tingkatan dimana kecelakaan dapat terjadi. *Cut set* sendiri berarti suatu kombinasi kegagalan dari FTA yang dapat menyebabkan *top event* tersebut terjadi (Ericson, 2005).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hazard Identification Risk Assessment and Determining Control (HIRADC)

Identifikasi bahaya dan penilaian risiko dengan menggunakan metode HIRAD dilakukan pada setiap tahapan kerja kegiatan pengoperasian HMC pada aktivitas persiapan pengoperasian HMC pada perusahaan jasa bongkar muat petikemas. Berdasarkan hasil metode HIRADC diperoleh bahwa terdapat 1 potensi bahaya dengan nilai risiko tertinggi dengan nilai *risk level* mencapai 15 dengan nilai *probability* 3 dan *severity* 5. Berikut adalah rincian hasil identifikasi bahaya dan penilaian risiko pada kegiatan persiapan pengoperasian HMC:

NO	ACTIVITY / AKTIVITAS	LIST THE RELEVANT REGULATION OF HEALTH SAFETY / PERATURAN DAN PERUNDANGAN K3 TERKAIT	DETAIL OF HAZARD / RINCIAN BAHAYA	PLACE / TEMPAT	INCIDENT / DISEASE SCENARIO / SKENARIO / INSIDEN / PENYAKIT	MAXIMUM SEVERITY ANALYSIS / ANALISA KEPARAHAN MAKSIMUM	RISK-ASSESEMENT FOR SITUATION WITHOUT CONTROL / PENILAIAN RISIKO UNTUK SITUASI TANPA KONTROL				CONTROL / PENGENDALIAN	RISK-ASSESEMENT FOR SITUATION WITH CONTROL / PENILAIAN RISIKO UNTUK SITUASI DENGAN KONTROL YANG ADA				RISK REDUCTION / PENURUNAN RISIKO	VERIFICATION / VERIFIKASI
							P	S	RL	HAZARD CODE		P	S	RL	HAZARD CODE		
I PERSIAPAN																	
1	Penggunaan alat pelindung diri (Safety Helm, Sepatu Safety, Rompi Safety)	PER. 08/MEN/VII/2010 Tentang Alat Pelindung Diri	APD rusak	Sebelum memasuki area demaga	Terbentur, tepeleset	Cedera ringan	3	2	6	M	Administrasi 1. Safety Briefing 2. Safety patrol 3. Safety refreament 4. Monitoring kondisi APD para pekerja APD 1. Safety helm 2. Safety vest/ baju reflektor 3. Safety shoes 4. Safety gloves	1	2	2	L	4	Trivial
2	Pemeriksaan keliling di sekitar area operasi	PP No 50 Tahun 2012 : Penerapan SMK3	Bejalan di lalu lintas demaga	Lapangan	Tertabrak Headtruck/mobil operasional	Fatality	3	5	15	E	Rekayasa Teknik 1. Penambahan penerangan di sekitar HMC Administrasi 1. Safety Briefing 2. Safety patrol 3. Safety refreament 4. Monitoring rambu dan barrier di sekitar HMC APD 1. Safety helm 2. Safety Shoes 3. Safety gloves 4. Safety vest/ baju reflektor	2	2	4	M	11	Acceptable
			Terdapat ceceran oli di sekitar HMC	Lapangan	Terpeleset ceceran oli	Cedera tekilir	3	2	6	M	Administrasi 1. Safety Briefing 2. Safety patrol 3. Safety refreament 4. Pembersihan ceceran oli secara rutin APD 1. Safety helm 2. Safety Shoes 3. Safety gloves 4. Safety vest/ baju reflektor	1	2	2	L	4	Trivial

Gambar 1. Contoh Hasil Identifikasi Bahaya dengan HIRADC

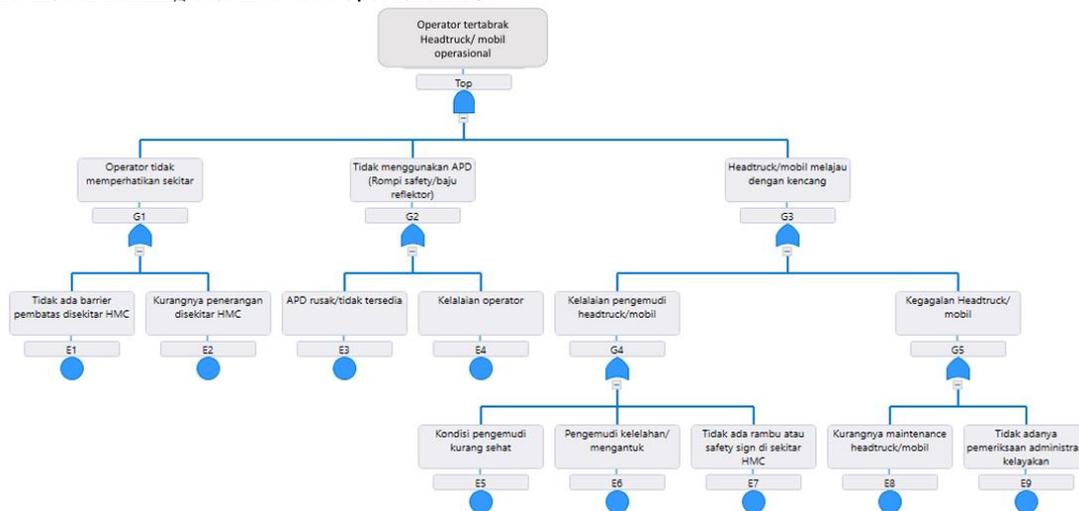
Pada gambar 1 menunjukkan contoh hasil dari identifikasi bahaya pengoperasian HMC. Dari hasil HIRADC tersebut terdapat 1 potensi bahaya yaitu operator berjalan di lalu lintas demaga yang mengakibatkan operator tertabrak *headtruck* / mobil operasional dengan nilai *risk level* 15 yang diperoleh dari nilai *probability* 3 dimana risiko tersebut mungkin terjadi lebih dari 1 kejadian dalam setahun dan nilai *severity* 5 karena dapat mengakibatkan kematian atau kerugian finansial lebih dari USD 500.000 sehingga termasuk dalam kategori *extreme*. Setelah diberikan pengendalian, nilai risiko mengalami penurunan dan memiliki nilai risiko sisa 4 yang

tergolong *moderate*. Setelah diidentifikasi menggunakan metode HIRADC, potensi bahaya dengan nilai *extreme* ini selanjutnya dilakukan analisis penyebab dasar menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA).

3.2 Fault Tree Analysis (FTA)

Diagram FTA dibuat dengan langkah awal penentuan *top event* yang menampilkan sebuah kejadian yang mana nantinya akan diturunkan untuk menentukan penyebab dasar dari kejadian tersebut.

Top event yang dianalisis didapat dari hasil identifikasi bahaya menggunakan metode HIRADC dengan nilai risk level tergolong *extreme* yaitu operator HMC tertabrak *headtruck* / mobil operasional pada aktivitas pemeriksaan keliling disekitar area operasi HMC.



Gambar 2. FTA Operator tertabrak *headtruck* / mobil operasional

Berdasarkan gambar 2 didapat hasil FTA menunjukkan terdapat 9 *basic cause* yang menyebabkan operator tertabrak *headtruck* / mobil operasional yaitu tidak adanya *barrier* di sekitar HMC, Kurangnya penerangan di sekitar HMC, APD rusak/tidak tersedia, kelalaian operator, kondisi pengemudi kurang sehat, pengemudi kelelahan atau mengantuk, tidak ada rambu atau *safety sign* di sekitar HMC, kurangnya *maintenance headtruck* / mobil operasional, tidak adanya pemeriksaan administrasi kelayakan.

Selanjutnya adalah menentukan minimal cut set untuk mengetahui kombinasi *basic cause* yang menyebabkan *top event* sebagai berikut.

$$TOP = G1.G2.G3$$

$$TOP = (E1+E2).(E3+E4).(G4+G5)$$

$$TOP = (E1+E2).(E3+E4).(E5+E6+E7)+(E8+E9)$$

$$TOP = (E1+E2).(E3+E4).(E5+E6+E7+E8+E9)$$

$$TOP = E1E3E5 + E1E3E6 + E1E3E7 + E1E3E8 + E1E3E9 + E1E4E5 + E1E4E6 + E1E4E7 + E1E4E8 + E1E4E9 + E2E3E5 + E2E3E6 + E2E3E7 + E2E3E8 + E2E3E9 + E2E4E5 + E2E4E6 + E2E4E7 + E2E4E8 + E2E4E9$$

Hasil analisis *minimal cut set* diatas menghasilkan 20 kombinasi *basic cause* dengan minimal order 3.

Dari hasil *minimal cut set* diatas, selanjutnya akan diberikan rekomendasi pengendalian yang sesuai dengan hierarki pengendalian untuk FTA operator tertabrak *headtruck* / mobil operasional.

Tabel 3. Analisis penyebab dasar operator HMC tertabrak *headtruck* / mobil operasional saat memeriksa area sekitar HMC

Kode	Basic Cause	Deskripsi	Rekomendasi
E1	Tidak ada <i>barrier</i> pembatas disekitar HMC	Tidak ada <i>barrier</i> pembatas (penanda) disekitar HMC untuk mejadi penanda bagi operator selama melakukan pemeriksaan area di sekitar HMC	<ul style="list-style-type: none"> Pengadaan <i>barrier</i> disekitar HMC Melakukan <i>safety briefing</i> untuk mengingatkan operator selalu berhati-hati selama melakukan pemeriksaan area dan pengoperasian HMC <i>Safety patrol</i> dan pengawasan selama kegiatan pengoperasian HMC

Tabel 3. Analisis penyebab dasar operator HMC tertabrak *headtruck* / mobil operasional saat memeriksa area sekitar HMC (Lanjutan)

Kode	Basic Cause	Deskripsi	Rekomendasi
------	-------------	-----------	-------------

E2	Kurangnya penerangan disekitar HMC	Kurangnya penerangan di sekitar HMC pada malam hari menyebabkan operator tidak dapat melihat jika ada kendaraan yang melintas	<ul style="list-style-type: none"> • Penambahan penerangan disekitar HMC untuk menunjang kegiatan di malam hari • Melakukan <i>safety briefing</i> untuk mengingatkan operator selalu berhati-hati selama melakukan pemeriksaan area dan pengoperasian HMC • <i>Safety patrol</i> dan pengawasan selama kegiatan pengoperasian HMC
E3	APD rusak/tidak tersedia	APD yang disediakan rusak atau tidak ada untuk operator sehingga operator tidak menggunakan APD yang seharusnya digunakan selama di area dermaga dan selama bekerja	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Safety briefing</i> untuk mengingatkan operator selalu berhati-hati selama melakukan pemeriksaan area dan pengoperasian HMC • <i>Safety patrol</i> dan pengawasan selama kegiatan pengoperasian HMC • Penyediaan dan monitoring kondisi APD, memastikan APD yang digunakan oleh operator masih layak untuk digunakan dan dapat memberi perlindungan
E4	Kelalaian operator	Tersedia APD namun operator lalai tidak menggunakan APD yang telah tersedia dan menimbulkan kecelakaan	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Safety briefing</i> untuk mengingatkan operator selalu berhati-hati selama melakukan pemeriksaan area dan pengoperasian HMC • <i>Safety patrol</i> dan pengawasan bahwa operator selalu menggunakan APD selama di area dermaga dan selama bekerja
E5	Kondisi pengemudi kurang sehat	Pengemudi <i>headtruck</i> / mobil tidak dalam kondisi sehat selama mengemudi dan menyebabkan tidak fokus saat berkendara serta menyebabkan kecelakaan	<ul style="list-style-type: none"> • Memastikan pengemudi yang akan memasuki area dermaga melakukan <i>fit to work</i> • Memastikan petugas klinik selalu sedia di klinik • Melakukan <i>safety patrol</i> dan pengawasan selama kegiatan kerja berlangsung
E6	Pengemudi kelelahan/mengantuk	Pengemudi kelelahan bekerja dan memaksakan untuk tetap mengemudi sehingga menjadi tidak fokus serta menyebabkan kecelakaan	<ul style="list-style-type: none"> • Memastikan pengemudi yang akan memasuki area dermaga melakukan <i>fit to work</i> • Memastikan petugas klinik selalu sedia di klinik • Melakukan <i>safety patrol</i> dan pengawasan selama kegiatan kerja berlangsung
E7	Tidak ada rambu atau <i>safety sign</i> disekitar HMC	Tidak adanya penanda rambu batas kecepatan bagi <i>headtruck</i> / mobil yang melintas di area dermaga atau <i>safety sign</i> bahwa area tersebut dekat dengan aktivitas HMC serta lalu lintas dermaga	<ul style="list-style-type: none"> • Pengadaan atau pembaharuan rambu batas kecepatan di sekitar HMC dan sepanjang jalur lalu lintas dermaga • Pengadaan <i>safety sign</i> bahwa area tersebut dekat dengan pengoperasian HMC • <i>Safety briefing</i> • <i>Safety patrol</i> dan pengawasan selama kegiatan kerja berlangsung
E8	Kurangnya <i>maintenance headtruck</i> /mobil	Kurangnya <i>maintenance</i> terhadap <i>headtruck</i> / mobil sehingga kerusakan pada armada tidak diketahui seperti rem blong atau lainnya	<ul style="list-style-type: none"> • Melakukan penjadwalan monitoring <i>headtruck</i> / mobil yang digunakan di area dermaga • Memonitoring kegiatan <i>maintenance</i> terealisasi sesuai jadwal
E9	Tidak adanya pemeriksaan administrasi kelayakan	Tidak adanya pemeriksaan administrasi untuk memastikan bahwa <i>headtruck</i> / mobil masih layak untuk digunakan terutama di area dermaga	<ul style="list-style-type: none"> • Memastikan <i>headtruck</i>/mobil yang memasuki area dermaga dalam kondisi layak untuk digunakan terutama di area dermaga

Berdasarkan tabel 3 diperoleh sebanyak 9 penyebab dasar dari hasil analisis FTA. Dari masing-masing penyebab dasar diberikan rekomendasi yang mengacu pada hasil *minimal cut set*.

4. KESIMPULAN

Hasil identifikasi bahaya pengoperasian HMC menunjukkan adanya potensi bahaya berjalan di lalu lintas dermaga yang dapat mengakibatkan operator tertabrak *headtruck* / mobil operasional saat melakukan pemeriksaan keliling di sekitar area pengoperasian HMC dengan nilai *risk level* 15, dengan nilai *probability* 3 dan *severity* 5 yang mana tergolong bahaya *extreme*. Setelah dilakukan identifikasi, potensi bahaya dengan *risk level* tergolong *extreme* dianalisis penyebab dasarnya menggunakan metode FTA.

Hasil analisis penyebab operator tertabrak *headtruck* / mobil operasional dengan menggunakan metode

FTA diperoleh 20 *minimal cut set* dengan 9 *basic cause* yaitu tidak ada *barrier* pembatas disekitar HMC, kurangnya penerangan di sekitar HMC, APD rusak / tidak tersedia, kelalaian operator, kondisi pengemudi kurang sehat, pengemudi kelelahan, tidak ada rambu atau *safety sign* di sekitar HMC, kurangnya *maintenance headtruck* / mobil operasional dan tidak adanya pemeriksaan administrasi kelayakan. Dari hasil identifikasi bahaya dengan metode FTA kemudian diberikan rekomendasi pengendalian pada setiap penyebab dasar berdasarkan hierarki pengendalian seperti melakukan *safety briefing* sebelum bekerja, melakukan *safety patrol* dan pengawasan selama kegiatan pengoperasian HMC serta kegiatan bongkar muat, pemberian *safety sign* dan *barrier* pembatas dan pengendalian lainnya. Penelitian (Alim & Widiawan, 2023) menunjukkan adanya peningkatan persentasi *safe acts* pada proses *extruder* setelah dilakukan pemberian *briefing*, pemasangan *safety sign*, pemberian surat teguran, dan pemberian surat peringatan. Sehingga, dari beberapa *basic cause* diberikan rekomendasi penyusunan jadwal untuk *maintenance* secara rutin serta pemberian *safety briefing* dan dilakukannya *safety patrol* serta pengawasan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Alim, V. E. & Widiawan, K. (2023). Upaya Meminimalkan Kecelakaan Kerja di PT. X dengan Pendekatan *Behavior Based Safety* (BBS). *Jurnal Titra*, 11(2), pp. 161-168.
- Azizah, F. D., Rizal, M. C., & Novitrie N. A. (2023). Identifikasi Bahaya *Hot Work* di *Restricted Area* dengan Metode HIRADC (Studi Kasus: Pembangunan Tangki Timbun). *7th Conference on Safety Engineering and It's Application*
- Budhi, E. A. S., Santoso M. Y., & Khumaidi, A. (2020). Identifikasi Bahaya pada Ruang Transformasi dengan Menggunakan Metode HIRADC. *4th Proceeding Conference On Safety Engineering. Department of Occupational Safety and Health Ministry of Human Resources. (2008). Guidelines of Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control.*
- Ericson, C. A. (2005). *Hazard Analysis Techniques for System Safety*. Fredericksburg.
- Farrasita, R. N. N., Kusminah, I. L., & Amrullah, H. N. (2023). Analisis Penilaian Risiko Pekerjaan *Cleaning, Scrapping* dan *Waterjet* Menggunakan Metode HIRADC dan FTA Pada *Overhaul* SPM. *7th Conference on Safety Engineering and It's Application*
- Ihsan, T., Safitri, A., & Dharossa, D. P. (2020). Analisis Risiko Potensi Bahaya dan Pengendaliannya dengan Metode HIRADC pada PT. IGASAR Kota Padang Sumatera Barat. *Jurnal Serambi Engineering. V*, p. 2. Padang: Serambi Engineering.
- Juhindra, M. H., & Nugraheni, F. (2023). Identifikasi Risiko/Bahaya dengan Menggunakan Metode *Fault Tree Analysis* pada Pekerjaan Konstruksi *Lift* dan Konstruksi Atap. *Proceeding Civil Engineering Research Forum*, (pp. 289-300).
- Mahendra, B. I., Dhani, M. R., & Amrullah, H. N. (2021). Analisis Risiko Pekerjaan Pengecoran *Valve Chamber* dengan Pendekatan *Hazard Identification Risk Assessment Risk Control* (HIRARC) dan *Fault Tree Analysis* (FTA) serta pemilihan Rekomendasi Menggunakan *Benefit Cost Analysis* (BCA). *5th Proceeding Conference On Safety Engineering* (pp. 377-383). Surabaya: Program Studi D4 Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja – PPNS.
- Nurraudah, R., & Yuamita, F. (2023). Analisis Risiko Potensi Kecelakaan Kerja Pada Pekerjaan Departemen Persiapan Produksi Menggunakan Metode HIRADC (*Hazard Identification, Risk Assessment and Determining Control*) (Studi Kasus: PT Mandiri Jogja International). *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan(JTMIT)Vol. 2*, (pp. 159-167).
- OHSAS 18001:2007. (2007). *Occupational Health and Safety Management System – Requirements*.
- Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor: PM 60 Tentang Penyelenggaraan dan Pengusahaan Bongkar Muat Barang dari dan ke Kapal. (2014).
- Putra, M. B. B., Subekti, A., & Dhani, M. R. (2020). Identifikasi Bahaya Pada Pekerjaan Rutin di Divisi *Circular* Menggunakan Metode HIRADC (Studi Kasus: Perusahaan Pembuatan Karung Plastik). *4th Proceeding Conference On Safety Engineering*.
- Samadhi, C., Subekti, A., & Kusminah, I. L. (2023). Identifikasi Bahaya dengan Metode IBPR pada Pekerjaan *Maintenance* HMC. *7th Conference on Safety Engineering and It's Application*. Surabaya.
- Synergy Solusi*. (2017, September 6). Retrieved from Pengenalan Metode Identifikasi Bahaya: <https://synergysolusi.com/indonesia/berita-k3/pengenalan-metode-identifikasi-bahaya/>
- Tasidalle, F. N., Subekti, A., & Rizal, M. C. (2023). Analisis Penilaian Risiko Proses *Assembly Tube Bundle Heat Exchanger* dengan Metode HIRADC dan FTA. *JOURNAL OF SAFETY, HEALTH, AND ENVIRONMENTAL ENGINEERING*
- Turmudzi, A. H. (2022). Analisis Potensi Bahaya Pada Lantai Produksi Menggunakan Metode *Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control* (HIRARC) dan *Fault Tree Analysis* (FTA) (Studi Kasus: PT Papertech Indonesia Unit II Magelang).
- Undang-Undang No 1 tentang Keselamatan Kerja. (1970).

