

## **Analisis Kecelakaan Alat Angkat-angkut pada Pekerjaan Bongkar Muat Petikemas Menggunakan Metode ECFA dan HFACS di Perusahaan Jasa Terminal Petikemas**

**Susilo Rustam Purnomo<sup>1</sup>, Mey Rohma Dhani<sup>1\*</sup> dan Haidar Natsir Amrullah<sup>1</sup>**

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

\*E-mail: [meyrohmadhani@ppns.ac.id](mailto:meyrohmadhani@ppns.ac.id)

### **Abstrak**

Perusahaan jasa terminal petikemas merupakan perusahaan yang menangani jasa kepelabuhanan untuk aktivitas kegiatan bongkar muat petikemas dengan adanya berbagai potensi bahaya yang ada. Berdasarkan data kecelakaan pada kegiatan bongkar muat petikemas di perusahaan pada Tahun 2022 dampak kecelakaan kerusakan harta benda (*property damage*) meningkat peringkat pertama dengan perentase sebesar (94%) dibandingkan dengan *injury* (5%) dan *nearmiss* (1%). Berdasarkan permasalahan yang ada maka perlu untuk dilakukan analisis untuk mengetahui akar penyebab dari tiap-tiap kecelakaan yang telah terjadi dengan metode *Event and Causal Factor Analysis* (ECFA) untuk menunjukkan fakta-fakta penyebab kejadian kecelakaan secara terstruktur berdasarkan urutan kejadian. Selain itu faktor penyebab terjadinya kecelakaan pada perusahaan juga disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya, (63%) disebabkan oleh faktor manusia, (28%) oleh faktor lingkungan, dan (9%) oleh faktor lain. Untuk mengetahui faktor penyebab utama pada kecelakaan yang disebabkan oleh faktor manusia digunakan metode *Human Factors Analysis and Classification System* (HFACS). Dari hasil analisis kedua metode tersebut dapat mempermudah memberikan rekomendasi berdasarkan faktor penyebab kecelakaan. Dari hasil dari *Event and Causal Factor Analysis* (ECFA) menunjukkan fakta-fakta penyebab kecelakaan secara terstruktur berdasarkan urutan kejadian. Sedangkan metode *Human Factors Analysis and Classification System* (HFACS) diperoleh hasil bahwa faktor penyebab kecelakaan yang paling besar adalah pada kategori *unsafe acts* dan *precondition for unsafe acts* dengan persentase sebesar (33%).

**Kata Kunci :** Analisis Kecelakaan, Bongkar Muat, ECFA, HFACS, Investigasi

### **Abstract**

*The container terminal services company is a company that handles port-related services for container loading and unloading activities, which involve various potential hazards. Based on accident data during container loading and unloading activities at the company in 2022, the impact of accidents on property damage ranked first at 94%, compared to injuries at (5%), and near misses at (1%). Given the existing issues, an analysis is needed to identify the root causes of each accident that occurred using the Event and Causal Factor Analysis (ECFA) method to systematically demonstrate the causal facts of the accidents based on the sequence of events. Furthermore, the factors contributing to accidents in the company are caused by various elements, with (63%) attributed to human factors, (28%) to environmental factors, and (9%) to other factors. To identify the main factors behind accidents caused by human factors, the Human Factors Analysis and Classification System (HFACS) method is used. The analysis from both methods will facilitate the provision of recommendations based on the causal factors of accidents. The results from the Event and Causal Factor Analysis (ECFA) show structured facts about the causes of accidents based on the sequence of events. Meanwhile, the Human Factors Analysis and Classification System (HFACS) method revealed that the most significant factor causing accidents is in the categories of unsafe acts and precondition for unsafe acts, accounting for (33%).*

**Keywords :** Accident Analysis, Container Loading and Unloading, ECFA, HFACS, Investigation

## 1. PENDAHULUAN

Perusahaan jasa terminal petikemas merupakan sebuah perusahaan yang bergerak menangani jasa kepelabuhanan termasuk di dalamnya kegiatan bongkar muat petikemas domestik. Sebagai perusahaan yang bergerak dibidang jasa kepelabuhanan yang didalamnya terdapat pekerjaan kegiatan bongkar muat petikemas sangat erat kaitannya dengan risiko bahaya kecelakaan. Kecelakaan kerja merupakan suatu hal yang tidak diinginkan dan tidak terduga yang dapat menyebabkan kerugian jiwa maupun material bagi perusahaan. Kecelakaan kerja pada perusahaan masih sering terjadi baik bersifat ringan maupun berat. Dampak kecelakaan yang ada di perusahaan yang menyebabkan kerusakan harta benda atau *property damage* pada tahun 2022 meningkat peringkat pertama tertinggi dengan persentase sebesar 94% dibandingkan dampak lain (*injury* dan *nearmiss*). Tingginya angka kecelakaan kerja tidak menutup kemungkinan bahwa kecelakaan yang serupa juga akan terulang kembali. Selain itu penyebab kecelakaan di perusahaan jasa terminal petikemas juga didominasi oleh faktor *unsafe action*. Menurut Suma'mur (2018) kecelakaan yang terjadi di tempat kerja umumnya disebabkan oleh dua hal yaitu tindakan manusia yang tidak memenuhi syarat keselamatan (*unsafe action*) dan keadaan lingkungan kerja yang tidak aman (*unsafe condition*).

Untuk itu, dibutuhkan analisis dan investigasi kecelakaan untuk mengetahui penyebab dasar, urutan peristiwa, dan fakta-fakta penyebab kejadian pada tiap kecelakaan yang telah terjadi dengan menggunakan *Event and Causal Factor Analysis* (ECFA). Menurut (Kingston-Howlett, 1995) *Event and Causal Factor Analysis* merupakan aplikasi dari metode analisis kecelakaan untuk menentukan faktor penyebab dengan mengidentifikasi kejadian-kejadian dan kondisi-kondisi yang signifikan yang dapat menyebabkan terjadinya suatu kecelakaan dan kerugian berupa kerusakan alat atau lainnya. Selanjutnya dilakukan analisis untuk mengetahui faktor penyebab kecelakaan yang disebabkan oleh faktor manusia atau *human factor* dengan metode *Human Factors Analysis and Classification System* (HFACS). *Human error* menjadi penyebab terjadinya 80% sampai dengan 90% kecelakaan kerja (Primadewi dkk., 2014). *Human factors* merupakan fokus dari HFACS, hal ini tentu sangat berguna dalam analisis kecelakaan alat pada kegiatan bongkar muat karena diduga penyebab kecelakaan adalah *unsafe action*. Analisis pada metode HFACS digunakan untuk mengetahui penyebab kegagalan pada tiap tingkatan kategori HFACS yang meliputi *Unsafe Acts Operator*, *Precondition for Unsafe Acts*, *Unsafe Supervision*, dan *Organizational Influence* (Wiegmann, D.A. and Shappell, 2003)

## 2. METODE

Sebelum dilakukan analisis kecelakaan pada tahap awal dalam penelitian ini adalah dengan melakukan wawancara secara langsung dengan pihak terkait pada saat terjadi kecelakaan. Kemudian pada tahap selanjutnya adalah dengan melakukan analisis kecelakaan kerja dengan metode ECFA dan HFACS.

### a. Metode *Event and Causal Factors Analysis* (ECFA)

Metode *Event and Causal Factors Analysis* (ECFA) merupakan suatu metode yang menggambarkan urutan logis kejadian dan kondisi (faktor penyebab yang memungkinkan terjadinya kecelakaan), dan penggunaan penalaran deduktif untuk menentukan peristiwa atau kondisi yang memberikan kontribusi untuk kecelakaan. Metode ECFA dapat digunakan untuk menganalisis kecelakaan dengan berorientasi pada kondisi dan kejadian yang dapat menyebabkan terjadinya suatu kecelakaan. Dimana dari masing-masing kondisi dan kejadian tersebut juga dilakukan asumsi-asumsi dari kondisi dan kejadian awal yang mana kondisi dan kejadian utama tersebut menyebabkan kecelakaan terjadi (DOE, 2012).

Langkah-langkah dalam membuat diagram *Event and Causal Factors Analysis* (ECFA):

1. Membuat suatu rangkaian kronologis dari kejadian dan kondisi-kondisi terkait dengan kecelakaan.
2. Menggambarkan urutan kecelakaan dalam diagram *ECF chart* untuk mengetahui penyebab kecelakaan berdasarkan *direct cause*, *root cause* dan *contributing cause*.
3. Membuat analisis berdasarkan *direct cause*, *root cause* dan *contributing cause*.

### b. Metode *Human Factors Analysis and Classification System* (HFACS)

*Human Factors Analysis and Classification System* (HFACS) merupakan metode yang digunakan untuk mengetahui penyebab utama terjadinya kecelakaan kerja dan menganalisa kecelakaan yang disebabkan oleh *human factor*. Metode ini dikembangkan oleh Wiegmann dan Shappell untuk menganalisa kecelakaan penerbangan militer USA. HFACS memiliki beberapa tingkatan kegagalan yang meliputi *Unsafe Acts Operator*, *Precondition for Unsafe Acts*, *Unsafe Supervision*, dan *Organizational Influence* (Wiegmann, D.A. and Shappell, 2003).

Dalam analisis menggunakan metode HFACS diperlukan data primer dan data sekunder. Data primer yang dibutuhkan adalah wawancara kepada pihak HSSE perusahaan dan hasil form wawancara investigasi kriteria HFACS dari *witness*. Form wawancara investigasi akan diisi oleh 3 *witness*. Form wawancara investigasi diambil dari buku yang berjudul "*A Human Error Approach To Aviation*" (Wiegmann, D.A. and Shappell, 2003). Data sekunder yang diperlukan adalah rekap kecelakaan kerja

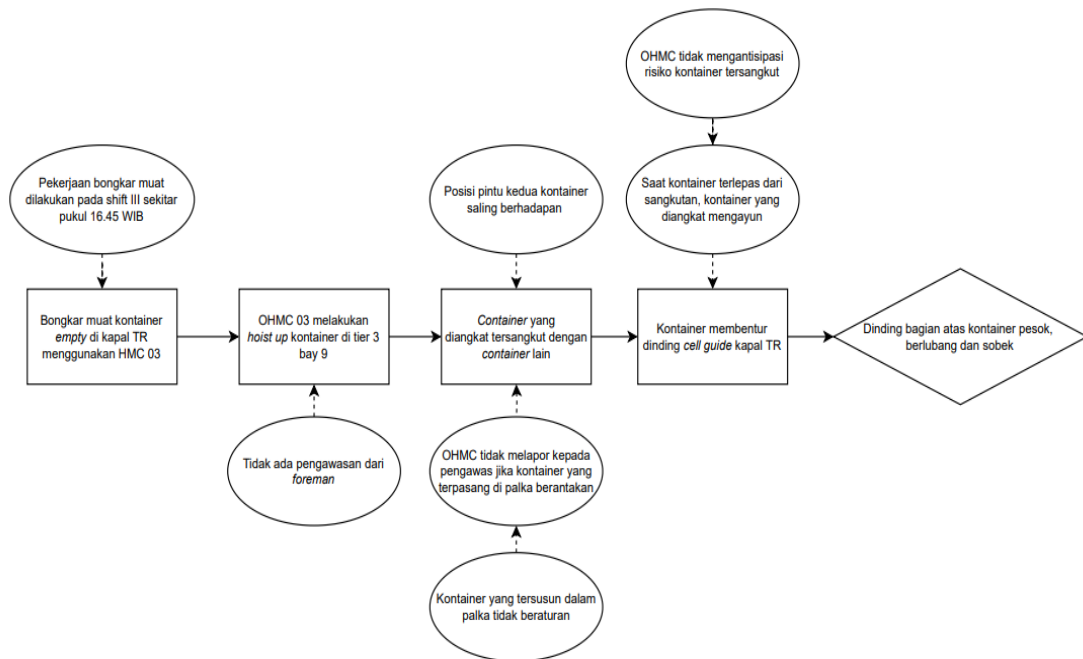
perusahaan pada Tahun 2022. Setelah mendapatkan hasil dari kuesioner yang telah diisi *expert judgement* maka hasil tersebut dimasukkan dalam form HFACS yang kemudian dianalisis. Ketika mengidentifikasi sebuah kasus kecelakaan menggunakan metode HFACS, tahap pertama adalah mengidentifikasi *Unsafe Acts* yang terkait. Berikut langkah-langkah menganalisis kecelakaan menggunakan metode HFACS :

1. *Unsafe acts* memiliki beberapa kriteria kegagalan mengikuti tiga jenis kesalahan dasar yaitu *skill based errors, decision errors, perceptual errors*.
2. Menganalisis klasifikasi kegagalan dari beberapa *pre-conditions for unsafe acts* terkait dalam kecelakaan. Level ini terdiri dari tiga kriteria, yaitu kondisi dari operator, faktor lingkungan, dan faktor personal.
3. Menganalisis kegagalan pada level *unsafe supervision*. Kriteria pengawasan tidak aman terdiri dari empat kriteria dari kegagalan sistem pengawasan
4. Level terakhir dalam kerangka kerja HFACS adalah *organizational influences*. Pada poin ini peneliti melihat untuk kegagalan dengan tingkat yang berhubungan dengan kepemimpinan yang tinggi dari organisasi.
5. Mengelompokan hasil dari form HFACS yang kemudian menghitung persentase penyebab kecelakaan dari setiap kriteria dan setiap level HFACS.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini kasus kecelakaan kerja yang dianalisa adalah kecelakaan yang disebabkan oleh alat bongkar muat petikemas yaitu *Harbour Mobile Crane (HMC)* dengan menggunakan metode ECFA dan HFACS.

#### a. Analisis dengan Metode ECFA



**Gambar 1.** Event and Causal Factors Chart Kecelakaan pada Alat HMC

Berdasarkan Gambar 1 dapat dilihat bahwa kejadian terjadi pada hari Minggu tanggal 08 Mei 2022 jam 16.45 (*shift III*). Kronologi kecelakaan terjadi ketika bongkar muat *container empty* di kapal dilakukan menggunakan alat *Harbour Mobile Crane (HMC)* 03. Saat operator HMC melakukan *hoist up* kontainer di *tier 3 bay 9* tidak ada pengawasan dari *Foreman*. Terdapat kontainer dengan posisi pintu kontainer saling berhadapan satu sama lain yang berada di palka kapal. Sehingga ketika proses *hoist up* dilakukan, kontainer yang diangkat oleh HMC 03 tersangkut dengan kontainer yang ada di depannya. Kondisi kontainer sebelum kejadian terjadi tersusun tidak beraturan. OHMC tidak melaporkan kepada pengawas jika kontainer yang terpasang di palka kapal berantakan. OHMC tidak mengantisipasi adanya risiko kontainer tersangkut akibat susunan kontainer yang tidak beraturan. Kontainer yang tersangkut kemudian dipaksa diangkat

menyebabkan kontainer tersebut terayun dan membentur *cell guide* kapal TR.

Kerugian dan kerusakan : Kedua kontainer yang tersangkut dan terbentur mengakibatkan dinding bagian atas pesok, berlubang, dan sobek.

Analisis dengan menggunakan *Event and Causal Factors Analysis* (ECFA) :

1. *Direct Cause*  
*Container* yang diangkat oleh HMC tersangkut oleh *container* lain dan membentur dinding *cell guide* pada kapal
2. *Root Cause*  
*Container* yang terpasang di palka kapal dalam posisi berantakan dan posisi pintu *container* yang terpasang di palka saling berhadapan.
3. *Contributing Cause*  
*Foreman* atau pengawas tidak berada di tempat untuk mengawasi pekerjaan tersebut.

b. Analisis dengan Metode HFACS

Hasil dari wawancara yang dilakukan kepada 3 *witness* (*supervisor* HSSE).

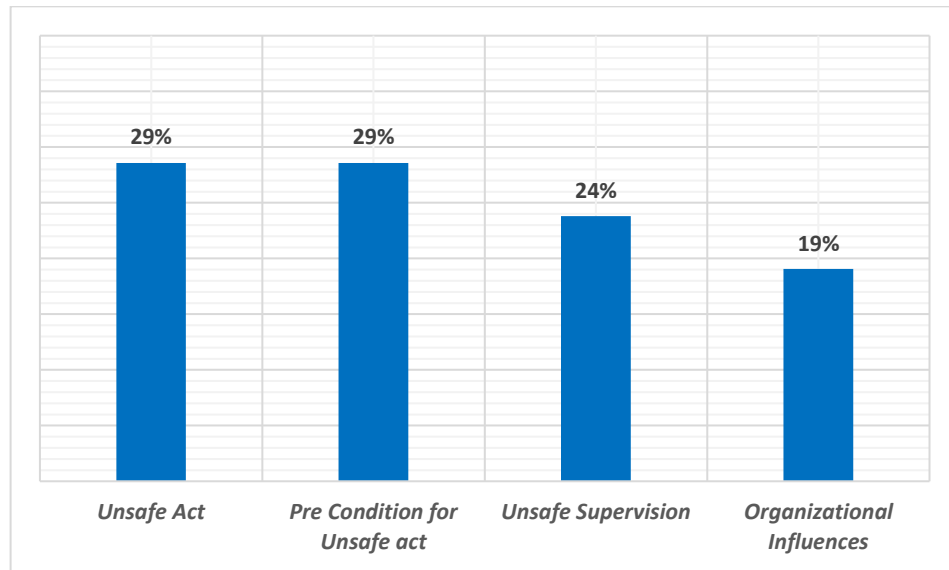
**Tabel 1.** Analisis Kecelakaan dengan Metode HFACS

Kriteria HFACS		Hasil Penelitian	
<i>Unsafe acts</i>	<i>Error</i>	<i>Skill Based Error</i>	- Prosedur kerja tidak diikuti - Tidak konsentrasi
		<i>Decisions Error</i>	- Pengetahuan kurang
		<i>Perceptual Errors</i>	- Salah menilai ketinggian dan atau jarak
	<i>Violations</i>	<i>Routine</i>	- Pelanggaran prosedur
		<i>Exceptional</i>	- Bahaya tidak dapat diperkirakan
<i>Precondition for unsafe acts</i>	<i>Condition Of Operators</i>	<i>Adverse Mental States</i>	- Tidak peka dengan keadaan sekitar - Terlalu percaya diri
		<i>Adverse Physiological States</i>	-
		<i>Physical/ Mental Limitations</i>	- Tidak memiliki kemampuan untuk menanggapi situasi yang berbeda
	<i>Personal Factors</i>	<i>Crew Resource Management</i>	- Komunikasi buruk
		<i>Personnel Readiness</i>	- Saat bertugas melakukan pekerjaan yang tidak perlu
	<i>Environmental Factors</i>	<i>Physical Environment</i>	- Kebisingan
		<i>Technological Environment</i>	-
<i>Unsafe supervision</i>	<i>Inadequate Supervision</i>	- Operator HMC kurang waktu istirahat - Menyepelkan <i>hazard</i> kecil	
	<i>Planned Inappropriate Operations</i>	- Kurang evaluasi risiko	
	<i>Failure to Correct Problem</i>	- Kurang perbaikan bahaya K3	
	<i>Supervisory Violations</i>	- Melanggar regulasi	
<i>Organizational influences</i>	<i>Resource Management</i>	- Pelatihan - Pengecekan latar belakang	
	<i>Organizational Climate</i>	- Komunikasi	
	<i>Organizational Process</i>	- <i>Schedule</i> kurang jelas	

Tabel 1. Merupakan hasil analisis kecelakaan menggunakan metode HFACS. Hasil yang didapatkan dari wawancara investigasi kepada *supervisor* HSSE (*witness*) diketahui bahwa terdapat kegagalan pada tiap tingkatan HFACS yaitu pada kriteria *unsafe acts*, *precondition for unsafe acts*, *unsafe supervision*, dan *organizational influences*. Dapat dilihat bahwa penyebab yang paling besar adalah pada kategori *unsafe act*. Pada kategori *unsafe acts* banyak sekali kegagalan yang dilakukan operator HMC diantara lain karena *skill based error*, *decisions error*, dan *perceptual errors*.

Persentase kegagalan pada level HFACS dapat dilihat dalam bentuk grafik yang digunakan untuk mengetahui

level dengan kontribusi terbesar dalam kecelakaan alat angkut-pada kegiatan bongkar muat petikemas.



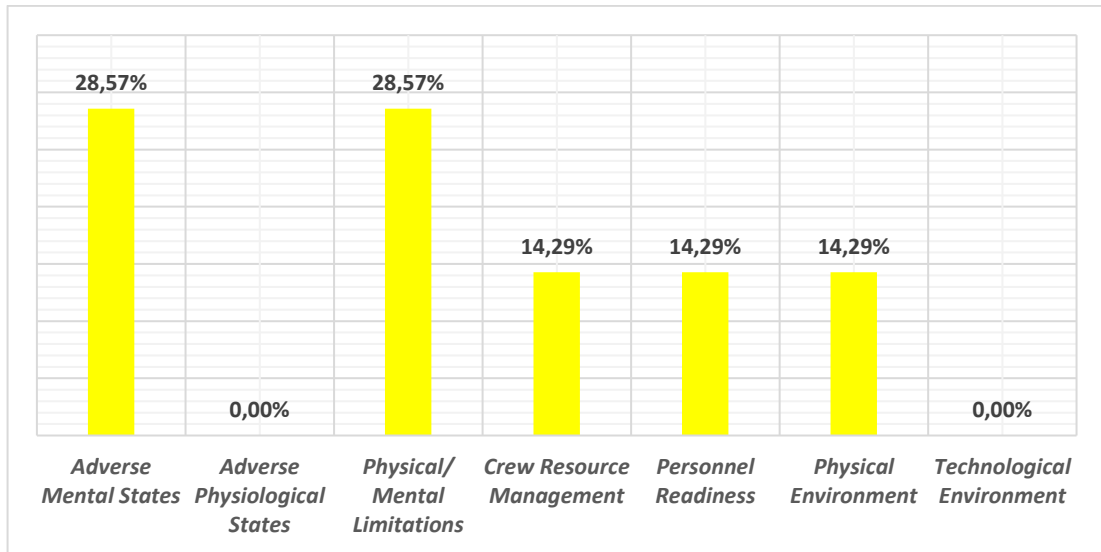
Gambar 2. Persentase Kegagalan Tiap Level HFACS

Berdasarkan Gambar 2 dapat dilihat bahwa penyebab kecelakaan berawal dari komunikasi yang buruk dan pekerja yang kurang peka dengan keadaan sekitar sehingga *unsafe acts* dan *pre condition for unsafe act* menyumbang penyebab kecelakaan terbesar dengan persentase sebesar 29%. Maka diharapkan perusahaan harus lebih dapat memperhatikan lagi setiap pekerjaan yang dilakukan operator dengan membuat SOP agar pekerja lebih aman dalam bekerja.



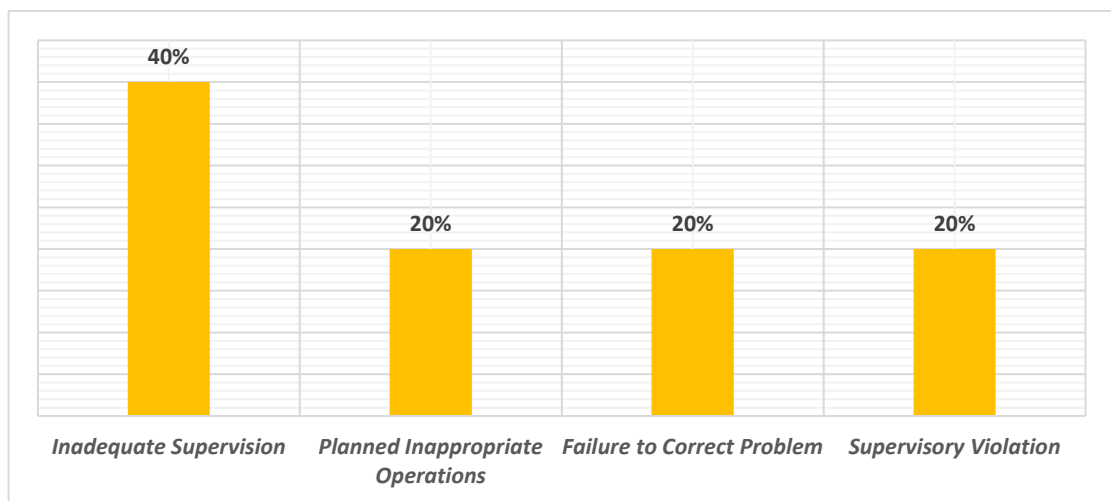
Gambar 3. Persentase Penyebab Kecelakaan *Unsafe Act*

Diliat dari Gambar 3 di atas bahwa *skill based error* merupakan faktor utama penyebab kecelakaan berdasarkan kriteria *unsafe acts* dengan persentase sebesar 33,33%. Hal tersebut disebabkan karena sering lalai, tidak konsentrasi dalam bekerja, pengetahuan pekerjaan yang kurang, dan tidak mengikuti prosedur kerja yang ada. Perusahaan diharapkan dapat meningkatkan pelatihan keselamatan untuk pekerja, fokuskan pada kesadaran akan risiko dan pengetahuan tentang praktik kerja yang aman. Perkuat budaya keselamatan dengan mempromosikan perilaku aman, seperti penggunaan alat pelindung diri (APD) dan mematuhi peraturan keselamatan.



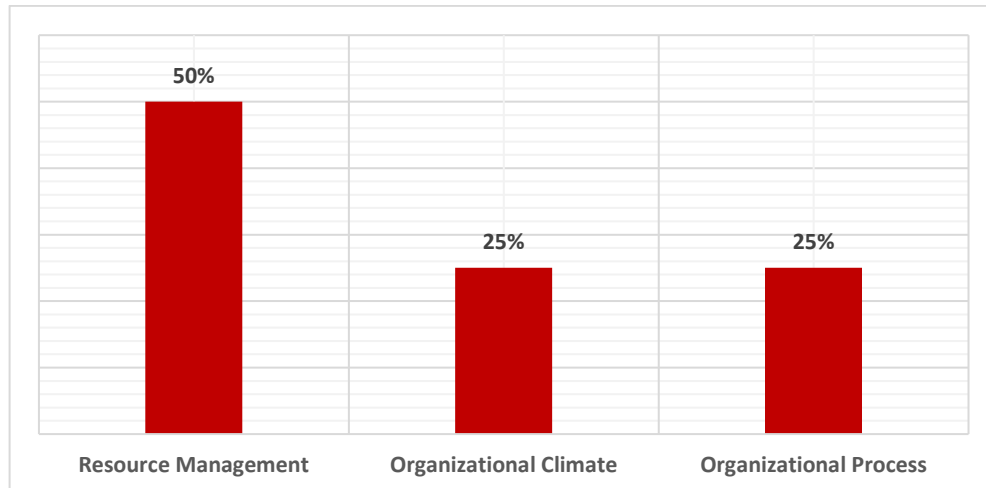
**Gambar 4.** Persentase Penyebab Kecelakaan *Pre Condition for Unsafe act*

Pada Gambar 4 dapat dilihat bahwa kegagalan pada level kriteria *pre condition for unsafe act* disebabkan oleh dua kegagalan yang mempunyai persentase yang sama sebesar 28,57% yaitu *adserve mental states* dan *physical mental limitations*. Hal tersebut disebabkan karena tidak sadar akan keadaan darurat di sekitar saat bekerja dan komunikasi yang tidak berjalan lancar.



**Gambar 5.** Persentase Penyebab Kecelakaan *Unsafe Supervision*

Gambar 5 menggambarkan kondisi penyebab pada kecelakaan yang disebabkan oleh *unsafe supervision*. Dapat diketahui bahwa kegagalan terbesar terletak pada *inadequate supervision* dengan persentase sebesar 40% dibandingkan dengan kriteria lainnya. Hal tersebut dapat terjadi karena komposisi tim yang tidak sesuai, tidak ada *briefing*, kurang evaluasi risiko, terlalu menyepelakan *hazard* kecil, dan kurangnya waktu istirahat.



**Gambar 6.** Persentase Penyebab Kecelakaan *Organizational Influences*

Gambar 6 menunjukkan bahwa penyebab kecelakaan pada HMC yang disebabkan oleh *organizational influence* kesalahan terbesar terletak pada *resource management* dengan persentase sebesar 50%. Hal tersebut dikarenakan kurangnya pelatihan dan pemberian *schedule* yang kurang jelas kepada pekerja.

#### 4. KESIMPULAN

Dari hasil pengolahan data dan analisa penyebab kecelakaan yang disebabkan oleh alat bongkar muat petikemas dengan menggunakan metode *Event and Causal Factors Analysis* (ECFA) dapat diketahui penyebab dasar dari kasus kecelakaan kerja pada pekerjaan bongkar muat yang dilakukan dengan alat *Harbour Mobile Crane* adalah karena rendahnya kesadaran pekerja akan pentingnya keselamatan kerja yang mana pekerja sering lalai dan kurang konsentrasi saat bekerja, bekerja tidak sesuai dengan prosedur kerja, pengawas yang tidak berada ditempat untuk melakukan pengawasan, dan komunikasi yang buruk antara pekerja. Dari analisis menggunakan metode *Human Factors Analysis and Classification System* (HFACS) terdapat banyak kegagalan pada tiap sub kriteria HFACS dimana kegagalan yang terjadi tidak hanya dari pekerjaanya saja, akan tetapi kegagalan dan kesalahan juga terdapat pada management perusahaan dalam mendelegasikan seseorang dan memberikan *schedule* yang kurang jelas kepada pekerja.

Rekomendasi yang dapat berikan kepada perusahaan adalah: (1) Melakukan *refresh training* dan sosialisasi setidaknya seminggu sekali kepada semua pekerja guna meningkatkan kemampuan, pengalaman, dan kompetensi pekerja agar lebih sadar akan pentingnya keselamatan dan kesehatan di tempat kerja. (2) Mengadakan *safety talk* kepada pihak kedua di tempat kerja seperti *foreman* dan TKBM. (3) Pengawas seharusnya membangun komunikasi yang baik dengan pekerja. (4) Meningkatkan *safety patrol* untuk menegur pelanggaran yang terjadi di area kerja. (5) Perusahaan melakukan kajian ulang dan pemantauan terhadap jalannya proses produksi.

#### 5. DAFTAR NOTASI

HMC = *Harbour Mobile Crane*

OHMC = *Operator Harbour Mobile Crane*

TKBM = *Tenaga Kerja Bongkar Muat*

#### 6. DAFTAR PUSTAKA

- DOE. (2012). *Accident and Operational Safety Analysis. Dalam Accident Analysis Technique (hal. 278). Washington D.C: U.S Department of Energy.*
- Kingston, H., & Nelson, H. . (1995). *Events and Causal Factors Analysis. Technical Research and Analysis Center, August, 1–20.*
- Primadewi, T., Widjasena, B., & Wahyuni, I. (2014). Faktor-Faktor Utama Penyebab *Human Error* Dalam Kecelakaan Pada Operator Alat Berat Bergerak di Tambang Bawah Tanah PT. Freeport Indonesia. *Jurnal Kesehatan Masyarakat (Undip)*, 2(3), 223–226.
- Putroadi, P., Nugroho, A., & Dhani, M. R. (2017). Analisis Penyebab Kecelakaan Kerja Dengan Metode *Human Factor Analysis and Classification System* di perusahaan Fabrikator Pipa.
- Ratriwardhani, RA., (2020). Analisis Kecelakaan Kerja Dengan Menggunakan Metode HFACS pada PT. X.

- MTPH Journal, Volume 4, No. 1, March 2020.
- Sari, S., Zaman, AN., Waluyo, M. R., & Nurfajriah. (2020). *Human Factors Analysis and Classification System (HFACS) Model in Analyzing Construction Accident*.
- Shappell, Scott Debar, U. S. (2014). *The Human Factors Analysis and Classification System-HFACS Office of Aviation Medicine The Human Factors Analysis and Classification System – HFACS through the National Technical Information. May*.
- Skjong, R., & Wentworth, B. H. (2001). *Expert judgment and Risk Perception. Proceedings of the International Offshore and Polar Engineering Conference, 4(January 2001), 537–544*.
- Suma'mur. (2018). *Keselamatan Kerja dan Pencegahan Kecelakaan*. Jakarta: PT. Gunung Agung
- Wiegmann, D.A. and Shappell, S. A. (2003). *A Human Error Approach To Aviation. Ashgate Publishing Limited, 161*.
- Nas'alullaili, Y. A., Handoko, L., & Dhani, M. R. (2018). *Analisis Kecelakaan Menggunakan Metode Event and Causal Factors Analysis dan Fishbone Analysis*.