

## **Analisis Penilaian Risiko Pekerjaan *Cleaning, Scrapping, dan Waterjet* Menggunakan Metode HIRADC dan FTA Pada *Overhaul* SPM**

**Riqqa Nadhira Nur Farrasita<sup>1</sup>, Imah Luluk Kusminah<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: [imahluluk@ppns.ac.id](mailto:imahluluk@ppns.ac.id)

### **Abstrak**

*Overhaul* SPM merupakan aktivitas pemeriksaan dan perbaikan secara menyeluruh pada setiap komponen pada sistem dan struktur bangunan SPM. *Overhaul* SPM terdiri dari beberapa uraian pekerjaan, salah satunya pada pekerjaan *cleaning, scraping, dan waterjet*. Pekerjaan yang kompleks, beban kerja yang tinggi dan waktu penyelesaian proyek yang singkat meningkatkan risiko terjadinya kecelakaan kerja. Perusahaan perlu melakukan identifikasi dan penilaian risiko di tempat kerja agar potensi bahaya tidak berkembang sehingga kerugian maupun kecelakaan kerja dapat diminimalisir dampaknya. Metode identifikasi bahaya yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Hazard Identification Risk Assessment and Determining Control* (HIRADC). Hasil identifikasi bahaya pada pekerjaan *cleaning, scraping, dan waterjet* 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*. Potensi bahaya yang termasuk dalam kategori tinggi atau *not acceptable* pada hasil penilaian risiko kedua akan dilakukan analisis dengan metode FTA untuk mengetahui penyebab dasarnya. Ketiga potensi bahaya yang termasuk dalam kategori *not acceptable* memiliki potensi bahaya dan dampak sama, yaitu terjatuh akibat bekerja di ketinggian yang akan menjadi *top event* dalam FTA. Hasil analisis FTA menunjukkan terdapat 16 akar penyebab yang berkontribusi atas terjadinya *top event*. Rekomendasi perbaikan akan diberikan pada setiap akar penyebab yang diidentifikasi sesuai dengan hirarki pengendalian.

**Kata Kunci:** FTA, HIRADC, *Overhaul, Single Point Mooring*

### **Abstract**

*SPM overhaul is a thorough inspection and repair activity on every component of the system and structure of the SPM building. The SPM overhaul consists of several job descriptions, one of which is cleaning, scraping, and waterjet work. Complex work, a high workload, and short project completion times increase the risk of work accidents. Companies need to identify and assess risks in the workplace so that potential hazards do not develop and losses and work accidents can be minimized. The hazard identification method used in this research is Hazard Identification, Risk Assessment, and Determining Control (HIRADC). The results of hazard identification in cleaning, scraping, and waterjet work found 21 potential hazards and impacts, with details of 18 potential hazards and impacts included in the acceptable category and the remaining 3 in the not acceptable category. Potential hazards that are included in the high category or are not acceptable in the results of the second risk assessment will be analyzed using the FTA method to find out the underlying causes. The three potential hazards that are included in the not acceptable category have the same hazard potential and impact, namely a fall due to working at height, which will be the top event in the FTA. The results of the FTA analysis show that there are 16 root causes that contributed to the occurrence of the top event. Recommendations for improvement will be given to each identified root cause according to the control hierarchy.*

**Keywords:** FTA, HIRADC, *Overhaul, Single Point Mooring*

## **1. PENDAHULUAN**

*Single Point Mooring* (SPM) adalah salah satu fasilitas penyalur minyak bumi dari atau menuju kapal pengangkut di lepas pantai dalam jumlah yang besar (Akyuz & Celik, 2016). SPM didesain dan dibangun agar dapat terapung di permukaan laut. Salah satu kelebihan dari SPM adalah mampu menangani kapal dengan ukuran

apapun termasuk kapal pengangkut minyak dengan kapasitas besar ketika tidak ada fasilitas lain yang tersedia sebagai sarana tambat (Susatyo, 2016). SPM dilengkapi dengan beberapa komponen, diantaranya *flexible hose* yang berfungsi untuk menyalurkan minyak bumi dari PLEM (*Pipeline End Manifold*) dan *mooring* untuk menjaga SPM pada posisi aman (Simamora, 2020). Berdasarkan data yang diterima oleh Unit Ditjen Migas (2021), diketahui telah terjadi sebanyak 16 kasus *unplanned shutdown* akibat dari kerusakan sistem produksi minyak bumi pada kegiatan hulu migas. Waktu masa penggunaan atau operasi dan beban siklis yang diterima dari gelombang laut secara terus menerus dalam jangka waktu tertentu akan menyebabkan *fatigue* (Djatkiko dalam Arifannisa, 2016). Pada kondisi ini dapat meningkatkan risiko terjadinya kerusakan pada struktur SPM. Oleh sebab itu, pemeriksaan dan perbaikan perlu dilakukan untuk mencegah terjadinya kerusakan pada SPM. Oyesola dkk., (2020) menyatakan bahwa, proses teknis yang memiliki tujuan untuk memulihkan fungsi mekanik dari suatu sistem disebut MRO (*Maintenance, Repair and Overhaul*). *Overhaul* sendiri adalah bagian dari suatu proses operasi yang bertujuan untuk mencegah terjadinya kegagalan sistem pada waktu yang tidak dapat diperkirakan (Seo & Bai, 2004).

*Overhaul* SPM terdiri dari beberapa pekerjaan, dimana salah satunya adalah pekerjaan *cleaning, scrapping, dan waterjet*. Pekerjaan ini merupakan pekerjaan awal yang bertujuan untuk membersihkan SPM dari tiram dan karang yang menempel pada struktur SPM sebelum dilanjutkan ke pekerjaan lainnya. Setiap pekerjaan memiliki potensi bahaya yang dapat mengancam keselamatan pekerja apabila tidak segera dikendalikan. Suatu potensi bahaya tidak bisa dihilangkan sepenuhnya, tetapi bahaya tersebut dapat dikendalikan dan atau diturunkan tingkat risikonya untuk melindungi tenaga kerja dari potensi bahaya (Rout & Sikdar, 2017). Tindakan pengendalian risiko di tempat kerja diperlukan sebagai upaya pencegahan terjadinya kecelakaan kerja dan meminimalkan risiko serta dampak yang ditimbulkan terhadap keselamatan dan kesehatan pekerja. Prosedur yang sistematis perlu ditetapkan oleh perusahaan untuk melakukan identifikasi bahaya (*hazard identification*), penilaian risiko (*risk Assessment*), dan penentuan pengendalian (*determining control*) (OHSAS 18001:2007). Metode yang dapat digunakan untuk identifikasi bahaya dan penilaian risiko adalah *Hazard Identification Risk Assessment and Determining Control* (HIRADC). Setiap perusahaan memiliki kriteria dalam menetapkan penilaian risiko dan pengendalian yang tetap berlandaskan peraturan yang berlaku untuk bisa disesuaikan dengan kondisi perusahaan. Penelitian ini menggunakan prosedur identifikasi dan penilaian risiko sesuai dengan standar yang digunakan. Namun metode ini memiliki keterbatasan dalam penggunaannya, dimana analisis lebih lanjut diperlukan untuk mengetahui dasar penyebabnya sehingga risiko bahaya dapat diturunkan. Salah satu teknik yang digunakan untuk menentukan akar penyebab dan kemungkinan-kemungkinan dari terjadinya kejadian yang merugikan adalah dengan metode *Fault Tree Analysis* (Ericson, 2005). Metode ini menggunakan pendekatan yang bersifat *top down* yang dapat memberikan gambaran suatu peristiwa (*top event*) sampai pada akar penyebab (*root cause*) dari peristiwa tersebut dapat terjadi dan cukup untuk mengidentifikasi pokok dari permasalahan yang tidak berasal dari satu penyebab saja (Prasetya dkk., 2018). Analisis penyebab dasar dapat membantu dalam menentukan pengendalian yang tepat dan efektif.

## 2. METODE

### Metode HIRADC

Data yang telah diperoleh selanjutnya dikelola dan digunakan untuk membantu peneliti dalam menilai risiko pada seluruh tahapan pekerjaan menggunakan metode HIRADC. Peneliti melakukan *brainstorming* dengan *expert judgement* untuk memperoleh informasi mengenai sumber dan potensi bahaya. Metode *expert judgement* merupakan pandangan atau pemikiran yang diberikan oleh pakar ahli dan kompeten dalam menentukan suatu keputusan sesuai bidang yang dikuasainya (Benini dkk., 2017). Pihak yang ditunjuk sebagai *expert judgement* dalam penelitian ini adalah *shipsuperintendent* dan *safety inspector* yang terlibat langsung pada proyek *overhaul* SPM. Terdapat beberapa tahapan dalam melakukan identifikasi bahaya dan penilaian risiko menggunakan metode HIRADC seperti pada tahapan berikut.

1. Identifikasi untuk mengetahui potensi bahaya berdasarkan kategori pengelompokannya yakni *physical, biological, chemical, psychological, dan ergonomic* dan dampak yang ditimbulkan
2. Penilaian risiko pada setiap dampak potensi bahaya berdasarkan nilai skala keparahan (*severity*) dan kemungkinan kejadian (*probability*).
3. Penetapan pengendalian berdasarkan hasil penilaian risiko untuk menetapkan skala prioritas dan mempertimbangkan perubahan atas pengendalian yang ada saat ini sehingga risikonya dapat diturunkan pada tingkatan *acceptable*

### Metode *Fault Tree Analysis* (FTA)

FTA menggunakan simbol untuk mengklasifikasikan suatu peristiwa atau kegagalan dengan gerbang logika untuk memberi gambaran hubungan sebab akibat dan interaksi antara setiap peristiwa. Analisis penyebab dasar dengan metode FTA dilakukan sesuai dengan tahapan berikut:

1. Penentuan *top event* atau peristiwa puncak dari potensi bahaya yang tidak diinginkan berdasarkan penilaian risiko dengan kategori risiko tinggi atau *not acceptable*.
2. Identifikasi kemungkinan-kemungkinan penyebab untuk menemukan penyebab dasar dari potensi bahaya yang tidak diinginkan.
3. Pembuatan model FTA dengan *logic gate* atau gerbang logika sesuai dengan rangkaian peristiwa.
4. Evaluasi pemodelan FTA dengan melakukan diskusi bersama *expert* dan memperoleh validasi.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan dari data yang diperoleh, pekerjaan ini terdiri dari tiga tahapan utama. Tahapan pekerjaan tersebut antara lain

1. Membongkar, membersihkan, dan mengganti *seal water protection MRB, internal tank* serta *polyurethane foam*
2. *Scraping body SPM bottom* sampai dengan *main deck* untuk membersihkan tiram
3. *Waterjet* dengan air tawar tekanan 5000-1000 Psi pada area *deck body SPM, internal compartment*, dan perpipaan

Hasil identifikasi bahaya dan penilaian risiko pada pekerjaan *cleaning, scrapping*, dan *waterjet* dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

s Hasil Identifikasi Bahaya dan Penilaian Risiko (HIRADC)

IDENTIFIKASI BAHAYA DAN RESIKO K3 (HAZARD AND RISK IDENTIFICATION)																		
1	2	3	4	5	6	7	8						9				10	11
NO	PROSES (Processes)	Mekanisme Bahaya (B) & Risiko (R) K3 (Hazard of OHS)	Rutin/ Non Rutin	Dampak K3 (Risk of OHS)	Kon- disi  N/ A/ E	Pengendalian Saat Ini	Kemungkinan (PROBABILITY)						Keparahan (SEVERITY)				Risk/ Value	Accepted / Not Accepted
							FP	FK	SP	PP	KP	P	AH	CD	PK	S		
1	Membong- kar dan membersih- kan <i>seal water protection</i> MRB, <i>internal tank</i> serta <i>polyurethane foam</i>	B: Bekerja di ketinggian, area kerja terbatas R: Terjatuh	Non Rutin	Cidera tubuh	N	- Sosialisasi K3 melalui TBM - Penggunaan APD	4	4	3	3	2	3.2	5	4	5	4.7	I	<b>Not Accepted</b>
		B: Bekerja di ruang terbatas R: Terhirup gas beracun, oksigen terbatas, penglihatan terbatas (tersandung, terpeleset)		Pusing, mual	E	- Sosialisasi K3 melalui TBM - Bekerja sesuai prosedur - Pengukuran gas free	4	3	2	3	3	3.0	4	2	2	2.7	II	Accepted
		Fatality/kematian		- Penggunaan blower		4	1	2	3	3	2.6	4	4	5	4.3	III	Accepted	
		Hipoksia		- Pemberlakuan ijin kerja - Penggunaan APD		4	1	2	3	3	2.6	4	4	5	4.3	III	Accepted	
		Luka gores/memar				4	4	3	3	3	3.4	3	2	2	2.3	II	Accepted	
B: Penggunaan perkakas R: Terjepit, tertimpa, tersandung perkakas	Cidera tubuh	A	- Sosialisasi K3 melalui TBM - Penggunaan APD	5	4	2	3	2	3.2	3	2	2	2.3	II	Accepted			

Tabel 1. Hasil Identifikasi dan Penilaian Risiko (HIRADC) (lanjutan)

		B: <i>Polyurethane foam</i> R: Rasa gatal yang mengganggu		Iritasi kulit	A	- Sosialisasi K3 melalui TBM - Penggunaan APD <i>ketelpack</i>	2	2	4	3	2	2.6	3	1	1	1.7	IV	<i>Not Accepted</i>
				Kemera-han/ruam kulit	A		2	3	4	3	2	2.8	3	1	1	1.7	IV	<i>Not Accepted</i>
2	<i>Scraping body SPM bottom sampai dengan main deck</i>	B: Bekerja di ketinggian, area kerja terbatas R: Terjatuh	Rutin	Cidera tubuh	N	- Sosialisasi K3 melalui TBM - Penggunaan APD	4	4	3	3	2	3.2	5	4	5	4.7	I	<i>Not Accepted</i>
		B: Tiram/ karang yang menempel R: Tertimpa bongkahan karang		Cidera tubuh	N	- Sosialisasi K3 melalui TBM - Penggunaan APD	4	3	3	3	2	3.0	3	2	2	2.3	II	<i>Accepted</i>
		B: Bau yang menyengat R: Mengganggu aktivitas pekerja		Produkti- vitas menurun	N	- Sosialisasi K3 melalui TBM - Penggunaan masker	4	4	4	3	2	3.4	4	3	1	2.7	II	<i>Not Accepted</i>
		B: Area yang sulit dijangkau R: Posisi kerja tidak ergonomis		Kelelahan	N	- Sosialisasi K3 melalui TBM - Bekerja sesuai prosedur	4	4	3	3	3	3.4	3	2	2	2.3	II	<i>Accepted</i>
				Nyeri otot/ punggung (MsDs)	N		4	4	3	3	2	3.2	3	2	3	2.7	II	<i>Accepted</i>
3	<i>Waterjet dengan air tawar tekanan 5000-1000 Psi pada area deck body SPM, internal compartment, dan perpipaan</i>	B: Bekerja di ketinggian, area kerja terbatas R: Terjatuh	Rutin	Cidera tubuh	N	- Sosialisasi K3 melalui TBM - Penggunaan APD	4	4	3	3	2	3.2	5	4	5	4.7	I	<i>Not Accepted</i>
		B: Tekanan air tinggi R: Terpentak, partikel air masuk ke dalam jaringan tubuh		Cidera tubuh	A	- Sosialisasi K3 melalui TBM - Bekerja sesuai prosedur - Penggunaan APD	4	2	3	3	2	2.8	3	2	2	2.3	IV	<i>Accepted</i>
				Pembusu- kan jaringan tubuh	A		4	1	3	3	2	2.6	3	3	4	3.3	III	<i>Accepted</i>

Tabel 1. Hasil Identifikasi dan Penilaian Risiko (HIRADC) (lanjutan)

	B: Bekerja di ruang terbatas R: Terhirup gas beracun, oksigen terbatas, penglihatan terbatas (tersandung, terpeleset)	Pusing, mual	E	- Sosialisasi K3 melalui TBM - Bekerja sesuai prosedur - Pengukuran gas free - Penggunaan blower - Pemberlakukan ijin kerja - Penggunaan APD	4	3	2	3	3	3.0	4	2	2	2.7	II	Accepted	
					Fatality/kematian	4	1	2	3	3	2.6	4	4	5	4.3	III	Accepted
					Hipoksia	4	1	2	3	3	2.6	4	4	5	4.3	III	Accepted
					Luka gores/memar	4	4	3	3	3	3.4	3	2	2	2.3	II	Accepted
		Nyeri otot/punggung (MsDs)			4	4	3	3	2	3.2	3	2	3	2.7	II	Accepted	

Tabel 1. Hasil Identifikasi dan Penilaian Risiko (HIRADC) (lanjutan)

REVISI : PEKERJAAN : <i>CLEANING, SCRAPING, WATER JET, DAN BLASTING</i> HAL :																	
1	2	3	4	5	12	13								14	15		
NO	PROSES (Processes)	Mekanisme Bahaya (B) & Risiko (R) K3 (Hazard of OHS)	Rutin/ Non Rutin	Dampak K3 (Risk of OHS)	Pengendalian Lanjutan	Residual Risk								RISK/ VALUE	Accepted/ Not accepted		
						Kemungkinan (PROBABILITY)						Keparahan (SEVERITY)					
						FP	FK	SP	PP	KP	P	AH	CD			PK	S
1	Membongkar dan memberishkan seal <i>water protection</i> MRB,	B: Bekerja di ketinggian, area kerja terbatas R: Terjatuh	Non Rutin	Cidera tubuh	- Diadakan <i>Safety Awareness</i> melalui TBM, <i>induction</i> maupun training tentang bekerja di ketinggian - Penggunaan APD yang sesuai ( <i>body harness</i> )	4	4	3	3	1	3.0	5	2	3	3.3	I	Not Accepted

Tabel 1. Hasil Identifikasi dan Penilaian Risiko (HIRADC) (lanjutan)

	<i>internal tank</i> serta <i>polyurethane foam</i>	B: Bekerja di ruang terbatas R: Terhirup gas beracun, oksigen terbatas, penglihatan terbatas (tersandung, terpeleset)		Pusing, mual	- Diadakan <i>Safety Awareness</i> melalui TBM, <i>induction</i> maupun <i>training</i> tentang bekerja di ruang terbatas	4	3	1	2	3	2.6	4	1	1	2.0	IV	<i>Accepted</i>
				Fatality/kematian		4	1	1	3	2	2.2	4	2	2	2.7	IV	<i>Accepted</i>
				Hipoksia	- Melakukan blower selama pekerjaan berlangsung	4	1	1	3	2	2.2	4	2	2	2.7	IV	<i>Accepted</i>
				Luka gores/memar	- Penggunaan APD yang sesuai (respirator)	4	4	2	2	2	2.8	3	2	2	2.3	IV	<i>Accepted</i>
		B: Penggunaan perkakas R: Terjepit, tertimpa, tersandung perkakas		Cidera tubuh	- Bekerja sesuai prosedur - Menerapkan housekeeping - Penggunaan APD yang layak	5	4	1	2	2	2.8	3	1	1	1.7	IV	<i>Accepted</i>
		B: Polyurethane foam R: Rasa gatal yang mengganggu		Iritasi kulit	- Bekerja sesuai prosedur	2	2	3	3	2	2.4	3	1	1	1.7	IV	<i>Accepted</i>
			Kemera han/ ruam kulit	- Menghindari kontak langsung dengan kulit - Penggunaan <i>katelpack</i> yang layak	2	3	3	3	2	2.6	3	1	1	1.7	IV	<i>Accepted</i>	
2	<i>Scraping body</i> SPM <i>bottom</i> sampai dengan <i>main deck</i>	B: Bekerja di ketinggian, area kerja terbatas R: Terjatuh	Rutin	Cidera tubuh	- Diadakan <i>Safety Awareness</i> melalui TBM, <i>induction</i> maupun <i>training</i> tentang bekerja di ketinggian - Penggunaan APD yang sesuai ( <i>body harness</i> )	4	4	3	3	1	3.0	5	2	3	3.3	I	<i>Not Accepted</i>
		B: Tiram/ karang yang menempel R: Tertimpa bongkahan karang		Cidera tubuh	- Menjaga jarak/posisi aman ketika bekerja - Penggunaan APD yang layak	4	3	1	3	2	2.6	3	1	1	1.7	IV	<i>Accepted</i>

Tabel 1. Hasil Identifikasi dan Penilaian Risiko (HIRADC) (lanjutan)

		B: Bau yang menyengat R: Mengganggu aktivitas pekerja		Produktivitas menurun	- Segera membersihkan area kerja - Segera membuang sisa karang/tiram	4	4	2	2	2	2.8	4	3	1	2.7	IV	<i>Accepted</i>
		B: Area yang sulit dijangkau R: Posisi kerja tidak ergonomis		Kelelahan	- Diadakan <i>Safety Awareness</i> melalui TBM, <i>induction</i> maupun <i>training</i> tentang posisi kerja secara ergonomis	4	4	2	2	2	2.8	3	1	1	1.7	IV	<i>Accepted</i>
				Nyeri otot/ punggung (MsDs)	- Melakukan peregangan otot - Menggunakan peralatan kerja yang mendukung aspek ergonomis	4	3	3	3	1	2.8	3	1	2	2.0	IV	<i>Accepted</i>
3	<i>Waterjet</i> dengan air tawar tekanan 5000-1000 Psi pada area <i>deck body</i> SPM, <i>internal compartment</i> , dan perpipaan	B: Bekerja di ketinggian, area kerja terbatas R: Terjatuh	Rutin	Cidera tubuh	- Diadakan <i>Safety Awareness</i> melalui TBM, <i>induction</i> maupun <i>training</i> tentang bekerja di ketinggian - Penggunaan APD yang sesuai ( <i>body harness</i> )	4	4	3	3	1	3.0	5	2	3	3.3	I	<i>Not Accepted</i>
		B: Tekanan air tinggi R: Terpentak, partikel air masuk ke dalam jaringan tubuh		Cidera tubuh	- Menjaga jarak/area aman ketika bekerja	4	2	1	3	2	2.4	3	1	1	1.7	IV	<i>Accepted</i>
				Pembusukan jaringan tubuh	- Inspeksi K3 - Penggunaan APD katelback yang layak	4	1	3	2	2	2.4	3	3	3	3.0	III	<i>Accepted</i>
		B: Bekerja di ruang terbatas R: Terhirup gas beracun, oksigen terbatas,		Pusing, mual	- Diadakan <i>Safety Awareness</i> melalui TBM, <i>induction</i> , <i>training</i> bekerja di ruang terbatas	4	3	1	2	3	2.6	4	1	1	2.0	IV	<i>Accepted</i>

Tabel 1. Hasil Identifikasi dan Penilaian Risiko (HIRADC) (lanjutan)



	penglihatan terbatas (tersandung, terpeleset)	Fatality/kematian	- Melakukan blower selama pekerjaan berlangsung- Penggunaan APD yang sesuai (respirator)	4	1	1	3	2	2.2	4	2	2	2.7	IV	<i>Accepted</i>
		Hipoksia		4	1	1	3	2	2.2	4	2	2	2.7	IV	<i>Accepted</i>
		Luka gores/मार		4	4	2	2	2	2.8	3	2	2	2.3	IV	<i>Accepted</i>
	B: Area yang sulit dijangkau R: Posisi kerja tidak ergonomis	Nyeri otot/punggung (MsDs)	- Diadakan <i>Safety Awareness</i> melalui <i>TBM, induction</i> maupun <i>training</i> tentang posisi kerja secara ergonomis - Melakukan peregangan otot - Menggunakan peralatan kerja yang mendukung aspek ergonomis	4	3	3	3	1	2.8	3	1	2	2.0	IV	<i>Accepted</i>

Berdasarkan hasil identifikasi dan penilaian risiko pekerjaan pada Tabel 1, diperoleh sebanyak 4 potensi bahaya dan 8 dampak pada tahapan pekerjaan *cleaning*, 4 potensi bahaya dan 5 dampak pada tahapan pekerjaan *scraping*, 4 potensi bahaya dan 8 dampak pada tahapan pekerjaan *waterjet*. Total potensi bahaya yang diperoleh adalah sebanyak 12 potensi bahaya dan 21 dampak. Dari hasil tersebut diketahui bahwa terdapat 18 potensi bahaya dan dampak kategori *acceptable* dan 3 potensi bahaya dan dampak yang termasuk dalam kategori risiko tinggi atau *not acceptable* setelah dilakukan penilaian kedua. Ketiga potensi bahaya dan dampak tersebut adalah sama yaitu terjatuh akibat bekerja di ketinggian. Analisis akar penyebab dengan metode FTA berfokus pada potensi bahaya dan dampak yang termasuk dalam kategori *not acceptable* saja dan menentukan pengendalian berdasarkan akar penyebab yang ditemukan. Hasil analisis FTA untuk potensi bahaya terjatuh akibat bekerja di ketinggian dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



- Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Benini, A., Chataigner, P., Noumri, N., Parham, N., Sweeney, J., Tax, L., 2017. *Expert Judgment. The use of expert judgment in humanitarian analysis. Theory, methods and applications*. Assessment Capacities Project - ACAPS, Geneva.
- Ericson, C.A., 2005. *Hazard Analysis Techniques for System Safety*, II. ed. John Wiley & Sons, Inc., New Jersey.
- OHSAS 18001, 2007. *Occupational Health and Safety Management Systems -Requirements*.
- Oyesola, M.O., Mpofo, K., Mathe, N.R., Daniyan, I.A., Oyesola, M.O., Mathe, R., 2020. Engineering support for Maintenance Repair Overhaul in the Aerospace. *Procedia Manuf.* 49, 199–205.
- Prasetya, R.L.B., Santoso, M., Amrullah, H.N., 2018. Analisis Risiko Pada Pekerjaan Tank Cleaning. In: *Proceeding 2nd Conference On Safety Engineering*. Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya.
- Rout, B.K., Sikdar, B.K., 2017. Hazard Identification, Risk Assessment, and Control Measures as an Effective Tool of Occupational Health Assessment of Hazardous Process in an Iron Ore Pelletizing Industry. *Indian J. Occup. Environ. Med.* 21, 56–76.
- Seo, J.H., Bai, D.S., 2004. An Optimal Maintenance Policy for a System Under Periodic Overhaul. *Math. Comput. Model.* 39, 373–380.
- Simamora, D.N., 2020. Perancangan Struktur Single Point Mooring (SPM) di Lepas Pantai Lamung Timur.
- Susatyo, B., 2016. Risk Analysis of Damaged Mooring System SPM (Single Point Mooring) 035 Pertamina TBBM Tuban. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Unit Ditjen Migas, 2021. *Laporan kinerja 2021*. Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, Jakarta.