

Analisis Risiko Kecelakaan Kerja pada Proses *Loadout Toppide dan Jacket Structure* Menggunakan *Self-Propelled Modular* *Transporter (SPMT)*

Fadilah Afif Anugrah, Wimala Lalitya Dhanistha, dan Silvianita
Departemen Teknik Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
e-mail: wimala.dhanista@gmail.com

Abstrak—Setiap pelaksanaan proyek dapat terjadi kecelakaan kerja yang mengakibatkan cedera maupun kerugian lainnya. Salah satu proyek yang berpotensi dapat terjadinya kecelakaan kerja yaitu pada proyek *loadout jacket* dan *topside structure*. Upaya yang dapat dilakukan untuk meminimalisir atau menghilangkan potensi terjadinya risiko yaitu dengan membuat sebuah sistem manajemen risiko kecelakaan kerja. Oleh sebab itu pada penelitian ini penulis menganalisis risiko kecelakaan kerja pada proses *loadout topside* dan *jacket structure* menggunakan *SPMT*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui variabel bahaya dominan pada proses *loadout jacket* dan *topside structure* menggunakan *SPMT*, mengetahui penyebab dan akibat dari variabel bahaya dominan, serta mengetahui faktor eskalasi yang dapatengaruhi efektivitas pada langkah mitigasi dan preventif. Penelitian dimulai dengan identifikasi bahaya dan divalidasi dengan metode berdiskusi bersama *stakeholder* yang berpengalaman di bidang *loadout*. Kemudian dilakukan penyebaran kuesioner untuk mendapatkan nilai *severity* dan *likelihood* kepada 5 *expert judgement*. Hasil dari penyebaran kuesioner tersebut dilanjutkan dengan metode *HIRA* yang dibantu dengan matriks risiko untuk menentukan kategori dari tiap variabel bahaya. Sehingga hasil dari penelitian ini dapat diketahui variabel bahaya yang dominan yaitu pekerja terjatuh ke dalam *mainholles* dan *SPMT* berjalan di luar dari rencana. Selanjutnya kedua variabel bahaya tersebut di analisis menggunakan metode *bow tie analysis* untuk mengurangi potensi terjadinya bahaya yang dominan atau ekstrim.

Kata Kunci—*Bow Tie Analysis, Loadout metode SPMT, Matriks Risiko, Metode HIRA, Risiko Kecelakaan Kerja.*

I. PENDAHULUAN

MINYAK dan gas akan tetap memainkan peran yang sangat penting dalam bauran energi dunia di masa depan. Kebutuhan masyarakat Indonesia, bahkan dunia, akan minyak dan gas terus meningkat seiring terjadinya peningkatan penduduk. Meskipun pengembangan sumber daya energi terbarukan sedang meningkat pesat, minyak dan gas tetap akan menjadi pasokan primer sumber daya energi Indonesia. Di Indonesia sendiri masih terdapat beberapa potensi minyak dan gas yang belum dilakukan eksplorasi dan kebanyakan berlokasi di laut dalam Indonesia bagian timur. Menurut Kementerian ESDM, 2011 menyatakan bahwa industri minyak dan gas di Indonesia memiliki potensi yang sangat besar dan menjanjikan, yakni terdapat 60 cekungan sedimen, 22 diantaranya belum dieksplorasi, yang tersebar di hampir seluruh wilayah Indonesia [1].

Seiring dengan meningkatnya permintaan energi dan upaya eksplorasi sumber energi minyak dan gas di Indonesia,

fasilitas produksi energi menjadi salah satu faktor pendukung keberhasilan yang perlu diperhatikan. Anjungan lepas pantai merupakan salah satu fasilitas pendukung dalam eksplorasi dan produksi minyak dan gas. Berdasarkan mobilitasnya anjungan lepas pantai terdiri dari 2 jenis yaitu bangunan tetap (*fixed structure*) dan bangunan terapung (*floating structure*). Menurut Soegiono, 2014 anjungan lepas pantai yang sesuai dengan perairan di Indonesia adalah *fixed offshore structure* dengan tipe *jacket platform* karena kondisi laut di Indonesia yang pada umumnya termasuk perairan dangkal serta beban dinamis seperti angin, pasang surut, gelombang, arus yang relatif rendah [2].

Jacket platform sendiri dibangun pada pabrik fabrikasi anjungan lepas pantai yang terletak di darat atau tepi laut. Setelah *jacket platform* dibangun terdapat salah satu pekerjaan yang perlu dilakukan persiapan serta perhitungan yaitu proses *loadout*. *Loadout* adalah proses pemindahan *platform* dari *yard* menuju kapal tongkang atau *barge* dan akan dibawa ke tempat dimana *jacket platform* tersebut diinstal. Terdapat 4 metode pada proses *Loadout jacket platform* yaitu metode *lifting*, *skidding*, *multiwheel* (pengangkutan struktur menggunakan *multiwheel hydraulic trailer* atau bisa disebut *SPMT*), dan *floatway* [3]. Pada penelitian ini metode yang akan dianalisis risiko kecelakaan kerjanya pada proses *loadout* yaitu metode *mutliwheel* atau menggunakan *self-propelled modular transporter (SPMT)*.

Dalam proses pelaksanaan *loadout topside* dan *jacket* diperlukan perencanaan secara teknis maupun biaya agar pada pelaksanaannya tidak memakan korban atau tidak terjadinya penambahan biaya akibat kecelakaan kerja yang perlu dikeluarkan untuk proses pelaksanaan *loadout topside* dan *jacket structure* [4]. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk perencanaan teknis yaitu dengan membuat sebuah sistem manajemen risiko kecelakaan kerja. Setelah dibuatnya sebuah sistem manajemen risiko kecelakaan kerja, dapat diketahui risiko-risiko yang memiliki dapat diterima maupun tidak dapat diterima yang ditentukan dengan perkalian antara *severity* dengan *likelihood* pada matriks risiko. Kemudian dilanjutkan dengan pengendalian risiko pada variabel risiko yang tidak dapat diterima untuk meminimalisir terjadinya risiko kecelakaan kerja.

Sehingga pada penelitian ini akan melakukan analisis risiko terhadap kecelakaan kerja pada proses *loadout topside* dan *jacket structure* menggunakan *SPMT*. Metode yang dilakukan untuk analisis risiko pada penelitian ini yaitu

Tabel 1.
Tingkat Kemungkinan (*likelihood*)

Tingkat Likelihood	Uraian	Definisi
1	Jarang Sekali Terjadi	Dapat terjadi dalam keadaan tertentu
2	Kadang-kadang	Kadang-kadang terjadi
3	Dapat Terjadi	Risiko dapat terjadi namun tidak sering
4	Sering Terjadi	Terjadi beberapa kali dalam periode waktu tertentu
5	Hampir Pasti Terjadi	Dapat terjadi setiap saat dalam kondisi normal

Tabel 2.
Tingkat Keparahan (*severity*)

Tingkat Severity	Uraian	Definisi
1	Tidak Signifikan	Kejadian tidak menimbulkan kerugian atau cedera pada manusia
2	Kecil	Kejadian menimbulkan cedera ringan dan memerlukan perawatan P3K, kerugian kecil dan tidak menimbulkan dampak serius
3	Sedang	Kejadian menimbulkan cedera berat dan memerlukan perawatan medis, kerugian finansial sedang
4	Berat	Menimbulkan cedera parah dan cacat permanen, kerugian financial besar
5	Bencana	Mengakibatkan korban meninggal dan kerugian parah bahkan dapat menghentikan kegiatan

penggabungan metode *hazard identification and risk assessment (HIRA)* dan *bow tie analysis*. Setelah dilakukannya analisis risiko pada proses *loadout jacket* dan *topside structure* dapat diketahui variabel risiko yang dominan dan penulis akan memberikan sebuah langkah mitigasi dan preventif untuk mencegah ataupun mengurangi potensi terjadinya risiko kecelakaan kerja yang dominan. Peneliti berharap dengan dilakukannya penelitian ini dapat mencegah dampak-dampak yang merugikan pada suatu perusahaan yang bertanggung jawab dalam proses *loadout jacket* dan *topside structure*.

II. DASAR TEORI

A. Analisis Risiko

Analisis risiko merupakan proses memperkirakan tingkat risiko untuk bahaya. Analisis risiko digunakan sebagai dasar untuk memprioritaskan tindakan pada pengendalian bahaya dan untuk meminimalkan terjadinya risiko [5]. Beberapa hal yang dicari pada analisis risiko adalah tingkat kemungkinan (*likelihood*) dan tingkat keparahan (*severity*) yang didapatkan dengan menyebar kuesioner kepada para ahli/pakar yang berpengalaman di bidang *loadout*. Tingkat kemungkinan (*likelihood*) yang sesuai dengan penelitian ini yaitu mengacu pada penelitian Ken. Madill, 2013 dengan skala tingkat kemungkinan (*likelihood*) yang dapat dilihat pada tabel 1 [6].

Kemudian untuk tingkat keparahan (*severity*) pada penelitian ini mengacu pada penelitian Ken. Madill, 2013 tentang manajemen risiko dengan skala tingkat keparahan (*severity*) yang dapat dilihat pada tabel 2 [6].

Pada pengisian kuesioner tiap responden memiliki penilaian persepsi yang berbeda-beda dalam menilai tingkat kemungkinan dan tingkat keparahan. Untuk menyatukan

		Severity				
		1	2	3	4	5
Likelihood	5	S	T	E	E	E
	4	S	T	T	E	E
	3	R	S	T	T	E
	2	R	S	S	T	T
	1	R	R	R	S	S

Gambar 1. Matriks risiko.

Tabel 3.
Rating Index

Rating	Kelas	Index
1	<i>Extremely Ineffective</i>	0% < I ≤ 20%
2	<i>Ineffective</i>	20% < I ≤ 40%
3	<i>Moderately Effective</i>	40% < I ≤ 60%
4	<i>Very Effective</i>	60% < I ≤ 80%
5	<i>Extremely Effective</i>	80% < I ≤ 100%

persepsi tersebut dilakukan perhitungan *likelihood index* dan *severity index*. Menurut Le-Hoai, et.al, 2008 untuk mendapatkan nilai *likelihood index* dapat dicari dengan menggunakan persamaan 1 dan *severity index* dapat dicari dengan menggunakan persamaan 2 [7].

$$L.I = \frac{\sum_{i=1}^5 a_i n_i}{5N} \times 100\% \tag{1}$$

$$S.I = \frac{\sum_{i=1}^5 a_i n_i}{5N} \times 100\% \tag{2}$$

Kemudian dilakukan *rating index* dari skala penilaian pada *likelihood index* dan *severity index*. *Rating index* dilakukan karena pada langkah berikutnya yaitu penilaian menggunakan matriks risiko menggunakan skala 1-5 bukan dalam bentuk persentase. *Rating index* yang digunakan pada penelitian ini berdasarkan acuan dari buku D. Davis and R. M. Cosenza, 1988 yang dapat dilihat pada tabel 3 [8].

Selanjutnya nilai dari skala penilai pada *likelihood index* dan *severity index* yang sudah diklasifikasi rangking tersebut dimasukkan ke dalam matriks risiko. Matriks risiko yang digunakan pada penelitian ini mengacu pada paten Barry. Hart, 2006 yang dapat dilihat pada gambar 1 dan keterangannya pada tabel 4 [9].

B. Metode Multiwheel/SPMT

Metode *multiwheel* merupakan metode dalam proses *loadout topside dan jacket structure* menggunakan *SPMT*. Metode *multiwheel* memiliki keunggulan dibandingkan metode lainnya yaitu dapat dilakukan dari berbagai lokasi karena tidak bertumpu pada suatu lintasan atau *skidway*. Pada *Self-propelled modular transporter* diterapkan sistem hidrolik sehingga mampu mempertahankan stabilitas *jacket*

structure ketika proses *loadout* [10]. *Self-propelled modular*

Tabel 4.
Nilai dan Kategori Risiko

Nilai Risiko	Kategori Risiko
15-25	Risiko Ekstrem (E)
8-12	Risiko Tinggi (T)
4-6	Risiko Sedang (S)
1-3	Risiko Rendah (R)

Tabel 5.
Data Ukuran *Topside Structure*

<i>Topside Structure</i>	
<i>Fractored Weight</i> (Tonnes)	643.7
<i>Structure Length</i> (m)	30.967
<i>Structure Width</i> (m)	14.485
<i>Structure Height</i> (m)	10.479
<i>number of platform jacket decks</i>	3

Tabel 6.
Data Ukuran *Jacket Structure*

<i>Jacket Structure</i>	
<i>Fractored Weight</i> (Tonnes)	988.8
<i>Structure Length</i> (m)	31.4
<i>Structure Width</i> (m)	17.6
<i>Structure Height</i> (m)	24.7
<i>number of platform jacket legs</i>	4
<i>Type Brace</i>	X Brace

Tabel 7.
Data Ukuran *Barge Winposh 3301*

<i>Ship Particular Winposh 3301</i>	
<i>Fractored Weight</i> (Tonnes)	988.8
<i>Structure Length</i> (m)	31.4
<i>Structure Width</i> (m)	17.6
<i>Structure Height</i> (m)	24.7
<i>number of platform jacket legs</i>	4
<i>Type Brace</i>	X Brace

transporter memiliki beberapa komponen seperti *power pack unit, frame*, sistem hidrolik, kendali jarak jauh, dan sistem kontrol elektronik.

C. Metode HIRA

Hazard Identification and Risk Assessment merupakan metode atau alat bantu untuk mengidentifikasi potensi terjadinya risiko serta untuk mengevaluasi risiko yang perlu di kontrol melalui penilaian risiko menggunakan matriks risiko. Kelebihan dari metode *Hazard identification and risk assessment* adalah untuk mempermudah dalam proses evaluasi risiko melalui *worksheet* yang terdapat pada metode *hazard identification and risk assessment*.

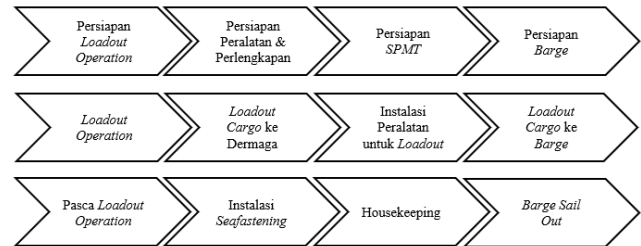
D. Bow Tie Analysis

Bow Tie analysis adalah metode evaluasi risiko secara kualitatif yang digunakan untuk menganalisis dan menunjukkan hubungan sebab akibat pada suatu risiko yang tinggi. Metode *bow tie analysis* sering dianggap gabungan dari metode *fault tree analysis (FTA)* dan *event tree analysis (ETA)*. Alasan diberi nama *bow tie analysis* karena sesuai dengan bentuk diagramnya yang menyerupai dasi kupu-kupu. *Bow tie analysis* sering digunakan pada industri minyak & gas, penerbangan, dan juga pelayanan kesehatan [11].

III. METODOLOGI

A. Studi Literatur dan Pengumpulan Data

Studi literatur dilakukan dengan tujuan untuk



Gambar 2. Data uraian kegiatan proses *loadout* menggunakan SPMT.

mempermudah penulis dalam menentukan variabel bahaya pada tahap identifikasi bahaya, tingkatan *likelihood* dan *severity*, penggunaan matriks risiko, serta penentuan pengendalian risiko yang efektif untuk meminimalisir terjadinya variabel risiko dominan. Selain itu, penulis juga melakukan beberapa pengumpulan data yang dibutuhkan pada penelitian ini. Data yang dikumpulkan antara lain data ukuran *topside structure* yang dapat dilihat pada tabel 5, data ukuran *jacket structure* yang dapat dilihat pada tabel 6, data ukuran *barge* yang dapat dilihat pada tabel 7, dan data uraian kegiatan yang dapat dilihat pada gambar 2.

B. Identifikasi Bahaya

Identifikasi bahaya merupakan tahapan pengumpulan variabel-variabel bahaya kecelakaan kerja yang terdapat pada setiap langkah-langkah pekerjaan pada proyek *loadout topside* dan *jacket structure* menggunakan *self propelled-modular transporter (SPMT)*.

C. Validasi Bahaya

Validasi pada variabel bahaya dilakukan dengan cara berdiskusi dengan para *stakeholder* yang sudah berpengalaman menjalani proyek *loadout jacket* atau *topside* dengan menggunakan *Self-Propelled Modular Transporter (SPMT)*. Validasi ini bertujuan untuk memastikan apakah variabel-variabel bahaya mungkin dapat terjadi pada proyek *loadout jacket* atau *topside* dengan menggunakan *SPMT*.

D. Analisis Risiko Menggunakan Metode HIRA

Analisis risiko dimulai dengan penyebaran kuesioner penilaian tingkat keparahan (*severity*) dan tingkat kemungkinan (*likelihood*). Kemudian dapat dilakukan analisis risiko menggunakan matriks risiko dari hasil perkalian tingkat *severity* dan *likelihood* yang didapatkan dengan penyebaran kuesioner. Dari matriks risiko tersebut didapatkan variabel risiko dominan yang dapat terjadi pada proyek *loadout* menggunakan *SPMT* dan disajikan dalam *worksheet* pada metode *Hazard Identification and Risk Assessment (HIRA)*.

E. Pembuatan Diagram Bow Tie Analysis

Setelah didapatkan variabel bahaya yang dominan dari analisis risiko maka dapat dilakukan pembuatan diagram *Bow tie Analysis* menggunakan *software BowtieXp*. Analisis menggunakan *bow tie analysis* bertujuan untuk mengetahui penyebab, akibat, dan langkah preventif & mitigasi.

F. Pengendalian Variabel Bahaya Dominan

Langkah pengendalian risiko didapatkan dari analisis yang telah dilakukan pada *Bow tie Analysis*. Pengendalian risiko berupa langkah mitigasi dan preventif serta langkah pencegahan pada faktor eskalasi yang dapat mengurangi

Tabel 9.
Likelihood Index & Severity Index

Kode	Likelihood index (LI)	Rating Index	Severity Index (SI)	Rating Index
1a	56%	3	48%	3
1b	60%	4	36%	3
1c	52%	3	40%	2
1d	68%	4	20%	1
1e	52%	3	32%	2
:	:	:	:	:
4a	28%	2	36%	2
4b	40%	2	32%	2
4c	72%	4	60%	3
4d	72%	4	36%	2
4e	88%	5	68%	4
:	:	:	:	:
7a	60%	3	88%	5
7b	36%	2	68%	4
7c	28%	2	60%	3
7d	48%	3	68%	4
7e	44%	3	40%	2
7f	24%	2	52%	3
7g	20%	1	56%	3
:	:	:	:	:
10a	56%	3	32%	2
10b	60%	3	36%	2
10c	68%	4	24%	2
10d	52%	3	60%	3
10e	64%	4	48%	3

efektivitas langkah mitigasi dan preventif yang terdapat pada diagram *Bow tie Analysis* untuk meminimalisir atau menghilangkan terjadinya risiko dominan.

G. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dan saran merupakan langkah terakhir dari penelitian ini. Pada bagian kesimpulan akan diberikan jawaban atas permasalahan yang ada pada rumusan masalah. Sedangkan pada penulisan saran digunakan untuk penelitian selanjutnya yang dapat dijadikan sebagai acuan berdasarkan analisis yang dilakukan pada penelitian ini.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Identifikasi Bahaya

Identifikasi bahaya merupakan tahapan pertama pada penelitian ini. Sebelum memulai identifikasi bahaya perlu dipelajari terlebih dahulu uraian kegiatan secara detail yang bertujuan agar bahaya yang terdapat pada proses *loadout jacket* maupun *topside* menggunakan *SPMT* teridentifikasi di setiap tahapan kegiatannya. Berikut ini merupakan 10 pekerjaan yang berpotensi terjadinya bahaya pada *loadout jacket* dan *topside* menggunakan *SPMT*: pemasangan *mooring ropes*, pemasangan *gangway*, pemasangan *genset & electrical power panel*, pemasangan *pompa ballast*, pemasangan *rampway*, pemasangan dan *positioning grillage*, proses *loadout jacket* dan *topside structure* menuju *barge*, pengisian dan pembuangan air *ballasting*, *seafastening*, dan *housekeeping*.

Dari 10 pekerjaan tersebut terdapat 55 variabel bahaya yang berpotensi terjadi pada proses *loadout* menggunakan *SPMT*. Kemudian 55 variabel bahaya tersebut dilakukan proses validasi dengan metode diskusi bersama *stakeholder* yang berpengalaman di bidang *loadout* menggunakan *SPMT* untuk memastikan apakah variabel bahaya pada identifikasi bahaya memungkinkan terjadi di lapangan proyek atau tidak.

		Severity				
		1	2	3	4	5
Likelihood	5				4e	
	4	1d	3e,3g,4d,10c	1b,2a,2c,4c, 5a,6d,8a,8f,10e		
	3		1c,1e,2b,3f,6e 7e,9c,10a,10b	1a,3c,6a, 6b,6g,8c,8e, 9b,9e,9f,10d	5c,6c, 6f,7d	7a
	2		4a,4b,5d,9a	3b,3d,5b, 7c,7f,8b	3a,7b, 8d	
	1			7g,9d		

Gambar 3. Hasil penilaian menggunakan matriks risiko.

Tabel 8.
Hasil Penyebaran Kuesioner

Kode	Likelihood					Severity				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1a	0	1	4	0	0	0	3	2	0	0
1b	0	1	3	1	0	1	4	0	0	0
1c	0	2	3	0	0	0	5	0	0	0
1d	0	0	4	0	1	5	0	0	0	0
1e	1	0	4	0	0	3	1	1	0	0
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
4a	4	0	1	0	0	2	2	1	0	0
4b	1	3	1	0	0	2	3	0	0	0
4c	0	0	3	1	1	0	1	3	1	0
4d	0	1	2	0	2	1	4	0	0	0
4e	0	0	0	3	2	0	0	3	2	0
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
7a	0	1	3	1	0	0	0	0	3	2
7b	1	4	0	0	0	0	0	4	0	1
7c	3	2	0	0	0	0	1	3	1	0
7d	1	1	3	0	0	0	0	3	2	0
7e	0	4	1	0	0	0	5	0	0	0
7f	4	1	0	0	0	0	3	1	1	0
7g	5	0	0	0	0	0	1	4	0	0
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
10a	0	2	2	1	0	2	3	0	0	0
10b	0	2	2	0	1	1	4	0	0	0
10c	0	0	4	0	1	4	1	0	0	0
10d	0	2	3	0	0	0	1	3	1	0
10e	0	0	4	1	0	0	3	2	0	0

B. Penyebaran Kuesioner

Penyebaran kuesioner dilakukan untuk mengetahui besaran dari tingkat kemungkinan (*likelihood*) dan tingkat keparahan (*severity*) dari variabel bahaya yang dibuat pada identifikasi bahaya. Kuesioner disebar kepada para ahli yang berjumlah 5 dan sudah berpengalaman dalam menjalani proyek *loadout jacket* dan *topside structure* dengan menggunakan *SPMT*. Skala tingkat kemungkinan (*likelihood*) yang disebar kepada para responden dapat dilihat pada tabel 1 dan skala tingkat keparahan (*severity*) dapat dilihat pada tabel 2. Hasil penyebaran kuesioner yang disebar kepada para responden dapat dilihat pada tabel 8.

C. Penilaian Persepsi Terhadap Likelihood dan Severity

Penilaian persepsi dilakukan untuk menyatukan persepsi para responden yang berbeda-beda dalam menilai tingkat kemungkinan (*likelihood*) dan tingkat keparahan (*severity*). Persamaan dari penilaian persepsi terhadap tingkat kemungkinan dapat dilihat pada persamaan 1 dan penilaian persepsi terhadap tingkat keparahan dapat dilihat pada persamaan 2.

Kemudian dilakukan *rating index* dari nilai *likelihood*

Tabel 10.
Hazard Identification and Risk Assessment (HIRA)

Kode	Penilaian Bahaya			Kategori Bahaya
	Likelihood Index	Severity Index	Risk Rating	
1a	3	3	9	T
1b	4	3	12	T
1c	3	2	6	S
1d	4	1	4	S
1e	3	2	6	S
		:		
4a	2	2	4	S
4b	2	2	4	S
4c	4	3	12	T
4d	4	2	8	T
4e	5	4	20	E
		:		
7a	3	5	15	E
7b	2	4	8	T
7c	2	3	6	S
7d	3	4	12	T
7e	3	2	6	S
7f	2	3	6	S
7g	1	3	3	R
		:		
10a	3	2	6	S
10b	3	2	6	S
10c	4	2	8	T
10d	3	3	9	T
10e	4	3	12	T

index dan severity index pada setiap variabel bahaya. Tingkatan Rating index yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 3. Berikut ini merupakan hasil penilaian persepsi terhadap likelihood dan severity beserta hasil rating index terhadap likelihood dan severity yang terdapat pada tabel 9.

D. Penilaian Bahaya Menggunakan Matriks Risiko

Penilaian bahaya menggunakan matriks risiko dilakukan dengan perkalian antara nilai dari likelihood dan severity. Variabel bahaya yang terdapat pada identifikasi bahaya dimasukkan ke dalam matriks risiko. Matriks risiko yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1. Hasil penilaian menggunakan matriks risiko dapat dilihat pada gambar 3.

E. Analisis Risiko Menggunakan Metode HIRA

Analisis menggunakan metode hazard identification and risk assessment bertujuan untuk mengetahui variabel bahaya yang dominan pada proses loadout jacket dan topside structure menggunakan SPMT. Worksheet dari metode HIRA pada penelitian ini terdiri dari kegiatan, hazard, hazard effect, likelihood index, severity index, risk rating, dan kategori risiko. Variabel bahaya yang dominan dapat diketahui dari risk ranking yang memiliki nilai lebih dari sama dengan 15 atau kategori ekstrim pada kolom kategori risiko. Analisis menggunakan metode hazard identification and risk assessment (HIRA) pada proyek loadout jacket dan topside structure menggunakan SPMT dapat dilihat pada tabel 10.

Dari analisis menggunakan metode hazard identification and risk assessment (HIRA) diatas dapat diketahui bahwa terdapat 2 variabel bahaya yang dominan yaitu pada variabel bahaya 4e (pekerja terjatuh ke dalam mainholles) dengan nilai likelihood sebesar 5 dan nilai severity sebesar 4 sehingga nilai risk rating 20 dan variabel bahaya 7a (SPMT berjalan diluar rencana) dengan nilai likelihood sebesar 3 dan nilai

severity 4 sehingga nilai risk rating 15.

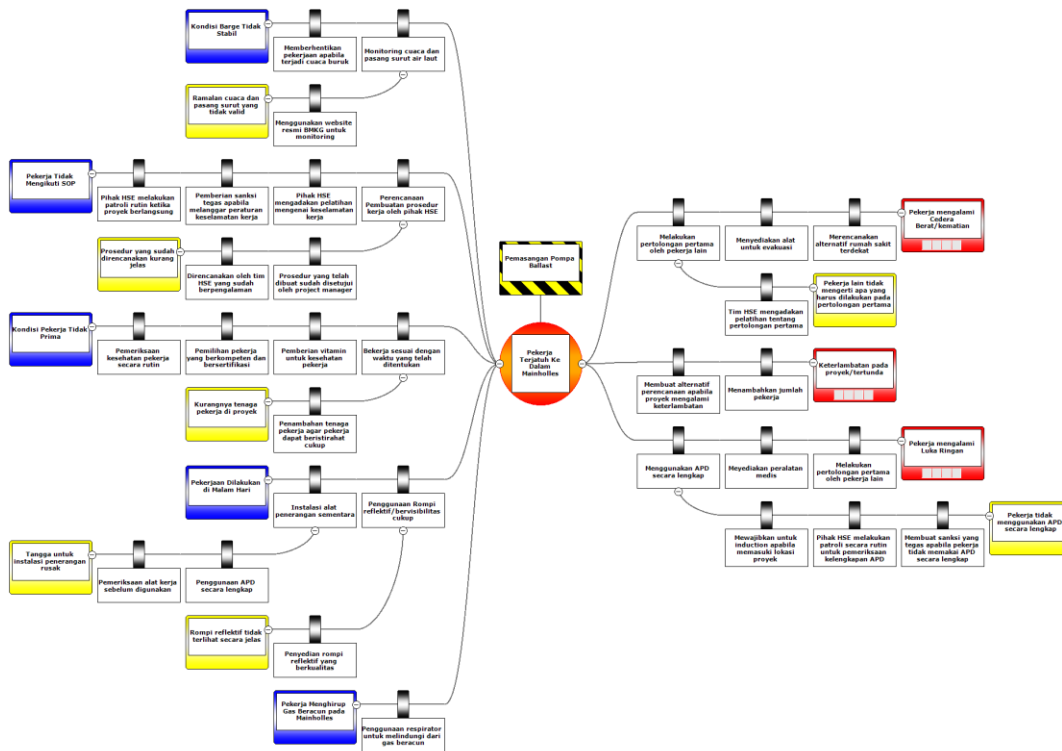
F. Analisis Risiko Menggunakan Bow Tie Analysis

Analisis menggunakan metode bow tie analysis bertujuan untuk mengetahui penyebab, kontrol mitigasi dan preventif, serta faktor eskalasi pada variabel bahaya yang dominan atau termasuk ke dalam kategori bahaya ekstrim. Visualisasi dari diagram bow tie analysis pada variabel bahaya 4e (pekerja terjatuh ke dalam mainholles) dapat dilihat pada gambar 4 dan variabel bahaya 7a (SPMT berjalan diluar rencana) dapat dilihat pada gambar 5.

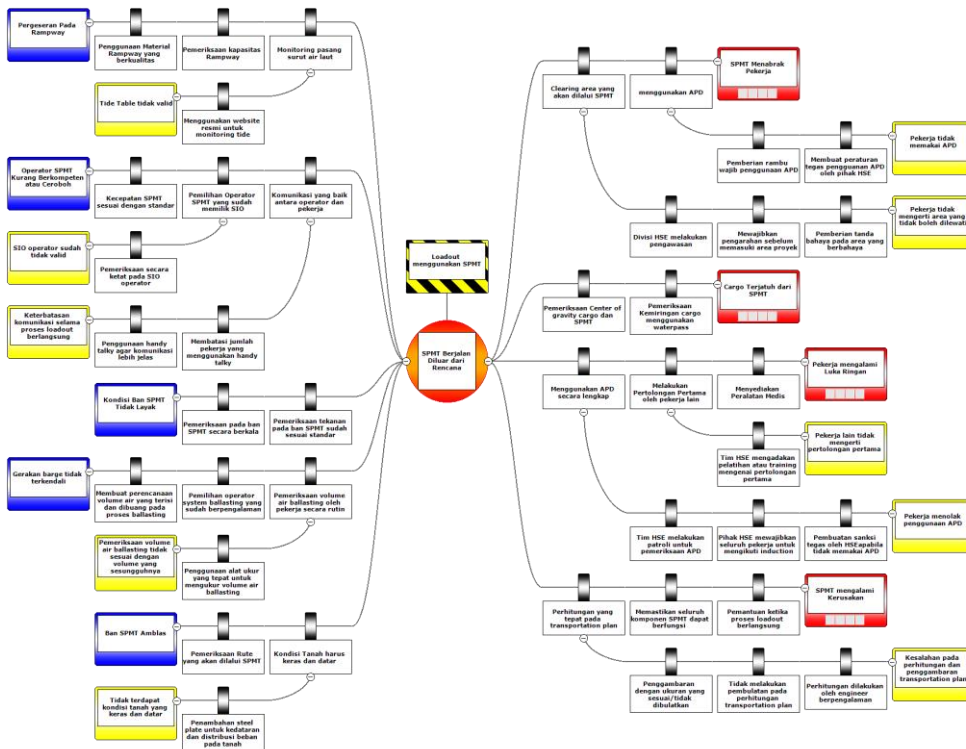
Dari analisis menggunakan metode bow tie analysis dapat diketahui pada variabel bahaya 4e (pekerja terjatuh ke dalam mainholles) terdapat 5 penyebab terjadinya variabel bahaya 4e yaitu kondisi barge tidak stabil, pekerja tidak mengikuti standard operationg procedure, kondisi pekerja tidak prima, pekerjaan dilakukan di malam hari, pekerja menghirup gas beracun pada mainholles dan 3 akibat apabila variabel bahaya 4e terjadi yaitu pekerja mengalami cedera berat/kematian, keterlambatan pada proyek/tertunda, dan pekerja mengalami luka ringan. Sedangkan pada variabel bahaya 7a (SPMT berjalan diluar rencana) terdapat 5 penyebab terjadinya variabel bahaya 7a yaitu pergeseran pada rampway, operator SPMT kurang berkompeten/ceroboh, kondisi ban SPMT tidak layak, gerakan barge tidak terkendali, ban SPMT amblas dan 4 akibat apabila variabel bahaya 7a terjadi yaitu SPMT menabrak pekerja, cargo terjatuh dari SPMT, pekerja mengalami luka ringan, dan SPMT mengalami kerusakan. Selain itu, analisis menggunakan metode bow tie analysis pada variabel bahaya 4e didapatkan 5 faktor eskalasi pada penyebab dan 2 faktor eskalasi pada akibat. Sedangkan pada variabel bahaya 7a terdapat 5 faktor eskalasi pada penyebab dan 5 faktor eskalasi pada akibat.

V. KESIMPULAN

Setelah melakukan analisis risiko pada proses loadout topside dan jacket structure menggunakan SPMT dengan metode Hira dan bow tie analysis dapat disimpulkan (I) Terdapat 2 variabel bahaya dominan pada proses loadout jacket dan topside structure yaitu pekerja terjatuh ke dalam mainholles (4e) pada kegiatan pemasangan pompa ballast dengan nilai likelihood 5 dan severity 4 sehingga nilai risk rating 20 dan SPMT berjalan di luar dari rencana (7a) pada kegiatan berlangsungnya proses loadout jacket maupun topside structure menuju barge dengan nilai likelihood 3 dan severity 5 sehingga nilai risk rating 15; (II) Setelah dilakukan analisis menggunakan metode bow tie analysis dapat diketahui penyebab dan akibat dari kedua variabel bahaya yang dominan. Pada variabel bahaya 4e (pekerja terjatuh ke dalam mainholles) dapat diketahui 5 penyebab terjadinya bahaya pekerja terjatuh ke dalam mainholles yaitu kondisi barge tidak stabil, pekerja tidak mengikuti SOP (standard operationg procedure), kondisi pekerja tidak prima, pekerjaan dilakukan di malam hari, pekerja menghirup gas beracun pada mainholles. Kemudian pada sebelah kanan diagram bow tie dapat diketahui 3 akibat yaitu pekerja mengalami mengalami cedera berat/kematian, keterlambatan pada proyek/tertunda, dan pekerja mengalami luka ringan. Kemudian pada variabel bahaya 7a (SPMT berjalan diluar dari rencana) dapat diketahui 5 penyebab yaitu pergeseran



Gambar 4. Bow tie analysis pada variabel bahaya 4e (pekerja terjatuh ke dalam mainholes).



Gambar 5. Bow tie analysis pada variabel bahaya 7a (SPMT berjalan diluar rencana).

pada rampway, operator SPMT kurang berkompeten/ceroboh, kondisi ban SPMT tidak layak, gerakan barge tidak terkendali, ban SPMT amblas. Lalu pada sebelah kanan diagram bow tie dapat diketahui 4 akibat yaitu SPMT menabrak pekerja, cargo terjatuh dari SPMT, pekerja mengalami luka ringan, dan SPMT mengalami kerusakan; (III) Terdapat 5 faktor eskalasi pada penyebab dari variabel bahaya dominan 4e (pekerja terjatuh ke dalam mainholes) antara lain ramalan cuaca dan pasang surut yang tidak valid, prosedur yang sudah direncanakan kurang jelas, kurangnya

tenaga kerja di proyek, tangga untuk instalasi penerangan yang rusak, dan rompi reflektif tidak terlihat secara jelas. Lalu terdapat 2 faktor eskalasi pada sebelah kanan diagram bow tie atau akibat yaitu pekerja lain tidak mengerti apa yang harus dilakukan pada pertolongan pertama dan pekerja tidak menggunakan APD secara lengkap. Kemudian pada variabel bahaya dominan 7a (SPMT berjalan di luar dari rencana) terdapat 5 faktor eskalasi pada penyebab yaitu tide table tidak valid, SIO operator sudah tidak valid, keterbatasan komunikasi selama proses loadout berlangsung, pemeriksaan

volume air *ballasting* tidak sesuai dengan volume sesungguhnya, dan tidak terdapat kondisi tanah yang keras dan datar. Lalu terdapat 5 faktor eskalasi pada akibat antara lain pekerja tidak memakai APD, pekerja tidak mengerti area yang tidak boleh dilewati, pekerja lain tidak mengerti pertolongan pertama, pekerja menolak penggunaan APD, dan kesalahan pada perhitungan dan penggambaran *transportation plan*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kementerian ESDM, "Peluang Investasi Migas di Indonesia," Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Indonesia, Jakarta, Jun. 08, 2011.
- [2] Soegiono, *Teknologi Produksi dan Perawatan Bangunan Laut*. Surabaya: Airlangga University Press, 2014.
- [3] A. Novanda, Handayanu, and D. M. Rosyid, "Analisa lifting topside platform dengan pendekatan dinamik berbasis risiko," *Jurnal Teknik Pomits*, vol. 1, no. 1, pp. 1–6, 2012.
- [4] D. R. Pradana, "Analisis Waktu dan Biaya Loadout Jacket Menggunakan Metode Skidding dan Multiwheel," Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2016.
- [5] H. Ibrahim, *Strategi Penerapan Sistem Manajemen Kesehatan dan Keselamatan Kerja*. Makassar: Alauddin University Press, 2013.
- [6] Ken. Madill, "AS/NZS 4360:1999 Risk Management," 2003
- [7] L. Le-Hoai, Y. D. Lee, and J. Y. Lee, "Delay and cost overruns in Vietnam large construction projects: A comparison with other selected countries," *KSCE Journal of Civil Engineering*, vol. 12, no. 6, pp. 367–377, Nov. 2008, doi: 10.1007/s12205-008-0367-7.
- [8] D. Davis and R. M. Cosenza, *Business Research for Decision Making*, 1st ed. PWS-Kent Publishing Company, 1988.
- [9] Barry. Hart, "AS/NZS 4360:2004 Risk Management," 2006
- [10] F. K. Abidin, "Analisa Tegangan Kritis Skid Frame Saat Skidding Load Out Struktur Wellhead Platform," *Teknik Kelautan Institut Teknologi Sepuluh Nopember*, 2018.
- [11] B. Vamanu, A. Necci, S. Tarantola, and E. Krausmann, *Offshore Risk Assessment - An Overview of Methods and Tools*. European Commission, Ispra, 2016.