



TUGAS AKHIR - MO 141326

**ANALISIS RISIKO KECELAKAAN KERJA PADA PROSES  
LOADOUT DENGAN METODE SKIDDING**

**Kurniashanti Dwi Prastyaningrum**

**NRP. 04311440000062**

**Dosen Pembimbing**

**Silvianita, S.T., M.Sc., Ph.D.**

**Dr. Eng. Yeyes Mulyadi, S.T., M.Sc.**

**Departemen Teknik Kelautan  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2018**



FINAL PROJECT - MO 141326

**RISK ANALYSIS OF WORK ACCIDENT ON LOADOUT  
PROCEDURE BY SKIDDING METHOD**

**Kurniashanti Dwi Prastyaningrum**

**NRP. 04311440000062**

**Supervisors**

**Silvianita, S.T., M.Sc., Ph.D.**

**Dr. Eng. Yeyes Mulyadi, S.T., M.Sc.**

**Department of Ocean Engineering  
Faculty of Marine Technology  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2018**

# Analisis Risiko Kecelakaan Kerja Pada Proses *Loadout* Dengan Metode *Skidding*

## TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik pada Program Studi S -1 Departemen Teknik Kelautan  
Falkutas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh :

Kurniashanti Dwi Prastyaningrum

NRP. 0431144000062

Disetujui Oleh :

1. Silvanita, S.T., M.Sc., Ph.D (Pembimbing 1)

.....

2. Dr. Eng. Yeyes Mulyadi, S.T., M.Sc (Pembimbing 2)

.....

3. Prof. Ir. Daniel M. Rosyid, Ph.D. (Penguji 1)

.....

4. Prof. Ir. Soegiono (Penguji 2)

.....

5. Agro Wisudawan, S.T., M.T. (Penguji 3)

.....

SURABAYA, JULI 2018

# ANALISIS RISIKO KECELAKAAN KERJA PADA PROSES *LOADOUT* DENGAN METODE *SKIDDING*

Nama : Kurniashanti Dwi Prastyaningrum  
NRP : 04311440000062  
Departemen : Teknik Kelautan FTK – ITS  
Dosen Pembimbing : Silvianita, S.T., M.Sc., Ph.D.  
Dr. Eng. Yeyes Mulyadi, S.T., M.Sc.

## Abstrak

Setiap kegiatan yang dilakukan manusia khususnya dalam pelaksanaan proyek tidak akan terlepas dari resiko yang bersifat tidak pasti. *Loadout* adalah proses menarik *deck/platform/module* ke atas *barge* untuk ditransportasikan ke site tempat struktur tersebut akan diinstalasi. WP11 dan WP10 *Topside* merupakan struktur yang akan dimuat ke *transportation barge* dengan metode *skidding* melewati *transition bridges* yang menghubungkan *skidways* dan *skidbeam* pada *barge*. Manajemen risiko diperlukan untuk mengurangi dampak yang ditimbulkan dari terjadinya ketidakpastian selama proses pelaksanaan proyek. Pada tugas akhir ini akan dilakukan identifikasi dan analisa resiko kecelakaan kerja menggunakan dua metode yaitu *Fault Tree Analysis* (FTA) dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Metode FTA menganalisa potensi mode kegagalan pada kejadian puncak dan meneruskannya kebawah hingga pada *lowest level* yang disebut *basic event*. *Basic event* merupakan mode kegagalan yang dapat terjadi pada suatu kegiatan dalam proses pelaksanaan *loadout* metode *skidding*. Dalam analisa menggunakan FTA teridentifikasi 40 (empat puluh) mode kegagalan yang berpotensi menyebabkan terjadinya kecelakaan kerja dengan nilai probabilitas terjadinya kecelakaan kerja pada *loadout* metode *skidding* sebesar 0,22. Mode kegagalan tersebut kemudian dianalisa dengan metode FMEA untuk menentukan dampak yang ditimbulkan oleh mode kegagalan yang dalam hal ini merupakan kecelakaan kerja serta untuk menentukan proses control yang telah dilakukan. Kemudian dilakukan perhitungan *Risk Priority Number* (RPN) untuk mengidentifikasi mode kegagalan yang bersifat kritis dan harus diprioritaskan. Melalui perhitungan RPN diketahui mode kegagalan dengan RPN tertinggi adalah *startup* mesin (*winch*) diluar perintah pada kegiatan pemasangan *wire* untuk penarikan dan pada kegiatan *onshore skidding* dengan RPN masing-masing adalah 45. Mode kegagalan dengan RPN tinggi akan membutuhkan tindakan mitigasi untuk mencegah ataupun mengurangi potensi terjadinya kecelakaan.

**Kata Kunci** : *Skidding Loadout, Fault Tree Analysis, Failure Mode and Effect Analysis, Risk Priority Number*

# **RISK ANALYSIS OF WORK ACCIDENT ON LOADOUT PROCEDURE BY SKIDDING METHOD**

Name : Kurniashanti Dwi Prastyaningrum  
Reg. Number : 04311440000062  
Department : Teknik Kelautan FTK – ITS  
Supervisors : Silvianita, S.T., M.Sc., Ph.D.  
Dr. Eng. Yeyes Mulyadi, S.T., M.Sc.

## **Abstract**

Any activities undertaken by humans especially in the implementation of the project will not be separated from the uncertain risks. Loadout is the process of pulling deck / platform / module on barge to be transported to the site where the structure will be installed. WP11 and WP10 Topside are structures that will be loaded on transportation barge by skidding method through transition bridges that connect skidways and skidbeam on barge. Risk management is needed to reduce the impact of uncertainty during the project implementation process. This final project will identify and analyze the risk of work accidents using Fault Tree Analysis (FTA) and Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) method. The FTA method analyzes the potential failure modes at top events and passes them down to the lowest level called the basic event. Basic event is a failure mode that can occur in an activity of loadout procedure by skidding method. In the analysis using FTA identified 40 (forty) failure modes that could potentially lead to occurrence of work accident, with probability of work accident on loadout procedure by skidding method is 0,22. The failure mode will be analyzed by the FMEA method to determine the impact of work accident caused by the failure mode and to determine the control process that has been performed. Then, Risk Priority Number (RPN) will be calculated to identify critical failure modes and should be prioritized. Through the calculation of RPN known failure mode with the highest RPN is machine startup (winch) outside the command on wire installation activities for pulling and onshore skidding activities with 45 RPN on each. The failure mode which the highest RPN will require mitigation measures to prevent or reduce the potential for accidents.

**Keywords** : *Skidding Loadout, Fault Tree Analysis, Failure Mode and Effect Analysis, Risk Priority Number*

## KATA PENGANTAR

Assalamua'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas rahmat-Nya sehingga Tugas Akhir dengan judul " ANALISIS RESIKO KECELAKAAN KERJA PADA PROSES *LOADOUT* DENGAN METODE *SKIDDING*" ini dapat diselesaikan dengan baik.

Tugas Akhir ini disusun guna memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan studi tingkat Sarjana (S-1) di Departemen Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya. Tugas Akhir ini mempelajari tentang risiko kecelakaan yang dapat terjadi pada pekerjaan *loadout* dengan metode *skidding* dan bagaimana tingkat kekritisannya dari potensi kecelakaan kerja tersebut.

Penulis menyadari bahwa laporan ini jauh dari kata sempurna dan tak luput dari kesalahan serta kekurangan karena keterbatasan kemampuan penulis. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan penyusunan laporan kedepannya. Semoga laporan ini dapat menambah pengetahuan tentang dunia kelautan dan bermanfaat bagi banyak pihak.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Surabaya, Juli 2018

Kurniashanti D.P

## UCAPAN TERIMAKASIH

Tugas akhir ini tidak akan terselesaikan tanpa adanya bantuan dari pihak lain yang telah memberikan dukungan dan semangat kepada penulis dalam proses pengerjaan tugas akhir ini. Oleh karena itu, pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan rasa syukur dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan kesehatan dan kesempatan sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Orang tua dan kakak serta keponakan tercinta, yang selalu memberikan cinta dan kasih sayang serta semangat kepada penulis selama ini.
3. Ibu Silvianita, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan ilmu, nasehat, serta waktunya untuk mendidik dan membimbing penulis dalam penyelesaian tugas akhir ini.
4. Bapak Dr. Eng. Yeyes Mulyadi, S.T., M.Sc. selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan waktunya untuk mendidik dan membimbing penulis dalam penyelesaian tugas akhir ini.
5. Bapak Haryo Dwito Armono, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku dosen wali penulis yang telah membimbing, mendidik, dan menasehati penulis selama ini.
6. Teman-teman OA Kumpulan Puisi dan teman-teman OPRES beserta pengunjungnya yang telah memberikan warna-warni kebahagiaan selama ini.
7. Keluarga besar Teknik Kelautan 2014 (Maelstrom L32) yang telah mengisi masa-masa perkuliahan penulis dalam suka maupun duka.
8. Serta pihak-pihak lain yang telah membantu penulis dalam pengerjaan tugas akhir ini.

Semoga senantiasa bantuan yang diberikan menjadi berkat yang bermanfaat bagi semua pihak.

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
ABSTRAK .....	iv
KATA PENGANTAR .....	vi
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan .....	4
1.4 Manfaat .....	5
1.5 Batasan Masalah.....	5
1.6 Sistematika Penulisan .....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	
2.1 Tinjauan Pustaka .....	7
2.2 Dasar Teori.....	8
2.2.1 Risiko .....	8
2.2.2 Risiko Kecelakaan Kerja.....	11
2.2.3 Manajemen Risiko .....	13
2.2.4 Proses Manajemen Risiko.....	15
2.2.5 Metode Analisa Risiko.....	20
2.2.6 Loadout .....	25
2.2.7 Kecelakaan Kerja pada Pelaksanaan Loadout.....	28
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Diagram Alir Umum .....	31



3.2	Prosedur Penelitian.....	32
<b>BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN</b>		
4.1	WP11 dan WP10 Topside .....	35
4.2	Uraian Kegiatan Loadout WP11 dan WP10 Topside .....	36
4.3	Analisa dengan Metode FTA .....	41
	4.3.1 Identifikasi Potensi Kecelakaan .....	41
	4.3.2 Penggambaran Diagram Fault Tree .....	43
	4.3.3 Perhitungan Probabilitas .....	53
4.4	Analisa dengan Metode FMEA.....	61
	4.4.1 Mode Kegagalan .....	61
	4.4.2 Analisa dengan Tabel FMEA.....	63
	4.4.3 Penilaian Risiko .....	68
	4.4.4 Perhitungan <i>Risk Priority Number</i> .....	72
4.5	Penentuan Kategori Risiko.....	76
4.6	Saran Pengendalian Risiko.....	77
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>		
5.1	Kesimpulan .....	81
5.2	Saran.....	82
	DAFTAR PUSTAKA .....	83
	LAMPIRAN.....	86
	LAMPIRAN A- KUISIONER SURVEI TINGKAT KEPENTINGAN RISIKO	
	LAMPIRAN B- PERHITUNGAN PROBABILITAS DIAGRAM FAULT TREE	
	LAMPIRAN C- PENILAIAN RISK PRIORITY NUMBER	
	LAMPIRAN D- TABEL PERHITUNGAN KATEGORI RISIKO	
	BIODATA PENULIS	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 <i>Isometric view of WP11 Topside</i> .....	2
Gambar 1.2 <i>Loadout Topside Operation</i> .....	3
Gambar 2.1 Klasifikasi Risiko .....	9
Gambar 2.2 Proses Manajemen Risiko .....	14
Gambar 2.3 Langkah-langkah Analisa FTA .....	21
Gambar 2.4 <i>Skidding System</i> .....	26
Gambar 2.5 <i>Deck Structure</i> diatas SPMT.....	26
Gambar 2.6 Proses <i>lifting</i> menggunakan <i>crane</i> .....	27
Gambar 3.1 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir.....	31
Gambar 4.1 <i>Isometric view of WP11 Topside</i> .....	36
Gambar 4.2 Diagram Alir Kegiatan Loadout.....	37
Gambar 4.3 <i>WP11 Topside Loadout Plan</i> .....	39
Gambar 4.4 Diagram <i>Fault Tree</i> Kegagalan Loadout Metode <i>Skidding</i> .....	44
Gambar 4.5 Diagram <i>Fault Tree</i> Kegagalan Persiapan Awal.....	45
Gambar 4.6 Diagram <i>Fault Tree</i> Kegagalan Instalasi Peralatan Kerja.....	47
Gambar 4.7 Diagram <i>Fault Tree</i> Kegagalan Instalasi Peralatan Loadout ...	49
Gambar 4.8 Diagram <i>Fault Tree</i> Kegagalan Loadout Operation .....	50
Gambar 4.9 Diagram <i>Fault Tree</i> Kegagalan Kegiatan Pasca Loadout.....	52
Gambar 4.10 Probabilitas Kecelakaan pada Persiapan Awal .....	54
Gambar 4.11 Contoh Diagram <i>Fault Tree</i> .....	55
Gambar 4.12 Probabilitas Kecelakaan Instalasi Peralatan Kerja di <i>Barge</i> ..	56
Gambar 4.13 Probabilitas Kecelakaan Instalasi Peralatan <i>Loadout</i> .....	57
Gambar 4.14 Probabilitas Kecelakaan Pada <i>Loadout Operation</i> .....	58
Gambar 4.15 Probabilitas Kecelakaan Kegiatan <i>Pasca Loadout</i> .....	59
Gambar 4.16 Probabilitas Kecelakaan pada <i>Loadout Skidding</i> .....	60
Gambar 4.17 Matrik Risiko Kecelakaan <i>Loadout</i> Metode <i>Skidding</i> .....	77

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Simbol Metode FTA .....	21
Tabel 2.2 Kriteria <i>Severity</i> (Tingkat Bahaya) .....	23
Tabel 2.3 Kriteria <i>Occurance</i> .....	24
Tabel 2.4 Kriteria <i>Detection</i> .....	24
Tabel 2.5 Variabel Kemungkinan Kecelakaan Kerja .....	29
Tabel 3.1 Data Struktur WP11 dan WP10 Topside .....	32
Tabel 3.2 Data Barge.....	33
Tabel 4.1 Data Struktur WP11 dan WP10 Topside .....	35
Tabel 4.2 Kegiatan <i>barge preparation</i> untuk <i>loadout</i> WP11, WP10 <i>Topside</i> .....	38
Tabel 4.3 Uraian kegiatan WP11 dan WP10 <i>loadout operation</i> .....	39
Tabel 4.4 Kegiatan post <i>loadout activity</i> WP11 dan WP10 <i>Topside</i> .....	41
Tabel 4.5 Identifikasi Kegagalan Proses <i>Loadout</i> Metode <i>Skidding</i> .....	42
Tabel 4.6 Basic Event Diagram Fault Tree Kegagalan Persiapan Awal.....	46
Tabel 4.7 Basic Event Diagram Fault Tree Kegagalan Instalasi Peralatan Kerja .....	48
Tabel 4.8 Basic Event Diagram FaultTree Kegagalan Instalasi Peralatan <i>Loadout</i> .....	48
Tabel 4.9 Basic Event Diagram Fault Tree Kegagalan <i>Loadout Operation</i> .....	51
Tabel 4.10 Basic Event Diagram Fault Tree Kegagalan Kegiatan Pasca <i>Loadout</i> .....	53
Tabel 4.11 Kriteria Penilaian Probabilitas .....	53
Tabel 4.12 Daftar Mode Kegagalan <i>Loadout</i> dengan Metode <i>Skidding</i> .....	61
Tabel 4.13 Analisa Mode Kegagalan dengan Metode <i>FMEA</i> .....	63
Tabel 4.14 Kriteria Penilaian Tingkat Keparahan ( <i>Severity</i> ).....	69
Tabel 4.15 Kriteria Penilaian Tingkat Kejadian ( <i>Occurence</i> ) .....	70
Tabel 4.16 Kriteria Penilaian Tingkat Deteksi ( <i>Detection</i> ) .....	71
Tabel 4.17 Rating Index Nilai.....	72
Tabel 4.18 <i>Risk Priority Number</i> setiap Mode Kegagalan .....	73

# BAB I PENDAHULUAN

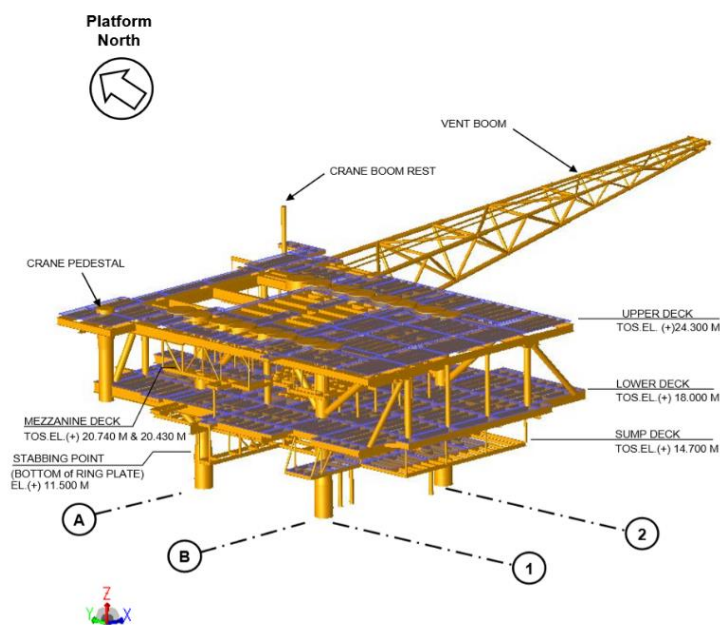
## 1.1 Latar Belakang Masalah

Proyek merupakan suatu rangkaian kegiatan yang bersifat sementara yang telah ditetapkan awal pekerjaannya dan waktu selesainya (umumnya berjangka pendek), untuk mencapai tujuan dan hasil yang diinginkan. Rangkaian kegiatan dalam proyek tersebut tentunya akan melibatkan pihak-pihak terkait baik secara langsung maupun tidak langsung. Dengan banyaknya pihak yang terlibat dalam suatu kegiatan maka potensi terjadinya konflik sangat besar. Ketidaksesuaian antara perencanaan dengan aktivitas dilapangan yang merupakan bagian dalam rangkaian kegiatan juga memiliki konsekuensi negative yang besar yang ditandai dengan adanya eror pada estimasi waktu maupun biaya. Berangkat dari pandangan tersebut, maka dapat dikatakan bahwa setiap kegiatan yang dilakukan manusia khususnya dalam pelaksanaan proyek tidak akan terlepas dari resiko yang bersifat tidak pasti.

Menurut Santosa (2009), risiko proyek adalah suatu peristiwa (*event*) atau kondisi yang tidak pasti (*uncertain*), jika terjadi mempunyai pengaruh positif maupun negative pada tujuan proyek. Resiko merupakan kemungkinan (probabilitas) atau ketidakpastian terjadinya peristiwa diluar yang diharapkan yang dapat menimbulkan dampak negative. Pada suatu pelaksanaan proyek akan terjadi berbagai ketidakpastian yang akan menimbulkan suatu resiko yang dapat menghambat kelancaran proyek dan dapat mempengaruhi potensi kecelakaan kerja. Setiap kecelakaan kerja akan menimbulkan kerugian yang besar baik itu kerugian material maupun fisik. Kecelakaan kerja adalah salah satu dari sekian banyak masalah dibidang kesehatan kerja. Dengan menerapkan usaha keselamatan dan kesehatan kerja (K3) maka kejadian kecelakaan kerja semestinya bisa dihindari. Namun acap kali masih sering terjadi kecelakaan, baik dari factor pekerja, peralatan, mesin ataupun lingkungan sekitar.

Topside merupakan bagian atas struktur lepas pantai dimana terdapat peralatan-peralatan terpasang sesuai dengan fungsi dari struktur tersebut.

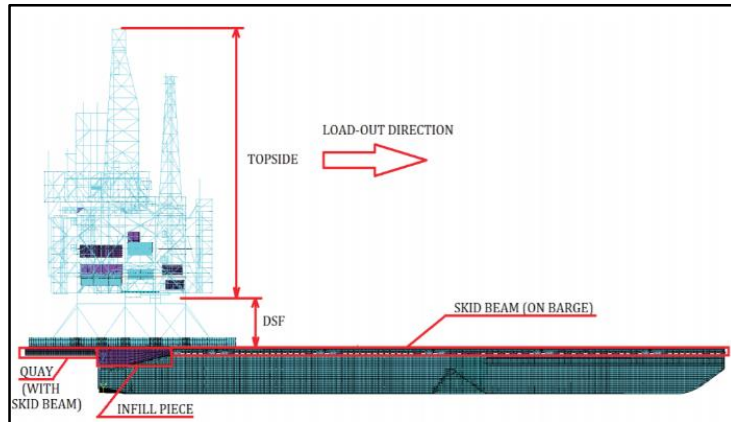
Topside berada diatas permukaan air juga diluar zona percikan. WP11 dan WP10 topside yang telah selesai dibangun oleh sebuah perusahaan fabrikasi akan dimuat ke transportation barge dengan metode *skidding* dan selanjutnya akan dibawa ke lokasi struktur tersebut akan diinstal. WP11 dan WP10 *topsite* terdiri dari dua (2) *primary levels* yaitu *upper deck* dengan TOS EL (+) 24.30 M dan *lower deck* dengan TOS EL (+) 18.00 M serta terdapat *vent boom* 42 M (*true length*) yang telah terinstal. Selain dua *primary levels* tersebut, terdapat juga *mezzanine deck* dengan TOS EL (+) 20.74 M dan 20.43 M serta *sump deck* dengan TOS EL (+) 14.70 M.



Gambar 1.1 *Isometric view of WP11 Topside*  
(sumber: PT. XXX)

*Loadout* adalah proses menarik *deck/platform/module* ke atas barge untuk ditransportasikan ke site tempat struktur tersebut akan diinstalasi. Salah satu metode pada proses *loadout* adalah metode *skidding*, yaitu penarikan sebuah struktur yang ditumpu oleh *skidshoe* yang duduk diatas *skidway* kearah *barge*. Berdasarkan API RP 2A WSD 21<sup>th</sup> *edition*, *load out* harus dilakukan sesuai dengan rencana instalasi dimana memenuhi kondisi lingkungan yang diijinkan selama operasi *load out*. Selain harus memenuhi kondisi lingkungan yang diijinkan, proses *loadout* juga harus dilakukan

dengan meminimalisir terjadinya risiko yang menyebabkan kecelakaan kerja ataupun kegagalan yang dapat mempengaruhi kelancaran dari *loadout* itu sendiri.



Gambar 1.2 *Loadout Topside Operation* (Kaup, 2016)

Untuk mengurangi dampak yang ditimbulkan dari ketidaklancaran proyek tersebut, diperlukan suatu system manajemen resiko. Manajemen resiko merupakan pendekatan terorganisasi untuk menemukan resiko-resiko yang potensial sehingga dapat mengurangi hal-hal diluar dugaan dengan cara mengidentifikasi dan menganalisis resiko yang terjadi. Manajemen resiko melakukan upaya terpadu untuk mengelola resiko dengan menggunakan penggabungan beberapa metode. Metode analisa yang digunakan dalam penelitian kali ini adalah dengan menggabungkan dua *tools*, yaitu metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan metode *Fault Tree Analysis* (FTA). Metode FTA (Fault Tree Analysis) digunakan untuk analisa kualitatif yaitu menganalisa potensi mode kegagalan pada kejadian puncak dan meneruskannya kebawah hingga pada lowest level yang disebut basic event. Basic event merupakan mode kegagalan yang dapat terjadi pada suatu kegiatan dalam proses pelaksanaan loadout metode skidding. Mode kegagalan selanjutnya akan dianalisa dengan metode FMEA untuk memberikan pembobotan severity (S), occurrence (O), dan detection (D) berdasarkan potensi dampak yang dalam hal ini merupakan kecelakaan kerja dan proses control dari mode kegagalan yang terjadi.

Dari hasil identifikasi dan analisa resiko yang telah dilakukan akan diketahui mode kegagalan yang bersifat dominan. Setiap mode kegagalan akan menjadi penyebab terjadinya potensi kecelakaan kerja. Mode kegagalan yang bersifat dominan membutuhkan penanganan resiko untuk mengurangi dampak yang ditimbulkan. Penanganan resiko diartikan sebagai proses yang dilakukan untuk meminimalisasi tingkat resiko yang dihadapi sampai pada batas yang dapat diterima. Salah satu teknik untuk menangani resiko adalah dengan mitigasi resiko yaitu dengan melakukan tindakan untuk mengurangi peluang terjadinya peristiwa yang tidak diharapkan yang dapat menimbulkan dampak negative.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Permasalahan yang menjadi bahan penelitian dalam tugas akhir ini antara lain:

1. Apa saja mode kegagalan yang dapat terjadi pada pelaksanaan proyek loadout metode skidding?
2. Bagaimana dampak yang ditimbulkan dan proses control dari mode kegagalan yang terjadi?
3. Berapa Risk Priority Number pada setiap mode kegagalan yang terjadi pada pelaksanaan proyek loadout metode skidding?

## **1.3 Tujuan**

Dari perumusan masalah diatas, tujuan yang ingin dicapai adalah :

1. Mengidentifikasi mode kegagalan (failure mode) yang berpotensi menyebabkan terjadinya kecelakaan kerja pada aktivitas pelaksanaan proyek dengan metode FTA
2. Menganalisa bagaimana potensi dampak (kecelakaan kerja) yang ditimbulkan dan proses control dari mode kegagalan yang terjadi dengan metode FMEA.
3. Menganalisa tingkat kekritisian dari setiap mode kegagalan dengan menghitung Risk Priority Number dengan metode FMEA

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang didapat dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Menjadi referensi bagi pembaca maupun bagi penelitian selanjutnya
2. Memberikan informasi resiko pada pelaksanaan proyek yang telah teridentifikasi yang nantinya dapat mempermudah pelaksanaan proyek selanjutnya yang serupa
3. Menjadi dasar pengambilan keputusan oleh pihak terkait/*stakeholder* untuk mengelola resiko tersebut.

#### **1.5 Batasan Masalah**

Batasan masalah yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Risiko yang diteliti adalah risiko teknis pada kegiatan-kegiatan dalam pelaksanaan proyek *loadout* metode *skidding* yang berpotensi memiliki mode kegagalan (*failure mode*)
2. Mengidentifikasi resiko-resiko yang berpotensi berdasarkan persepsi responden kontraktor yang berpengalaman dalam menangani proyek serupa
3. Model yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode FTA (*Fault Tree Analysis*) untuk mengidentifikasi mode kegagalan dan FMEA (*failure mode dan effect analysis*).

#### **1.6 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan dalam tugas akhir ini adalah dimulai dengan BAB I berupa pendahuluan yang berisi tentang latar belakang penelitian, perumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, batasan-batasan masalah serta sistematika penulisan.

Kemudian BAB II yang berisi dasar teori dan tinjauan pustaka yang menjadi referensi dan pedoman untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini. Tinjauan pustaka yang mendaji acuan dari penelitian tugas akhir, selain itu juga terdapat dasar teori yang digunakan dalam penelitian Tugas Akhir secara rinci dibahas dalam BAB II.



Bab III dalam penulisan Tugas Akhir ini akan menjelaskan tentang metodologi yang akan digunakan penulis untuk menyelesaikan permasalahan langkah-langkah pengerjaan Tugas Akhir ini dan metodologi yang digunakan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Bab IV berisikan analisa dan pembahasan penelitian dalam tugas akhir ini. Bab ini membahas pengolahan data hasil dari analisa pemodelan hingga menghasilkan output yang dihendaki.

Pada Bab V ini berisikan tentang kesimpulan dari penulisan tugas akhir, yang mana berisi tentang hasil akhir dari analisa yang telah dilakukan sesuai dengan permasalahan yang ada, serta beberapa saran yang dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam penyempurnaan dari hasil analisa yang telah dilakukan.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

#### 2.1 Tinjauan Pustaka

Setiap kegiatan yang dilakukan manusia khususnya proyek tidak akan terlepas dari risiko yang tidak pasti. Risiko merupakan kemungkinan (probabilitas) atau ketidakpastian terjadinya peristiwa diluar yang diharapkan. Risiko merupakan kombinasi dari probabilitas suatu kejadian dan konsekuensi dari kejadian tersebut, dengan tidak menutup kemungkinan bahwa ada lebih dari satu konsekuensi untuk satu kejadian dan konsekuensi bisa merupakan hal yang positif maupun negative. (Shortreed, et al. 2003). Pengertian risiko dalam konteks proyek adalah kemungkinan terjadinya suatu kondisi yang tidak menguntungkan sebagai akibat dari hasil keputusan yang diambil atau kondisi lingkungan di lokasi proyek yang berdampak pada biaya, jadwal, dan kualitas proyek. (Budisuanda, 2011).

Silvianita dkk. (2013) pada jurnal teknologi bertema *Decision Making for Safety Assessment of Mobile Mooring System* membahas penilaian keselamatan kerja dengan menganalisa *critical hazards* yang mempengaruhi *safety and operability* pada mooring system. Untuk analisa dengan metode lainnya, J.F.W. Peeters et al. (2017) telah melakukan penelitian menggunakan metode campuran FTA (Fault Tree Analysis) dan FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) pada system manufacturing addictive yang dikembangkan untuk percetakan logam. Analisa tersebut dilakukan guna mendapatkan suatu system yang mempunyai potensi kegagalan yang minimal. Sinaga (2014) telah melakukan penelitian mengenai identifikasi dan analisa risiko konstruksi dengan menggunakan metode FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) untuk mengidentifikasi *seferity* / efek terjadinya *failure mode* serta metode FTA (*Fault Tree Analysis*) untuk mengidentifikasi sumber penyebab terjadinya *failure mode*. Pada penelitian tersebut, teridentifikasi 55 variabel risiko yang mungkin terjadi pada pelaksanaan proyek jalan tol.

Dalam penelitian ini difokuskan pada identifikasi dan analisa mode kegagalan yang dapat menimbulkan kecelakaan kerja pada aktivitas

pelaksanaan proyek *loadout* (metode *skidding*). Pradana (2016) melakukan penelitian mengenai analisa waktu dan biaya *loadout jacket* struktur menggunakan metode *skidding*. Selain analisa waktu dan biaya, analisa risiko juga merupakan sebuah keharusan yang harus dilakukan sebelum melaksanakan sebuah proyek. Oleh karena itu dalam penelitian ini akan dilakukan analisa risiko kecelakaan kerja dengan menggunakan metode FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*). Selain itu juga dilakukan identifikasi sumber penyebab dari risiko yang terjadi dengan metode FTA (*Fault Tree Analysis*) sehingga selanjutnya dapat ditentukan strategi mitigasi yang tepat untuk mengatasi risiko tersebut.

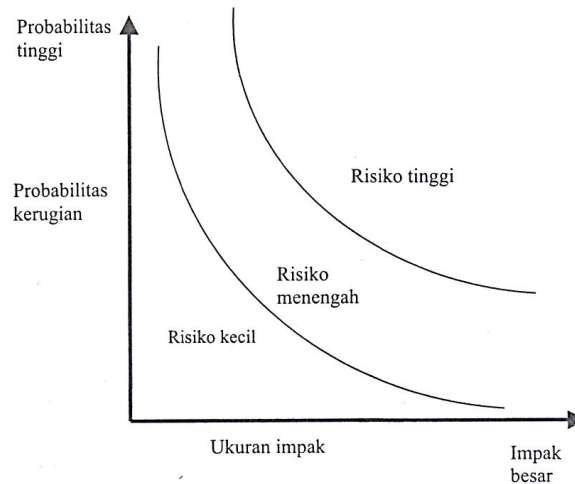
## 2.2 Dasar Teori

### 2.2.1 Risiko

Risiko merupakan kombinasi dari probabilitas suatu kejadian dan konsekuensi dari kejadian tersebut, dengan tidak menutup kemungkinan bahwa ada lebih dari satu kejadian, dan konsekuensinya bisa merupakan hal positif maupun negative. (Shortreed, et al. 2003). Menurut Kamus Kebas Bahasa Indonesia (KBBI) risiko adalah akibat yang kurang menyenangkan (merugikan, membahayakan) dari suatu perbuatan atau tindakan. Risiko pada umumnya dipandang sebagai sesuatu yang negative seperti kehilangan, bahaya, dan konsekuensi lainnya. Kerugian tersebut sebenarnya merupakan bentuk ketidakpastian yang seharusnya dipahami dan dikelola secara efektif oleh organisasi sebagai bagian dari strategi sehingga dapat menjadi nilai tambah dari mendukung pencapaian tujuan organisasi.

Menurut Santosa (2009), risiko proyek adalah suatu peristiwa (*event*) atau kondisi yang tidak pasti (*uncertain*), jika terjadi mempunyai pengaruh positif maupun negative pada tujuan proyek. Suatu risiko mempunyai penyebab dan jika terjadi risiko membawa konsekuensi atau *impact*. Untuk suatu kejadian, dapat dilihat dari sisi probabilitas dan impaknya. Suatu peristiwa bisa mempunyai

probabilitas kecil dengan dampak besar, atau probabilitas besar dengan dampak kecil.



Gambar 2.1 Klasifikasi Risiko (Santosa, 2009)

Pengertian risiko dalam konteks proyek adalah kemungkinan terjadinya suatu kondisi yang tidak menguntungkan sebagai akibat dari hasil keputusan yang diambil atau kondisi lingkungan dilokasi proyek yang berdampak pada kualitas proyek. Menurut Barkley (2004) risiko proyek dibagi menjadi beberapa kategori antara lain:

1. Risiko Teknis (*Technical Risk*)

Risiko teknis merupakan risiko yang berhubungan dengan cara kerja atau proses dalam menyelesaikan suatu pekerjaan.

1. Risiko Manajemen Proyek (*Project Management Risk*)

Risiko manajemen proyek akan terjadi ketika pengelolaan proyek menyimpang dari perencanaan yang telah dibuat atau menyimpang dalam proses pengendaliannya. Pengendalian dalam proses ini didukung oleh system informasi dari *project management office*.

2. Risiko Organisasi (*Organization Risk*)

Risiko organisasi dimiliki oleh perusahaan dalam hal ini adalah perusahaan konsultan perencanaan. Dinamika perusahaan

yang kurang baik seperti masalah sumber daya perusahaan, pimpinan perusahaan dapat menyebabkan risiko ini terjadi.

3. Risiko Eksternal (*External Risk*)

Risiko eksternal berada diluar jangkauan tim proyek maupun perusahaan. Risiko eksternal dapat terjadi dalam segala macam proyek seperti kondisi ekonomi nasional, dampak dari komunikasi pada perusahaan multinasional dan kesulitan pada proses jual beli yang mengganggu tujuan akhir proyek.

4. Risiko Informasi Terdahulu (*Historical Information*)

Informasi data-data terdahulu baik secara teknis pekerjaan maupun laporan pekerjaan dapat menjadi suatu risiko yang berpengaruh terhadap kinerja proyek.

5. Risiko Dokumentasi Proyek (*Project Files*)

Proses dokumentasi proyek yang sudah tersusun dengan baik belum dioptimalkan pemanfaatannya. Hal ini biasanya terjadi karena budaya tim proyek yang tidak pernah belajar dari pengalaman sebelumnya walaupun informasi sudah tersedia.

6. Informasi yang Dipublikasikan

Risiko ini bersumber dari pedoman, artikel maupun informasi lainnya yang mendukung tujuan proyek.

Berdasarkan kategori risiko proyek yang telah diuraikan diatas, dalam penelitian kali ini mengacu pada kategori risiko teknis menurut Barkley (2004). Dalam hal ini yang merupakan kategori risiko teknis adalah factor teknis pada pelaksanaan proyek. Factor-faktor tersebut antara lain :

1. System dan prosedur pelaksanaan.

Factor ini terkait dengan system dan prosedur operasi yang diperlukan dalam pelaksanaan sesuai dengan sifat dan jenis kegiatan.

2. Karakteristik atau kondisi lingkungan proyek yang mempengaruhi proses pekerjaan proyek.

3. Penggunaan peralatan dan material yang digunakan.

Peralatan dan material merupakan factor pendukung dalam proses penyelesaian pekerjaan.

4. Tenaga kerja.

Manajemen sumber daya manusia dapat dimasukkan dalam factor risiko manajemen proyek.

### 2.2.2 Risiko Kecelakaan Kerja

Menurut Anizar (2009) secara umum penyebab risiko kecelakaan ada dua yaitu *unsafe action* (faktor manusia) dan *unsafe condition* (faktor lingkungan). Menurut penelitian risiko kecelakaan paling tinggi disebabkan oleh *unsafe action* yaitu karena factor manusia.

1. *Unsafe Action*

*Unsafe action* dapat disebabkan oleh berbagai hal berikut :

- a. Ketidakseimbangan fisik tenaga kerja (posisi tubuh yang menyebabkan mudah lelah, cacat fisik, cacat sementara, kepekaan panca indera terhadap sesuatu)
- b. Kurang pendidikan (kurang pengalaman, salah pengertian terhadap suatu perintah, kurang terampil, salah mengartikan SOP (*Standard Operational Procedure*) sehingga mengakibatkan kesalahan pemakaian alat kerja)
- c. Menjalankan pekerjaan tanpa mempunyai kewenangan
- d. Menjalankan pekerjaan yang tidak sesuai dengan keahliannya
- e. Pemakaian alat pelindung diri (APD) hanya berpura-pura
- f. Mengangkut beban yang berlebihan
- g. Bekerja berlebihan atau melebihi jam kerja

2. *Unsafe Condition*

*Unsafe condition* dapat disebabkan oleh berbagai hal berikut:

- a. Peralatan dan pengamanan yang sudah tidak layak pakai
- b. Ada api ditempat bahaya
- c. Terpapar bising dan radiasi

- d. Pencahayaan dan ventilasi yang kurang atau berlebihan
- e. Kondisi suhu yang membahayakan
- f. System peringatan dan keadaan pengamanan yang berlebihan
- g. Sifat pekerjaan yang mengandung potensi bahaya

Mengutip dari Anizar (2009) beberapa klasifikasi risiko kecelakaan kerja enurut organisasi Perburuhan Internasional (ILO) pada tahun 1962 antara lain:

1. Klasifikasi menurut jenis kecelakaan

Menurut jenis kecelakaan, risiko kecelakaan kerja antara lain dibagi menjadi terjatuh, tertimpa benda jatuh, tertumbuk atau terkena benda-benda (terkecuali benda jatuh), terjepit oleh benda. Selain itu juga karena gerakan-gerakan melebihi kemampuan, pengaruh suhu tinggi, terkena arus listrik, kontak dengan bahan-bahan berbahaya atau radiasi, jenis-jenis lain, termasuk kecelakaan-kecelakaan yang data-datanya tidak cukup atau kecelakaan-kecelakaan lain yang belum masuk klasifikasi kecelakaan diatas

2. Klasifikasi menurut penyebab

Menurut penyebab, analisa risiko diklasifikasikan lagi sebagai berikut :

- a) Mesin (pembangkit tenaga (terkecuali motor-motor listrik), mesin penyalur (transmisi), mesin-mesin untuk mengerjakan logam, mesin-mesin pengolah kayu, mesin-mesin pertambangan, mesin-mesin lain yang tidak termasuk klasifikasi tersebut)
- b) Alat angkut dan alat angkat (mesin angkat dan peralatannya, alat angkutan diatas rel, alat angkutan lain yang berbeda, terkecuali kereta api, alat angkutan udara, alat angkutan air, alat-alat angkutan lain)
- c) Peralatan lain (bejana bertekanan, dapur pembakar dan pemanas, instalasi pendingin, instalasi listrik (termasuk motor listrik, tetapi dikecualikan alat-alat listrik (tangan)), alat-alat

listrik (tangan), alat-alat kerja dan perlengkapannya, tangga, peralatan lain yang belum termasuk klasifikasi tersebut)

- d) Bahan-bahan, zat-zat dan radiasi (bahan peledak, debu, gas, cairan dan zat-zat kimia (terkecuali bahan peledak), benda-benda melayang, radiasi, bahan dan zat lain yang belum termasuk golongan tersebut)
- e) Lingkungan kerja (diluar bangunan, didalam bangunan, dibawah tanah)

### 3. Klasifikasi menurut sifat luka dan kelainan

Klasifikasi risiko kecelakaan kerja menurut sifat luka dan kelainan antara lain adalah patah tulang, dislokasi / keseleo, regang otot / urat, memar dan luka dalam yang lain, amputasi, luka di permukaan, gegar dan remuk, luka bakar, keracunan-keracunan mendadak, mati lemas, pengaruh arus listrik, pangaruh radiasi, luka-luka yang banyak dan berlainan sebabnya.

### 4. Klasifikasi menurut letak kelainan atau luka di tubuh

Menurut letak kelainan atau luka di tubuh kecelakaan kerja terjadi pada kepala, leher, mata, telinga, badan, lengan dan tangan, telapak dan jari tangan, paha dan kaki, telapak dan jari kaki, organ tubuh bagian dalam.

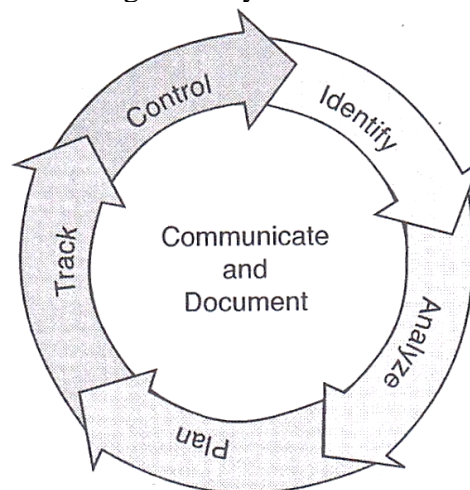
## 2.2.3 Manajemen Risiko

Untuk mengurangi dampak yang ditimbulkan dari semua risiko yang mungkin terjadi, diperlukan suatu system manajemen risiko. Manajemen risiko merupakan pendekatan terorganisasi untuk menemukan risiko-risiko yang potensial sehingga dapat mengurangi hal-hal diluar dugaan dengan cara mengidentifikasi dan menganalisa risiko yang terjadi. Pada bidang keselamatan dan keamanan kerja, kebanyakan risiko yang diperhatikan hanya yang berakibat negative. Oleh karena itu, dalam manajemen risiko keselamatan kerja dan keamanan, yang menjadi focus utama adalah tindakan pencegahan atau paling tidak melakukan mitigasi terhadap ancaman kesehatan dan



keselamatan kerja. Dengan menggunakan manajemen risiko, diharapkan kondisi ideal dari suatu pelaksanaan proyek dapat tercapai yaitu dengan mengetahui usaha yang dapat dilakukan untuk mencegah terjadinya kegagalan dan dampaknya sebelum terjadi pada suatu proyek.

Menurut Santosa (2009), secara umum manajemen risiko didefinisikan sebagai proses mengidentifikasi, mengukur dan memastikan risiko dan mengembangkan strategi untuk mengelola risiko tersebut. Dalam hal ini manajemen risiko akan melibatkan proses-proses, metode dan teknik dalam upaya mengelola kegagalan untuk mencegah terjadinya kecelakaan yang diinginkan secara terencana dan terstruktur dalam suatu sistem yang baik. Menurut Rausand (2011) manajemen risiko adalah proses manajemen yang berkesinambungan dengan tujuan untuk mengidentifikasi, menganalisis dan menilai potensi bahaya dalam suatu sistem atau berhubungan dengan aktivitas, dan untuk mengidentifikasi dan menerapkan langkah-langkah pengendalian risiko untuk menghilangkan atau mengurangi potensi bahaya terhadap manusia, lingkungan, atau pertimbangan lainnya.



Gambar 2.2 Proses Manajemen Risiko (Rausand, 2011)

Dalam manajemen proyek, yang dimaksud dengan manajemen risiko proyek adalah seni dan ilmu untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan merespon risiko selama umur proyek dan tetap menjamin tercapainya tujuan proyek. Manajemen risiko proyek yang

baik akan mampu memperbaiki keberhasilan proyek secara signifikan. Ada tiga hal yang perlu diperhatikan dalam manajemen risiko sebagai kunci agar bisa efektif :

1. Identifikasi, analisis dan penilaian risiko pada awal proyek secara sistematis dan mengembangkan rencana untuk menanganinya.
2. Mengalokasikan tanggung jawab kepada pihak yang paling sesuai untuk mengelola risiko
3. Memastikan bahwa biaya penanganan risiko cukup kecil disbanding dengan nilai proyeknya.

## **2.2.4 Proses Manajemen Risiko**

### **2.2.4.1 Identifikasi Risiko**

Menurut Santosa (2009), identifikasi risiko adalah rangkaian proses pengenalan yang seksama atas risiko dan komponen risiko yang melekat pada suatu aktivitas atau transaksi yang diarahkan kepada proses pengukuran serta pengelolaan risiko yang tepat. Kegiatan pengidentifikasian bahaya sebelum bahaya tersebut menyebabkan kecelakaan adalah inti seluruh kegiatan pencegahan kecelakaan. Risiko adalah event yang jika dipicu akan menyebabkan masalah. Oleh karena itu, identifikasi risiko dimulai dengan mengidentifikasi sumber masalah dengan mengenali jenis-jenis risiko yang mungkin atau umumnya terjadi. Langkah ini meliputi pendefinisian risiko mana yang mungkin mempengaruhi proyek dan mendokumentasikan karakteristik dari setiap risiko. Ketika sumber atau masalah sudah diketahui, event yang dipicu oleh sumber atau event yang dapat menimbulkan masalah dapat ditelusuri.

Tujuan utama dilakukannya identifikasi risiko adalah untuk mengetahui apa saja daftar risiko yang berpotensi menimbulkan kecelakaan dan dapat mempengaruhi tujuan dari suatu proyek. Dilakukan pencarian risiko-risiko beserta

karakteristiknya yang dapat mempengaruhi terjadi kecelakaan kerja yang dapat menghambat proses pelaksanaan proyek. Proses identifikasi risiko harus dilakukan secara cermat dan komprehensif, sehingga tidak ada risiko yang terlewatkan atau tidak teridentifikasi. Adapun teknik-teknik yang dapat digunakan dalam identifikasi risiko adalah sebagai berikut :

1. *Brainstorming*
2. *Interviewing* (wawancara)
3. *Delphi technique* (masukan dari para pakar yang relevan)
4. *Checklist*

Menurut Santosa (2009) metode identifikasi risiko pada umumnya adalah sebagai berikut :

1. Identifikasi risiko berdasarkan tujuan

Setiap kejadian yang membahayakan pencapaian tujuan secara sebagian ataupun menyeluruh diidentifikasi sebagai risiko.

2. Identifikasi risiko berdasarkan skenario

Setiap kejadian yang memicu sebuah skenario yang tidak diinginkan diidentifikasi sebagai risiko.

3. Identifikasi risiko berdasarkan taksonomi

Dalam hal ini adalah breakdown dari sumber risiko yang mungkin terjadi. Berdasarkan pengetahuan praktik yang ada, daftar pertanyaan disusun, jawaban dari pertanyaan tersebut menunjukkan risiko yang ada.

4. *Common-risk checking*

Ada beberapa daftar risiko yang sudah biasa terjadi dan disini dilakukan pemilihan mana yang sesuai untuk proyek yang ditangani.

Berdasarkan identifikasi risiko yang dilakukan terhadap suatu proyek, sumber bahaya yang dapat dijumpai di tempat kerja dapat berasal dari bahan/material, peralatan/mesin, karakteristik kegiatan proyek, lingkungan kerja, metode kerja,

dan cara kerja. Ada beberapa hal yang mendukung keberhasilan program identifikasi bahaya antara lain :

1. Identifikasi bahaya harus sejalan dan relevan dengan aktivitas proyek sehingga dapat berfungsi dengan baik.
2. Identifikasi bahaya harus dinamis dan selalu mempertimbangkan adanya teknologi dan ilmu terbaru.
3. Perlunya keterlibatan semua pihak terkait dalam proses identifikasi bahaya.
4. Ketersediaan metode, peralatan, referensi data dan dokumen untuk mendukung kegiatan identifikasi bahaya.

#### **2.2.4.2 Analisa Risiko**

Analisa risiko adalah rangkaian proses yang dilakukan dengan tujuan untuk memahami signifikansi dari akibat yang ditimbulkan suatu risiko, baik secara individual maupun portofolio, terhadap tingkat kesehatan dan kelangsungan proyek. (Santosa, 2009). Secara umum terdapat dua metodologi analisa risiko, yaitu :

1. Kuantitatif, yaitu analisa berdasarkan angka-angka nyata (nilai finansial) terhadap besarnya kerugian yang terjadi.
2. Kualitatif, yaitu penilaian risiko dilakukan berdasarkan intuisi, tingkat keahlian dalam menilai jumlah risiko yang mungkin terjadi dan potensial kerusakannya.

Pada penelitian kali ini menggunakan analisa risiko semi kuantitatif karena merupakan proses menganalisa dengan memberikan penilaian secara numeris pada kategori kualitatif. Tahap-tahap analisa risiko semi kuantitatif antara lain adalah sebagai berikut :

- a) Melakukan identifikasi risiko yang mungkin terjadi pada suatu system
- b) Melakukan analisa kualitatif risiko yang telah teridentifikasi

- c) Melakukan penilaian secara numeris pada kategori kualitatif yang telah dianalisa
- d) Memperoleh risiko kritis yang berpotensi terjadi
- e) Memilih langkah-langkah atau strategi penanganan untuk setiap risiko

Untuk menyelesaikan tahap-tahap tersebut, beberapa metode atau tool yang sering digunakan adalah sebagai berikut:

1. *Interview*

Metode ini dilakukan terhadap para *stakeholder* proyek dan para ahli yang berkompeten.

2. *Analisis decision tree*

Dalam analisis ini semua alternative yang mungkin dihitung tingkat risikonya dengan menghitung peluang dan dampak yang ditimbulkan untuk setiap alternative.

3. Simulasi

Dalam simulasi ketidakpastian dimasukkan sebagai factor yang akan mempengaruhi tujuan proyek.

Kesulitan yang paling pokok dalam menilai risiko adalah menentukan tingkat kemungkinan, sebab data-data statistic tidak tersedia pada semua peristiwa-peristiwa lalu. Selain itu, mengevaluasi besarnya konsekuensi seringkali lebih sulit pada item pekerjaan yang dinilai kurang penting. Meskipun demikian, penilaian risiko harus menghasilkan data-data untuk diserahkan kepada manajemen untuk bisa diolah dan pada akhirnya dapat diketahui risiko mana yang memerlukan penanganan terlebih dahulu (diprioritaskan) dan risiko mana yang penanganannya dapat menyusul kemudian.

#### **2.2.4.3 Penanganan Risiko (*Risk Response Planning*)**

Penanganan risiko (*Risk Response Planning*) merupakan proses yang dilakukan untuk mengurangi atau meminimalisasi tingkat risiko yang dihadapi sampai pada batas yang dapat

diterima. (Santosa, 2009). Secara kuantitatif upaya untuk meminimalisasi risiko ini dilakukan dengan menerapkan langkah-langkah yang diarahkan pada hasil penilaian data yang diperoleh dari proses analisa risiko. Hal ini dilakukan dengan cara mengembangkan opsi-opsi dan menentukan aksi untuk menambah kesempatan dan mengurangi ancaman terhadap tujuan proyek.

Secara umum, teknik yang sering digunakan untuk menangani risiko dikelompokkan dalam beberapa kategori sebagai berikut :

#### 1. Menghindari Risiko

Menghindari risiko merupakan suatu cara yang dilakukam dengan tidak melakukan aktivitas yang dapat mendatangkan risiko. Dalam pelaksanaan proyek, menghindari risiko dapat dilakukan dengan cara merubah rencana proyek untuk menghilangkan risiko. Meskipun tidak semua risiko bisa dihindari, namun beberapa risiko masih mungkin dihindari. Tetapi perlu diingat bahwa menghindari risiko juga berarti menghilangkan kesempatan mendapatkan profit yang potensial. Dalam kejadian yang berisiko tinggi biasanya akan melekat potensi profit yang besar.

#### 2. Menerima Risiko

Menerima kerugian jika kejadian yang berisiko terjadi. Hal ini bisa dilakukan jika risiko yang ditimbulkan kecil atau jika tidak ad acara lain lagi untuk menangani risiko tersebut. Penerimaan risiko secara aktif bisa diwujudkan dengan menyiapkan rencana cadangan jika risiko yang diperkirakan benar-benar terjadi.

#### 3. Reduksi Risiko (Mitigasi)

Reduksi risiko (mitigasi) meliputi langkah-langkah yang dilakukan untuk mengurangi peluang terjadinya risiko

pada suatu proyek. Melakukan tindakan awal untuk mengurangi peluang terjadinya risiko proyek akan lebih efektif daripada memperbaiki setelah suatu kejadian berisiko terjadi.

#### 4. Transfer Risiko

Transfer risiko merupakan suatu cara penanganan risiko dengan cara mengalihkan risiko ke pihak lain. Cara umum yang dilakukan teknik transfer risiko adalah dengan asuransi.

### 2.2.5 Metode Analisa Risiko

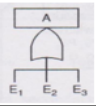
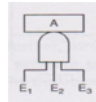





#### 2.2.5.1 *Fault Tree Analysis (FTA)*

Menurut Rausand (2011), *Fault Tree* adalah *top-down logic* diagram yang menunjukkan keterkaitan antara potensial *critical event* pada suatu system dengan penyebab kejadian. Penyebab pada *lowest level* disebut *basic event* dan mungkin merupakan komponen kegagalan, kondisi lingkungan, *human errors* dan *normal event*. *Fault Tree Analysis (FTA)* atau disebut analisa pohon kegagalan merupakan salah satu dari metode analisis bersifat deduktif yang dimulai dengan menetapkan kejadian puncak (*top event*) yang mungkin terjadi pada suatu system.

*Fault Tree Analysis* merupakan metode yang paling umum digunakan untuk penilaian risiko dan reliabilitas. Menurut (Yi-nan, 2016) *Fault Tree Analysis* dianggap sebagai salah satu metode yang paling sederhana yang efektif dan prospektif untuk menganalisis suatu system yang besar dan kompleks.

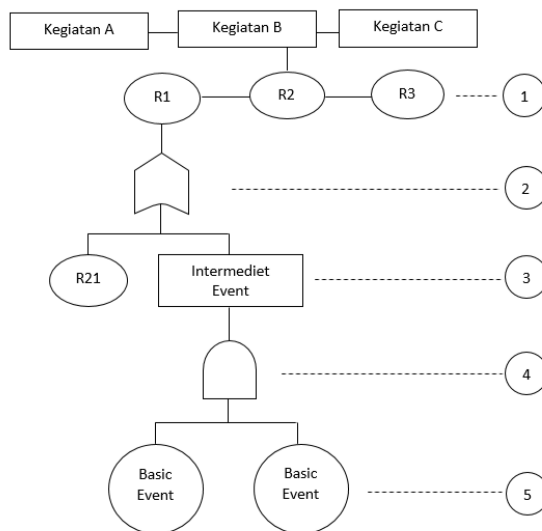
*Fault Tree Analysis* menggunakan symbol sebagai alat untuk mempermudah mempresentasikan penyebab dan akibat diantara kejadian-kejadian. Symbol yang digunakan pada *Fault Tree Analysis* antara lain adalah sebagai berikut :

Tabel 2.1 Simbol Metode FTA

Logic Gates	Keterangan
 <p>OR-gate</p>	OR-gate menunjukkan bahwa output event A terjadi jika ada input event E <sub>1</sub> terjadi
 <p>AND-gate</p>	AND-gate menunjukkan bahwa output event A terjadi jika semua input event E <sub>1</sub> terjadi
Input Event	
 <p>Basic Event</p>	Basic event mempresentasikan kejadian pada level paling dasar yang penyebab kegagalannya tidak dapat didefinisikan lagi
 <p>Intermediate Event</p>	Menunjukkan kejadian pada level menengah ( <i>intermediate fault even</i> )
 <p>Undeveloped Event</p>	Undeveloped event mempresentasikan kejadian yang tidak diperiksa lebih lanjut karena informasi tidak tersedia sehingga kejadian tidak dapat didefinisikan lagi
Transfer Symbols	
 <p>Transfer-Out</p>	Symbol <i>transfer-out</i> menunjukkan bahwa pohon kegagalan ( <i>fault tree</i> ) dikembangkan lebih lanjut pada suatu kejadian di symbol <i>transfer-in</i> . (Untuk memindahkan atau meneruskan <i>fault tree</i> pada halaman lain)
 <p>Transfer-In</p>	

Sumber : Rausand, 2011

*Fault Tree Analysis* dimaksudkan untuk menggambarkan hubungan yang logis antara *basic event* dan *top event* yang telah terpilih melalui penilaian risiko. Berikut merupakan langkah-langkah diagram FTA :



Gambar 2.3 Langkah-langkah Analisa FTA (Simmons, 2010)



Penjelasan langkah pengerjaan dalam melakukan *Fault Tree Analysis* seperti gambar diatas dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi *top event* (kejadian puncak)
2. Mengidentifikasi kontributor tingkat pertama
3. Menghubungkan kontributor untuk *logic gate* kejadian puncak
4. Mengidentifikasi kontributor tingkat kedua
5. Hubungkan kontributor tingkat kedua untuk *logic gate* kejadian puncak.

*Fault Tree Analysis* (FTA) beorientasi pada fungsi atau yang lebih dikenal dengan “*top-down*” *approach* karena analisa dari *system level (top)* dan meneruskannya ke bawah. Titik awal dari analisa ini adalah pengidentifikasian kegagalan fungsional pada *top level* dari suatu system atau subsistem.

#### **2.2.5.2 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)**

*Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) adalah salah satu teknik sistematis pertama yang digunakan untuk analisis kegagalan system teknis. FMEA merupakan pendekatan sistematis yang menerapkan suatu metode pentabelan untuk membantu proses pemikiran yang digunakan oleh *engineer* untuk mengidentifikasi mode kegagalan (*failure mode*) potensial dan efeknya. Mode kegagalan (*failure mode*) merupakan apa saja yang termasuk dalam kecacatan, kondisi diluar spesifikasi yang ditetapkan atau perubahan dalam produk yang menyebabkan terganggunya fungsi dari produk. (Gasperz, 2007).

Menurut Rausand (2011), tujuan utama metode FMEA adalah sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi apa saja yang menjadi mode kegagalan (*failure mode*) dari suatu komponen system

2. Mengenali efek yang ditimbulkan dari *failure mode* yang berdampak pada komponen system lainnya
3. Menentukan seberapa sering *failure modes* dapat terjadi
4. Menentukan seberapa serius *failure modes* tersebut
5. Menilai risiko yang terkait dengan setiap *failure modes*
6. Mengidentifikasi tindakan yang relevan untuk mengurangi risiko

Metode FMEA memprioritaskan penyelesaian berdasarkan severity (tingkat keparahan), frekuensi, dan seberapa besar potensi kegagalan lolos dari current control sehingga dapat dilakukan kemungkinan pengendalian untuk setiap kejadian dasar penyebab suatu gangguan system. Menentukan *severity*, *occurance*, *detection*, dan RPN berdasarkan *rating event* (tingkat kejadian) adalah sebagai berikut :

1. *Severity* merupakan langkah pertama untuk menganalisa risiko dengan menghitung seberapa besar dampak/intensitas kejadian yang mempengaruhi output proses.

Tabel 2.2 Kriteria *Severity* (Tingkat Bahaya)

Effect	Rating	Kriteria
No	1	Pengaruh buruk yang dapat diabaikan. Kita tidak perlu memikirkan bahwa akibat ini akan berdampak pada kinerja produk karena mungkin pengguna akhir tidak akan memperhatikan kecacatan.
Very Slight	2	Pengaruh buruk yang ringan. Akibat yang ditimbulkan hanya bersifat ringan. Pengguna akhir tidak akan merasakan perubahan kinerja. Perbaikan dapat dikerjakan pada saat pemeliharaan regular.
Slight	3	
Minor	4	Pengaruh buruk yang moderat. Pengguna akhir akan merasakan penurunan kinerja, namun masih dalam batas toleransi. Perbaikan yang dilakukan tidak mahal dan dapat diselesaikan dalam waktu singkat.
Moderate	5	
Significant	6	
Major	7	Pengaruh buruk yang tinggi. Pengguna akhir akan merasakan akibat buruk yang akan diterima, berada diluar batas toleransi. Perbaikan yang dilakukan sangat mahal.
Extreme	8	
Serious	9	Masalah keamanan potensial. Akibat yang ditimbulkan sangat berbahaya dan berpengaruh terhadap keselamatan pengguna. Bertentangan dengan hukum.
Hazardous	10	

Sumber : Muzakkir dkk, 2015

2. *Occurance* merupakan tingkatan kemungkinan terjadinya kegagalan.

Tabel 2.3 Kriteria *Occurance*

Effect	Rating	Kriteria
Almost Never	1	Kegagalan tidak mungkin terjadi. Tidak pernah ada rekam jejak terjadinya kegagalan
Remote	2	Kegagalan sangat jarang terjadi
Very Slight	3	Sangat sedikit kemungkinan terjadinya kegagalan
Slight	4	Sedikit kemungkinan terjadinya kegagalan
Low	5	Kejadian kegagalan sesekali terjadi
Medium	6	Intensitas terjadinya kegagalan medium
Moderately High	7	Jumlah kegagalan yang mungkin terjadi cukup tinggi
High	8	Intensitas terjadinya kegagalan tinggi
Very High	9	Intensitas terjadinya kegagalan sangat tinggi
Almost Certain	10	Kegagalan hampir pasti terjadi

Sumber : Muzakkir dkk, 2015

3. *Detection* merupakan kemungkinan lolosnya mode kegagalan dari alat control yang sudah dipasang atau dilakukan saat ini.

Tabel 2.4 Kriteria *Detection*

Effect	Rating	Kriteria
Almost Certain	1	Metode pencegahan sangat efektif. Tidak ada kesempatan penyebab mungkin muncul
Very High	2	Kemungkinan penyebab terjadi sangat rendah
High	3	
Moderately High	4	
Medium	5	Kemungkinan penyebab terjadi bersifat moderat. Metode pencegahan kadang memungkinkan penyebab terjadi
Low	6	
Slight	7	Kemungkinan penyebab terjadi masih tinggi. Metode pencegahan kurang efektif, penyebab masih berulang
Very Slight	8	
Remote	9	Kemungkinan penyebab terjadi sangat tinggi. Metode pencegahan tidak efektif, penyebab selalu berulang
Almost Impossible	10	

Sumber : Muzakkir dkk, 2015

### 2.2.5.3 *Expert Judgement*

Expert Judgement merupakan kumpulan data yang diberikan oleh seorang pakar (expert) terhadap permasalahan teknis di suatu bidang dan waktu tertentu (Meyer dan Booker, 1991). Metode expert judgement sangat efektif digunakan dalam analisa risiko yang mana tidak tersedianya data statistik ataupun data historical kejadian kegagalan pada suatu kegiatan.

Dalam penggunaannya, metode expert judgement dilakukan untuk memenuhi tujuan berikut,

1. Mengestimasi fenomena yang tergolong baru dan sukar untuk dimengerti
2. Memprediksi kejadian dimasa yang akan datang
3. Menentukan apa yang saat ini diketahui, tidak diketahui dan layak untuk dipelajari pada suatu bidang ilmu pengetahuan.

Menurut Meyer dan Booker (1991), melakukan metode expert judgement harus sesuai dengan langkah-langkah sebagai berikut,

1. Menentukan ruang lingkup pertanyaan dan memilih pernyataan yang sesuai. Dalam satu isu dapat mencakup beberapa pertanyaan, dan setiap pertanyaan hanya memiliki satu jawaban.
2. Menyempurnakan pertanyaan. Pemilihan kata-kata yang efektif agar tidak memiliki makna ganda (ambigu)
3. Memilih pakar yang kompeten, dalam hal ini menurut Skjong, et al, 2001, kriteria individu sebagai pakar adalah sebagai berikut,
  - a. Pengalaman dalam melakukan penilaian dan membuat keputusan berdasarkan bukti keahlian
  - b. Reputasi dalam masyarakat
  - c. Ketersediaan untuk berpartisipasi

### **2.2.6 Loadout**

Sebelum beroperasi, anjungan lepas pantai harus dibangun disebuah perusahaan fabrikasi anjungan lepas pantai (*offshore fabrication*). Pada proses fabrikasi terdapat suatu proses dimana anjungan lepas pantai harus dibawa dari *yard* menuju *barge* yang akan membawa bangunan tersebut menuju *site* tempat bangunan akan diinstal. Proses pemindahan tersebut disebut dengan proses *loadout*. *Loadout* adalah proses pemindahan struktur (*deck/platform/module*) ke

atas barge untuk ditransportasikan ke *site* tempat struktur tersebut akan diinstalasi. Proses *loadout* dapat dilakukan dengan 3 (tiga) metode (API RP 2A) diantaranya sebagai berikut :

1. Metode *Launching/Skidding*

Pada proses *skidding*, konstruksi sebuah struktur akan ditarik ke arah *barge*. Struktur akan ditumpu oleh *skidshoe* yang duduk diatas *skidway*. Pada saat *loadout*, struktur diikat dengan *sling* dan ditarik keatas *barge* dengan menggunakan *winch*.



Gambar 2.4 *Skidding System*  
(Sumber: [www.hmc.nl](http://www.hmc.nl))

2. Metode *Dolly/Trailer*

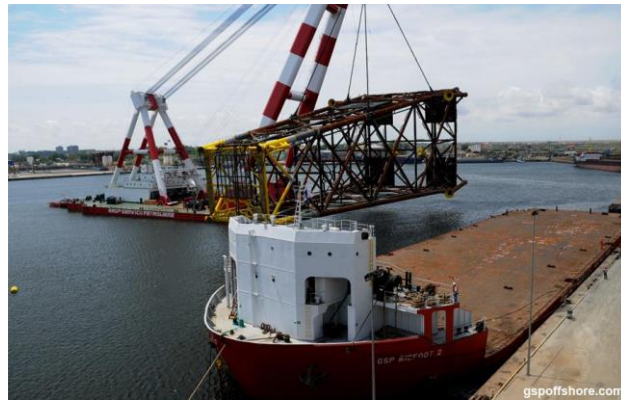
Metode ini disebut juga metode *multiwheel*. Struktur akan ditarik keatas barge dengan menggunakan *dollies* (*multi wheel platform trailer*) atau SPMT sehingga dapat dilakukan di berbagai lokasi karena tidak terikat pada konstruksi *skidway*.



Gambar 2.5 *Deck Struktur* diatas SPMT  
(Sumber: [www.fagioli.it](http://www.fagioli.it))

### 3. Metode *Lifting*

Pada metode ini, struktur akan diangkat oleh *crane* dan diletakkan pada *support* diatas *barge*. Metode ini digunakan untuk struktur dengan ukuran kecil yang kapasitasnya masih dapat diangkat oleh *crane*.



Gambar 2.6 Proses *lifting* menggunakan *crane*  
(Sumber: [www.gspoffshore.com](http://www.gspoffshore.com))

Berdasarkan API RP 2A WSD 21<sup>th</sup> edition, *loadout* harus dilakukan sesuai dengan rencana instalasi dimana memenuhi kondisi lingkungan yang diijinkan selama operasi *loadout*. Sesuai dengan pernyataan tersebut dalam menjalankan proses *loadout*, perencanaan teknis yang baik sangat diperlukan guna terlaksananya pelaksanaan *loadout* yang lancar. Secara garis besar proses pemuatan struktur dari daratan menuju ke *barge* dapat dibagi menjadi 3 tahap diantaranya sebagai berikut :

#### 1. Pемindahan struktur selama di daratan.

Pada saat pemindahan struktur selama di daratan, struktur ditarik dengan *winch* secara perlahan-lahan. Tiap langkah maju struktur tersebut dapat berjalan secara serempak (bagian kiri dan kanan) namun apabila terjadi ketidaksamaan maka harus disamakan dahulu dengan bantuan bulldoser. Keadaan ini terus berlanjut sampai dengan *skidshoes* tepat akan melintasi *transition skid*.

2. Pergeseran struktur saat melintasi *transition skid* sampai ke atas *barge*

Pada langkah struktur melintasi *transition skid*, penarikan dilakukan dengan *winch* melalui *sling*. Pada langkah ini, waktu yang dibutuhkan harus diperhitungkan dengan mempertimbangkan pasang surut air. Karena pasang surut air laut menyebabkan posisi *transition skid* membentuk sudut dengan *jetty*. Pada saat itu bagian *ballast* mulai dioperasikan dan bekerja sama dengan bagian *draft mark* untuk mengontrol tinggi rendahnya sarat. Juga informasi letak dan jumlah *ballast* yang dibutuhkan untuk membentuk keseimbangan sehingga *barge* tetap berada pada posisi rata (*even keel*).

3. Pengikatan struktur di atas *barge* (*tie down* atau *sea fastening*).

Pada saat posisi struktur berada tepat pada posisi yang diinginkan (diatas *barge*), kegiatan penarikan dihentikan dengan *sling* masih tetap pada posisinya untuk menjaga pergeseran struktur tersebut. Kegiatan selanjutnya adalah pemasangan pengikat pada struktur (*tie down supports*).

### 2.2.7 Kecelakaan Kerja pada Pelaksanaan *Loadout*

*Loadout* adalah proses pemindahan struktur (*deck/platform/module*) ke atas *barge* untuk ditransportasikan ke site tempat struktur tersebut akan diinstalasi. *Loadout* merupakan salah satu proses dari serangkaian pelaksanaan pembangunan struktur atau bangunan lepas pantai. Proses *loadout* sangat erat kaitannya dengan pelaksanaan proyek dibidang kelautan.

Dalam menentukan variabel kemungkinan kecelakaan kerja yang terjadi di bidang kelautan, salah satu sumber yang dapat digunakan adalah American Bureau of Shipping (ABS). ABS mengeluarkan *job safety analysis for the marine and offshore industries* pada tahun 2013 untuk membantu menyederhanakan potensi bahaya yang terdapat dari kegiatan di bidang kelautan.

Tabel 2.5 Variabel Kemungkinan Kecelakaan Kerja

Potensi Bahaya (kategori)	Kemungkinan Penyebab	Potensi Konsekuensi
<b>Chemical</b>		
Toksistasitas	Masuk ke ruang hampa dengan gas yang terperangkap Bahan kimia di bawah tekanan (yaitu aerosol) Penimbunan tangki berlebihan Pelepasan bahan kimia beracun yang tidak disengaja <i>Splashing</i> dari bahan kimia terbuka	Cedera <i>Chemical spills</i> Paparan kimia / luka bakar Sakit kepala Mual Pusing Cedera mata Sesak napas Keracunan
Sifat mudah terbakar/ Hal mudah terbakar	Bahan kimia di bawah tekanan (yaitu aerosol) Pelepasan kargo yang mudah terbakar secara tidak disengaja	Cedera Luka bakar Tumpahan Kebakaran dan Ledakan Sesak napas
<b>Energi</b>		
Listrik	Arus / voltase Energi sistem yang tak terduga Kabel yang rusak Gardu listrik kelebihan beban Bagian listrik yang terproteksi Peralatan listrik yang salah Overheating peralatan listrik Kontak dengan konduktor telanjang	Tersengat listrik (tersetrum) Terbakar karena kontak dengan permukaan yang panas (peralatan berenergi yang menimbulkan panas) Timbulnya api Ledakan Kematian
Kebakaran / ledakan	Hidrokarbon volatile atau bahan kimia di ruangan yang panas mempercepat terjadinya kebakaran/ledakan <i>Hazardous cargo breaking free</i> Hidrokarbon dibawah tekanan (missal aerosol) Pembakaran spontan dari kain atau kargo berminyak Tangki bocor yang berdekatan dengan bahan kimia yang mudah terbakar Penyimpanan bahan kimia/ zat berbahaya/ amunisi di kendaraan Pengelasan	Timbulnya api Ledakan Cedera Sesak napas Luka bakar Kematian
Stastup peralatan yang tidak disengaja	Perangkat pengaman dilepas untuk perawatan Isolasi tidak disiapkan	Cedera
UV, IRA, visible light radiation	Paparan sinar matahari Pengelasan Pengecatan Pemotongan plasma	Kulit memerah Kulit terbakar ( <i>sun burns</i> ) Kerusakan mata

Sumber : ABS, 2013



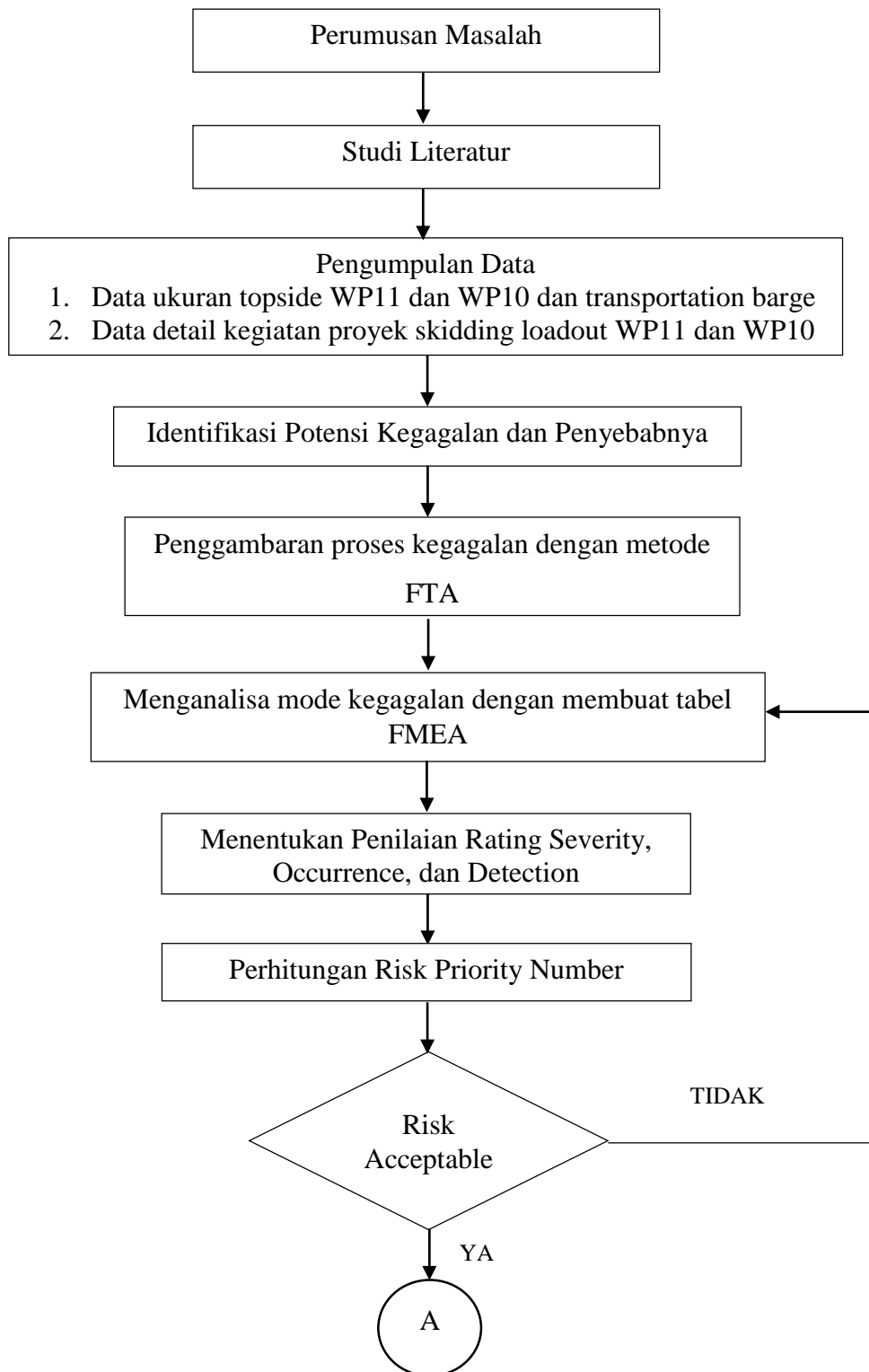
(lanjutan) Tabel 2.5 Variabel Kemungkinan Kecelakaan Kerja

Potensi Bahaya (kategori)	Kemungkinan Penyebab	Potensi Konsekuensi
<b>Physical hazards</b>		
Pergerakan, Jatuh, atau tertimpa material/equipment	Sekat yang rendah Menurunkan objek dari pekerjaan diatas kepala Ada pekerjaan lain ditempat yang lebih tinggi Beban berayun <i>Pipes run</i> pada <i>low level</i> Gerakan kapal yang berlebihan menyebabkan muatan tak terkendali	Cedera (pada mata, kepala, dll) Belitan Tusukan dan goresan Rusaknya property pada <i>equipment</i> Kebocoran pada <i>equipment</i>
Tergelincir dan tersandung	Permukaan yang licin Bukaan dek Permukaan yang tidak rata Puing-puing di dek Tumpahan bahan kimia dan minyak	Cedera
Terjatuh	Lubang terbuka Pekerjaan <i>overhead-rigging, scaffolding, container lashing</i> Mengganti penerangan (lampu) dengan tangga Dek terbuka dan tepiannya tidak terjaga	Cedera Kematian
Pinch point, crushing, dan cut	Operasi <i>line/wire-lifting, throwing, splicing</i> dan sebagainya Bekerja didekat rigging atau equipment Aktivitas pekerja didekat mesin Startup mesin yang tidak disengaja	Cedera Anggota badan yang hilang Kematian
<b>Physical hazards</b>		
Excessive strain/posture	Mengangkat beban yang terlalu berat Bekerja pada lokasi yang berbahaya Gerakan berulang atau postur tubuh yang berkelanjutan	Tegang punggung Kram otot Cedera kaki karena tertimpa objek yang jatuh Cedera mata
<b>Work environment</b>		
Penerangan	Pencahayaan yang tidak memadai Terlalu banyak cahaya Lampu yang menyalnya tidak baik (berkedip-kedip) Bekerja pada waktu gelap (malam hari)	Ketegangan mata Ketidaknyamanan mata termasuk terbakar, robek, kemerahan, dll. Sakit kepala Potensi untuk diserang oleh benda Slip, trips and falls

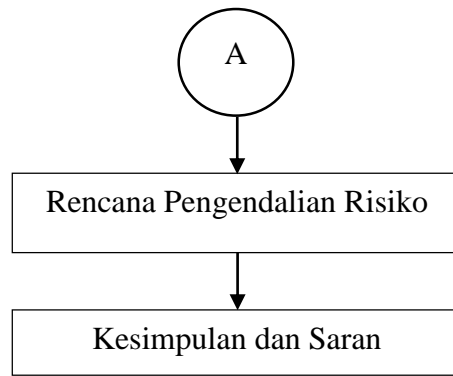
Sumber : ABS, 2013

### BAB III METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Diagram Alir Umum



Gambar 3.1 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir



(lanjutan) Gambar 3.1 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir

### 3.2 Prosedur Penelitian

#### 1. Studi Literatur

Studi dan pengumpulan literature sebagai bahan- bahan referensi dan sumber teori-teori yang berkaitan dan diperlukan dalam penyelesaian penelitian Tugas Akhir ini. Studi literatur ini akan dilakukan dengan mencari, mempelajari, serta memahami laporan tugas akhir, buku-buku, dan jurnal yang berkaitan dengan rumusan masalah tugas akhir ini. Literatur ini juga dapat digunakan sebagai acuan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini. Adapun studi yang diperlukan sebagai berikut:

- a. Studi mengenai analisis risiko dan manajemen keselamatan kerja
- b. Studi mengenai proses *Loadout dengan metode Skidding*
- c. Studi mengenai *Fault Tree Analysis* dan *Failure Mode and Effect Analysis*

#### 2. Pengumpulan Data

Data proyek loadout metode skidding yang diperlukan pada penelitian ini antara lain :

- a. Data struktur topside yang telah melalui tahap konstruksi

Tabel 3.1 Data Struktur WP11 dan WP10 Topside

WP11 dan WP10 Topside Data	
Factored Weight (MT)	1.480
Structure Width (m)	34.966
Structure Length (m)	28.216
Structure Height (m)	18.450

- b. Data barge yang akan digunakan sebagai alat transportasi topside menuju tempat struktur akan diinstall.

Tabel 3.2 Data Barge

Parameter	Ukuran	Unit
Length	100.584	m
Width	30.480	m
Depth	6.100	m

- c. Data prosedur yang dilakukan pada kegiatan loadout dengan metode skidding. Pada proyek loadout metode skidding, dibagi menjadi 4 (empat) kegiatan utama. Kegiatan tersebut antara lain persiapan pada struktur dan skidding surface, barge preparation, loadout operation, dan post loadout activity.

### 3. Analisa Data Penelitian

a. Tahap FTA (*Fault Tree Analysis*)

Pada tahap ini, dilakukan suatu identifikasi potensi kegagalan yang mungkin terjadi pada pelaksanaan proyek loadout. Identifikasi dilakukan dengan menentukan kemungkinan kegiatan yang mengalami kegagalan dan uraian penyebabnya yang berdampak pada keselamatan kerja. Dari identifikasi tersebut, selanjutnya akan digambarkan prosesnya melalui Diagram Fault Tree.

Kejadian-kejadian yang memungkinkan menyebabkan terjadinya kegagalan pada top event akan diteliti lebih lanjut sampai ke penyebab dasarnya (basic event). Basic event yang ditemukan merupakan mode kegagalan yang selanjutnya akan ditentukan tingkat kekritisannya (yang paling dominan) pada analisa dengan metode FMEA.

b. Tahap FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*)

1. Melakukan analisa dampak (kecelakaan kerja) dan proses control dari mode kegagalan yang teridentifikasi pada tahap FTA.
2. Melakukan penilaian severity (S), occurrence (O), dan detection (D) pada setiap mode kegagalan yang teridentifikasi. Penilaian ini dilakukan dengan cara penyebaran kuisisioner kepada narasumber yang telah berpengalaman dalam pelaksanaan loadout.
3. Menentukan tingkat kepentingan resiko (RPN) dengan menghitung RPN sebagai berikut :

$$\text{RPN} = \text{probability} \times \text{severity} \times \text{detection}$$

#### **4. Pengendalian Risiko**

Upaya untuk meminimalisasi risiko ini dilakukan dengan menerapkan langkah-langkah yang diarahkan pada hasil penilaian data yang diperoleh dari proses analisa risiko. Hal ini dilakukan dengan cara mengembangkan opsi-opsi dan menentukan aksi untuk menambah kesempatan dan mengurangi ancaman terhadap tujuan proyek. Pada penelitian kali ini dilakukan pengendalian risiko dengan menggunakan teknik reduksi risiko (mitigasi) yang meliputi tindakan-tindakan yang dapat dilakukan untuk mengurangi peluang terjadinya risiko kecelakaan kerja pada pelaksanaan loadout metode skidding.

#### **5. Kesimpulan dan Saran**

Dari penelitian yang dilakukan, akan didapatkan kesimpulan untuk mempermudah pembaca dalam menemukan hasil penelitian analisa risiko yang telah dilakukan. Selain itu saran yang diberikan oleh peneliti akan bermanfaat bagi pembaca maupun bagi peneliti selanjutnya.

## BAB IV

### ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

Data-data yang digunakan dalam penelitian kali ini meliputi *schedule loadout* WP11 dan WP10 *Topside*. Setelah data-data tersebut diperoleh, akan dilakukan identifikasi dan analisa data. Analisa pada Tugas Akhir ini dilakukan dengan mengidentifikasi mode kegagalan pada pelaksanaan proyek *loadout* metode *skidding* WP11 dan WP10 *Topside* yang dapat menyebabkan terjadinya kecelakaan kerja dengan metode FTA (*Fault Tree Analysis*). Kemudian dilanjutkan dengan melakukan penilaian risiko menggunakan metode FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) untuk menentukan risiko yang paling dominan menyebabkan kecelakaan kerja.

#### 4.1 WP11 dan WP10 Topside

WP11 dan WP10 *Topside* terdiri dari dua (2) *primary levels* yaitu *upper deck* dengan TOS EL (+) 24.30 M dan *lower deck* dengan TOS EL (+) 18.00 M serta terdapat *vent boom* 42 M (true length) yang telah terinstal. Selain dua *primary levels* tersebut, terdapat juga *mezzanine deck* dengan TOS EL (+) 20.74 M dan 20.43 M serta *sump deck* dengan TOS EL (+) 14.70 M.

Tabel 4.1 Data Struktur WP11 dan WP10 Topside

WP11 dan WP10 Topside Data	
Factored Weight (MT)	1.480
Structure Width (m)	34.966
Structure Length (m)	28.216
Structure Height (m)	18.450

Pada kegiatan ini akan dilakukan proses *loadout* untuk WP11 *Topside* dan kemudian dilanjutkan dengan *loadout* untuk WP10 *Topside*. Pada pelaksanaan *loadout* metode *skidding*, *topside* akan ditumpu oleh *skidshoe* yang duduk diatas *skidway*. WP11 maupun WP10 *topside* ditumpu oleh 4 (empat) *skidshoe* diatas *skidway*. Material *skidshoe* adalah *timber* lokal (*Shorea spp*) yang sesuai dengan struktur baja. Berikut merupakan spesifikasi dari *timber* tersebut,

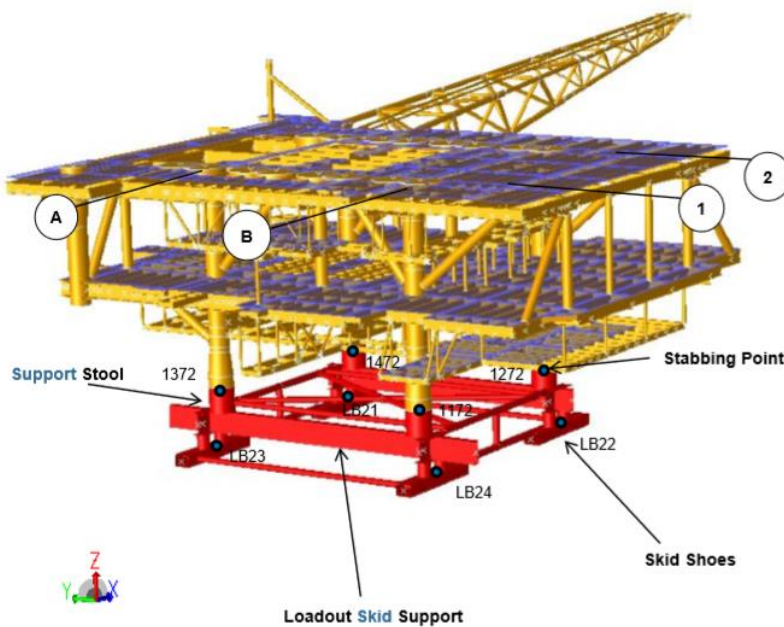
<i>Name of Timber</i>	: Damar Laut
<i>Timber Class</i>	: I
<i>Proven compressive stress (<math>\sigma_c</math>)</i>	: 646.25 kg/cm <sup>2</sup>
<i>Specific gravity (Y), based on test</i>	: 1.00
<i>Allowable compressive stress (<math>\sigma_{all}</math>)</i>	: 40 Y = 40 kg/cm <sup>2</sup>
<i>Allowable shear stress (<math>\tau_s</math>)</i>	: 20 Y = 20 kg/cm <sup>2</sup>

Keempat *skidshoe* tersebut terhubung dengan struktur *skidframe*. Jenis *skidshoe* yang akan digunakan adalah sebagai berikut,

*Skidshoe* pada Row-1 : 2EA 6 m length

*Skidshoe* pada Row-2 : 2EA 6 m length

Berikut merupakan gambar *isometric topside* dilengkapi dengan *skidshoe*,



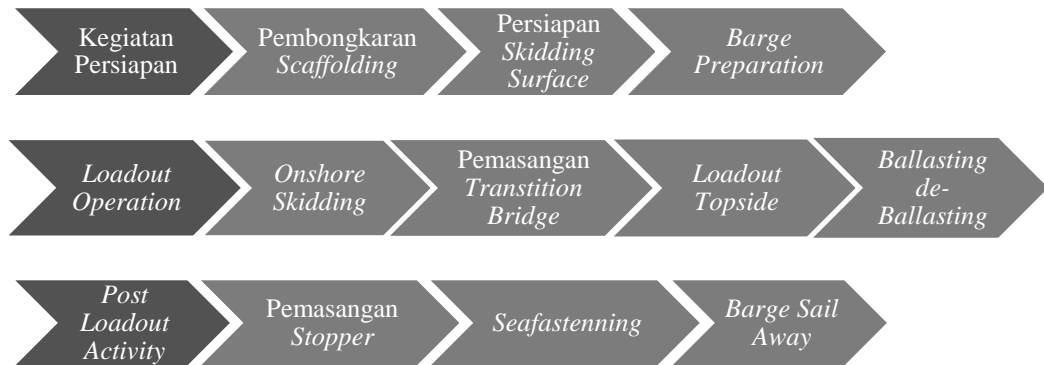
Gambar 4.1 *Isometric view of WP11 Topside*

(sumber: PT. XXX)

#### 4.2 Uraian Kegiatan *Loadout* WP11 dan WP10 *Topside*

Pada pelaksanaan *loadout* WP11 dan WP10 *topside*, terdapat beberapa pekerjaan yang harus dilakukan, diantaranya adalah *preparation* material and *equipment*, *barge preparation*, *loadout operation*, dan *post loadout activity*.

Untuk proses pekerjaan yang harus dilakukan dapat dilihat pada diagram alir berikut,



Gambar 4.2 Diagram Alir Kegiatan *Loadout*

Untuk detail pekerjaan yang dilakukan dalam proses *loadout* metode *skidding* akan diuraikan lebih detail pada uraian dibawah.

#### 4.2.1 *Preparation Material and Equipment*

Sebelum di *loadout*, struktur *topside* yang telah melalui tahap fabrikasi harus disiapkan terlebih dahulu. Semua peralatan dan material yang telah tidak digunakan lagi akan dilepas agar tidak membahayakan saat proses *loadout*. Selain struktur yang akan di *loadout*, *skidding surface* juga harus dibersihkan agar tidak menghambat saat proses *loadout*.

#### 4.2.2 *Barge Preparation*

Ketika tiba di lokasi *loadout*, *barge* akan ditambatkan disamping Jetty-1 dan kemudian ada beberapa pekerjaan yang harus dilakukan dan beberapa hal yang harus disiapkan sebelum melakukan proses *loadout* untuk WP11 dan WP10 *Topside*. Setelah menyelesaikan semua pekerjaan tersebut, *barge* akan dipindahkan pada posisi yang telah ditentukan untuk proses *loadout*.

Detail uraian kegiatan akan dijelaskan pada tabel berikut,



Tabel 4.2 Kegiatan *barge preparation* untuk *loadout* WP11 dan WP10 *Topside*

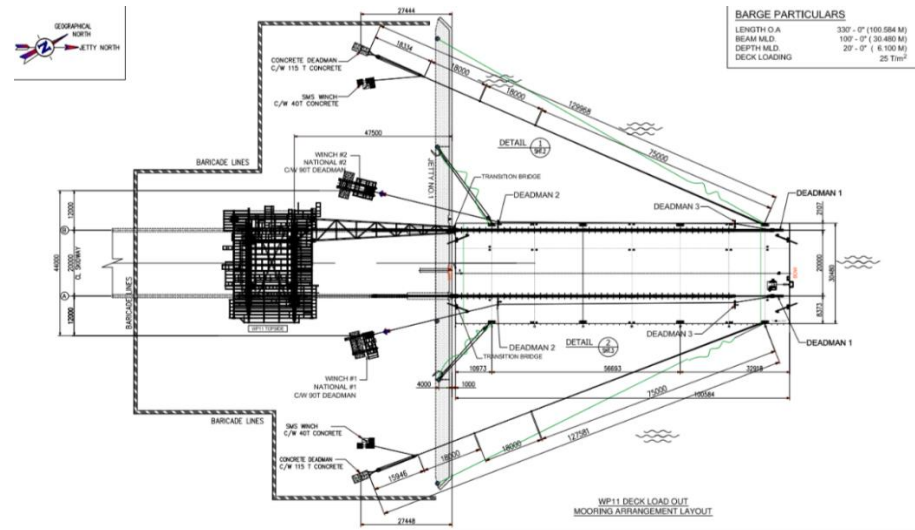
Jenis Pekerjaan	Uraian Kegiatan
<b>Barge Arrival Preparation</b>	<i>Barge</i> tiba di perusahaan fabrikasi - Ditambatkan di Jetty-1 ( <i>Longside Position</i> )
	<i>Open mainholes</i> dan <i>gas free check</i> - Kandungan gas diatas <i>barge</i> harus aman untuk pekerja di <i>barge</i>
	<i>Install gangway</i> - Untuk akses pekerja ke <i>barge</i>
	<i>Install handrails</i> - Dipasang disisi <i>barge</i> agar pekerja lebih aman bekerja diatas <i>barge</i>
	<i>Install ballast pump on barge</i> - <i>External pump</i> diinstal untuk proses <i>ballasting</i> selama <i>loadout</i>
	<i>Install generator set, electrical power panel, dan lighting</i> - Sebagai keperluan agar pekerja dapat melakukan pekerjaan diatas <i>barge</i>
	<i>Loading material for loadout</i> - <i>Skidbeam</i> - <i>Seafastening</i> material (pengikat <i>Topside</i> saat berada diatas <i>barge</i> )
	<i>Ballasting</i> - Untuk menjaga kestabilan <i>barge</i>
	<i>Installation of skidbeam</i> - <i>Fit up</i> (penyambungan beam) - Pengelasan <i>skid beam</i> untuk pemasangan diatas <i>barge</i>
	<i>Install wire mooring and deadman for pulling</i> - Untuk penarikan <i>Topside</i> dari area fabrikasi menuju <i>barge</i>
<b>Barge Preparation after pitching position</b>	<i>Pitching turn</i> - <i>Barge</i> dipindahkan pada posisi yang ditentukan untuk proses <i>loadout</i>
	<i>Mooring installation</i> - Untuk menambat <i>barge</i> supaya tetap pada posisinya saat proses <i>loadout</i>
	<i>Install stopper for skidding</i> - Untuk menandai posisi terakhir <i>Topside</i> diatas <i>barge</i>

#### 4.2.3 Loadout Operation

Beberapa persiapan baik pada struktur yang akan *diloadout* maupun pada *barge* harus dipastikan bahwa semua telah sesuai dengan perencanaan sebelum dimulainya proses *loadout*.

Operasi *loadout* akan lebih baik dimulai ketika air laut dalam keadaan pasang. Sebelum sampai diatas *barge* WP11 dan WP10 *Topside* diatas *skidway* akan ditarik mendekati *barge* kemudian melewati

transition bridges untuk sampai keatas barge. Untuk mempertahankan kedataran barge akan dilakukan ballast atau de-ballast pada barge.



Gambar 4.3 WP11 Topside Loadout Plan  
(Sumber: PT. XXX)

Berikut detail uraian kegiatan yang harus dilakukan pada loadout operation WP11 dan WP10 Topside.

Tabel 4.3 Uraian kegiatan WP11 dan WP10 loadout operation

Jenis Pekerjaan	Uraian Kegiatan
<b>WP11 Loadout Operation</b>	<i>Rigging installation for onshore skidding</i> - Instalasi perlengkapan rigging untuk onshore skidding sesuai dengan perencanaan
	<i>Ballasting pump test</i> - Persiapan pompa dan perlengkapan lainnya untuk proses ballasting
	<i>Onshore skidding</i> - WP11 Topside ditarik dari area fabrikasi menuju tepi/bibir Jetty-1 sebelum dipindahkan ke barge
	<i>Install transision bridge</i> - Untuk menghubungkan onshore skidways dengan skidbeam yang ada di barge
	<i>Re-rigging installation for loadout skidding</i> - Instalasi perlengkapan rigging untuk loadout sesuai dengan perencanaan
	<i>Loadout Topside</i> - WP11 Topside ditarik keatas barge melewati transition bridge - Dilakukan ballast atau de-ballast untuk mempertahankan kestabilan barge

(lanjutan) Tabel 4.3 Uraian kegiatan WP11 dan WP10 *loadout operation*

<b>Jenis Pekerjaan</b>	<b>Uraian Kegiatan</b>
<b>WP11 Post Loadout Activity</b>	<i>Install stoppers for skidshoes after loadout</i> - <i>Stoppers</i> dipasang disetiap sisi <i>skidshoes</i> - Untuk menjaga agar <i>Topside</i> tidak tergelincir saat diatas <i>barge</i>
	<i>Tie down dan seafastening actifity</i> - Pemasangan struktur pengikat <i>Topside</i> diatas <i>barge</i> - Agar <i>Topside</i> tidak bergerak ataupun tergelincir
<b>WP10 Loadout Operation</b>	<i>Rigging installation for onshore skidding</i> - Instalasi perlengkapan <i>rigging</i> untuk <i>onshore skidding</i> sesuai dengan perencanaan
	<i>Onshore skidding</i> - WP10 <i>Topside</i> ditarik dari area fabrikasi menuju tepi/bibir Jetty-1 sebelum dipindahkan ke <i>barge</i>
	<i>Install transisition bridge</i> - Untuk menghubungkan <i>onshore skidways</i> dengan <i>skidbeam</i> yang ada di <i>barge</i>
	<i>Install transisition bridge</i> - Untuk menghubungkan <i>onshore skidways</i> dengan <i>skidbeam</i> yang ada di <i>barge</i>
	<i>Loadout Topside</i> - WP10 <i>Topside</i> ditarik keatas <i>barge</i> melewati <i>transition bridge</i> - Dilakukan <i>ballast</i> atau <i>de-ballast</i> untuk mempertahankan kestabilan <i>barge</i>
<b>WP10 Post Loadout Activity</b>	<i>Install stoppers for skidshoes after loadout</i> - <i>Stoppers</i> dipasang disetiap sisi <i>skidshoes</i> - Untuk menjaga agar <i>Topside</i> tidak tergelincir saat diatas <i>barge</i>
	<i>Tie down dan seafastening actifity</i> - Pemasangan struktur pengikat <i>Topside</i> diatas <i>barge</i> - Agar <i>Topside</i> tidak bergerak ataupun tergelincir

#### 4.2.4 Post Loadout Activity

Setelah proses loadout WP11 dan WP10 *topside* selesai dilakukan, terdapat beberapa kegiatan yang harus dilakukan. Beberapa persiapan baik pada struktur maupun pada *barge* harus dipastikan bahwa semua telah sesuai dan telah siap untuk *barge* menuju lokasi struktur akan diinstal

Berikut kegiatan yang harus dilakukan proses *loadout* WP11 dan WP10 *Topsite* selesai dilakukan.

Tabel 4.4 Kegiatan post loadout activity WP11 dan WP10 *Topsite*

Jenis Pekerjaan	Uraian Kegiatan
WP11 and WP10 post loadout activity	<i>Dismantling of unused skidbeam</i> - Membongkar atau melepas <i>skidbeam</i> pada barge yang tidak dipakai
	<i>Dismantling mooring equipment</i> - Melepaskan peralatan <i>mooring</i>
	<i>Barge turning for longside position</i> - Untuk persiapan <i>sail away</i>
	<i>Install towing line for sail away</i> - Barge akan ditarik oleh <i>tugboat</i>
	<i>Remove ballast pump dan temporary access platform</i> - Melepas peralatan yang diinstal pada saat <i>barge preparation</i> yang sudah tidak digunakan
	<i>Sail away</i> - Dilakukan pengecekan terakhir mengenai persiapan <i>sail away</i> - Barge ditarik <i>tugboat</i> menuju <i>Zawtika field</i>

### 4.3 Analisa dengan Metode FTA

#### 4.3.1 Identifikasi Potensi Kecelakaan

Sebelum menyusun pohon kegagalan, langkah pertama dari penelitian kali ini adalah dengan melakukan identifikasi kecelakaan yang mungkin terjadi pada proses *loadout* dengan metode *skidding*. Sesuai dengan data proses pekerjaan yang telah diuraikan, terdapat beberapa kegiatan yang berpotensi menimbulkan kecelakaan. Terjadinya kecelakaan tersebut tentunya disebabkan oleh beberapa factor. Selain itu, terjadinya kecelakaan pada rangkaian kegiatan *loadout* akan menimbulkan dampak bagi kesehatan dan keselamatan pekerja.

Identifikasi kecelakaan dilakukan dengan melakukan diskusi langsung dengan responden yang telah berpengalaman dalam kegiatan *loadout* bangunan lepas pantai. Berikut merupakan identifikasi potensi kecelakaan beserta penyebabnya yang mungkin terjadi berdasarkan proses pelaksanaan *loadout* metode *skidding* yang telah diuraikan sebelumnya,

Tabel 4.5 Identifikasi Penyebab Kecelakaan *Loadout* Metode *Skidding*

<i>Top Event</i>	<b>Event (Potensi Kecelakaan)</b>	<b>Potensi Penyebab Kecelakaan</b>
Kecelakaan <i>Loadout Skidding</i>	Kecelakaan pelepasan <i>scaffolding</i>	Rusak dan jatuhnya material <i>scaffolding</i>
		Pijakan pekerja basah/licin
	Kecelakaan persiapan <i>skidding surface</i>	Kesalahan penggunaan peralatan kerja
		Lokasi kerja licin dan banyak material dan peralatan berserakan
	Kecelakaan instalasi <i>gangway</i>	<i>Walkway</i> buruk
		<i>Walkway</i> tergenang air
	Kecelakaan instalasi <i>handrail</i>	Kesalahan ukuran material
		Kecelakaan saat pengelasan
		Kondisi dek <i>barge</i> yang licin
	Kecelakaan instalasi kelistrikan	Kerusakan tangga untuk memasang penerangan
		Konduktor terbuka
		Penataan kabel yang tidak rapi
		Kesalahan lokasi pemasangan penerangan
	Kecelakaan instalasi <i>wire</i>	<i>Startup</i> mesin diluar perintah
		<i>Wire</i> putus
	Kecelakaan instalasi system <i>ballast</i>	Kecelakaan pengelasan
		<i>Ballast tank</i> yang terbuka
		Material dan peralatan kerja yang berserakan
	Kecelakaan instalasi <i>skidbeam</i>	Kecelakaan pengelasan
		Material dan peralatan yang berserakan
Kecelakaan <i>Onshore Skidding</i>	<i>Startup</i> mesin diluar perintah	
	<i>Winch</i> tergelincir	
	<i>Wire</i> putus	
Kecelakaan <i>ballasting de-ballasting</i>	Tanki <i>ballast</i> yang terbuka	
	Gerakan <i>barge</i> tidak terkendali	

(lanjutan)

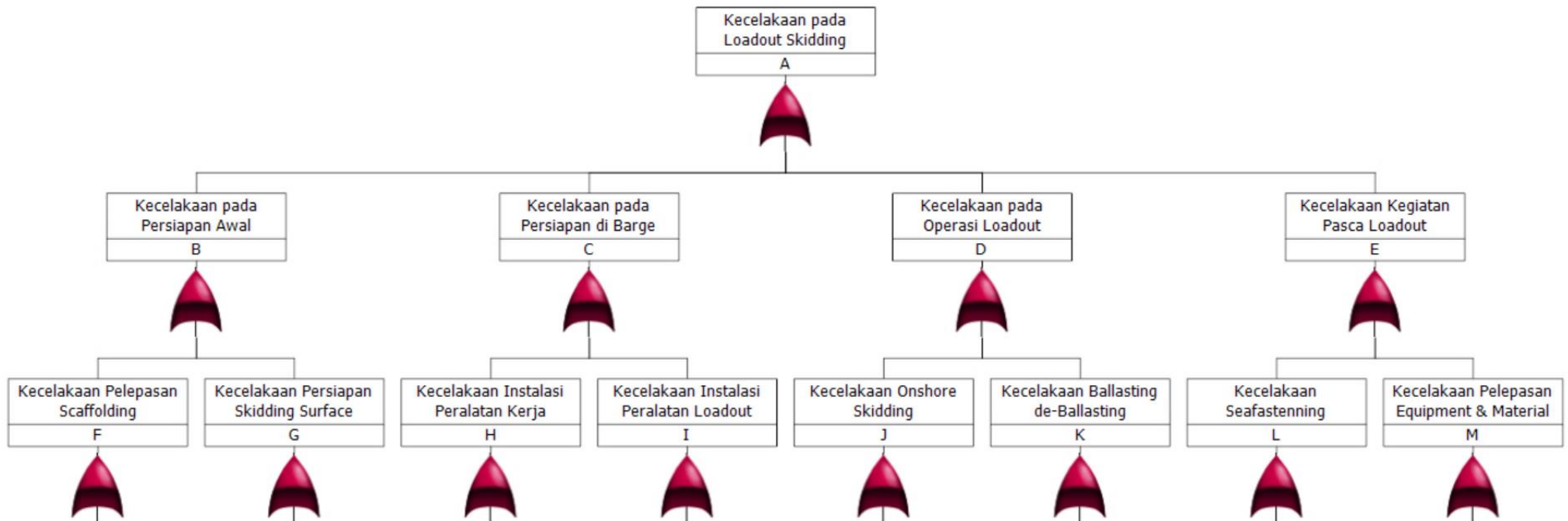
Tabel 4.5 Identifikasi Penyebab Kecelakaan Loadout Metode Skidding

<i>Top Event</i>	<i>Event (Potensi Kecelakaan)</i>	<b>Potensi Penyebab Kecelakaan</b>
	Kecelakaan <i>seafastening</i>	Kecelakaan pengelasan pemasangan <i>stopper</i>
		Putusnya struktur pengikat topside
	Kecelakaan pembongkaran <i>unused skidbeam</i>	Kecelakaan saat pemotongan
		Peletakan material dan peralatan yang berserakan
	Kecelakaan pelepasan <i>temporary access</i>	Rusak dan jatuhnya material dan peralatan
		Kecelakaan saat pemotongan
	Kecelakaan pelepasan <i>mooring</i>	Gerakan <i>barge</i> tidak terkendali
		<i>Mooring chain</i> putus dan berserakan
		Permukaan kerja basah dan licin

#### 4.3.2 Penggambaran Diagram *Fault Tree*

Setelah mengidentifikasi potensi kecelakaan, selanjutnya akan dilakukan analisa dengan menggunakan metode FTA (*Fault Tree Analysis*). FTA menganalisa hubungan antara potensi kecelakaan pada proses *loadout* metode *skidding* dengan factor yang menyebabkan kecelakaan tersebut terjadi. *Top event* atau kejadian puncak akan dianalisa hingga *lowest level* yang disebut *basic event*. Setelah penggambaran diagram *fault tree*, selanjutnya akan ditentukan *cut set* dan *minimal cut set*. Menurut Sinaga (2014), *cut set* merupakan serangkaian *basic event* pada diagram *fault tree*, sedangkan *minimal cut set* adalah *set* minimal yang dapat menyebabkan kegagalan pada suatu system.

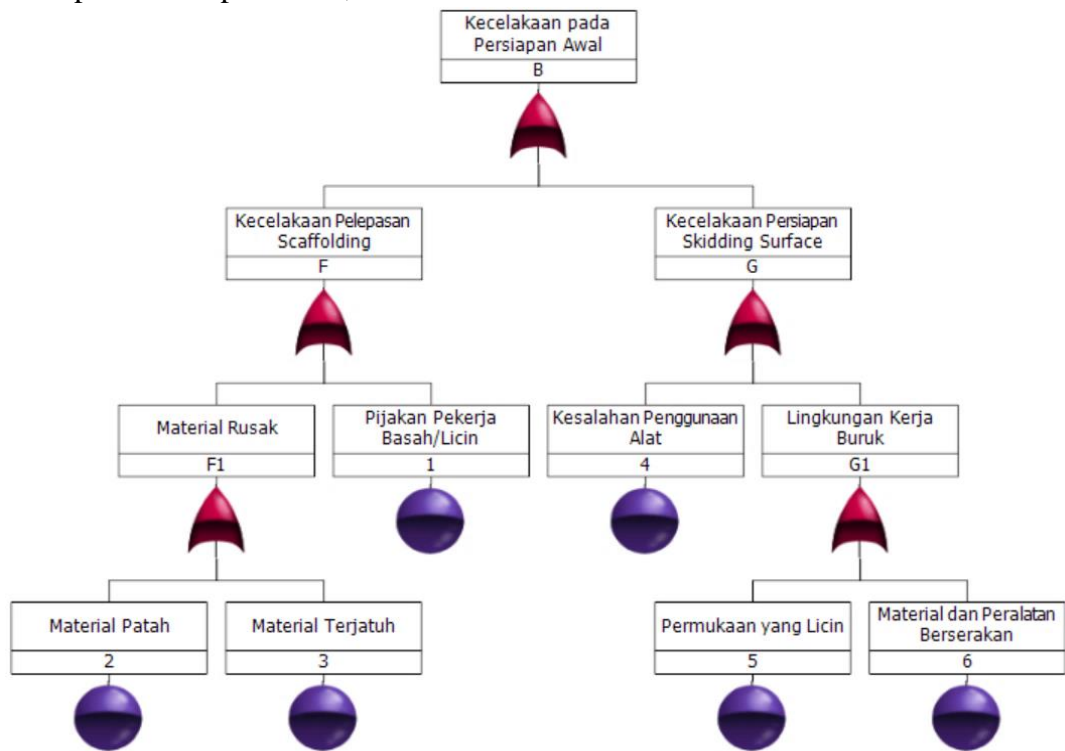
Berikut uraian *Fault Tree Analysis* dari kegagalan proses *loadout* dengan metode *skidding*,



Gambar 4.4 Diagram *Fault Tree* Kecelakaan *Loadout* Metode *Skidding*

Diagram *Fault Tree* diatas menunjukkan hubungan antara *top event* yaitu Kegagalan *Loadout* Metode *Skidding* dengan *event* dari masing-masing *intermediate event*. Penggambaran diagram tersebut mengacu pada hasil identifikasi kecelakaan yang telah dilakukan sebelumnya. Selanjutnya akan digambarkan struktur proses terjadinya kecelakaan pada *event* sampai pada *lowest level* atau *basic event*.

Berikut penggambaran diagram *Fault Tree* untuk Kecelakaan pada Persiapan Awal,



Gambar 4.5 Diagram *Fault Tree* Kecelakaan Persiapan Awal

Dari diagram *Fault Tree* diatas dapat diketahui bahwa pada *event* Kecelakaan pada Pelepasan *Scaffolding* memiliki tiga *basic event* diantaranya adalah material *scaffolding* yang patah, terjatuhnya material *scaffolding* baik yang mengalami kerusakan ataupun jatuh pada saat pembongkaran, dan pijakan pekerja yang basah dan licin saat melakukan pembongkaran *scaffolding*. Sementara itu, pada *event* Kecelakaan Persiapan *Skidding Surface* juga memiliki tiga *basic event*. *Basic event* pada *event* Kecelakaan Persiapan *Skidding Surface* antara lain kesalahan penggunaan alat saat menggali dan membersihkan



skidding surface dari tanah dan material lain, permukaan kerja yang licin, dan material dan peralatan yang berserakan dilokasi kerja.

Daftar *basic event* pada Kecelakaan Pelepasan *Scaffolding* dan Kegagalan Persiapan *Skidding Surface* adalah sebagai berikut,

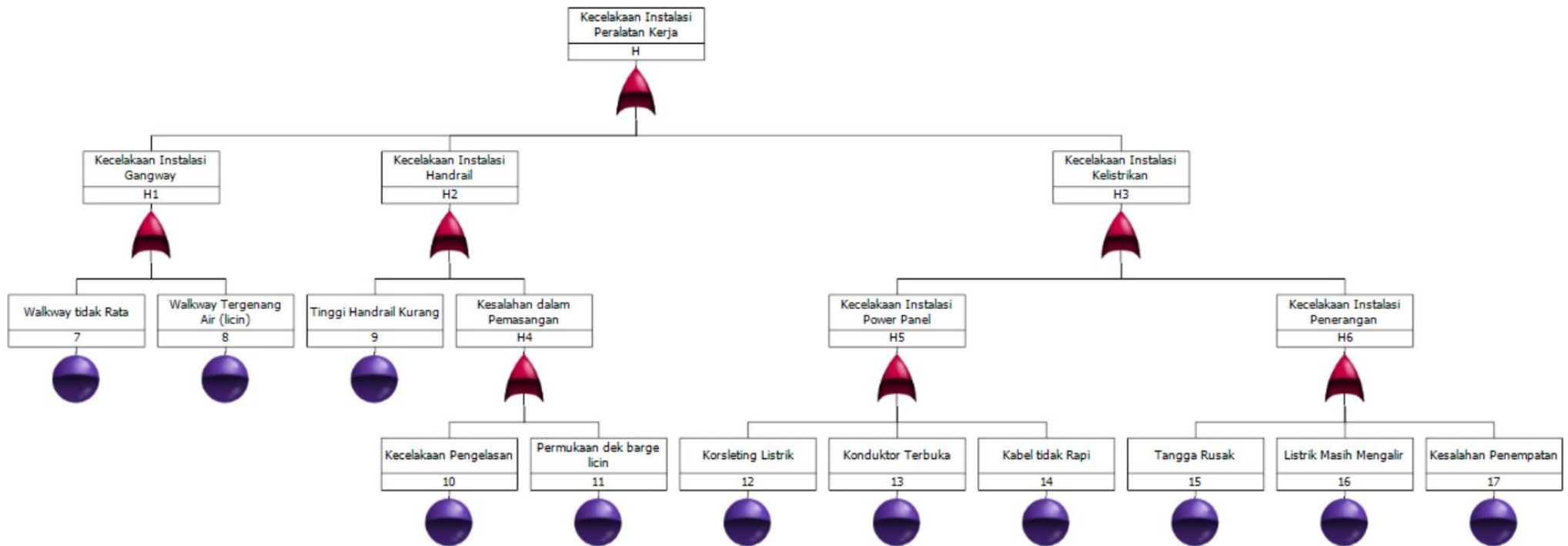
Tabel 4.6 Basic Diagram *Fault Tree* Kecelakaan pada Persiapan Awal

<b>Kode</b>	<b><i>Basic Event</i></b>
1	Pijakan pekerja basah/licin
2	Material patah
3	Material terjatuh
4	Kesalahan penggunaan alat
5	Permukaan yang licin
6	Material dan peralatan berserakan

Selanjutnya dari Kecelakaan Persiapan di *Barge* memiliki dua *event* yang masing-masing akan digambarkan proses kecelakaannya melalui diagram *Fault Tree*. *Event* tersebut diantaranya adalah kecelakaan instalasi peralatan kerja di *barge* dan juga kecelakaan instalasi peralatan *loadout* di *barge*.

Dari diagram *fault tree* kecelakaan instalasi peralatan kerja di *barge* didapatkan beberapa *basic event* dari *event* yang terjadi. Yang pertama pada kegagalan instalasi *gangway* terjadi karena *walkway* tidak rata dan kesalahan penempatan yang membuat *walkway* tergenang air dan menjadi licin. Kemudian pada kecelakaan pemasangan *handrail* memiliki tiga *basic event*, diantaranya tinggi *handrail* kurang, kesalahan penempatan, dan kesalahan pada saat pengelasan. Pada kecelakaan pemasangan *power panel* memiliki beberapa *basic event* diantaranya adalah terjadinya korsleting listrik, adanya konduktor terbuka, dan penataan atau penempatan kabel yang tidak rapi ataupun terlalu panjang. Kemudian kecelakaan instalasi penerangan memiliki beberapa *basic event* diantaranya adalah rusaknya tangga yang digunakan untuk pemasangan alat penerangan, terdapat listrik yang masih mengalir, dan kesalahan penempatan lampu atau alat penerang.

Berikut adalah Diagram *Fault Tree* untuk Kecelakaan Instalasi Peralatan Kerja di *barge*,



Gambar 4.6 Diagram *Fault Tree* Kecelakaan Instalasi Peralatan Kerja di *Barge*

Berikut merupakan daftar *basic event* pada Kecelakaan Instalasi Peralatan Kerja di *Barge*,

Tabel 4.7 *Basic event* Diagram *Fault Tree* Kecelakaan Instalasi Peralatan Kerja di *Barge*

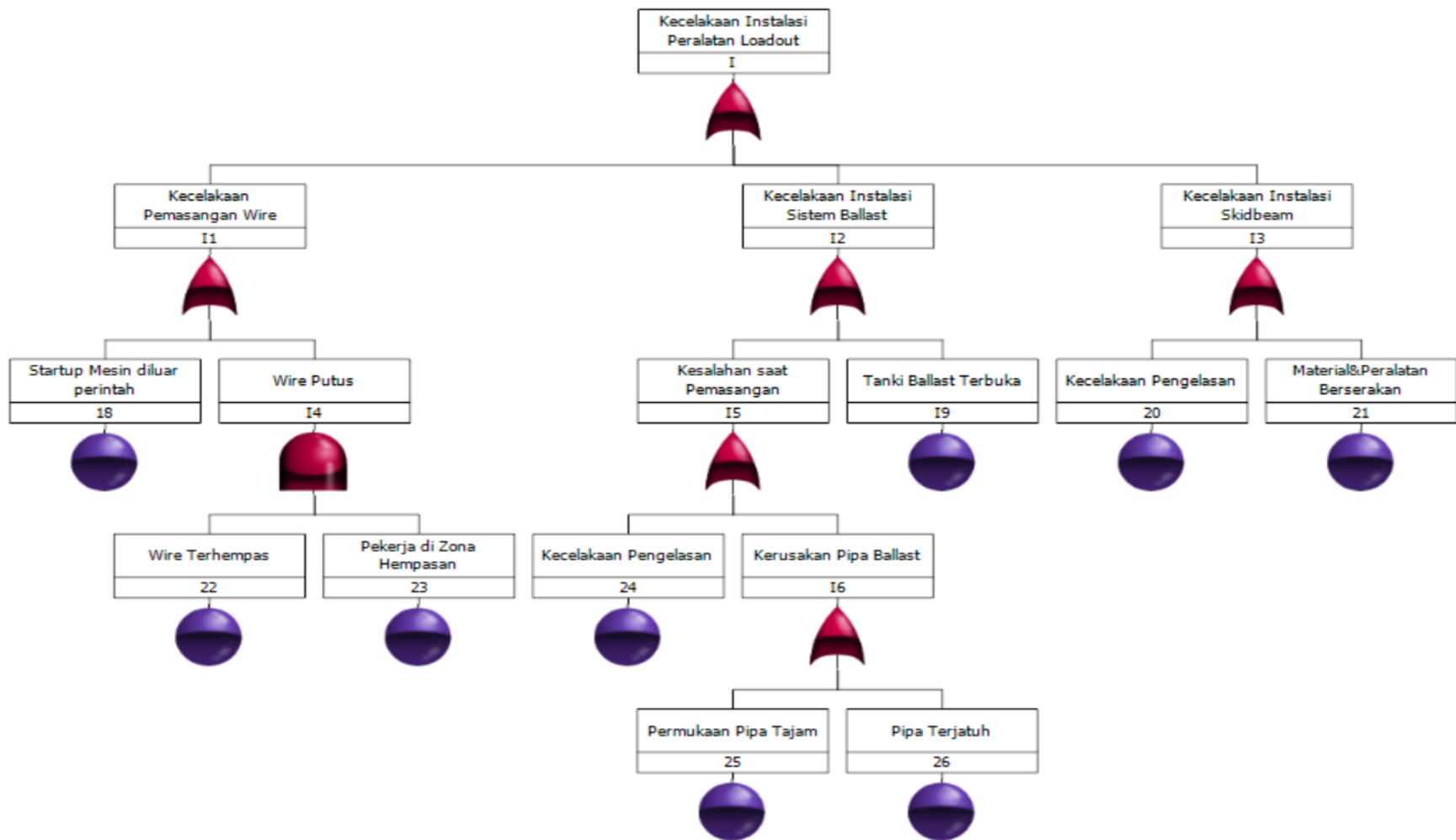
<b>Kode</b>	<b><i>Basic Event</i></b>	<b>Kode</b>	<b><i>Basic Event</i></b>
7	<i>Walkway</i> tidak rata	13	Konduktor terbuka
8	<i>Walkway</i> tergenang air (licin)	14	Kabel tidak rapi
9	Tinggi <i>handrail</i> kurang	15	Tangga rusak
10	Kecelakaan pengelasan	16	Listrik masih mengalir
11	Permukaan dek <i>barge</i> licin	17	Kesalahan penempatan
12	Korsleting listrik		

Selanjutnya akan digambarkan diagram *fault tree* untuk kecelakaan instalasi peralatan *loadout* di *barge*. Pada diagram *fault tree* kecelakaan instalasi peralatan *loadout* di *barge* memiliki beberapa *basic event*. Pada kecelakaan instalasi *wire* untuk penarikan terjadi karena *startup* mesin diluar perintah dan putusnya *wire* ketika diinstal. Kecelakaan pemasangan system *ballast* disebabkan oleh beberapa hal diantaranya tanki *ballast* yang terbuka, kecelakaan pengelasan pipa *ballast*, dan kerusakan pada pipa *ballast*. Kemudian pada kecelakaan instalasi *skidbeam* di *barge* memiliki *basic event* antara lain kecelakaan pengelasan *skidbeam* dan material dan peralatan yang berserakan disekitar lokasi kerja. Selanjutnya daftar *basic event* untuk Kecelakaan Instalasi Peralatan *Loadout* di *Barge* adalah sebagai berikut,

Tabel 4.8 *Basic event* Diagram *Fault Tree* Kecelakaan Instalasi Peralatan *Loadout* di *Barge*

<b>Kode</b>	<b><i>Basic Event</i></b>
18	<i>Startup</i> mesin diluar perintah
22,23	<i>Wire</i> Terhempas dan Pekerja berada di zona hempasan
19	Tanki <i>ballast</i> terbuka
24	Kecelakaan pengelasan pipa <i>ballast</i>
25	Permukaan pipa tajam
26	Pipa terjatuh
20	Kecelakaan pengelasan <i>skidbeam</i>
21	Material dan peralatan berserakan

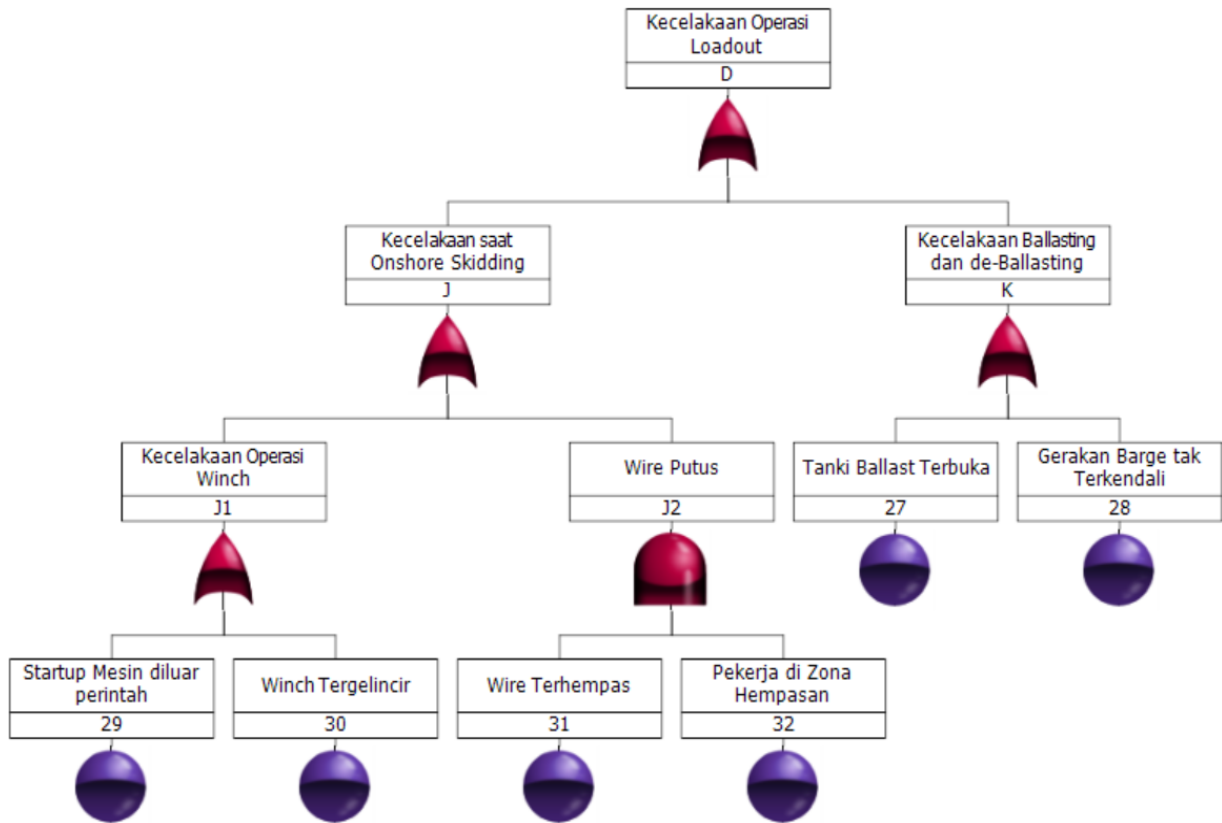
Berikut adalah Diagram *Fault Tree* untuk Kecelakaan Instalasi Peralatan *Loadout* di *barge*,



Gambar 4.7 Diagram *Fault Tree* Kecelakaan Instalasi Peralatan *Loadout* di *Barge*

Setelah kecelakaan instalasi peralatan *loadout* di *barge*, selanjutnya akan dilakukan penggambaran proses kecelakaan dengan diagram *fault tree* untuk kecelakaan pada *loadout operation*. Pada *loadout operation* terdapat dua *event* yaitu kecelakaan *onshore skidding* dan kecelakaan *ballasting de-ballasting*.

Berikut adalah Diagram *Fault Tree* untuk Kecelakaan *Loadout Operation*,



Gambar 4.8 Diagram *Fault Tree* Kecelakaan *Loadout Operation*

Dari diagram *fault tree* untuk kecelakaan *loadout operation*, didapatkan tiga *basic event* dari kecelakaan *onshore skidding*. *Basic event* tersebut antara lain *startup* mesin *winch* diluar perintah, *winch* tergelincir, *wire* terhempas dan pekerja berada di zona hempasan. Kemudian pada kecelakaan *ballasting de-ballasting*, terdapat dua *basic event* yaitu tanki *ballast* terbuka dan gerakan *barge* yang tidak terkendali.

Berikut merupakan daftar *basic event* pada Kecelakaan *Loadout Operation*,

Tabel 4.9 *Basic Event Diagram Fault Tree* Kecelakaan *Loadout Operation*

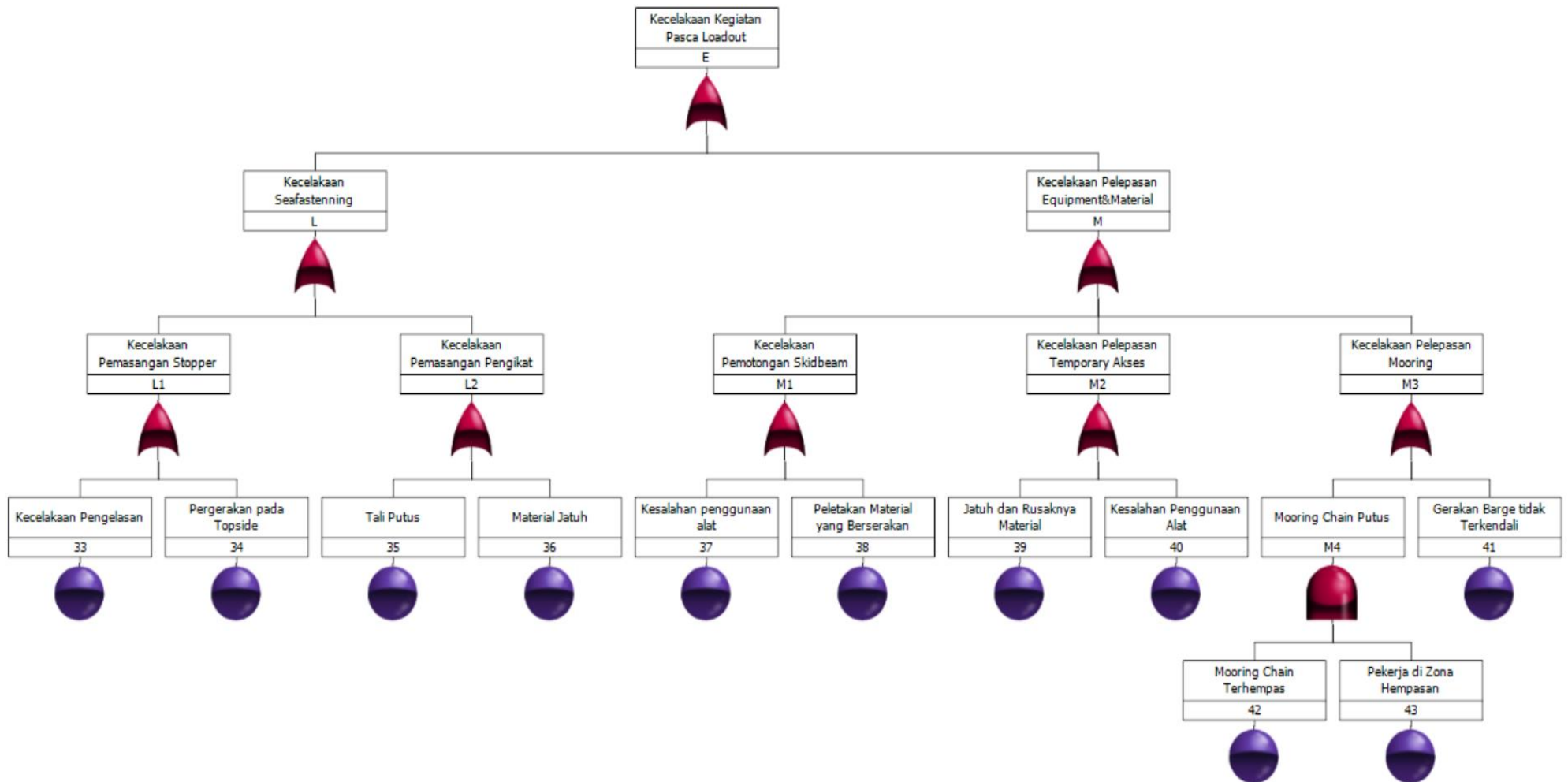
<b>Kode</b>	<b><i>Basic Event</i></b>
29	<i>Startup</i> mesin diluar perintah
30	<i>Winch</i> tergelincir
31.32	<i>Wire</i> terhempas dan pekerja berada di zona hempasan
27	Tanki <i>ballast</i> terbuka
28	Gerakan <i>barge</i> tak terkendali

Kemudian yang terakhir adalah penggambaran diagram *fault tree* untuk Kecelakaan Kegiatan *Pasca Loadout*.

Dari diagram *fault tree* kecelakaan kegiatan *pasca loadout*, dapat diketahui bahwa diagram tersebut memiliki beberapa *basic event*. Yang pertama, pada kecelakaan pemasangan *stopper* untuk *topside* memiliki *basic event* kecelakaan saat pengelasan dan terjadinya pergerakan pada *topside*. Kemudian pada kecelakaan pemasangan struktur pengikat memiliki *basic event* putusnya tali pengikat dan terjatuhnya material maupun peralatan lain.

Selanjutnya kecelakaan pemotongan *skidbeam* terjadi karena kesalahan penggunaan peralatan saat melakukan pembongkaran, terjadinya kerusakan pada material, dan peletakan material dan peralatan yang berserakan dilokasi kerja. Selain itu, pada *event* kecelakaan pelepasan *temporary* akses dan kecelakaan pelepasan *mooring* masing-masing memiliki dua *basic event*. Kecelakaan pelepasan *temporary* akses memiliki *basic event* jatuh dan rusaknya material dan kesalahan penggunaan peralatan untuk melepas material. Kecelakaan pelepasan *mooring* memiliki *basic event* *mooring chain* terhempas dan pekerja berada di zona hempasan, dan gerakan *barge* yang tidak terkendali.

Berikut adalah Diagram *Fault Tree* untuk Kecelakaan Kegiatan *Pasca Loadout*,



Gambar 4.9 Diagram *Fault Tree* Kecelakaan Kegiatan *Pasca Loadout*

Daftar *basic event* pada diagram *fault tree* Kecelakaan Kegiatan *Pasca Loadout* sebagai berikut,

Tabel 4.10 *Basic Event* Diagram *Fault Tree* Kecelakaan Kegiatan *Pasca Loadout*

Kode	<i>Basic Event</i>
33	Kecelakaan pengelasan
34	Adanya pergerakan pada <i>Topside</i>
35	Tali putus
36	Material jatuh
38	Peletakan material yang berserakan
37	Kesalahan penggunaan alat pembongkaran <i>skidbeam</i>
39	Jatuh dan rusaknya material
40	Kesalahan penggunaan alat pelepasan <i>temporary</i> akses
42,43	<i>Mooring chain</i> terhempas dan pekerja berada di zona hampasan
41	Gerakan <i>barge</i> yang tak terkendali

#### 4.3.3 Perhitungan Probabilitas

Setelah penggambaran diagram *fault tree*, selanjutnya akan dilakukan penilaian probabilitas pada *basic event*. Penilaian probabilitas pada *basic event* dilakukan untuk perhitungan probabilitas sampai ke *top event*. Penilaian probabilitas dilakukan dengan metode *expert judgement* melalui pengisian kuisioner oleh responden yang telah berpengalaman dalam penanganan proyek serupa. Dalam pemberian penilaian probabilitas diberikan kriteria probabilitas dengan skala 1 sampai 5 sesuai dengan hasil diskusi dengan responden dan mengacu pada DNV RP H101 dan referensi lain seperti pada tabel berikut,

Tabel 4.11 Kriteria Penilaian Probabilitas

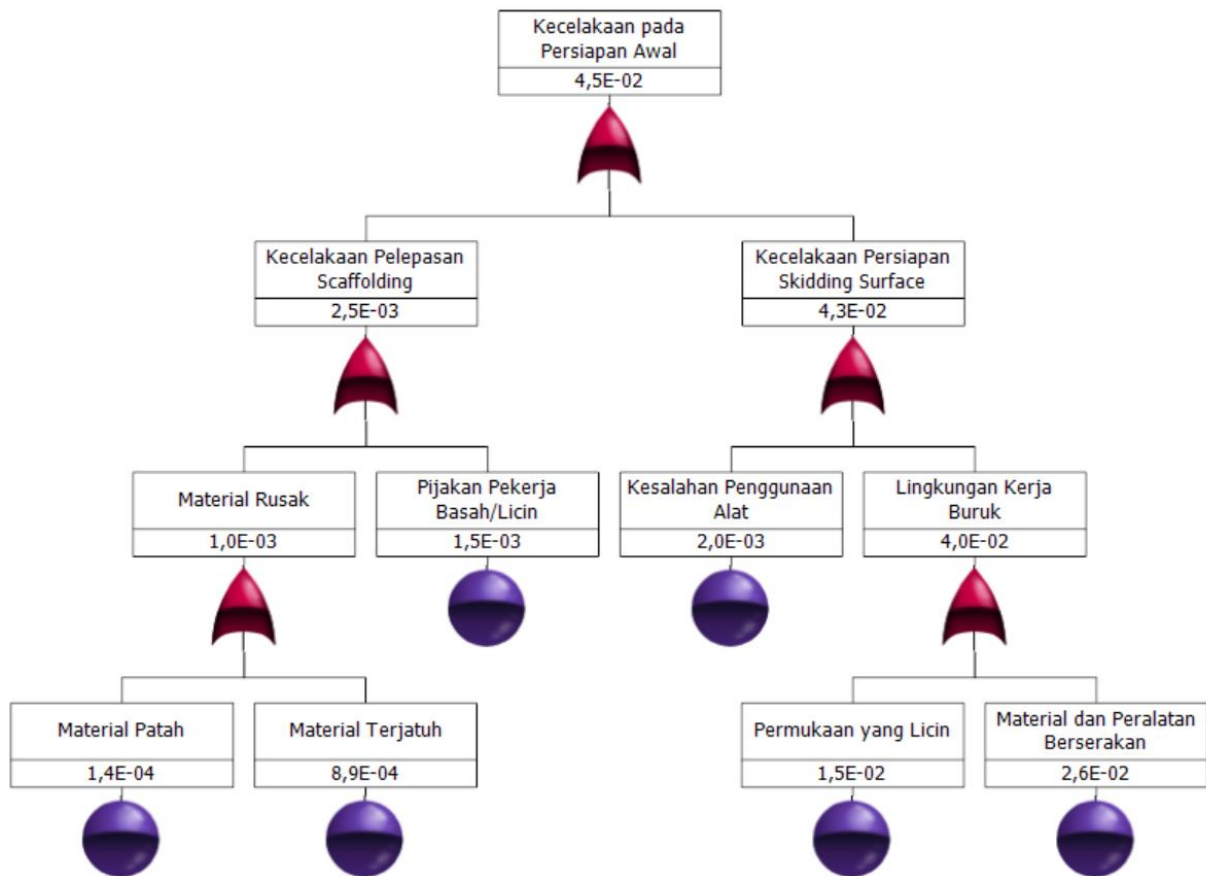
Rating	Kriteria	Probabilitas
1	Kegagalan sangat jarang terjadi. Terjadi hanya pada keadaan tertentu	$<10^{-4}$
2	Kejadian kegagalan sesekali terjadi dan sewaktu-waktu pada suatu kegiatan	$10^{-4} - 10^{-3}$
3	Intensitas terjadinya kegagalan medium (mungkin dapat terjadi) dan dapat terjadi sewaktu-waktu pada semua keadaan	$10^{-3} - 10^{-2}$
4	Kegagalan cenderung untuk terjadi pada semua keadaan	$10^{-2} - 10^{-1}$
5	Kegagalan hampir pasti terjadi pada semua keadaan dalam suatu kegiatan	$>10^{-1}$

Sumber : Hasil diskusi dengan responden



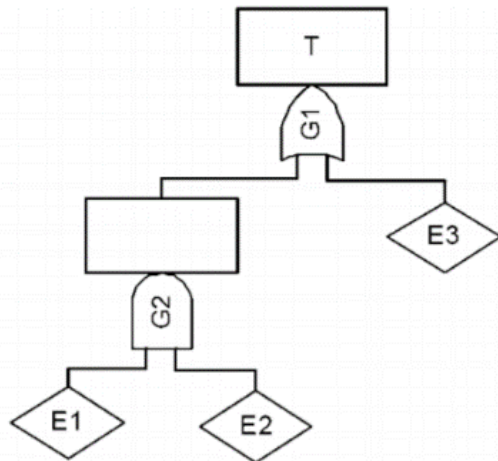
Setelah pengisian kuisioner, setiap variabel (*basic event*) akan mendapatkan skor atau kategori probabilitas seperti pada tabel kriteria diatas. Karena setiap variabel memiliki probabilitas yang berbeda-beda dari setiap responden, maka akan dilakukan perhitungan probabilitas rata-rata pada setiap variabelnya.

Berikut merupakan hasil perhitungan probabilitas sesuai dengan diagram *fault tree* yang telah digambarkan sebelumnya,



Gambar 4.10 Probabilitas Kecelakaan pada Persiapan Awal

Kecelakaan pada Persiapan Awal merupakan *intermediate event* tingkatan kedua (*level 2*) dari keseluruhan diagram *fault tree* Kecelakaan pada *Loadout Skidding*. Dari gambar diatas diketahui bahwa kecelakaan pada persiapan awal memiliki probabilitas sebesar  $4,5 \times 10^{-2}$ . Probabilitas tersebut diperoleh berdasarkan perhitungan *boolean equation* dengan penjelasan sebagai berikut,



Gambar 4.11 Contoh Diagram Fault Tree (Simmons,2010)

Untuk AND *logic event* memiliki persamaan sebagai berikut,

$$G2 = E1 \times E2$$

$G2$  = Probabilitas hasil AND *logic event*

$E1$  = Probabilitas *event*  $E1$

$E2$  = Probabilitas *event*  $E2$

Untuk mendapatkan probabilitas pada AND *gate* di sebuah diagram *fault tree*, dilakukan perkalian pada tingkatan atau *level* bawahnya sesuai dengan uraian diatas.

Sedangkan untuk OR *logic event* memiliki persamaan sebagai berikut,

$$G1 = G2 + E3$$

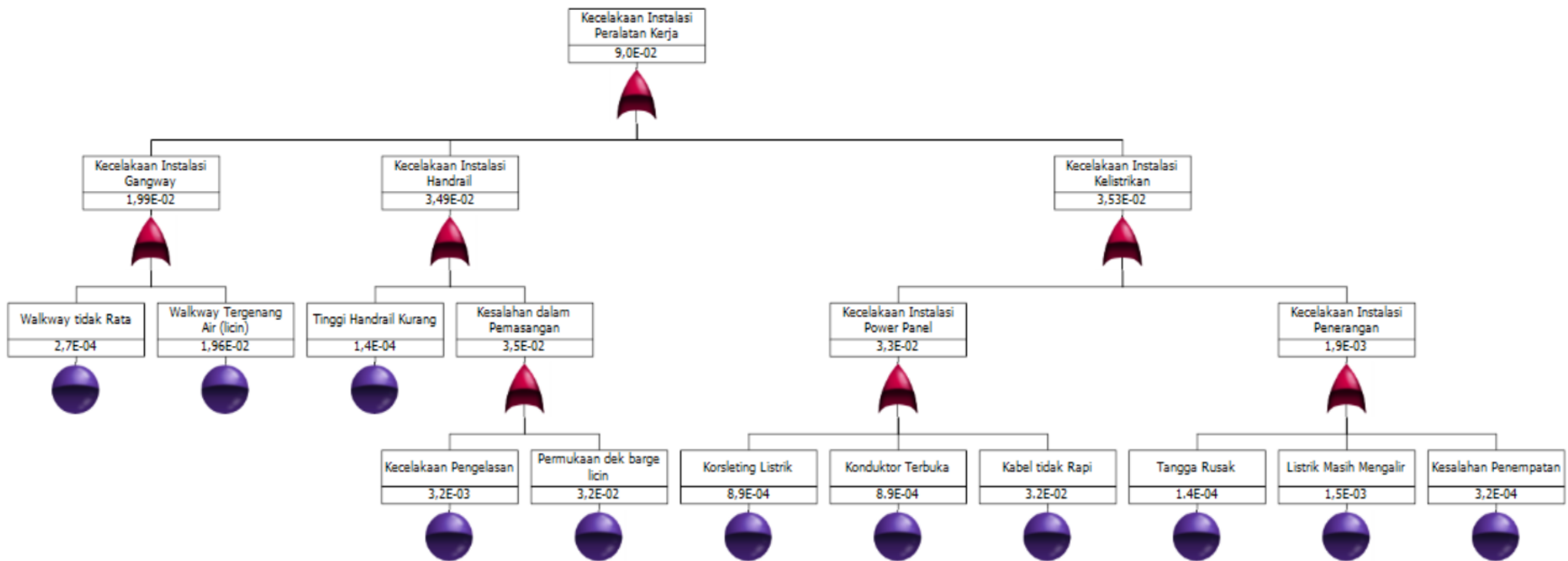
$G1$  = Probabilitas hasil OR *logic event*

$G2$  = Probabilitas *event*  $G2$

$E3$  = Probabilitas *event*  $E3$

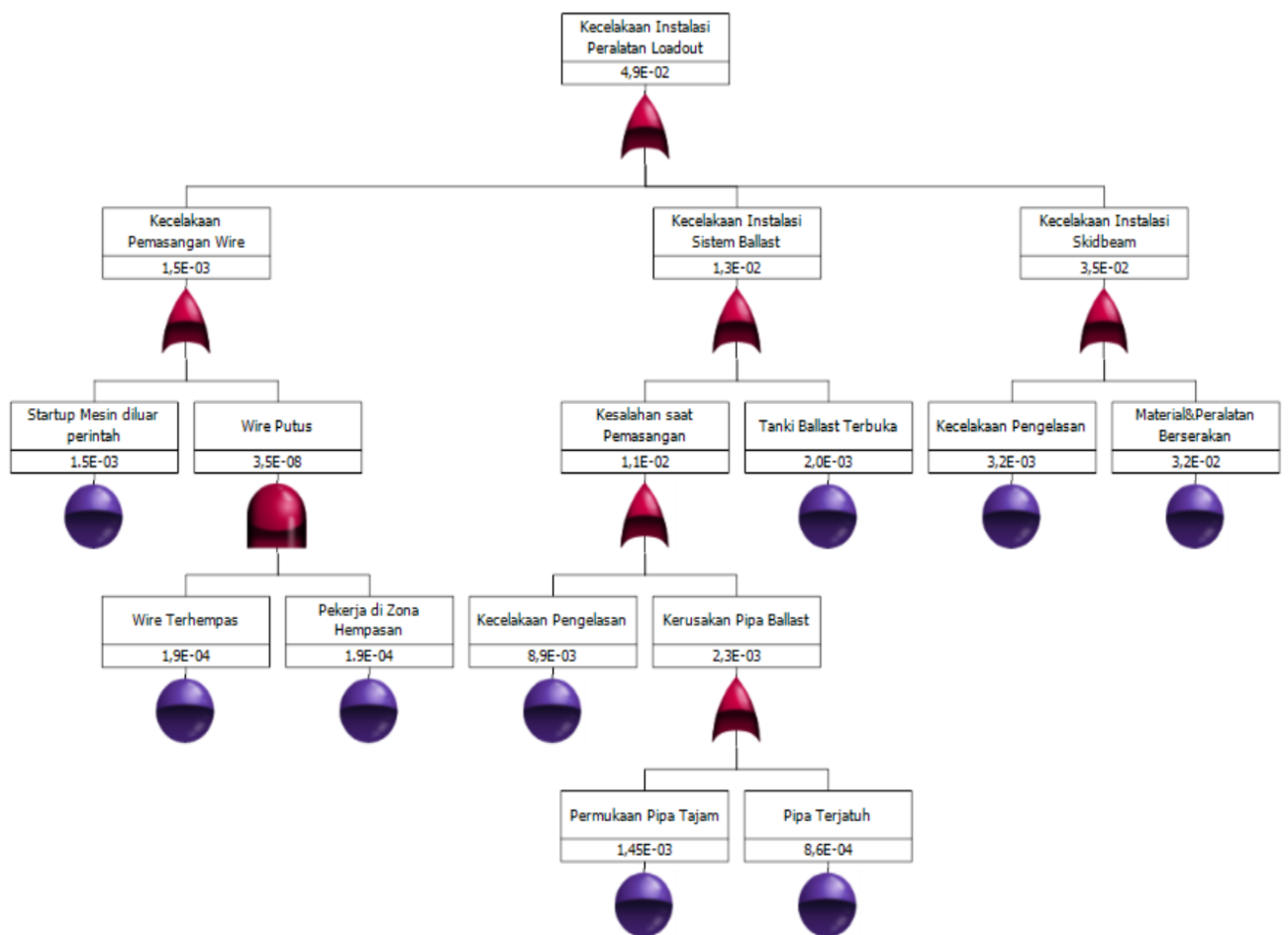
Untuk mendapatkan probabilitas pada OR *gate* di sebuah diagram *fault tree*, dilakukan penjumlahan pada tingkatan atau *level* bawahnya sesuai dengan uraian diatas.

Sama halnya dengan Kecelakaan pada Persiapan Awal, pada diagram *fault tree* Kecelakaan Instalasi Peralatan Kerja di *Barge* akan dilakukan perhitungan probabilitas berdasarkan perhitungan *Boolean equation*. Hasil perhitungan probabilitas diagram *fault tree* Kecelakaan Instalasi Peralatan Kerja di *Barge* adalah sebagai berikut,



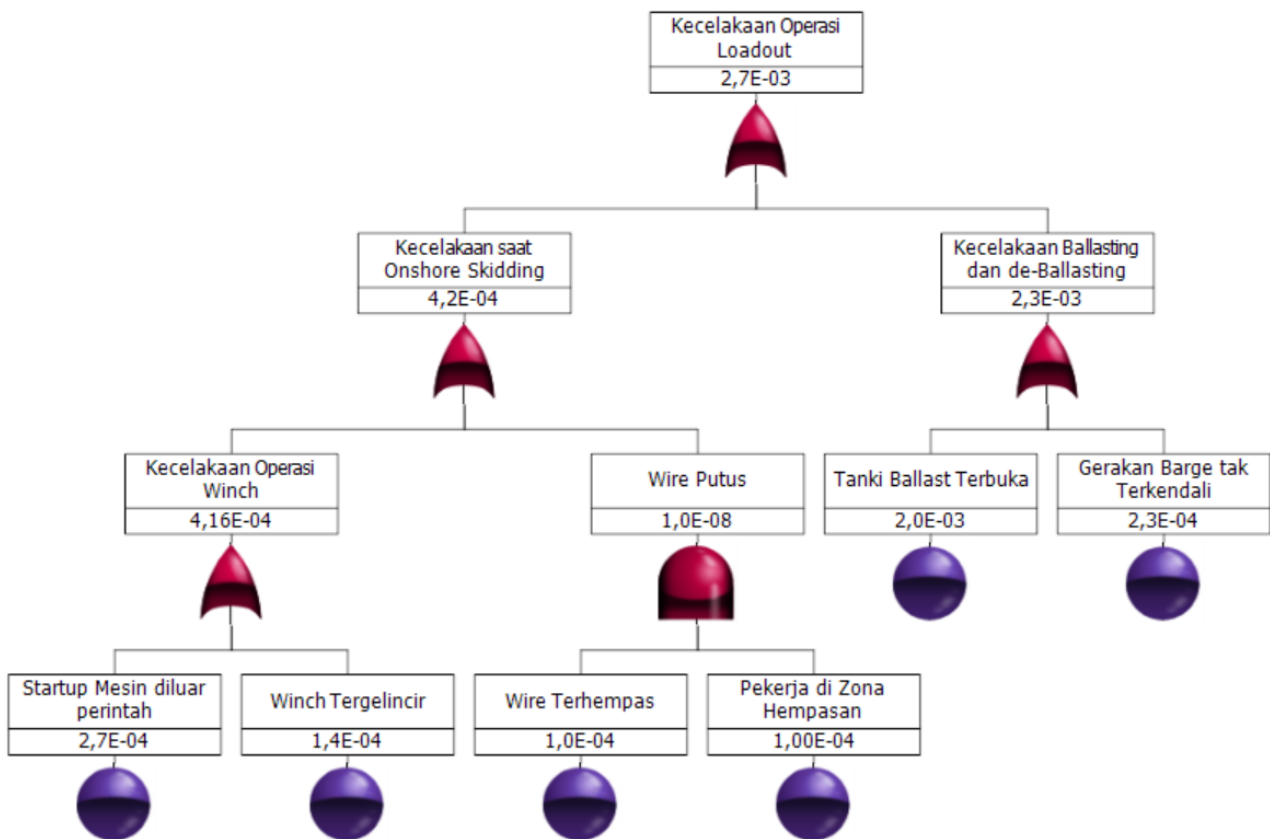
Gambar 4.12 Probabilitas Kecelakaan Instalasi Peralatan Kerja di *Barge*

Dari diagram *fault tree* Kecelakaan pada *Loadout Skidding*, Kecelakaan Instalasi Peralatan Kerja di *Barge* merupakan *intermediate event* tingkatan ke 3 (*level 3*) dengan probabilitas  $9,0 \times 10^{-2}$ . Sementara itu pada *level 3* diagram *fault tree* Kecelakaan pada *Loadout Skidding* juga terdapat *intermediate event* Kecelakaan Instalasi Peralatan *Loadout* dengan probabilitas sebesar  $4,9 \times 10^{-2}$ . Hasil perhitungan probabilitas diagram *fault tree* Kecelakaan Instalasi Peralatan *Loadout* adalah sebagai berikut,



Gambar 4.13 Probabilitas Kecelakaan Instalasi Peralatan *Loadout*

Setelah kecelakaan instalasi peralatan *loadout* di *barge*, selanjutnya akan dilakukan perhitungan probabilitas *intermediate event level 2* untuk kecelakaan pada *loadout operation* sebagai berikut,

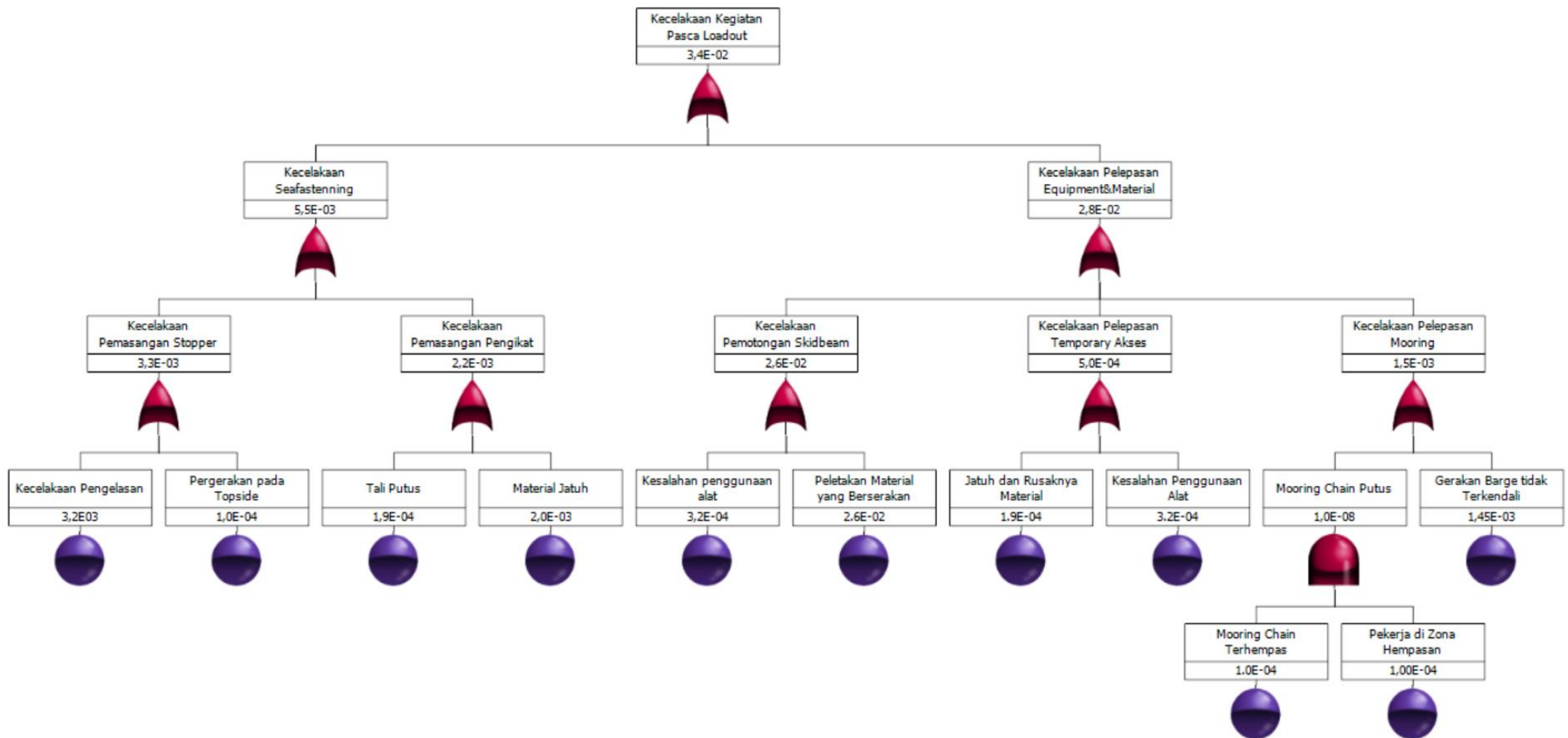


Gambar 4.14 Probabilitas Kecelakaan Pada *Loadout Operation*

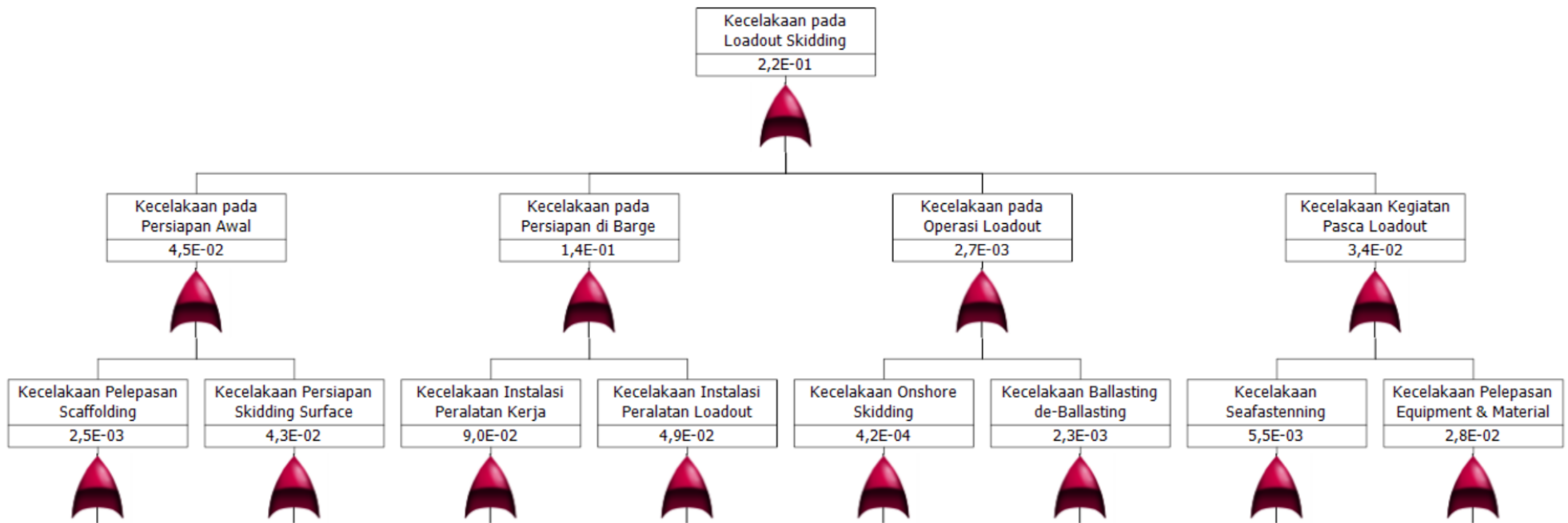
Dari hasil perhitungan probabilitas pada gambar diatas, diketahui bahwa kecelakaan pada *loadout operation* memiliki probabilitas sebesar  $2,7 \times 10^{-3}$ . Kemudian *intermediate event level 2* selanjutnya adalah Kecelakaan Kegiatan *Pasca Loadout* yang memiliki probabilitas sebesar  $3,4 \times 10^{-2}$ .

Kemudian yang terakhir adalah perhitungan probabilitas pada tingkat *top event* diagram *fault tree* Kecelakaan pada *Loadout Skidding*. Sesuai dengan perhitungan probabilitas pada *top event* diagram *fault tree* Kecelakaan pada *Loadout Skidding* didapatkan probabilitas sebesar  $2,2 \times 10^{-1}$ .

Untuk perhitungan probabilitas Kecelakaan Kegiatan *Pasca Loadout* dan perhitungan probabilitas pada tingkat *top event* diagram *fault tree* Kecelakaan pada *Loadout Skidding* masing-masing adalah sebagai berikut,



Gambar 4.15 Probabilitas Kecelakaan Kegiatan *Pasca Loadout*



Gambar 4.16 Probabilitas Kecelakaan pada *Loadout Skidding*

## 4.4 Analisa dengan Metode FMEA

### 4.4.1 Mode Kegagalan

Menurut Gasperz (2007) mode kegagalan (*failure mode*) merupakan apa saja yang termasuk dalam kecacatan, kondisi diluar spesifikasi yang ditetapkan atau perubahan dalam produk yang menyebabkan terganggunya fungsi dari produk. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, FTA menganalisa hubungan antara potensi kecelakaan pada proses *loadout* metode *skidding* dengan factor yang menyebabkan kecelakaan tersebut terjadi. *Top event* atau kejadian puncak akan dianalisa hingga *lowest level* yang disebut *basic event*.

J.F.W. Peeters et al. (2017) melakukan identifikasi mode kegagalan menggunakan Diagram *Fault Tree* hingga pada *lowest level* yang merupakan *basic event*. *Basic event* merupakan mode kegagalan yang dapat terjadi yang nantinya akan dianalisa menggunakan metode FMEA untuk menentukan seberapa serius mode kegagalan tersebut dapat menimbulkan dampak (kecelakaan pekerja) bagi proses *loadout* metode *skidding*.

Dari hal tersebut maka diperoleh mode kegagalan dari kegiatan yang berpotensi terjadi kecelakaan pada proses *loadout* dengan metode *skidding* adalah sebagai berikut,

Tabel 4.12 Daftar Mode Kegagalan *Loadout* dengan Metode *Skidding*

Kegiatan	No	Mode Kegagalan
Pelepasan <i>scaffolding</i>	1	Material <i>scaffolding</i> patah
	2	Material <i>scaffolding</i> jatuh
	3	Pijakan pekerja basah/licin
Persiapan <i>skidding surface</i>	4	Kesalahan penggunaan peralatan kerja
	5	Permukaan tanah licin
	6	Material dan peralatan berserakan
Instalasi <i>gangway</i>	7	<i>Walkway</i> tidak rata
	8	<i>Walkway</i> tergenang air (licin)
Instalasi <i>handrail</i>	9	Tinggi <i>handrail</i> kurang
	10	Kecelakaan saat pengelasan
	11	Permukaan dek <i>barge</i> yang licin



(lanjutan) Tabel 4.12 Daftar Mode Kegagalan *Loadout* dengan *Metode Skidding*

<b>Kegiatan</b>	<b>No</b>	<b>Mode Kegagalan</b>
Instalasi kelistrikan	12	Korsleting listrik
	13	Konduktor terbuka
	14	Penataan kabel yang tidak rapi
	15	Tangga untuk memasang penerangan rusak
	16	Kesalahan penempatan alat penerang
	17	Listrik masih mengalir saat pemasangan penerangan
Instalasi <i>wire</i> untuk penarikan	18	<i>Startup</i> mesin ( <i>winch</i> ) diluar perintah
	19	<i>Wire</i> terhempas dan pekerja berada di zona hempasan
Instalasi system <i>ballast</i>	20	Permukaan pipa rusak yang tajam
	21	Material (pipa) terjatuh
	22	Kecelakaan pengelasan pipa
	23	Tanki <i>ballast</i> terbuka
Instalasi <i>skidbeam</i>	24	Kecelakaan pengelasan <i>skidbeam</i>
	25	Material dan peralatan yang berserakan
<i>Onshore Skidding</i>	26	<i>Startup</i> mesin ( <i>winch</i> ) diluar perintah
	27	<i>Winch</i> tergelincir
	28	<i>Wire</i> terhempas dan pekerja berada di zona hempasan
<i>Ballasting de-ballasting</i>	29	Tanki <i>ballast</i> yang terbuka
	30	Gerakan <i>barge</i> tidak terkendali
<i>Seafastening</i>	31	Kecelakaan pengelasan pemasangan <i>stopper</i>
	32	Adanya pergerakan pada <i>Topside</i>
	33	Putusnya struktur pengikat <i>topside</i>
	34	Adanya material yang jatuh
Pembongkaran <i>unused skidbeam</i>	35	Kesalahan penggunaan alat pembongkaran <i>skidbeam</i>
	36	Peletakan material dan peralatan yang berserakan
Pembongkaran <i>temporary access</i>	37	Rusak dan jatuhnya material dan peralatan
	38	Kesalahan penggunaan alat pelepasan <i>temporary</i> akses
Kecelakaan pelepasan <i>mooring</i>	39	Gerakan <i>barge</i> tidak terkendali
	40	<i>Mooring chain</i> terhempas dan pekerja berada di zona hempasan

#### 4.4.2 Analisa dengan Tabel FMEA

Setelah melakukan analisa dengan metode FTA untuk mengidentifikasi mode kegagalan pada kegiatan *loadout* dengan metode *skidding*, selanjutnya dilakukan analisa dengan metode FMEA. Metode FMEA dilakukan untuk menganalisa bagaimana dampak yang ditimbulkan oleh mode kegagalan yang dalam hal ini merupakan dampak kecelakaan kerja. Selain untuk menganalisa dampak yang ditimbulkan, dalam metode FMEA juga dilakukan untuk menganalisa penyebab dan *current control* dari mode kegagalan tersebut.

Tabel 4.13 Analisa Mode Kegagalan dengan Metode FMEA

Kegiatan	Mode Kegagalan	Effect (Kecelakaan Kerja)	Causes (Penyebab)	Current Control
Pelepasan <i>scaffold ding</i>	Material <i>scaffolding</i> patah	Pekerja terjatuh dari ketinggian, tangan pekerja terluka	Kelebihan muatan dan kesalahan lokasi pijakan pekerja	Penggunaan APD yang lengkap, pemeriksaan kondisi <i>frame scaffolding</i>
	Material <i>scaffolding</i> jatuh	Pekerja tertimpa material	Patahnya material dan kurang hati-hati saat pemindahan material <i>scaffolding</i>	Pengarahan pra-eksekusi, Penggunaan APD yang lengkap,
	Pijakan pekerja basah/licin	Pekerja tergelincir dan terjatuh dari ketinggian	Terkena air hujan dan/atau pelumas yang digunakan saat bekerja	Pemberian tanda pada lokasi yang licin, Penggunaan APD yang lengkap
Persiapan <i>skidding surface</i>	Kesalahan penggunaan peralatan kerja	Kaki pekerja terluka	Pekerja kurang hati-hati saat menggali	Pengecekan kondisi peralatan dan penggunaan APD untuk pekerja
	Permukaan tanah licin	Pekerja tergelincir dan terjatuh	Terkena air hujan ataupun air yang digunakan saat bekerja	Pemberian tanda pada lokasi yang licin, Penggunaan APD yang lengkap
	Material dan peralatan berserakan	Pekerja tersandung, terjatuh dan terbentur benda keras	Kelalaian pekerja dalam penataan material dan peralatan	Membuat daftar peralatan yang dibutuhkan, <i>Houskeeping</i> di lokasi kerja setelah pekerjaan selesai

(lanjutan)Tabel 4.13 Analisa Mode Kegagalan dengan Metode FMEA

<b>Kegiatan</b>	<b>Mode Kegagalan</b>	<b>Effect (Kecelakaan Kerja)</b>	<b>Causes (Penyebab)</b>	<b>Current Control</b>
Instalasi gangway	Walkway tidak rata	Pekerja terjatuh dan terbentur benda keras	Produk cacat atau mengalami kerusakan	Memberi tanda peringatan agar pekerja berhati-hati, Penggunaan APD yang lengkap
	Walkway tergenang air (licin)	Pekerja tergelincir, terjatuh dan terbentur benda keras	Terkena air hujan dan/atau kesalahan penempatan sehingga walkway tergenang air	Pemberian tanda pada lokasi yang licin, Penggunaan APD yang lengkap
Instalasi handrail	Tinggi handrail kurang	Pekerja terjatuh ke laut	Kesalahan pemilihan material	Pengecekan kondisi material sebelum diinstal, Memberi tanda peringatan di barge
	Kecelakaan saat pengelasan	Tangan pekerja terkena luka bakar, dan/atau kerusakan pada mata	Terkena percikan api, terkena paparan sinar yang terlalu terang dalam waktu yang lama	Dilakukan oleh pekerja yang bersertifikasi, Penggunaan APD yang lengkap
	Permukaan dek barge yang licin	Pekerja tergelincir, terjatuh dan terbentur benda keras	Terkena air hujan dan/atau air untuk pekerjaan	Pemberian tanda pada lokasi yang licin, Penggunaan APD yang lengkap
Instalasi kelistrikan	Korsleting listrik	Pekerja tersengat listrik atau mengalami luka bakar	Arus listrik yang terlalu besar dan adanya ledakan kecil yang menimbulkan api	Pengecekan listrik oleh <i>electrician</i> secara berkala, menjaga agar penggunaan listrik sesuai dengan kapasitas pada gardu listrik
	Konduktor terbuka	Pekerja tersengat listrik	Kerusakan kabel yang teraliri listrik	Penggunaan material yang baik dan sesuai standard, pemeriksaan material dan peralatan listrik secara berkala
	Penataan kabel yang tidak rapi	Pekerja terlilit kabel dan/atau tersandung kabel	Kabel yang terlalu panjang dan penataan kabel berada di daerah akses pekerja	Pemeriksaan material dan peralatan listrik secara berkala, memperhatikan lokasi penataan kabel untuk tidak berada di daerah akses pekerja

(lanjutan)Tabel 4.13 Analisa Mode Kegagalan dengan Metode FMEA

Kegiatan	Mode Kegagalan	Effect (Kecelakaan Kerja)	Causes (Penyebab)	Current Control
Instalasi kelistrikan	Tangga untuk memasang penerangan rusak	Pekerja terjatuh dan terbentur benda keras	Anak tangga yang patah atau terlepas	Pemeriksaan kondisi peralatan kerja sebelum digunakan, Penggunaan APD yang lengkap
	Kesalahan penempatan alat penerang	Terbentur benda keras	Kondisi yang gelap membuat pekerja mudah terserang oleh benda	Akses untuk pekerja dalam kondisi baik dan tanpa penghalang, Penggunaan APD yang lengkap
	Listrik masih mengalir saat pemasangan penerangan	Pekerja tersengat listrik	Kurangnya koordinasi antar pekerja	Komunikasi yang baik antar pekerja, Operator yang berpengalaman
Instalasi wire untuk penarikan	Startup mesin ( <i>winch</i> ) diluar perintah	Tangan pekerja terjepit mesin <i>winch</i>	Kurang adanya koordinasi dan komunikasi antar pekerja	Komunikasi yang baik antara pekerja dan operator, Penggunaan APD yang tepat bagi pekerja dan operator
	Wire terhempas dan pekerja berada di zona hempasan	Pekerja terbentur benda keras dan/atau terluka karena hempasan <i>wire</i>	Kesalahan material dan batasan zona hempasan yang kurang jelas	Penggunaan material yang bersertifikat, pemantauan <i>tension load</i> secara terus-menerus, memperjelas batasan untuk zona hempasan
Instalasi system ballast	Permukaan pipa rusak yang tajam	Pekerja terluka	Sambungan pada pipa yang kurang rapi membuat permukaan pipa tajam	Penggunaan material yang bersertifikasi dan pemeriksaan sebelum dilakukan pekerjaan, Penggunaan APD yang tepat
	Material (pipa) terjatuh	pekerja tertimpa material	Kerusakan peralatan untuk mengangkat pipa	Pemeriksaan <i>crane</i> pengangkat untuk memastikan dalam kondisi yang baik dan beban yang diangkat sesuai kapasitasnya, Dilakukan oleh operator yang berpengalaman, Penggunaan APD yang tepat
	Kecelakaan pengelasan pipa	Tangan pekerja terkena luka bakar, dan/atau kerusakan pada mata	Terkena percikan api, terkena paparan sinar yang terlalu terang dalam waktu yang lama	Dilakukan oleh pekerja yang bersertifikasi, Penggunaan APD yang lengkap

(lanjutan)Tabel 4.13 Analisa Mode Kegagalan dengan Metode FMEA

<b>Kegiatan</b>	<b>Mode Kegagalan</b>	<b>Effect (Kecelakaan Kerja)</b>	<b>Causes (Penyebab)</b>	<b>Current Control</b>
Instalasi system <i>ballast</i>	Tanki <i>ballast</i> terbuka	Pekerja terjatuh kedalam tanki <i>ballast</i>	Tidak adanya tanda disekitar bukaan tanki <i>ballast</i>	Komunikasi yang baik antar pekerja, pemasangan <i>guard/coaming</i> disekitar bukaan, pemberian tanda peringatan disekitar tanki <i>ballast</i> , Penggunaan APD yang tepat
Instalasi <i>skidbeam</i>	Kecelakaan pengelasan <i>skidbeam</i>	Tangan pekerja terkena luka bakar, dan/atau kerusakan pada mata	Terkena percikan api, terkena paparan sinar yang terlalu terang dalam waktu yang lama	Dilakukan oleh pekerja yang bersertifikasi, Penggunaan APD yang lengkap
	Material dan peralatan yang berserakan	Pekerja tersandung, terjatuh dan terbentur benda keras	Kelalaian pekerja dalam penataan/ peletakkan material dan peralatan	Membuat daftar peralatan yang dibutuhkan, <i>Houskeeping</i> di lokasi kerja setelah pekerjaan selesai
<i>Onshore Skidding</i>	<i>Startup</i> mesin ( <i>winch</i> ) diluar perintah	Tangan pekerja terjepit mesin <i>winch</i>	Kurang adanya koordinasi dan komunikasi antar pekerja	Komunikasi yang baik antara pekerja dan operator, Penggunaan APD yang tepat bagi pekerja dan operator
	<i>Winch</i> tergelincir	Pekerja terhantam benda keras	Beban yang ditarik melebihi kapasitas dari <i>winch</i>	Penggunaan material dan peralatan yang bersertifikat dan sesuai kapasitas, pemantauan <i>tension load</i> secara terus-menerus
	<i>Wire</i> terhempas dan pekerja berada di zona hempasan	Pekerja terbentur benda keras dan/atau terluka karena hempasan <i>wire chain</i>	Kesalahan material dan batasan zona hempasan yang kurang jelas	Penggunaan material yang bersertifikat, pemantauan <i>tension load</i> secara terus-menerus, memperjelas batasan untuk zona hempasan
<i>Ballasting de-ballasting</i>	Tanki <i>ballast</i> yang terbuka	Pekerja terjatuh kedalam tanki <i>ballast</i>	Tidak adanya tanda disekitar bukaan tanki <i>ballast</i>	Komunikasi yang baik antar pekerja, pemasangan <i>guard/coaming</i> disekitar bukaan, pemberian tanda peringatan disekitar tanki <i>ballast</i> , Penggunaan APD yang tepat

(lanjutan)Tabel 4.13 Analisa Mode Kegagalan dengan Metode FMEA

<b>Kegiatan</b>	<b>Mode Kegagalan</b>	<b>Effect (Kecelakaan Kerja)</b>	<b>Causes (Penyebab)</b>	<b>Current Control</b>
<i>Ballasting de-ballasting</i>	Gerakan <i>barge</i> tidak terkendali	Pekerja terjatuh dan/atau terhantam benda keras	Kesalahan pada system <i>ballasting de-ballasting</i>	Membuat perencanaan rencana <i>ballasting</i> kapal, pengoperasian system <i>ballast</i> dilakukan oleh personel yang berpengalaman, memeriksa secara berkala dan memperbarui rencana <i>ballasting</i> kapal per kondisi aktual
<i>Seafastening</i>	Kecelakaan pengelasan pemasangan <i>stopper</i>	Tangan pekerja terkena luka bakar, dan/atau kerusakan pada mata	Terkena percikan api, terkena paparan sinar yang terlalu terang dalam waktu yang lama	Dilakukan oleh pekerja yang bersertifikasi, Penggunaan APD yang lengkap
	Adanya pergerakan pada <i>Topside</i>	Pekerja terhantam benda keras	Kesalahan pemasangan <i>stopper</i> dan tali pengikat untuk <i>topside</i> .	Perencanaan posisi <i>topside</i> dan <i>stopper</i> di <i>barge</i> , penggunaan material yang memenuhi syarat
	Putusnya struktur pengikat <i>topside</i>	Pekerja terbentur benda keras dan/atau terluka karena hempasan tali	Kerusakan material pengikat dan kesalahan pemasangan struktur pengikat	Penggunaan material yang bersertifikat, pemantauan <i>tension load</i> secara terus-menerus, memperjelas batasan untuk zona hempasan
	Adanya material yang jatuh	Pekerja tertimpa material	Adanya material atau peralatan yang tidak melekat/terikat pada struktur	<i>Housekeeping</i> dilakukan disekitar <i>topside</i> , pelepasan material dan <i>equipment</i> yang tidak digunakan lagi, penggunaan APD yang tepat
Pembongkaran unused <i>skidbeam</i>	Kesalahan penggunaan alat pembongkaran <i>skidbeam</i>	Tangan pekerja terluka dan/atau terpotong karena terjepit peralatan	Pekerja tidak bisa mengendalikan peralatan dan kurang berhati-hati	Dilakukan oleh pekerja yang bersertifikasi, Penggunaan APD yang lengkap
	Peletakan material dan peralatan yang berserakan	Pekerja tersandung, terjatuh dan terbentur benda keras	Kelalaian pekerja dalam penataan/ peletakan material dan peralatan	Membuat daftar peralatan yang dibutuhkan, <i>Houskeeping</i> di lokasi kerja setelah pekerjaan selesai

(lanjutan)Tabel 4.13 Analisa Mode Kegagalan dengan Metode FMEA

Kegiatan	Mode Kegagalan	Effect (Kecelakaan Kerja)	Causes (Penyebab)	Current Control
Pembongkaran <i>temporary access</i>	Rusak dan jatuhnya material dan peralatan	Pekerja tertimpa material dan peralatan	Kerusakan pada alat pengangkat material	Pemeriksaan <i>crane</i> pengangkat untuk memastikan dalam kondisi yang baik dan beban yang diangkat sesuai kapasitasnya, Dilakukan oleh operator yang berpengalaman, Penggunaan APD yang tepat
	Kesalahan penggunaan alat pelepasan <i>temporary akses</i>	Tangan pekerja terluka dan/atau terpotong karena terjepit peralatan	Pekerja tidak bisa mengendalikan peralatan dan kurang berhati-hati	Dilakukan oleh pekerja yang bersertifikasi, Penggunaan APD yang lengkap
Kecelakaan pelepasan <i>mooring</i>	Gerakan <i>barge</i> tidak terkendali	Pekerja terjatuh dan/atau terhantam benda keras	Gelombang yang tinggi dan/atau cuaca buruk	Perencanaan <i>mooring system</i> , update kondisi cuaca sekitar lokasi kerja
	<i>Mooring chain</i> terhempas dan pekerja berada di zona hempasan	Pekerja terhantam benda keras dan/atau terluka karena hempasan <i>mooring chain</i>	Kesalahan material dan batasan zona hempasan yang kurang jelas	Pemotongan dilakukan sesuai prosedur oleh pekerja bersertifikasi, pemantauan <i>tension load</i> secara terus-menerus, memperjelas batasan untuk zona hempasan

#### 4.4.3 Penilaian Risiko

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya pada metode FMEA akan dilakukan penilaian risiko berdasarkan nilai *Severity*, *Occurrence*, dan *Detection* untuk mengetahui tingkat kekritisannya suatu mode kegagalan dari pelaksanaan proyek. Pemberian nilai tersebut dilakukan dengan pengisian kuisioner oleh responden yang merupakan praktisi akademisi yang telah berpengalaman dalam penanganan proyek serupa.

##### 4.4.3.1 Penilaian Tingkat Keparahan (*Severity*)

Tingkat keparahan (*severity*) dari suatu mode kegagalan bertujuan untuk mengetahui seberapa besar dampak yang

ditimbulkan oleh mode kegagalan dalam suatu kegiatan dapat mempengaruhi hasil atau *output* dari kegiatan tersebut. Dalam studi literature pada BAB II telah dijelaskan kriteria keparahan (*severity*) dari skala 1-10, namun dalam bab ini akan diberikan kriteria keparahan 1-5 dengan tujuan untuk mempermudah responden dalam pengisian kuisisioner. Kriteria tersebut ditentukan berdasarkan hasil diskusi penulis dengan narasumber.

Tabel 4.14 Kriteria Penilaian Tingkat Keparahannya (*Severity*)

Rating	Kriteria
1	Pengaruh buruk yang dapat diabaikan. Terjadinya cedera kecil. Kita tidak perlu memikirkan bahwa akibat ini akan berdampak pada kelangsungan proyek.
2	Pengaruh buruk yang ringan. Akibat yang ditimbulkan hanya bersifat ringan. Cedera ringan dapat langsung ditangani di lokasi kejadian.
3	Pengaruh buruk yang moderat. Cedera sedang yang membutuhkan perawatan medis dan hilangnya hari kerja.
4	Pengaruh buruk yang tinggi. Cedera berat yang dapat mengakibatkan cacat atau hilangnya fungsi tubuh.
5	Pengaruh buruk sangat tinggi. Kecelakaan kerja menyebabkan kematian.

Sumber : Hasil diskusi dengan responden

Penilaian nilai tingkat keparahan dilakukan dengan analisa persepsi. Analisa ini dilakukan untuk mendapatkan skor atau kategori pada setiap variable. Setiap variabel memiliki nilai kategori *severity* yang berbeda-beda, sehingga dilakukan perhitungan *severity index* dengan persamaan seperti dibawah ini:

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

Dimana  $a_i$  merupakan rating pada setiap kriteria yang telah ditetapkan sebelumnya. Sementara  $n_i$  merupakan jumlah hasil penilaian yang diberikan oleh responden dan  $N$  merupakan jumlah responden yang memberikan penilaian risiko.

#### 4.4.3.2 Menganalisa Tingkat Kejadian (*Occurence*)

*Occurance* merupakan tingkatan kemungkinan terjadinya kegagalan. Analisa tingkat kejadian ini dilakukan



dengan tujuan untuk mengetahui seberapa besar kemungkinan mode kegagalan dapat terjadi dalam suatu kegiatan. Penilaian ini dilakukan berdasarkan penyebab yang terjadi dari mode kegagalan tersebut.

Dalam studi literature pada BAB II telah dijelaskan kriteria *occurrence* dari skala 1-10, namun dalam bab ini akan diberikan kriteria *occurrence* 1-5 dengan tujuan untuk mempermudah responden dalam pengisian kuisioner. Kriteria tersebut ditentukan berdasarkan hasil diskusi penulis dengan narasumber.

Tabel 4.15 Kriteria Penilaian Tingkat Kejadian (*Occurence*)

Rating	Kriteria	Probabilitas
1	Kegagalan sangat jarang terjadi. Terjadi hanya pada keadaan tertentu	$<10^{-4}$
2	Kejadian kegagalan sesekali terjadi dan sewaktu-waktu pada suatu kegiatan	$10^{-4} - 10^{-3}$
3	Intensitas terjadinya kegagalan medium (mungkin dapat terjadi) dan dapat terjadi sewaktu-waktu pada semua keadaan	$10^{-3} - 10^{-2}$
4	Kegagalan cenderung untuk terjadi pada semua keadaan	$10^{-2} - 10^{-1}$
5	Kegagalan hampir pasti terjadi pada semua keadaan dalam suatu kegiatan	$>10^{-1}$

Sumber : Hasil diskusi dengan responden

Seperti pada penilaian nilai tingkat keparahan, penilaian nilai tingkat kejadian dilakukan dengan analisa persepsi. Analisa ini dilakukan untuk mendapatkan skor atau kategori pada setiap variable. Setiap variabel memiliki nilai kategori *occurrence* yang berbeda-beda, sehingga dilakukan perhitungan *occurrence index* dengan persamaan seperti dibawah ini:

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

Dimana  $a_i$  merupakan rating pada setiap kriteria yang telah ditetapkan sebelumnya. Sementara  $n_i$  merupakan jumlah hasil penilaian yang diberikan oleh responden dan  $N$

merupakan jumlah responden yang memberikan penilaian risiko.

#### 4.4.3.3 Menganalisa Tingkat Deteksi (*Detection*)

*Detection* merupakan kemungkinan lolosnya mode kegagalan dari alat control yang sudah dipasang atau dilakukan. Analisa tingkat *detection* ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui seberapa besar kemungkinan suatu mode kegagalan bisa lolos dari alat control yang sudah dipasang atau dilakukan pada setiap kegiatan dalam suatu proyek. Penilaian tersebut dilakukan berdasarkan current control dari setiap mode kegagalan.

Dalam studi literature pada BAB II telah dijelaskan kriteria *detection* dari skala 1-10, namun dalam bab ini akan diberikan kriteria *detection* 1-5 dengan tujuan untuk mempermudah responden dalam pengisian kuisioner. Kriteria tersebut ditentukan berdasarkan hasil diskusi penulis dengan narasumber.

Tabel 4.16 Kriteria Penilaian Tingkat Deteksi (*Detection*)

Rating	Kriteria
1	Metode pencegahan sangat efektif. Tidak ada kesempatan penyebab mungkin muncul
2	Kemungkinan penyebab terjadi sangat rendah
3	Kemungkinan penyebab terjadi bersifat moderat. Metode pencegahan kadang memungkinkan penyebab terjadi
4	Kemungkinan penyebab terjadi masih tinggi. Metode pencegahan kurang efektif, penyebab masih berulang
5	Kemungkinan penyebab terjadi sangat tinggi. Metode pencegahan tidak efektif, penyebab selalu berulang

Sumber : Hasil diskusi dengan responden

Penilaian nilai tingkat deteksi dilakukan dengan analisa persepsi. Analisa ini dilakukan untuk mendapatkan skor atau kategori pada setiap variabel. Setiap variabel memiliki nilai kategori *detection* yang berbeda-beda, sehingga dilakukan perhitungan *detection index* dengan persamaan seperti dibawah ini:

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

Dimana  $a_i$  merupakan rating pada setiap kriteria yang telah ditetapkan sebelumnya. Sementara  $n_i$  merupakan jumlah hasil penilaian yang diberikan oleh responden dan  $N$  merupakan jumlah responden yang memberikan penilaian risiko.

#### 4.4.4 Penghitungan Risk Priority Number

*Risk priority number* digunakan untuk menentukan prioritas dari mode kegagalan. Dengan menghitung RPN kita dapat mengetahui risiko yang harus lebih diprioritaskan (risiko kritis) dan diperlukan tindakan khusus untuk mengurangi terjadinya kegagalan. Perhitungan *Risk Priority Number* dilakukan berdasarkan *rating index Severity*, *Occurrence*, dan *Detection*. Ketiganya diperoleh dari hasil pengisian kuisioner oleh responden yang merupakan praktisi akademisi yang telah berpengalaman dalam penanganan proyek serupa. Menurut Al-Hammad (2003) *rating index* didapat dari penggolongan nilai *severity index*, *occurrence index*, dan *detection index* yang di sesuaikan dengan acuan (Davis dan Cosenza,1988) seperti pada tabel berikut,

Tabel 4.17 Rating Index Nilai

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

Sumber : (Al-Hammad, 2003)

Sedangkan *Risk priority number* diperoleh dari hasil perkalian *rating index occurrence*, *severity*, dan *detection* yang telah didapatkan dari perhitungan hasil pengisian kuisioner oleh responden.

Berikut merupakan rumus untuk perhitungan RPN,

$$\text{RPN} = \text{probability} \times \text{severity} \times \text{detection}$$

Output dari perhitungan *risk priority number* adalah RPN tertinggi dari suatu kegagalan yang merupakan risiko kritis. Dari risiko kritis tersebut selanjutnya dapat ditentukan tindakan yang tepat untuk mengurangi tingkat kejadian ataupun tingkat keparahan yang ditimbulkan dari mode kegagalan tersebut.

Berikut merupakan hasil perhitungan *risk priority number* mode kegagalan pada proyek *loadout* dengan metode *skidding*.

Tabel 4.18 *Risk Priority Number* setiap Mode Kegagalan

Kegiatan	Mode Kegagalan	Effect (Kecelakaan Kerja)	Index Penilaian Risiko			Rating Index			RPN
			S	O	D	S	O	D	
Pelepasan <i>scaffolding</i>	Material <i>scaffolding</i> patah	Pekerja terjatuh dari ketinggian, tangan pekerja terluka	68%	24%	24%	4	2	2	16
	Material <i>scaffolding</i> jatuh	Pekerja tertimpa material	68%	44%	40%	4	3	3	36
	Pijakan pekerja basah/licin	Pekerja tergelincir dan terjatuh dari ketinggian	68%	48%	40%	4	3	3	36
Persiapan <i>skidding surface</i>	Kesalahan penggunaan peralatan kerja	Kaki pekerja terluka	68%	52%	40%	4	3	3	36
	Permukaan tanah licin	Pekerja tergelincir dan terjatuh	32%	68%	36%	2	4	2	16
	Material dan peralatan berserakan	Pekerja tersandung, terjatuh dan terbentur benda keras	28%	76%	32%	2	4	2	16
Instalasi <i>gangway</i>	<i>Walkway</i> tidak rata	Pekerja terjatuh dan terbentur benda keras	28%	36%	24%	2	2	2	8
	<i>Walkway</i> tergenang air (licin)	Pekerja tergelincir, terjatuh dan terbentur benda keras	32%	64%	36%	2	4	2	16
Instalasi <i>handrail</i>	Tinggi <i>handrail</i> kurang	Pekerja terjatuh ke laut	52%	24%	32%	3	2	2	12
	Kecelakaan saat pengelasan	Tangan pekerja terkena luka bakar, dan/atau kerusakan pada mata	60%	60%	36%	4	4	2	32
	Permukaan dek <i>barge</i> yang licin	Pekerja tergelincir, terjatuh dan terbentur benda keras	36%	80%	44%	2	5	3	30

(lanjutan) Tabel 4.18 Risk Priority Number setiap Mode Kegagalan

Kegiatan	Mode Kegagalan	Effect (Kecelakaan Kerja)	Index Penilaian Risiko			Rating Index			RPN
			S	O	D	S	O	D	
Instalasi kelistrikan	Korsleting listrik	Pekerja tersengat listrik atau mengalami luka bakar	72%	44%	40%	4	3	3	36
	Konduktor terbuka	Pekerja tersengat listrik	72%	44%	48%	4	3	3	36
	Penataan kabel yang tidak rapi	Pekerja terlilit kabel dan/atau tersandung kabel	32%	80%	32%	2	5	2	20
	Tangga untuk memasang penerangan rusak	Pekerja terjatuh dan terbentur benda keras	44%	24%	28%	3	2	2	12
	Kesalahan penempatan alat penerang	Terbentur benda keras	48%	48%	24%	3	3	2	18
	Listrik masih mengalir saat pemasangan penerangan	Pekerja tersengat listrik	68%	40%	24%	4	3	2	24
Instalasi wire untuk penarikan	Startup mesin ( <i>winch</i> ) diluar perintah	Tangan pekerja terjepit mesin <i>winch</i>	88%	56%	32%	5	3	3	45
	Wire terhempas dan pekerja berada di zona hempasan	Pekerja terbentur benda keras dan/atau terluka karena hempasan <i>wire</i>	96%	28%	28%	5	2	2	20
Instalasi system ballast	Permukaan pipa rusak yang tajam	Pekerja terluka	36%	48%	40%	2	3	3	18
	Material (pipa) terjatuh	pekerja tertimpa material	60%	44%	36%	4	4	2	32
	Kecelakaan pengelasan pipa	Tangan pekerja terkena luka bakar, dan/atau kerusakan pada mata	64%	64%	32%	4	4	2	32
	Tanki <i>ballast</i> terbuka	Pekerja terjatuh kedalam tanki <i>ballast</i>	64%	52%	20%	4	3	2	24
Instalasi skidbeam	Kecelakaan pengelasan skidbeam	Tangan pekerja terkena luka bakar, dan/atau kerusakan pada mata	52%	60%	40%	3	4	3	36
	Material dan peralatan yang berserakan	Pekerja tersandung, terjatuh dan terbentur benda keras	24%	80%	32%	2	5	2	20
Onshore Skidding	Startup mesin ( <i>winch</i> ) diluar perintah	Tangan pekerja terjepit mesin <i>winch</i>	96%	36%	40%	5	3	3	45

(lanjutan) Tabel 4.18 Risk Priority Number setiap Mode Kegagalan

Kegiatan	Mode Kegagalan	Effect (Kecelakaan Kerja)	Index Penilaian Risiko			Rating Index			RPN
			S	O	D	S	O	D	
Onshore Skidding	Winch tergelincir	Pekerja terhantam benda keras	92%	24%	32%	5	2	2	20
	Wire terhempas dan pekerja berada di zona hempasan	Pekerja terbentur benda keras dan/atau terluka karena hempasan <i>wire chain</i>	92%	20%	28%	5	1	2	10
Ballasting de-ballasting	Tanki <i>ballast</i> yang terbuka	Pekerja terjatuh kedalam tanki <i>ballast</i>	68%	52%	24%	4	3	2	24
	Gerakan <i>barge</i> tidak terkendali	Pekerja dan/atau terhantam benda keras	64%	32%	36%	4	2	2	16
Seafastening	Kecelakaan pengelasan pemasangan <i>stopper</i>	Tangan pekerja terkena luka bakar, dan/atau kerusakan pada mata	64%	60%	32%	4	4	2	32
	Adanya pergerakan pada <i>Topside</i>	Pekerja terhantam benda keras	96%	20%	32%	5	1	2	10
	Putusnya struktur pengikat <i>topside</i>	Pekerja terbentur benda keras dan/atau terluka karena hempasan tali	92%	28%	24%	5	2	2	20
	Adanya material yang jatuh	Pekerja tertimpa material	68%	52%	36%	4	3	2	24
Pembongkaran unused <i>skidbeam</i>	Kecelakaan pemotongan untuk pembongkaran	Tangan pekerja terluka dan/atau terpotong karena terjepit peralatan	80%	40%	24%	5	3	2	30
	Peletakan material dan peralatan yang berserakan	Pekerja tersandung, terjatuh dan terbentur benda keras	24%	76%	36%	2	4	2	16
Pembongkaran <i>temporary access</i>	Rusak dan jatuhnya material dan peralatan	Pekerja tertimpa material dan peralatan	68%	28%	28%	4	2	2	16
	Kecelakaan pemotongan untuk pembongkaran	Tangan pekerja terluka dan/atau terpotong karena terjepit peralatan	76%	40%	28%	4	3	2	24
Kecelakaan pelepasan <i>mooring</i>	Gerakan <i>barge</i> tidak terkendali	Pekerja terjatuh dan/atau terhantam benda keras	60%	48%	40%	4	3	3	36
	<i>Mooring chain</i> terhempas dan pekerja berada di zona hempasan	Pekerja terhantam benda keras dan/atau terluka karena hempasan <i>mooring chain</i>	96%	20%	28%	5	1	2	10

Pada perhitungan *Risk Priority Number* diatas dapat diketahui bahwa terdapat beberapa mode kegagalan yang memiliki RPN tinggi atau diatas rata-rata. Mode kegagalan tersebut diantaranya adalah *startup* mesin (*winch*) diluar perintah pada kegiatan pemasangan *wire* untuk penarikan dan pada kegiatan *onshore skidding* dengan RPN masing-masing adalah 45.

Kemudian beberapa mode kegagalan dengan RPN sebesar 36 diantaranya adalah material *scaffolding* jatuh dan pijakan pekerja yang licin pada kegiatan pelepasan *scaffolding*. Selanjutnya terdapat 5 mode kegagalan yang memiliki RPN sebesar 36 selain dua mode kegagalan diatas. Kelima mode kegagalan tersebut antara lain, kesalahan penggunaan peralatan kerja pada kegiatan persiapan *skidding surface*, korsleting listrik dan konduktor terbuka pada kegiatan instalasi kelistrikan, kecelakaan pengelasan *skidbeam* pada kegiatan instalasi *skidbeam*, dan gerakan *barge* tidak terkendali pada kegiatan pelepasan *mooring*.

Selanjutnya terdapat 4 mode kegagalan dengan RPN sebesar 32 antara lain adalah, kecelakaan saat pengelasan pada kegiatan instalasi *handrail*, material (pipa) terjatuh dan kecelakaan pengelasan pipa pada kegiatan instalasi system *ballasting*, dan kecelakaan pengelasan pemasangan *stopper*. Kemudian 2 mode kegagalan lain dengan RPN sebesar 30 antara lain permukaan dek yang licin pada kegiatan instalasi *handrail* dan kesalahan saat pemotongan *skidbeam* yang tidak terpakai.

#### **4.5 Penentuan Kategori Risiko**

Setelah melakukan penilaian risiko secara kuantitatif melalui perhitungan *Risk Priority Number*, semua mode kegagalan yang teridentifikasi harus dapat diterima. Untuk mengetahui kategori dari masing-masing mode kegagalan, nilai probabilitas dan rating *severity* dari setiap mode kegagalan akan diplotkan ke matriks risiko. Berikut merupakan matriks risiko kecelakaan kerja pada proses *loadout* dengan metode *skidding*,

Severity		Probability				
Rating	Kriteria	1 (<1E-04)	2 (1E-04 - 1E-03)	3 (1E-03 - 1E-02)	4 (1E-02 - 1E-01)	5 (>1E-01)
5	Kecelakaan kerja menyebabkan kematian	19, 28, 29, 40	26, 27, 32, 33, 35	18		
4	Cedera berat yang dapat mengakibatkan cacat atau hilangnya fungsi tubuh		1, 2, 12, 13, 17, 21, 30, 37, 38	3, 4, 10, 22, 23, 31, 34, 39		
3	. Cedera sedang yang membutuhkan perawatan medis dan hilangnya hari kerja		9, 15	16, 24		
2	Cedera ringan dapat langsung ditangani di lokasi kejadian		7	20	5, 6, 8, 11, 14, 25, 36	
1	Terjadinya cedera kecil					

Gambar 4.17 Matrik Risiko Kecelakaan *Loadout* Metode *Skidding*

#### KETERANGAN

Kategori	Deskripsi
Very High	Tidak dapat diterima ( <i>unacceptable</i> )
High	Menjadi perhatian manajemen ( <i>urgent</i> )
Medium	Diperlukan pengendalian risiko
Low	Dipantau
Very Low	Dapat diterima ( <i>acceptable</i> )

19,26,27,28 dll.	Kode setiap mode kegagalan
------------------	----------------------------

Dari hasil penggambaran matriks risiko diatas, dapat dilihat bahwa semua risiko berada pada kategori risiko yang dapat diterima (*acceptable risk*). Dalam matriks risiko tersebut terdapat 1 (satu) mode kegagalan pada kategori medium high, 22 (sembilan) mode kegagalan pada kategori *medium*, dan pada kategori *low medium* sebanyak 17 (dua puluh lima) mode kegagalan.

#### 4.6 Saran Pengendalian Risiko

Setelah melakukan perhitungan nilai prioritas risiko (*Risk Priority Number*), selanjutnya akan diketahui mode kegagalan yang harus diprioritaskan dan diperlukan tindakan khusus untuk mengurangi terjadinya kegagalan yang berakibat pada terjadinya kecelakaan kerja. Berikut merupakan saran pengendalian risiko sesuai dengan hasil RPN tertinggi,

1. *Start up* mesin (*winch*) diluar perintah

Terjadinya *start up* mesin (*winch*) diluar perintah dapat mengakibatkan terjadinya kecelakaan kerja antara lain terluka bahkan



hilangnya bagian tubuh khususnya tangan pada pekerja. Untuk mengurangi potensi terjadinya hal tersebut maka diperlukan sebuah pengendalian risiko. Komunikasi yang baik antara pekerja dan operator merupakan salah satu pengendalian risiko yang telah dilakukan.

Selain hal tersebut beberapa saran pengendalian risiko antara lain adalah, memastikan semua system kerja *winch* dalam keadaan baik atau sesuai standard kerja. Untuk mengurangi kejadian yang tidak diinginkan pekerjaan yang berkaitan dengan pengoperasian *winch* dilakukan oleh pekerja yang berkompeten dan berpengalaman. Selain itu penggunaan APD yang tepat dan lengkap harus diterapkan pada setiap pekerja.

## 2. Kecelakaan saat pengelasan

Kecelakaan pada kegiatan pengelasan dapat mengakibatkan terlukanya pekerja karena luka bakar. Selain itu cahaya yang ditimbulkan pada saat pengelasan dapat menyebabkan gangguan pada penglihatan apabila pekerja las tidak menggunakan pelindung mata yang tepat. Pada pekerjaan pengelasan seharusnya dilakukan oleh pekerja yang berkompeten dan bersertifikat jika diperlukan agar dapat mengurangi potensi terjadinya kecelakaan kerja. Selain itu, penggunaan APD yang lengkap dan tepat pada pekerja las harus senantiasa diterapkan.

Selain hal diatas, beberapa saran untuk mengurangi potensi terjadinya kecelakaan pada proses pengelasan adalah pengecekan peralatan las dan memastikan semua peralatan tersebut dalam kondisi yang baik. Proses pengelasan sebaiknya dilakukan ditempat dengan penerangan yang baik agar pekerja lebih mudah melihat kondisi disekitar tempat kerja. Selain hal tersebut, pada saat proses pengelasan harus dilakukan dengan kehati-hatian dan konsentrasi yang baik agar terhindar dari kecelakaan pada saat proses pengelasan.

## 3. Korsleting listrik dan konduktor terbuka

Tersengat listrik pada saat bekerja dapat menyebabkan pekerja terluka bahkan sampai kehilangan nyawa. Penyebab tersengat listrik diantaranya adalah adanya korsleting listrik dan juga adanya konduktor terbuka yang tidak sengaja tersentuh oleh pekerja. Untuk mengurangi

potensi terjadinya kecelakaan tersebut diperlukan pengendalian risiko. Pengendalian risiko yang sudah dilakukan saat ini antara lain adalah dilakukannya pengecekan listrik baik material maupun sumber daya listrik secara berkala. Selain itu penggunaan listrik sesuai dengan kapasitas gardu listrik harus diterapkan.

Selain hal tersebut saran pengendalian risiko lain yang dapat diterapkan adalah perencanaan system kelistrikan harus benar-benar terencana sesuai dengan kondisi dilingkungan kerja. Hal ini dilakukan agar saat proses pekerjaan berlangsung tidak terjadi kejadian kecelakaan kerja yang disebabkan oleh kelistrikan.

#### 4. Terjatuhnya material dari ketinggian

Terjatuhnya material dari ketinggian dapat menimpa pekerja dan mengakibatkan kecelakaan kerja. Selain dapat menimpa pekerja, material yang terjatuh juga dapat mengalami kerusakan dan menimbulkan kerugian. Pengarahan pra-eksekusi atau sebelum dilakukannya pekerjaan sebaiknya dilakukan agar setiap pekerjaan dapat dilakukan dengan baik. Penggunaan APD yang lengkap dan tepat harus senantiasa diterapkan saat pekerja bekerja di bawah material yang dipindahkan atau dibawah material yang tidak terikat pada struktur. Hal ini dilakukan untuk mengurangi besarnya dampak yang dapat terjadi apabila tertimpa material yang terjatuh.

Selain hal tersebut, beberapa saran pengendalian risiko yang dapat dilakukan adalah memasang tanda peringatan di lokasi kerja agar pekerja senantiasa waspada terhadap serangan benda atau material yang terjatuh. Memastikan semua peralatan pengangkut dalam kondisi yang baik. Selain itu, *housekeeping* yang baik juga perlu dilakukan agar material yang tidak lagi dipergunakan tidak berserakan dan potensi kejadian jatuhnya material dari ketinggian dapat berkurang.

#### 5. Permukaan kerja yang licin

Lokasi permukaan kerja yang nyaman dan aman sangat diperlukan oleh pekerja. Permukaan kerja yang licin dapat mengakibatkan pekerja tergelincir, terjatuh, dan terbentur benda keras. Lokasi yang licin disebabkan karena air hujan ataupun air untuk keperluan pekerjaan. Untuk

mengurangi potensi terjadinya kecelakaan kerja yang diakibatkan oleh permukaan kerja yang licin maka diperlukan pengendalian risiko. Pemberian tanda pada lokasi yang licin merupakan salah satu pengendalian yang dapat dilakukan. Selain itu penggunaan APD pada pekerja harus senantiasa diterapkan untuk mengurangi keparahan dari dampak yang ditimbulkan.

#### 6. Kesalahan penggunaan peralatan kerja

Kesalahan penggunaan peralatan kerja dapat berakibat pada terjadinya kecelakaan kerja. Pekerja dapat mengalami luka pada bagian tubuh apabila salah dalam penggunaan peralatan kerja. Untuk mengurangi potensi terjadinya kecelakaan kerja tersebut dilakukan pengecekan kondisi peralatan kerja sebelum digunakan. Selain itu penggunaan APD yang tepat juga harus senantiasa diterapkan.

Selain hal tersebut, beberapa saran pengendalian risiko antara lain adalah dalam pengoperasian atau penggunaan peralatan kerja akan lebih baik jika dilakukan hanya oleh pekerja yang berkompeten dan berpengalaman. Penggunaan peralatan harus digunakan pada pekerjaan yang semestinya sesuai dengan fungsi dari peralatan itu sendiri.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari analisa data dan pembahasan pada bab sebelumnya, berikut merupakan kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian kali ini,

1. Setelah melakukan identifikasi kegagalan dalam proses kegiatan *loadout* dengan metode *skidding*, didapatkan 40 (empat puluh) mode kegagalan yang berpotensi menyebabkan kecelakaan kerja. Beberapa mode kegagalan tersebut antara lain adalah *startup* mesin (*winch*) tanpa sengaja, kecelakaan saat pengelasan dan kesalahan penggunaan peralatan kerja, korsleting listrik dan konduktor terbuka, permukaan kerja yang licin, dan terjatuhnya material dari ketinggian. Pada analisa mode kegagalan dengan metode *Fault Tree Analysis* diketahui probabilitas terjadinya kecelakaan kerja pada *loadout* metode *skidding* sebesar 0,22.
2. Dari hasil analisa kualitatif dengan metode FMEA dapat diketahui potensi dampak (kecelakaan kerja) dan proses kontrol dari masing-masing mode kegagalan. *Startup* mesin (*winch*) tanpa sengaja menyebabkan kecelakaan kerja yaitu tangan pekerja terjepit mesin *winch*. Mode kegagalan ini disebabkan karena kurangnya koordinasi dan komunikasi antar pekerja. Untuk *current control* dari *startup* mesin (*winch*) tanpa sengaja adalah menjaga komunikasi yang baik antara pekerja dan operator dan penggunaan APD yang tepat bagi pekerja dan operator.
3. Pada perhitungan *Risk Priority Number* dapat diketahui bahwa terdapat beberapa mode kegagalan yang memiliki RPN tinggi atau diatas rata-rata diantaranya adalah *startup* mesin (*winch*) tanpa sengaja pada kegiatan pemasangan *wire* untuk penarikan dan pada kegiatan *onshore skidding* dengan RPN masing-masing adalah 45.

## 5.2 Saran

Berdasarkan hasil analisa data dan pembahasan pada penelitian kali ini, penulis akan memberikan saran sebagai bahan pertimbangan untuk penelitian-penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan analisa risiko, diantaranya sebagai berikut,

1. Memperbanyak data kuantitatif seperti data historical kejadian pada proses loadout khususnya metode skidding dan agar pemberian penilaian pada *occurrence*, *severity*, dan *detection* lebih detail.
2. Menentukan pembobotan pada expert judgement dan memperbanyak data total event loadout setiap tahunnya agar penghitungan probabilitas pada mode kegagalan lebih detail.
3. Pada penelitian kali ini digunakan metode FTA dan FMEA, dengan menyelesaikan metode FTA terlebih dahulu sampai analisa pada lowest level kemudian dilanjutkan dengan analisa menggunakan metode FMEA sehingga memakan lebih banyak waktu. Penelitian selanjutnya bisa dilakukan dengan melakukan analisa FTA dan FMEA dalam waktu yang bersamaan (campuran FTA dan FMEA) agar lebih mempersingkat waktu pengerjaan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Al-Hammad, Ibrahim. 2003. *Criteria for Selecting Construction Labour Market in Saudi Arabia*. Faculty of Civil Engineering. King Saud University. Saudi Arabia.
- Anugrah, N. Restu., L.Fitria., Arie D. 2015. **Usulan Perbaikan Kualitas Produk Menggunakan Metode Fault Tree Analysis (FTA) dan Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) di Pabrik Roti Bariton**. Institut Teknologi Nasional. Bandung
- American Berau of Shipping. 2013. *Job Safety Analysis for The Marine and Offshore Industries*. USA.
- American Petroleum Institute. 2000. **API RP 2A WSD: Recommended Practice for Planning, Designing, and Contructing Fixed Offshore Platform-Working Stress Design 21<sup>st</sup> Edition**. USA.
- Anizar. 2009. **Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja di Industri**. Yogyakarta. Graha Ilmu.
- Baig, A.Ali. R. Ruzli., A.B. Buang. 2013. *Reliability Analysis Using Fault Tree Analysis: A Riview. International Journal of Chemical Engineering and Application* Vol. 4, No. 3. Malaysia.
- Barkley, Bruce T. 2004. **Project Risk Management**. The McGraw Hill Companies. United States of America.
- Badan Pengawas Mahkamah Agung Republik Indonesia. 2016. Penilaian Risiko. <http://bawas.mahkamahagung.go.id>. 29 Juli 2018.
- Det Norske Veritas. 2003. **DNV-RP-H101: Risk Management in Marine-and Subsea Operation**. Norway
- Davis, D dan Cosenza, R.M. 1988. *Business Research for Desicions-Making*. PWO-Kent Publishing. Boston.
- Fagioli Mission. 2018. Detail of the Transport of a Jacket. <http://www.fagioli.com/en/service>. 20 Februari 2018.
- Gaspersz, V. 2002. **Pedoman Implementasi Program Six Sigma Terintegrasi dengan ISO 9001:2000 MBNQA dan HACCP**. Jakarta. Gramedia Pustaka Utama.

- Grup Servicii Petroliere (GSP). Offshore Installation. <https://www.gspoffshore.com/offshore-construction/fabrication>. 20 Februari 2018.
- Hydrographic and Marine Consultants BV (HMC BV). 2018. Transport Engineering. <http://www.hmc.nl/ms/transport-engineering/>. 20 Februari 2018.
- Hoseynabadi, H. Arabian., H. Oraee., P.J. Tafner. 2010. *Failure Modes and Effect Analysis (FMEA) for Wind Turbines*. *International Journal of Electrical Power and Energy System*. United Kingdom.
- Hu, Yi-Nan. 2016. *Research on The Application of Fault Tree Analysis for Building Fire Safety of Hotels*. *Chinese People's Armed Police Forces Academy*. China.
- Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI). 2012. Pengertian Risiko. <https://kbbi.web.id/risiko>. 17 Februari 2018.
- Kaup, Magdalena., W. Jurczak., J. Kaup. 2016. *Design Methodology of Strength Verification of Platform During Loadout of the Arkutun Dagi Se-Topside 43.800 MT*. *Polish Maritime Research* Vol. 23. Polandia.
- Meyer, Mary A., Jane M. Booker. 1991. *Eliciting and Analyzing Expert Judgment: A Practical Guide*. *Academic Press Limited*, London.
- Muzakhir, S.M., K.P. Lijesh., H. Hirani. 2015. *Failure Mode and Effect Analysis of Journal Bearing*. *International Journal of Applied Engineering Research* ISSN 0973-4562. New Delhi
- Pradana, R. Dwi. 2016. *Analisa Waktu dan Biaya Loadout Jacket Structure Menggunakan Metode Skidding dan Multiwheel*. Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.
- Peeters. J.F.W., R.J.I. Basten., T.Tinga. 2017. *Improving Failure Analysis Efficiency by Combining FTA and FMEA in a Recursive Manner*. *The Netherlands*.
- Rausand, Marvin. 2011. *Risk Assessment: Theory, Methods, and Application*. United State. Wiley.
- Santosa, Budi. 2009. *Manajemen Proyek: Konsep dan Implementasi*. Yogyakarta. Graha Ilmu.

- Setiawan, T. Herni., Bryan Adryfan., C.A. Putra. 2017. ***Risk Analysis and Priority Determination of Risk Prevention Using Failure Mode and Effect Analysis Method in The Manufacturing Process of Hollow Core Slab***. Parahyangan Catholic University. Bandung.
- Shortreed, John, Cindy Jardine, dan Steve Hrudey, et al. 2003. ***Risk Management Frameworks For Human Health And Environmental Risks***. *Journal of Toxicology and Environmental Health*, Vol. 6, pp 569-720.
- Silalahi, Ferdinand. 1997. **Manajemen Risiko dan Asuransi**. Jakarta. Gramedia Pustaka Utama.
- Silvianita., M.F. Khamidi., V.J. Kurian. 2013. ***Decision Making for Safety Assessment of Mobile Mooring System***. Universiti Teknologi Petronas. Malaysia.
- Simmons, R.J. 2010. ***System Safety Analysis Techniques for Engineers, Manager and Occupational Safety and Health Progressional***. *System Safety Society*. Singapore.
- Sinaga, Y. Yolanda. 2014. **Identifikasi dan Analisa Risiko Kecelakaan Kerja dengan Metode FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) dan FTA (Fault Tree Analysis) di Proyek Jalan Tol Surabaya-Mojokerto**. Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.
- Skjong, Rolf, et al . 2001. ***Expert Judgment and Risk Perception***. *Det Norske Veritas*. Norway : Hovik
- Suanda, Budi. 2008. **Pengelolaan Risiko Kontrak Terhadap Kinerja Biaya Pada Proyek Konstruksi (Studi Kasus PT. PP)**. Tesis Program Studi Teknik Sipil Kekhususan Manajemen Proyek. Jakarta
- Umar, Husein. 2001. **Manajemen Risiko Bisnis: Pendekatan Finansial dan NonFinansial**. Jakarta. Gramedia Pustaka Utama.



[Halaman ini sengaja dikosongkan]

**LAMPIRAN A**  
**KUISIONER SURVEI**  
**TINGKAT KEPENTINGAN RISIKO**



**KUISIONER SURVEI TINGKAT KEPENTINGAN RISIKO  
KECELAKAAN KERJA PADA SKIDDING LOADOUT  
PROGRAM SARJANA DEPARTEMEN TEKNIK KELAUTAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER (ITS) SURABAYA**

---

Kepada Yth. Bapak/Ibu/Sdr/i  
di Tempat

Dengan hormat,

Saya Kurniashanti D.P NRP 04311440000062 adalah mahasiswi Program Sarjana Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya Departemen Teknik Kelautan, bermaksud untuk melakukan penelitian dalam rangka penyusunan tugas akhir yang berjudul “Analisa Risiko Kecelakaan Kerja Pada Proses *Loadout* Dengan Metode *Skidding*”. Sehubungan dengan hal tersebut, maka saya mengharapkan bantuan Bapak/Ibu/Sdr/i responden kiranya bersedia mengisi kuesioner ini dengan se-obyektif mungkin sesuai dengan kenyataan yang dilihat dan dirasakan oleh Bapak/Ibu/Sdr/i responden tentang risiko kecelakaan kerja pada proses *loadout* dengan metode *skidding*.

Dalam melakukan pengisian kuesioner ini, dimohon Bapak/Ibu/Sdr/i responden untuk membaca petunjuk terlebih dahulu yang tertera agar memudahkan dalam memberikan jawaban serta keakuratan jawaban yang diberikan. Apapun jawaban Bapak/Ibu/Sdr/i responden akan sangat berharga dan bermanfaat bagi penelitian ini. Saya sangat menjunjung tinggi komitmen dan memegang teguh kerahasiaan dan kepercayaan yang telah Bapak/Ibu/Sdr/i responden berikan.

Atas segala perhatian dan kerjasama Bapak/Ibu/Sdr/i responden, saya ucapkan terima kasih.

Hormat saya,

Kurniashanti D.P

## **I. PENDAHULUAN**

Resiko merupakan kemungkinan (probabilitas) atau ketidakpastian terjadinya peristiwa diluar yang diharapkan yang dapat menimbulkan dampak negative. Pada suatu pelaksanaan proyek akan terjadi berbagai ketidakpastian yang akan menimbulkan suatu resiko yang dapat menghambat kelancaran proyek dan dapat mempengaruhi potensi kecelakaan kerja. Setiap kecelakaan kerja akan menimbulkan kerugian yang besar baik itu kerugian material maupun fisik.

Kecelakaan kerja dapat menyebabkan keterlambatan kerja, pengeluaran, serta mengganggu konsentrasi para pekerja lainnya. Adapun factor yang mempengaruhi terjadinya kecelakaan kerja antara lain factor pekerja, factor peralatan dan mesin ataupun factor lingkungan sekitar.

## **II. TUJUAN KUISIONER**

1. Mengetahui presentase nilai kemungkinan kejadian (*occurrence*) berdasarkan penyebab (*failure cause*) dari setiap mode kegagalan yang telah teridentifikasi melalui Diagram *Fault Tree*.
2. Mengetahui presentase nilai keparahan (*severity*) dari efek (yang dalam hal ini adalah kecelakaan kerja) yang ditimbulkan dari setiap mode kegagalan dalam pelaksanaan proyek.
3. Mengetahui seberapa besar kemungkinan lolosnya kejadian (mode kegagalan) dari system control yang telah dipasang atau dilakukan saat ini.

## **III. KERAHASIAAN INFORMASI**

Data dan informasi yang diberikan dalam kuisisioner ini dijamin kerahasiaannya dan hanya dipakai untuk keperluan penelitian.

### **IDENTITAS RESPONDEN**

Nama Responden : .....

Jabatan dalam Perusahaan : .....

Lama Bekerja : .....

**PETUNJUK PENGISIAN KUISIONER**

1. Pilihlah jawaban dengan memberi tanda centang (√) pada kolom tingkat keparahan (*severity*), tingkat kejadian (*occurrence*), dan tingkat detection yang telah tersedia.
2. Pengisian jawaban tingkat keparahan (*severity*), tingkat kejadian (*occurrence*), dan tingkat detection pada tabel *Failure Mode and Effect Analysis* akan disertakan dalam lampiran.
3. Berikut adalah beberapa pengertian/penjelasan untuk mempermudah para responden dalam mengisi kuisisioner,
  - Mode Kegagalan (*Failure Mode*) merupakan segala kejadian diluar yang direncanakan yang dapat menimbulkan terjadinya kecelakaan kerja.
  - Penyebab Kegagalan (*Failure Cause*) merupakan penyebab terjadinya mode kegagalan. Efek Kegagalan (*Failure Effect*) merupakan dampak yang ditimbulkan dari mode kegagalan yang dalam penelitian ini dikhususkan pada kecelakaan kerja
  - *Severity* merupakan tingkat keparahan dampak (kecelakaan kerja) yang ditimbulkan dari suatu mode kegagalan

Tabel 4.13 Kriteria Penilaian Tingkat Keparaharan (*Severity*)

Rating	Kriteria
1	Pengaruh buruk yang dapat diabaikan. Terjadinya cedera kecil. Kita tidak perlu memikirkan bahwa akibat ini akan berdampak pada kelangsungan proyek.
2	Pengaruh buruk yang ringan. Akibat yang ditimbulkan hanya bersifat ringan. Cedera ringan dapat langsung ditangani di lokasi kejadian.
3	Pengaruh buruk yang moderat. Cedera sedang yang membutuhkan perawatan medis dan hilangnya hari kerja.
4	Pengaruh buruk yang tinggi. Cedera berat yang dapat mengakibatkan cacat atau hilangnya fungsi tubuh.
5	Pengaruh buruk sangat tinggi. Kecelakaan kerja menyebabkan kematian.



- *Occurrence* merupakan tingkatan kemungkinan terjadinya kegagalan yang dinilai berdasarkan penyebab yang terjadi dari mode kegagalan tersebut.

Tabel 4.14 Kriteria Penilaian Tingkat Kejadian (*Occurence*)

Rating	Kriteria	Probabilitas
1	Kegagalan sangat jarang terjadi. Terjadi hanya pada keadaan tertentu	$<10^{-4}$
2	Kejadian kegagalan sesekali terjadi dan sewaktu-waktu pada suatu kegiatan	$10^{-4} - 10^{-3}$
3	Intensitas terjadinya kegagalan medium (mungkin dapat terjadi) dan dapat terjadi sewaktu-waktu pada semua keadaan	$10^{-3} - 10^{-2}$
4	Kegagalan cenderung untuk terjadi pada semua keadaan	$10^{-2} - 10^{-1}$
5	Kegagalan hampir pasti terjadi pada semua keadaan dalam suatu kegiatan	$>10^{-1}$

- *Detection* merupakan kemungkinan lolosnya mode kegagalan dari alat control yang sudah dipasang atau dilakukan.

Tabel 4.15 Kriteria Penilaian Tingkat Deteksi (*Detection*)

Rating	Kriteria
1	Metode pencegahan sangat efektif. Tidak ada kesempatan penyebab mungkin muncul
2	Kemungkinan penyebab terjadi sangat rendah
3	Kemungkinan penyebab terjadi bersifat moderat. Metode pencegahan kadang memungkinkan penyebab terjadi
4	Kemungkinan penyebab terjadi masih tinggi. Metode pencegahan kurang efektif, penyebab masih berulang
5	Kemungkinan penyebab terjadi sangat tinggi. Metode pencegahan tidak efektif, penyebab selalu berulang

**TABEL FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS PENILAIAN RISK PRIORITY NUMBER**  
**PROYEK LOADOUT DENGAN METODE SKIDDING**

Kegiatan	Mode Kegagalan	Effect (Kecelakaan Kerja)	Tingkat Keparahan (Severity)					Causes (Penyebab)	Tingkat Kejadian (Occurrence)					Current Control	Tingkat Detection				
			1	2	3	4	5		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
Pelepasan scaffolding	Material scaffolding patah	Pekerja terjatuh dari ketinggian, tangan pekerja terluka						Kelebihan muatan dan kesalahan lokasi pijakan pekerja						Penggunaan APD yang lengkap, pemeriksaan kondisi <i>frame scaffolding</i>					
	Material scaffolding jatuh	Pekerja tertimpa material						Patahnya material dan kurang hati-hati saat pemindahan material scaffolding						Pengarahan pra-eksekusi, Penggunaan APD yang lengkap,					
	Pijakan pekerja basah/licin	Pekerja tergelincir dan terjatuh dari ketinggian						Terkena air hujan dan/atau pelumas yang digunakan saat bekerja						Pemberian tanda pada lokasi yang licin, Penggunaan APD yang lengkap					
Persiapan skidding surface	Kesalahan penggunaan peralatan kerja	Kaki pekerja terluka						Pekerja kurang hati-hati saat menggali						Pengecekan kondisi peralatan dan penggunaan APD untuk pekerja					
	Permukaan tanah licin	Pekerja tergelincir dan terjatuh						Terkena air hujan ataupun air yang digunakan saat bekerja						Pemberian tanda pada lokasi yang licin, Penggunaan APD yang lengkap					
	Material dan peralatan berserakan	Pekerja tersandung, terjatuh dan terbentur benda keras						Kelalaian pekerja dalam penataan material dan peralatan						Membuat daftar peralatan yang dibutuhkan, <i>Houskeeping</i> di lokasi kerja setelah pekerjaan selesai					

**TABEL FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS PENILAIAN RISK PRIORITY NUMBER  
PROYEK LOADOUT DENGAN METODE SKIDDING**

Kegiatan	Mode Kegagalan	Effect (Kecelakaan Kerja)	Tingkat Keparahan (Severity)					Causes (Penyebab)	Tingkat Kejadian (Occurrence)					Current Control	Tingkat Detection				
			1	2	3	4	5		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
Instalasi gangway	Walkway tidak rata	Pekerja terjatuh dan terbentur benda keras						Produk cacat atau mengalami kerusakan						Memberi tanda peringatan agar pekerja berhati-hati, Penggunaan APD yang lengkap					
	Walkway tergenang air (licin)	Pekerja tergelincir, terjatuh dan terbentur benda keras						Terkena air hujan dan/atau kesalahan penempatan sehingga walkway tergenang air						Pemberian tanda pada lokasi yang licin, Penggunaan APD yang lengkap					
Instalasi handrail	Tinggi handrail kurang	Pekerja terjatuh ke laut						Kesalahan pemilihan material						Pengecekan kondisi material sebelum diinstal, Memberi tanda peringatan di barge					
	Kecelakaan saat pengelasan	Tangan pekerja terkena luka bakar, dan/atau kerusakan pada mata						Terkena percikan api, terkena paparan sinar yang terlalu terang dalam waktu yang lama						Dilakukan oleh pekerja yang bersertifikasi, Penggunaan APD yang lengkap					
	Permukaan dek barge yang licin	Pekerja tergelincir, terjatuh dan terbentur benda keras						Terkena air hujan dan/atau air untuk pekerjaan						Pemberian tanda pada lokasi yang licin, Penggunaan APD yang lengkap					



**TABEL FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS PENILAIAN RISK PRIORITY NUMBER  
PROYEK LOADOUT DENGAN METODE SKIDDING**

Kegiatan	Mode Kegagalan	Effect (Kecelakaan Kerja)	Tingkat Keparahan (Severity)					Causes (Penyebab)	Tingkat Kejadian (Occurrence)					Current Control	Tingkat Detection					
			1	2	3	4	5		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5	
Instalasi kelistrikan	Korsleting listrik	Pekerja tersengat listrik atau mengalami luka bakar						Arus listrik yang terlalu besar dan adanya ledakan kecil yang menimbulkan api							Pengecekan listrik oleh electrician secara berkala, menjaga agar penggunaan listrik sesuai dengan kapasitas pada gardu listrik					
	Konduktor terbuka	Pekerja tersengat listrik						Kerusakan kabel yang teraliri listrik							Penggunaan material yang baik dan sesuai standard, pemeriksaan material dan peralatan listrik secara berkala					
	Penataan kabel yang tidak rapi	Pekerja terlilit kabel dan/atau tersandung kabel						Kabel yang terlalu panjang dan penataan kabel berada di daerah acces pekerja							Pemeriksaan material dan peralatan listrik secara berkala, memperhatikan lokasi penataan kabel untuk tidak berada didaerah akses pekerja					
	Tangga untuk memasang penerangan rusak	Pekerja terjatuh dan terbentur benda keras						Anak tangga yang patah atau terlepas							Pemeriksaan kondisi peralatan kerja sebelum digunakan, Penggunaan APD yang lengkap					
	Kesalahan penempatan alat penerang	Terbentur benda keras						Kondisi yang gelap membuat pekerja mudah tersengat oleh benda							Akses untuk pekerja dalam kondisi baik dan tanpa penghalang, Penggunaan APD yang lengkap					
	Listrik masih mengalir saat pemasangan penerangan	Pekerja tersengat listrik						Kurangnya koordinasi antar pekerja							Komunikasi yang baik antar pekerja, Operator yang berpengalaman					

**TABEL FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS PENILAIAN RISK PRIORITY NUMBER  
PROYEK LOADOUT DENGAN METODE SKIDDING**

Kegiatan	Mode Kegagalan	Effect (Kecelakaan Kerja)	Tingkat Keparahan (Severity)					Causes (Penyebab)	Tingkat Kejadian (Occurrence)					Current Control	Tingkat Detection				
			1	2	3	4	5		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
Instalasi wire untuk penarikan	Startup mesin ( <i>winch</i> ) diluar perintah	Tangan pekerja terjepit mesin <i>winch</i>						Kurang adanya koordinasi dan komunikas antar pekerja						Komunikasi yang baik antara pekerja dan operator, Penggunaan APD yang tepat bagi pekerja dan operator					
	<i>Wire</i> terhempas dan pekerja berada di zona hempasan	Pekerja terbentur benda keras dan/atau terluka karena hempasan <i>wire</i>						Kesalahan material dan batasan zona hempasan yang kurang jelas						Penggunaan material yang bersertifikat, pemantauan <i>tension load</i> secara terus-menerus, memperjelas batasan untuk zona hempasan					
Instalasi system ballast	Permukaan pipa rusak yang tajam	Pekerja terluka						Sambungan pada pipa yang kurang rapi membuat permukaan pipa tajam						Penggunaan material yang bersertifikasi dan pemeriksaan sebelum dilakukan pekerjaan, Penggunaan APD yang tepat					
	Material (pipa) terjatuh	pekerja tertimpa material						Kerusakan peralatan untuk mengangkat pipa						Pemeriksaan crane pengangkat untuk memastikan dalam kondisi yang baik dan beban yang diangkat sesuai kapasitasnya, Dilakukan oleh operator yang berpengalaman, Penggunaan APD yang tepat					

**TABEL FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS PENILAIAN RISK PRIORITY NUMBER  
PROYEK LOADOUT DENGAN METODE SKIDDING**

Kegiatan	Mode Kegagalan	Effect (Kecelakaan Kerja)	Tingkat Keparahan (Severity)					Causes (Penyebab)	Tingkat Kejadian (Occurrence)					Current Control	Tingkat Detection				
			1	2	3	4	5		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
Instalasi system ballast	Kecelakaan pengelasan pipa	Tangan pekerja terkena luka bakar, dan/atau kerusakan pada mata						Terkena percikan api, terkena paparan sinar yang terlalu terang dalam waktu yang lama						Dilakukan oleh pekerja yang bersertifikasi, Penggunaan APD yang lengkap					
	Tanki ballast terbuka	Pekerja terjatuh kedalam tanki ballast						Tidak adanya tanda disekitar bukaan tanki ballast						Komunikasi yang baik antar pekerja, pemasangan guard/coaming disekitar bukaan, pemberian tanda peringatan disekitar tanki ballast, Penggunaan APD yang tepat					
Instalasi skidbeam	Kecelakaan pengelasan skidbeam	Tangan pekerja terkena luka bakar, dan/atau kerusakan pada mata						Terkena percikan api, terkena paparan sinar yang terlalu terang dalam waktu yang lama						Dilakukan oleh pekerja yang bersertifikasi, Penggunaan APD yang lengkap					
	Material dan peralatan yang berserakan	Pekerja tersandung, terjatuh dan terbentur benda keras						Kelalaian pekerja dalam penataan/ peletakkan material dan peralatan						Membuat daftar peralatan yang dibutuhkan, Houskeeping di lokasi kerja setelah pekerjaan selesai					

**TABEL FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS PENILAIAN RISK PRIORITY NUMBER  
PROYEK LOADOUT DENGAN METODE SKIDDING**

Kegiatan	Mode Kegagalan	Effect (Kecelakaan Kerja)	Tingkat Keparahan (Severity)					Causes (Penyebab)	Tingkat Kejadian (Occurrence)					Current Control	Tingkat Detection				
			1	2	3	4	5		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
Onshore Skidding	Startup mesin (winch) diluar perintah	Tangan pekerja terjepit mesin winch						Kurang adanya koordinasi dan komunikas antar pekerja						Komunikasi yang baik antara pekerja dan operator, Penggunaan APD yang tepat bagi pekerja dan operator					
	Winch tergelincir	Pekerja terhantam benda keras						Beban yang ditarik melebihi kapasitas dari winch						Penggunaan material dan peralatan yang bersertifikat dan sesuai kapasitas, pemantauan tension load secara terus-menerus					
	Wire terhempas dan pekerja berada di zona hempasan	Pekerja terbentur benda keras dan/atau terluka karena hempasan wire						Kesalahan material dan batasan zona hempasan yang kurang jelas						Penggunaan material yang bersertifikat, pemantauan tension load secara terus-menerus, memperjelas batasan untuk zona hempasan					
Ballasting de-ballasting	Tanki ballast yang terbuka	Pekerja terjatuh kedalam tanki ballast						Tidak adanya tanda disekitar bukaan tanki ballast						Komunikasi yang baik antar pekerja, pemasangan guard/coaming disekitar bukaan, pemberian tanda peringatan disekitar tanki ballast, Penggunaan APD yang tepat					

**TABEL FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS PENILAIAN RISK PRIORITY NUMBER  
PROYEK LOADOUT DENGAN METODE SKIDDING**

Kegiatan	Mode Kegagalan	Effect (Kecelakaan Kerja)	Tingkat Keparahan (Severity)					Causes (Penyebab)	Tingkat Kejadian (Occurrence)					Current Control	Tingkat Detection				
			1	2	3	4	5		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
<i>Ballasting de-ballasting</i>	Gerakan <i>barge</i> tidak terkendali	Pekerja terjatuh dan/atau terhantam benda keras						Kesalahan pada system <i>ballasting de-ballasting</i>						Membuat perencanaan rencana <i>ballasting</i> kapal, pengoperasian system <i>ballast</i> dilakukan oleh personel yang berpengalaman, memeriksa secara berkala dan memperbarui rencana <i>ballasting</i> kapal per kondisi aktual					
<i>Seafastening</i>	Kecelakaan pengelasan pemasangan <i>stopper</i>	Tangan pekerja terkena luka bakar, dan/atau kerusakan pada mata						Terkena percikan api, terkena paparan sinar yang terlalu terang dalam waktu yang lama						Dilakukan oleh pekerja yang bersertifikasi, Penggunaan APD yang lengkap					
	Adanya pergerakan pada <i>topside</i>	Pekerja terhantam benda keras						Kesalahan pemasangan <i>stopper</i> dan tali pengikat untuk <i>topside</i>						Perencanaan posisi <i>topside</i> dan <i>stopper</i> di <i>barge</i> , penggunaan material yang memenuhi syarat					
	Putusnya struktur pengikat <i>topside</i>	Pekerja terbentur benda keras dan/atau terluka karena hempasan tali						Kerusakan material pengikat dan kesalahan pemasangan struktur pengikat						Penggunaan material yang bersertifikat, pemantauan <i>tension load</i> secara terus-menerus, memperjelas batasan untuk zona hempasan					

**TABEL FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS PENILAIAN RISK PRIORITY NUMBER  
PROYEK LOADOUT DENGAN METODE SKIDDING**

Kegiatan	Mode Kegagalan	Effect (Kecelakaan Kerja)	Tingkat Keparahan (Severity)					Causes (Penyebab)	Tingkat Kejadian (Occurrence)					Current Control	Tingkat Detection				
			1	2	3	4	5		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
<i>Seafastening</i>	Adanya Material Pengikat yang Jatuh	Pekerja tertimpa material						Adanya material atau peralatan yang tidak melekat/terikat pada struktur						Housekeeping dilakukan disekitar topside, pelepasan material dan equipment yang tidak digunakan lagi, penggunaan APD tidak tepat					
Pemotongan <i>skidbeam</i> yang tidak terpakai	Kesalahan penggunaan alat pembongkaran <i>skidbeam</i>	Tangan pekerja terluka dan/atau terpotong karena terjepit peralatan						Pekerja tidak bisa mengendalikan peralatan dan kurang berhati-hati						Dilakukan oleh pekerja yang bersertifikasi, Penggunaan APD yang lengkap					
	Peletakan material dan peralatan yang berserakan	Pekerja tersandung, terjatuh dan terbentur benda keras						Kelalaian pekerja dalam penataan/peletakkan material dan peralatan						Membuat daftar peralatan yang dibutuhkan, Houskeeping di lokasi kerja setelah pekerjaan selesai					
Pembongkaran <i>temporary access</i>	Rusak dan jatuhnya material dan peralatan	Pekerja tertimpa material dan peralatan						Kerusakan pada alat pengangkat material						Pemeriksaan crane pengangkat untuk memastikan dalam kondisi yang baik dan beban yang diangkat sesuai kapasitasnya, Dilakukan oleh operator yang berpengalaman, Penggunaan APD yang tepat					

**TABEL FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS PENILAIAN RISK PRIORITY NUMBER**  
**PROYEK LOADOUT DENGAN METODE SKIDDING**

Kegiatan	Mode Kegagalan	Effect (Kecelakaan Kerja)	Tingkat Keparahan (Severity)					Causes (Penyebab)	Tingkat Kejadian (Occurrence)					Current Control	Tingkat Detection				
			1	2	3	4	5		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
Pembongkaran <i>temporary access</i>	Kesalahan penggunaan alat pelepasan temporary access	Tangan pekerja terluka dan/atau terpotong karena terjepit peralatan						Pekerja tidak bisa mengendalikan peralatan dan kurang berhati-hati						Dilakukan oleh pekerja yang bersertifikasi, Penggunaan APD yang lengkap					
Kecelakaan pelepasan mooring	Gerakan barge tidak terkendali	Pekerja terjatuh dan/atau terhantam benda keras						Gelombang yang tinggi dan/atau cuaca buruk						Perencanaan mooring system, update kondisi cuaca sekitar lokasi kerja					
	<i>Mooring chain</i> terhempas dan pekerja berada di zona hempasan	Pekerja terhantam benda keras dan/atau terluka karena hempasan <i>mooring chain</i>						Kesalahan material dan batasan zona hempasan yang kurang jelas						Pemotongan dilakukan sesuai prosedur oleh pekerja bersertifikasi, pemantauan <i>tension load</i> secara terus-menerus, memperjelas batasan untuk zona hempasan					

**LAMPIRAN B**  
**PERHITUNGAN PROBABILITAS**  
**DIAGRAM FAULT TREE**



**TABEL PERHITUNGAN PROBABILITAS DIAGRAM FAULT TREE KECELAKAAN PADA LOADOUT SKIDDING**

Kegiatan	Mode Kegagalan (Failure Mode)	Occurence (Tingkat Kejadian)					Probability							
		1.00E-04	3.16E-04	3.16E-03	3.16E-02	1.00E-01	Level 7	Level 6	Level 5	Level 4	Level 3	Level 2	Level 1	
Pelepasan <i>scaffolding</i>	Material <i>scaffolding</i> patah	4	1	0	0	0	1.4E-04			1.0E-03	2.5E-03	4.5E-02	2.2E-01	
	Material <i>scaffolding</i> jatuh	0	4	1	0	0	8.9E-04							
	Pijakan pekerja basah/licin	0	3	2	0	0	1.5E-03							
Persiapan <i>skidding surface</i>	Kesalahan penggunaan peralatan kerja	0	2	3	0	0	2.0E-03			4.0E-02	4.3E-02	4.5E-02	2.2E-01	
	Permukaan tanah licin	0	0	3	2	0	1.5E-02							
	Material dan peralatan berserakan	0	0	1	4	0	2.6E-02							
Instalasi <i>gangway</i>	<i>Walkway</i> tidak rata	1	4	0	0	0	2.7E-04			1.99E-02	9.0E-02	1.4E-01	2.2E-01	
	<i>Walkway</i> tergenang air (licin)	1	0	1	3	0	1.96E-02							
Instalasi <i>handrail</i>	Tinggi <i>handrail</i> kurang	4	1	0	0	0	1.4E-04			3.49E-02				9.0E-02
	Kecelakaan saat pengelasan	0	0	5	0	0	3.2E-03	3.5E-02						
	Permukaan dek barge yang licin	0	0	0	5	0	3.2E-02							
Instalasi kelistrikan	Korsleting listrik	0	4	1	0	0	8.9E-04			3.53E-02	9.0E-02	1.4E-01	2.2E-01	
	Konduktor terbuka	0	4	1	0	0	8.9E-04							
	Penataan kabel yang tidak rapi	0	0	0	5	0	3.2E-02							
	Tangga untuk memasang penerangan rusak	4	1	0	0	0	1.4E-04			1.9E-03				
	Kesalahan penempatan alat penerang	0	3	2	0	0	1.5E-03							
	Listrik masih mengalir saat pemasangan penerangan	0	5	0	0	0	3.2E-04							
Instalasi <i>wire</i> untuk penarikan	Startup mesin ( <i>winch</i> ) tanpa sengaja	0	3	2	0	0	1.5E-03			1.5E-03	4.9E-02	2.2E-01	2.2E-01	
	<i>Wire</i> terhempas dan pekerja berada di zona hempasan	3	2	0	0	0	1.9E-04	3.5E-08						
Instalasi <i>system ballast</i>	Permukaan pipa rusak yang tajam	0	3	2	0	0	1.5E-03	2.3E-03	1.1E-02					1.3E-02
	Material (pipa) terjatuh	2	3	1	0	0	8.6E-04		1.1E-02					
	Kecelakaan pengelasan pipa	0	0	4	1	0	8.9E-03							
Instalasi <i>skidbeam</i>	Tanki <i>ballast</i> terbuka	0	2	3	0	0	2.0E-03			3.5E-02	4.2E-04	2.7E-03	2.2E-01	
	Kecelakaan pengelasan <i>skidbeam</i>	0	0	5	0	0	3.2E-03							
Onshore <i>Skidding</i>	Material dan peralatan yang berserakan	0	0	0	5	0	3.2E-02			4.16E-04				4.2E-04
	Startup mesin ( <i>winch</i> ) tanpa sengaja	1	4	0	0	0	2.7E-04							
	<i>Winch</i> tergelincir	4	1	0	0	0	1.4E-04							
Ballasting de-ballasting	<i>Wire</i> terhempas dan pekerja berada di zona hempasan	5	0	0	0	0	1.0E-04	1.0E-08			2.3E-03	4.2E-04	2.7E-03	2.2E-01
	Tanki <i>ballast</i> yang terbuka	0	2	3	0	0	2.0E-03							
Seafastening	Gerakan barge tidak terkendali	2	3	0	0	0	2.3E-04			2.3E-03	5.5E-03			
	Kecelakaan pengelasan pemasangan <i>stopper</i>	0	0	5	0	0	3.2E-03							
	<i>Topside</i> tergelincir	5	0	0	0	0	1.0E-04							
	Putusnya struktur pengikat <i>topside</i>	3	2	0	0	0	1.9E-04							
Pemotongan <i>skidbeam</i> yang tidak terpakai	Adanya Material Pengikat yang Jatuh	0	2	3	0	0	2.0E-03			2.6E-02	2.8E-02	2.2E-01	2.2E-01	
	Kecelakaan saat pemotongan	0	5	0	0	0	3.2E-04							
Pembongkaran <i>temporary access</i>	Peletakan material dan peralatan yang berserakan	0	0	1	4	0	2.6E-02			5.0E-04				2.8E-02
	Rusak dan jatuhnya material dan peralatan	3	2	0	0	0	1.9E-04							
Kecelakaan pelepasan <i>mooring</i>	Kecelakaan saat pemotongan	0	5	0	0	0	3.2E-04			1.5E-03	2.8E-02	2.2E-01	2.2E-01	
	Gerakan barge tidak terkendali	0	3	2	0	0	1.5E-03							
Kecelakaan pelepasan <i>mooring</i>	<i>Mooring chain</i> terhempas dan pekerja berada di zona hempasan	5	0	0	0	0	1.0E-04	1.0E-08		1.5E-03				2.8E-02

**Kriteria Penilaian Probabilitas**

Rating	Kriteria	Probabilitas
1	Kegagalan sangat jarang terjadi. Terjadi hanya pada keadaan tertentu	<10 <sup>-4</sup>
2	Kejadian kegagalan sesekali terjadi dan sewaktu-waktu pada suatu kegiatan	10 <sup>-4</sup> - 10 <sup>-3</sup>
3	Intensitas terjadinya kegagalan medium (mungkin dapat terjadi) dan dapat terjadi sewaktu-waktu pada semua keadaan	10 <sup>-3</sup> - 10 <sup>-2</sup>
4	Kegagalan cenderung untuk terjadi pada semua keadaan	10 <sup>-2</sup> - 10 <sup>-1</sup>
5	Kegagalan hampir pasti terjadi pada semua keadaan dalam suatu kegiatan	>10 <sup>-1</sup>

Keterangan	Level 1	Nilai Probabilitas pada tingkatan 1 ( <i>top event</i> ) diagram <i>fault tree</i>
	Level 2	Nilai Probabilitas pada tingkatan 2 diagram <i>fault tree</i>
	Level 3	Nilai Probabilitas pada tingkatan 3 diagram <i>fault tree</i>
	Level 4	Nilai Probabilitas pada tingkatan 4 diagram <i>fault tree</i>
	Level 5	Nilai Probabilitas pada tingkatan 5 diagram <i>fault tree</i>
	Level 6	Nilai Probabilitas pada tingkatan 6 diagram <i>fault tree</i>
	Level 7	Nilai Probabilitas pada tingkatan 7 diagram <i>fault tree</i>

**LAMPIRAN C**  
**PENILAIAN RISK PRIORITY NUMBER**

**TABEL FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS RISK PRIORITY NUMBER MODE KEGAGALAN PADA PROSES LOADOUT DENGAN METODE SKIDDING YANG MENYEBABKAN KECELAKAAN KERJA**

Kegiatan	Mode Kegagalan (Failure Mode)	Failure Effect (Kecelakaan Kerja)	Severity (Tingkat Keparahan)					S.I	Rating	Failure Causes (Penyebab)	Occurrence (Tingkat Kejadian)					O.I	Rating	Current Control (Kontrol saat Ini)	Detection (Tingkat Detection)					D.I	Rating	RPN
			1	2	3	4	5				1	2	3	4	5				1	2	3	4	5			
Pelepasan scaffolding	Material scaffolding patah	Pekerja terjatuh dari ketinggian, tangan pekerja terluka	1	0	0	4	0	68%	4	Kelebihan muatan dan kesalahan lokasi pijakan pekerja	4	1	0	0	0	24%	2	Penggunaan APD yang lengkap, pemeriksaan kondisi frame scaffolding	4	1	0	0	0	24%	2	16
	Material scaffolding jatuh	Pekerja tertimpa material	0	0	3	2	0	68%	4	Patahnya material dan kurang hati-hati saat pemindahan material scaffolding	0	4	1	0	0	44%	3	Pengarahan pra-eksekusi, Penggunaan APD yang lengkap,	0	5	0	0	0	40%	3	36
	Pijakan pekerja basah/licin	Pekerja tergelincir dan terjatuh dari ketinggian	0	0	3	2	0	68%	4	Terkena air hujan dan/atau pelumas yang digunakan saat bekerja	0	3	2	0	0	48%	3	Pemberian tanda pada lokasi yang licin, Penggunaan APD yang lengkap	0	5	0	0	0	40%	3	36
Persiapan skidding surface	Kesalahan penggunaan peralatan kerja	Kaki pekerja terluka	0	0	3	2	0	68%	4	Pekerja kurang hati-hati saat menggali	0	2	3	0	0	52%	3	Pengecekan kondisi peralatan dan penggunaan APD untuk pekerja	0	5	0	0	0	40%	3	36
	Permukaan tanah licin	Pekerja tergelincir dan terjatuh	2	3	0	0	0	32%	2	Terkena air hujan ataupun air yang digunakan saat bekerja	0	0	3	2	0	68%	4	Pemberian tanda pada lokasi yang licin, Penggunaan APD yang lengkap	2	2	1	0	0	36%	2	16
	Material dan peralatan berserakan	Pekerja tersandung, terjatuh dan terbentur benda keras	3	2	0	0	0	28%	2	Kelalaian pekerja dalam penataan material dan peralatan	0	0	1	4	0	76%	4	Membuat daftar peralatan yang dibutuhkan, Housekeeping di lokasi kerja setelah pekerjaan selesai	2	3	0	0	0	32%	2	16
Instalasi gangway	Walkway tidak rata	Pekerja terjatuh dan terbentur benda keras	3	2	0	0	0	28%	2	Produk cacat atau mengalami kerusakan	1	4	0	0	0	36%	2	Memberi tanda peringatan agar pekerja berhati-hati, Penggunaan APD yang lengkap	4	1	0	0	0	24%	2	8
	Walkway tergenang air (licin)	Pekerja tergelincir, terjatuh dan terbentur benda keras	2	3	0	0	0	32%	2	Terkena air hujan dan/atau kesalahan penempatan sehingga walkway tergenang air	1	0	1	3	0	64%	4	Pemberian tanda pada lokasi yang licin, Penggunaan APD yang lengkap	1	4	0	0	0	36%	2	16
Instalasi handrail	Tinggi handrail kurang	Pekerja terjatuh ke laut	0	2	3	0	0	52%	3	Kesalahan pemilihan material	4	1	0	0	0	24%	2	Pengecekan kondisi material sebelum diinstal, Memberi tanda peringatan di barge	2	3	0	0	0	32%	2	12
	Kecelakaan saat pengelasan	Tangan pekerja terkena luka bakar, dan/atau kerusakan pada mata	0	0	5	0	0	60%	4	Terkena percikan api, terkena paparan sinar yang terlalu terang dalam waktu yang lama	0	0	5	0	0	60%	4	Dilakukan oleh pekerja yang bersertifikasi, Penggunaan APD yang lengkap	1	4	0	0	0	36%	2	32
	Permukaan dek barge yang licin	Pekerja tergelincir, terjatuh dan terbentur benda keras	1	4	0	0	0	36%	2	Terkena air hujan dan/atau air untuk pekerjaan	0	0	0	5	0	80%	5	Pemberian tanda pada lokasi yang licin, Penggunaan APD yang lengkap	0	4	1	0	0	44%	3	30
Instalasi kelistrikan	Korsleting listrik	Pekerja tersengat listrik atau mengalami luka bakar	0	0	2	3	0	72%	4	Arus listrik yang terlalu besar dan adanya ledakan kecil yang menimbulkan api	0	4	1	0	0	44%	3	Pengecekan listrik oleh electrician secara berkala, menjaga agar penggunaan listrik sesuai dengan kapasitas pada gardu	0	5	0	0	0	40%	3	36
	Konduktor terbuka	Pekerja tersengat listrik	0	0	2	3	0	72%	4	Kerusakan kabel yang teraliri listrik	0	4	1	0	0	44%	3	Penggunaan material yang baik dan sesuai standar, pemeriksaan material dan peralatan listrik secara berkala	0	3	2	0	0	48%	3	36
	Penataan kabel yang tidak rapi	Pekerja terilit kabel dan/atau tersandung kabel	3	1	1	0	0	32%	2	Kabel yang terlalu panjang dan penataan kabel berada di daerah akses pekerja	0	0	0	5	0	80%	5	Pemeriksaan material dan peralatan listrik secara berkala, memperhatikan lokasi penataan kabel untuk tidak berada di daerah	2	3	0	0	0	32%	2	20
	Tangga untuk memasang penerangan rusak	Pekerja terjatuh dan terbentur benda keras	0	4	1	0	0	44%	3	Anak tangga yang patah atau terlepas	4	1	0	0	0	24%	2	Pemeriksaan kondisi peralatan kerja sebelum digunakan, Penggunaan APD yang lengkap	3	2	0	0	0	28%	2	12
	Kesalahan penempatan alat penerang	Terbentur benda keras	0	3	2	0	0	48%	3	Kondisi yang gelap membuat pekerja mudah terserang oleh benda	0	3	2	0	0	48%	3	Akses untuk pekerja dalam kondisi baik dan tanpa penghalang, Penggunaan APD yang lengkap	4	1	0	0	0	24%	2	18
	Listrik masih mengalir saat pemasangan penerangan	Pekerja tersengat listrik	0	0	3	2	0	68%	4	Kurangnya koordinasi antar pekerja	0	5	0	0	0	40%	3	Komunikasi yang baik antar pekerja, Operator yang berpengalaman	4	1	0	0	0	24%	2	24

**TABEL FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS RISK PRIORITY NUMBER MODE KEGAGALAN PADA PROSES LOADOUT DENGAN METODE SKIDDING YANG MENYEBABKAN KECELAKAAN KERJA**

Kegiatan	Mode Kegagalan (Failure Mode)	Failure Effect (Kecelakaan Kerja)	Severity (Tingkat Keparahannya)					S.I	Rating	Failure Causes (Penyebab)	Occurrence (Tingkat Kejadian)					O.I	Rating	Current Control (Kontrol saat Ini)	Detection (Tingkat Detection)					D.I	Rating	RPN
			1	2	3	4	5				1	2	3	4	5				1	2	3	4	5			
Instalasi <i>wire</i> untuk penarikan	Startup mesin ( <i>winch</i> ) tanpa sengaja	Tangan pekerja terjepit mesin <i>winch</i>	0	0	0	3	2	88%	5	Kurang adanya koordinasi dan komunikasi antar pekerja	0	1	4	0	0	56%	3	Komunikasi yang baik antara pekerja dan operator. Penggunaan APD yang tepat bagi pekerja dan operator	2	3	0	0	0	32%	3	45
	<i>Wire</i> terhempas dan pekerja berada di zona hempasan	Pekerja terbentur benda keras dan/atau terluka karena hempasan <i>wire</i>	0	0	0	1	4	96%	5	Kesalahan material dan batasan zona hempasan yang kurang jelas	3	2	0	0	0	28%	2	Penggunaan material yang bersertifikat, pemantauan <i>tenstion load</i> secara terus-menerus, memperjelas batasan untuk zona hempasan	3	2	0	0	0	28%	2	20
Instalasi <i>system ballast</i>	Permukaan pipa rusak yang tajam	Pekerja terluka	1	4	0	0	0	36%	2	Sambungan pada pipa yang kurang rapi membuat permukaan pipa tajam	0	3	2	0	0	48%	3	Penggunaan material yang bersertifikasi dan pemeriksaan sebelum dilakukan pekerjaan, Penggunaan APD yang tepat	0	5	0	0	0	40%	3	18
	Material (pipa) terjatuh	pekerja tertimpa material	0	1	3	1	0	60%	4	Kerusakan peralatan untuk mengangkat pipa	2	3	1	0	0	44%	4	Pemeriksaan crane pengangkat untuk memastikan dalam kondisi yang baik dan beban yang diangkat sesuai kapasitasnya, Dilakukan oleh operator yang berpengalaman, Penggunaan APD yang tepat	1	4	0	0	0	36%	2	32
	Permukaan pipa rusak yang tajam	Pekerja terluka	1	4	0	0	0	36%	2	Sambungan pada pipa yang kurang rapi membuat permukaan pipa tajam	0	3	2	0	0	48%	3	Penggunaan material yang bersertifikasi dan pemeriksaan sebelum dilakukan pekerjaan, Penggunaan APD yang tepat	0	5	0	0	0	40%	3	18
	Material (pipa) terjatuh	pekerja tertimpa material	0	1	3	1	0	60%	4	Kerusakan peralatan untuk mengangkat pipa	2	3	1	0	0	44%	4	Pemeriksaan crane pengangkat untuk memastikan dalam kondisi yang baik dan beban yang diangkat sesuai kapasitasnya, Dilakukan oleh operator yang berpengalaman, Penggunaan APD yang tepat	1	4	0	0	0	36%	2	32
	Kecelakaan pengelasan pipa	Tangan pekerja terkena luka bakar, dan/atau kerusakan pada mata	0	0	4	1	0	64%	4	Terkena percikan api, terkena paparan sinar yang terlalu terang dalam waktu yang lama	0	0	4	1	0	64%	4	Dilakukan oleh pekerja yang bersertifikasi, Penggunaan APD yang lengkap	2	3	0	0	0	32%	2	32
	Tanki <i>ballast</i> terbuka	Pekerja terjatuh kedalam tanki <i>ballast</i>	0	0	4	1	0	64%	4	Tidak adanya tanda disekitar bukaan tanki <i>ballast</i>	0	2	3	0	0	52%	3	Komunikasi yang baik antar pekerja, pemasangan <i>guard/coaming</i> disekitar bukaan, pemberian tanda peringatan disekitar tanki <i>ballast</i> , Penggunaan APD yang tepat	5	0	0	0	0	20%	2	24
Instalasi <i>skidbeam</i>	Kecelakaan pengelasan <i>skidbeam</i>	Tangan pekerja terkena luka bakar, dan/atau kerusakan pada mata	0	2	3	0	0	52%	3	Terkena percikan api, terkena paparan sinar yang terlalu terang dalam waktu yang lama	0	0	5	0	0	60%	4	Dilakukan oleh pekerja yang bersertifikasi, Penggunaan APD yang lengkap	0	5	0	0	0	40%	3	36
	Material dan peralatan yang berserakan	Pekerja tersandung, terjatuh dan terbentur benda keras	4	1	0	0	0	24%	2	Kelalaian pekerja dalam penataan/peletakkan material dan peralatan	0	0	0	5	0	80%	5	Membuat daftar peralatan yang dibersihkan, <i>Houskeeping</i> di lokasi kerja setelah pekerjaan selesai	2	3	0	0	0	32%	2	20
Onshore <i>Skidding</i>	Startup mesin ( <i>winch</i> ) tanpa sengaja	Tangan pekerja terjepit mesin <i>winch</i>	0	0	0	1	4	96%	5	Kurang adanya koordinasi dan komunikasi antar pekerja	1	4	0	0	0	36%	3	Komunikasi yang baik antara pekerja dan operator. Penggunaan APD yang tepat bagi pekerja dan operator	0	5	0	0	0	40%	3	45
	<i>Winch</i> tergelincir	Pekerja terhantam benda keras	0	0	0	2	3	92%	5	Beban yang ditarik melebihi kapasitas dari <i>winch</i>	4	1	0	0	0	24%	2	Penggunaan material dan peralatan yang bersertifikat dan sesuai kapasitas, pemantauan <i>tenstion load</i> secara terus-menerus	2	3	0	0	0	32%	2	20
	<i>Wire</i> terhempas dan pekerja berada di zona hempasan	Pekerja terbentur benda keras dan/atau terluka karena hempasan <i>wire</i>	0	0	0	2	3	92%	5	Kesalahan material dan batasan zona hempasan yang kurang jelas	5	0	0	0	0	20%	1	Penggunaan material yang bersertifikat, pemantauan <i>tenstion load</i> secara terus-menerus, memperjelas batasan untuk zona hempasan	3	2	0	0	0	28%	2	10

**TABEL FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS RISK PRIORITY NUMBER MODE KEGAGALAN PADA PROSES LOADOUT DENGAN METODE SKIDDING YANG MENYEBABKAN KECELAKAAN KERJA**

Kegiatan	Mode Kegagalan (Failure Mode)	Failure Effect (Kecelakaan Kerja)	Severity (Tingkat Keparahan)					S.I	Rating	Failure Causes (Penyebab)	Occurence (Tingkat Kejadian)					O.I	Rating	Current Control (Kontrol saat Ini)	Detection (Tingkat Detection)					D.I	Rating	RPN
			1	2	3	4	5				1	2	3	4	5				1	2	3	4	5			
Ballasting de-ballasting	Tanki ballast yang terbuka	Pekerja terjatuh kedalam tanki ballast	0	0	3	2	0	68%	4	Tidak adanya tanda disekitar bukaan tanki ballast	0	2	3	0	0	52%	3	Komunikasi yang baik antar pekerja, pemasangan guard/coaming disekitar bukaan, pemberian tanda peringatan disekitar tanki ballast, Penggunaan APD yang tepat	4	1	0	0	0	24%	2	24
	Gerakan barge tidak terkendali	Pekerja terjatuh dan/atau terhantam benda keras	0	0	4	1	0	64%	4	Kesalahan pada system ballasting de-ballasting	2	3	0	0	0	32%	2	Membuat perencanaan rencana ballasting kapal, pengoperasian system ballast dilakukan oleh personel yang berpengalaman, memeriksa secara berkala dan memperbarui rencana ballasting kapal per kondisi aktual	1	4	0	0	0	36%	2	16
Seafastening	Kecelakaan pengelasan pemasangan stopper	Tangan pekerja terkena luka bakar, dan/atau kerusakan pada mata	0	0	4	1	0	64%	4	Terkena percikan api, terkena paparan sinar yang terlalu terang dalam waktu yang lama	0	0	5	0	0	60%	4	Dilakukan oleh pekerja yang bersertifikasi, Penggunaan APD yang lengkap	2	3	0	0	0	32%	2	32
	Topside tergelincir	Pekerja terhantam benda keras	0	0	0	1	4	96%	5	Kesalahan pemasangan stopper dan tali pengikat untuk topside	5	0	0	0	0	20%	1	Perencanaan posisi topside dan stopper di barge, penggunaan material yang memenuhi syarat	2	3	0	0	0	32%	2	10
	Putusnya struktur pengikat topside	Pekerja terbentur benda keras dan/atau terluka karena hampasan tali	0	0	0	2	3	92%	5	Kerusakan material pengikat dan kesalahan pemasangan struktur pengikat	3	2	0	0	0	28%	2	Penggunaan material yang bersertifikat pemantauan tension load secara terus-menerus, memperjelas batasan untuk zona hampasan	4	1	0	0	0	24%	2	20
	Adanya Material Pengikat yang Jatuh	Pekerja tertimpa material	0	0	3	2	0	68%	4	Adanya material atau peralatan yang tidak melekat/terikat pada struktur	0	2	3	0	0	52%	3	Housekeeping dilakukan disekitar topside, pelepasan material dan equipment yang tidak digunakan lagi, penggunaan APD tidak tepat	1	4	0	0	0	36%	2	24
Pemotongan skidbeam yang tidak terpakai	Kecelakaan saat pemotongan	Tangan pekerja terluka dan/atau terpotong karena terjepit peralatan	0	0	0	5	0	80%	5	Pekerja tidak bisa mengendalikan peralatan dan kurang berhati-hati	0	5	0	0	0	40%	3	Dilakukan oleh pekerja yang bersertifikasi, Penggunaan APD yang lengkap	4	1	0	0	0	24%	2	30
	Peletakan material dan peralatan yang berserakan	Pekerja tersandung, terjatuh dan terbentur benda keras	4	1	0	0	0	24%	2	Kelalaian pekerja dalam penataan/peletakan material dan peralatan	0	0	1	4	0	76%	4	Membuat daftar peralatan yang dibutuhkan, Houskeeping di lokasi kerja setelah pekerjaan selesai	1	4	0	0	0	36%	2	16
Pembongkaran temporary access	Rusak dan jatuhnya material dan peralatan	Pekerja tertimpa material dan peralatan	0	0	3	2	0	68%	4	Kerusakan pada alat pengangkat material	3	2	0	0	0	28%	2	Pemeriksaan crane pengangkat untuk memastikan dalam kondisi yang baik dan beban yang diangkat sesuai kapasitasnya, Dilakukan oleh operator yang berpengalaman, Penggunaan APD yang tepat	3	2	0	0	0	28%	2	16
	Kecelakaan saat pemotongan	Tangan pekerja terluka dan/atau terpotong karena terjepit peralatan	0	0	1	4	0	76%	4	Pekerja tidak bisa mengendalikan peralatan dan kurang berhati-hati	0	5	0	0	0	40%	3	Dilakukan oleh pekerja yang bersertifikasi, Penggunaan APD yang lengkap	3	2	0	0	0	28%	2	24
Kecelakaan pelepasan mooring	Gerakan barge tidak terkendali	Pekerja terjatuh dan/atau terhantam benda keras	0	0	5	0	0	60%	4	Gelombang yang tinggi dan/atau cuaca buruk	0	3	2	0	0	48%	3	Perencanaan mooring system, update kondisi cuaca sekitar lokasi kerja	0	5	0	0	0	40%	3	36
	Kecelakaan pelepasan mooring	Mooring chain terhempas dan pekerja berada di zona hampasan	0	0	0	1	4	96%	5	Kesalahan material dan batasan zona hampasan yang kurang jelas	5	0	0	0	0	20%	1	Pemotongan dilakukan sesuai prosedur oleh pekerja bersertifikasi, pemantauan tension load secara terus-menerus, memperjelas batasan untuk zona hampasan	3	2	0	0	0	28%	2	10

**LAMPIRAN D**  
**TABEL PERHITUNGAN KATEGORI**  
**RISIKO**

## TABEL PERHITUNGAN KATEGORI RISIKO

Kode	Mode Kegagalan (Failure Mode)	Rata-Rata Probabilitas	Rating Probability	Rating Severity	Probability x Severity	Kategori
1	Material <i>scaffolding</i> patah	1.43E-04	2	4	2x4	Low
2	Material <i>scaffolding</i> jatuh	8.85E-04	2	4	2x4	Low
3	Pijakan pekerja basah/licin	1.45E-03	3	4	3x4	Medium
4	Kesalahan penggunaan peralatan kerja	2.02E-03	3	4	3x4	Medium
5	Permukaan tanah licin	1.45E-02	4	2	4x2	Medium
6	Material dan peralatan berserakan	2.59E-02	4	2	4x2	Medium
7	<i>Walkway</i> tidak rata	2.73E-04	2	2	2x2	Low
8	<i>Walkway</i> tergenang air (licin)	1.96E-02	4	2	4x2	Medium
9	Tinggi <i>handrail</i> kurang	1.43E-04	2	3	2x3	Low
10	Kecelakaan saat pengelasan	3.16E-03	3	4	3x4	Medium
11	Permukaan dek barge yang licin	3.16E-02	4	2	4x2	Medium
12	Korsleting listrik	8.85E-04	2	4	2x4	Low
13	Konduktor terbuka	8.85E-04	2	4	2x4	Low
14	Penataan kabel yang tidak rapi	3.16E-02	4	2	4x2	Medium
15	Tangga untuk memasang penerangan rusak	1.43E-04	2	3	2x3	Low
16	Kesalahan penempatan alat penerang	1.45E-03	3	3	3x3	Medium
17	Listrik masih mengalir saat pemasangan penerangan	3.16E-04	2	4	2x4	Low
18	Startup mesin ( <i>winch</i> ) tanpa sengaja	1.45E-03	3	5	3x5	High
19	<i>Wire</i> terhempas dan pekerja berada di zona hempasan	3.48E-08	1	5	1x5	Low
20	Permukaan pipa rusak yang tajam	1.45E-03	3	2	3x2	Low
21	Material (pipa) terjatuh	8.62E-04	2	4	2x4	Low
22	Kecelakaan pengelasan pipa	8.85E-03	3	4	3x4	Medium
23	Tanki <i>ballast</i> terbuka	2.02E-03	3	4	3x4	Medium
24	Kecelakaan pengelasan <i>skidbeam</i>	3.16E-03	3	3	3x3	Medium
25	Material dan peralatan yang berserakan	3.16E-02	4	2	4x2	Medium
26	Startup mesin ( <i>winch</i> ) tanpa sengaja	2.73E-04	2	5	2x5	Medium
27	<i>Winch</i> tergelincir	1.43E-04	2	5	2x5	Medium
28	<i>Wire</i> terhempas dan pekerja berada di zona hempasan	1.00E-08	1	5	1x5	Low
29	Tanki <i>ballast</i> yang terbuka	2.02E-03	3	4	3x4	Low
30	Gerakan <i>barge</i> tidak terkendali	2.30E-04	2	4	2x4	Low
31	Kecelakaan pengelasan pemasangan <i>stopper</i>	3.16E-03	3	4	3x4	Medium
32	<i>Topside</i> tergelincir	1.00E-04	2	5	2x5	Medium
33	Putusnya struktur pengikat <i>topside</i>	1.86E-04	2	5	2x5	Medium
34	Adanya Material Pengikat yang Jatuh	2.02E-03	3	4	3x4	Medium
35	Kecelakaan saat pemotongan	3.16E-04	2	5	2x5	Medium
36	Peletakan material dan peralatan yang berserakan	2.59E-02	4	2	4x2	Medium
37	Rusak dan jatuhnya material dan peralatan	1.86E-04	2	4	2x4	Low
38	Kecelakaan saat pemotongan	3.16E-04	2	4	2x4	Low
39	Gerakan <i>barge</i> tidak terkendali	1.45E-03	3	4	3x4	Medium
40	<i>Mooring chain</i> terhempas dan pekerja berada di zona hempasan	1.00E-08	1	5	1x5	Low

## HASIL PENENTUAN KATEGORI RISIKO DENGAN MATRIKS RISIKO

Severity		Probability				
Rating	Kriteria	1 (<1E-04)	2 (1E-04 - 1E-03)	3 (1E-03 - 1E-02)	4 (1E-02 - 1E-01)	5 (>1E-01)
5	Kecelakaan kerja menyebabkan kematian	19, 28, 29, 40	26, 27, 32, 33, 35	18		
4	Cedera berat yang dapat mengakibatkan cacat atau hilangnya fungsi tubuh		1, 2, 12, 13, 17, 21, 30, 37, 38	3, 4, 10, 22, 23, 31, 34, 39		
3	. Cedera sedang yang membutuhkan perawatan medis dan hilangnya hari kerja		9, 15	16, 24		
2	Cedera ringan dapat langsung ditangani di lokasi kejadian		7	20	5, 6, 8, 11, 14, 25, 36	
1	Terjadinya cedera kecil					

### KETERANGAN

Kategori	Deskripsi
Very High	Tidak dapat diterima ( <i>unacceptable</i> )
High	Menjadi perhatian manajemen ( <i>urgent</i> )
Medium	Diperlukan pengendalian risiko
Low	Dipantau
Very Low	Dapat diterima ( <i>acceptable</i> )

19,26,27,28 dll.	Kode setiap mode kegagalan
------------------	----------------------------



## BIODATA PENULIS



Kurniashanti lahir di Madiun, 22 Mei 1996. Merupakan anak kedua dari dua bersaudara. Pendidikan formal penulis dimulai dengan menyelesaikan jenjang Pendidikan Dasar di SDN Bongsopetro 01 pada tahun 2008 dan SMP Negeri 1 Mejayan pada tahun 2011. Kemudian menyelesaikan jenjang Pendidikan Menengah Atas di SMA Negeri 1 Mejayan pada tahun 2014. Setelah lulus jenjang Pendidikan Menengah Atas, penulis melanjutkan pendidikan Perguruan Tinggi di Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya pada program studi S-1 Departemen Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan. Selama menempuh masa perkuliahan, penulis aktif di organisasi kemahasiswaan dan kepanitiaan, juga dalam berbagai pelatihan, seminar dan kegiatan lainnya. Dalam bidang organisasi kemahasiswaan, penulis pernah menjadi staf Departemen Media Informasi Himpunan Mahasiswa Teknik Kelautan FTK-ITS periode 2015-2016 dan menjadi staff ahli Departemen Minat Bakat Himpunan Mahasiswa Teknik Kelautan FTK-ITS periode 2016-2017. Dalam kepanitiaan, penulis pernah menjadi bagian dari kegiatan Ocean Engineering Exhibition and Art Competition (OCEANO) 2017. Penulis pernah berkesempatan untuk menjalankan Kerja Praktik selama 2 bulan (3 Juli – 26 Agustus 2017) di PT Aquamarine Divindo Inspection. Penulis menyelesaikan pendidikan jenjang sarjana dengan menulis Tugas Akhir mengenai analisa risiko pada pelaksanaan proyek yang berjudul “Analisis Risiko Kecelakaan Kerja pada Proses *Loadout* dengan Metode *Skidding*”.