



**TUGAS AKHIR – MO 141326**

**PENERAPAN MANAJEMEN KESELAMATAN  
KERJA DENGAN METODE *BOWTIE ANALYSIS*  
PADA PROYEK *CHANGE OVER SINGLE POINT  
MOORING***

**Fariz Nur Fitriawan  
NRP 0431144000005**

**Dosen Pembimbing  
Prof.Ir. Daniel M. Rosyid, Ph.D., MRINA**

**DEPARTEMEN TEKNIK KELAUTAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2018**



**TUGAS AKHIR – MO 141326**

**PENERAPAN MANAJEMEN KESELAMATAN  
KERJA DENGAN METODE *BOWTIE ANALYSIS*  
PADA PROYEK *CHANGE OVER SINGLE POINT  
MOORING***

**Fariz Nur Fitriawan  
NRP 0431144000005**

**Dosen Pembimbing  
Prof.Ir. Daniel M. Rosyid, Ph.D., MRINA**

**DEPARTEMEN TEKNIK KELAUTAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2018**



---

**FINAL PROJECT – MO 141326**

**SAFETY MANAGEMENT SYSTEM IMPLEMENTATION  
USING BOWTIE ANALYSIS METHOD ON CHANGE  
OVER OF SINGLE POINT MOORING OBJECT**

**Fariz Nur Fitriawan  
NRP 0431144000005**

**Supervisor  
Prof.Ir. Daniel M. Rosyid, Ph.D., MRINA**

**DEPARTEMENT OF MARINE TECHNOLOGY  
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY  
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY  
SURABAYA  
2018**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**PENERAPAN MANAJEMEN KESELAMATAN KERJA DENGAN  
DENGAN METODE *BOWTIE ANALYSIS* PADA PROYEK *CHANGE  
OVER SINGLE POINT MOORING***

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat

Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Pada Program Studi S-1 Departemen Teknik Kelautan

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

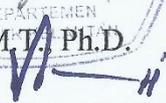
**Fariz Nur Fitriawan**

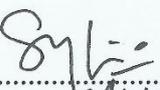
NRP. 04311440000005

Disetujui oleh:

1. Prof. Ir. Daniel M. Rosyid, Ph.D., MRINA (Pembimbing 1)  
.....  

2. Dr. Eng. Rudi Waluyo P. S.T., M.T. (Penguji 1)  
.....  

3. Yoyok Setyo Hadiwidodo, S.T., M.T., Ph.D. (Penguji 2)  
.....  

4. Herman Pratikno, S.T., M.T., Ph.D. (Penguji 3)  
.....  

5. Silvianita, S.T., M.Sc., Ph.D. (Penguji 4)  
.....  

6. Dr. Eng. Shade Rahmawati S.T., M.T. (Penguji 5)  
.....  


**SURABAYA, OKTOBER 2018**

**PENERAPAN SISTEM MANAJEMEN  
KESELAMATAN KERJA DENGAN METODE  
BOWTIE ANALYSIS PADA PROYEK *CHANGE OVER*  
*SINGLE POINT MOORING***

**Nama Mahasiswa** : Fariz Nur Fitriawan  
**NRP** : 0431144000005  
**Departemen** : Teknik Kelautan - ITS  
**Dosen Pembimbing** : Prof. Ir. Daniel M. Rosyid, Ph.D, MRINA.

Masih tinggi nya angka kecelakaan kerja dalam proyek konstruksi serta rendahnya perhatian masyarakat terhadap hal ini membuat kecelakaan kerja seakan lumrah dalam tiap proyek dengan risiko bahaya yang tinggi, termasuk pekerjaan dalam bidang maritim. SPM 150.000 DWT TTU Balongan merupakan salah satu aset vital milik PT. Pertamina (Persero) yang sudah harus dilakukan penggantian (*change over*) dan perbaikan (*docking repair*) dalam skala besar. Dalam proyek *change over single point mooring* terdapat kegiatan-kegiatan yang memiliki indikasi bahaya yang dapat berdampak pada aspek keselamatan, baik itu pekerjaan di bawah atau di atas air. Pada penelitian ini dilakukan analisis bahaya kecelakaan kerja pada proyek *change over single point mooring* untuk mengetahui kecelakaan kerja dominan beserta penyebab, dampak, kontrol, serta mitigasi dengan menggunakan metode *Bowtie analysis*. Dari penelitian ini diketahui terdapat 2 *hazard effect / consequences* dengan tingkat kategori “ekstrim” yaitu *diver* mengalami dekompresi, serta benturan antara SPM dengan *work barge*.

**Kata Kunci** : *Change Over, Single Point Mooring, Bowtie Analysis, Sistem Manajemen Keselamatan Kerja*

# **SAFETY MANAGEMENT SYSTEM IMPLEMENTATION USING BOWTIE ANALYSIS METHOD ON CHANGE OVER OF SINGLE POINT MOORING OBJECT**

**Name** : Fariz Nur Fitriawan  
**NRP** : 0431144000005  
**Department** : Ocean Engineering - ITS  
**Supervisor** : Prof. Ir. Daniel M. Rosyid, Ph.D, MRINA.

The high number of occupational accidents in construction projects and the low attention of the public to this matter make work accidents like normal in every project with high hazard risk, including work in maritime fields. SPM 150,000 DWT TTU Balongan is one of the vital assets of PT. Pertamina (Persero) which has to be replaced (change over) and repair (docking repair) on a large scale. In the project of change over single point mooring there are activities that have a hazard indication that can impact on the safety aspect, either it work under or above water. In this study, a hazard analysis of work accidents was carried out on the change over single point mooring project to determine the dominant work accidents and their causes, impacts, controls, and mitigation using the Bowtie analysis method. From this study it is known that there are 2 hazard effects / consequences with the level of "extreme" categories, namely diver experiencing decompression, and clash between SPM with work barge.

**Keyword : Change Over, Single Point Mooring, Bowtie Analysis, Safety Management System**

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Penerapan Manajemen Keselamatan Kerja dengan Metode *Bowtie Analysis* pada Proyek *Change Over Single Point Mooring*” dengan baik dan tanpa halangan yang berarti.

Tugas Akhir ini disusun sebagai syarat untuk mendapatkan gelar sarjana (S-1) di Departemen Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Tugas Akhir ini menganalisis berbagai resiko yang memiliki indikasi bahaya yang dapat menyebabkan terjadinya kecelakaan kerja pada tahapan proses *change over* SPM dengan menggunakan pendekatan *HAZID (Hazard Identification)* serta menganalisis penyebab, dampak dan pengendalian dari risiko kecelakaan tersebut dengan *bowtie analysis*.

Penulis berharap saran dan kritik dari para pembaca demi perbaikan dan kesempurnaan penyusunan dan penulisan berikutnya. Semoga Tugas Akhir ini memberi manfaat bagi pengembangan proyek (mahasiswa) selanjutnya, dapat memberi referensi dan bukti empiris serta kontribusi ilmiah.

Surabaya, Oktober 2018

Fariz Nur Fitriawan

## UCAPAN TERIMAKASIH

Pada kesempatan ini Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang membantu penyelesaian Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Orang tua, kakak, dan adik tercinta yang telah memberikan dukungan baik moril maupun materil dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
2. Bapak Prof. Ir. Daniel M. Rosyid, Ph.D., MRINA selaku dosen pembimbing pertama, Ibu Silvianita S.T., M. Sc., Ph.D selaku dosen pembimbing kedua saya pada periode sidang semester sebelumnya yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan nasihat selama proses pengerjaan Tugas Akhir
3. Bapak Dr. Eng. Rudi Walujo Prastianto, S.T., M.T., selaku Kepala Departemen Teknik Kelautan dan Bapak Herman Pratikno, S.T., M.T., Ph.D yang telah mengizinkan saya untuk melakukan sidang P-3 pada periode semester ini
4. Bapak Kentut Suryanto selaku *Head of Underwater Services* PT. Pertamina (Persero) Direktorat Perkapalan, atas data-data yang telah diberikan serta waktu dan tempat yang telah diberikan pada saya untuk mengerjakan Tugas Akhir.
5. Para responden yang telah bersedia untuk melakukan diskusi serta melakukan pengisian kuisisioner.
6. Keluarga besar Maelstrom P-54 L-32 yang selalu memberikan dukungan secara langsung maupun tidak langsung, terimakasih teman-teman.
7. Semua pihak yang belum disebutkan di atas, yang telah membantu dalam proses penulisan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, sehingga kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan. Akhir kata semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak.

Surabaya, Oktober 2018

Fariz Nur Fitriawan

## DAFTAR ISI

Halaman Judul .....	i
Lembar Pengesahan .....	iii
Abstrak .....	iv
<i>Abstract</i> .....	v
Kata Pengantar .....	vi
Daftar Isi .....	viii
Daftar Gambar .....	xii
Daftar Tabel .....	xiii
Daftar Lampiran .....	xv

### BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Batasan Masalah .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
1.6 Ikhtisar Penulisan .....	5

### BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka .....	7
2.2 Risiko .....	8
2.2.1 Definisi Risiko .....	8
2.2.2 Identifikasi Risiko .....	8
2.2.3 Penilaian Risiko .....	9
2.2.4 Pengendalian Risiko .....	12
2.3 Kecelakaan Kerja .....	13

2.3.1	Definisi Kecelakaan Kerja .....	14
2.3.2	Klasifikasi Kecelakaan Kerja .....	14
2.3.3	Faktor-faktor Penyebab Terjadinya Kecelakaan Kerja .....	15
2.3.4	Kecelakaan Kerja pada Pekerjaan Lepas Pantai dan Bawah Air .....	16
2.4	<i>Safety Management System</i> .....	17
2.4.1	Definisi <i>Safety Management System</i> .....	17
2.4.2	Komponen Dasar Manajemen Keselamatan.....	18
2.5	<i>Bowtie Analysis</i> .....	19
2.6	<i>Single Point Mooring</i> .....	21
2.7	Proyek <i>Change Over</i> SPM.....	24

### BAB III METODE PENELITIAN

3.1	Diagram Alir .....	27
3.2	Penjelasan Diagram Alir .....	28

### BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Pengumpulan Data .....	31
4.1.1	Tahapan Pengerjaan <i>Change Over</i> <i>Single Point Mooring</i> .....	32
4.2	Uraian Kegiatan .....	33
4.2.1	Tahap Pelepasan .....	33
4.2.2	Tahap Pemasangan .....	33

4.3	Penjelasan Kegiatan dan Identifikasi <i>Hazard</i> .....	33
4.3.1	Persiapan dan Mobilisasi .....	34
4.3.2	<i>Anchoring Job Work Barge</i> .....	34
4.3.3	Operasi Bawah Laut oleh <i>Diver</i> .....	35
4.3.4	Pembongkaran / Pelepasan SPM .....	36
4.3.5	Peksanaan <i>Towing</i> Balongan-Surabaya .....	37
4.3.6	Persiapan Tahap II .....	37
4.3.7	Pemotongan <i>Floating Drum</i> .....	38
4.3.8	Pemasangan Kembali SPM .....	40
4.3.9	Pengangkatan <i>Anchor Work Barge</i> .....	41
4.4	Kode Kegiatan pada <i>Hazzard Effect</i> .....	42
4.5	Penyebaran Kuisisioner <i>Likelihood</i> dan <i>Severity</i> .....	47
4.6	Penilaian Tingkat Risiko .....	51
4.6.1	Penilaian Terhadap Peluang ( <i>Likelihood</i> ) .....	51
4.6.2	Penilaian Terhadap Keparahan ( <i>Severity</i> ) .....	51
4.6.3	Penggolongan Tingkat Risiko .....	56
4.6	<i>Bowtie Analysis</i> .....	61
4.6.1	Penjelasan Diagram <i>Bowtie</i> .....	64

## BAB V PENUTUP

5.1	Kesimpulan .....	73
5.2	Saran .....	75

DAFTAR PUSTAKA .....	77
----------------------	----

## LAMPIRAN

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	SPM 150.000 DWT TTU Balongan.....	1
Gambar 2.1	Hirarki Pengendalian Risiko.....	13
Gambar 2.2	<i>Bowtie Diagram</i> menurut IEC/ISO 31010:2009 .....	20
Gambar 2.3	<i>Bowtie Diagram</i> menurut Lewis, 2010 .....	20
Gambar 2.4	Struktur <i>Single Point Mooring</i> .....	22
Gambar 2.5	Sistem Tambat pada <i>Single Point Mooring</i> .....	22
Gambar 2.6	Sistem Transfer pada <i>Single Point Mooring</i> .....	23
Gambar 3.1	Diagram Alir .....	27
Gambar 4.1	SPM SO 17130 Tampak Bawah.....	31
Gambar 4.2	SPM SO 17130 Tampak Samping .....	31
Gambar 4.3	Diagram Alir Proses Pelepasan SPM .....	33
Gambar 4.4	Diagram Alir Proses Pemasangan SPM.....	33
Gambar 4.5	Skema <i>Floating Drum</i> .....	38
Gambar 4.6	<i>Floating Drum</i> .....	39
Gambar 4.7	Diagram <i>Bowtie</i> Variabel 3h.....	62
Gambar 4.8	Diagram <i>Bowtie</i> Variabel 13f.....	63
Gambar 4.9	<i>Diving Chamber</i> .....	66
Gambar 4.10	<i>Work Barge</i> Wahyu Pandanaran 960 Ton.....	69

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Klasifikasi SPM 150.000 DWT TTU Balongan.....	2
Tabel 2.1	Kemungkinan kejadian ( <i>likelihood</i> ).....	10
Tabel 2.2	Tingkat keparahan ( <i>severity</i> ).....	10
Tabel 2.3	Matriks Risiko.....	12
Tabel 2.4	Spesifikasi SPM 150.000 DWT TTU Balongan.....	24
Tabel 2.5	Pekerjaan <i>docking repair</i> SPM 150.000 DWT TTU Balongan..	25
Tabel 4.1	Profil Singkat SPM 150.000 DWT TTU Balongan .....	32
Tabel 4.2	Langkah Pengerjaan Proyek <i>Docking and Repair</i> SPM 150.000 DWT TTU Balongan .....	32
Tabel 4.3	Identifikasi <i>Hazard</i> dan <i>Hazard Effect</i> pada Tahap Persiapan dan Mobilisasi.....	34
Tabel 4.4	Identifikasi <i>Hazard</i> dan <i>Hazard Effect</i> pada <i>Anchoring Work</i> <i>Barge</i> .....	35
Tabel 4.5	Identifikasi <i>Hazard</i> dan <i>Hazard Effect</i> pada Operasi Bawah Laut oleh <i>Diver</i> .....	35
Tabel 4.6	Identifikasi <i>Hazard</i> dan <i>Hazard Effect</i> pada Tahap Pelepasan SPM.....	36
Tabel 4.7	Identifikasi <i>Hazard</i> dan <i>Hazard Effect</i> pada Tahap Pelaksanaan <i>Towing</i> .....	37
Tabel 4.8	Identifikasi <i>Hazard</i> dan <i>Hazard Effect</i> pada Tahap Pemotongan <i>Floating Drum</i> .....	39
Tabel 4.9	Identifikasi <i>Hazard</i> dan <i>Hazard Effect</i> pada Tahap Pemasangan Kembali SPM.....	40
Tabel 4.10	Identifikasi <i>Hazard</i> dan <i>Hazard Effect</i> pada Tahap Pengangkatan <i>Anchor Work Barge</i> .....	42
Tabel 4.11	Rekapan Hasil Identifikasi <i>hazard</i> dan <i>hazard effect</i> beserta Kode Kegiatan.....	42
Tabel 4.12	Hasil Penyebaran Kuisisioner <i>Likelihood</i> dan <i>Severity</i> .....	48
Tabel 4.13	Rekapitulasi Hasil Penilaian <i>Likelihood</i> dan <i>Severity</i> .....	52
Tabel 4.14	Klasifikasi <i>Likelihood</i> dan <i>Severity</i> .....	55

Tabel 4.15	Matriks risiko.....	56
Tabel 4.16	Hasil Plot Matriks Risiko pada Variabel 1a.....	57
Tabel 4.17	Hasil Penggolongan Matriks Risiko .....	57
Tabel 4.18	Tabel Melakukan Tindakan pada Dekompresi .....	67

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 *Workplan Change Over* SPM 150.000 DWT
- Lampiran 2 Job Safety Analysis Versi PT. Pertamina (Persero)
- Lampiran 3 Data Daftar dan Profil Responden
- Lampiran 4 Kusioner *Likelihood* dan *Severity*
- Lampiran 5 Data Organisasi Proyek

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

SPM (Single Point Mooring) merupakan suatu struktur terapung di lepas pantai yang berfungsi sebagai penambatan dan interkoneksi untuk muatan tanker atau pembongkaran produk gas atau cairan. SPM biasanya digunakan di daerah atau area yang tidak memiliki fasilitas bongkar muat kapal tanker yang memadai. Berlokasi di beberapa kilometer dari tepi pantai yang dihubungkan dengan pipa bawah laut.

SPM (Single Point Mooring) merupakan salah satu inovasi serta penemuan penting dalam dunia minyak dan gas, karena SPM merupakan sarana fasilitas alternatif untuk mendukung proses bongkar muat minyak dan gas di daerah yang tidak memiliki fasilitas atau dermaga yang mendukung. Salah satu kelebihan SPM lainnya adalah bisa memfasilitasi berbagai ukuran kapal dari yang kecil hingga kapal-kapal tanker berukuran besar (VLCC).

Salah satu SPM yang beroperasi di Indonesia adalah SPM 150.000 DWT milik PT. Pertamina (Persero) TTU Balongan, yang berlokasi di perairan Balongan. SPM ini merupakan salah satu SPM lama milik PT. Pertamina (Persero) yang sangat memiliki kontribusi besar bagi distribusi bahan bakar minyak (BBM) untuk masyarakat Balongan.



**Gambar 1.1** SPM 150.000 DWT milik TTU Balongan (sumber: dokumentasi pribadi)

**Tabel 1.1** Klasifikasi SPM 150.000 DWT TTU Balongan

No.	Kategori	SPM 150.000 DWT TTU Balongan
1	<i>Maximum tanker</i>	150.000 DWT
2	Pipa <i>onshore</i> menuju PLEM	20 inch
3	<i>subsea hose</i>	16 inch
4	Panjang keseluruhan/diameter SPM	18 meter
5	<i>Hull depth</i>	4,5 meter

Pada perjalanan operasionalnya sebuah SPM umumnya selalu dilakukan inspeksi berkala mulai bulanan, 6 bulanan, hingga tahunan. Dan dari hasil inspeksi terakhir yang dilakukan pada bulan Januari 2017, dinyatakan bahwa SPM 150.000 DWT sudah harus dilakukan proses *docking*. Dan proyek *Change over* harus dilaksanakan. *Change over* pada sebuah SPM sendiri merupakan kegiatan untuk melepas sebuah SPM yang kemudian akan dibawa ke galangan kapal untuk dilakukan proses *docking*. *Change over* sendiri merupakan salah satu proyek yang cukup besar dan kompleks, yang mana terdapat banyak kegiatan di dalamnya. Dalam proses *change over* ini, pihak Pertamina tidak menggunakan kontraktor namun dikerjakan sendiri oleh salah satu divisi dalam Pertamina direktorat perkapalan yaitu divisi *Underwater Services*.

Proyek *change over* SPM melibatkan banyak pekerja meliputi, *rigger* (pekerja kasar), *welder*, *crane operator*, serta sekelompok penyelam dari *Underwater Services*. Pada pengerjaan *change over* SPM terdapat kegiatan-kegiatan yang memiliki indikasi bahaya yang dapat terjadi dalam proses pengerjaannya. Indikasi bahaya ini dapat menyebabkan terjadinya kecelakaan ketika dalam kondisi kerja. Karena pengerjaan *change over* meliputi seluruh bagian dari SPM, mulai rantai tambat, hingga *subsea hose* serta *floating hose* yang berada di bawah air.

Kecelakaan kerja adalah suatu kejadian yang tidak dikehendaki dan tidak diduga semula yang dapat menimbulkan korban jiwa dan harta benda (Peraturan Menteri Tenaga Kerja (Permenaker) Nomor: 03/Men/1998). Kesalahan-kesalahan dalam sistem mesin, sikap-sikap pekerja, kondisi suatu konstruksi bangunan, kurang memadainya perlindungan diri, pengaruh yang tak menguntungkan dari

faktor lingkungan lainnya sering kali dijumpai dalam kegiatan suatu proyek konstruksi baik itu di darat maupun di laut. Namun, masalah kesehatan dan keselamatan kerja (K3) secara umum di Indonesia masih sering terabaikan. Hal ini ditunjukkan dengan masih tingginya angka kecelakaan kerja. Berdasarkan data yang tercatat oleh JAMSOSTEK, menunjukkan bahwa tahun 2010 terdapat 65.000 kasus kecelakaan kerja di Indonesia, angka ini mencakup 1.965 2 meninggal dunia, 3.662 pekerja mengalami cacat fungsi, 2.713 pekerja cacat sebagian, 31 cacat total, dan sisanya berhasil sembuh.

Untuk meminimalisir terjadinya kecelakaan kerja proyek ini, maka harus dilakukan analisa risiko. Analisa risiko dilakukan agar dapat mengetahui bagaimana cara pengendalian risiko serta menemukan suatu manajemen K3 yang tepat untuk pengerjaan proyek *change over* SPM 150.000 DWT milik TTU Balongan.

Analisis risiko kecelakaan kerja yang dipakai dalam penelitian ini menggunakan Metode Bowtie. Analisis risiko kecelakaan kerja dengan metode bowtie ini bertujuan untuk mengetahui kemungkinan risiko kecelakaan kerja yang dapat terjadi pada proyek tersebut; serta dapat mengidentifikasi sumber-sumber penyebab, dampak, dan kontrol untuk risiko kecelakaan kerja yang dominan selama pelaksanaan proyek *change over* SPM 150.000 DWT TTU Balongan, sehingga diharapkan dapat menekan dampak merugikan yang ditimbulkan dari risiko kecelakaan kerja tersebut.

## **1.2 Perumusan Masalah**

Permasalahan yang dapat dirumuskan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bahaya kecelakaan kerja apa saja yang dominan selama pelaksanaan Proyek *Change Over* SPM 150.000 DWT TTU Balongan?
2. Apa saja penyebab, dampak, dan kontrol (*Control Measure Prevention* dan *Control Measure Mitigation*) dari bahaya kecelakaan kerja yang dominan pada pelaksanaan proyek *Change Over* SPM 150.000 DWT TTU Balongan.

### 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini mencakup beberapa hal antara lain :

1. Mengetahui kemungkinan kecelakaan kerja yang dominan selama pelaksanaan proyek *Change Over* SPM 150.000 DWT TTU Balongan.
2. Mengetahui sumber penyebab, dampak, dan kontrol (*Control Measure Prevention* dan *Control Measure Mitigation*) dari kemungkinan kecelakaan kerja yang dominan pada pelaksanaan proyek *Change Over* SPM 150.000 DWT TTU Balongan.

### 1.4 Batasan Masalah

Dalam rangka memperjelas permasalahan yang dianalisis dalam penelitian ini, maka ditentukan batasan masalah atau ruang lingkup penelitian ini sebagai berikut :

1. Penelitian dilakukan pada proyek *change over* SPM 150.000 DWT milik Pertamina TTU Balongan;
2. Penelitian dilakukan saat kondisi SPM sedang tidak beroperasi;
3. Tidak terdapat kapal tanker yang sedang tambat atau sedang melakukan bongkar muat di lokasi;
4. Kapal pendukung yang digunakan pada proyek *change over* SPM ini adalah :
  - *Crane barge* “Wahyu Pandanaran” 960 ton.
5. Penilaian terhadap kemungkinan terjadi (*likelihood*) dan keparahan (*severity*) dilakukan dengan pembuatan matriks risiko;
6. Analisa hanya akan dilakukan pada tahap pelepasan serta pemasangan kembali *single point mooring*;
7. Analisa pengendalian risiko pada penelitian ini akan menggunakan metode *bow tie analysis*.

## **1.5 Manfaat Penelitian**

1. Dapat memberikan referensi bagi akademisi khususnya mahasiswa mengenai pengendalian resiko kecelakaan kerja pada sebuah proyek *change over* SPM.
2. Dapat memberikan referensi bagi akademisi khususnya mahasiswa mengenai penggunaan metode *bowtie analysis*.
3. Memberikan rekomendasi kepada perusahaan tentang pengendalian yang tepat untuk mencegah kecelakaan kerja pada proyek *change over* SPM.

## **1.6 Ikhtisar Penelitian**

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

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

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

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

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.

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

#### 2.1 Tinjauan Pustaka

Pada tempo waktu sebelumnya, telah dilakukan beberapa penelitian dengan menggunakan *Bowtie Analysis* seperti yang dilakukan Guntara (2018) yang mengangkat tema analisis risiko proyek *mooring change replacement* Seagood 101. Penelitian tersebut menggunakan metode *Bowtie Analysis* untuk mengetahui dampak, penyebab, serta pengendalian risiko kecelakaan kerja yang bisa terjadi dari proyek *mooring change replacement* Seagood 101. Untuk penelitian mengenai risiko dari pekerjaan pada sebuah *Single Point Mooring* sendiri sudah dilakukan pada jurnal Teknologi dari Gall Thompson (2011) bertema *Underbouy (CALM) Single Point Mooring Hazzard Risk*. Penelitian ini membahas mengenai indentifikasi *hazard* serta risiko yang bisa terjadi pada sebuah proyek konstruksi *single point mooring*.

Erajati, Subekti, Khairansyah (2015) meneliti mengenai analisa risiko kecelakaan proses pada boiler UBB di Pabrik 2I PT. Petrokimia, Gresik. Penelitian ini juga menggunakan *bowtie analysis* yang dikombinasikan dengan metode FMEA untuk melakukan indentifikasi *hazard* dari pekerjaan tersebut.

Dari penelitian-penelitian yang sudah ada, penulis ingin mengangkat tema analisa risiko kecelakaan kerja pada sebuah proyek *Single Point Mooring*, yang lalu akan diterapkan ke dalam sebuah sistem manajemen K3. Proyek tersebut merupakan proyek milik PT. Pertamina (Persero) direktorat perkapalan, yang bertujuan mengetahui sebab (*causes*), dampak (*effect*), serta kontrol (*Control Measure Prevention* dan *Control Measure Mitigation*) yang tepat guna mengurangi kerugian dari hal-hal tersebut terhadap tujuan fungsional proyek.

## 2.2 RISIKO

### 2.2.1 Definisi Risiko

Risiko didefinisikan sebagai kombinasi dari kemungkinan terjadinya kejadian berbahaya atau paparan dengan keparahan suatu cedera atau sakit penyakit yang dapat disebabkan oleh kejadian atau paparan tersebut. Oleh karena itu, perlu dilakukan identifikasi risiko, penilaian risiko, dan penetapan pengendalian yang diperlukan (OHSAS 18001:2007).

### 2.2.2 Identifikasi Risiko

Identifikasi Risiko adalah usaha untuk menemukan atau mengetahui risiko – risiko yang mungkin timbul dalam kegiatan yang dilakukan oleh perusahaan atau perorangan. Hasil dari (*identify risk*) biasanya didokumentasikan dalam daftar risiko, yang mencakup daftar risiko yang teridentifikasi bersama dengan sumbernya, potensi respon risiko, dan kategori risiko. Informasi tersebut digunakan untuk melakukan analisis risiko, yang pada gilirannya akan mendukung terciptanya respons risiko. Risiko yang teridentifikasi juga dapat ditunjukkan dalam struktur rincian risiko struktur hirarkis yang digunakan untuk mengkategorikan potensi risiko proyek berdasarkan sumbernya.

Menurut Darmawi (2008), proses identifikasi risiko (*identify risk*) harus dilakukan secara cermat dan komprehensif, sehingga tidak ada risiko yang terlewatkan atau tidak teridentifikasi, serta tidak menimbulkan masalah yang lebih besar di kemudian hari. Terdapat beberapa metode dalam melakukan identifikasi risiko antara lain adalah sebagai berikut,

#### a. Analisis Data Historis

Pada tahap ini dilakukan peninjauan atau pengecekan data di waktu lampau guna mengetahui risiko apa saja yang sudah muncul dalam periode waktu sebelumnya, sehingga bisa dijadikan pertimbangan dalam pengambilan keputusan.

b. Pengacuan (*Benchmarking*)

*Benchmarking* dilakukan dengan cara mencari pembandingan dari *stakeholder* / pihak lain yang telah melakukan hal yang sama, guna menjadi acuan dalam pengambilan keputusan.

c. Pengamatan dan *Survey*

Metode yang digunakan dengan media penyebaran kuisioner, inspeksi secara langsung, serta melakukan interaksi dengan unit kerja.

d. Pendapat Ahli

Metode ini digunakan untuk mendapatkan masukan dari para ahli/pakar yang relevan dengan pekerjaan. Pendapat serta ide yang muncul dari hasil diskusi dengan ahli akan dicatat dan akan dijadikan rujukan serta saran dalam pengambilan keputusan.

### **2.2.3 Penilaian Risiko**

Penilaian resiko adalah metode sistematis dalam melihat aktivitas kerja, memikirkan apa yang dapat menjadi buruk, dan memutuskan kendali yang cocok untuk mencegah terjadinya kerugian, kerusakan, atau cedera di tempat kerja. Penilaian ini harus juga melibatkan pengendalian yang diperlukan untuk menghilangkan, mengurangi, atau meminimalkan resiko. (healthy work lives, 2009). Sedangkan menurut kutipan lain penilaian Risiko adalah proses evaluasi risiko-risiko yang diakibatkan adanya bahaya-bahaya, dengan memperhatikan kecukupan pengendalian yang dimiliki, dan menentukan apakah risiko dapat diterima atau tidak (OHSAS 18001:2007).

Penilaian risiko digunakan sebagai langkah saringan untuk menentukan tingkat risiko ditinjau dari kemungkinan kejadian 7 (*likelihood*) dan keparahan yang dapat ditimbulkan (*severity*). Menurut Ramli, berikut adalah tabel kategori kemungkinan terjadinya risiko (*likelihood*) dan tabel keparahan yang dapat ditimbulkan (*severity*):

**Tabel 2.1** Kemungkinan kejadian (*likelihood*)

Tingkat <i>likelihood</i>	Uraian	Definisi
0	Hampir pasti terjadi	100% kejadian pasti terjadi
1	Sering terjadi	Hampir pasti terjadi dan sudah terjadi dalam periode waktu tertentu
2	Dapat terjadi	Frekuensi kejadian sedang dalam waktu bulanan
3	Kadang-kadang	Frekuensi kejadian jarang terjadi waktu tahunan
4	Jarang sekali terjadi	Hampir tidak terjadi

(Sumber: Ramli, 2010)

**Tabel 2. 2** Tingkat keparahan (*severity*)

Tingkat <i>Severity</i>	Uraian	Definisi
1	Tidak signifikan	Tidak ada cedera pada manusia, kerugian kecil, kerusakan peralatan ringan
2	Kecil	Cedera ringan (hanya membutuhkan P3K), peralatan rusak ringan
3	Sedang	Cedera yang memerlukan perawatan medis dirumah sakit, tidak menimbulkan cacat tetap, dan peralatan rusak sedang
4	Berat	Menyebabkan cedera cacatnya anggota tubuh permanen, peralatan rusak berat
5	Bencana	Menyebabkan kematian 1 orang atau lebih, kerusakan berat pada peralatan sehingga mengganggu kegiatan

(Sumber: Ramli, 2010)

Hasil dari pengumpulan kuisisioner pada nantinya akan berupa data skala *likelihood* dan *severity* yang akan kemudian dianalisis dengan menggunakan *Importance Index* (IMPI) atau *risk index* dengan penjabaran rumus sebagai berikut :

$$\text{Importance Index (IMP.I)} = \text{L.I} \times \text{S.I} \quad (\text{Pers. 2.1})$$

*Likelihood Index* (LI) menghasilkan Indeks keseringan kejadian dari faktor-faktor risiko yang mempengaruhi kinerja kontraktor. Rumus *Likelihood Index* (L.I.) :

$$\text{L.I} = \frac{\sum_{i=0}^4 a_i n_i}{4N} \times 100\% \quad (\text{Pers. 2.2})$$

*Severity Index* menghasilkan indeks dampak tingkat keparahan dari faktor-faktor risiko yang mempengaruhi kinerja kontraktor. Rumus *Severity Index* (S.I.):

$$\text{S.I} = \frac{\sum_{i=0}^4 a_i n_i}{4N} \times 100\% \quad (\text{Pers. 2.3})$$

Dimana:

$a$  = konstanta penilaian (0 s/d 4)

$n_i$  = probabilitas responden

$i$  = 0,1,2,3,4, ...n

$N$  = total jumlah responden

Klasifikasi ranking dari skala penilaian pada keparahan (Davis and Cosenza,1988) adalah sebagai berikut :

- 0. *Extremely Ineffective* =  $0\% < \text{SI} \leq 20\%$
- 1. *Ineffective* =  $20\% < \text{SI} \leq 40\%$
- 2. *Moderately Effective* =  $40\% < \text{SI} \leq 60\%$
- 3. *Very Effective* =  $60\% < \text{SI} \leq 80\%$
- 4. *Extremely Effective* =  $80\% < \text{SI} \leq 100\%$

Dari hasil *assessment* pada *likelihood* dan *severity* yang telah diperoleh dimasukkan dalam tabel matriks risiko seperti yang terlihat pada tabel dibawah ini:

**Tabel 2.3** Matriks Risiko

Kemungkinan	Keparahan				
	Tidak signifikan (0)	Kecil (1)	Sedang (2)	Berat (3)	Bencana (4)
0	T	T	E	E	E
1	S	T	T	E	E
2	R	S	T	E	E
3	R	R	S	T	E
4	R	R	S	T	T

(Sumber: Ramli, 2010)

Keterangan:

E = Risiko Ekstrim - Kegiatan tidak boleh dilaksanakan atau dilanjutkan sampai risiko telah direduksi

T = Risiko Tinggi - Kegiatan tidak boleh dilaksanakan sampai risiko telah direduksi

S = Risiko Sedang - Perlu tindakan untuk mengurangi risiko, tetapi biaya pencegahan yang diperlukan harus diperhitungkan dengan teliti dan dibatasi

R = Risiko Rendah – Risiko dapat diterima pengendalian tambahan tambahan tidak diperlukan

#### **2.2.4 Pengendalian Risiko**

Hierarki pengendalian bahaya pada dasarnya berarti prioritas dalam pemilihan dan pelaksanaan pengendalian yang berhubungan dengan bahaya k3. Ada beberapa kelompok kontrol yang dapat dibentuk untuk menghilangkan atau mengurangi bahaya k3, yakni diantaranya:

1. Eliminasi
2. Substitusi
3. Isolasi
4. Kontrol Jarak
5. Kontrol Waktu
6. APD



**Gambar 2.1** Hirarki pengendalian risiko (Sumber: Daniel A, 2011)

Keterangan:

- Eliminasi adalah teknik pengendalian dengan menghilangkan sumber bahaya.
- Subtitusi adalah teknik pengendalian sumber bahaya dengan mengganti alat, bahan, sistem yang memiliki potensi bahaya diganti dengan potensi bahaya yang rendah.
- Isolasi adalah teknik pengendalian sumber bahaya dengan mengisolir bahaya agar resiko bahaya berkurang atau tidak ada sama sekali.
- Pengendalian Jarak adalah pengendalian bahaya dengan menjauhkan sumber bahaya sampai batas aman.
- Pengendalian Waktu adalah pengendalian sumber bahaya dengan mengurangi waktu atau intensitas bahaya sampai batas aman.
- Penggunaan alat pelindung diri (APD) adalah teknik pengendalian bahaya dengan memakai alat pelindung diri misalnya pelindung kepala, sarung tangan, pelindung pernafasan, pelindung jatuh, dan pelindung kaki.

## 2.3 Kecelakaan Kerja

### 2.3.1 Definisi Kecelakaan Kerja

Kecelakaan kerja merupakan kejadian yang berhubungan dengan pekerjaan yang menimbulkan atau hampir menimbulkan cedera, sakit, atau kematian. (OHSAS 18001:2007) sedangkan menurut pemerintah berdasarkan UU No. 1 Tahun 1970 tentang keselamatan kerja, kecelakaan kerja adalah

suatu kejadian yang tidak diduga semula dan tidak dikehendaki, yang mengacaukan proses yang telah diatur dari suatu aktivitas dan dapat menimbulkan kerugian baik korban manusia maupun harta benda.

Kecelakaan menurut M. Sulaksmo (1997) adalah suatu kejadian tidak diduga dan tidak dikehendaki yang mengacaukan proses suatu aktivitas yang telah diatur. Kecelakaan akibat kerja adalah berhubungan dengan hubungan kerja pada perusahaan. Sehingga hubungan kerja disini dapat berarti bahwa kecelakaan terjadi dikarenakan pekerjaan atau pada waktu pekerjaan berlangsung. Sehingga secara umum menurut *World Health Organization* (WHO), mengatakan kecelakaan sebagai suatu kejadian yang tidak dapat dipersiapkan penanggulangan sebelumnya sehingga menghasilkan cedera yang r2l.

Penyebab kecelakaan kerja sangat kompleks dan umumnya satu dengan yang lain saling berkaitan. Apabila aturan keselamatan dan kesehatan kerja tidak sepenuhnya dilaksanakan oleh karyawan, maka kemungkinan terjadinya kecelakaan kerja lebih besar dibandingkan dengan tempat lain yang secara sungguh-sungguh melaksanakan aturan keselamatan dan kesehatan kerja.

### **2.3.2 Klasifikasi Kecelakaan Kerja**

Beberapa referensi tersedia mengenai klasifikasi kecelakaan kerja, dari Pemerintah melalui Depnakertrans R.I serta menurut *International Labour Organization* (ILO). Menurut Organisasi Perburuhan Internasional (ILO) tahun 1952, kecelakaan kerja dapat diklasifikasikan sebagai berikut (ILO, 1980:43):

#### **Klasifikasi menurut jenis kecelakaan**

1. Terjatuh,
2. Tertimpa benda jatuh,
3. Tertumbuk atau terkena benda, terkecuali benda jatuh,
4. Terjepit oleh benda,
5. Gerakan yang melebihi kemampuan,

6. Pengaruh suhu tinggi,
7. Terkena arus listrik,
8. Kontak dengan bahan berbahaya atau radiasi,
9. Jenis lain termasuk kecelakaan yang datanya tidak cukup atau kecelakaan lain yang belum masuk klasifikasi tersebut.

### **Klasifikasi Menurut Luka dan Kelainan**

1. Patah tulang
2. Dislokasi (keseleo)
3. Regang otot (urat)
4. Memar dan luka dalam yang lain
5. Amputasi
6. Luka di permukaan
7. Gegar dan remuk
8. Luka bakar
9. Keracunan-keracunan mendadak
10. Pengaruh radiasi
11. Lain-lain

#### **2.3.3 Faktor-faktor Penyebab Terjadinya Kecelakaan Kerja**

Masih menurut *International Labour Organization* (ILO) dalam (ILO, 1980:43), ada beberapa faktor kenapa sebuah kecelakaan kerja terjadi, bisa disebabkan oleh manusia, mesin maupun alam.

1. Faktor manusia : pada faktor ini (manusia) sangat dipengaruhi oleh pengetahuan pekerja, keterampilan serta sikap dan kedisiplinan pekerja tersebut.
2. Faktor Material : pada faktor ini mempunyai sifat bisa mempengaruhi keselamatan dan kesehatan kerja.
3. Faktor Sumber Bahaya :
  - Sebuah perbuatan yang berbahaya, yang terjadi sebagai contoh disebabkan metode kerja yang tidak benar, kelelahan/kecapekan, dan sikap kerja yang kurang sesuai dan sebagainya.

- Keadaan/kondisi Bahaya, adalah sebuah keadaan yang tidak aman dari adanya peralatan dan mesin, proses, lingkungan dan sifat pekerjaan itu sendiri
4. Faktor yang dihadapi: apabila terjadi kurangnya pemeliharaan dan perawatan pada mesin atau peralatan lainnya, sehingga tidak bisa bekerja sebagaimana mestinya.

Selain daripada itu, faktor penyebab kenapa sebuah kecelakaan kerja terjadi, menurut Bennet, Rumandong (1985) pada dasarnya, setiap kejadian kecelakaan kerja bisa diramalkan atau bisa diduga sebelumnya, jika perbuatan dan situasi serta kondisinya tidak memenuhi persyaratan. Maka dari itu, kewajiban melakukan sesuatu dengan benar dan selamat serta mengatur peralatan serta perlengkapan produksi sesuai dengan standar yang sudah ditentukan. Kejadian kecelakaan kerja yang diakibatkan oleh perbuatan yang ceroboh memiliki porsi 85% dan kondisi yang tidak ceroboh adalah 15% (Suma'mur, 2014). Perbuatan yang berbahaya biasanya dikarenakan faktor:

1. Sikap dalam memahami ilmu pengetahuan, *attitude* dan keterampilan.
2. Kelelahan/keletihan
3. Gangguan secara psikologis

#### **2.3.4 Kecelakaan Kerja pada Pekerjaan Lepas Pantai dan Bawah Air**

Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) mencatat jumlah kecelakaan operasi tambang migas sepanjang semester I 2013 mencapai 41 kasus, atau turun 58% dari periode yang sama tahun lalu 98 kasus. Seperti dikutip dari situs Ditjen Migas, sepanjang semester I 2013, jumlah kecelakaan fatal dan ringan masing-masing mencapai 2 kasus, kecelakaan sedang 3 kasus dan ringan 34 kasus. Sementara pada 2012, kecelakaan tambang fatal terjadi 7 kasus, berat 5 kasus, sedang 6 kasus dan ringan 80 kasus.

Sedangkan tahun 2011, kecelakaan fatal mencapai 11 kasus, berat 18 kasus, 19 kasus sedang dan 111 kasus ringan. Serta dikutip dari (2016. *Atlas Keselamatan*. Jakarta: Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi), telah terjadi

kecelakaan kerja pada hari Minggu tanggal 4 Mei 2014 pukul 14.00 WIB yang menimpa 1 (satu) orang pegawai subkontraktor (kontraktor utama pembangunan RFCC *Project*), saat melakukan aktivitas penyelaman di area basin SWI-063 dalam rangka melepas plastik pelindung *suction pump* SWI 63-P-501A untuk persiapan *commissioning/start up*.

Dari kutipan diatas kita bisa mengetahui pekerjaan yang berhubungan dengan migas baik di darat maupun lepas pantai, memiliki resiko kecelakaan kerja yang sangat tinggi. Sehingga diperlukan referensi mengenai kecelakaan kerja pada bidang maritim, antara lain adalah standar atau panduan dari American Bureau of Shipping (ABS) yang mengeluarkan *job safety analysis for the marine and offshore industries* pada tahun 2013 yang berisikan segala catatan serta berbagai kemungkinan kecelakaan kerja yang dapat terjadi pada bidang maritim. Sedangkan semua kode serta standar penyelaman industri telah dijelaskan oleh *Occupational Safety and Health Branch Labour Department* dalam (*CODE OF PRACTICE Safety and Health at Work for Industrial Diving* :1998)

## **2.4 Safety Management System**

### **2.4.1 Definisi Safety Management System**

*Safety Management System* atau Sistem Manajemen Keselamatan (SMS) adalah istilah yang digunakan untuk merujuk kepada suatu sistem manajemen yang komprehensif yang dirancang untuk mengelola unsur-unsur keselamatan dan kesehatan di suatu lokasi pekerjaan (Windu Hernowo, 2011)

Sebuah SMS menyediakan cara sistematis untuk mengidentifikasi bahaya dan mengendalikan risiko dengan tetap menjaga jaminan kontrol risiko yang efektif. Sama seperti dengan semua sistem manajemen, sistem manajemen keselamatan menyediakan sebuah fasilitas untuk menetapkan tujuan, perencanaan, dan mengukur kinerja. Sebuah sistem manajemen keselamatan dirangkai dalam sebuah organisasi, dan menjadikan ini sebagai bagian dari dasar, budaya, serta cara orang / perusahaan dalam melakukan pekerjaan. Untuk kaitannya dengan keselamatan kerja, SMS bisa didefinisikan sebagai upaya pengurangan risiko ke tingkat yang paling rendah.

## 2.4.2 Komponen Dasar Manajemen Keselamatan

Karena terdapat banyak model dalam memilih cara menguraikan komponen dasar dari suatu sistem manajemen keselamatan, maka dipilih suatu standar internasional yang dipromosikan oleh Organisasi Buruh Internasional (ILO). Menurut ILO-OSH dalam *Guidelines on occupational safety and health management systems*, komponen dasar manajemen keselamatan adalah sebagai berikut.

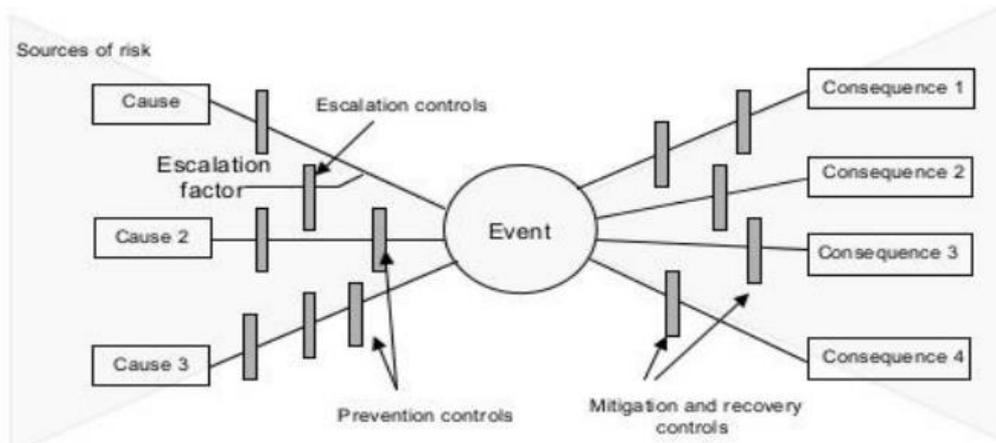
- *Policy* (Kebijakan)  
Meliputi kebijakan mengenai standar keselamatan serta kesehatan yang berlaku, dan peran serta partisipasi buruh / pekerja di dalamnya.
- *Organisizing* (Pengorganisasian)  
Meliputi pertanggung jawaban serta akuntabilitas dari perusahaan, pelatihan dan kompetensi, dokumen-dokumen yang berlaku mengenai kesehatan dan keselamatan, serta komunikasi.
- *Planning and Implementation* (Perencanaan dan Implementasi)  
Meliputi *initial review*, *system planning and development*, tindakan-tindakan pencegahan, serta proses identifikasi dan cara mengelola *hazard* dalam keselamatan para pekerja.
- *Evaluation* (Evaluasi)  
Meliputi *Performance Monitoring and Measurement*, proses investigasi terhadap risiko pekerjaan yang berhubungan dengan kesehatan dan keselamatan seperti penyakit, cedera, insiden, serta dampaknya bagi kesehatan lingkungan sekitar. *Management Audit* juga termasuk dalam komponen ini.
- *Action for Improvement* (Aksi Perbaikan)  
Meliputi tindakan-tindakan preventif dan korektif dalam sistem, serta aksi untuk melakukan perkembangan dalam hal keselamatan dan kesehatan yang berkelanjutan.

## 2.5 Bowtie Analysis

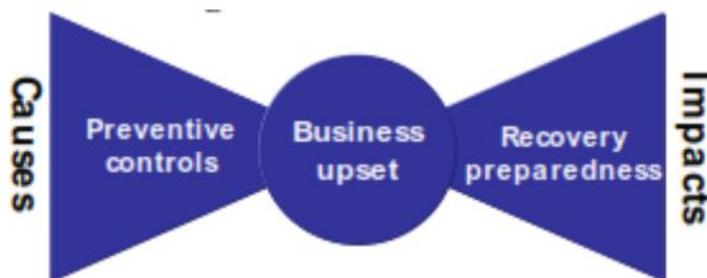
Bowtie analysis (disebut juga analisis “sebab-akibat”) menyediakan visualisasi yang mudah dipahami, idenya cukup sederhana dengan menggabungkan Penyebab (FTA) dan Konsekuensi (ETA). FTA dan ETA dua teknik yang secara individual membantu risiko penilaian dengan memberikan analisis kualitatif dari identifikasi bahaya dan penilaian secara detail kuantitatif dari kemungkinan dari kejadian yang tidak diinginkan. FTA digambar di sisi kiri dan ETA digambar di sisi kanan dengan *top event* ditarik sebagai "simpul" di tengah-tengah diagram terlihat sedikit seperti *bowtie*. *Bowtie analysis* merupakan analisa menggunakan diagram yang menyerupai bentuk dasi kupu-kupu yang menyatakan hubungan antara skenario bahaya, ancaman, kendali, dan dampak. *Bowtie analysis* digunakan untuk mencegah, mengendalikan dan mengurangi kejadian yang tidak diinginkan dengan mengembangkan hubungan logis antara sebab dan akibat dari suatu kejadian yang tidak diinginkan.

Bowtie analysis adalah diagram simpel yang digunakan untuk mendeskripsikan dan menganalisis jalur risiko mulai dari penyebab hingga dampak (IEC/ISO 31010:2009).

Menurut Lewis (2010) *top event* terjadi akibat pelepasan bahaya (*when the hazard is released*) dan akibat kehilangan kontrol (*when the control is lost*). *Top event* yang terdapat pada simpul (tengah) diagram *bowtie* juga disebut dengan *event*, *risk*, *risk event* dan *business upset* seperti yang terlihat pada gambar dibawah ini:



**Gambar 2.2** *Bowtie Diagram* menurut IEC/ISO 31010:2009



**Gambar 2.3** *Bowtie Diagram* menurut Lewis, 2010

### 2.5.1 Langkah-Langkah Melakukan *Bowtie Analysis*

Berikut adalah langkah-langkah dalam membuat diagram bowtie (Lewis, Smith 2010):

#### 1) *Identify the bowtie hazard*

*Hazard* dalam diagram *bowtie* tersusun dari 2 komponen yaitu *hazard* / bahaya itu sendiri dan *event*, yaitu kejadian yang dapat terjadi akibat dari *hazard*.

#### 2) *Assess the threats*

Bagian paling kiri dari diagram adalah *threats* atau ancaman. Ancaman merupakan hal yang memiliki potensi untuk terjadinya “lepasnya” bahaya.

#### 3) *Assess the consequences*

Bagian paling kanan merupakan *consequences* atau konsekuensi, yang mana merupakan dampak yang dapat ditimbulkan.

#### **4) Control**

Kontrol terdapat diantara ancaman dan *top event*, yang mana kontrol ini berguna untuk mencegah ancaman dari "lepasnya" bahaya.

#### **5) Recover**

*The recovery controls* terdapat di antara *top event* dan *consequence*. *Recovery controls* merupakan metode untuk membatasi atau menghambat terjadinya ancaman sehingga tidak sampai terjadi kejadian tidak yang diinginkan pada *top event*.

#### **6) Identify threats to the controls**

Merupakan langkah dimana dilakukan identifikasi terhadap ancaman yang dapat mengganggu "kontrol" yang sudah direncanakan.

#### **7) Identify the controls for the threats to the controls**

*Controls for the threats to the controls*, digunakan untuk memastikan bahwa ancaman pada langkah nomor 6 tidak akan mengganggu kontrol yang sudah direncanakan.

### **2.6 Single Point Mooring (SPM)**

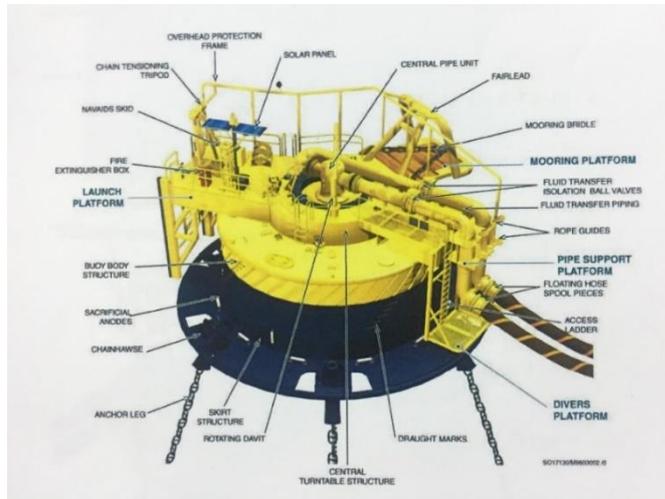
*Single Point Mooring* (SPM) adalah sarana tambat yang terpadu dengan sistem penyaluran minyak dimana kapal *tanker* bertambat dan melakukan bongkar/muat minyak melalui rangkaian *hose* dan jalur pipa bawah laut.

Sebagian besar SPM yang dimiliki oleh Pertamina adalah produk dari *SBM-Imodco Incorporated* yang secara umum konfigurasinya adalah sebagaimana di bawah ini, yaitu :

- a. *Buoy body* yang diikat pada sistem penjangkaran (*anchor system*) yang merupakan struktur utama *mooring system*.
- b. *Turntable (rotating part)* yang merupakan struktur untuk menyalurkan fluida (*fluid transfer system*) dan menyalurkan beban *mooring*.
- c. *Mooring System*

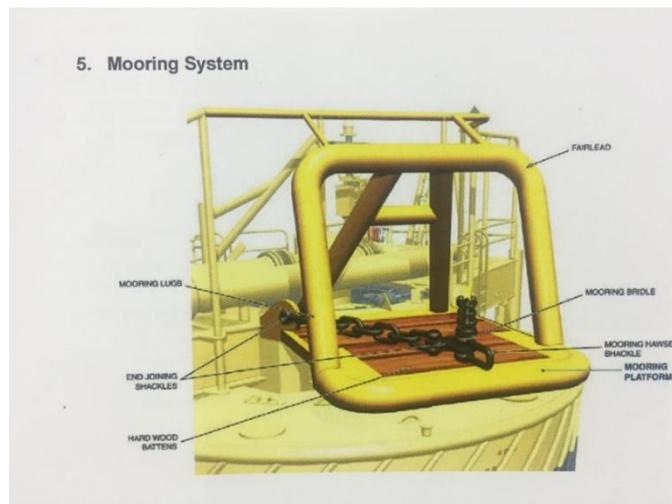
*Mooring* berfungsi menahan pelampung di dasar laut. Desain pelampung harus disesuaikan dengan kondisi atau perilaku angin, gelombang dan arus dan ukuran kapal *tanker*. Hal ini menentukan susunan *Mooring* optimal dan

ukuran komponen kaki semua tambatan. *Anchoring point* juga sangat tergantung pada kondisi tanah setempat.



**Gambar 2.4** Struktur *Single Point Mooring (SPM)*

(sumber : Tata Kerja Individu PT. Pertamina (Persero), Pemeliharaan *Single Point Mooring*)



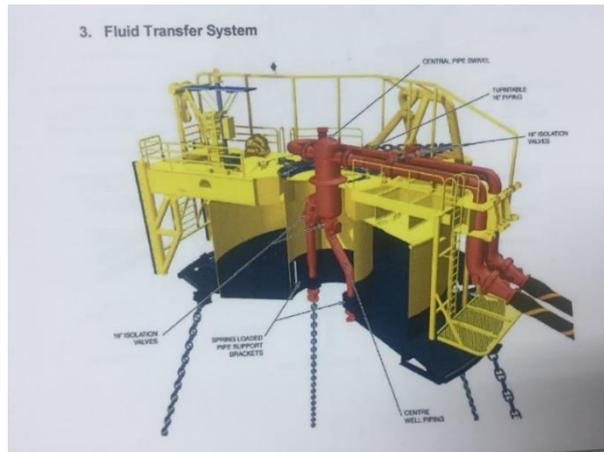
**Gambar 2.5** Sistem tambat pada *Single Point Mooring (SPM)*

(sumber : Tata Kerja Individu PT. Pertamina (Persero), Pemeliharaan *Single Point Mooring*)

d. Sistem Transfer

Fungsi masing-masing pelampung adalah sebagai sistem transfer. Dari lokasi *geostatic* yang terletak di dasar laut lalu sistem ini mentransfer produk ke kapal *tanker* yang berlabuh di sekitar pelampung. Komponen sistem transfer produk dari dasar laut adalah:

*Flexible Subsea Hoses* yang biasa disebut dengan “*Risers*”. *Floating Hose*, *Swivel*, *Valves* (katup) dan *Piping* (pipa).



**Gambar 2.6** Sistem transfer pada *Single Point Mooring (SPM)*  
(sumber : Tata Kerja Individu PT. Pertamina (Persero), Pemeliharaan *Single Point Mooring*)

***Single Point Mooring (SPM) TTU Balongan***

Pada pekerjaan inspeksi kali ini, SPM yang terkait adalah inspeksi SPM milik Terminal Transit Umum (TTU) Balongan. SPM ini merupakan SPM milik PT. Pertamina Persero. SPM ini memiliki kapasitas sebesar 150.000 DWT. SPM ini termasuk SPM andalan dari perusahaan yang sudah mengalami banyak penurunan kondisi dalam kurun waktu 4 tahun, serta sudah tidak layak untuk tetap dioperasikan.

Berikut merupakan data-data serta spesifikasi dari SPM :

**Tabel 2.4** Spesifikasi SPM 150.00 DWT TTU Balongan

<i>Description</i>	<i>Unit</i>	<i>Quantity</i>
<i>Number of Compartement</i>	-	4
<i>Shell OD</i>	m	8
<i>Shell ID</i>	m	1,5
<i>Skirt OD</i>	m	11,27
<i>Buoy Height</i>	m	3,7
<i>Buoy Weight</i>	<i>Tones</i>	78,12

(Sumber: PT. Pertamina (Persero), 2015)

## **2.7 Proyek Change Over Single Point Mooring**

*Single Point Mooring* merupakan aset vital perusahaan untuk mendistribusikan BBM ke wilayah sekitarnya. Sehingga penurunan fungsi dari SPM akan sangat mempengaruhi kelancaran *supply* serta distribusi bahan bakar. Menurut Lankhorst, Ropes. 2016, pada *Single Point Mooting Operating & Maintenance Manual (SMOG)*, dijelaskan bahwa proses *docking repair* harus rutin dilakukan setidaknya dalam kurun waktu 5 tahun. Namun aturan tersebut harus tetap melihat kondisi secara nyata di lapangan mengenai kondisi dari SPM sesungguhnya.

*Change Over* sendiri merupakan pekerjaan yang melepas dan memasang kembali sebuah SPM, yang mana itu harus dilakukan dan masih dalam tanggung jawab dari *owner* sebelum pada nantinya akah diserahkan pada pihak ketiga yakni dari pihak *dock* atau galangan.

Dari hasil *monthly inspection* yang dilakukan kita dapat mengetahui bagaimana keadaan maupun penurunan kondisi (*deteoriated*) sangat tajam sehingga *docking repair* tidak harus menunggu 5 tahun. Karena pada dasarnya kondisi cuaca serta laut dari tiap daerah operasi SPM akan sangat berbeda-beda.

Berikut merupakan tahapan secara umum pekerjaan pada proyek *docking repair single point mooring* :

**Tabel 2.5** Uraian pekerjaan *docking repair* SPM 150.000 DWT TTU Balongan

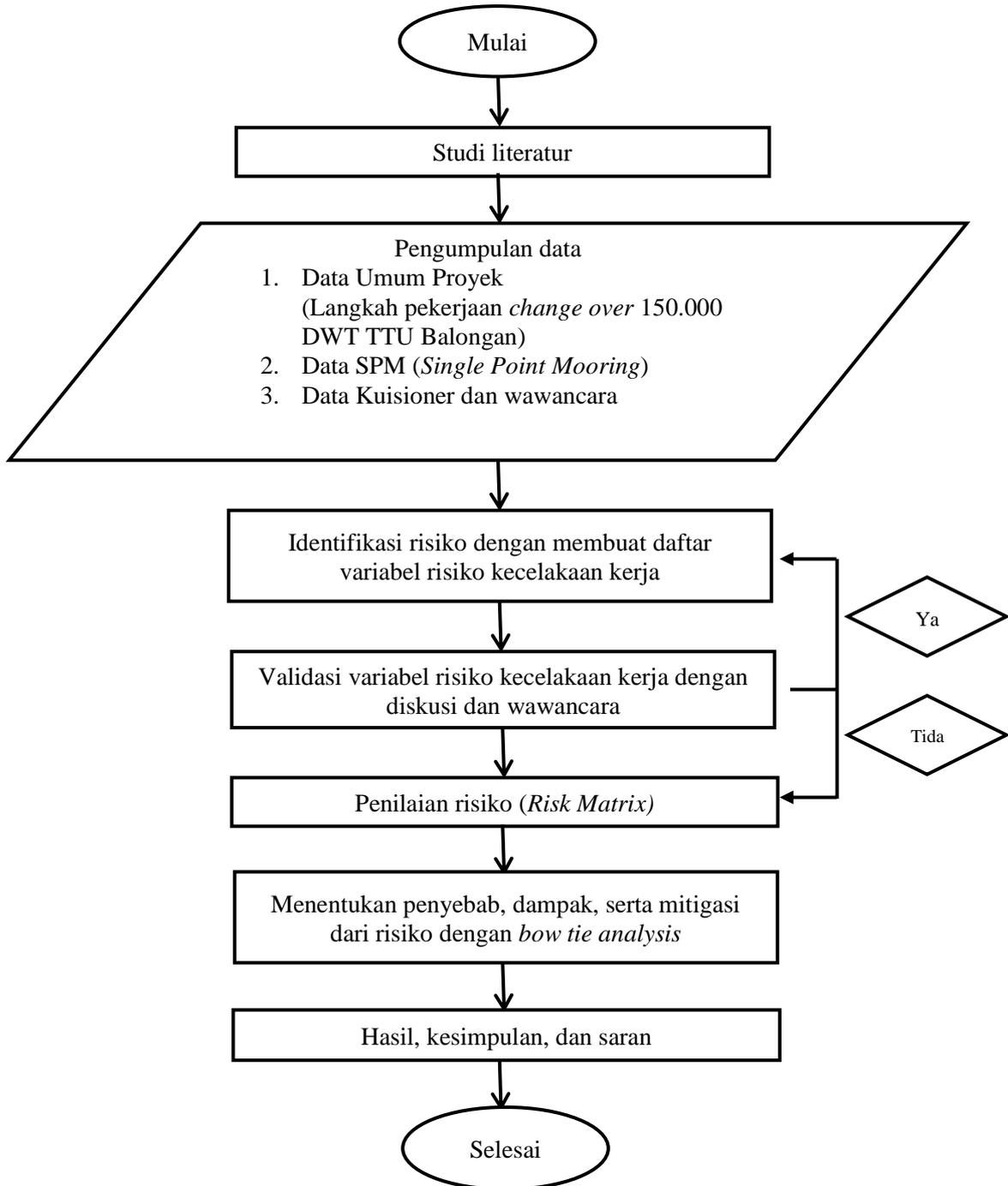
No	Uraian Kegiatan
1	Perhitungan <i>engineering</i>
2	Persiapan dan pengadaan (Personil, material, peralatan)
3	Mobilisasi
4	<i>Work Barge / crane barge adjustment</i>
5	Pelepasan SPM SO 17130
6	Pemasangan SPM Pengganti
7	<i>Towing</i> SPM Balongan-Surabaya
8	<i>Docking repair</i> (PT. PAL Surabaya)
9	<i>Towing</i> SPM Surabaya-Balongan
10	Pembongkaran SPM Pengganti dan pemasangan kembali SPM SO 17130
11	<i>Test dan Commisioning</i>

(Sumber: PT. Pertamina (Persero), 2017)

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

**BAB III**  
**METODOLOGI PENELITIAN**

**3.1 Diagram Alir Penelitian**



**Gambar 3.1** Diagram alir proses pengerjaan tugas akhir

### 3.2 Penjelasan Diagram Alir Penelitian

Penjelasan tahapan-tahapan diagram alir tugas akhir yang tertera pada gambar 3.1 akan dijelaskan sebagai berikut.

#### 1. Studi Literatur

Berdasarkan tujuan penelitian, studi literatur ini akan dilakukan dengan mempelajari jurnal, buku, dan laporan tugas akhir yang berkaitan dengan rumusan masalah tugas akhir ini. Studi literatur yang digunakan anatara lain adalah :

- Studi mengenai analisa risiko.
- Studi mengenai bagian-bagian dan struktur SPM ( *Single Point Mooring* )
- Studi mengenai tahapan-tahapan dalam melakukan *change over* SPM.
- Studi mengenai metode *bow tie analysis*.

#### 2. Pengumpulan Data

Bertujuan untuk menunjang pengerjaan penelitian ini. Data yang diperlukan anatara lain adalah:

##### 1. Data SPM ( *Single Point Mooring* )

Data SPM yang digunakan adalah SPM 150.000 DWT milik Terminal Transit Utama Pertamina Balongan;

##### 2. Data kegiatan proyek

Merupakan jadwal dan langkah-langkah pada pekerjaan *change over* SPM 150.000 DWT TTU Balongan;

##### 3. Data organisasi proyek

Data ini digunakan untuk menentukan responden yang akan menunjang penunjang penelitian ini;

##### 4. Data kuisisioner

Merupakan kuisisioner yang akan disebar pada pekerja berpengalaman yang terlibat pada proyek untuk mendapatkan *likelihood* ( tingkat kemungkinan ), serta *severity* (tingkat keparahan)

#### 5. Identifikasi Risiko

Dari data-data yang sudah diperoleh maka dilakukan analisa risiko pada setiap langkah-langkah pekerjaan *change over* SPM dengan pembuatan daftar variabel risiko.

#### 6. Penilaian Risiko (*Risk Matrix*)

Setelah mendapatkan variabel kegiatan tersebut lalu dilakukan Penilaian risiko yang dilakukan dengan cara penyebaran kuisisioner *Likelihood* dan *Severity* kepada responden yang telah dipilih sebelumnya untuk mengukur kemungkinan kejadian (*likelihood*) dan tingkat keparahan (*severity*) yang ditimbulkan pada setiap variabel kegiatan yang telah ditentukan.

#### 7. Analisa menggunakan *Bow Tie Method*

Setelah mendapatkan variabel risiko yang dominan dari hasil penilaian risiko, selanjutnya dilakukan analisis menggunakan *software BowtieXp* untuk mendapatkan dampak, penyebab dan mitigasi dari setiap variabel risiko yang dominan.

#### 8. Kesimpulan dan Saran

Dari seluruhan penelitian yang dilakukan akan dilakukan penarikan kesimpulan yang nantinya akan bermanfaat untuk pembaca ataupun peneliti selanjutnya.

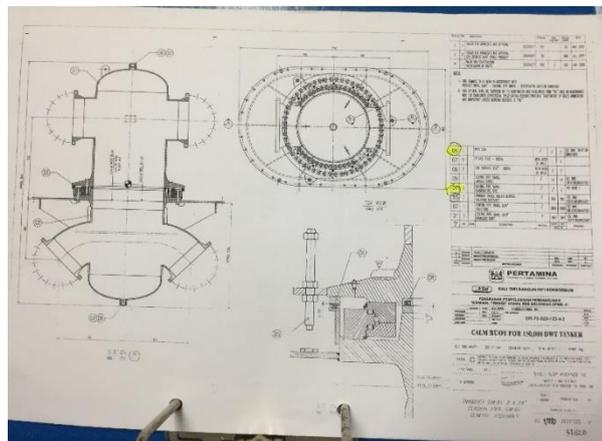
*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

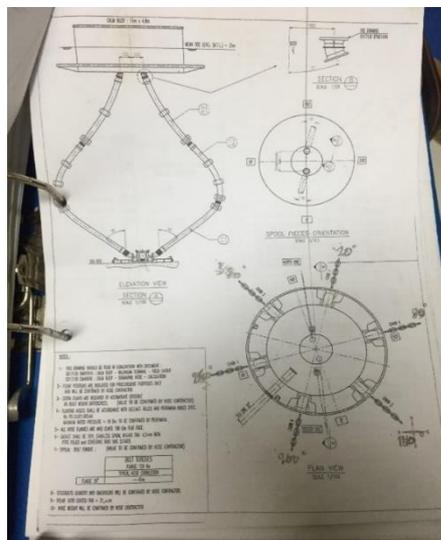
### 4.1 Pengumpulan Data

#### 4.1.1 Data SPM 150.000 DWT TTU Balongan

SPM 150.000 DWT TTU Balongan dengan kode SPM 17130 adalah andalan Pertamina untuk *supply* dan distribusi BBM ke wilayah Jawa Tengah dan sekitarnya. Khususnya untuk menyalurkan solar dari kapal impor ke TBBM Balongan. SPM ini baru berusia 4 tahun (dioperasikan sejak tahun 2008). Namun sudah mengalami kondisi yang sangat tajam dan tidak layak untuk dioperasikan.



**Gambar 4.1** SPM SO 17130 tampak bawah (Sumber: PT. Pertamina (Persero))



**Gambar 4.2** SPM 17130 tampak samping (Sumber: PT. Pertamina (Persero))

Berikut merupakan data spesifikasi singkat dari SPM 150 DWT TTU Balongan, SBM 13170 :

**Tabel 4.1** Spesifikasi SPM 150.00 DWT TTU Balongan

<i>Description</i>	<i>Unit</i>	<i>Quantity</i>
<i>Number of Compartement</i>	-	4
<i>Shell OD</i>	m	8
<i>Shell ID</i>	m	1,5
<i>Skirt OD</i>	m	11,27
<i>Buoy Height</i>	m	3,7
<i>Buoy Weight</i>	<i>Tones</i>	78,12

#### 4.1.1 Tahap Pengerjaan *Change Over Single Point Mooring*

Sesuai dengan prosedur serta hasil inspeksi pada periode sebelumnya dari PT. Pertamina (Persero), SPM 150.000 DWT TTU Balongan sudah harus dilakukan perbaikan dengan skala besar dengan proses *docking*. Proses *docking* akan melibatkan pihak ketiga yang mana dalam pekerjaan ini akan diserahkan pada PT. PAL (Persero) Surabaya.

Dalam melakukan proyek *docking and repair* SPM 150.000 DWT TTU Balongan terdapat langkah-langkah secara garis besar menurut (Tata Kerja Individu PT. Pertamina (Persero), 2015) adalah sebagai berikut

**Tabel 4.2** Langkah Pengerjaan Proyek *Docking and Repair* SPM 150.000 DWT TTU Balongan

No	Uraian Kegiatan
1	Perhitungan <i>engineering</i>
2	Persiapan dan pengadaan (Personil, material, peralatan)
3	Mobilisasi
4	<i>Work Barge / crane barge adjustment</i>
5	Pelepasan SPM SO 17130
6	Pemasangan SPM Pengganti
7	<i>Towing</i> SPM Balongan-Surabaya
8	<i>Docking repair</i> (PT. PAL Surabaya)

**Tabel 4.2** Langkah Pengerjaan Proyek *Docking and Repair* SPM  
150.000 DWT TTU Balongan (lanjutan)

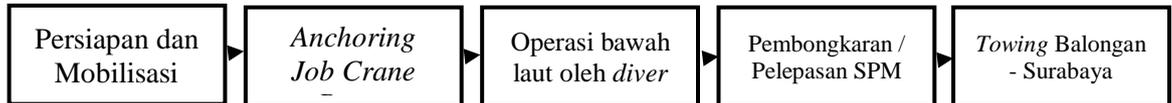
9	<i>Towing</i> SPM Surabaya-Balongan
10	Pembongkaran SPM Pengganti dan pemasangan kembali SPM SO 17130
11	<i>Test dan Commisioning</i>

Sebelum dan sesudah dilakukan *docking*, harus dilakukan pekerjaan proyek *change over*. Pada penelitian ini peneliti memfokuskan pada pekerjaan *Change Over* SPM yaitu proses pelepasan serta proses pemasangan kembali SPM 150.000 DWT TTU Balongan.

**4.2 Uraian Kegiatan**

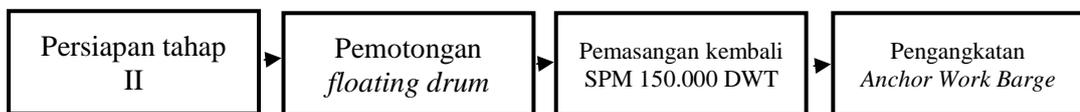
**4.2.1 Tahap Pelepasan *Single Point Mooring* 150.000 DWT TTU Balongan**

Berikut merupakan urutan dalam pekerjaan melepas/membongkar SPM 150.000 DWT TTU Balongan :



**Gambar 4.3** Diagram alir proses pelepasan SPM 150.000 DWT TTU Balongan

**4.2.1 Tahap Pemasangan *Single Point Mooring* 150.000 DWT TTU Balongan**



**Gambar 4.4** Diagram alir proses pemasangan SPM 150.000 DWT TTU Balongan

**4.3 Penjelasan Uraian Kegiatan dan Identifikasi *Hazard***

Sebelum melakukan identifikasi risiko, perlu diketahui dan dimengerti terlebih dahulu penjelasan dari setiap uraian atau tahapan dari pekerjaan. Penjelasan tahapan pekerjaan ini bertujuan untuk mengetahui teknis serta detail

dari pekerjaan, sehingga akan dijadikan dasar oleh peneliti untuk melakukan identifikasi risiko dan berdiskusi dengan narasumber terkait.

#### 4.3.1 Persiapan dan Mobilisasi

Mempersiapkan hal-hal yang diperlukan untuk pelaksanaan proyek ini baik langsung maupun tidak langsung seperti data-data SPM 150.000 DWT, spesifikasi material, situasi medan di lokasi, metode kerja, peralatan, tenaga kerja, perizinan, *maintenance procedure*, manajemen/organisasi proyek, serta mencari SPM pengganti yang secara tipe maupun operasional tidak jauh beda.

**Tabel 4.3** Identifikasi *hazard* dan *hazard effect* pada tahap persiapan dan mobilisasi

Tahapan Kegiatan	Hazard	Hazard Effect
Persiapan dan Mobilisasi	Pengisian tabung SCUBA	<i>Over Pressure</i> , tabung meledak
		Udara kompresor mengandung racun
	Cuaca buruk	Material jatuh / bertabrakan
		Kerusakan pada <i>work barge</i>
		Pekerja terjepit / terpeleset
	<i>Cleaning subsea dan floating hose</i>	Penyelam terkena tumpahan minyak
		Tangan <i>rigger</i> terjepit
		<i>Rigger</i> terjatuh ke laut / tenggelam

#### 4.3.2 Anchoring Job Work / Crane Barge

Memposisikan *work barge* untuk mendekati pada objek proyek, dalam hal ini SPM 150.000 DWT TTU Balongan. *Work barge* yang digunakan dalam proyek ini yaitu *work barge* Wahyu Pandanaran 960 Ton, *barge* ini dimodifikasi dengan pemasangan 1 buah *crane* di atasnya, sehingga bisa juga disebut dengan *crane barge*. Pada tahap ini, Wahyu Pandanaran harus mendekati sedekat mungkin dengan SPM agar pekerjaan *change over* lebih mudah dilakukan. Setelah posisi *barge* sudah tepat, *barge* akan menurunkan 4 *anchor* nya depan dan belakang yang masing-masing berjumlah 2 *anchor*.

**Tabel 4.4** Identifikasi *hazard* dan *hazard effect* pada *anchoring work barge*

Tahapan kegiatan	<i>Hazard</i>	<i>Hazard Effect</i>
<i>Anchoring Job Work Barge</i>	<i>Positioning Work Barge</i>	Benturan <i>barge</i> dengan SPM
		Tangan awak kapal terjepit
	Melepas <i>Anchor</i> (Jangkar)	Pekerja terhantam benda keras
		Pekerja terseret <i>anchor chain</i>
	Pergerakan <i>barge</i> akibat cuaca	Benturan <i>anchor</i> dengan <i>pipeline</i>
		<i>Sling</i> putus
		Awak kapal terhantam <i>sling</i>

#### 4.3.3 Operasi Bawah Laut oleh *Diver*

Pekerjaan *change over* sebuah SPM, tentu mengharuskan perusahaan/kontraktor untuk melakukan pembongkaran terlebih dahulu terhadap SPM itu sendiri. Pembongkaran SPM meliputi seluruh bagian dan komponen SPM, baik yang diatas maupun dibawah air. Komponen SPM yang berada di bawah air sangatlah kompleks sehingga diperlukan tenaga penyelam atau *diver* dalam melakukan pekerjaan di bawah air. Tentu pekerjaan bawah air itu sendiri merupakan pekerjaan dengan risiko bahaya yang sangat tinggi.

**Tabel 4.5** Identifikasi *hazard* dan *hazard effect* pada operasi bawah laut oleh *Diver*

Tahapan Kegiatan	<i>Hazard</i>	<i>Hazard Effect</i>
Operasi Bawah Laut oleh <i>Diver</i>	Alat menyelam tidak berfungsi dengan baik	Penyelam panik dan melupakan aturan standar penyelaman
		Penyelam mengalami cedera (fatality)
	Masalah pada <i>umbilical</i> (putus, tersangkut)	Penyelam terlilit <i>umbilical</i>
		<i>Diver</i> mengalami cedera
	Arus kuat	<i>Diver</i> terseret, kelelahan yang berujung pada cedera
		<i>Diver</i> terhantam rantai SPM
		Kematian pada <i>diver</i>

**Tabel 4.5** Identifikasi *hazard* dan *hazard effect* pada operasi bawah laut oleh *Diver* (lanjutan)

Tahapan Kegiatan	Hazard	Hazard Effect
	Estimasi waktu pengerjaan proyek yang singkat	<i>Diver</i> mengalami dekompresi ( <i>decompression</i> )

#### 4.3.4 Tahap Pembongkaran / Pelepasan SPM

Melakukan pelepasan SPM berikut dengan seluruh komponen dan bagiannya, baik yang diatas maupun dibawah air. Pembongkaran ini meliputi pelepasan 2 *string floating hose*, 2 *string subsea hose*, pelepasan *mooring hawser*, pemasangan *buoy* penanda, dan lain sebagainya. Pada tahap ini juga sangat riskan terjadi kebocoran minyak atau *oil spill* yang diakibatkan belum bersihnya pekerjaan pembersihan *hose* yang dilakukan pada tahap 4.1 yaitu tahap persiapan dan mobilisasi.

**Tabel 4.6** Identifikasi *hazard* dan *hazard effect* pada pembongkaran / pelepasan SPM

Tahapan Kegiatan	Hazard	Hazard Effect
Pekerjaan pada <i>valve</i> di PLEM	Membuka dan menutup <i>valve ball</i>	Tangan pekerja terjepit <i>Pekerja</i> terkena tumpahan minyak panas di ujung <i>valve</i>
	<i>Flushing line valve</i>	<i>Pekerja</i> mengalami cedera
Pekerjaan pada <i>floating hose</i>	Membuka mur pada ujung <i>floating hose</i>	<i>Pekerja</i> /penyelam terhantam <i>floating hose</i>
		<i>Pekerja</i> /penyelam terhantam <i>sling</i>
Pekerjaan pada <i>subsea hose</i>	Membuka sambungan <i>subsea hose</i> dengan <i>seabed</i>	Penyelam terserang hewan/ikan dasar laut
		<i>Pekerja</i> terhantam <i>body subsea hose</i>
	<i>Lift up subsea hose</i> ke <i>barge</i>	Awak kapal terbentur <i>subsea hose</i> yang diangkat Awak kapal terjatuh ke laut
Pekerjaan pada 6 buah <i>anchor leg</i>	Rantai terbelit dengan peralatan selam	<i>Umbilical</i> putus
		Penyelam mengalami panik
		Penyelam terhantam rantai
	Arus kuat akibat cuaca buruk	Rantai putus saat <i>lift up</i> ke <i>barge</i>
Rantai terjatuh ke laut Penyelam terlilit <i>umbilical</i>		
Pemasangan <i>Marker Buoy</i>	Penglihatan pada <i>seabed</i> yang terbatas	Penyelam terhantam komponen SPM
		Penyelam mengalami dekompresi

### 4.3.5 Tahap Pelaksanaan *Towing* Balongan-Surabaya

Proses *towing* dilakukan setelah seluruh tahapan dalam pembongkaran / pelepasan selesai dilakukan. *Towing* dalam proyek ini dilakukan oleh sebuah kapal *tugboat* yang akan membawa SPM yang sudah terlepas ke *dock* di PT. PAL Surabaya. Namun dalam penelitian ini, peneliti hanya memfokuskan pada proses *change over*, dan tidak pada proses *docking* itu sendiri.

**Tabel 4.7** Identifikasi *hazard* dan *hazard effect* pada tahap *towing* SPM Balongan-Surabaya

Tahapan Kegiatan	<i>Hazard</i>	<i>Hazard Effect</i>
Towing SPM Balongan-Surabaya	Pelepasan sisa <i>Anchor leg</i> SPM	Penyelam terhantam rantai
		Penyelam kelelahan
	<i>Adjustment Seabed</i> dan <i>Marker Buouy</i>	Pekerja terjepit benda keras
		Penyelam terserang hewan/ikan dasar laut
	<i>Transfer</i> SPM ke <i>barge / tugboat</i>	Benturan SPM dan <i>barge / tugboat</i>
		Pekerja/awak kapal terjatuh ke laut
		Pekerja terhantam <i>sling</i>
	<i>Clearence Out</i> dari Balongan	Pekerja kelelahan
		Pekerja terkena sisa-sisa material pekerjaan
		Pekerja terhantam rantai sambungan SPM- <i>Tugboat</i>

### 4.3.6 Persiapan Tahap II

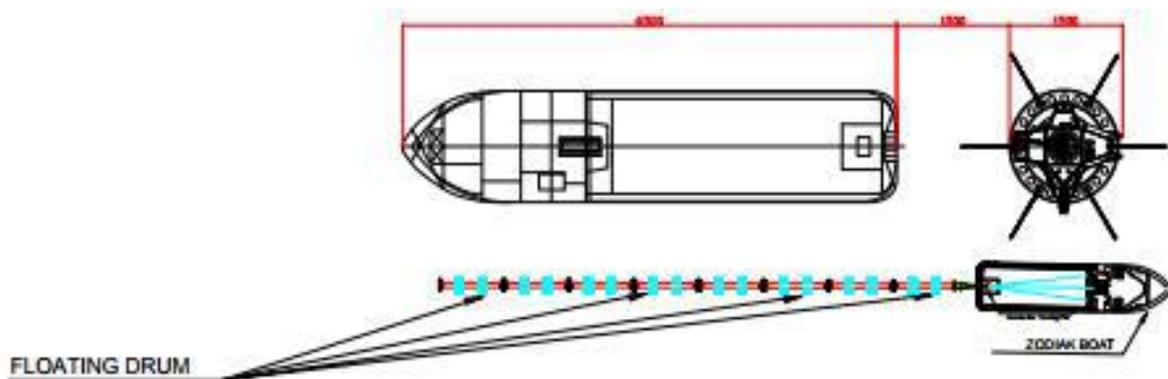
Persiapan tahap II merupakan kegiatan yang dilakan sebelum melakukan pemasangan kembali SPM yang telah selesai dilakukan proses *docking* di PT.PAL (Persero) Surrabaya. Kegiatan pada tahap ini kurang lebih hampir sama dengan kegiatan persiapan tahap I sebelum pelepasan SPM, seperti persiapan peralatan, perizinan, pemantauan cuaca, serta tenaga kerja. Sehingga setelah dilakukan diskusi dengan narasumber maka penulis tidak melakukan identifikasi risiko pada tahap persiapan tahap II.

#### 4.3.7 Pemotongan *Floating Drum*

Setelah selesai dilakukan *docking repair*, kembali dilakukan *towing* dari Surabaya menuju Balongan untuk mengembalikan SPM pada tempatnya sehingga SPM bisa kembali digunakan sesuai dengan tujuan fungsional nya. Setelah SPM kembali berada di lokasi yaitu di Balongan, selanjutnya dilakukan pemasangan kembali komponen-komponen SPM tersebut, salah satunya adalah *subsea hose*.

Proses penarikan *subsea hose* menuju SPM dilakukan dengan kapal penarik yakni kapal jenis *tugboat*. *Floating Drum* sendiri berfungsi sebagai penanda jalur penarikan *subsea hose* yang juga digunakan untuk memastikan bahwa *subsea hose* mengapung/melayang saat dilakukan proses penarikan, guna memastikan *subsea hose* tetap ditarik pada jalurnya.

Barulah setelah *subsea hose* tiba di lokasi, maka dilakukan pemotongan *floating drum* yang sudah tidak dipakai kembali. Pemotongan *floating drum* dibarengi dengan proses penenggelaman *subsea hose* yang sebelumnya harus dipastikan melayang saat perjalanan dari *jetty* menuju lokasi.



**Gambar 4.5** Skema *floating drum* (sumber: PT. Total E&P)



**Gambar 4.6** *Floating Drum* (sumber: PT. Pertamina)

**Tabel 4.8** Identifikasi *hazard* dan *hazard effect* pada tahap pemotongan *floating drum*

Tahapan Kegiatan	<i>Hazard</i>	<i>Hazard Effect</i>
Pemotongan <i>Floating Drum</i>	Penggunaan peralatan tajam	Pekerja cedera, cacat ( <i>fatality</i> )
	Cuaca buruk	Pekerja terjatuh ke laut
		<i>Wire winch</i> putus
	<i>Subsea hose</i> ikut terpotong	<i>Subsea hose</i> menghantam penyelam
		Kerusakan pada material <i>subsea hose</i>
		Penyelam mengalami cedera
	<i>Subsea hose</i> tak terkendali	<i>Kerusakan subsea hose</i> akibat benturan
Penyelam terhantam <i>subsea hose</i>		
Tali kapal penarik putus		

#### 4.3.8 Pemasangan Kembali SPM 150.000 DWT TTU Balongan

Melakukan pemasangan kembali SPM berikut dengan komponennya meliputi, *floating hose*, *subsea hose*, , *anchor leg*, pelepasan *marker buoy*, melakukan *leaking test*, hingga kegiatan *commissioning*. Dalam tahap pemasangan kembali juga dilakukan kembali konfigurasi ulang, serta melakukan *adjusting* pada sudut rantai. Proses ini memiliki tingkat kompleksitas yang tinggi sama halnya dengan proses saat pelepasan SPM.

**Tabel 4.9** Identifikasi *hazard* dan *hazard effect* pada tahap pemasangan kembali SPM

Tahapan Kegiatan	Hazard	Hazard Effect
<i>Lift up 6 Anchor Leg</i> dari <i>seabed</i>	Menurunkan <i>Anchor leg</i> dari barge	Pekerja terhantam benda keras
		Pekerja terjatuh ke laut
		Pekerja terhantam <i>sling</i>
Transfer SPM <i>ex-dock</i> ke barge	<i>Wire winch</i> putus	Pekerja terhantam benda keras
		Benturan SPM dengan barge
	<i>Trouble</i> pada <i>crane</i> di <i>work barge</i>	<i>Crane</i> terjatuh
		Pekerja terhantam <i>sling</i>
	Cuaca buruk	Pekerja terjatuh ke laut
		Benturan SPM dengan barge
Pekerjaan pada <i>floating hose</i>	Menurunkan/instalasi <i>floating hose</i> dari kapal penarik	Awak kapal terepit
		Penyelam terjepit saat membuka mur
Pekerjaan pada <i>subsea hose</i>	Menurunkan/instalasi <i>subsea hose</i> dari kapal penarik	Penyelam terhantam <i>subsea hose</i>
		Penyelam terjepit saat melakukan pekerjaan pada mur
	<i>Subsea hose</i> terlepas	<i>Subsea hose</i> mengalami kerusakan
		Penyelam terhantam <i>subsea hose</i>
		<i>Umbilical</i> terputus akibat hantaman

**Tabel 4.9** (lanjutan) Identifikasi *hazard* dan *hazard effect* pada tahap pemasangan kembali SPM

Tahapan Kegiatan	<i>Hazard</i>	<i>Hazard Effect</i>
Pemasangan kembali 6 rantai SPM	Gelombang besar, arus kuat	Penyelam terseret
		Penyelam terhantam rantai
		Penyelam terserang hewan/ikan dasar laut
	Rantai lepas tak terkendali	<i>Umbilical</i> terlilit dengan rantai
		Terputus komunikasi antara <i>diver</i> dan <i>top-side</i>
	Penyelaman melewati batas ( <i>No-Deco Time</i> )	Penyelam mengalami dekompresi
<i>Umbilical</i> terbelit		
<i>Down-line diver</i> putus		
<i>Leaking Test</i>	Tekanan berlebih pada pompa hidro-test	Kerusakan pada peralatan (pompa, selang, tutup valve)
		<i>Oil Spill</i> akibat kerusakan <i>valve</i> pada PLEM
		Pekerja pada <i>top-side</i> terjatuh
		Penyelam terlilit <i>umbilical</i>
<i>Adjusting</i> sudut rantai	Arus kuat dasar laut	Penyelam terhantam rantai
		<i>Umbilical</i> terbelit rantai
		Penyelam mengalami dekompresi
	Sudut rantai tidak sesuai dengan konfigurasi awal	Kemiringan posisi SPM

#### 4.3.9 Tahap Pengangkatan *Anchor Work Barge*

Tahap terakhir dalam pelaksanaan proyek *Change Over* SPM 150.000 DWT TTU Balongan ini adalah kegiatan mengangkat *anchor work barge*. Tahapan ini meliputi pengangkatan *anchor* sendiri, pemasangan kembali *mooring hawser*, melakukan *clearence out*, serta pelepasan *marker buoy* atau *buoy* penanda.

**Tabel 4.10** Identifikasi *hazard* dan *hazard effect* pada tahap pengangkatan *Anchor Work Barge*

Tahapan Kegiatan	<i>Hazard</i>	<i>Hazard effect</i>
Pengangkatan <i>Anchor Work Barge</i>	Pekerjaan melepas rantai <i>barge</i> dari <i>seabed</i>	Awak kapal terjepit
		Awak kapal terhantam rantai
Pelepasan <i>Marker Buoy</i>	Pekerjaan di <i>seabed</i> oleh <i>diver</i>	<i>Diver</i> mengalami kelelahan
		<i>Diver</i> lalai saat menggunakan kamera bawah air
<i>Commissioning</i>	Pekerjaan di bawah air	Penyelam mengalami dekompresi
		Penyelam terhantam benda keras
	Pekerjaan oleh <i>top-side</i> atau tim pendukung	Pekerja terjepit
		Pekerja terjatuh ke laut
		Pekerja terkena hantaman benda keras

#### 4.4 Kode Kegiatan pada *Hazard Effect*

Dari poin 4.3.1 sampai dengan 4.3.9, dari hasil diskusi dengan narasumber terkait, telah diidentifikasi *hazard* serta *hazard effect* yang dapat ditimbulkan dari setiap tahapan pekerjaan proyek *Change Over SPM 150.000 DWT TTU Balongan*. Langkah berikutnya adalah member kode untuk setiap *hazard effect* yang diidentifikasi, seperti pada langkah berikut :

**Tabel 4.11** Rekap hasil identifikasi *hazard* dan *hazard effect* beserta kode nya

Tahapan Kegiatan	<i>Hazard</i>	<i>Hazard Effect</i>	Kode <i>Hazard</i>
Persiapan dan Mobilisasi	Pengisian tabung SCUBA	<i>Over Pressure</i> , tabung meledak	1a
		Udara kompresor mengandung racun	1b
	Cuaca buruk	Material jatuh / bertabrakan	1c
		Kerusakan pada <i>work barge</i>	1d
		Pekerja terjepit / terpeleset	1e
	<i>Cleaning subsea dan floating hose</i>	Penyelam terkena tumpahan minyak	1f
		Tangan <i>rigger</i> terjepit	1g
		<i>Rigger</i> terjatuh ke laut / tenggelam	1h

**Tabel 4.11** Rekapitan hasil identifikasi *hazzard* dan *hazzard effect* beserta kodena (lanjutan)

Tahapan Kegiatan	<i>Hazard</i>	<i>Hazard Effect</i>	Kode <i>Hazard</i>
<i>Anchoring Job Work Barge</i>	<i>Positioning Work Barge</i>	Benturan <i>barge</i> dengan SPM	2a
		Tangan awak kapal terjepit	2b
	Melepas <i>Anchor</i> (Jangkar)	Pekerja terhantam benda keras	2c
		Pekerja terseret <i>anchor chain</i>	2d
	Pergerakan <i>barge</i> akibat cuaca	Benturan <i>anchor</i> dengan <i>pipeline</i>	2e
		<i>Sling</i> putus	2f
		Awak kapal terhantam <i>sling</i>	2g
Operasi Bawah Laut oleh Diver	Alat menyelam tidak berfungsi dengan baik	Penyelam panik dan melupakan aturan standar penyelaman	3a
		Penyelam mengalami cedera ( <i>fatality</i> )	3b
	Masalah pada <i>umbilical</i> (putus, tersangkut)	Penyelam terlilit <i>umbilical</i>	3c
		<i>Diver</i> mengalami cedera	3d
	Arus kuat	<i>Diver</i> terseret, kelelahan yang berujung pada cedera	3e
		<i>Diver</i> terhantam rantai SPM	3f
	<i>Diver</i> mengalami <i>decompression</i>	<i>Diver</i> mengalami kecacatan fisik ( <i>fatality</i> )	3g
		Kematian pada <i>diver</i>	3h
Pekerjaan pada <i>valve</i> di PLEM	Membuka dan menutup <i>valve ball</i>	Tangan pekerja terjepit	4a
		Pekerja terkena tumpahan minyak panas di ujung <i>valve</i>	4b
	<i>Flushing line valve</i>	Pekerja mengalami cedera	4c
Pekerjaan pada <i>floating hose</i>	Membuka mur pada ujung <i>floating hose</i>	Pekerja/penyelam terhantam <i>floating hose</i>	5a
		Pekerja/penyelam terhantam <i>sling</i>	5b

**Tabel 4.11** Rekapitan hasil identifikasi *hazzard* dan *hazzard effect* beserta kodena (lanjutan)

Tahapan Kegiatan	<i>Hazard</i>	<i>Hazard Effect</i>	Kode <i>Hazard</i>
Pekerjaan pada <i>subsea hose</i>	Membuka sambungan <i>subsea hose</i> dengan <i>seabed</i>	Penyelam terserang hewan/ikan dasar laut	6a
		Pekerja terhantam <i>body subsea hose</i>	6b
	<i>Lift up subsea hose</i> ke <i>barge</i>	Awak kapal terbentur <i>subsea hose</i> yang diangkat	6c
		Awak kapal terjatuh ke laut	6d
Pekerjaan pada 6 buah <i>anchor leg</i>	Rantai terbelit dengan peralatan selam	<i>Umbilical</i> putus	7a
		Penyelam mengalami panik	7b
		Penyelam terhantam rantai	7c
	Arus kuat akibat cuaca buruk	Rantai putus saat <i>lift up</i> ke <i>barge</i>	7d
		Rantai terjatuh ke laut	7e
		Penyelam terlilit <i>umbilical</i>	7f
Pemasangan <i>Marker Buoy</i>	Penglihatan pada <i>seabed</i> yang terbatas	Penyelam terhantam komponen SPM	8a
		Penyelam mengalami dekompresi	8b
	Pengaturan skema posisi pemasangan <i>buoy</i>	Penyelam tersesat di <i>seabed</i> (SCUBA)	8c
<i>Towing SPM Balongan-Surabaya</i>	Pelepasan sisa <i>Anchor leg</i> SPM	Penyelam terhantam rantai	9a
		Penyelam kelelahan	9b
	<i>Adjusment Seabed</i> dan <i>Marker Buouy</i>	Pekerja terjepit benda keras	9c
		Penyelam terserang hewan/ikan dasar laut	9d
		Benturan SPM dan <i>barge / tugboat</i>	9e
	<i>Transfer SPM</i> ke <i>barge / tugboat</i>	Pekerja/awak kapal terjatuh ke laut	9f
		Pekerja terhantam <i>sling</i>	9g
		Pekerja kelelahan	9h
	<i>Clearence Out</i> dari Balongan	Pekerja terkena sisa-sisa material pekerjaan	9i
		Pekerja terhantam rantai sambungan SPM- <i>Tugboat</i>	9j

**Tabel 4.11** Rekapitan hasil identifikasi *hazzard* dan *hazzard effect* beserta kodena (lanjutan)

Tahapan Kegiatan	<i>Hazard</i>	<i>Hazard Effect</i>	Kode <i>Hazard</i>
Pemotongan <i>Floating Drum</i>	Penggunaan peralatan tajam	Pekerja cedera, cacat ( <i>fatality</i> )	10a
	Cuaca buruk	Pekerja terjatuh ke laut	10b
		<i>Wire winch</i> putus	10c
	<i>Subsea hose</i> ikut terpotong	<i>Subsea hose</i> menghantam penyelam	10d
		Kerusakan pada material <i>subsea hose</i>	10e
		Penyelam mengalami cedera	11f
	<i>Subsea hose</i> tak terkendali	<i>Kerusakan subsea hose</i> akibat benturan	11g
		Penyelam terhantam <i>subsea hose</i>	11h
		Tali kapal penarik putus	11i
<i>Lift up 6 Anchor Leg</i> dari <i>seabed</i>	Menurunkan <i>Anchor leg</i> dari barge	Pekerja terhantam benda keras	12a
		Pekerja terjatuh ke laut	12b
		Pekerja terhantam <i>slings</i>	12c
Transfer SPM <i>ex-dock</i> ke barge	<i>Wire winch</i> putus	Pekerja terhantam benda keras	13a
		Benturan SPM dengan barge	13b
	<i>Trouble</i> pada <i>crane</i> di <i>work barge</i>	<i>Crane</i> terjatuh	13c
		Pekerja terhantam <i>slings</i>	13d
	Cuaca buruk	Pekerja terjatuh ke laut	13e
		Benturan SPM dengan barge	13f
		Awak kapal terepit	13g
Pekerjaan pada <i>floating hose</i>	Menurunkan/instalasi <i>floating hose</i> dari kapal penarik	Penyelam terjepit saat membuka mur	14a
		Penyelam terhantam <i>floating hose</i>	14b

**Tabel 4.11** Rekapitan hasil identifikasi *hazzard* dan *hazzard effect* beserta kodena (lanjutan)

Tahapan Kegiatan	<i>Hazard</i>	<i>Hazard Effect</i>	Kode <i>Hazard</i>
Pekerjaan pada <i>subsea hose</i>	Menurunkan/instalasi <i>subsea hose</i> dari kapal penarik	Penyelam terhantam <i>subsea hose</i>	15a
		Penyelam terjepit saat melakukan pekerjaan pada mur	15b
	<i>Subsea hose</i> terlepas	<i>Subsea hose</i> mengalami kerusakan	15c
		Penyelam terhantam <i>subsea hose</i>	15d
		<i>Umbilical</i> terputus akibat hantaman	15e
Pemasangan kembali 6 rantai SPM	Gelombang besar, arus kuat	Penyelam terseret	16a
		Penyelam terhantam rantai	16b
		Penyelam terserang hewan/ikan dasar laut	16c
	Rantai lepas tak terkendali	<i>Umbilical</i> terlilit dengan rantai	16d
		Terputus komunikasi antara <i>diver</i> dan <i>top-side</i>	16e
	Penyelaman melewati batas ( <i>No-Deco Time</i> )	Penyelam mengalami dekompresi	16f
		<i>Umbilical</i> terbelit	16g
		<i>Down-line diver</i> putus	16h
<i>Leaking Test</i>	Tekanan berlebih pada pompa hidro-test	Kerusakan pada peralatan (pompa, selang, tutup valve)	17a
		<i>Oil Spill</i> akibat kerusakan <i>valve</i> pada PLEM	17b
		Pekerja pada <i>top-side</i> terjatuh	17c
		Penyelam terlilit <i>umbilical</i>	17d
<i>Adjusting</i> sudut rantai	Arus kuat dasar laut	Penyelam terhantam rantai	18a
		<i>Umbilical</i> terbelit rantai	18b
		Penyelam mengalami dekompresi	18c
	Sudut rantai tidak sesuai dengan konfigurasi awal	Kemiringan posisi SPM	18d

**Tabel 4.11** Rekapitan hasil identifikasi *hazzard* dan *hazzard effect* beserta kodena (lanjutan)

Tahapan Kegiatan	<i>Hazard</i>	<i>Hazard Effect</i>	Kode <i>Hazard</i>
Pengangkatan <i>Anchor Work Barge</i>	Pekerjaan melepas rantai <i>barge</i> dari <i>seabed</i>	Awak kapal terjepit	19a
		Awak kapal terhantam rantai	19b
Pelepasan <i>Marker Buoy</i>	Pekerjaan di <i>seabed</i> oleh <i>diver</i>	<i>Diver</i> mengalami kelelahan	20a
		<i>Diver</i> lalai saat menggunakan kamera bawah air	20b
<i>Commissioning</i>	Pekerjaan di bawah air	Penyelam mengalami dekompresi	21a
		Penyelam terhantam benda keras	21b
	Pekerjaan oleh <i>top-side</i> atau tim pendukung	Pekerja terjepit	22a
		Pekerja terjatuh ke laut	22b
		Pekerja terkena hantaman benda keras	22c

#### 4.5 Penyebaran Kuisisioner *Likelihood* dan *Severity*

Penyebaran kuisisioner ini bertujuan untuk mengidentifikasi serta mengetahui besaran *likelihood* (kemungkinan) dan *severity* (keparahan) dari para ahli/pakar pada proyek *Change Over* SPM 150.000 DWT TTU Balongan. Para narasumber diminta untuk mengisi kuisisioner yang berisikan pendapat dan melakukan penilaian *likelihood* dan *severity* terhadap 102 variabel yang telah dibuat penulis sebelumnya. Dari hasil penyebaran kuisisioner yang telah dilakukan, maka didapatkan skala *likelihood* dan *severity* dari variabel-variabel yang ada. Berikut merupakan rekapitan hasil dari survey atau penyebaran kuisisioner *likelihood* dan *severity* :

**Tabel 4.12** Hasil Penyebaran Kuisisioner *Likelihood* dan *Severity*

No.	<i>Likelihood</i>					<i>Severity</i>				
	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
1a	0	1	4	0	0	0	2	1	2	0
1b	0	0	2	3	0	2	1	1	1	0
1c	0	1	1	2	1	3	1	1	0	0
1d	2	1	1	1	0	3	2	0	0	0
1e	0	0	0	5	0	2	1	1	1	0
1f	0	0	5	0	0	0	1	2	2	0
1g	1	2	2	0	0	0	0	2	2	1
1h	0	3	1	1	0	0	0	4	1	0
2a	3	2	0	0	0	0	0	3	2	0
2b	1	2	2	1	0	0	2	3	0	0
2c	3	2	0	0	0	1	2	2	0	0
2d	1	1	3	0	0	0	0	1	4	0
2e	0	0	2	2	1	0	2	3	0	0
2f	3	0	0	2	0	1	1	1	2	0
2g	0	0	0	5	0	1	2	2	0	0
3a	0	1	2	2	0	0	0	3	2	0
3b	0	0	2	2	1	1	1	2	1	0
3c	0	0	0	5	0	0	3	2	0	0
3d	2	2	0	1	0	1	3	1	0	0
3e	3	0	0	2	0	0	0	0	4	0
3f	2	1	2	0	0	0	2	2	1	0
3g	3	1	1	0	0	0	0	2	2	1
3h	0	0	0	2	3	0	0	2	2	1
4a	0	2	2	1	0	0	3	1	1	0
4b	2	2	1	0	0	0	3	1	1	0
4c	1	2	1	1	0	0	1	2	2	0
5a	0	3	1	1	0	0	2	1	2	0
5b	0	0	3	1	1	0	2	2	1	0
6a	1	2	2	0	0	0	1	0	4	0
6b	0	3	1	1	0	0	0	2	3	0
6c	1	1	3	0	0	0	0	2	3	0
6d	0	2	2	1	0	0	2	1	2	0

**Tabel 4.12** Hasil Penyebaran Kuisisioner *Likelihood* dan *Severity* (lanjutan)

No.	<i>Likelihood</i>					<i>Severity</i>				
	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
7a	1	2	2	0	0	0	0	1	3	1
7b	0	0	3	2	0	1	1	2	1	0
7c	1	1	3	0	0	0	1	1	2	1
7d	1	1	1	2	0	0	0	4	1	0
7e	2	2	1	0	0	2	1	1	1	0
7f	0	3	1	1	0	0	0	3	2	0
8a	3	1	0	1	0	0	0	2	2	1
8b	0	3	2	0	0	0	0	4	1	0
8c	2	2	1	0	0	0	0	3	1	1
9a	0	0	0	4	0	1	2	0	1	1
9b	0	0	3	2	0	2	1	1	1	0
9c	0	0	0	1	4	1	1	3	0	0
9d	0	2	3	0	0	0	0	3	2	0
9e	0	1	4	0	0	1	3	1	0	0
9f	1	2	2	0	0	0	0	1	4	0
9g	0	5	0	0	0	0	1	3	1	0
9h	0	0	4	1	0	0	1	1	3	0
9i	2	3	0	0	0	0	0	2	2	1
9j	1	2	1	1	0	0	0	2	2	1
10a	1	1	3	0	0	1	1	3	1	0
10b	0	4	1	0	0	2	0	2	1	0
10c	2	3	0	0	0	1	3	0	0	0
10d	3	1	1	0	0	0	1	1	3	0
10e	0	0	4	1	0	1	1	3	0	0
11f	0	2	1	1	1	0	1	3	1	0
11g	0	0	1	4	0	0	1	2	2	0
11h	0	0	5	0	0	0	1	2	1	1
11i	0	0	1	3	1	1	2	2	1	0
12a	0	0	2	3	0	1	2	2	0	0
12b	0	1	1	2	1	1	1	3	0	0
12c	0	0	3	1	1	0	1	2	2	0

**Tabel 4.12** Hasil Penyebaran Kuisisioner *Likelihood* dan *Severity* (lanjutan)

No.	<i>Likelihood</i>					<i>Severity</i>				
	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
13a	2	1	1	1	0	3	0	0	2	0
13b	0	0	0	5	0	0	0	4	1	0
13c	0	0	0	3	2	2	0	1	1	0
13d	1	1	3	0	0	0	0	2	2	1
13e	0	0	2	3	0	0	0	4	1	0
13f	1	1	3	0	0	0	0	0	3	2
13g	0	0	0	3	2	3	0	0	2	0
14a	1	1	1	2	0	0	0	4	1	0
14b	0	1	2	2	0	0	0	3	2	0
15a	2	3	0	0	0	0	0	2	1	2
15b	1	4	0	0	0	1	2	1	1	0
15c	2	2	1	0	0	0	0	3	2	0
15d	2	1	1	1	0	0	0	1	4	0
15e	1	2	2	0	0	0	0	0	5	0
16a	3	1	1	0	0	0	0	0	3	2
16b	0	0	0	5	0	3	2	0	0	0
16c	0	0	1	3	1	0	0	4	1	0
16d	0	0	0	2	3	0	3	2	0	0
16e	0	1	3	1	0	4	1	0	0	0
16f	0	1	0	4	0	1	2	2	0	0
16g	0	0	1	4	0	0	5	0	0	0
16h	2	1	2	0	0	0	0	4	1	0
17a	2	1	1	1	0	2	3	0	0	0
17b	1	3	0	1	0	1	2	1	1	0
17c	1	2	2	0	0	1	1	3	0	0
17d	1	1	3	0	0	0	4	1	0	0
18a	0	0	1	3	1	0	0	0	4	1
18b	0	0	2	2	1	1	2	2	1	0
18c	0	3	2	0	0	0	0	3	1	1
18d	0	0	1	2	2	1	1	3	0	0

**Tabel 4.12** Hasil Penyebaran Kuisisioner *Likelihood* dan *Severity* (lanjutan)

No.	<i>Likelihood</i>					<i>Severity</i>				
	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
19a	0	2	3	0	0	0	1	2	2	0
19b	2	1	1	1	0	0	0	2	3	0
20a	1	1	3	0	0	4	1	0	0	0
20b	0	0	3	2	0	1	2	2	0	0
21a	1	3	1	0	0	0	5	0	0	0
21b	0	0	1	4	0	0	0	4	1	0
22a	0	1	3	1	0	2	3	0	0	0
22b	1	0	1	3	0	1	2	1	1	0
22c	0	0	2	2	1	0	2	1	1	0

#### 4.6 Penilaian Tingkat Risiko

##### 4.6.1 Penilaian Terhadap Kemungkinan (*Likelihood*)

Penilaian terhadap kemungkinan atau likelihood yang ditimbulkan dilakukan berdasarkan analisa persepsi. Analisa persepsi tersebut bertujuan untuk menentukan skor atau kategori bagi masing-masing variabel risiko. Berdasarkan data hasil survei likelihood pada survei utama, maka akan dihitung berapakah nilai likelihood untuk masing-masing variabel yang ada. Skala untuk penilaian likelihood adalah 0-4 yang dapat dilihat pemaparannya pada bab 2. Masing-masing variabel memiliki nilai likelihood yang berbeda, sehingga nilai untuk likelihood tersebut harus dihitung dengan menggunakan rumus likelihood index.

Berikut merupakan rumus untuk menghitung tingkat penilaian terhadap kemungkinan (*Likelihood*) :

$$L.I = \frac{\sum_{i=0}^4 a_i n_i}{4N} \times 100\% \quad (\text{Pers. 4.1})$$

##### 4.6.2 Penilaian Terhadap Keparahan (*Severity*)

Penilaian terhadap keparahan atau severity yang ditimbulkan dilakukan berdasarkan analisa persepsi. Analisa persepsi tersebut bertujuan untuk menentukan skor atau kategori bagi masing-masing variabel risiko. Berdasarkan hasil survei severity pada survei utama, maka akan dihitung berapakah nilai severity untuk masing-masing variabel yang ada. Skala untuk penilaian severity

adalah 0-4 yang dapat dilihat pemaparannya pada bab 2. Berikut merupakan rumus / persamaan untuk menghitung tingkat risiko terhadap keparahan (*Severity Index*)

:

$$S.I = \frac{\sum_{i=0}^4 a_i n_i}{4N} \times 100\% \quad (\text{Pers. 4.2})$$

Hasil penilaian persepsi terhadap kemungkinan dan keparahan dapat dilihat pada tabel 4.13

**Tabel 4.13** Rekapitulasi Hasil penilaian *Likelihood* dan *Severity*

No.	<i>Likelihood Index (L.I)</i>	<i>Rank L.I</i>	<i>Severity Index (S.I)</i>	<i>Rank S.I</i>
1a	45%	2	50%	2
1b	65%	3	30%	1
1c	65%	3	15%	0
1d	30%	1	10%	0
1e	75%	3	30%	1
1f	50%	2	55%	2
1g	30%	1	70%	3
1h	40%	2	55%	2
2a	10%	0	60%	3
2b	45%	2	40%	2
2c	10%	0	30%	0
2d	35%	1	70%	3
2e	70%	3	40%	2
2f	30%	1	45%	2
2g	75%	3	30%	1
3a	55%	2	60%	2
3b	70%	3	40%	2
3c	75%	3	35%	1
3d	25%	1	25%	1
3e	30%	1	60%	2
3f	25%	1	45%	2

**Tabel 4.13** Rekapitulasi Hasil penilaian *Likelihood* dan *Severity* (lanjutan)

No.	<i>Likelihood Index (L.I)</i>	<i>Rank L.I</i>	<i>Severity Index (S.I)</i>	<i>Rank S.I</i>
3g	15%	0	70%	3
3h	90%	4	70%	3
4a	45%	2	40%	1
4b	20%	0	40%	1
4c	35%	1	55%	2
5a	40%	1	50%	3
5b	65%	3	45%	2
6a	30%	1	65%	3
6b	40%	1	65%	3
6c	35%	1	60%	3
6d	45%	2	50%	2
7a	30%	1	75%	3
7b	60%	3	40%	2
7c	35%	1	65%	3
7d	45%	2	55%	2
7e	20%	1	30%	1
7f	40%	1	60%	3
8a	20%	1	70%	3
8b	35%	1	55%	2
8c	20%	1	65%	3
9a	60%	3	45%	2
9b	60%	3	30%	1
9c	95%	4	35%	1
9d	40%	1	60%	3
9e	45%	2	25%	1
9f	30%	1	70%	3
9g	25%	1	50%	2
9h	55%	2	60%	2
9i	15%	0	70%	3
9j	35%	1	70%	3
10a	35%	1	50%	2
10b	30%	1	35%	1
10c	15%	0	15%	0
10d	15%	0	60%	3

**Tabel 4.13** Rekapitulasi Hasil penilaian *Likelihood* dan *Severity* (lanjutan)

No.	<i>Likelihood Index (L.I)</i>	<i>Rank L.I</i>	<i>Severity Index (S.I)</i>	<i>Rank S.I</i>
10e	55%	2	35%	1
11f	55%	2	50%	2
11g	70%	3	55%	2
11h	50%	2	60%	2
11i	75%	3	45%	2
12a	65%	3	30%	1
12b	65%	3	35%	1
12c	65%	3	55%	2
13a	30%	1	30%	1
13b	75%	3	55%	2
13c	85%	4	25%	1
13d	35%	1	70%	3
13e	65%	3	55%	2
13f	35%	1	85%	4
13g	85%	4	30%	1
14a	45%	2	55%	2
14b	55%	2	60%	2
15a	15%	0	75%	3
15b	20%	1	35%	1
15c	20%	1	60%	3
15d	30%	1	70%	3
15e	30%	1	75%	3
16a	15%	0	85%	4
16b	75%	3	10%	0
16c	75%	3	55%	2
16d	90%	4	35%	1
16e	50%	2	5%	0
16f	65%	3	30%	1
16g	70%	3	25%	1
16h	25%	1	55%	2
17a	30%	1	15%	0
17b	30%	1	35%	1
17c	30%	1	35%	1

**Tabel 4.13** Rekapitulasi Hasil penilaian *Likelihood* dan *Severity* (lanjutan)

No.	<i>Likelihood Index (L.I)</i>	<i>Rank L.I</i>	<i>Severity Index (S.I)</i>	<i>Rank S.I</i>
17d	35%	1	30%	1
18a	75%	3	80%	4
18b	70%	3	45%	2
18c	35%	1	65%	3
18d	80%	4	35%	1
19a	40%	2	55%	2
19b	30%	1	65%	3
20a	35%	1	5%	0
20b	60%	3	30%	1
21a	25%	1	25%	1
21b	70%	3	55%	2
22a	50%	2	15%	0
22b	55%	2	35%	1
22c	70%	3	35%	1

Dalam acuan (Davis dan Cosenza,1988) terdapat metode dalam bentuk tabel untuk menggolongkan nilai *L.I* dan *S.I* yang pada tahap analisa selanjutnya akan digunakan untuk *plotting* pada matriks risiko *custom*. Berikut merupakan tabel penggolongan nilai tersebut :

**Tabel 4.14** klasifikasi kemungkinan dan keparahan

No.	Kelas	Nilai
0	<i>Extremely Ineffect4e</i>	$0\% < L.I-S.I \leq 20\%$
1	<i>Ineffect4e</i>	$20\% < L.I-S.I \leq 40\%$
2	<i>Moderately Effect4e</i>	$40\% < L.I-S.I \leq 60\%$
3	<i>Very Effect4e</i>	$60\% < L.I-S.I \leq 80\%$
4	<i>Extremely Effect4e</i>	$80\% < L.I-S.I \leq 100\%$

Hal yang sama juga berlaku untuk melakukan penggolongan dalam *rank* untuk tingkat risiko terhadap keparahan atau *severity index (S.I)*

### 4.6.3 Penggolongan Tingkat Risiko

Dari poin sebelumnya telah diketahui hasil penggolongan tingkat risiko dengan acuan dari (Davis dan Cosenza,1988), selanjutnya dari hasil penggolongan tersebut dilakukan *plotting* pada tabel kategori matriks risiko dibawah ini,

**Tabel. 4.15** Matriks Risiko

Kemungkinan	Keparahan				
	Tidak signifikan (0)	Kecil (1)	Sedang (2)	Berat (3)	Bencana (4)
Hampir Pasti Terjadi (4)	T	T	E	E	E
Sering Terjadi (3)	S	T	T	E	E
Dapat Terjadi (2)	R	S	T	E	E
Kadang-Kadang (1)	R	R	S	T	E
Jarang Sekali (0)	R	R	S	T	T

(Sumber: Ramli, 2010)

Keterangan:

E = Risiko Ekstrim - Kegiatan tidak boleh dilaksanakan atau dilanjutkan sampai risiko telah direduksi

T = Risiko Tinggi - Kegiatan tidak boleh dilaksanakan sampai risiko telah direduksi

S = Risiko Sedang - Perlu tindakan untuk mengurangi risiko,tetapi biaya pencegahan yang diperlukan harus diperhitungkan dengan teliti dan dibatasi

R = Risiko Rendah – Risiko dapat diterima pengendalian tambahan tambahan tidak diperlukan

Berdasarkan tabel 4.13 diatas, untuk variabel 1a didapat nilai *likelihood index* sebesar 45% dengan rank 2 dan nilai *severity index* sebesar 50% juga masih sama dengan rank 2. Maka dapat diplotkan dan didapatkan peringkat risiko “sedang” seperti yang terlihat pada tabel berikut ini: Tabel 4. 16 Hasil Plot Matriks pada Variabel 1a :

**Tabel 4.16** Hasil Plot Matriks pada variabel 1a

Kemungkinan	Keparahan				
	Tidak signifikan (0)	Kecil (1)	Sedang (2)	Berat (3)	Bencana (4)
Hampir Pasti Terjadi (4)			↓		
Sering Terjadi (3)			↓		
Dapat Terjadi (2)	→		<b>S</b>		
Kadang-Kadang (1)					
Jarang Sekali (0)					

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Rekapitulasi hasil penggolongan tingkat risiko terhadap kemungkinan dan keparah dengan matriks risiko dapat dilihat pada tabel 4.17,

**Tabel 4.17** Hasil Penggolongan Matriks Risiko

No.	Likelihood Index (L.I)	Rank L.I	Severity Index (S.I)	Rank S.I	Kategori Matriks Risiko
1a	45%	2	50%	2	T
1b	65%	3	30%	1	T
1c	65%	3	15%	0	S
1d	30%	1	10%	0	R
1e	75%	3	30%	1	T
1f	50%	2	55%	2	T
1g	30%	1	70%	3	S
1h	40%	2	55%	2	T
2a	10%	0	60%	3	T
2b	45%	2	40%	2	T
2c	10%	0	30%	0	R
2d	35%	1	70%	3	T
2e	70%	3	40%	2	T
2f	30%	1	45%	2	R
2g	75%	3	30%	1	T

**Tabel 4.17** Hasil Penggolongan Matriks Risiko (lanjutan)

No.	<i>Likelihood Index (L.I)</i>	<i>Rank L.I</i>	<i>Severity Index (S.I)</i>	<i>Rank S.I</i>	Kategori Matriks Risiko
3a	55%	2	60%	2	T
3b	70%	3	40%	2	T
3c	75%	3	35%	1	T
3d	25%	1	25%	1	R
3e	30%	1	60%	2	S
3f	25%	1	45%	2	S
3g	15%	0	70%	3	T
3h	90%	4	70%	3	E
4a	45%	2	40%	1	S
4b	20%	0	40%	1	R
4c	35%	1	55%	2	T
5a	40%	1	50%	3	T
5b	65%	3	45%	2	T
6a	30%	1	65%	3	T
6b	40%	1	65%	3	T
6c	35%	1	60%	3	T
6d	45%	2	50%	2	T
7a	30%	1	75%	3	T
7b	60%	3	40%	2	T
7c	35%	1	65%	3	T
7d	45%	2	55%	2	T
7e	20%	1	30%	1	R
7f	40%	1	60%	3	T
8a	20%	1	70%	3	T
8b	35%	1	55%	2	R
8c	20%	1	65%	3	T
9a	60%	3	45%	2	T
9b	60%	3	30%	1	S
9c	95%	4	35%	1	T
9d	40%	1	60%	3	T
9e	45%	2	25%	1	S
9f	30%	1	70%	3	S
9g	25%	1	50%	2	R
9h	55%	2	60%	2	T
9i	15%	0	70%	3	T

**Tabel 4.17** Hasil Penggolongan Matriks Risiko (lanjutan)

No.	<i>Likelihood Index (L.I)</i>	<i>Rank L.I</i>	<i>Severity Index (S.I)</i>	<i>Rank S.I</i>	Kategori Matriks Risiko
9j	35%	1	70%	3	T
10a	35%	1	50%	2	S
10b	30%	1	35%	1	R
10c	15%	0	15%	0	R
10d	15%	0	60%	3	S
10e	55%	2	35%	1	S
11f	55%	2	50%	2	T
11g	70%	3	55%	2	2
11h	50%	2	60%	2	2
11i	75%	3	45%	2	S
12a	65%	3	30%	1	T
12b	65%	3	35%	1	T
12c	65%	3	55%	2	T
13a	30%	1	30%	1	R
13b	75%	3	55%	2	T
13c	85%	4	25%	1	T
13d	35%	1	70%	3	T
13e	65%	3	55%	2	T
13f	35%	1	85%	4	E
13g	85%	4	30%	1	T
14a	45%	2	55%	2	T
14b	55%	2	60%	2	T
15a	15%	0	75%	3	T
15b	20%	1	35%	1	R
15c	20%	1	60%	3	T
15d	30%	1	70%	3	T
15e	30%	1	75%	3	T
16a	15%	0	85%	4	T
16b	75%	3	10%	0	S
16c	75%	3	55%	2	T
16d	90%	4	35%	1	R
16e	50%	2	5%	0	R
16f	65%	3	30%	1	T
16g	70%	3	25%	1	T

**Tabel 4.17** Hasil Penggolongan Matriks Risiko (lanjutan)

No.	<i>Likelihood Index (L.I)</i>	<i>Rank L.I</i>	<i>Severity Index (S.I)</i>	<i>Rank S.I</i>	Kategori Matriks Risiko
16h	25%	1	55%	2	S
17a	30%	1	15%	0	R
17b	30%	1	35%	1	R
17c	30%	1	35%	1	R
17d	35%	1	30%	1	R
18a	75%	3	80%	4	E
18b	70%	3	45%	2	T
18c	35%	1	65%	3	T
18d	80%	4	35%	1	T
19a	40%	2	55%	2	T
19b	30%	1	65%	3	T
20a	35%	1	5%	0	R
20b	60%	3	30%	1	T
21a	25%	1	25%	1	R
21b	70%	3	55%	2	T
22a	50%	2	15%	0	R
22b	55%	2	35%	1	R
22c	70%	3	35%	1	T

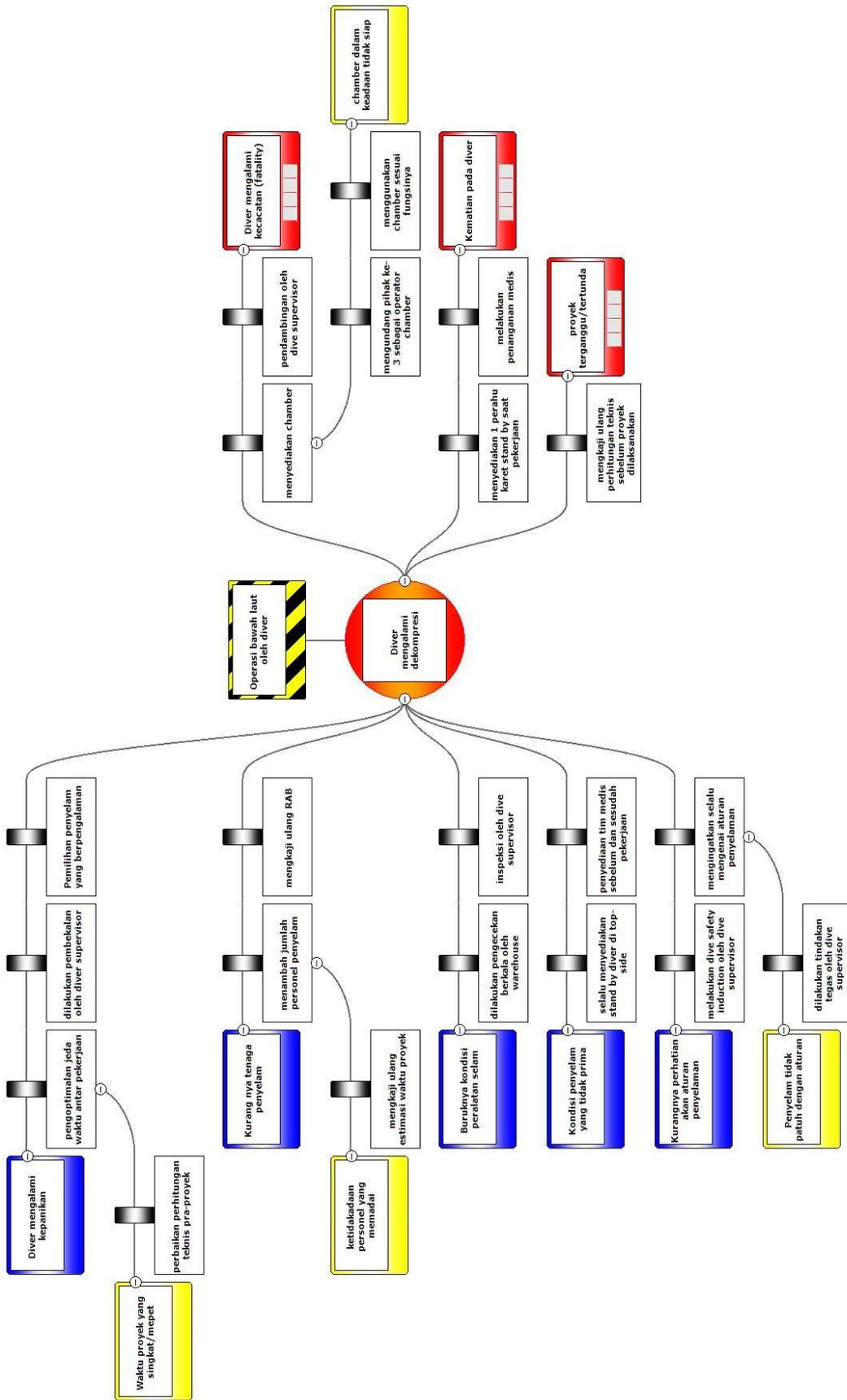
Dari tabel 4.17 mengenai penggolongan tingkat risiko, maka dapat diketahui terdapat 2 variabel dengan alfabet “E” yang berarti tingkat risiko “ekstrim” yaitu pada variabel 3h (*Diver* mengalami dekompresi serta pada variabel 13f (Benturan SPM dengan *barge*). Variabel dengan huruf “E” tersebut berarti “ekstrim”, yang mana variabel tersebut memiliki tingkat bahaya yang tinggi sehingga akan berpengaruh terhadap pelaksanaan proyek serta dapat mengganggu tujuan fungsional dari proyek yang bersangkutan.

#### **4.7 Bowtie Analysis**

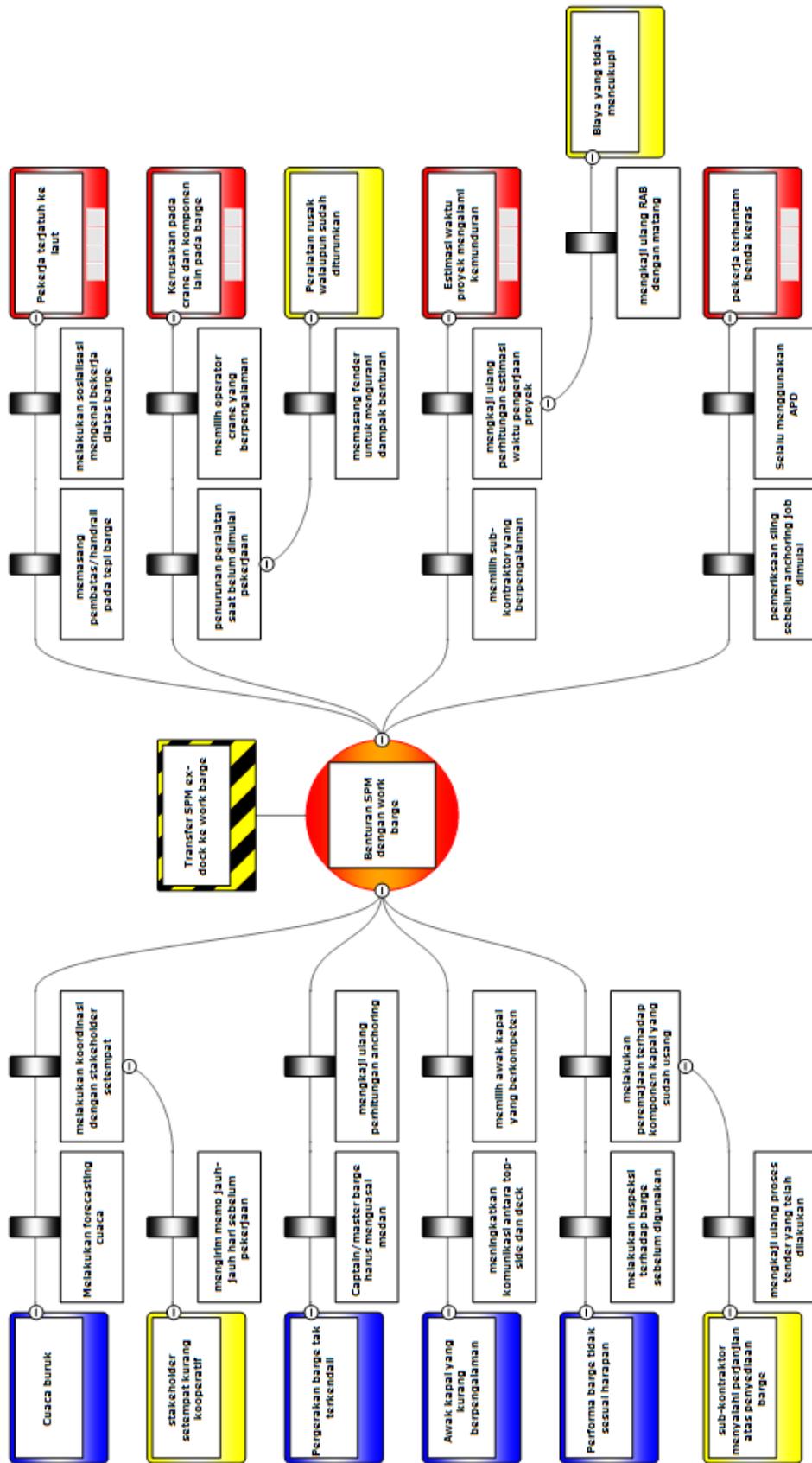
Selanjutnya akan dilakukan analisis lebih lanjut pada 3 variabel “ekstrim” tersebut dengan metode *bowtie analysis* guna mengetahui penyebab, dampak, serta kontrol mitigasi yang tepat.

Pada penelitian ini, peneliti menggunakan bantuan *software* “BowtieXP” guna mempermudah pembuatan diagram. *Software* ini dipergunakan dengan *student license* sehingga tidak melanggar hak cipta maupun hak penggunaan dari developer *software* yaitu *CGE Risk Management*.

Diketahui 2 variabel dominan dengan penggolongan “ekstri” yaitu pada variabel 3h (*Diver* mengalami dekompresi), lalu pada ) serta pada variabel 13f (Benturan SPM dengan *barge*). Berikut merupakan diagram *bowtie* dari variabel dengan penggolongan “ekstrim” :



Gambar 4.7 Diagram Bowtie Variabel 3h (Diver mengalami dekompresi)



Gambar 4.8 Diagram Bowtie Variabel 13f (Benturan SPM dengan barge)

#### 4.6.1 Penjelasan Diagram *Bowtie*

Berikut merupakan penjelasan diagram *bowtie* pada poin sebelumnya :

##### Diagram *Bowtie* 1

##### Variabel 3h (*Diver Mengalami Dekompresi*)

Proyek *Change Over* SPM 150.000 DWT Balongan merupakan proyek dengan kompleksitas pekerjaan yang cukup tinggi, baik itu pekerjaan bawah air maupun diatas air. Proyek ini melibatkan cukup banyak pekerja meliputi, *rigger* (pekerja kasar), dan *diver* (penyelam). Dan porsi pekerjaan paling besar dilaksanakan oleh para *diver*.

Salah satu penyakit penyelaman yang berbahaya dan seringkali terjadi adalah penyakit dekomposisi (*decompression*). Dekompresi dapat didefinisikan sebagai suatu keadaan medis dimana akumulasi nitrogen yang terlarut setelah menyelam membentuk gelembung udara yang menyumbat aliran darah serta system syaraf. Akibat dari kondisi tersebut maka timbul gejala yang mirip sekali dengan stroke, dimana akan timbul gejala-gejala seperti mati rasa (*numbness*), *paralysis* (kelumpuhan), bahkan kehilangan kesadaran yang bisa menyebabkan meninggal dunia. (*Safety and Health at Work for Industrial Diving: ILO 1998*)

##### Penyebab

##### Tidak mengatur fungsi kerja (*setting*) dan prosedur menggunakan *dive computer* secara baik

##### 1. Pengoptimalan jeda waktu antar pekerjaan

Kelalaian ini biasanya disebabkan oleh proses yang terburu-buru, sehingga para *diver* tidak melakukan pengaturan pada *dive computer*. Sehingga diperlukan optimalisasi waktu yang baik guna mendapat jeda waktu yang cukup sehingga segala persiapan dapat dilakukan sesuai prosedur.

Faktor Eskalasi : Waktu pengerjaan proyek yang mepet

- Perlu dilakukan pengkajian ulang terhadap perhitungan teknis serta persiapan sebelum pekerjaan proyek dilaksanakan

## 2. Pembekalan oleh *dive supervisor*

Sesuai dengan Tata Kerja Individu PT.Pertamina (Persero) mengenai pemeliharaan *Single Point Mooring*, dijelaskan bahwa peran *diving supervisor* sangatlah vital guna membuat *dive plan*, memberi arahan, serta mengatur proses penyelaman sesuai dengan *bottom time* dan kedalaman. Sehingga tidak terjadi hal-hal yang tidak diinginkan seperti dekompresi.

### **Kurangnya tenaga penyelam**

1. Salah satu penyebab dekompresi adalah terlalu terburu-buru nya *diver* untuk naik ke permukaan air setelah melakukan pekerjaan. Sehingga penambahan personel penyelam mutlak harus dilakukan agar setiap *diver* bekerja hanya sesuai porsi masing-masing sesuai kemampuan tubuh manusia.
2. Melakukan pengkajian ulang terhadap RAB (Rencana Anggaran Biaya) harus dilakukan guna memastikan segala hal termasuk penentuan jumlah personel sehingga tidak terjadi kekurangan saat di lapangan

### **Buruknya Kondisi Peralatan Selam**

1. Melakukan pengecekan berkala pada *warehouse*  
Dengan tingkat kompleksitas serta bahaya yang tinggi, harus juga didukung oleh peralatan yang memadai pula. Pengecekan tidak hanya dilakukan saat di lapangan tetapi juga dilakukan ketika peralatan masih dalam kondisi *off* pada *warehouse* penyimpanan.
2. Inspeksi oleh *diving supervisor*  
*Diving Supervisor* harus turut serta dalam pengecekan peralatan, mulai dari tabung, alat pernafasan, hingga *dive computer*.

### **Kondisi Penyelam yang Tidak Prima**

1. Menyediakan *stand-by diver* di atas *barge*  
*Stand-by diver* harus selalu dalam keadaan siap, dalam arti sudah berpakaian selam lengkap sehingga akan siap turun kapan saja saat dibutuhkan.
2. Penyediaan tim medis yang siaga sebelum dan sesudah dilakukan pekerjaan

Tim medis dibutuhkan guna melakukan pengecekan kondisi penyelam saat akan turun, serta pengecekan saat penyelam selesai melakukan pekerjaan guna mendeteksi gejala-gejala dekompresi.

### **Kurangnya perhatian akan aturan penyelaman**

1. Melakukan *diving safety induction*

Hal ini dilakukan guna mengingatkan kembali akan aturan-aturan penyelaman seperti *deco-time*, tabel penyelaman, dan aturan penyelaman lainnya

2. Mengingatkan mengenai aturan penyelaman oleh *diving supervisor*

*Diving Supervisor* harus selalu mengingatkan penyelam untuk mematuhi aturan-aturan serta prosedur yang berlaku sesuai kode penyelaman.

Faktor eskalasi :

- *Diver* tidak patuh dengan aturan

Peran *diving supervisor* harus menindak dan memperingatkan dengan keras pada penyelam yang tidak patuh terhadap aturan.

### **Dampak**

#### **Diver Mengalami Kecacatan (*fatality*)**

1. Menyediakan *chamber*

*Chamber* dalam penyelaman adalah alat berbentuk tabung besar menyerupai kapal selam berkapasitas 7 orang yang berfungsi untuk penetralan gas-gas sisa penyelaman yang belum tuntas. *Chamber* merupakan alat yang sangat berguna untuk mencegah penyakit dekompresi.



**Gambar 4.9** *Diving Chamber* (sumber: US Navy Diving Guide)

Faktor eskalasi :

- *Chamber* dalam keadaan tidak siap

Agar *chamber* selalu dalam keadaan siap, sebaiknya operator *chamber* didatangkan dari pihak ke-3 atau sub-kontraktor. Sehingga, setiap komponen dalam proyek bisa berjalan sesuai tujuan fungsional nya.

**Tabel 4.18** Tabel panduan melakukan tindakan pada dekompresi

Operating Depth	Recompression Chamber Requirements
within 10 metres (33 feet)	No recompression chamber is required on site, provided suitable and rapid transport to the nearest recompression chamber for treatment is available.
10 to 50 metres (33 to 165 feet)	For dives within no-decompression limit or with total decompression time not exceeding 20 minutes, no recompression chamber is required on site, provided that it is made available suitable and rapid transport to a 2-compartment surface recompression chamber within 2 hours from the time when the need for recompression therapy is identified.
	For dives with total decompression time exceeding 20 minutes, 2-compartment recompression chamber is required on site, but if only single compartment chamber is available on site, then facilities are required for transferring the chamber under pressure to a 2-compartment chamber within 4 hours.
over 50 metres (165 feet)	2-compartment surface recompression chamber is required on site.

(sumber: US Navy Diving Guide)

### **Proyek terganggu / tertunda**

1. Mengkaji ulang perhitungan teknis sebelum proyek dilaksanakan  
Dalam melakukan perhitungan teknis sebelum pekerjaan harus diperhitungkan waktu lebih untuk mengantisipasi jika terjadi kecelakaan. Sehingga pada akhirnya estimasi waktu proyek tidak akan terganggu.

## **Diagram Bowtie 2**

### **Benturan SPM dengan *Barge***

#### **Cuaca Buruk**

1. Melakukan *forecasting* cuaca  
Melakukan *forecasting* cuaca dilakukan dengan cara koordinasi dengan BMKG setempat, sehingga hasil koordinasi tersebut bisa menjadi pertimbangan dalam menentukan waktu pelaksanaan proyek
2. Melakukan koordinasi dengan *stakeholder* setempat  
Lokasi pekerjaan proyek *change over* ini terletak masih di dalam kompleks Pertamina RU VI Balongan. Sehingga ada baiknya dilakukan koordinasi terlebih dahulu dengan pihak RU guna mengetahui kondisi terkini dari lokasi proyek, sehingga dapat digunakan sebagai pertimbangan dalam pengambilan keputusan.

#### **Pergerakan *barge* tak terkendali**

1. *Captain / master barge* harus menguasai medan  
Pada proses transfer SPM *ex-dock* ke *barge*, peran *captain* sangat penting dikarenakan *captain* lah yang sangat mengetahui bagaimana posisi serta pergerakan *barge* itu sendiri. Sehingga komando dari *captain* akan sangat berpengaruh terhadap bagaimana proses transfer itu dilaksanakan
2. Mengkaji ulang perhitungan *anchoring*  
Melakukan pengkajian perhitungan *anchoring* guna memastikan posisi *barge* sudah berada pada titik terbaik dan sedekat mungkin sehingga proses transfer SPM akan mudah dilakukan.

#### **Awak kapal yang kurang berpengalaman**

1. Meningkatkan komunikasi antara *top-side* dengan *deck*  
Pihak *top-side* merupakan pihak yang mengetahui posisi SPM dengan jelas dari atas, sedangkan *deck* merupakan eksekutor dalam pekerjaan. Sehingga koordinasi antara keduanya harus berjalan dengan maksimal.

2. Memilih awak kapal yang berkompeten

Terdapat banyak awak kapal yang dipekerjakan dalam *barge*, master *barge* harus membagi tugas serta fungsi masing-masing individu sesuai dengan keahlian masing-masing.

**Sub-kontraktor menyalahi perjanjian pengadaan *barge***

1. Melakukan inspeksi terhadap *barge* sebelum digunakan

Pengecekan *barge* sebelum dilakukan pekerjaan harus dilakukan guna memastikan *barge* dalam kondisi prima dan tidak akan menghambat berjalannya proyek.

2. Melakukan peremajaan terhadap komponen *barge* yang sudah usang

Dari hasil inspeksi diketahui bagaimana kondisi terkini dari *barge* yang akan digunakan, lalu dapat segera dilakukan perbaikan terhadap komponen yang tidak dalam kondisi baik.

Faktor Eskalasi :

- Sub-kontraktor menyalahi perjanjian atas penyediaan *barge*  
Perlu dilakukan pengkajian ulang pada proses tender pengadaan, sehingga sebelum pekerjaan dilakukan sub-kontraktor dan *owner* sudah saling sepakat mengenai spesifikasi *barge* yang akan digunakan dalam proyek.



**Gambar 4.10** Work Barge Wahyu Pandanaran 960 Ton

## **Dampak**

### **Pekerja Terjatuh ke Laut**

1. Memasang pembatas / *handrail* pada tepi *barge*  
Pemasangan *handrail* atau pembatas akan sangat diperlukan guna mencegah terjadinya kecelakaan kerja pekerja jatuh ke laut. Selain untuk kegiatan transfer SPM, pemasangan *handrail* juga sangat berguna untuk keamanan pekerjaan lain yang juga menuntut pekerja untuk melakukan pekerjaan di tepi *barge*.
2. Melakukan pembekalan mengenai *work on barge*  
Pembekalan dilakukan pada saat sebelum memulai pekerjaan, bahkan sebelum para pekerja naik ke *barge*. Hal ini sebaiknya dilakukan pada saat tahap persiapan di *Jetty* milik RU VI Balongan.

### **Terjadi kerusakan pada crane atau komponen lain pada barge**

1. Penurunan alat sebelum pekerjaan dilakukan  
Melakukan penurunan dan pengamanan terhadap alat-alat berat yang berpotensi membahayakan pekerja ketika terjadi guncangan pada *barge*  
Faktor eskalasi :  
Peralatan tetap rusak saat sudah diturunkan  
- Melakukan pemasangan *fender* pada *barge* dan SPM guna mengurangi dampak benturan.
2. Memilih operator *crane* yang berpengalaman  
Operator yang handal dapat memposisikan *crane* dengan baik dan aman sehingga tidak akan terjadi kerusakan yang berarti ketika terjadi benturan

### **Keterlambatan Proyek**

1. Memilih sub-kontraktor yang berpengalaman  
Penyedia jasa *barge* harus memiliki pengalaman dalam hal pekerjaan yang serupa, sehingga proyek dapat berlangsung dengan lancar dan tidak terjadi keterlambatan.
2. Mengkaji ulang perhitungan estimasi waktu pengerjaan proyek  
Dalam membuat rancangan waktu proyek harus diperhitungkan jeda waktu bebas untuk mengantisipasi adanya hal-hal yang tidak diinginkan,

sehingga waktu pengerjaan tidak akan jauh terlambat dari target yang ditentukan.

Faktor eskalasi :

- Biaya yang tidak mencukupi
- Melakukan pengkajian ulang terhadap perhitungan RAB proyek dan memasukkan faktor kecelakaan kerja dalam proses pembuatannya.

### **Pekerja terhantam benda keras (*crane*)**

1. Pemeriksaan *slings* sebelum *anchoring* dilakukan  
*Sling* yang digunakan terus-menerus harus dilakukan pengecekan sebelum dimulai pekerjaan.
2. Penggunaan APD  
Sesuai dengan aturan pada Permenakertrans No. PER.08 MEN VII 2010 tentang Alat Pelindung, diwajibkan bagi pekerja konstruksi baik di darat maupun di laut untuk selalu menggunakan APD sesuai aturan yang berlaku guna mengantisipasi kecelakaan kerja yang tidak diinginkan.

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis yang telah dilakukan dalam penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa;

1. Risiko kecelakaan kerja yang dominan pada proyek *Change Over* SPM 150.000 DWT TTU Balongan adalah pada kegiatan Operasi Bawah Air oleh *Diver* dengan *consequence* **penyelam / *diver* mengalami dekompresi (3h)**, serta pada kegiatan transfer SPM *ex-dock* ke *work barge*, dengan *consequence* **terjadi benturan antara SPM dengan *barge* (13f)**.
2. Penyebab (*causes*) dan kontrol (*control measure*) dari *consequence diver* mengalami dekompresi (3h) adalah sebagai berikut;

**Penyebab** : Tidak mengatur fungsi kerja (*setting*) dalam menggunakan *dive computer*

**Kontrol** : Pengoptimalan waktu antar pekerjaan, serta dilakukan pembekalan oleh *dive supervisor*

**Penyebab** : Kurangnya tenaga penyelam

**Kontrol** : Penambahan personel penyelam, serta melakukan pengkajian ulang terhadap RAB

**Penyebab** : Buruknya kondisi peralatan selam

**Kontrol** : Melakukan pengecekan berkala pada warehouse, serta dilakukan inspeksi oleh *diving supervisor*

**Penyebab** : Kondisi penyelam yang tidak prima

**Kontrol** : Menyediakan *stand-by diver*, serta menyediakan tim medis sebelum dan sesudah pekerjaan

**Penyebab** : Kurangnya perhatian akan aturan penyelaman

**Kontrol** : Melakukan *diving safety induction* inspeksi oleh *diving supervisor*.

Adapun dampak (*effects*) serta mitigasi dari *consequence diver* mengalami dekompresi (3h) adalah sebagai berikut;

- Dampak** : *Diver* mengalami kecacatan
- Mitigasi** : Menyediakan selalu *chamber*, serta dilakukan pendampingan oleh *dive supervisor*
- Dampak** : Kematian pada *diver*
- Mitigasi** : Menyediakan perahu karet untuk *stand-by*, serta melakukan penanganan medis
- Dampak** : Proyek terganggu / tertunda
- Penyebab** : Melakukan pengkajian ulang terhadap perhitungan teknis.

3. Penyebab (*causes*), dan kontrol (*control measure*) dari *consequence* terjadinya benturan antara SPM dengan *work barge* (13f) adalah sebagai berikut;

- Penyebab** : Cuaca buruk
- Kontrol** : Melakukan *forecasting* cuaca serta melakukan koordinasi dengan *stakeholder* setempat
- Penyebab** : Pergerakan *barge* tak terkendali
- Kontrol** : *Captain / master barge* harus menguasai medan, serta mengkaji ulang perhitungan *anchoring*
- Penyebab** : Awak kapal tidak berpengalaman
- Kontrol** : Meningkatkan komunikasi antara *top-side* dengan *deck*, memilih awak kapal yang berkompeten
- Penyebab** : Sub-kontraktor menyalahi perjanjian pengadaan *barge*
- Kontrol** : Melakukan inspeksi terhadap *barge*, serta melakukan peremajaan / *maintenance* berkala pada komponen *barge*.

Adapun dampak (*effects*) serta mitigasi dari *consequence* terjadinya benturan antara SPM dengan *work barge* (13f) adalah sebagai berikut;

- Dampak** : Pekerja terjatuh ke laut
- Mitigasi** : Memasang pembatas / *handrail* pada tepi *barge*, serta melakukan pembekalan mengenai *work on barge*
- Dampak** : Terjadi kerusakan pada *crane* atau komponen *barge* lainnya
- Mitigasi** : Menurunkan alat sebelum pekerjaan, serta memilih operator *crane* yang berpengalaman
- Dampak** : Keterlambatan proyek
- Mitigasi** : Memilih sub-kontraktor yang berpengalaman, serta mengakaji ulang perhitungan estimasi waktu pekerjaan
- Dampak** : Pekerja terhantam benda keras
- Mitigasi** : Pemeriksaan *slings* sebelum *anchoring* dilakukan, serta selalu menggunakan APD

## 5.2 Saran

Adapun saran dari peneliti setelah melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut;

1. Untuk hasil penelitian yang lebih riil, sebaiknya *output* dari penelitian serupa harus langsung berupa JSA (*Job Safety Analysis*) yang nantinya akan dapat digunakan oleh perusahaan terkait untuk kemudian digunakan sebagai acuan.
2. Memperhitungkan kegiatan *docking* dan *repair* secara keseluruhan dalam analisa, tidak hanya pada proses *change over*.

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## DAFTAR PUSTAKA

- ABS, 2013. *Job Safety Analysis for The Marine and Offshore Industries. American Bureau of Shipping*. Incorporated by Act of Legislature of the State of New York 1862.
- Astuti, Fadhilah Winda Dwi. 2017. Analisis Risiko Kecelakaan Kerja Menggunakan Metode Bowtie Pada Proyek One Galaxy Surabaya. Surabaya: ITS
- Darmawi, Herman. 2008. Manajemen Risiko. Edisi 1. Jakarta: Bumi Aksara
- Davis & Cosenza. 1988. *Business Research for Decision-Making.PWO*. Kent Publishing, Boston.
- Depnakertrans R.I. 2008. Petunjuk Teknis Penyelenggaraan Pelayanan Kesehatan Kerja. Jakarta.
- Det Norske Veritas, 2001. *Offshore Technology Report: Marine Risk Assesment*.
- Dimasrizki Erajati, Arief Subekti. 2011. Identifikasi Bahaya dengan Menggunakan *Bowtie* untuk Keselamatan Proses pada *Boiler* UBB di Pabrik III PT. Petrokimia Gresik. Surabaya: PPNS
- Gall, Thompson. 2011. *Underbouy Single Point Mooring Risk*.
- Guntara, Robby. 2018. Analisis Risiko Kecelakaan Kerja dengan Menggunakan *Bowtie Analysis* pada Proyek *Mooring Change Replacement* Seagood 101. Surabaya: ITS
- International Labour Office*, 2001. *Guidelines on occupational safety Guidelines on occupational safety and health management systems and health management systems ILO-OSH 2001: Geneva*
- Lankhorst, Ropes. 2016. *Single Point Mooting Operating & Maintenance Manual (SMOG)*. Portugal: Royal Lankhorst Euronete.
- Long, at all. 2008. *Delay and Cost Overruns in Vietnam LargeConstruction Projects: A Comparasion with Other Selected Countries*. Korean Society of Civil Enginers.
- Marine Safety Forum*, 2013 *Guidelines for Offshore Marine Operation, Revision: 0611-1401*

- Occupational Safety and Health Branch Labour Department, 2010. Safety and Health at Work for Industrial Diving.*
- OHSAS 18001:2007. *Occupational Health and Safety Assessment Series. OH&S Safety Management Systems Requirements.*
- PT. Pertamina (Persero). 2015. *Pemeliharaan Single Point Mooring.* Jakarta : Tata Kerja Individu.
- Ramli, S. 2010b. *Pedoman Praktis Manajemen Risiko dalam Perspektif K3 OHS Risk Management.* Jakarta: PT. Dian Rakyat.
- Risktec, 2007. *Practical HSE Risk Management –An Introduction to the Bow-tie Method, (Presentation to the International Conference for Achieving Health & Safety Best Practice in Construction):* Dubai, UAE
- Silalahi, Bennet dan Rumondang Silalahi. 1995. *Manajemen keselamatan dan Kesehatan Kerja.* Jakarta: PT Pustaka Bina Mandiri Prestindo Tbk.
- Suma'mur S. 2014. *Kesehatan Kerja dalam Perspektif Hiperkes & Keselamatan*
- U.S. *Department of the Interior Bureau of Reclamation, 2006. Diving Safe Practice & Manual, Underwater Inspection Program:* New York
- Yuling Li, Frank W. Guldenmund, 2018. *Safety management systems: A broad overview of the literature: Delft University of Technology, Safety and Security Science Group, Jaffalaan 5, 2628 BX Delft, Netherlands*

**LAMPIRAN 1**

***WORKPLAN CHANGE OVER SPM 150.000 DWT TTU BALONGAN***

NO.	URAIAN PEKERJAAN	DURASI WAKTU	PIC	Juli													
				22	23	24	25	26	27	28	29	30	31				
<b>1</b>	<b>PERSIAPAN</b>																
1.1	Rapat koordinasi kesepakatan work plan, time frame dan anggaran biaya	1 hari	S&D III & MS & MR III														
1.2	Forecast Cuaca ke BMKG	2 hari	MS														
1.3	Finalisasi fixed schedule C/O	1 hari	S&D III & MS & MR III														
1.4	Penyiapan Anggaran	6 hari	S&D III														
1.5	Memo permintaan Lepas SPM ke Marine Services	1 hari	S&D III														
1.6	Proses pengadaan barang dan jasa pendukung untuk pekerjaan C/O	14 hari	MS														
	- Pengadaan Work barqe	14 hari	MS														
	- Pengadaan Material Consumables	14 hari	MS														
	- Pengadaan Jasa Pendukung	14 hari	MS														
	- Pengadaan Asuransi Towing	14 hari	MS														
1.7	Ijin kerja dijen Perhubungan Laut (Perla)	7 hari	MS														
1.8	Ijin Kerja Administrator Pelabuhan (Adpel) Kab.Indramayu	2 hari	MR III & MS														
1.9	Koordinasi dan pekerjaan persiapan																
	- Koordinasi ke RU VI perihal meminjam area dermaga untuk penempatan & pekerjaan FH	14 hari	S&D III & MR III & TBBM														
	- Koordinasi ke Marine Region III perihal meminjam tugboat selama pekerjaan, towing serta perijinan (clearance in & out)	14 hari	S&D III & MR III & TBBM														
	- Cleaning 2 string Floating Hose dan 2 string Sub Sea Hose	30 hari	S&D III & TBBM														
	- Monitoring keamanan Floating Hose dan Subsea Hose selama penempatan di dermaga	73 hari	S&D III & MR III														
<b>2</b>	<b>MOBILISASI</b>																
2.1	Mobilisasi peralatan kerja dan penvelaman UWS ke work barge	4 hari	MS														
2.2	Mobilisasi work barge ke perairan PT.Pertamina TBBM Balongan	5 hari	MS														







**LAMPIRAN 2**

***JOB SAFETY ANALYSIS* VERSI PT. PERTAMINA (PERSERO)**

JOB SAFETY ANALYSIS									
Marketing & Trading		No. /F30420/2017-S8		Revisi ke :		PERTAMINA			
Directorate		Tanggall 08.08.2017							
Marine Services									
Under Water Services									
Bagian pengusul : Marine Services									
Kegiatan									
<b>UNDERWATER MAINTENANCE / REPAIR</b>									
Nama penyusun		: Bagus Made Anglistra		Disiapkan Oleh :		Superintendent		Ditelaah Ulang :	
Posisi Judul		: Under Water Services		Pws Area :		(KKK)		Project Officer	
Kegiatan		: Pelepasan SPM 150.000 DWT TBBM Balongan		Project Manager		K. Suryanto		Marine Services Manager	
Tanggal Pelaksanaan		: 17 - 27 Agustus 2017		M. Zalmi Efendi		8-Aug-2017		08-Agu-17	
Alat pelindung diri yang digunakan		: Pelampung, pelindung muka, pelindung mata, pelindung pernafasan, pelindung diri/badan							
Peralatan Kerja yang dipakai		: SCUBA Replacement/Surface Supply Diving Equipment, Swim Vest, Fin, Diving Helmet, Harness, Bail Out Bottle, Dive Knife, Dive Glove , Mask							
Rekomendasi K3LL		: Safety Helmet, sarung tangan, safety shoes, safety belt, mask, UW, Knife							
No.		Langkah-langkah kegiatan		Bahaya Aspek K3LL		Aspek Health & Safety		Risk Assessment	
						Aspek Environmental		PR   SV   RR   PR   SV   RR	
1		Persiapan Peralatan 1.1. Pengisian Tabung SCUBA		- Pekerja terjepit, terpeleaset - Over pressure, tabung meledak		- Menggunakan APD , tempat kerja bersih - Periksa label hydrotest tabung SCUBA - Periksa kondisi pressure gauge			
		1.2. Kompresor		- Kualitas udara jelek/bau - Pekerja terjepit, terpeleaset		- Cek filter udara, oli kompresor, saluran udara masuk, - Menggunakan APD , tempat kerja bersih			
2		Langkah-langkah pelaksanaan pekerjaan		Miss Communication		- Dilakukan Safety Induction - Dilakukan Safety talk - Dilakukan Toolbox Meeting (untuk penjelasan pekerjaan)			
3		Vessel on board / work barge		- Terpeleaset - Terjatuh ke laut / tenggelam		- Menggunakan APD , tempat kerja bersih - Memakai Life Jacket, disediakan Pelampung			
<b>TINDAKAN PENCEGAHAN</b>									
Aspek Environmental									

4	Anchor Job Work Barge	<p>A. Crew Kapal / Rigger</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Terpeleeset</li> <li>- Terjatuh ke laut / tenggelam</li> <li>- Terjepit</li> <li>- Sling Putus</li> </ul> <p>B. Work Barge</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Terbantur SPM</li> <li>- Gelombang besar, arus kuat</li> </ul> <p>C. Pipeline</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Terkena jangkar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Menggunakan APD, tempat kerja bersih</li> <li>- Memakai Life Jacket, disediakan pelampung</li> <li>- Memakai sarung tangan, wearpack</li> <li>- Pemeriksaan sling sebelum anchoring job mulai</li> <li>- Memasang fender</li> <li>- Captain/Master Work Barge harus menguasai daerah Anchor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Memonitor Cuaca dengan BMKG (forecast)</li> <li>- Setiap jangkar diberi tanda/pelampung</li> </ul>
5	Menutup/membuka subsea ball valve pada FLEM	<p>A. Tim Pendukung / Atas Air</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Terpeleeset</li> <li>- Terjatuh ke laut / tenggelam</li> <li>- Terjepit</li> </ul> <p>B. Penyelam</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Panik di bawah air / timbul bebas</li> <li>- Penyelaman melewati batas No-Deco time</li> <li>- Umbilical / down line terbelit</li> <li>- Terserang Binatang laut</li> <li>- Penggunaan kamera bawah air</li> </ul> <p>C. Tumpahan minyak sisa</p> <p>A. Tim Pendukung / Atas Air</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Terpeleeset</li> <li>- Terjatuh ke laut / tenggelam</li> <li>- Terjepit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Menggunakan APD, tempat kerja bersih</li> <li>- Memakai Life Jacket disediakan Pelampung</li> <li>- Memakai sarung tangan, ware pack</li> <li>- Menguasai Prosedur Kerja, Prosedur Penyelaman, Menguasai Lingkungan Kerja dan BMKG ( Fore cast)</li> <li>- Melakukan decompression procedure</li> <li>- Menyiapkan stand by diver</li> <li>- Dimonitor oleh Top side / tender</li> <li>- Kamera digunakan tanpa menggunakan cahaya flash dan sudah mendapat approval dari HSE setempat.</li> <li>- Flushing line sempurna, penyelam memakai wetsuit</li> <li>- Menggunakan APD, tempat kerja bersih</li> <li>- Memakai Life Jacket disediakan Pelampung</li> <li>- Memakai sarung tangan, ware pack</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Menggunakan wetsuit/wearpack, pisau selam, diving hood dan disiapkan penyelam standby untuk pertolongan.</li> <li>- Menyiapkan dispersant, oil boom</li> </ul>
6	Lepas/Pasang floating hose			

**LAMPIRAN 3**

**DATA RESPONDEN**

**Tiga kriteria seseorang dikatakan profesional atau *expert* :**

1. *Expertise* (keterampilan khusus), yang diperoleh dari pendidikan ataupun pengalaman.
2. *Responsibility* (punya rasa tanggung jawab).
3. *Corporateness* (kesejawatan atau jaringan, yaitu orang dengan profesi sama biasanya berkumpul dalam organisasi profesi, yang memiliki kode etik).

Berikut merupakan daftar dari kalangan profesional yang berperan sebagai narasumber / responden dari tugas akhir ini :

**1. Kentut Suryanto**

Jabatan organisasi : *Head of Underwater Services*  
Jabatan proyek : *Project manager*  
Pengalaman : Lebih dari 20 tahun di *Underwater Services*

**2. M. Zeini Effendi**

Jabatan Organisasi : *Sr. Supervisor Operation & Maintenance*  
Jabatan proyek : *Project Officer*  
Pengalaman : 5 tahun di *Pertamina Marine Region II Dumai*  
6 tahun di *Underwater Services*

**3. Bagus Made Angistra**

Jabatan Organisasi : *Sr. Supervisor Planning & Evaluation*  
Jabatan proyek : *Superintendent*  
Pengalaman : 1 tahun di *Pertamina Marine Region VII Sorong*  
6 tahun di *Underwater Services*

**4. Arkilaus E. W.**

Jabatan Organisasi : *Sr. Dive Supervisor Offshore Oil Field Marine Region III*

Jabatan proyek : *Dive Supervisor*

Pengalaman : Lebih dari 20 tahun di *Underwater Services*

**5. Zaenal Abidin**

Jabatan Organisasi : *Jr. Officer Operation & Maintenance*

Jabatan Proyek : *Marine Safety*

Pengalaman : 2 tahun di PT. Biro Klasifikasi Indonesia  
2 tahun di *Underwater Services*

**LAMPIRAN 4**

**KUISIONER *LIKELIHOOD* DAN *SEVERITY***

**Judul Tugas Akhir :**  
**PENERAPAN MANAJEMEN KESELAMATAN KERJA  
DENGAN METODE *BOWTIE ANALYSIS* PADA PROYEK  
*CHANGE OVER SINGLE POINT MOORING***

**KUISIONER KEMUNGKINAN (*LIKELIHOOD*) DAN  
KEPARAHAN (*SEVERITY*)**

**Disusun oleh :**

**FARIZ NUR FITRIAWAN**

**(0431144000005)**

**DEPARTEMEN TEKNIK KELAUTAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

**2018**

## 1. PENDAHULUAN

Pekerjaan konstruksi bangunan laut merupakan pekerjaan dengan tingkat kompleksitas yang tinggi. Pekerjaan ini melibatkan banyak pekerja dari mulai *rigger* hingga *diver*. Pekerjaan dengan tipikal seperti ini tentu sangatlah rentan terhadap risiko kecelakaan kerja, sehingga sangat diperlukan langkah penanganan, serta pencegahan yang tepat guna menurunkan risiko tersebut sehingga tidak mempengaruhi tujuan fungsional dari proyek / pekerjaan.

Berdasar paragraf diatas, penelitian ini akan mencoba menerapkan sebuah sistem manajemen keselamatan kerja dengan terlebih dahulu melakukan analisa terhadap bahaya atau risiko yang dapat ditimbulkan selama pekerjaan *change over* SPM 150.000 DWT TTU Balongan.

## 2. TUJUAN SURVEI

Survei ini bertujuan untuk memperoleh data persepsi akan kemungkinan kejadian (*likelihood*) serta tingkat keparahan (*severity*) risiko kecelakaan kerja dari setiap item pekerjaan sehingga hasil berupa variabel tersebut dapat menjadi acuan dalam penentuan tingkat risiko kemungkinan kecelakaan kerja pada *Change Over* SPM 150.000 DWT TTU Balongan.

### 3. RESPONDEN

Kuisisioner ini ditujukan untuk praktisi / narasumber yang berhubungan langsung dengan pelaksanaan proyek *change over* SPM 150.000 DWT TTU Balongan.

1. *Project Manager*
2. *Project Officer*
3. *Superintendent*
4. *Diving Supervisor*
5. *Marine Safety Engineer*

### 4. KERAHASIAAN INFORMASI

Data responden dan informasi yang diberikan dalam kuisisioner ini dijamin kerahasiaannya dan hanya dipakai untuk keperluan penelitian Tugas Akhir. Sehingga diharapkan kepada para responden untuk dapat mengisi kuisisioner ini dengan objektif dan sejujur-jujurnya.

Saya menyampaikan terima kasih atas ketersediaan Bapak/Ibu sebagai responden untuk mengisi kuisisioner survey pendahuluan ini. Saya sebagai peneliti berharap Bapak/ Ibu tidak keberatan untuk dihubungi kembali apabila terdapat kekeliruan dalam pengisian kuisisioner ataupun apabila peneliti membutuhkan data dan keterangan tambahan sehubungan dengan penelitian ini

### 5. PETUNJUK PENGISIAN KUISISIONER

Dalam pengisian kuisisioner ini para responden diharapkan untuk memilih pilihan yang ada. Pilihlah pernyataan dengan memberi tanda *cross* ( X ) pada kolom yang telah tersedia. Keterangan skala untuk tingkat kemungkinan sebagai berikut :

Tingkat <i>likelihood</i>	<u>Uraian</u>	<u>Definisi</u>
0	<u>Hampir pasti terjadi</u>	100% <u>kejadian pasti terjadi</u>
1	<u>Sering terjadi</u>	<u>Hampir pasti terjadi dan sudah terjadi dalam periode waktu tertentu</u>
2	<u>Dapat terjadi</u>	<u>Frekuensi kejadian sedang dalam waktu bulanan</u>
3	<u>Kadang-kadang</u>	<u>Frekuensi kejadian jarang terjadi waktu tahunan</u>
4	<u>Jarang sekali terjadi</u>	<u>Hampir tidak terjadi</u>

Keterangan skala untuk tingkat keparahan sebagai berikut :

Tingkat Severity	Uraian	Definisi
1	Tidak signifikan	Tidak ada cedera pada manusia, kerugian kecil, kerusakan peralatan ringan
2	Kecil	Cedera ringan (hanya membutuhkan P3K), peralatan rusak ringan
3	Sedang	Cedera yang memerlukan perawatan medis dirumah sakit, tidak menimbulkan cacat tetap, dan peralatan rusak sedang
4	Berat	Menyebabkan cedera cacatnya anggota tubuh permanen, peralatan rusak berat
5	Bencana	Menyebabkan kematian 1 orang atau lebih, kerusakan berat pada peralatan sehingga mengganggu kegiatan



**PEKERJAAN ANCHORING JOB WORK BARGE**

Tahapan Kegiatan	Hazard	Hazard Effect	Kode Kegiatan	Likelihood					Severity					
				0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	
Anchoring Job Work Barge	Positioning Work Barge	Benturan <i>barge</i> dengan SPM	2a	x								x		
		Tangan awak kapal terjepit	2b	x								x		
	Melepas Anchor (Jangkar)	Pekerja terhantam benda keras	2c		x						x			
		Pekerja terseret <i>anchor chain</i>	2d	x								x		
	Pergerakan <i>barge</i> akibat cuaca	Benturan <i>anchor</i> dengan <i>pipeline</i>	2e				x				x			
		<i>Sling</i> putus	2f	x						x				
		Awak kapal terhantam <i>sling</i>	2g				x			x				

## OPERASI BAWAH LAUT OLEH *DIVER*

Tahapan Kegiatan	Hazard	Hazard Effect	Kode Kegiatan	Likelihood					Severity					
				0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	
Operasi Bawah Laut oleh Diver	Alat menyelam tidak berfungsi dengan baik	Penyelam panik dan melupakan aturan standar penyelaman	3a		x								x	
		Penyelam mengalami cedera ( <i>fatality</i> )	3b					x						x
	Masalah pada <i>umbilical</i> (putus, tersangkut)	Penyelam terlilit <i>umbilical</i>	3c				x						x	
		<i>Diver</i> mengalami cedera	3d				x						x	
	Arus kuat	<i>Diver</i> terseret, kelelahan yang berujung pada cedera	3e	x										x
		<i>Diver</i> terhantam rantai SPM	3f		x									x
	<i>Diver</i> mengalami <i>decompression</i>	Kematian pada <i>diver</i>	3g			x								x
		<i>Diver</i> mengalami kecacatan ( <i>fatality</i> )	3h						x					x

**PEKERJAAN PEMBONGKARAN / PELEPASAN SPM**

Tahapan Kegiatan	Hazard	Hazard Effect	Kode Kegiatan	Likelihood					Severity					
				0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	
Pekerjaan pada valve di PLEM	Membuka dan menutup valve ball	Tangan pekerja terjepit	4a				x					x		
		<i>Pekerja terkena tumpahan minyak panas di ujung valve</i>	4b			x						x		
	<i>Flushing line valve</i>	Pekerja mengalami cedera	4c				x			x				
Pekerjaan pada floating hose	Membuka mur pada ujung floating hose	Pekerja/penyelam terhantam <i>floating hose</i>	5a				x					x		
		Pekerja/penyelam terhantam <i>sling</i>	5b					x					x	
Pekerjaan pada subsea hose	Membuka sambungan subsea hose dengan seabed	Penyelam terserang hewan/ikan dasar laut	6a	x							x			
		Pekerja terhantam <i>body subsea hose</i>	6b			x							x	
	<i>Lift up subsea hose ke barge</i>	Awak kapal terbentur <i>sling</i> dari crane	6c		x									x
		Awak kapal terjatuh ke laut	6d				x					x		
Pekerjaan pada 6 buah anchor leg	Rantai terbelit dengan peralatan selam	<i>Umbilical</i> putus	7a	x										x
		Penyelam mengalami panik	7b			x								x
		Penyelam terhantam rantai	7c		x									x
	Arus kuat akibat cuaca buruk	Rantai putus saat <i>lift up</i> ke barge	7d		x									x
		Rantai terjatuh ke laut	7e			x						x		
		Penyelam terlilit <i>umbilical</i>	7f			x							x	
Pemasangan Marker Buoy	Penglihatan pada seabed yang terbatas	Penyelam terhantam komponen SPM	8a		x							x		
		Penyelam mengalami dekompresi	8b		x								x	
	Pengaturan skema posisi pemasangan buoy	Penyelam tersesat di seabed (SCUBA)	8c				x							x



## PEKERJAAN PEMOTONGAN *FLOATING DRUM*

Tahapan Kegiatan	Hazard	Hazard Effect	Kode Kegiatan	Likelihood					Severity						
				0	1	2	3	4	0	1	2	3	4		
Pemotongan <i>Floating Drum</i>	Penggunaan peralatan tajam	Pekerja cedera, cacat ( <i>fatality</i> )	10a	x							x				
	Cuaca buruk	Pekerja terjatuh ke laut	10b			x								x	
		<i>Wire winch</i> putus	10c	x						x					
	Subsea hose ikut terpotong	<i>Subsea hose</i> menghantam penyelam	10d		x						x				
		Kerusakan pada material <i>subsea hose</i>	10e				x		x						
		Penyelam mengalami cedera	11f					x		x					
	Subsea hose tak terkendali	Kerusakan <i>subsea hose</i> akibat benturan	11g			x					x				
		Penyelam terhantam <i>subsea hose</i>	11h			x								x	
		Tali kapal penarik putus	11i					x		x					



**PEKERJAAN PEMASANGAN KEMBALI SPM (LANJUTAN)**

Tahapan Kegiatan	Hazard	Hazard Effect	Kode Kegiatan	Likelihood					Severity					
				0	1	2	3	4	0	1	2	3	4	
<i>Leaking Test</i>	Tekanan berlebih pada pompa hidro-test	Kerusakan pada peralatan (pompa, selang, tutup valve)	17a		x						x			
		<i>Oil Spill</i> akibat kerusakan valve pada PLEM	17b				x		x					
		Pekerja pada <i>top-side</i> terjatuh	17c	x						x				
		Penyelam terlilit <i>umbilical</i>	17d		x						x			
<i>Adjusting sudut rantai</i>	Arus kuat dasar laut	Penyelam terhantam rantai	18a			x								x
		<i>Umbilical</i> terbelit rantai	18b					x				x		
		Penyelam mengalami dekompresi	18c		x									x
	Sudut rantai tidak sesuai dengan konfigurasi awal	Kemiringan posisi SPM	18d			x					x			

## PENGANGKATAN *ANCHOR WORK BARGE*

Tahapan Kegiatan	Hazard	Hazard Effect	Kode Kegiatan	Likelihood					Severity				
				0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
Pengangkatan <i>Anchor Work Barge</i>	Pekerjaan melepas rantai <i>barge</i> dari <i>seabed</i>	Awak kapal terjepit	19a		x					x			
		Awak kapal terhantam rantai	19b			x					x		
Pelepasan <i>Marker Buoy</i>	Pekerjaan di <i>seabed</i> oleh <i>diver</i>	<i>Diver</i> mengalami kelelahan	20a	x						x			
		<i>Diver</i> lalai saat menggunakan kamera bawah air	20b			x			x				
<i>Commissioning</i>	Pekerjaan di bawah air	Penyelam mengalami dekompresi	21a	x						x			
		Penyelam terhantam benda keras	21b			x							x
	Pekerjaan oleh <i>top-side</i> atau tim pendukung	Pekerja terjepit	22a		x					x			
		Pekerja terjatuh ke laut	22b	x					x				
		Pekerja terkena hantaman benda keras	22c					x			x		

**LAMPIRAN 5**

**DATA ORGANISASI PROYEK**

**SURAT PERINTAH**

No. Print -194 /F20420/2017 – S8

**TENTANG****ORGANISASI PROYEK  
PT. PERTAMINA (PERSERO)**

- Menimbang :
- a. Bahwa untuk mendapatkan keberhasilan Pekerjaan Bawah Air atas Pelepasan SPM 150.000 DWT TBBM Balongan, dipandang perlu untuk membuat tugas pokok dan tanggung jawab setiap anggota yang masuk dalam organisasi dimaksud.
  - b. Bahwa SPM 150.000 DWT TBBM Balongan adalah salah satu fasilitas utama transportasi White Oil dari Tanker ke TBBM Balongan dan sebaliknya.

**MEMERINTAHKAN**

Kepada : Para Pekerja Marine Services - Shipping – PT PERTAMINA (PERSERO) sebagai Anggota Tim Proyek Pelepasan SPM 150.000 DWT TBBM Balongan seperti yang tercantum dalam lampiran surat ini.

- Untuk :
1. Berkoordinasi dengan Tim Proyek yang ditunjuk oleh Marine Services Manager guna mendapatkan kinerja yang maksimal.
  2. Melaksanakan tugas selama pekerjaan Bawah Air berlangsung dilokasi kerja.
  3. Bertanggung Jawab atas kelancaran pekerjaan dan melaporkan kepada Marine Services Manager secara periodik.
  4. Segala biaya yang timbul atas pekerjaan dimaksud akan menjadi beban S&D Region III.

Surat perintah ini berlaku terhitung mulai tanggal ditetapkan.  
Agar surat perintah ini dilaksanakan dengan penuh rasa tanggung jawab.

Ditetapkan di Jakarta

Pada tanggal, 08 Agustus 2017

Marine Services Manager

  
Budijono Basuki

Lampiran Surat Perintah  
 No. Prin. 194/F20420/2017 – S8  
 Tanggal, 8 Agustus 2017

**URAIAN TUGAS POKOK DAN TANGUNG JAWAB**  
 TIM Pelepasan SPM 150.000 DWT TBBM Balongan

No.	Jabatan	Tugas Pokok	Keterangan
1.	Project Manager	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bertanggung jawab terhadap suksesnya pelaksanaan pekerjaan Pelepasan SPM 150.000 DWT TBBM Balongan</li> <li>- Membuat Rencana Kerja dan Kontrak dengan pihak terkait</li> <li>- Mengarahkan dan membina Tim Pelepasan SPM 150.000 DWT TBBM Balongan</li> <li>- Menyiapkan manajemen resiko (Mitigasi)</li> <li>- Menetapkan time frame pekerjaan</li> </ul>	
2.	Project Officer	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Membuat langkah-langkah kunci untuk mendukung milestone</li> <li>- Membuat langkah-langkah detail hasil implementasi kegiatan pekerjaan S-Curve</li> <li>- Membuat identifikasi resiko dan permulaan program kegiatan baik di onshore maupun di offshore</li> <li>- Membuat Job Safety Analysis sesuai dengan prosedur kegiatan penyelaman</li> <li>- Membuat daftar rencana kerja</li> <li>- Mewakili Project Manager dilapangan ( on site onshore/offshore) untuk melakukan pengawasan pekerjaan.</li> <li>- Menanda tangani laporan kegiatan bawah air secara priodik.</li> <li>- Memberikan petunjuk yang diperlukan dalam kegiatan atas dan bawah air, jika diminta oleh tim pelaksana.</li> <li>- Melakukan komunikasi dengan pihak-pihak yang berkaitan dengan pekerjaan baik atas air maupun bawah air serta menjaga iklim kerja yang kondusif.</li> <li>- Menanda tangani Berita Acara Pekerjaan (Mulai pekerjaan dan Selesai pekerjaan).</li> </ul>	
3.	Superintendent	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Melaksanakan Job, Safety Analysis, Dive, Plan, sertifikasi diving equipment, prosedur penyelaman.</li> <li>- Mengatur pelaksanaan kegiatan proyek</li> <li>- Memberi informasi metode kerja yang aman kepada seluruh pelaksana lapangan</li> <li>- Melaksanakan safety talk dan toolbox meeting</li> <li>- Berkoordinasi dengan pengawas (user) dilapangan.</li> <li>- Melaporkan hasil-hasil kegiatan yang sudah dan akan dilaksanakan.</li> </ul>	

4.	Diving Supervisor	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Melaksanakan Job, Safety Analysis, Dive, Plan, sertifikasi diving equipment, prosedur penyelaman Mixed Gas.</li> <li>- Mengatur pelaksanaan PBA.</li> <li>- Mengatur penyelaman sesuai dengan bottom time dan kedalaman (water depth).</li> <li>- Memberi informasi metode Pelepasan SPM 150.000 DWT TBBM Balongan yang akan dilaksanakan secara jelas kepada seluruh diver.</li> <li>- Berkoordinasi dengan pengawas dilapangan.</li> <li>- Kunci sukses menjadi factor bersama Tim</li> <li>- Melaporkan hasil-hasil kegiatan yang sudah dan akan dilaksanakan sesuai dive plan.</li> </ul>	
5.	Planning & Technical Support	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Membuat langkah-langkah kunci untuk mendukung milestone</li> <li>- Membuat langkah-langkah detail hasil implementasi kegiatan pekerjaan S-Curve</li> <li>- Membuat identifikasi resiko dan permulaan program kegiatan baik di onshore maupun di offshore</li> <li>- Membuat Job Safety Analysis sesuai dengan prosedur kegiatan penyelaman</li> <li>- Membuat daftar rencana kerja</li> <li>- Menyiapkan dan melaksanakan proses pengadaan Barang/Jasa untuk keperluan pekerjaan Pelepasan SPM 150.000 DWT TBBM Balongan</li> <li>- Melaksanakan kegiatan Supporting, Documentation dan Assurance &amp; Compliance</li> </ul>	
6.	Marine Safety	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Menyiapkan Job Safety Analisis dan Emergency Prosedur berkoordinasi dengan Superintendent</li> <li>- Monitoring pelaksanaan pekerjaan untuk memastikan terpenuhinya aspek HSE</li> </ul>	
7.	Report Administrative &	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Melaksanakan kegiatan Supporting, Documentation dan Assurance &amp; Compliance</li> <li>- Melaporkan hasil-hasil kegiatan yang sudah dan akan dilaksanakan sesuai dive plan.</li> <li>- Membuat laporan kegiatan bawah air secara periodik.</li> <li>- Membuat Berita Acara Pekerjaan (Mulai pekerjaan dan Selesai pekerjaan).</li> </ul>	
8.	Advisor	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Memberikan advice kepada tim pelaksana untuk memastikan seluruh aspek operasional, safety dan standard terpenuhi sesuai dengan expertise yang dimiliki dalam bidang offshore &amp; Air/Mixed Gas Diving.</li> </ul>	
9.	Diving Mechanic & Technician	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mendukung penyiapan peralatan mechanical &amp; electrical untuk kelancaran operasional proyek di lapangan</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Membantu mengatasi permasalahan peralatan mechanical/electrical di lapangan</li> </ul>	
10.	Chamber Operator	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Menyiapkan Decompression Chamber dan perlengkapannya</li> <li>- Mengoperasikan Decompression Chamber untuk proses pelaksanaan dekompresi dengan berdasarkan Tabel Dekompresi</li> </ul>	
11.	Lead Diver	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Membantu Diving Supervisor dalam mengatur pelaksanaan tugas-tugas pekerjaan bawah air</li> <li>- Memimpin para penyelam untuk melaksanakan tugas-tugas bawah air yang diberikan oleh diving supervisor</li> <li>- Melaksanakan JHSEA</li> </ul>	
12.	Diver	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Melaksanakan tugas-tugas pekerjaan bawah air yang diberikan oleh Diving Supervisor / Lead Diver</li> <li>- Melaksanakan Prosedur Kerja, Prosedur Penyelaman, Prosedur Dekompresi, JHSEA, HSE sesuai dengan dive plan</li> </ul>	

Jakarta, 8 Agustus 2017

Marine Services Manager



**Budijono Basuki**

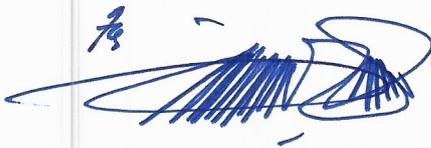
Lampiran Surat Perintah  
No. Prin. 194/F20420/2017 – S8  
Tanggal, 8 Agustus 2017

**DAFTAR NAMA TIM PROYEK  
PELEPASAN SPM 150.000 DWT TBBM BALONGAN**

**NAMA TIM ORGANIK**

<b>NO.</b>	<b>N A M A</b>	<b>NO.PEK.</b>	<b>JABATAN</b>
1	K. Suryanto	692318	Project Manager
2	M. Zeini Efendi	748062	Project Officer
3	Bagus Made Angistra	749714	Superintendent
4	Arkilaus E.W	692237	Diving Supervisor
5	I Gede Putra Yasa Widiadana	753298	Planning & Technical Support
7	Fahmi Najmi Nurisma	753292	Documentation & Supporting
8	Zaenal Abidin	753680	Marine Safety

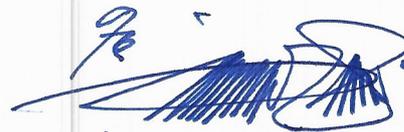
Jakarta, Agustus 2017  
Marine Services Manager



**Budijono Basuki**

**DAFTAR NAMA TIM PROYEK  
PELEPASAN SPM 150.000 DWT TBBM BALONGAN****NAMA TIM NON ORGANIK :**

<b>NO.</b>	<b>N A M A</b>	<b>J A B A T A N</b>
1	Pamudji	Advisor
2	Fathurrahman	Lead Diver
3	Casima	Diver
4	Nurhamsah	Diver
5	Sahida	Diver
6	Rusdianto	Diver
7	Toto S.	Diver
8	Teguh P.	Diver
9	Irfandi A.	Diver
10	Agus Suwandi	Diver
11	Muntolib	Chamber Operator

Jakarta, Agustus 2017  
Marine Services Manager4  
**Budijono Basuki**

## BIODATA PENULIS



Fariz Nur Fitriawan lahir di kabupaten Pacitan pada tanggal 19 Februari 1996. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SD Keputran 1 Yogyakarta, SD Muhammadiyah 2 Denpasar, SDN Pucang III Sidoarjo, SMPN 1 Sidoarjo, hingga SMAN 1 Sidoarjo. Setelah lulus dari sekolah menengah, penulis melanjutkan pendidikannya di Departemen Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Selama di bangku perkuliahan, penulis aktif dalam organisasi sebagai Staf Ahli Departemen Keprofesian Himpunan Mahasiswa Teknik Kelautan FTK ITS periode 2016/2017, serta Staff Ahli Departemen Dalam Negeri Badan Eksekutif Mahasiswa Fakultas Teknologi Kelautan periode 2016/2017. Selain itu, penulis juga aktif dalam organisasi keprofesian terkhusus pada bidang perminyakan, yakni sebagai *Board Committe* pada *Society of Petroleum Engineers ITS Student Chapter*. Pada tahun 2017, penulis mendapatkan kesempatan melakukan kerja praktek di PT. Pertamina (Persero) direktorat perkapalan pada divisi *Marine Services*. Selama masa studi Strata 1 yang ditempuh dalam waktu 4 tahun, penulis tertarik pada bidang manajemen dan produksi bangunan lepas pantai. Sehingga dalam mata kuliah Tugas Akhir ini, penulis mengambil topik tentang analisa risiko serta penerapan manajemen keselamatan kerja pada sebuah proyek konstruksi bangunan lepas pantai, yakni pada proses *change over* sebuah SPM.

Email: fariz886@gmail.com