



TUGAS AKHIR - MN 141581

ANALISA RISIKO PROSES PENGAPUNGAN KEMBALI
PADA KAPAL TENGGELAM DI PERAIRAN TANJUNG
PERAK

Muhammad Wildan Firdaus
NRP 4113100007

Dosen Pembimbing
Dr. Ir. Heri Supomo, M.Sc

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



TUGAS AKHIR - MN 141581

ANALISA RISIKO PROSES PENGAPUNGAN KEMBALI
PADA KAPAL TENGGELAM DI PERAIRAN TANJUNG
PERAK

Muhammad Wildan Firdaus
NRP 4113100007

Dosen Pembimbing
Dr. Ir. Heri Supomo, M.Sc

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



FINAL PROJECT - MN 141581

RISK ANALYSIS OF SINKING SHIP REFLOATING PROCESS IN TANJUNG PERAK WATER

Muhammad Wildan Firdaus
NRP 4113100007

Supervisor
Dr. Ir. Heri Supomo, M.Sc

DEPARTMENT OF NAVAL ARCHITECTURE
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA
2018

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA RISIKO PROSES PENGAPUNGAN KEMBALI PADA KAPAL TENGGELAM DI PERAIRAN TANJUNG PERAK

TUGAS AKHIR

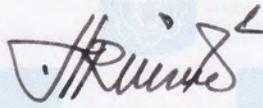
Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Industri Perkapalan
Program Sarjana Departemen Teknik Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

MUHAMMAD WILDAN FIRDAUS
NRP 4113100007

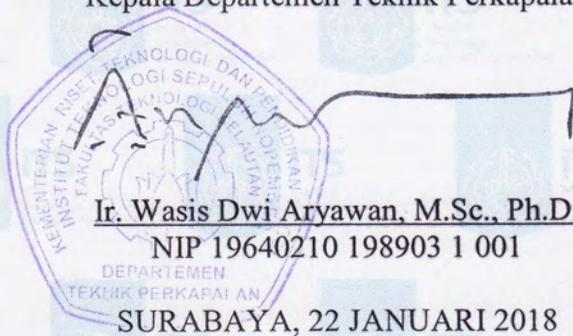
Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

Dosen Pembimbing



Dr. Ir. Heri Supomo, M.Sc.
NIP 19640416 198903 1 003

Mengetahui,
Kepala Departemen Teknik Perkapalan



Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D.
NIP 19640210 198903 1 001
SURABAYA, 22 JANUARI 2018

LEMBAR REVISI

ANALISA RISIKO PROSES PENGAPUNGAN KEMBALI PADA KAPAL TENGGELAM DI PERAIRAN TANJUNG PERAK

TUGAS AKHIR

Telah direvisi sesuai dengan hasil Ujian Tugas Akhir
Tanggal 08 Januari 2018

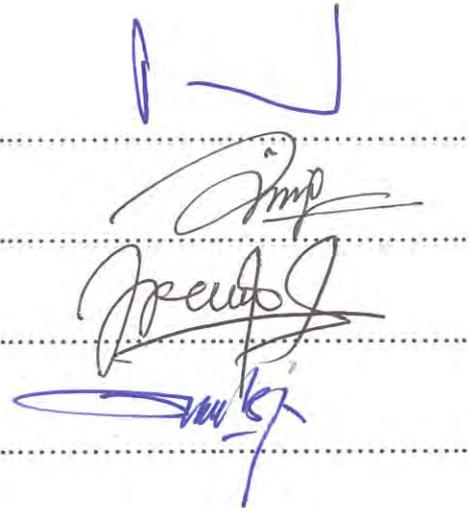
Bidang Keahlian Industri Perkapalan
Program Sarjana Departemen Teknik Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

MUHAMMAD WILDAN FIRDAUS
NRP 4113100007

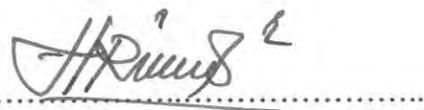
Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir:

1. Ir. Triwilaswandio Wuruk Pribadi, M.Sc.
2. M. Sholikhhan Arif, S.T, M.T.
3. Sri Rejeki Wahyu Pribadi, S.T, M.T.
4. Dedi Budi Purwanto, S.T, M.T.



Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

1. Dr. Ir. Heri Supomo, M.Sc.



SURABAYA, 22 JANUARI 2018

Dipersembahkan kepada kedua orang tua atas segala dukungan dan doanya

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas karunianya Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.

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

1. Dr. Ir. Heri Supomo, M.Sc selaku Dosen Pembimbing atas bimbingan dan motivasinya selama pengerjaan dan penyusunan Tugas Akhir ini;
2. Bapak Ir. Triwilaswandio Wuruk Pribadi, M.Sc selaku Dosen Penguji yang telah memberikan kritik dan sarannya untuk perbaikan Laporan Tugas Akhir ini;
3. PT. JASALINDO dan Kantor Kesyahbandaran Utama Tanjung Perak yang telah bersedia memberikan informasi untuk mengerjakan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Imam Baihaqi, S.T, M.T yang telah bersedia memberikan bimbingannya untuk penulisan laporan Tugas Akhir ini.
5. Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc., Ph.D. selaku Kepala Departemen Teknik Perkapalan FTK ITS Surabaya;
6. Kedua orang tua yang selalu mendoakan serta mendukung Penulis tiada henti-hentinya dengan sabar dan tabah.
7. Kedua adik Penulis yang telah memotivasi Penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini
8. Nadhifa Khansa Riani yang senantiasa membantu dan selalu mendukung penulis untuk mengerjakan tugas akhir ini.
9. Nunung, Paung, Adit, Resa, dan Aish teman yang rela menunda kelulusannya untuk memotivasi penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
10. Teman-teman SUBMARINE serta teman-teman Teknik Perkapalan semua tak terkecuali, khususnya teman-teman seperjuangan TDK 1, TDK 2, TPK dan TA

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, 22 Januari 2018

Muhammad Wildan Firdaus

ANALISA RISIKO PROSES PENGAPUNGAN KEMBALI PADA KAPAL TENGGELEM DI PERAIRAN TANJUNG PERAK

Nama Mahasiswa : Muhammad Wildan Firdaus
NRP : 4113100007
Departemen / Fakultas : Teknik Perkapalan / Teknologi Kelautan
Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Heri Supomo, M.Sc

ABSTRAK

Salah satu penyebab kecelakaan di laut adalah kapal tenggelam. Kapal tenggelam membutuhkan tindakan penyelamatan, baik untuk menyelamatkan kapal ataupun untuk pembersihan alur pelayaran. Pekerjaan pada industri *salvage* sangatlah berisiko tinggi, hal tersebut dikarenakan kondisi perairan sulit untuk dilewati, faktor keamanan peralatan, hingga risiko yang diakibatkan dari kapal itu sendiri. Untuk mengidentifikasi risiko pada pekerjaan pengapungan kapal tenggelam digunakan *framework* untuk mengetahui bagian pekerjaan yang berisiko. Pada *Framework* tersebut digunakan pendekatan *Fault Tree Analysis* dan *Checklist*. Akar permasalahan dari risiko diberikan penilaian untuk mengetahui tingkat risiko dari masing-masing risiko. Penilaian dilakukan dengan memberikan skala 1 sampai 5 pada dampak yang dihasilkan dan tingkat kemungkinannya pada variasi lama tenggelam kapal. Penilaian dilakukan dengan kuisisioner yang diberikan pada ahli yang berpengalaman dibidangnya. *Risk Priority Number* diberikan untuk mengetahui tingkat risiko kegagalan proses pada lama tenggelamnya kapal di bawah 10 tahun dan di atas 10 tahun. Masing-masing risiko diberikan mitigasi berupa rekomendasi tindakan preventif. Penambahan biaya yang dihasilkan dari tindakan preventif yang diberikan sebesar 4,98% untuk kapal dengan lama tenggelam dibawah 10 tahun dan 5,58% untuk kapal dengan lama tenggelam diatas 10 tahun. Strategi implementasi RBI merupakan cara yang efektif untuk mengidentifikasi biaya tambahan, biaya tak terduga dan risiko yang terlibat dalam pekerjaan pengapungan kapal tenggelam. Oleh karena itu, perencanaan biaya pekerjaan pengapungan kapal dapat dilakukan dengan cara yang lebih akurat.

Kata kunci: *Risk Based Inspection* (RBI), Pengapungan Kapal Tenggelam, Biaya Mitigasi.

RISK ANALYSIS OF SINKING SHIP REFLOATING PROCESS IN TANJUNG PERAK WATER

Author : Muhammad Wildan Firdaus
ID No. : 4113100007
Dept. / Faculty : Naval Architecture & Shipbuilding Engineering / Marine Technology
Supervisors : Dr. Ir. Heri Supomo, M.Sc

ABSTRACT

A sinking ship is one of accidents cause. Sinking ship requires to be rescued, either to save the ship or to clear the cruise line. Meanwhile, working in the salvage industry is a very high risk occupation. The water conditions that makes it difficult to get through, safety factor of the equipment, until the risk caused by the vessel itself. To identify the risk of ship's floatation, frameworks are used to identify risky tasks. Fault tree analysis and checklist approach method is used in framework. The core issues of each risk is assessed to determine the risk level of each risk. Assessment is done by providing a scale of one to five on the resulting impact, and the probability of failure of the work process on the ship's sinking time variation. A questionnaire is used to an expertise in this field to give an assessment on the core issues. The risk priority number is given to determine the risk level of the ship's floatation failure at the ship that has been sunk below 10 years and above 10 years. Each risk is given mitigation of preventive action recommendations. The additional cost resulting from the preventive action provided is 4.98% for vessels with sinking time below 10 years and 5.58% for vessels with sinking time above 10 years. The RBI implementation strategy is an effective way to identify additional costs, unexpected costs, and risks involved in the work of shinking ship. Therefore, the cost planning of floating ship work can be done in a more accurate way.

Keywords: *Risk Based Inspection* (RBI), Refloating of Sinking Ship, Mitigation Cost.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR REVISI.....	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan.....	2
1.4. Batasan Masalah.....	2
1.5. Manfaat.....	2
1.6. Hipotesis.....	2
BAB 2 STUDI LITERATUR.....	3
2.1. Risk Based Inspection	3
2.1.1. Penilaian Kualitatif.....	3
2.1.2. Penilaian Kuantitatif.....	3
2.1.3. Penilaian Semi Kuantitatif.....	4
2.2. Risiko dan Manajemen Risiko	4
2.2.1. Pengertian Risiko.....	4
2.2.2. Manajemen Risiko.....	4
2.3. Risiko Biaya	6
2.4. <i>Fault Tree Analysis</i>	7
2.4.1. Metode Identifikasi Risiko dengan <i>Fault Tree Analysis</i> (FTA).....	7
2.5. <i>Salvage</i>	10
2.6. Klasifikasi <i>Salvage</i>	11
2.6.1. Penyelamatan Lepas Pantai (<i>Offshore Salvage</i>).....	11
2.6.2. Penyelamatan Muatan (<i>Cargo and Equipment Salvage</i>).....	11
2.6.3. Pengapungan Kembali (<i>Afloat Salvage</i>).....	12
2.6.4. Pengangkatan Kerangka Kapal (<i>Wreck Removal</i>).....	12
2.6.5. Penyelamatan Kapal di Perairan Terlindung (<i>Harbour Salvage</i>).....	12
2.6.6. Pembersihan Kapal (<i>Clearance Salvage</i>).....	12
2.7. Jenis <i>Salvage</i>	13
2.7.1. Penyelamatan dengan Kontrak	13
2.7.2. Penyelamatan Murni.....	13
2.7.3. Penyelamatan Kapal Oleh Pihak Militer	13
2.8. Metode Pengangkatan Kapal Tenggelam.....	13
2.8.1. <i>Refloating</i>	13
2.8.2. <i>Refloating Grounded Vessel</i>	14
2.8.3. <i>Wreck Removal</i>	14
BAB 3 METODOLOGI	15

3.1.	Identifikasi Masalah	15
3.2.	Studi Lapangan.....	15
3.3.	Studi Kepustakaan.....	16
3.4.	Perencanaan Biaya Proses Pengapungan Kembali.....	16
3.5.	Tahap Analisa dan Pembahasan.....	16
3.6.	Tahap Penarikan Kesimpulan.....	16
BAB 4	KONDISI KAPAL TENGGELAM DAN PENYELAMATAN KAPAL DI PERAIRAN TANJUNG PERAK.....	19
4.1.	Kondisi Pelabuhan Tanjung Perak	19
4.2.	Kondisi Kapal Tenggelam di Perairan Tanjung Perak Saat Ini	19
4.3.	Pekerjaan Survey Pada Lokasi Keberadaan Kerangka Kapal	22
4.4.	Rincian Penggunaan Personil dan Alat Kerja	22
4.5.	Persentase Kapal Tenggelam di Perairan Tanjung Perak.....	24
4.6.	<i>Salvage</i> Berdasarkan Jenis Pekerjaan	25
4.7.	<i>Salvage</i> Berdasarkan Lokasi Pekerjaan.....	26
4.8.	<i>Salvage</i> Berdasarkan Klasifikasi.....	27
4.9.	Permasalahan Birokrasi Penyelamatan Kapal.....	28
BAB 5	PENDEKATAN DAN IMPLEMENTASI <i>RISK BASED INSPECTION</i>	31
5.1.	Pendekatan RBI.....	31
5.2.	Framework dan Checklist.....	32
5.2.1.	FTA Proses Pemindahan Bahan Bakar.....	37
5.2.2.	FTA Proses Perbaikan Bagian Bawah Air	38
5.2.3.	FTA Modifikasi Perpipaan	39
5.2.4.	FTA Proses Pemasangan Daya Apung Tambahan	40
5.2.5.	FTA Proses Pengapungan Kapal	41
5.3.	<i>Probability of Failure</i>	42
5.4.	<i>Consequence of Failure</i>	45
5.5.	Evaluasi Risiko.....	49
5.6.	Mitigasi.....	53
5.7.	Strategi penerapan RBI	55
BAB 6	ANALISA DAN PEMBAHASAN	59
6.1.	Kondisi Biaya Proses Pengapungan Kapal Saat ini	59
6.2.	Implementasi RBI	62
BAB 7	KESIMPULAN DAN SARAN.....	67
7.1.	Kesimpulan.....	67
7.2.	Saran.....	67
	DAFTAR PUSTAKA.....	69
	LAMPIRAN	
	LAMPIRAN A DATA KAPAL TENGGELAM DI PERAIRAN TANJUNG PERAK	
	LAMPIRAN B DATA BIAYA PENGAPUNGAN KAPAL TENGGELAM	
	LAMPIRAN C DATA STANDAR OPERASIONAL PROSEDUR	
	LAMPIRAN D SURVEI PERUSAHAAN	
	LAMPIRAN E KUISIONER PROBABILITAS DAN DAMPAK RISIKO	
	BIODATA PENULIS	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses Manajemen Risiko	5
Gambar 2.2. Contoh Penggunaan FTA	10
Gambar 3.1. <i>Flowchart</i> Metodologi Penelitian	17
Gambar 4.1. Persentase kapal tenggelam di Pelabuhan Tanjung Perak tahun 2016	24
Gambar 4.2. Persentase Kondisi Kapal Tenggelam Saat Ini di Pelabuhan Tj. Perak 2016	25
Gambar 4.3. Persentase Pekerjaan <i>Salvage</i> Salah Satu Perusahaan tahun 2002-2016	26
Gambar 4.4. Persentase Pekerjaan <i>Salvage</i> di Indonesia tahun 2002-2016	27
Gambar 4.5. <i>Salvage</i> Berdasarkan Klasifikasinya	28
Gambar 5.1 Alur Pendekatan RBI	32
Gambar 5.2 <i>Framework</i> Proses Pengapungan Kapal Tenggelam	34
Gambar 5.3. FTA pemindahan bahan bakar	37
Gambar 5.4. FTA Proses Perbaikan Bagian Bawah Air	38
Gambar 5.5. FTA modifikasi perpipaan	39
Gambar 5.6 FTA pemasangan daya apung tambahan	40
Gambar 5.7. FTA Pengapungan Kapal	41
Gambar 5.8 Peta Matriks Risiko	49
Gambar 5.9 Matriks Risiko Usia Tenggelam dibawah 10 tahun	51
Gambar 5.10 Matriks Risiko Usia Tenggelam Diatas 10 tahun	52
Gambar 5.11 Proses Pengapungan Kapal	55
Gambar 5.12 <i>Framework</i> Pekerjaan Pengapungan Kapal	56

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Simbol dan Istilah <i>Fault Tree Analysis</i>	9
Tabel 4.1 Data Kapal Tenggelam di Perairan Tanjung Perak	20
Tabel 4.2 Koordinat Kapal Tenggelam Dinas Hidro-Oseanografi.....	20
Tabel 4.3 Data koordinat kerangka kapal.....	21
Tabel 4.4 Kebutuhan Personel Pengapungan Kapal.....	23
Tabel 4.5 Kebutuhan Kapal Pekerjaan Pengapungan.....	23
Tabel 4.6 Peralatan Pengapungan Kapal	23
Tabel 4.7 Salvage Berdasarkan Klasifikasinya.....	28
Tabel 5.1 <i>Checklist</i> Pekerjaan Pengapunga Kapal Tenggelam.....	36
Tabel 5.2 Responden Penelitian Tugas Akhir	42
Tabel 5.3 Skala Kriteria Probabilitas.....	42
Tabel 5.4 Faktor Risiko Proses Pengapungan kapal.....	43
Tabel 5.5 Rekapitulasi Probabilitas Lamanya Tenggelam Dibawah 10 Tahun	44
Tabel 5.6 Rekapitulasi Probabilitas Lamanya Tenggelam Diatas 10 Tahun.....	45
Tabel 5.7 Kriteria Kegagalan Proses Pengapungan	46
Tabel 5.8 Penilaian Konsekuensi Risiko Lama Tenggelam dibawah 10 tahun.....	47
Tabel 5.9 Penilaian Konsekuensi Risiko Lama Tenggelam diatas 10 tahun.....	48
Tabel 5.10 <i>Risk Acceptable</i>	50
Tabel 5.11 Rekapitulasi Tingkat Risiko dibawah 10 tahun.....	51
Tabel 5.12 Rekapitulasi Tingkat Risiko dibawah 10 tahun.....	52
Tabel 5.13 Tindakan Preventif	53
Tabel 5.14 Hasil Mitigasi Proses Pekerjaan Pengapungan.....	57
Tabel 6.1 Perencanaan Biaya Personel Pengapungan Kapal Tenggelam.....	59
Tabel 6.2 Biaya Kebutuhan Kapal.....	60
Tabel 6.3 Biaya Peralatan.....	60
Tabel 6.4 Biaya <i>Consumable</i>	60
Tabel 6.5 Biaya <i>Operational</i>	61
Tabel 6.6 Biaya keseluruhan	61
Tabel 6.7 Biaya Mitigasi Usia Tenggelam Kapal Dibawah 10 tahun	63
Tabel 6.8 Biaya Mitigasi Usia Tenggelam Kapal Diatas 10 tahun	64
Tabel 6.9 Biaya Mitigasi	65

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Kebutuhan alat transportasi di bidang maritim sangat diperlukan bagi negara Indonesia sebagai negara maritim dengan luas wilayah laut terbesar di dunia dan garis pantai terpanjang kedua di dunia. Dengan banyaknya jumlah kapal yang berada di perairan Indonesia sangat memungkinkan untuk terjadinya kecelakaan kapal. Kecelakaan kapal dapat terjadi karena faktor iklim dan cuaca, serta faktor teknis ataupun *human error*.

Banyaknya kecelakaan kapal di daerah perairan Indonesia membuat industri *salvage* di Indonesia sangatlah berperan penting dalam penanganan pada kecelakaan kapal sebagai alat bantu penyelamatan kapal ataupun pengangkatan kapal tenggelam. Jumlah kapal yang tenggelam pada perairan Tanjung Perak cukup banyak dan beragam jenisnya, serta bermacam-macam jenis kecelakaan yang dihadapi, mulai dari tabrakan antar kapal, bocornya lambung karena menabrak karang, terbaliknya kapal akibat kelebihan muatan hingga cuaca yang buruk atau gelombang yang tinggi.

Pekerjaan pada industri *salvage* sangatlah berisiko tinggi. Hal tersebut dikarenakan kondisi perairan sulit untuk dilewati, faktor keamanan peralatan, hingga risiko yang diakibatkan dari kapal itu sendiri. Dengan banyaknya peralatan dan proses yang dilakukan pada pekerjaan pengapungan kembali, maka risiko yang dihadapi semakin besar dan beragam. Berbagai jenis kapal yang tenggelam juga dapat menambah risiko yang dihadapi contohnya ketika kapal yang mengangkut bahan yang mudah terbakar, maka risiko terjadinya ledakan pada proses pengangkatan sangat mungkin terjadi.

Proses pengangkatan kapal merupakan pekerjaan yang menggunakan peralatan yang memiliki risiko tinggi dan ahli dibidangnya sehingga pengoperasiannya butuh keahlian dan prosedur yang baik. Risiko yang dihadapi pada saat proses pengapungan kembali kapal, yaitu mulai dari kerusakan pada peralatan, keterlambatan pekerjaan hingga kehilangan nyawa. Oleh karena itu, risiko pada proses pekerjaan pengapungan kembali kapal yang tenggelam harus dianalisa untuk mengetahui risiko tersebut dapat ditekan ataupun dicegah agar biaya yang direncanakan dapat lebih akurat.

1.2. Perumusan Masalah

Sehubungan dengan latar belakang di atas, permasalahan yang akan dikaji dalam Tugas Akhir ini adalah:

1. Risiko apa yang terdapat pada proses pengapungan kembali kapal yang tenggelam ?
2. Bagaimana tindakan preventif yang harus dilakukan pada proses pengapungan kembali pada kapal tenggelam ?
3. Bagaimana strategi implementasi RBI untuk perencanaan biaya pengapungan kapal tenggelam ?

1.3. Tujuan

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui risiko pada proses pengapungan kapal tenggelam.
2. Memberikan rekomendasi atas solusi yang dapat terjadi pada proses pengapungan kapal.
3. Menerapkan strategi dalam perencanaan biaya pengapungan kapal tenggelam.

1.4. Batasan Masalah

Dalam pengerjaan Tugas Akhir ini permasalahan difokuskan pada:

- a. Analisa risiko dilakukan dengan menggunakan metode *Risk Based Inspection*.
- b. Penelitian dilakukan di perairan Tanjung Perak.
- c. Pembahasan terbatas pada masalah operasional saja.
- d. Pembahasan difokuskan pada keselamatan kapal yang diapungkan saja.

1.5. Manfaat

Dari Tugas Akhir ini, diharapkan dapat diambil manfaat sebagai berikut :

- a. Bagi akademisi, diharapkan hasil pengerjaan Tugas Akhir ini dapat membantu menunjang proses belajar mengajar dan turut memajukan khazanah pendidikan di Indonesia.
- b. Bagi praktisi, diharapkan hasil dari Tugas Akhir ini dapat berguna sebagai referensi penanganan risiko pada perusahaan di bidang industri *salvage*.

1.6. Hipotesis

Metode RBI (*Risk Based Inspection*) dapat digunakan untuk merencanakan biaya proses pengapungan kapal tenggelam.

BAB 2

STUDI LITERATUR

2.1. Risk Based Inspection

Risk Based Inspection adalah sebuah teori untuk mengetahui seberapa besar risiko yang ditanggung. RBI sendiri dapat digunakan sebagai pertimbangan mengambil keputusan dengan melihat prioritas risiko. RBI adalah sistem dengan perkalian antara kemungkinan dan konsekuensi, kemungkinan dan konsekuensi yang digabungkan akan menjadi perkiraan risiko yang ditanggung. RBI sendiri dapat mengelompokkan risiko-risiko yang akan dialami menjadi 3 bagian yaitu *low, medium, dan high*. (API 581, 2008)

Risk Based Inspection merupakan metode identifikasi bahaya yang berfokus pada penilaian risiko yang berkaitan dengan pengoperasian mesin atau peralatan. RBI memastikan bahwa peralatan harus dalam kondisi prima saat digunakan, sehingga tidak mengakibatkan kerusakan. Setelah RBI dilaksanakan, maka dapat dijadikan dasar untuk merencanakan jadwal inspeksi dan pemeliharaan peralatan. Pendekatan RBI dilakukan dengan cara kualitatif dengan menyediakan dasar analisis untuk memprioritaskan program inspeksi berdasarkan risiko. RBI sangat cocok untuk memperhitungkan kerugian dalam hal finansial (biaya) dengan pertimbangan peralatan mana saja yang mengalami kerusakan.

RBI mempunyai tiga jenis penilaian yaitu, kualitatif, kuantitatif, dan semi kuantitatif. Ketiga penilaian tersebut dikembangkan oleh API (*American Petroleum Institute*) memprioritaskan tingkat risiko pada tiap pekerjaan yang dilakukan.

2.1.1. Penilaian Kualitatif

Pendekatan kualitatif dilakukan dengan membutuhkan data deskriptif dari pengalaman kerja sebagai dasar analisis dan konsekuensinya, hasil yang didapat dalam bentuk tinggi sedang atau rendah. Pengalaman kerja dijadikan sebagai acuan dalam penilaiannya. Hal ini dikarenakan tidak setiap hal memiliki data statistiknya, maka dari itu pengalaman pekerjaan sangat diperlukan untuk jenis penilaian RBI ini.

2.1.2. Penilaian Kuantitatif

Penilaian jenis ini membutuhkan data yang berhubungan dengan risiko pekerjaan tersebut. data yang diperlukan seperti data statistic kegagalan ataupun model yang dapat dipakai untuk mengetahui seberapa besar tingkat risiko dan konsekuensinya pada sebuah pekerjaan.

2.1.3. Penilaian Semi Kuantitatif

Penilaian ini merupakan gabungan dari kedua penilaian yang telah ada, secara umum yang dibutuhkan dalam pendekatan kuantitatif juga dibutuhkan dalam penilaian semi kuantitatif. Pendekatan menghasilkan kategori dari kemungkinan dan konsekuensi. Penilaian kualitatif bila dilakukan dengan benar, maka lengkap sudah dan menunjukkan manfaat yang nyata. Membuat analisis dan identifikasi dapat dilakukan dengan banyak cara, dalam tugas akhir ini digunakan *Fault Tree Analysis*.

2.2. Risiko dan Manajemen Risiko

2.2.1. Pengertian Risiko

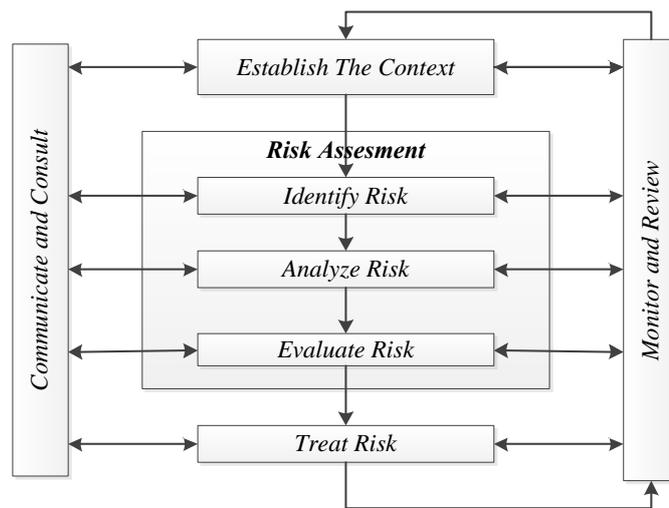
Salah satu ahli risiko mendefinisikan bahwa risiko didefinisikan sebagai probabilitas kejadian yang menyebabkan kerugian dan potensi besarnya kejadian (Muhlbauer, 2004). Berdasarkan penjelasan tersebut, maka diketahui bahwa risiko meningkat ketika salah satu dari probabilitas atau dampak yang dihasilkan dari risiko tersebut meningkat. Maka dapat ditunjukkan dengan hubungan matematika seperti :

$$Risk = Event Likelihood \times Event Consequence$$

Risiko merupakan kesempatan akan terjadinya sesuatu yang akan membawa dampak dan tujuan (*event likelihood*) (Alijoyo, 2006). Risiko juga bisa didefinisikan sebagai akibat dari suatu pekerjaan yang biasanya konotasinya bersifat negatif. Risiko diukur dengan kombinasi dari konsekuensi suatu peristiwa dan berbagai kemungkinan yang akan terjadi karena peristiwa tersebut. Risiko timbul karena adanya ketidakpastian, karena mengakibatkan keragu-raguan akan seseorang mengenai kemampuannya untuk meramalkan kemungkinan terhadap hasil-hasil yang akan terjadi dimasa datang (Djojosoedarso, 2003).

2.2.2. Manajemen Risiko

Manajemen Risiko memiliki definisi yang bermacam-macam yang didasarkan pada pendapat ahli. Menurut Babsyaib (2007) manajemen risiko dalam pengertian luas adalah seni pembuatan keputusan didalam dunia yang penuh dengan ketidakpastian. Manajemen Risiko merupakan titik terpenting dalam organisasi. Manajemen risiko merupakan suatu proses preventif yang bertujuan untuk mengurangi risiko dan kemungkinan terjadinya risiko diperkecil. Dalam ISO 31000 langkah-langkah menerapkan manajemen risiko dijelaskan dengan flowchart pada gambar.



Gambar 2.1 Proses Manajemen Risiko

(Sumber : Australian Standard/New Zealand Standard 4360, 2004)

Berikut penjelasan tentang proses manajemen risiko menurut ISO 31000 :

- **Establish Context (Membuat Hubungan)**

Pada tahap ini dilakukan penetapan ruang lingkup organisasi, parameter aktivitas, hubungan organisasi dengan lingkup internal dan eksternal, tujuan organisasi serta strategi organisasi. Penetapan ruang lingkup ini berisi deskripsi perusahaan yang diamati, produk atau jasa yang dihasilkan perusahaan, faktor-faktor krisis yang berada dilingkungan yang ikut mempengaruhi perusahaan, *stakeholder* perusahaan dan kriteria evaluasi perusahaan.

- **Identify Risk (Mengidentifikasi Risiko)**

Pada tahap ini dilakukan identifikasi risiko apa saja yang dihadapi dan bagaimana risiko tersebut dapat terjadi. Identifikasi risiko dapat dilakukan dengan pertanyaan *where*, *when*, *why*, dan *how* kejadian yang dapat mempengaruhi pencapaian tujuan. Alat dan teknik yang dapat digunakan dalam identifikasi risiko antara lain *checklist*, penilaian berdasarkan pengalaman dan dokumen yang sudah ada. Bisa dilakukan dengan observasi, wawancara ataupun interaksi langsung dengan obyek yang akan diidentifikasi risikonya.

- **Analyze Risk (Menganalisa Risiko)**

Tahap ini risiko yang telah didapatkan pada proses indentifikasi risiko dibandingkan dan dilakukan penilaian terhadap risiko tersebut. Level dari risiko tersebut didapatkan dari tingkat kemungkinan dan dampak yang dihasilkan risiko tersebut. Risiko dianalisa dengan penafsiran

terhadap peluang terjadinya dan konsekuensi jika terjadi. Penilaian tersebut didapatkan dari hasil penilaian kualitatif ataupun kuantitatif. Setelah proses tersebut dilakukan maka langkah selanjutnya adalah dengan mengevaluasi risiko.

- ***Evaluate Risk (Evaluasi Risiko)***

Pada tahap ini risiko dievaluasi mana risiko yang dapat diterima dan mana risiko yang tidak dapat diterima. Tujuan dari evaluasi ini adalah untuk membantu dalam membuat keputusan pada hasil analisa mana yang perlu penanggulangan dan prioritas untuk dilakukan implementasi penanggulangan. Evaluasi dilakukan dengan membandingkan level risiko terhadap kriteria ketetapan pendahuluan dan mempertimbangkan antara potensi keuntungan dan hasil yang merugikan. Intinya pada proses evaluasi risiko adalah mengevaluasi risiko mana yang dapat diterima oleh perusahaan dan mana risiko yang harus diberikan treatment.

- ***Treat Risk (Memperlakukan Risiko)***

Pada tahap ini dilakukan langkah-langkah prioritas dan menangani risiko-risiko yang telah teridentifikasi. Penanggulangan risiko dilakukan dengan memilih satu atau lebih pilihan untuk modifikasi risiko dan mengimplementasikan pilihan penanggulangan tersebut. Berikut adalah beberapa pilihan dalam penanggulangan risiko :

- a. *Transfer* : salah satu penanggulangan risiko dengan mentranfer risiko ke pihak lain (seperti kontrak dan badan pembiayaan risiko)
- b. *Avoid* : salah satu penanggulangan risiko dengan cara menghindari dengan memutuskan untuk tidak memulai atau meneruskan aktivitas yang memberikan risiko. Penanggulangan ini menghapus segala hal yang berpotensi sebagai sumber risiko.
- c. *Mitigate* : salah satu penanggulangan risiko dengan mengurangi kemungkinan peluang (*likelihood*) dan dampak (*consequence*) dari risiko.
- d. *Accept* : salah satu penanggulangan terhadap risiko dengan menerima risiko yang ada dan menahan risiko dengan memberikan keputusan.

Pada penelitian ini penanggulangan dilakukan dengan mitigasi atau dengan mengurangi kemungkinan terjadinya risiko dan dampak yang dihasilkan risiko tersebut. Dimana hasil risiko yang didapatkan dilakukan tindakan preventif untuk mengurangi tingkat kemungkinan dan konsekuensi yang dihasilkan risiko.

2.3. Risiko Biaya

Biaya risiko didefinisikan dalam banyak cara yang berbeda. Ketidakpastian didefinisikan sebagai terjadinya suatu masalah secara acak yang tidak diketahui. Risiko identik

dengan hasil buruk (*negative*). Risiko biaya timbul ketika konsekuensi dijadikan estimasi penambahan biaya suatu pekerjaan dengan memperhitungkan biaya mitigasi yang ditambahkan dari hasil pencegahan risiko yang telah di dapat dari perhitungan risiko (Laksyardo Wisnu Baroto, 2013).

2.4. *Fault Tree Analysis*

Fault Tree Analysis (FTA) merupakan suatu teknik yang dapat digunakan untuk memprediksi atau sebagai alat investigasi setelah terjadinya kecelakaan dengan melakukan analisis proses kejadian. FTA merupakan metode yang paling efektif dalam menemukan inti permasalahan karena dapat menentukan bahwa kerugian yang ditimbulkan tidak berasal dari satu kegagalan. FTA juga merupakan kerangka berpikir terbalik di mana evaluasi berawal dari insiden kemudian dikaji penyebabnya.

2.4.1. Metode Identifikasi Risiko dengan *Fault Tree Analysis* (FTA)

Untuk metode identifikasi risiko yang digunakan pada penelitian Tugas Akhir ini adalah *Fault Tree Analysis* (FTA). Metode FTA dianggap paling efektif dalam mengidentifikasi risiko pada penelitian Tugas Akhir ini. Pertimbangan tersebut dilakukan berdasarkan dari tujuan penelitian yang sudah ditentukan sebelumnya, yaitu mengidentifikasi risiko-risiko apa saja yang dapat menyebabkan kegagalan pada proses pengapungan kapal tenggelam. Pada intinya kemungkinan insiden yang terjadi sudah ditentukan, lalu dicari penyebab-penyebabnya mengapa insiden tersebut dapat terjadi. Oleh karena itu, FTA dipilih dan dianggap metode yang paling cocok untuk mengidentifikasi risiko kejadian pada penelitian Tugas Akhir ini.

Fault Tree Analysis adalah suatu teknik yang digunakan untuk mengidentifikasi risiko yang berperan terhadap terjadinya suatu kegagalan. Metode ini dilakukan dengan pendekatan yang bersifat *top down*, yang diawali dengan asumsi kegagalan atau kerugian dari kejadian puncak (*top event*) kemudian merinci sebab-sebab mengapa *top event* terjadi sampai pada suatu kegagalan dasar (*root cause*). FTA merupakan teknik untuk mengidentifikasi kegagalan (*failure*) dari suatu sistem yang berorientasi pada fungsi atau lebih dikenal dengan *top down approach* karena analisa ini berawal dari sistem level (*top*) dan meneruskannya ke bawah (Priyanti, 2000).

Fault Tree Analysis merupakan metode yang efektif dalam menemukan inti permasalahan karena memastikan bahwa suatu kejadian yang tidak diinginkan atau kerugian yang ditimbulkan tidak berasal pada satu titik penyebab kegagalan. *Fault Tree Analysis* mengidentifikasi hubungan antara faktor penyebab dan ditampilkan dalam bentuk pohon

kesalahan yang melibatkan gerbang logika sederhana. FTA adalah sebuah teknik untuk menghubungkan beberapa rangkaian kejadian yang menghasilkan sebuah kejadian lain, metode ini menggunakan pendekatan deduktif yang mencari penyebab dari sebuah kejadian. Metode ini dipakai untuk investigasi kecelakaan kerja itu sendiri. *Fault Tree Analysis* juga dapat didefinisikan sebagai *analytical tool* yang menerjemahkan secara grafik kombinasi-kombinasi dari kesalahan yang menyebabkan kegagalan dari sistem. Teknik ini berguna mendeskripsikan dan menilai kejadian di dalam sistem (Foster, 2004).

Menurut Priyanti (2000) terdapat 4 tahapan untuk melakukan analisa dengan *Fault Tree Analysis*, yaitu sebagai berikut:

1. Mendefinisikan masalah dan kondisi batas dari suatu sistem yang ditinjau
2. Penggambaran model grafis FTA
3. Mencari minimal *cut set* dari analisa FTA
4. Melakukan analisa kuantitatif dari FTA

Langkah pertama diatas bertujuan untuk mencari *top event* yang merupakan dari definisi kegagalan suatu sistem yang ditentukan terlebih dahulu dalam menentukan sebuah model grafis. Model grafis FTA memuat beberapa symbol, yaitu simbol kejadian, simbol gerbang dan simbol transfer. Simbol kejadian adalah simbol yang berisi kejadian pada sistem yang digambarkan dengan bentuk persegi, lingkaran dan lainnya yang mempunyai arti masing-masing. Contoh dari simbol kejadian adalah *intermediate event* dan *basic event*. Sedangkan simbol gerbang menyatakan hubungan kejadian *input* yang mengarah pada kejadian *output*. Hubungan tersebut dimulai dari *top event* sampai ke *event* yang paling mendasar. Contoh dari simbol gerbang adalah *AND* dan *OR* lebih lengkapnya dapat dilihat pada Tabel II.3. Berikut ini adalah Tabel II.3 merupakan istilah-istilah dalam metode *Fault Tree Analysis*:

Tabel 2.1 Simbol dan Istilah *Fault Tree Analysis*

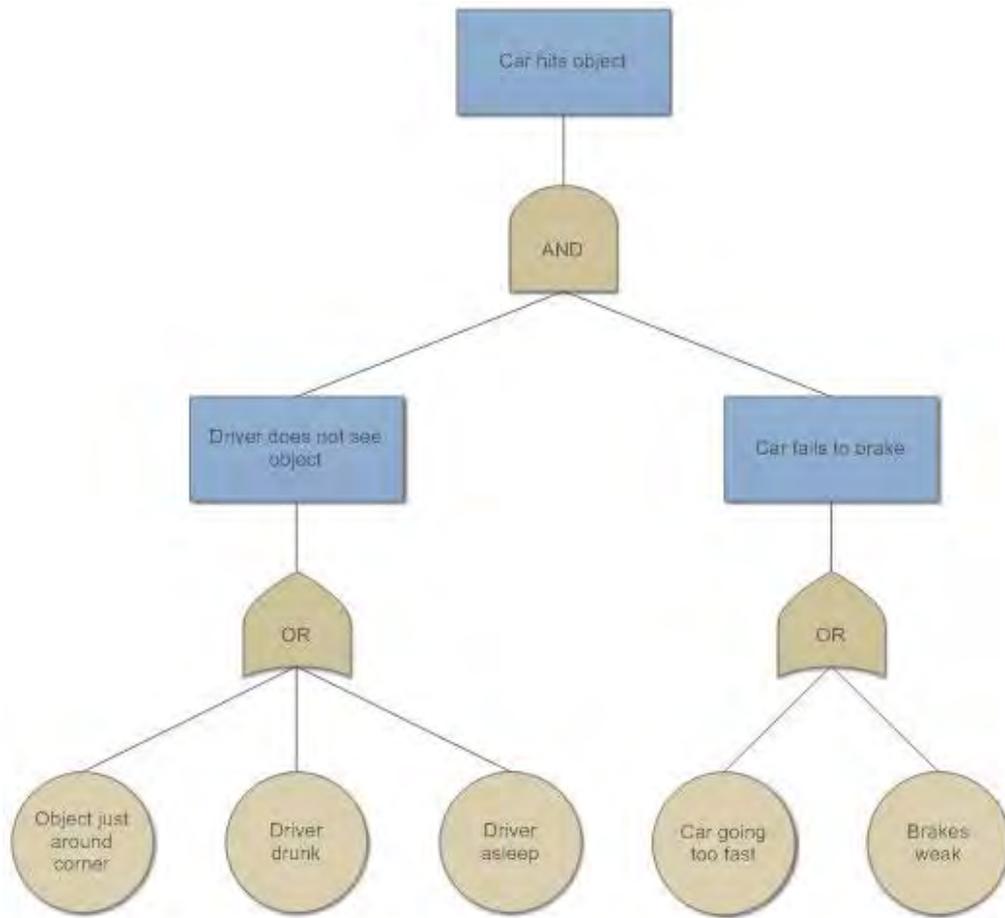
Simbol	Istilah	Keterangan
	Top Event	Kejadian yang dikehendaki pada puncak yang akan diteliti lebih lanjut ke arah kejadian dasar lainnya dengan menggunakan gerbang logika untuk menentukan penyebab kegagalan
	Logic Event OR	Hubungan secara logika antara input dinyatakan dalam <i>AND</i>
	Logic Event AND	Hubungan secara logika antara input dinyatakan dalam <i>OR</i>
	Transferred Event	Segitiga yang digunakan sebagai simbol transfer. Simbol ini menunjukkan bahwa uraian lanjutan kejadian berada di halaman lain
	Undeveloped Event	Kejadian dasar (<i>basic event</i>) yang tidak akan dikembangkan lebih lanjut karena tidak tersedianya informasi
	Basic Event	Kejadian yang tidak diharapkan yang dianggap sebagai penyebab dasar sehingga tidak perlu dilakukan analisa lebih lanjut

Sumber : (Haris, 2016)

Manfaat dari metode *fault tree analysis* adalah :

1. Dapat menentukan faktor penyebab yang kemungkinan besar menimbulkan kegagalan
2. Menemukan tahapan kejadian yang kemungkinan besar sebagai penyebab kegagalan
3. Menganalisa kemungkinan sumber-sumber risiko sebelum kegagalan timbul.
4. Menginvestigasi suatu kegagalan.

Pada *top event* masalah utama mobil itu tidak bisa dinyalakan dengan tiga kemungkinan penyebab yaitu pertama karena sistem pembakaran yang tidak berfungsi dengan baik (*fuel system*), kedua karena terjadinya kegagalan transmisi (*not in park*) atau yang ketiga dikarenakan aki pada kendaraan abis (*dead battery*). Ketiga penyebab itu dihubungkan dengan *logic event OR*. Pada penyebab sistem pembakaran dapat diturunkan lagi untuk mencari penyebab dasar (*basic event*) mengapa sistem pembakaran mobil tersebut tidak dapat berfungsi dengan baik. Berikut adalah contoh sederhana penggunaan *Fault Tree Analysis* :



Gambar 2.2. Contoh Penggunaan FTA

2.5. *Salvage*

Salvage merupakan suatu kegiatan penyelamatan pada kapal atau benda apung yang lain ketika mengalami kecelakaan ataupun keadaan bahaya, dan pengangkatan kapal yang tenggelam. Pengangkatan benda yang dipasang permanen ataupun tidak dimaksudkan dipasang pada dasar laut dan pengangkatan benda yang memiliki nilai historis atau ekonomis yang berada perairan juga merupakan kegiatan *salvage*. Proses *salvage* diklasifikasikan menjadi beberapa jenis, tergantung metode yang digunakan, obyek, lokasi dan kontraknya. Berikut adalah klasifikasi industri *salvage* : (Fadhilah, 2010)

- a. Penyelamatan lepas pantai
- b. Penyelamatan kapal diperairan terlindung
- c. Penyelamatan muatan
- d. Pengangkatan kerangka kapal
- e. Pengapungan kembali
- f. Pembersihan kapal

Operasi penyelamatan kapal atau yang biasa disebut *salvage* adalah operasi penyelamatan yang meliputi penyelamatan kapal, muatannya atau benda lainnya dari bahaya atau musibah. Kegiatan yang termasuk dalam lingkup kegiatan penyelamatan atau *salvage*, yaitu penarikan kapal, pengangkatan kerangka kapal, pekerjaan bawah air (*underwater work*), pengapungan kapal (*refloating sunken or grounded vessel*) dan orang yang melakukan operasi penyelamatan kapal disebut penyelamat kapal (*salvor*).

2.6. Klasifikasi *Salvage*

Kegiatan penyelamatan kapal dibagi atau dapat diklasifikasikan menjadi beberapa bentuk tergantung metode, objek, jenis kontrak dan lokasi. Berikut adalah beberapa jenis klasifikasi *salvage*.

2.6.1. Penyelamatan Lepas Pantai (*Offshore Salvage*)

Proses pengapungan kapal pada kapal yang kandas ataupun tenggelam di perairan terbuka disebut penyelamatan lepas pantai (*offshore salvage*). Penyelamatan jenis ini sangat berisiko tinggi karena langsung berhadapan dengan ombak dan gelombang yang tinggi. Risiko yang dihadapi pada penyelamatan lepas pantai ini lebih besar bila dibandingkan dengan metode penyelamatan lainnya karena proses penyelamatan dilakukan bergantung kepada cuaca, serta penyelamatan harus dilakukan dengan cepat dan tingkat standar yang tinggi. Biasanya penyelamatan jenis ini terdiri dari armada penyelamatan kapal dan *tug boat*. Tambahan peralatan selam dan fasilitas lainnya akan diturunkan dari helikopter atau kapal kecil di daerah kerjanya. Penempatan krane apung atau alat berat lainnya pada metode ini kurang menguntungkan karena tingkat kedisiplinan yang dibutuhkan oleh masing-masing kru dan armada sangat menentukan tingkat keberhasilan pekerjaan *salvage* jenis ini. (Fadhilah, 2010)

2.6.2. Penyelamatan Muatan (*Cargo and Equipment Salvage*)

Jenis penyelamatan ini biasanya dilakukan karena muatan dari kapal yang mengalami musibah dapat mengakibatkan kerusakan atau pencemaran pada lingkungan seperti kapal tanker, dan nilai dari muatan tersebut lebih besar atau berharga (misalnya logam mulia, mesin, barang kesenian atau bersejarah, dan lain-lain). Tujuan utama dari penyelamatan jenis ini adalah memindahkan muatan secepatnya termasuk mengorbankan badan kapal bila perlu. (Fadhilah, 2010)

2.6.3. Pengapungan Kembali (*Afloat Salvage*)

Operasi penyelamatan jenis ini bertujuan untuk menyelamatkan kapal yang rusak namun belum tenggelam, biasanya operasi ini disebut *afloat salvage*. Pada proses penyelamatan ini melibatkan pengendalian dan stabilitas yang ketat, seperti pengelasan (*welding*) pada bagian yang rusak di lambung, stabilitas dilakukan dengan penyeimbangan melalui tanki *ballast* serta pengaturan muatan. Bahkan terkadang penyelamatan dilakukan dengan keadaan kapal masih berlayar dengan sedikit perubahan atau penambahan kru untuk operasi penyelamatan kapal. Proses pengapungan kembali ini biasanya dilakukan pada kapal yang kandas ataupun yang mengalami kecelakaan.

2.6.4. Pengangkatan Kerangka Kapal (*Wreck Removal*)

Tujuan utamanya adalah menghilangkan kerangka kapal yang tidak memiliki nilai sisa. Biasanya pengangkatan kerangka kapal dilakukan karena kerangka kapal mengganggu arus pelayaran, adapun pengangkatan juga dilakukan karena kerangka kapal memiliki nilai historis yang tinggi seperti kapal bersejarah. Proses pengangkatan kapal dapat dilakukan dengan memotong kerangka kapal di bawah air ataupun dilakukan dengan cara pengangkatan utuh seluruh kapal. Biasanya kerangka kapal yang diangkat adalah kerangka kapal yang berada pada alur pelayaran di dekat pelabuhan, sehingga mengganggu alur pelayaran. (Fadhilah, 2010)

2.6.5. Penyelamatan Kapal di Perairan Terlindung (*Harbour Salvage*)

Merupakan operasi penyelamatan kapal – kapal yang berada pada perairan tertutup. Biasanya kapal yang diselamatkan adalah kapal – kapal yang berada pada alur pelayaran di dekat pelabuhan sehingga mengganggu alur. Karena akses lebih mudah dan kondisi ombak dan gelombang tidak terlalu ekstrim maka perencanaan pekerjaan penyelamatan lebih fleksibel dan lebih matang sehingga penyediaan alat berat, seperti krane apung dan tongkang kerja lebih terjamin. (Fadhilah, 2010)

2.6.6. Pembersihan Kapal (*Clearance Salvage*)

Operasi Pembersihan banyak kapal biasanya dilakukan setelah terjadi musibah bencana alam seperti tsunami atau badai dan setelah masa perang. Memungkinkan berbagai macam kondisi kapal karena tabrakan atau kebakaran. Pembersihan kapal ini biasanya hanya dilakukan ketika terjadi bencana alam ataupun kapal setelah mengalami musibah.

2.7. Jenis Salvage

Selain klasifikasi berikut adalah penyelamatan yang dibedakan berdasarkan jenisnya:

2.7.1. Penyelamatan dengan Kontrak

Pembayaran penyelamatan jenis ini dilakukan berdasarkan kontrak yang telah disetujui oleh kedua pihak, yaitu pihak penyelamat serta pihak klien. Ada dua jenis kontrak pada jenis penyelamatan ini, yaitu tidak berhasil tidak dibayar (*No Cure No Pay*) atau berhasil atau tidak tetap dibayar berdasarkan waktu dan material yang digunakan (*time and material based*) (Fadhilah, 2010). Kedua belah pihak telah sepakat atau menyetujui proses penyelamatan sesuai dengan kontrak yang telah disepakati. Proses pembayaran penyelamatan ini dilakukan dengan menghitung waktu serta material dan jasa yang telah dikeluarkan oleh perusahaan *salvage* sesuai dengan kontrak yang disetujui.

2.7.2. Penyelamatan Murni

Penyelamatan jenis ini biasanya dilakukan pada saat darurat dan biasanya penyelamat membahayakan dirinya untuk menyelamatkan kapal seperti menyelamatkan kapal tenggelam, kapal terbakar, kapal dalam kondisi cuaca buruk, dan lain-lain. Biasanya hasil penyelamatan kapal harus dibawa ke pengadilan untuk diajukan klaim kepemilikannya. Proses penyelamatan ini biasanya dilakukan dengan inisiatif kapal-kapal yang berada dekat kapal yang mengalami kecelakaan untuk menyelamatkan kapal tersebut.

2.7.3. Penyelamatan Kapal Oleh Pihak Militer

Penyelamatan kapal yang dilakukan oleh pihak militer maka disebut *Naval Salvage*. Penyelamatan jenis ini dilakukan seperti penyelamatan kapal lainnya, akan tetapi proses tersebut dilakukan oleh pihak militer. Penyelamatan dilakukan dengan inisiatif apabila kapal berbendera Indonesia mengalami suatu musibah ataupun sesuai perintah dari negara.

2.8. Metode Pengangkatan Kapal Tenggelam

Metode pengangkatan kapal tenggelam dilakukan dengan berbagai cara berikut adalah metode yang dilakukan untuk mengangkat kapal tenggelam:

2.8.1. Refloating

Proses ini dilakukan dengan cara mengapungkan secara utuh kapal yang tenggelam dengan cara memberi daya apung kepada kapal, memodifikasi perpipaan sebagai daya apung tambahan agar kapal yang tenggelam dapat mengapung ke permukaan air dengan memompakan udara kedalam kapal sehingga membuat kapal tersebut naik ke permukaan air. Sebelum

memompakan udara ke dalam kapal maka dilakukan penyedotan endapan yang berada pada badan kapal untuk mengurangi beban yang akan diangkat oleh airbag ataupun *crane* yang akan mengangkat badan kapal.

2.8.2. Refloating Grounded Vessel

Proses penyelamatan ini dilakukan untuk kapal yang kandas. Proses penyelamatan dilakukan dengan memperbaiki bagian bawah air kapal, serta memindahkan muatan kapal sehingga mengurangi sarat kapal. Penarikan kapal dilakukan dengan cara menunggu pasang tertinggi agar kapal yang akan dipindahkan tidak mengalami kandas. Memperbaiki bagian bawah kapal dilakukan agar tidak terjadi kebocoran pada kapal setelah mengalami kerusakan karena kandas. Air *ballast* dikurangi untuk menambah sarat pada kapal agar kapal dapat mengapung saat pasang tertinggi.

2.8.3. Wreck Removal

Pada proses penyelamatan ini biasanya dilakukan di daerah perairan terbatas, seperti pelabuhan. Hal ini dilakukan untuk memperluas alur pelayaran sehingga tidak mengganggu kapal yang melewati perairan tersebut. Metode ini terhitung murah karena tidak membutuhkan banyak peralatan dan perhitungan, metode ini dilakukan dengan memotong badan kapal dibawah air dan mengangkatnya ke permukaan air. Metode ini paling sering digunakan karena tidak memakan banyak biaya dalam pengerjaannya. Metode ini adalah metode yang paling sering digunakan di Indonesia selain tidak membutuhkan biaya yang besar, pekerjaan ini juga tidak membutuhkan alat yang besar dan banyak, oleh sebab itu metode ini sering digunakan dalam proses penyelamatan kerangka kapal.

BAB 3 METODOLOGI

Metodologi penelitian ini menjelaskan bagaimana langkah-langkah sistematis yang harus dilakukan dalam menyelesaikan Tugas Akhir. Penelitian Tugas Akhir ini terdiri dari beberapa tahap, yaitu tahap persiapan, tahap pengumpulan dan pengolahan data, tahap analisa dan pembahasan, serta tahap penarikan kesimpulan dan saran.

Tahap pertama adalah tahap persiapan yang meliputi kegiatan identifikasi dan perumusan masalah, serta studi penelitian yang terdiri dari studi pustaka dan studi lapangan. Tahapan kedua adalah pengumpulan dan pengolahan data yang meliputi kegiatan identifikasi informasi teknis *salvage*, kondisi existing kapal tenggelam dan biaya proses pengapungan. Tahap berikutnya adalah analisa perencanaan yang meliputi proses perencanaan biaya pengapungan kapal dengan mengidentifikasi terlebih dahulu risiko yang ada pada proses pekerjaan, setelah itu risiko yang didapatkan dicari akar permasalahannya dan diberi penilaian tingkat risiko, lalu risiko diberi tindakan preventif dan penambahan biaya yang diberikan pada tindakan preventif tersebut. Tahapan selanjutnya adalah analisa dan pembahasan yang meliputi kegiatan analisa hasil dari tahap sebelumnya dan dilakukan pembahasan lebih lanjut yaitu adalah analisa risiko pada proses pengapungan kapal tenggelam. Tahap terakhir yaitu tahap empat yang merupakan penarikan kesimpulan dan saran, pada tahap ini meliputi kegiatan penarikan kesimpulan sesuai dengan tujuan awal dan saran dari hasil penelitian.

3.1. Identifikasi Masalah

Pada tahap ini dilakukan identifikasi yang bertujuan untuk mengetahui dan memahami pokok permasalahan yang dijadikan objek penelitian yaitu analisa risiko Proses Pengapungan kembali pada kapal tenggelam di perairan tanjung perak. Pada tahap ini juga ditetapkan tujuan dari penelitian.

3.2. Studi Lapangan

Studi lapangan diperlukan untuk mengetahui kondisi asli dilapangan agar dapat diaplikasikan kedalam pekerjaan Tugas Akhir yang mengambil topik tentang Analisa Proses Pengapungan Kembali Pada Kapal Tenggelam. Studi lapangan diperlukan untuk memberikan pemahaman yang lebih dalam memahami proses pengapungan kembali pada kapal tenggelam. Proses ini bertujuan untuk mengetahui kondisi kapal tenggelam yang ada di Tanjung Perak,

metode yang digunakan dalam pengapungan kapal, SOP yang digunakan serta pengaruhnya terhadap lalulintas laut.

3.3. Studi Kepustakaan

Setelah dilakukan penentuan rumusan masalah dan tujuan penelitian kemudian dilakukan studi literatur yang terkait dengan penelitian Tugas Akhir ini. Penggunaan studi literatur bertujuan untuk memberikan pemahaman lebih dalam mengenai konsep penelitian yang akan dilakukan. Studi literatur diarahkan pada kajian terhadap objek penelitian melalui beberapa *literature*, seperti buku, jurnal, penelitian terdahulu terkait manajemen risiko dan proses pengapungan kapal tenggelam.

3.4. Perencanaan Biaya Proses Pengapungan Kembali

Tahap perencanaan biaya proses pengapungan kembali ini sangat penting untuk dilakukan karena berkaitan dengan kelanjutan daripada penelitian. Pada tahap ini dilakukannya identifikasi risiko pada pekerjaan pengapungan kapal. Setelah risiko diketahui maka dicari akar pemasalahan dari masing-masing risiko dan diberikan penilaian tingkat risiko sehingga diketahui risiko dengan tingkat rendah hingga tinggi. Lalu risiko diberikan tindakan preventif dimana biaya yang dikeluarkan untuk tindakan preventif tersebut ditambahkan pada biaya pengapungan kapal tenggelam.

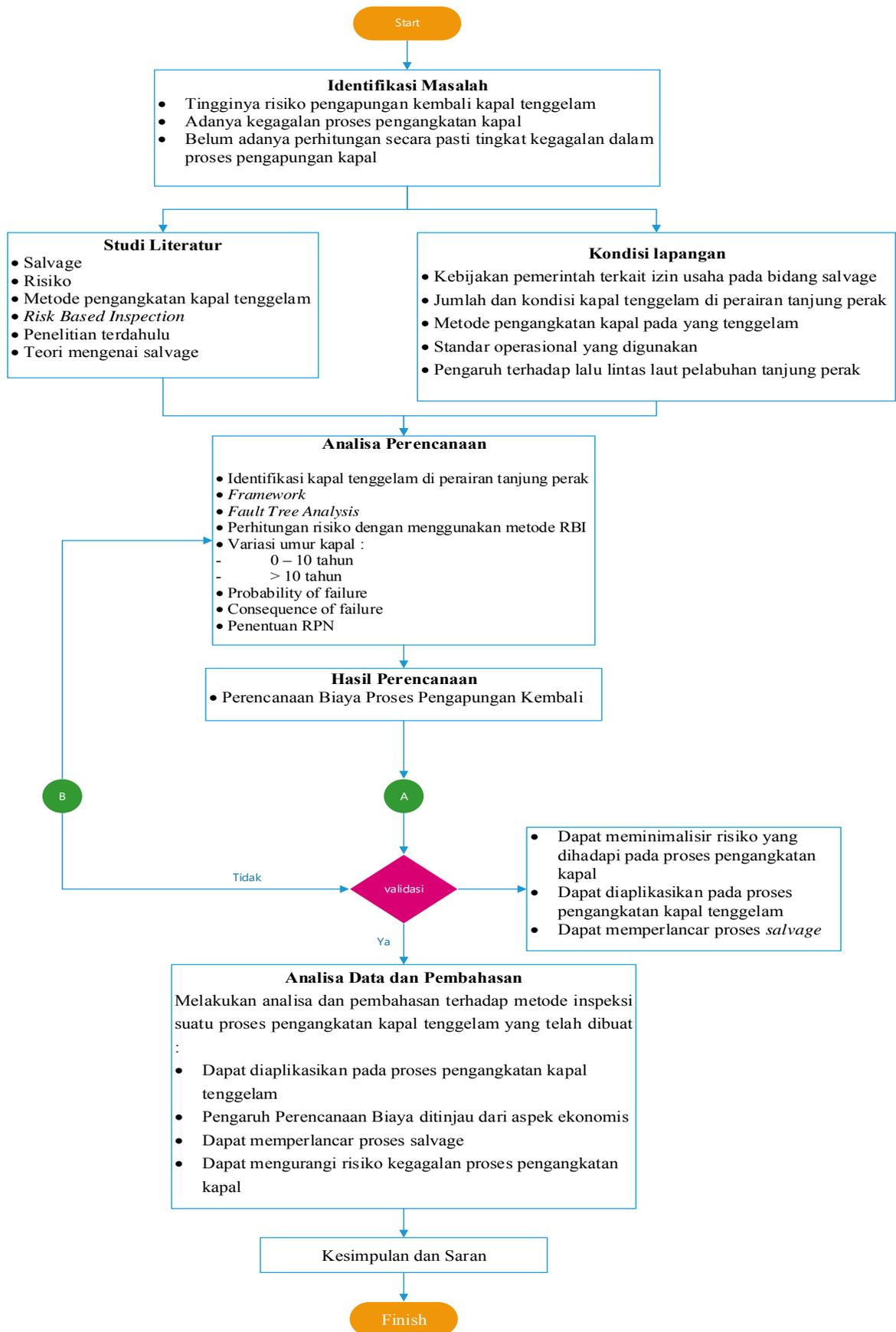
3.5. Tahap Analisa dan Pembahasan

Pada tahap ini adalah dilakukannya analisa dari hasil yang didapatkan pada perencanaan biaya apakah risiko dapat memperlancar proses pengapungan, pengaruhnya terhadap aspek ekonomis, dapat mengurangi dampak yang diakibatkannya. Pembahasan rekomendasi solusi ini dapat dilakukan dengan diskusi dengan pihak-pihak yang dianggap *expert* dibidangnya.

3.6. Tahap Penarikan Kesimpulan

Tahap penarikan kesimpulan dan saran adalah tahapan terakhir dalam penelitian Tugas Akhir ini. Kesimpulan yang ditarik nantinya dapat menjawab tujuan dari penelitian Tugas Akhir ini, Sedangkan saran diberikan untuk perbaikan penelitian selanjutnya.

Berikut adalah Gambar 3.1 merupakan diagram atau *flowchart* metodologi penelitian yang dilakukan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini :



Gambar 3.1. Flowchart Metodologi Penelitian

Pada Gambar 3.1 dijelaskan tentang *flowchart* metodologi Tugas Akhir yang dilakukan. Pertama adalah tahap identifikasi masalah, yaitu mengidentifikasi masalah pada topik yang diambil, kedua adalah tahap pengumpulan dan pengolahan data terkait dengan informasi yang sesuai dengan tugas akhir, informasi diambil dari literature terdahulu hingga studi lapangan. Identifikasi risiko yang dapat terjadi dengan menggunakan metode FTA. Ketiga adalah tahap analisa perancangan yang berisi cara pengerjaan mulai dari identifikasi risiko, variasi pengerjaan, probabilitas, konsekuensi hingga penentuan (*Risk Priority Number*) RPN. Tahap berikutnya adalah tahap Analisa dan pembahasan dimana hasil dari pengolahan data akan dilakukan analisa lebih lanjut. Terakhir adalah tahap penarikan kesimpulan, dimana hasil dari analisa dibuat suatu kesimpulan sehingga dapat menjawab setiap rumusan masalah yang telah ditetapkan pada bab sebelumnya.

BAB 4

KONDISI KAPAL TENGGELAM DAN PENYELAMATAN KAPAL DI PERAIRAN TANJUNG PERAK

4.1. Kondisi Pelabuhan Tanjung Perak

Pelabuhan Tanjung Perak adalah pintu gerbang Indonesia untuk provinsi Jawa Timur yang menjadi pusat kolektor dan distributor ke kawasan timur Indonesia. Letaknya yang strategis menjadikan Pelabuhan Tanjung Perak menjadi pusat pelayaran terinsular kawasan timur Indonesia. Pelabuhan Tanjung Perak dilewati oleh alur pelayaran barat Surabaya. Pasca revitalisasi yang dilakukan di alur pelayaran barat Surabaya yang dulunya hanya bisa dilalui kapal-kapal dengan besar 15 ribu DWT pasca revitalisasi kapal-kapal yang masuk bias mencapai 80 ribu DWT. Kedalaman jalur APBS yang sebelumnya hanya –9 meter dan lebar 100 meter pasca revitalisasi menjadi 13 meter dengan lebar mencapai 150 meter.

Kedalaman dan lebar laut di Pelabuhan Tanjung Perak cukup beragam pada masing-masing terminalnya. Untuk kedalaman yang paling kecil berada pada terminal kalimas yaitu hanya 2,5 meter kedalamannya. Kedalaman yang paling dalam berada pada dermaga internasional yaitu sebesar 10,5 meter. Lebar yang dimiliki juga bervariasi yaitu mulai dari 15 meter hingga mencapai 50 meter. Pada pelabuhan Tanjung Perak juga terdapat kendala-kendala yang menyebabkan kapal mengalami kecelakaan, antara lain:

1. Gosong pasir (bentukan daratan yang menonjol ke permukaan)
2. Keberadaan ranjau laut sisa penjajahan Jepang
3. Keberadaan kerangka kapal sisa penjajahan Jepang
4. Keberadaan kerangka baru akibat kecelakaan
5. Keberadaan pipa bawah laut

4.2. Kondisi Kapal Tenggelam di Perairan Tanjung Perak Saat Ini

Pada Pelabuhan Tanjung Perak terdapat jumlah bangkai kapal yang cukup banyak, bangkai tersebut berasal dari kapal-kapal yang mengalami kecelakaan maupun bangkai-bangkai yang berasal dari jaman penjajahan dahulu, jumlah kapal yang ditenggelamkan sebagai jebakan kapal-kapal penjajah termasuk banyak. Oleh karena itu kerangka kapal yang berada pada pelabuhan Tanjung Perak dapat mengganggu alur pelayaran. Populasi kapal tenggelam yang ada di perairan Tanjung Perak berbagai macam jenis dan ukurannya. Kantor Kesyahbandaran Utama Tanjung Perak adalah pihak yang berwenang untuk mendata kapal-kapal yang berada di

Pelabuhan Tanjung Perak. Berikut adalah beberapa data kerangka kapal yang dikeluarkan oleh pihak kesyahbandaran di pelabuhan Tanjung Perak :

Data koordinat kapal tenggelam berdasarkan data kecelakaan kapal/tenggelam :

Tabel 4.1 Data Kapal Tenggelam di Perairan Tanjung Perak

NO	CODE	ukuran (meter)	JENIS KAPAL	KEDALAMAN	KONDISI	TENGGELAM
1	KM. TANTO NIAGA	tidak diketahui	CARGO	tidak diketahui	terangkat	22 Mei 2009
2	KM. FUDI	tidak diketahui	penumpang	10 -15 m	proses angkat	6-Apr-11
3	KM. LAUTAN BERKAH	54,4 x 9 x 4,5	CARGO	tidak diketahui	terangkat	-
4	KM. ALPINE	118 x 20 x 8,7	CARGO	tidak diketahui	terangkat	11 Des 2011
5	KM. TANTO HARI	118 x 20 x 8,7	CARGO	20 - 25 m	towing	31-Jan-14
6	KM. JOURNEY	84,57 x 7,3 x -	CARGO	tidak diketahui	terangkat	1-Apr-14
7	M. MERATUS BANJAR	126,4 x 19,8 x 8,4	CARGO	76 m	oil removal	10 Mei 2015
8	M. WIHAN SEJAHTER	114,4 x 22 x 14,9	penumpang	15 - 20 m	terangkat	16-Nov-15
9	KM. ALKEN PANDA	73,87 x 12,6 x 9,55	CARGO	1.9 m	Kandas Peringatan 3	16-Nov-15
10	KM. ISE BARU	80,64 x 13,5 x 6,7	CARGO	tidak diketahui	tenggelam Peringatan 3	30 Juli 2016

(Sumber: diolah dari data Kantor Kesyahbandaran Utama Tanjung Perak, 2016)

Berdasarkan data yang didapatkan dari Kantor Kesyahbandaran Utama Tanjung Perak tercatat setidaknya ada 10 kapal tenggelam yang berada diperairan Tanjung Perak. Dari tabel 10 dapat dilihat berbagai dua jenis kapal yang tenggelam, yaitu kapal kargo dan kapal penumpang. Umur kapal tersebut juga bermacam-macam mulai dari tahun 2009 hingga tahun 2016. Dari tabel tersebut juga diketahui ukuran dari masing-masing kapal, kordinat tenggelamnya kapal serta ukuran dari kapal yang tenggelam. Kondisi kapal yang berada di perairan Tanjung Perak juga bermacam-macam mulai dari masih tenggelam ataupun ada yang sudah terangkat serta yang masih dalam proses pengangkatan.

Data koordinat kerangka kapal berdasarkan data Dinas Hidro - Oseanografi 2013/Peta 96B:

Tabel 4.2 Koordinat Kapal Tenggelam Dinas Hidro-Oseanografi

NO.	CODE	KOORDINAT	UKURAN (meter)	JENIS KAPAL	KEDALAMAN	KONDISI
1	-	06° 52' 68" S 112° 44' 27" T	Tidak diketahui	Tidak diketahui	Tidak diketahui	Terangkat
2	-	07° 52' 70" S 112° 44' 12" T	Tidak diketahui	Tidak diketahui	Tidak diketahui	Terangkat
3	-	07° 57' 65" S 112° 42' 54" T	Tidak diketahui	Tidak diketahui	Tidak diketahui	Terangkat

(Sumber: diolah dari data Kantor Kesyahbandaran Utama Tanjung Perak, 2016)

Pada Tabel 4.2 yang dikeluarkan oleh dinas Hidro-Oseanografi tahun 2013/peta 96B terdapat 3 kapal yang sudah lama umur tenggelamnya sehingga untuk kondisi dari kapal tersebut tidak dapat diketahui apakah masih utuh ataupun sudah tinggal beberapa bagian yang tersisa. Akan tetapi, kapal tersebut tetap diberi pengumuman kepada pihak umum jika pemilik ingin mengakuisisi kapal tersebut dan ingin dilakukan pengapungan ataupun *wreck removal*, maka pemilik dapat mengakuisisi kapal tersebut dengan catatan biaya dilimpahkan pada pemilik kapal. Berikut adalah data koordinat kerangka kapal berdasarkan data Dinas Hidro-Oceanografi 2013/Peta 84:

Tabel 4.3 Data koordinat kerangka kapal

NO	CODE	ukuran (meter)	JENIS KAPAL	KEDALAMAN (meter)	KONDISI
1	BOUY A	tidak diketahui	tidak diketahui	tidak diketahui	Sebagai bouy penuntun
2	BOUY B	tidak diketahui	tidak diketahui	tidak diketahui	Sebagai bouy penuntun
3	BOUY C	tidak diketahui	tidak diketahui	tidak diketahui	Sebagai bouy penuntun
4	S - 6	26,5 x 6 x -	ponton	14	wreck masuk lumpur 1 m sepanjang 26 m
5	S - 7	17 x 5,5 x -	Layar PLM	14	masuk lumpur
6	47 - M	153 x 17 x 11	penumpang/ muatan	26	posisi tegak tertanam 5 m
7	41 - M	94 x 11,5 x 9	muatan	27	kemiringan pada stbd 110°
8	S - 37	86 x 13 x 10	muatan	21	kemiringan pada ptbd 70°
9	46 - M	140 x 17 x 10	muatan	25	berdiri tegak palka penuh lumpur
10	48 - M	92 x 13 x 7	muatan	20	berdiri tegak palka penuh lumpur
11	50 - M	135 x 18 x 10	Tanker (Jane Maers)	20	kemiringan pada stbd 130°
12	51 - M	28 x 13 x 7	muatan	20	kemiringan pada prtbd 70°
13	52 - M	89 x 11 x 7	muatan	18	kemiringan pada stbd 65°
14	53 - M	108 x 15 x 8	penumpang/ muatan	25	kemiringan pada prtbd 58°
15	57 - M	147 x 14 x 10	muatan	14	kemiringan pada stbd 45°
16	S - 36	54 x 10 x 6	penumpang/ muatan	20	kemiringan pada stbd 90°
17	S - 13	5 x 3 x 0,5	tidak diketahui	24	ketinggian dari sea bed 0,5 m
18	S - 16	38 x 7,5 x 3	keruk tambora	9	posisi tengkurap
19	S - 19	-	dumping ground	4,1	tempat bahaya wreck terbenam lumpur
20	S - 21	-	dumping ground	1	wreck terbenam lumpur
21	S - 22	-	dumping ground	3,5	wreck terbenam lumpur
22	Ex Kawitan	59,9 x 10,4 x 6,3	muatan	14	kemiringan pada prtbd 90°
23	Ex KM. numanguri	59,9 x 10,5 x 6,15	penumpang	21	kemiringan pada stbd 45°
24	Ex MV. Ocean Concord	81,5 x 15 x 6,7	kontainer	8	kemiringan pada prtbd 65°
25	Ex KM. Tipison	9,4 x 15,73 x 8,01	muatan	23	kemiringan pada stbd 10°

(Sumber: diolah dari data Kantor Kesyahbandaran Utama Tanjung Perak, 2016)

Pada Tabel 4.3 dijelaskan informasi tentang kapal tenggelam yang ada pelabuhan tanjung perak seperti dimensi kapal, kondisi kapal, posisi tenggelamnya kapal, tanggal terjadinya kecelakaan, serta kondisi kapal tersebut apakah sudah terangkat ataupun belum dan juga dapat dilihat informasi tentang perusahaan yang mengerjakan pekerjaan penyelamatannya. Dalam tabel 12 diketahui bahwa populasi kapal tenggelam diperairan tanjung perak berjumlah 25 kapal. Terdapat berbagai jenis kapal yang ada di Perairan Tanjung Perak seperti kapal kargo, penumpang, kapal keruk, tanker hingga ponton. Ukurannya juga bermacam-macam mulai dari dibawah 100 meter hingga diatas 100 meter. Kondisi kapal juga diketahui posisinya hingga kedalaman kapal juga dapat diketahui mulai dari dibawah 10 meter hingga diatas 20 meter.

4.3. Pekerjaan Survey Pada Lokasi Keberadaan Kerangka Kapal

Untuk melakukan pekerjaan pengapungan kembali pada kapal tenggelam maka perlu dilakukan investigasi pada kapal kerangka kapal yang akan diapungkan. Pekerjaan investgasi atau survei dilakukan untuk mengetahui keberadaan kapal atau kondisi kapal saat didasar perairan. Pada proses pekerjaan ini dilakukan dengan menggunakan tenaga penyelam antara lain untuk mengetahui:

1. Letak koordinat/posisi keberadaan kapal
2. Kondisi dan keadaan kerangka kapal di dasar laut
3. Dimensi kapal
4. Kedalaman air dilokasi
5. Kecepatan arus pasang surut di lokasi pekerjaan
6. Untuk mengetahui kondisi kapal dilakukan secara manual dengan menggunakan penyelam. Penyelam akan mengukur dimensi kapal, kedalaman kerangka, posisi tenggelam serta memeriksa tingkat korosi dari kerangka kapal
7. Untuk mengetahui koordinat letak dari kerangka kapal digunakan GPS

4.4. Rincian Penggunaan Personil dan Alat Kerja

Pada pekerjaan pengapungan kapal tenggelam membutuhkan tenaga SDM serta peralatan yang mendukung proses pekerjaan. Pekerjaan pengapungan menggunakan kapal yang bertujuan untuk membatu pekerjaan seperti tongkang kerja ataupun *tugboat*. *Consumable* yang dibutuhkan juga beragam sesuai kebutuhan untuk pekerjaan pengapungan.

Tabel 4.4 Kebutuhan Personel Pengapungan Kapal

Item	Hari	Quantity	Satuan
Personnel			
Salvage Master	75	1	Orang
Assisten Salvage Master	75	1	Orang
Naval Architect	70	2	Orang
Dive Supervisor	60	10	Orang
Salvage Diver	60	8	Orang
Rigger Supervisor	60	2	Orang
Salvage Rigger	60	10	Orang
Mechanic / Technician	60	4	Orang
Welder	60	4	Orang

Personel yang digunakan pada pekerjaan pengapungan membutuhkan banyak hari yang bermacam-macam. Mulai dari 60 hari sampai 75 hari. Jumlah dari masing-masing personel juga beragam sesuai dengan kebutuhan. Personel yang paling sedikit jumlahnya yaitu *salvage master* dengan jumlah 1 orang dan yang paling banyak yaitu *dive supervisor* dan *salvage rigger*.

Tabel 4.5 Kebutuhan Kapal Pekerjaan Pengapungan

Item	Hari	Quantity	Satuan
Kapal			
Tugboat Kerja	60	1	Unit
Bahan bakar Tugboat Kerja	60	5000	Liter
Tugboat Towing	15	1	Unit
Bahan bakar Tugboat towing	15	5000	Liter
Tongkang + Crane	40	1	Unit

Kebutuhan kapal pada pekerjaan pengapungan memiliki jumlah hari kerja yang berbeda-beda. Untuk kapal *tugboat towing* membutuhkan 15 hari pekerjaan dengan konsumsi bahan bakar sebesar 5000 liter. Sedangkan untuk *tugboat* kerja membutuhkan 60 hari kerja dengan konsumsi bahan bakar sebanyak 5000 liter.

Tabel 4.6 Peralatan Pengapungan Kapal

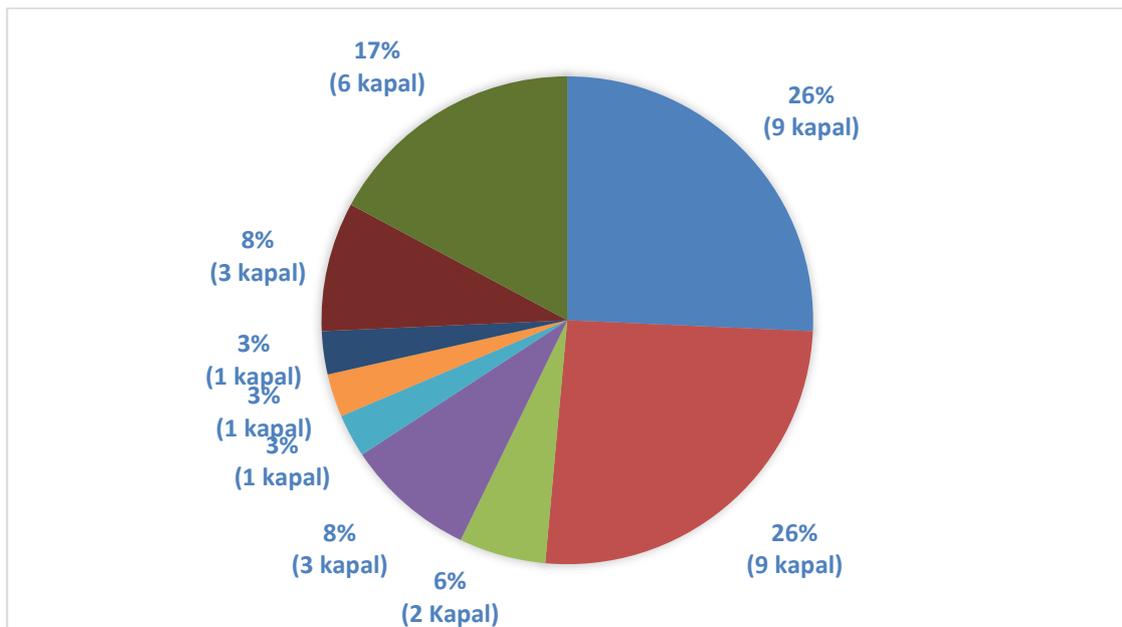
Item	Hari	Quantity	Satuan
Peralatan			
Air Compressor	60	2	Unit
Diving Equipment	60	1	Set
Welding & Cutting Gear	60	2	Set
Pumping System	60	2	Set
Generator	60	2	Set

Pada penggunaan peralatan jumlah hari yang dibutuhkan dari masing-masing peralatan berjumlah sama, yaitu sebanyak 60 hari dengan kuantitas yang berbeda. Jumlah kuantitas yang

paling sedikit yaitu *diving equipment* dengan jumlah 1 unit dan peralatan lainnya berjumlah 2 unit.

4.5. Persentase Kapal Tenggelam di Perairan Tanjung Perak

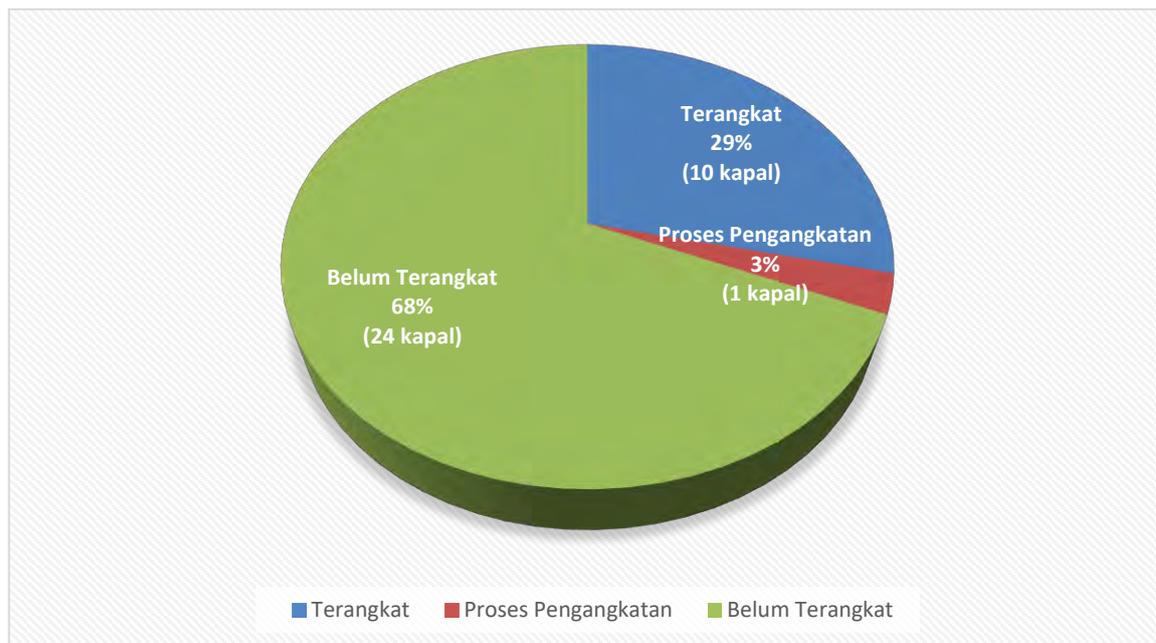
Adapun macam-macam jenis kapal tenggelam yang ada di perairan Tanjung Perak adalah sebagai berikut :



Gambar 4.1. Persentase kapal tenggelam di Pelabuhan Tanjung Perak tahun 2016

Dari 35 bangkai kapal yang ada di perairan Tanjung Perak, jumlah kapal kargo yang tenggelam sebesar 26% atau berjumlah 9 buah. Kapal muatan yang tenggelam sejumlah 26% sama dengan jumlah kapal kargo. Masing-masing lainnya, yaitu kapal tanker, keruk, penumpang, penumpang dan muatan, ponton serta potongan-potongan bangkai berjumlah 48%, dengan rincian kapal penumpang 6%, kapal tanker 3%, ponton 3%, keruk 3%, keruk dan muatan 8% dan *dumping ground* 8%. Semua ini adalah kapal-kapal yang telah tenggelam di perairan Tanjung Perak. Dari Gambar 4.1 diketahui persentase terbesar berasal dari kapal kargo dan kapal muatan yang berjumlah 52% dari total keseluruhan kapal tenggelam dan yang terkecil adalah kapal tanker, ponton, dan kapal keruk yang masing-masing berjumlah 1 buah atau 3% dari total keseluruhan kapal.

Berikut adalah kondisi kapal tenggelam yang ada di perairan Tanjung Perak :



Gambar 4.2. Persentase Kondisi Kapal Tenggelam Saat Ini di Pelabuhan Tj. Perak 2016

Adapun dari jumlah kapal tersebut ada sebagian kapal yang telah terangkat dan ada juga yang masih belum dilakukan proses pengangkatan. Proses pengangkatan bangkai kapal masih dilakukan sampai saat ini, proses pengangkatan bangkai kapal dilakukan dengan memberikan pemberitahuan di media cetak agar pemilik kapal dapat mengangkat sendiri kapalnya. Akan tetapi, apabila kapal tenggelam tidak diangkat oleh pemiliknya sampai 3 kali setelah diberitahukan, maka wewenang tersebut dilimpahkan kepada pemerintah dengan hasil penjualan bangkai kapal tersebut dimasukan kedalam kas negara. Jumlah kapal tenggelam yang terangkat jika dihitung dengan persentase maka sebesar 29% kapal telah terangkat. Jumlah kapal tenggelam yang belum terangkat sebesar 68% dan yang sedang dilakukan pengangkatan sebesar 3%. Jumlah kapal yang belum terangkat menjadi persentase terbesar dibandingkan kondisi kapal yang lainnya. Hal itu disebabkan karena kapal yang berada pada Perairan Tanjung Perak merupakan kapal-kapal peninggalan jaman penjajahan yang tidak diketahui pemiliknya. Selain itu, juga masalah yang dihadapi adalah masalah biaya. Biasanya dalam proses pekerjaan pengapungan ataupun *wreck removal* biaya yang dikeluarkan lebih besar daripada harga kapal tersebut, sehingga para pemilik enggan untuk melakukan pengangkatan.

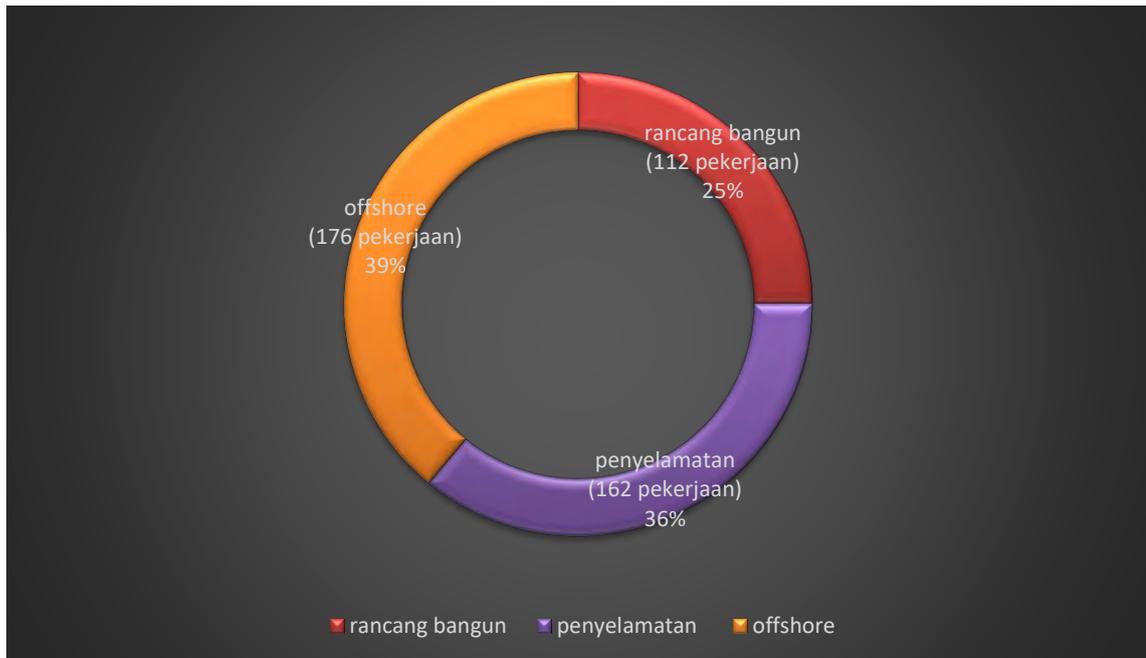
4.6. *Salvage* Berdasarkan Jenis Pekerjaan

Dalam menjalankan usaha *salvage* atau penyelamatan perusahaan tidak hanya melakukan satu jenis pekerjaan saja seperti perusahaan yang hanya menjalankan bisnisnya dibidang penyelamatan kapal ataupun hanya bergerak dibidang rancang bangun. Biasanya

perusahaan menjalankan pekerjaan lainnya untuk menghasilkan keuntungan. Secara umum bisnis *salvage* dibagi menjadi 3 kelompok antara lain:

1. Rancang bangun
2. Penyelamatan
3. *Offshore*

Berikut adalah grafik jenis *salvage* yang dikerjakan oleh salah satu perusahaan *salvage*:



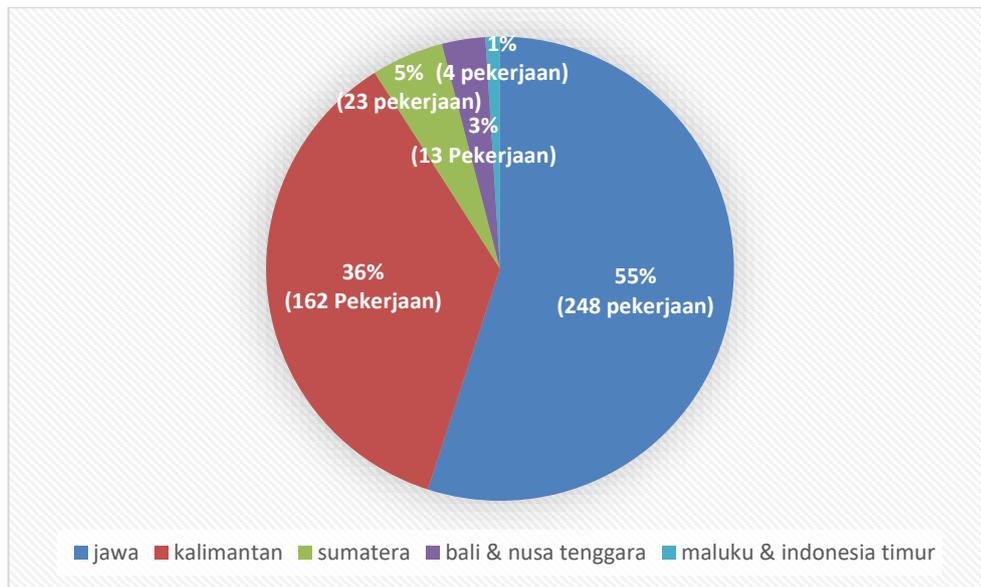
Gambar 4.3. Persentase Pekerjaan *Salvage* Salah Satu Perusahaan tahun 2002-2016

Dalam masing-masing pekerjaan *salvage* pada Gambar 4.3 maka diketahui bahwa persentase dari masing-masing pekerjaan itu adalah 25% untuk pekerjaan rancang bangun, 39% untuk pekerjaan *offshore* dan 36% untuk pekerjaan penyelamatan. Dari persentase tersebut dapat disimpulkan bahwa persentase pekerjaan terbesar untuk pekerjaan *offshore* dan yang paling kecil adalah untuk pekerjaan rancang bangun. Pekerjaan *salvage* dibidang penyelamatan kapal merupakan bidang yang tidak kalah banyak dengan pekerjaan dibidang *offshore* hal itu diakibatkan banyaknya kapal yang mengalami kecelakaan ataupun populasi kapal tenggelam di perairan Indonesia. Didalam pekerjaan *salvage* bidang penyelamatan kapal terdapat bermacam jenis penyelamatan seperti *wreck removal*, *re-grounded vessel* ataupun *refloating* Studi yang dilakukan berdasarkan tema yang telah diambil, maka fokus penelitian ini adalah pada bidang penyelamatan kapal.

4.7. *Salvage* Berdasarkan Lokasi Pekerjaan

Bedasarkan yang didapat dari sebuah perusahaan *salvage* yang diteliti dan diolah datanya, maka didapatkan pemetaan lokasi pekerjaan *salvage* dimana dari data tersebut dapat

kita lihat besaran pekerjaan *salvage* berdasarkan lokasinya. Berikut adalah pekerjaan *salvage* yang ada di Indonesia :



Gambar 4.4. Persentase Pekerjaan *Salvage* di Indonesia tahun 2002-2016

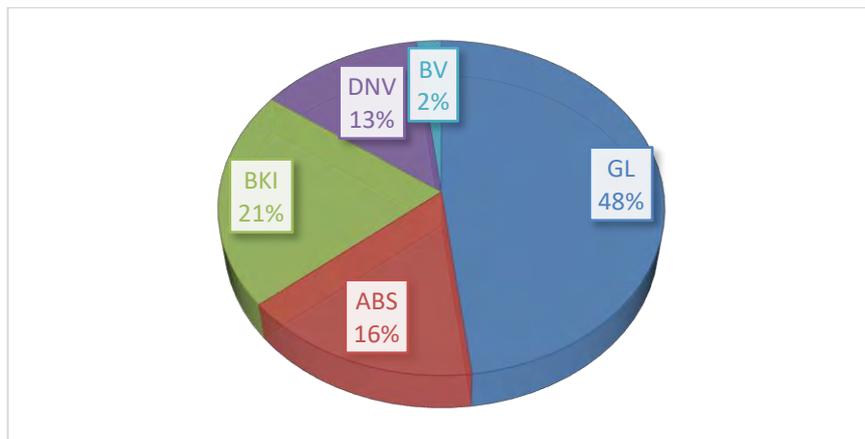
Bedasarkan gambar grafik didapatkan letak penyebaran pekerjaan *salvage* yang ada di Indonesia. Letak pekerjaan terbesar terletak pada pulau jawa yaitu sebesar 55% dari total seluruh pekerjaan, diikuti oleh Kalimantan sebesar 36%, Sumatera sebesar 5%, Bali dan Nusa Tenggara sebesar 3% dan yang terkecil ada apa Maluku dan Indonesia timur lainnya sebesar 1%. Pulau jawa menjadi tempat terbesar dalam penyebaran pekerjaan *salvage*. Hal itu diakibatkan dari banyaknya jumlah kapal yang ada dipulau jawa dan banyaknya kapal yang mengalami kecelakaan maupun yang tenggelam. Maluku dan Indonesia timur lainnya hanya sebesar 1 %, itu dikarenakan populasi kapal yang berada disana tidak terlalu banyak, seperti di Pulau Jawa ataupun pulau-pulau lainnya.

4.8. *Salvage* Berdasarkan Klasifikasi

Diketahui bahwa keberadaan kapal tenggelam yang ada di Indonesia sangat banyak jumlahnya dan juga beragam jenis klasifikasinya. Berdasarkan data yang didapat dari sebuah perusahaan *salvage* diketahui bahwa kejadian yang paling banyak ditangani klasifikasinya adalah dari luar negeri. Hal tersebut dikarenakan sulitnya birokrasi yang sulit dan klaim asuransi yang berbelit-belit. Berikut persentase *salvage* berdasarkan klasifikasinya.

Tabel 4.7 Salvage Berdasarkan Klasifikasinya

Klasifikasi	Jumlah Pekerjaan	Persentase
BV	9	2%
GL	216	48%
ABS	72	16%
BKI	95	21%
DNV	59	13%



Gambar 4.5. Salvage Berdasarkan Klasifikasinya

Pada grafik di atas dapat dilihat bahwa persentase klasifikasi terbesar yang ditangani oleh salah satu perusahaan *salvage* berasal dari klasifikasi luar negeri menurut frekuensi yang terjadi di Indonesia. Pada grafik tersebut diketahui bahwa 79% berasal dari klasifikasi luar negeri seperti GL sebesar 48 %, ABS sebesar 16% DNV sebesar 13%, BV sebesar 2% dan hanya 21% yang dari klasifikasi Indonesia yaitu Biro Klasifikasi Indonesia. Hal tersebut dikarenakan permasalahan birokrasi dan sulitnya klaim asuransi.

4.9. Permasalahan Birokrasi Penyelamatan Kapal

Dalam proses penyelamatan kapal ditemukan berbagai macam kendala yang dapat menghambat proses penyelamatan, urusan birokrasi yang berbelit-belit menjadi pokok permasalahan. Maka untuk mengetahui akar permasalahan tersebut perlu dikaji lagi inti dari masalah tersebut. Maka untuk mengetahui masalah tersebut maka kita harus melihat kembali Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2008, undang-undang tersebut adalah undang-undang yang berhubungan dengan bisnis penyelamatan kapal.

Dalam Pasal 202 ayat 1 tertulis: Pemilik kapal dan/atau nahkoda wajib melaporkan kerangka-kerangka kapalnya yang berada di perairan Indonesia kepada institusi yang berwenang. Dan pada Pasal 202 ayat 2 dijelaskan lagi bahwa: kerangka kapal sebagaimana dimaksud pada ayat (1) yang posisinya mengganggu keselamatan berlayar, harus diberi sarana bantu navigasi-pelayaran sebagai tanda dan diumumkan oleh instansi yang berwenang.

Berdasarkan hasil wawancara dari salah satu narasumber, maka dari hari pertama terhitung kapal tenggelam sampai 180 hari maka apabila kapal tersebut tidak dilakukan pengangkatan, kapal tersebut menjadi milik pemerintah. Hal tersebut juga dinyatakan dalam Pasal 203 ayat 1: pemilik kapal wajib menyingkirkan kerangka kapal dan/atau muatannya yang mengganggu keselamatan dan keamanan pelayaran paling lama 180 (seratus delapan puluh) hari kalender sejak kapal tenggelam. Akan tetapi dalam kondisi aslinya pemilik kapal jarang sekali mengangkat kapalnya yang tenggelam dan mengganggu alur pelayaran.

Para pemilik kapal yang tenggelam melihat celah pada Pasal 203 ayat 2 yang menyatakan: pemerintah wajib mengangkat, menyingkirkan, atau menghancurkan seluruh atau sebagian dari kerangka kapal dan/atau muatannya atas biaya pemilik apabila dalam batas waktu yang ditetapkan pemerintah, pemilik tidak melaksanakan tanggung jawab dan kewajibannya sebagaimana dimaksud pada ayat (1). Pasal tersebut menjadi celah bagi para pemilik kapal untuk dapat lari dari tanggung jawab mereka sebagai pemilik kapal.

Hal tersebut dilakukan karena pemilik kapal tidak mau mengeluarkan biaya yang mahal untuk kapal yang telah tenggelam, karena biaya pengangkatan kapal tenggelam justru lebih mahal dari harga kapal itu sendiri. Oleh karena itu, mereka menggunakan celah-celah yang ada dalam undang-undang agar mereka tidak melakukan tanggung jawabnya. Jadi, selain masalah perijinan dan birokrasi yang berbeli-belit, biaya juga menjadi masalah yang mendorong pemilik kapal untuk tidak mengangkat kapalnya yang tenggelam.

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

BAB 5

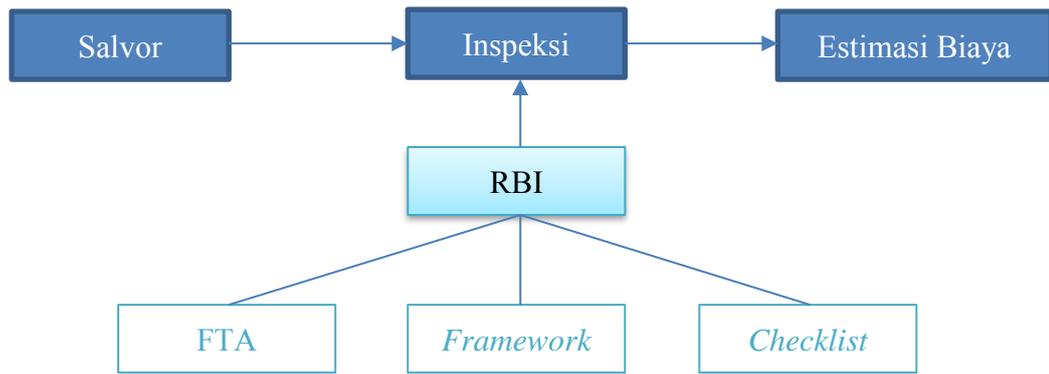
PENDEKATAN DAN IMPLEMENTASI *RISK BASED INSPECTION*

Proses pengapungan kapal tenggelam sangat berisiko dalam pekerjaannya, oleh sebab itu Analisa risiko pada proses pengapungan kapal tenggelam dilakukan untuk mengetahui risiko apa yang terdapat dalam proses tersebut. Pada Tugas Akhir ini pembahasan difokuskan pada keselamatan kapal yang akan diapungkan pada proses pengapungan kapal tenggelam. Risiko yang dicari berhubungan dengan risiko yang dapat mengakibatkan kapal tidak dapat terangkat. Setelah risiko diketahui maka risiko diurutkan berdasarkan dampak terjadinya risiko tersebut apakah ringan ataupun berbahaya. Hasil dari *risk priority number* tersebut maka dibuatkan mitigasi atau pencegahan untuk mengurangi dampak dari risiko tersebut.

5.1. Pendekatan RBI

Pada bab ini RBI diimplementasikan pada proses pengapungan kapal yang tenggelam *Risk Based Inspection* (RBI) adalah tinjauan yang difokuskan terhadap risiko yang terjadi pada kejadian dan mencegah kerugian saat pengerjaan. RBI sendiri memfokuskan pada pekerjaan material/komponen yang dapat menimbulkan dampak risiko biaya yang akan dikeluarkan untuk sebuah pekerjaan. Sebelum menerapkan sistem RBI maka dilakukan pendekatan terlebih dahulu dengan mengidentifikasi risiko yang ada pada proses pengapungan kapal. Setelah dilakukan identifikasi maka dicari nilai kemungkinan serta nilai konsekuensi atau dampak yang dihasilkan oleh risiko tersebut. Setelah itu maka didapatkan *Risk Priority Number* dimana risiko tersebut diurutkan dari yang ringan sampai yang berbahaya.

Jenis penilaian pada RBI dapat dilakukan dengan 3 cara, yaitu pendekatan kualitatif, semi kuantitatif dan pendekatan kuantitatif. Setiap pendekatan menghasilkan cara sistematis untuk menyaring risiko. Pada Tugas Akhir ini penilaian risiko dilakukan dengan penilaian kualitatif, yaitu penilaian yang dilakukan dengan pendekatan secara kualitatif. Pendekatan kualitatif cocok untuk studi implementasi sebuah masalah. Untuk penilaian risiko dilakukan berdasarkan pengalaman ahli. Hal pertama yang dilakukan untuk pendekatan RBI adalah dengan melakukan penerapan FTA untuk mengidentifikasi risiko yang terjadi pada proses pekerjaan. Untuk menjelaskan dimana RBI diaplikasikan dalam proses inspeksi untuk perencanaan biaya proses pengapungan kapal tenggelam dapat dilihat pada gambar



Gambar 5.1 Alur Pendekatan RBI

Pertama dilakukan identifikasi risiko dengan menggunakan FTA untuk mengidentifikasi risiko apa saja yang terdapat pada proses pengapungan kapal tenggelam. Setelah identifikasi dilakukan, implementasikan RBI adalah langkah selanjutnya. Untuk mengimplementasikan RBI maka dibutuhkan bantuan *framework* dan *checklist*. *Framework* memiliki alur risiko dalam prosesnya, dalam proses *checklist* identifikasi dan mitigasi yang dilakukan untuk mengantisipasi risiko.

5.2. Framework dan Checklist

Framework (kerangka kerja) adalah kumpulan prosedur-prosedur pada sebuah proses untuk tujuan tertentu yang sudah siap digunakan, sehingga mempermudah pekerjaan seseorang tanpa harus membuat fungsi atau urutan kerja dari awal pekerjaan. Kerangka kerja membuat pekerjaan lebih tertata dan terorganisir sehingga dalam mendeteksi sebuah kesalahan menjadi lebih mudah. *Framework* merupakan pondasi awal sebuah pekerjaan untuk menentukan pekerjaan apa yang akan dikerjakan. Pertama tentukan dahulu pekerjaan yang ingin diidentifikasi, lalu terapkan prosesnya dengan *framework*. Tanpa *framework* kita akan kesulitan dalam membuat program kerja. Beberapa alasan mengapa memilih untuk menggunakan *framework*:

- Mempermudah pembangunan sebuah proses kerja
- Memudahkan proses *maintenance* karena sudah ada pola tertentu dalam *framework*
- Lebih bebas dalam pengembangannya

Pada Gambar 4.4 merupakan proses pekerjaan pengapungan kapal tenggelam dimana terdapat identifikasi masalah dan risiko serta munculnya biaya risiko tak terduga diharapkan dapat diantisipasi. Dari kerangka kerja dapat terlihat bagian-bagian yang memiliki risiko pada prosesnya, dimana risiko tersebut dapat menimbulkan biaya tidak terduga.

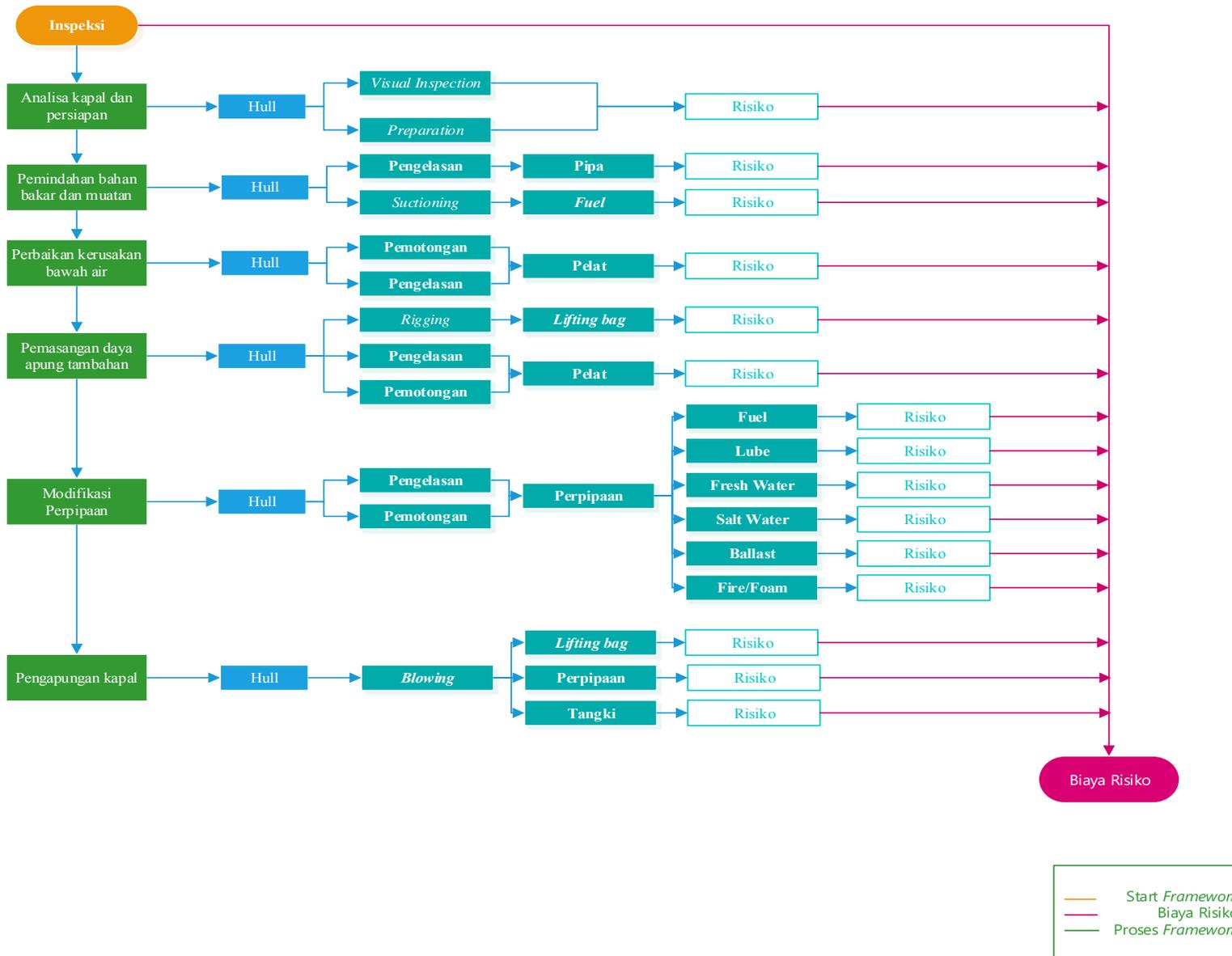
Checklist berguna mengidentifikasi risiko dan jumlah material komponen yang terlibat dalam proses pengapungan kapal tenggelam. Dalam proses *checklist* berperan untuk identifikasi dan mitigasi yang dilakukan untuk mengantisipasi risiko. *Checklist* yang digunakan berisi:

- *Item*
- Komponen
- Faktor Sumber Risiko
- Jenis Pekerjaan

Dalam *checklist* ini faktor sumber risiko diisi sesuai risiko yang terdapat pada proses pengapungan kapal tenggelam. Mengidentifikasi sumber risiko dapat mengantisipasi apa yang dibutuhkan setiap pekerjaan proses pengapungan kapal. Faktor sumber risiko yang ada pada pekerjaan pengapungan kapal tenggelam adalah sebagai berikut:

- Kerusakan
Sumber risiko diakibatkan dari kerusakan pada kapal, seperti korosi ataupun kerusakan lainnya yang ada pada kapal
- Bahan Kimia
Sumber risiko berasal dari bahan kimia yang ada di kapal ataupun di sekitar kapal seperti bahan bakar, minyak pelumas ataupun berasal dari muatan
- Kondisi Alam
Risiko berasal dari alam seperti arus kencang, gempa bumi, ataupun bencana yang lainnya
- Peralatan
Sumber risiko berasal dari peralatan yang digunakan seperti kompressor, airbag, crane ataupun pompa
- *Human Error*
Mengidentifikasi kesalahan yang terjadi berasal dari operator yang menjalankan tugasnya.

Setelah mengidentifikasi risiko yang ada pada pekerjaan tersebut maka dilakukan evaluasi risiko tersebut. Evaluasi risiko berisi tingkat risiko, mitigasi risiko, dan penambahan harga. Risiko yang telah didapatkan dilakukan penilaian tingkat risikonya, lalu setelah itu dilakukan mitigasi apa yang digunakan untuk mengurangi tingkat risiko tersebut. Setelah itu maka dari tindakan yang diberikan untuk mengurangi risiko tersebut dilakukan penambahan harga sesuai tindakan yang diberikan.



Gambar 5.2 Framework Proses Pengapungan Kapal Tenggelam

- Analisa Kondisi Kapal dan Persiapan

Pada proses analisa kondisi kapal dan perisapan terdapat pekerjaan *visual inspection* dan *preparation* kebutuhan. Pekerjaan dimulai dengan inspeksi yang bertujuan untuk mengetahui bagaimana kondisi kapal tenggelam yang akan diangkat. Setelah itu dipersiapkan segala macam kebutuhan yang diperlukan pada proses pekerjaan. Pada proses ini risiko terjadi ketika proses inspeksi kondisi kapal tidak tepat maka proses perencanaan kebutuhan tidak sesuai dengan keperluan.

- Pемindahan Bahan Bakar dan Muatan

Proses selanjutnya adalah pemindahan bahan bakar dan muatan yang dilakukan pada badan kapal. Proses pekerjaan yang dilakukan adalah pengelasan dan penyedotan bahan bakar Pada proses ini risiko dapat terjadi saat pemindahan bahan bakar yang melibatkan bahan kimia. Bahan kimia dapat memicu terjadinya ledakan.

- Perbaikan Kerusakan Bawah Air

Proses selanjutnya yaitu memperbaiki kerusakan yang terdapat pada lambung kapal. Dalam proses ini terdapat pekerjaan pemotongan dan pengelasan yang dilakukan di dalam air. Risiko yang terjadi pada pekerjaan ini adalah timbulnya ledakan dari proses pemotongan dan pengelasan akibat dari adanya bahan kimia dibadan kapal dan juga badan kapal patah.

- Pemasangan Daya Apung Tambahan

Selanjutnya adalah proses pemasangan daya apung tambahan yang berupa *air bag*. Proses ini berisiko karena suatu saat kapal dapat terbalik dengan tiba-tiba karena penempatan *airbag* yang tidak sesuai sehingga membuat kapal terbalik.

- Modifikasi Perpipaan

Langkah selanjutnya adalah dengan memodifikasi perpipaan yang akan difungsikan sebagai daya apung tambahan bagi kapal. Dalam proses pekerjaan dilakukan dengan pemotongan dan pengelasan pada sistem perpipaan. Proses ini terdapat risiko terbaliknya kapal karena arus laut yang kencang sehingga menyebabkan badan kapal patah.

- Pengapungan Kapal

Proses pengapungan kapal dilakukan dengan meniupkan udara kedalam lambung kapal yang telah dibuat kedap. Peniupan udara juga dilakukan pada *air bag* yang telah dipasang dan tangka-tangki kapal yang telah dimodifikasi sebagai daya apung tambahan. Dalam proses ini banyak risiko yang dapat membuat terjadinya kegagalan. Risiko yang terdapat pada proses pengapungan mulai dari kapal terjatuh karena terjadi kebocoran pada tangki sehingga udara yang ditiupkan menjadi keluar. Kerusakan peralatan juga dapat menjadi sumber kegagalan

apabila kompresor tiba-tiba mengalami kerusakan. Kapal yang tiba-tiba terangkat dengan cepat atau terbalik juga menjadi sumber risiko yang ada pada pekerjaan pengapungan kapal. Dalam kerangka kerja dapat diketahui bagian-bagian yang berisiko dari sistem pekerjaan.

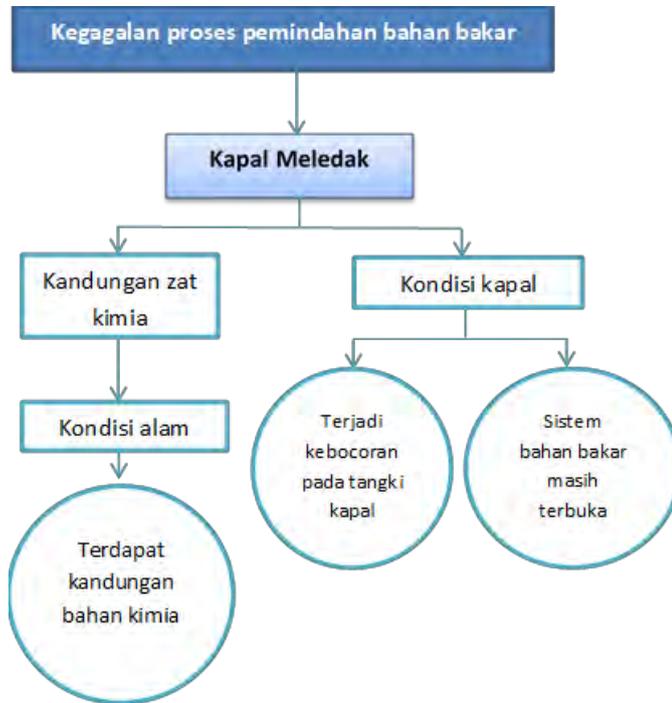
Tabel 5.1 *Checklist* Pekerjaan Pengapunga Kapal Tenggelam

JENIS PEKERJAAN :			FAKTOR SUMBER RISIKO					Evaluasi Risiko		
N O	Item	Komponen	Kerusakan	Bahan Kimia	Kondisi Alam	Peralatan	Human Error	Tingkat Risiko	Mitigasi Risiko	Biaya
1	Lambung	Pelat Sisi Atas								
		Pelat Sisi Bawah								
		Pelat keel								
		Pelat Alas								
2	Tanki	Tanki Bahan Bakar								
		Tanki Pelumas								
		Tanki Balast								
		Tanki air Tawar								
3	Perpipaan	Pipa Ballast								
		Pipa Bahan Bakar								
		Pipa Pelumas								
		Pipa Air Tawar								
		Pipa Air Laut								
		Pipa Pemadam								

Checklist komponen kapal dibuat sebagai kerangka inspeksi kondisi kapal saat implementasikan RBI pada proses pengapungan kapal tenggelam dilakukan dapat menggunakan identifikasi berdasarkan *checklist* tersebut. Didalam tabel *checklist* terdapat *item* yang dianalisa, komponen, faktor sumber risiko dan evaluasi risiko. Dalam Tabel 5.1 diketahui bahwa *item* yang diidentifikasi, yaitu lambung, perpipaan, dan tanki. Setelah itu lalu diidentifikasi lagi faktor sumber risiko yang terjadi pada setiap komponen seperti pelat sisi atas, pelat sisi bawah, pelat keel yang hasil risikonya nanti akan diberikan tingkat level risiko tersebut dan mitigasinya. Dari hasil mitigasi tersebut, maka didapatkan harga yang harus dikeluarkan dalam penanganan risikonya.

5.2.1. FTA Proses Pemindahan Bahan Bakar

Berikut adalah FTA pada Proses Pemindahan Bahan Bakar :

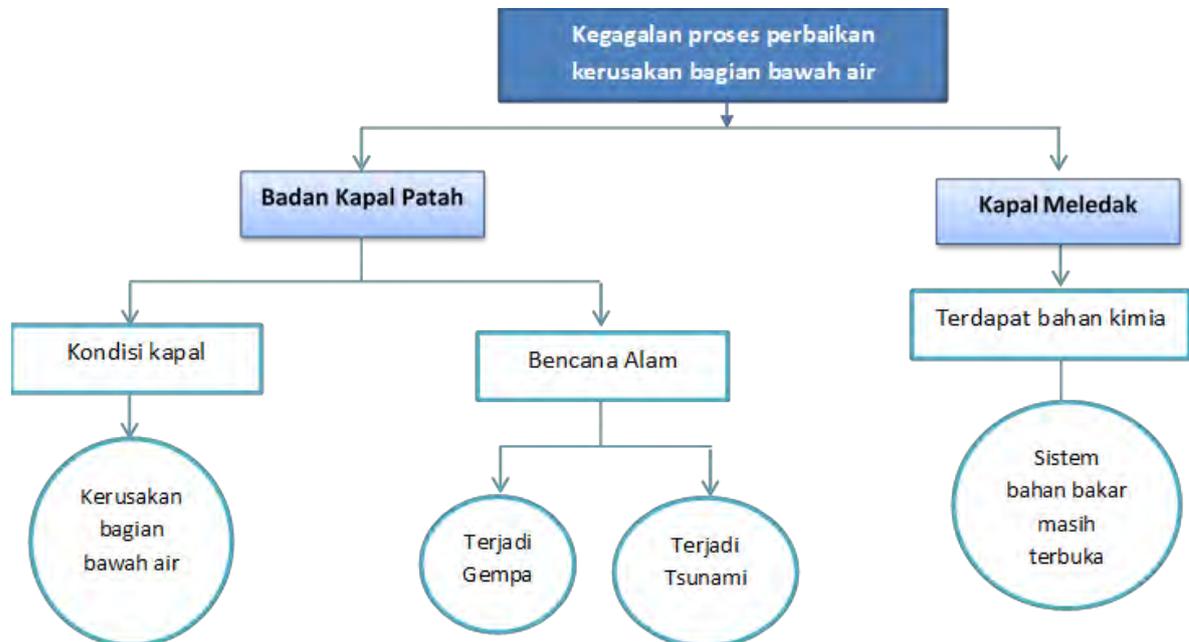


Gambar 5.3. FTA pemindahan bahan bakar

Sebelum kapal dilakukan perbaikan bawah air, maka dilakukan penyedotan bahan-bahan kimia seperti bahan bakar/*fuel*, pelumas, ataupun bahan bakar yang berada pada muatan kapal tersebut. Tentu dalam proses pemindahannya terdapat banyak risiko yang mendasarinya. Pada proses pemindahan bahan bakar untuk *top event* risiko yang dihadapi adalah kapal meledak. Penyebab dari meledaknya kapal ada 3 unsur yang mendasari, yaitu sistem bahan bakar yang masih terbuka, kebocoran pada tanki kapal, dan terdapat kandungan bahan kimia yang berasal dari alam ataupun kapal itu sendiri disekitar kapal. Ketika di sekitar kapal ada bahan kimia maka pekerjaan pengelasan bawah laut menjadi bahaya. Hal tersebut dikarenakan pekerjaan pengelasan bawah laut dapat memicu bahan kimia sehingga membuat kapal menjadi meledak.

5.2.2. FTA Proses Perbaikan Bagian Bawah Air

Berikut adalah FTA proses perbaikan kerusakan bawah air:

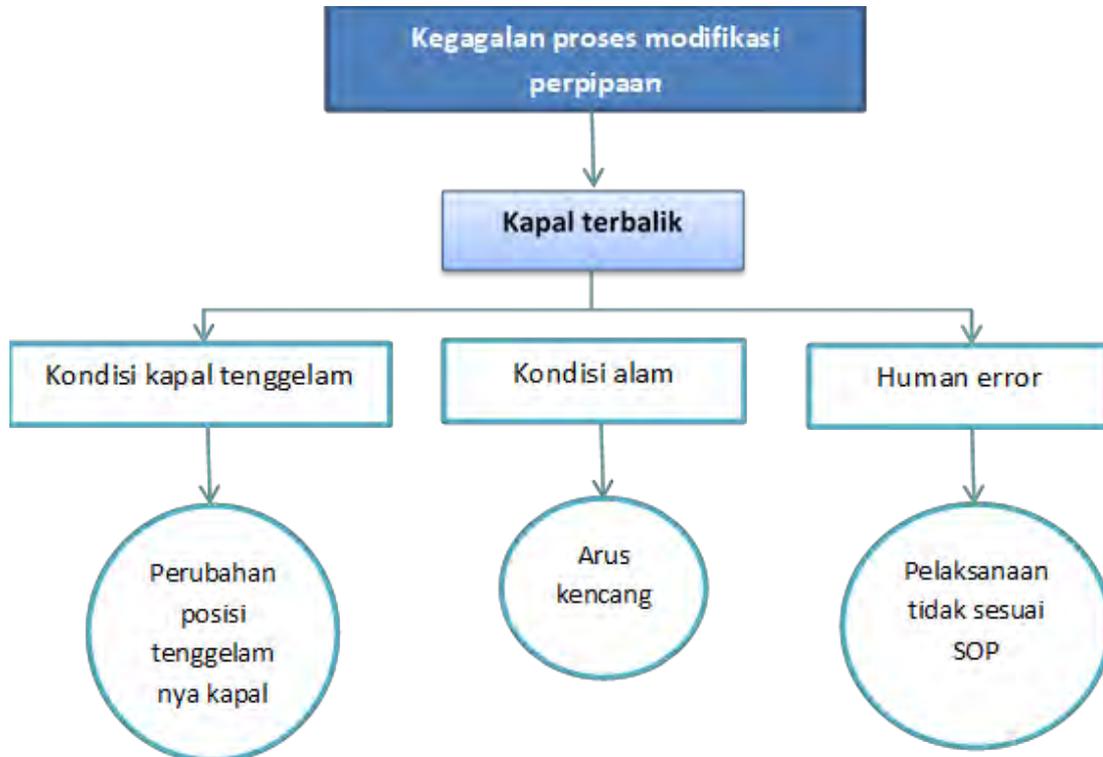


Gambar 5.4. FTA Proses Perbaikan Bagian Bawah Air

Setelah dilakukan pemindahan bahan bakar, maka langkah selanjutnya adalah perbaikan bawah air kapal. Perbaikan bawah air dilakukan agar kapal menjadi kedap dan dapat menampung udara yang akan ditiupkan kedalam kapal sehingga kapal dapat mengapung dengan sendirinya. Dalam proses perbaikan bagian bawah air diketahui bahwa risiko yang dihadapi adalah risiko badan kapal patah dan kapal meledak. Dalam melakukan perbaikan bawah air maka kapal diperbaiki bagian mana yang terdapat kerusakan, seperti korosi ataupun bagian yang rusak lainnya. Biasanya dalam pekerjaan perbaikan bawah air kapal yang telah tenggelam mengalami banyak korosi. Hal tersebut dapat membahayakan bagi para penyelam yang bertugas untuk memperbaiki bagian bawah air. Kapal dapat mengalami patah secara tiba-tiba sehingga menimpah penyelam yang memperbaiki bagian bawah air. Ketika memperbaiki bagian bawah air, pekerjaan yang dilakukan juga termasuk *replating*. Sehingga kemungkinan terjadinya kapal terbakar sangat mungkin terjadi. Dalam gambar 5.4 diketahui bahwa yang mendasari kapal tersebut untuk patah adalah kerusakan bawah air dan faktor yang menyebabkan kapal mengalami kebakaran adalah terdapat bahan kimia disekitar kapal dan sistem bahan bakar masih terbuka.

5.2.3. FTA Modifikasi Perpipaan

Berikut adalah FTA pada proses modifikasi Perpipaan :

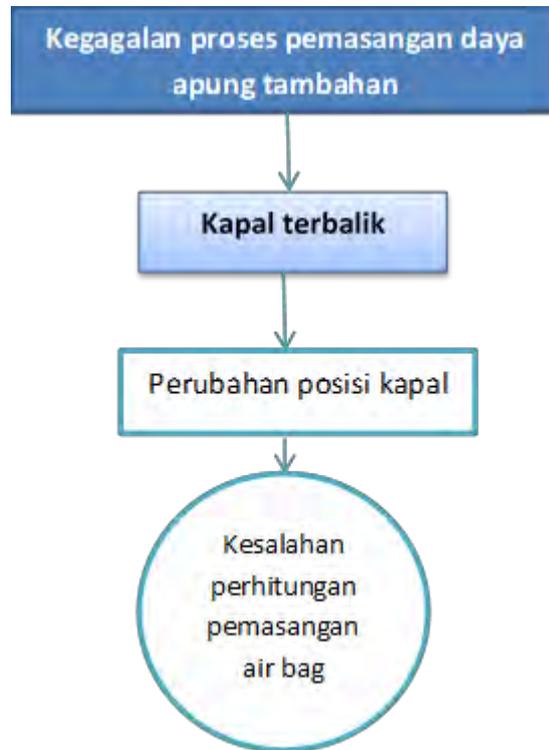


Gambar 5.5. FTA modifikasi perpipaan

Proses modifikasi perpipaan dilakukan untuk memberikan tambahan daya apung pada kapal ketika proses penapungan. Dalam proses modifikasi pipa terdapat risiko yang dapat menggagalkan prosesnya. Dalam analisa risiko dengan menggunakan FTA ditemukan beberapa sumber risiko yang dapat membuat kegagalan proses serta menimbulkan biaya risiko. Kegagalan yang terjadi pada proses modifikasi perpipaan adalah karena kapal terbalik. Hal itu disebabkan karena pada proses tersebut terdapat pekerjaan yang berhubungan langsung dengan badan kapal sehingga kapal dapat berubah dari posisi tenggelam sebelumnya. Dalam FTA Gambar 5.5 diketahui bahwa risiko kapal terbalik dapat disebabkan oleh beberapa hal, mulai dari kondisi kapal tenggelam, kondisi alam, ataupun *human error*. Akar dari sumber risiko kondisi kapal tenggelam adalah posisi tenggelamnya kapal yang dapat berubah setiap saat. Kondisi arus yang kencang juga dapat membuat kapal berubah posisi dari sebelumnya sehingga membahayakan penyelam dan kapal tersebut. Sumber risiko selanjutnya adalah berasal dari pelaksanaan yang tidak sesuai SOP. Seperti kapal yang seharusnya di beri tali ikatan agar tidak berubah posisinya akan tetapi operator tidak mengikuti arahan yang telah diberikan.

5.2.4. FTA Proses Pemasangan Daya Apung Tambahan

Berikut adalah FTA pada proses pemasangan daya apung tambahan :

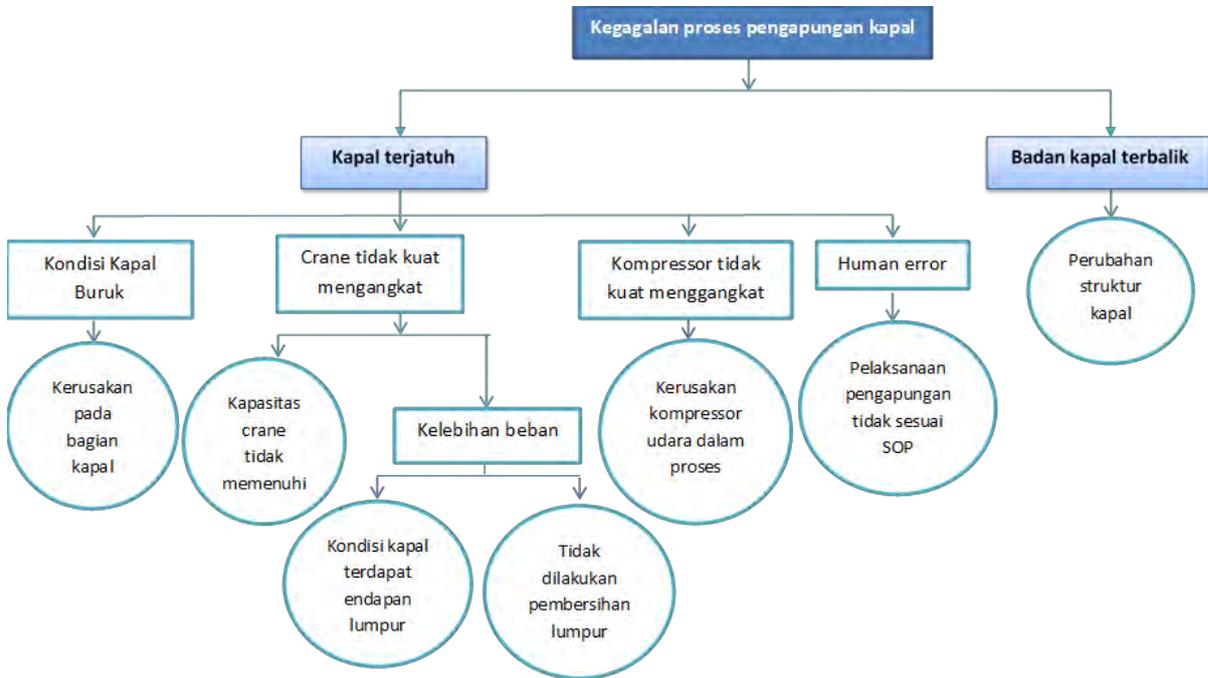


Gambar 5.6 FTA pemasangan daya apung tambahan

Dalam proses pengapungan kapal diperlukan pemasangan daya tampung tambahan seperti *airbag* ataupun tanki tambahan. Akan tetapi, pembuatan tanki tambahan sangat besar biaya yang harus dikeluarkan dan juga memakan waktu yang lama karena harus dilakukan fabrikasi. Metode yang digunakan dalam pemasangan daya apung tambahan adalah dengan menggunakan *airbag*. Akan tetapi, dalam pemasangan *airbag* harus dilakukan dengan penuh perhitungan. Metode dengan menggunakan *airbag* ini banyak dipakai dalam pekerjaan pengapungan di Indonesia. Pemasangan *airbag* sangat berisiko karena ketika *airbag* dipompakan udara ke dalamnya *airbag* bisa membuat penyelam terjepit diantara *airbag* yang dipasang. Selain itu, kapal juga dapat terangkat tiba-tiba dengan sangat cepat sehingga membahayakan operator. Dalam proses pemompaan udara ke dalam *airbag* harus dilakukan dengan penuh perhitungan karena apabila penyebaran gaya apung tidak merata maka kapal bisa terbalik secara tiba-tiba. Dalam FTA pemasangan daya apung tambahan maka diketahui bahwa penyebab kegagalan proses pemasangan daya apung tambahan adalah kapal terbalik yang disebabkan oleh kesalahan perhitungan pemasangan *airbag*.

5.2.5. FTA Proses Pengapungan Kapal

Berikut adalah FTA pada proses pengapungan kapal :



Gambar 5.7. FTA Pengapungan Kapal

Dalam proses pengapungan kapal tenggelam tentu banyak risiko yang dihadapi dan risiko yang dihadapi bermacam-macam. Dalam proses analisa risiko dengan menggunakan FTA. Diketahui bahwa kegagalan proses pengapungan kapal tenggelam dikarenakan badan kapal terbalik dan kapal terjatuh saat diapungkan. Pada risiko kapal terjatuh dapat disebabkan karena kondisi kapal yang buruk, *crane* tidak dapat mengangkat beban, kompresor tidak kuat mengapungkan, serta *human error*. *Crane* tidak dapat mengangkat disebabkan karena kapasitas *crane* tidak mencukupi, serta *crane* kelebihan beban dikarenakan kondisi kapal terdapat endapan dan kapal tidak dilakukan pembersihan lumpur. Kondisi kapal yang buruk juga dapat mengakibatkan kegagalan, hal itu disebabkan oleh kondisi kerusakan kapal tenggelam yang dapat membuat kapal terbelah menjadi dua. Kompresor yang mengalami kerusakan tiba-tiba juga dapat membuat kapal terjatuh karena asupan udara yang dipompakan kedalam kapal berhenti. Faktor kelalaian dari operator juga dapat membuat proses pengapungan gagal. Kegagalan pada proses pengapungan kapal tidak hanya karena kapal terjatuh tetapi juga berasal dari badan kapal terbalik yang dikarenakan penyebaran udara yang dipompakan melalui kompresor tidak merata dalam kapal, apabila udara yang dipompakan hanya masuk kedalam salah satu bagian kapal maka kapal dapat terbalik dari posisinya semula.

5.3. Probability of Failure

Untuk penentuan peluang terjadinya kegagalan, maka dibutuhkan data yang berhubungan dengan kemungkinan terjadinya risiko kegagalan. Dalam Tugas Akhir ini untuk proses penilaian menggunakan penilaian kualitatif. Penilaian kualitatif dilakukan berdasarkan pengalaman ahli yang bergerak dibidang pengapungan kapal tenggelam. Artinya responden yang terpilih adalah responden yang dianggap mengerti dengan risiko dalam proses pengapungan kapal tenggelam. Dalam penyebaran kuisioner ditunjukkan kepada pihak *expert* yang sudah bekerja minimal 2 tahun. Daftar responden pada penelitian ini adalah :

Tabel 5.2 Responden Penelitian Tugas Akhir

Responden Penelitian Tugas Akhir				
No	Perusahaan	Jabatan	Lama Bekerja (tahun)	Usia
1	Kantor Kesyahbandaran utama Tanjung Perak	Verifikator ISPS code & Pengawas Salvage/PBA	11	39
2	PT. Yalagada Surya	Diver Master	33	61
3	Kantor Kesyahbandaran utama Tanjung Perak	Verifikator ISPS code & Pengawas Salvage/PBA	10	39
4	PT. Jasalindo	Maintenance & supervisor salvage	5	33
5	PT. Jasalindo	Research and Development Manaer	9	33

Dalam Tabel 5.2 dapat dilihat bahwa responden melakukan pengisian kuisioner berbeda-beda latar belakangnya. Dari 5 orang responden 3 orang berasal dari perusahaan yang bergerak dibidang *salvage*. Untuk 2 orang lainnya berasal dari pihak yang berwenang pada kapal-kapal yang ada di Pelabuhan Tanjung Perak. Berdasarkan data tersebut diketahui bahwa responden yang mengisi kuisioner Tugas Akhir ini memiliki masa bekerja yang berbeda-beda mulai dari 5 tahun sampai 33 tahun. Pekerjaan responden berbeda-beda mulai dari *diver master*, *salvage master*, *supervisor salvage* serta pengawas *salvage*.

Tabel 5.3 Skala Kriteria Probabilitas

probabilitas		Keterangan		
skala	kriteria	kualitatif	semi kuantitatif	indeks frekuensi kuantitatif
1	sangat kecil/jarang terjadi	kemungkinan terjadi hanya pada situasi yang sangat luar biasa	terjadi kurang dari sama dengan sekali dalam 5 proses pengapungan kapal	kemungkinan terjadi diantara 1%-10%
2	kemungkinan kecil	peristiwa terjadi pada situasi khusus	terjadi 2 kali dalam 5 proses pengapungan kapal	kemungkinan terjadi diantara 10,1%-25%
3	kemungkinan sedang	kejadian dimungkinkan terjadi pada kebanyakan situasi	terjadi 3 kali dalam 5 proses pengapungan kapal	kemungkinan terjadi diantara 25,1%-50%

skala	kriteria	kualitatif	semi kuantitatif	indeks frekuensi kuantitatif
4	kemungkinan besar	peristiwa dimungkinkan terjadi pada berbagai situasi	terjadi 4 kali dalam 5 proses pengapungan kapal	kemungkinan terjadi diantara 50,1%-75%
5	kemungkinan sangat besar/hampir pasti	sering terjadi, muncul dalam keadaan yang paling banyak terjadi	terjadi 5 kali dalam 5 proses pengapungan kapal	kemungkinan terjadi diantara 75,1%-100%

Dalam Tabel 5.3 dijelaskan kriteria kemungkinan terjadinya kejadian pada proses pengapungan kapal tenggelam. Dijelaskan bahwa tingkatan kemungkinan yang terjadi mulai dari sangat jarang hingga kemungkinan yang sangat besar/hampir pasti terjadi. Kemungkinan terjadinya risiko berdasarkan tingkat terjadinya risiko dalam 5 kali pekerjaan, mulai dari terjadi kurang dari satu kejadian dalam 5 kali proses pekerjaan hingga terjadi 5 kali dalam 5 proses pengapungan. Dalam indeks frekuensi juga dijelaskan tingkat kemungkinan terjadinya risiko mulai dari 1%-10%, 10,1%-25%, 25,1%-50%, 50,1%-75% sampai 75,1%-100%. Berikut adalah risiko yang dihadapi dalam proses pengapungan kapal:

Tabel 5.4 Faktor Risiko Proses Pengapungan kapal

No	Kode	Risiko
1	A1	kesalahan analisa kondisi kerusakan kapal
2	A2	kesalahan perencanaan kebutuhan material dan komponen
3	A3	kekurangan SDM yang memenuhi kompetensi yang dibutuhkan
4	A4	terdapat kandungan bahan kimia
5	A5	sistem bahan bakar masih terbuka
6	A6	kerusakan bagian bawah air kapal
7	A7	terjadi gempa
8	A8	terjadi tsunami
9	A9	arus kencang
10	A10	terjadi kebocoran pada tangki kapal
11	A11	kesalahan perhitungan pemasangan air bag
12	A12	kerusakan kompressor udara dalam proses pengapungan kapal
13	A13	kelalaian operator dalam proses pengapungan kapal
14	A14	perubahan struktur kapal saat proses pengapungan
15	A15	pelaksanaan pengapungan tidak sesuai SOP
16	A16	kerusakan badan kapal saat diapungkan
17	A17	kapasitas crane tidak memenuhi
18	A18	tidak dilakukan pembersihan lumpur
19	A19	kondisi kapal terdapat endapan lumpur

Pada Tabel 5.4 risiko yang dihadapi dalam proses pengapungan kapal berjumlah 19 risiko. Dimana masing-masing risiko tersebut berasal dari masing-masing proses pekerjaan pengapungan kapal tenggelam. Dalam tabel tersebut juga diberi kode dari masing-masing risiko mulai dari A1 sampai

dengan A19. Berikut adalah hasil rekapitulasi probabilitas terjadinya risiko dari kuisioner yang telah diisi oleh masing-masing responden :

Tabel 5.5 Rekapitulasi Probabilitas Lamanya Tenggelam Dibawah 10 Tahun

Penilaian Probability Lama Tenggelam Di bawah 10 Tahun								
Kode	Responden					jumlah	rata-rata	pembulatan
	1	2	3	4	5			
A1	1	2	1	2	2	8	1.6	2
A2	1	2	2	1	2	8	1.6	2
A3	2	1	3	1	1	8	1.6	2
A4	3	1	3	2	4	13	2.6	3
A5	2	4	1	1	4	12	2.4	2
A6	1	4	1	4	4	14	2.8	3
A7	1	1	1	1	1	5	1	1
A8	1	1	1	1	1	5	1	1
A9	3	4	3	3	4	17	3.4	3
A10	2	3	2	2	4	13	2.6	3
A11	1	1	1	1	3	7	1.4	1
A12	1	1	1	1	1	5	1	1
A13	1	1	1	2	1	6	1.2	1
A14	1	3	1	4	4	13	2.6	3
A15	1	1	1	1	1	5	1	1
A16	1	4	1	3	4	13	2.6	3
A17	1	1	1	1	2	6	1.2	1
A18	1	4	1	1	4	11	2.2	2
A19	1	3	1	2	4	11	2.2	2

Pada Tabel 5.5 dapat dilihat jawaban dari masing-masing responden untuk peluang terjadinya risiko pada pengapungan kapal usia tenggelam dibawah 10 tahun. Jawaban dari responden bermacam-macam berdasarkan pengalaman responden. Masing-masing responden memilih skala dari 1 sampai 5 yang hasilnya nanti dibagi rata sesuai jumlah responden. Setelah didapatkan rata-ratanya maka hasil tersebut dibulatkan. Untuk jumlah rata-rata terbesar memiliki besar nilai 17 dan yang paling kecil sebesar 5. Dari jawaban diatas dapat kita lihat bahwa untuk risiko dengan kode A1, A2, A3, A5 dan A19 memiliki nilai pembulatan 2. Untuk risiko dengan kode A7, A8, A11, A12, A13, A15 dan A17 memiliki nilai sebesar 1. Risiko dengan besar nilai 3 dimiliki oleh risiko dengan kode A4 A6 A9 A10 A14 dan A16. Pada rekapitulasi kemungkinan terjadinya risiko pada kapal usia tenggelam dibawah 10 tahun tingkat kemungkinan risiko yang paling besar adalah 3 dan yang paling kecil memiliki nilai 1. Untuk pembulatan dari masing-masing risiko diambil nilai yang paling dekat dengan angka terbesar.

Contoh untuk besar nilai 2,4 dibulatkan menjadi 2 dan untuk besar nilai 2,6 dibulatkan menjadi 3.

Tabel 5.6 Rekapitulasi Probabilitas Lamanya Tenggelam Diatas 10 Tahun

Penilaian Probability Lama Tenggelam Di atas 10 Tahun								
Kode	Responden					jumlah	rata-rata	pembulatan
	1	2	3	4	5			
A1	2	2	1	2	3	10	2	2
A2	2	2	1	2	3	10	2	2
A3	2	1	3	1	1	8	1.6	2
A4	3	3	1	3	3	13	2.6	3
A5	2	5	1	5	5	18	3.6	4
A6	1	5	2	4	5	17	3.4	3
A7	1	1	1	1	1	5	1	1
A8	1	1	1	1	1	5	1	1
A9	3	2	1	4	4	14	2.8	3
A10	2	5	3	5	5	20	4	4
A11	1	2	1	2	3	9	1.8	2
A12	1	1	1	1	1	5	1	1
A13	2	1	1	1	1	6	1.2	1
A14	1	4	3	4	5	17	3.4	3
A15	1	1	1	1	1	5	1	1
A16	1	5	3	4	5	18	3.6	4
A17	1	1	1	5	5	13	2.6	3
A18	1	1	1	1	5	9	1.8	2
A19	2	5	1	5	5	18	3.6	4

Tabel 5.6 menjelaskan besar nilai peluang terjadinya risiko untuk usia tenggelamnya kapal diatas 10 tahun. Dari masing-masing risiko dapat dilihat untuk besar jumlah jawaban yang paling besar dimiliki oleh risiko dengan kode A10 yaitu sebesar 20 dan untuk risiko dengan jumlah terkecil dimiliki oleh risiko dengan kode A7, A8, A12 dan A15. Rata-rata dari masing-masing jawaban juga memiliki nilai yang berbeda-beda sesuai jumlah jawaban dibagi dengan jumlah responden. Besar nilai rata-rata bermacam-macam mulai dari 1 sampai dengan 4 untuk rata-rata terbesar. Untuk besar nilai pembulatan terkecil yaitu dengan besar 1 dimiliki oleh risiko dengan kode A7 A8 A12 A13 A15. Dan untuk besar nilai pembulatan 2 dimiliki oleh risiko dengan kode A1 A2 A11 dan A18. Sedangkan untuk risiko dengan kode A4 A6 A9 A14 A17 memiliki nilai pembulatan sebesar 3. Untuk nilai pembulatan terbesar yaitu dengan nilai 4 dimiliki oleh risiko dengan kode A5 A10 A16 A19.

5.4. *Consequence of Failure*

Konsekuensi merupakan bagian terpenting dalam proses penilaian risiko selain frekuensi. Dalam melakukan penilaian atau perkiraan frekuensi bisa dengan perhitungan

analitis. Perhitungan konsekuensi dilakukan untuk mengetahui seberapa besar dampak yang ditimbulkan dari risiko. Dalam tugas akhir ini perhitungan konsekuensi dilakukan berdasarkan pengalaman ahli. Sebelum melakukan perhitungan konsekuensi harus tersedia data-data dari objek yang akan dihitung. Setelah dilakukan perhitungan konsekuensi maka selanjutnya adalah melakukan evaluasi risiko dengan menggunakan matriks risiko. Matriks risiko merupakan cerminan dari penggabungan frekuensi dan konsekuensi yang ada. Berikut penjelasan penilaian konsekuensi risiko:

Tabel 5.7 Kriteria Kegagalan Proses Pengapungan

Dampak/Severity		keterangan	
skala	kriteria	kriteria severity	Indeks Frekuensi Kuantitatif
1	sangat rendah	tidak menimbulkan kerugian	Tingkat kerugian 0%
2	rendah	kerugian \leq Rp. 2,5 M	Tingkat kerugian \leq 20%
3	sedang	kerugian $>$ Rp.2,5M – Rp.5 M	Tingkat kerugian $>$ 20%-40%
4	tinggi	kerugian $>$ Rp.5 M - Rp.10M	Tingkat kerugian $>$ 40%-80%
5	sangat tinggi	kerugian $>$ Rp.10M	Tingkat kerugian diatas 80%

Pada Tabel 5.7 dapat dilihat bahwa kriteria dari konsekuensi yang ditimbulkan mulai dari sangat rendah, rendah, sedang, tinggi hingga sangat tinggi. Dalam penilaiannya kriteria konsekuensi dilakukan berdasarkan pekerjaan salah satu perusahaan *salvage*. Untuk kategori sangat rendah tidak ada kerugian yang ditimbulkan. Untuk kategori rendah lebih kecil sama dengan Rp. 2,5 M, dan untuk kategori sedang kerugian yang didapatkan lebih besar dari Rp.2,5 M sampai Rp.5 M. Untuk kegiatan diantara Rp. 5 M sampai dengan Rp. 10 M maka kerugian masuk dalam kategori tinggi. Sedangkan untuk kerugian diatas 10 M maka dampak yang ditimbulkan sangat tinggi.

Skala dalam penilaian konsekuensi ini berawal dari skala 1 sampai dengan yang paling tinggi yaitu skala 5. Skala ini nantinya akan dikalikan dengan skala frekuensi terjadinya risiko. Setelah dilakukan perkalian maka didapatkan matriks risiko pada proses pengapungan kapal tenggelam. Setelah dilakukan penilaian risiko maka langkah selanjutnya adalah proses evaluasi risiko. Risiko mana yang dapat dipilih dan mana risiko yang perlu mitigasi untuk mengurangi dampak risiko tersebut. Berikut adalah penilaian dampak risiko proses pengapungan kapal tenggelam :

Tabel 5.8 Penilaian Konsekuensi Risiko Lama Tenggelam dibawah 10 tahun

Penilaian Consequence Lama Tenggelam dibawah 10 tahun								
Kode	Responden					jumlah	rata-rata	pembulatan
	1	2	3	4	5			
A1	3	1	2	1	1	8	1.6	2
A2	2	2	2	2	2	10	2	2
A3	3	1	3	1	1	9	1.8	2
A4	5	1	5	1	1	13	2.6	3
A5	4	2	3	2	1	12	2.4	2
A6	2	1	2	1	1	7	1.4	1
A7	3	1	5	1	1	11	2.2	2
A8	5	1	5	1	1	13	2.6	3
A9	2	1	3	2	1	9	1.8	2
A10	2	1	3	1	1	8	1.6	2
A11	3	2	2	2	2	11	2.2	2
A12	2	2	2	2	2	10	2	2
A13	3	2	2	2	2	11	2.2	2
A14	3	1	3	1	1	9	1.8	2
A15	3	1	2	2	1	9	1.8	2
A16	3	1	3	1	1	9	1.8	2
A17	3	2	3	2	2	12	2.4	2
A18	2	1	2	2	1	8	1.6	2
A19	2	1	2	1	1	7	1.4	1

Tabel 5.8 adalah tabel rekapitulasi konsekuensi pada proses pengapungan kapal usia tenggelam dibawah 10 tahun. Dalam tabel tersebut dijelaskan bahwa dari 5 responden yang mengisi kuisisioner memiliki jawaban yang berbeda-beda. Skala yang digunakan mulai dari skala 1 sampai dengan 5. Dari tabel V.8 nilai terkecil dari jumlah jawaban responden, yaitu sebesar 7 dan untuk nilai terbesar mencapai 13. Nilai rata-rata untuk masing-masing risiko bermacam-macam mulai dari 1,4 untuk yang terkecil dan yang terbesar sebesar 2,6. Untuk pembulatan rata-rata nilai terkecil dari jawaban responden berasal dari kode risiko A6 dan A19 yaitu sebesar 1. Sedangkan untuk besaran nilai 2 dimiliki oleh risiko dengan kode A2, A3, A5, A7, A9, A10, A11, A12, A13, A14, A15, A16, A17 dan A18. Pembulatan tertinggi dimiliki oleh risiko dengan kode A4 dan A8.

Tabel 5.9 Penilaian Konsekuensi Risiko Lama Tenggelam diatas 10 tahun

Penilaian Consequence Lama Tenggelam diatas 10 tahun								
Kode	Responden					jumlah	rata-rata	pembulatan
	1	2	3	4	5			
A1	3	1	2	1	1	8	1.6	2
A2	2	1	2	1	2	8	1.6	2
A3	3	1	3	1	1	9	1.8	2
A4	5	1	5	1	1	13	2.6	3
A5	4	4	4	1	1	14	2.8	3
A6	2	2	3	1	1	9	1.8	2
A7	3	1	5	1	1	11	2.2	2
A8	5	1	5	1	1	13	2.6	3
A9	2	1	5	1	1	10	2	2
A10	2	1	4	1	1	9	1.8	2
A11	3	1	3	2	2	11	2.2	2
A12	2	1	3	1	2	9	1.8	2
A13	3	2	3	2	2	12	2.4	2
A14	3	2	4	2	1	12	2.4	2
A15	3	1	3	1	1	9	1.8	2
A16	3	2	4	2	1	12	2.4	2
A17	3	3	3	2	2	13	2.6	3
A18	2	1	3	1	1	8	1.6	2
A19	2	1	3	1	1	8	1.6	2

Tabel 5.9 adalah tabel rekapitulasi konsekuensi pada proses pengapungan kapal usia tenggelam diatas 10 tahun. Dalam tabel tersebut dijelaskan bahwa dari 5 responden yang mengisi kuisisioner memiliki jawaban yang berbeda-beda. Skala yang digunakan mulai dari skala 1 sampai dengan 5. Dari tabel V.8 nilai terkecil dari jumlah jawaban responden yaitu sebesar 7 dan untuk nilai terbesar mencapai 13. Nilai rata-rata untuk masing-masing risiko bermacam-macam mulai dari 1,6 untuk yang terkecil dan yang terbesar sebesar 2,8. Untuk pembulatan rata-rata nilai terkecil sebesar 1 tidak ada risiko yang memiliki nilai sebesar 1. Sedangkan untuk besaran nilai 2 dimiliki oleh risiko dengan kode A2, A3, A7, A9, A10, A11, A12, A13, A14, A15, A16, A18 dan A19. Dan untuk pembulatan tertinggi dimiliki oleh risiko dengan kode A4, A5, A8 dan A17.

5.5. Evaluasi Risiko

Pada evaluasi risiko tingkat keparahan yang dihasilkan mengacu pada Tabel 5.7 sedangkan untuk tingkat kemungkinan/probabilitas dapat dilihat pada Tabel 5.3 dimana tingkat kemungkinan dibagi menjadi 5 yaitu sangat kecil, kecil, sedang, besar dan sangat besar. Dan untuk tingkat keparahan dibagi menjadi 5 yaitu *insignificant*, *minor*, *moderate*, *major*, *critical*/katastropik. Setelah penilaian risiko mana hasilnya dapat disajikan dengan matriks risiko agar lebih mudah dipahami dan lebih sederhana. Berikut adalah matriks risiko dari penilaian risiko proses pengapungan kapal tenggelam.

			Consequence				
			Insignificant	Minor	Moderate	Major	Critical
			1	2	3	4	5
Probability	Sangat Besar	5	5	10	15	20	25
	Besar	4	4	8	12	16	20
	Sedang	3	3	6	9	12	15
	Kecil	2	2	4	6	8	10
	Sangat Kecil	1	1	2	3	4	5

Gambar 5.8 Peta Matriks Risiko

Dalam peta matriks risiko tingkat risiko dibagi menjadi 4, yaitu rendah, menengah, tinggi dan sangat tinggi. Warna-warna dalam peta matriks risiko menjelaskan tingkat risiko. Warna hijau untuk risiko dengan tingkat rendah, warna kuning menjelaskan bahwa risiko tersebut berada dalam tingkat menengah, sedangkan untuk warna orange menjelaskan bahwa risiko tersebut berada dalam tingkat tinggi. Warna merah menjelaskan bahwa risiko tersebut dalam kategori sangat tinggi.

Risiko yang berada dalam warna hijau atau risiko dengan tingkat rendah memiliki nilai besaran 1 sampai 3. Sedangkan untuk risiko dengan warna kuning atau risiko dengan tingkat risiko menengah memiliki nilai 4 sampai 9. Untuk risiko tinggi atau yang berwarna orange memiliki nilai besaran 10 sampai 16. Risiko dengan tingkat sangat tinggi memiliki nilai besaran 10 sampai 25. Besaran nilai yang berada pada masing-masing kotak berasal dari perkalian antara tingkat kemungkinan terjadinya risiko dengan tingkat keparahan yang dihasilkan risiko.

Tabel 5.10 *Risk Acceptable*

<i>Risk Acceptable</i>		
Level Risiko	Kriteria Untuk Manajemen Risiko	
1-3	Dapat Diterima	Lakukan pengendalian yang cukup
4-9	Dilakukan Pemantauan	Diberikan tindakan preventif (pencegahan)
10-16	Dilakukan Pemantauan	Diberikan tindakan preventif (pencegahan)
20-25	Tidak Dapat Diterima	Diberikan tindakan preventif (pencegahan)

Risiko *acceptable* adalah suatu proses evaluasi risiko dimana risiko tersebut dapat diterima mana risiko yang tidak dapat diterima. Biasanya suatu organisasi akan menentukan risiko mana yang dapat diterima dan risiko mana yang harus diberikan pengendalian ataupun pencegahan. Evaluasi risiko dalam tabel dibagi menjadi 4 bagian yaitu dapat diterima, dilakukan pemantauan dan tidak dapat diterima.

Untuk risiko dengan level rendah yaitu risiko dengan nilai besaran 1-3 dapat diterima dan dilakukan pengendalian yang cukup. Untuk risiko dengan tingkat risiko sedang, yaitu risiko dengan nilai besaran 4-9 dilakukan pemantauan dan diberikan tindakan preventif. Risiko dengan nilai 10-16 atau tingkat risiko tinggi dilakukan pemantauan dan diberikan tindakan preventif. Dan untuk risiko dengan nilai 20-25 atau risiko dengan tingkat sangat tinggi maka risiko tidak dapat diterima dan diberikan tindakan preventif.

Setelah dilakukan penilaian peluang terjadinya risiko dan dampak yang dihasilkan risiko. Maka langkah selanjutnya adalah membuat matriks risiko dimana matriks risiko merupakan cerminan dari penggabungan antara frekuensi dan konsekuensi yang ada. Sehingga kita dapat mengetahui dipetak mana matriks risiko tersebut. Berikut adalah matriks risiko proses pengangkatan kapal tenggelam usia dibawah 10 tahun.

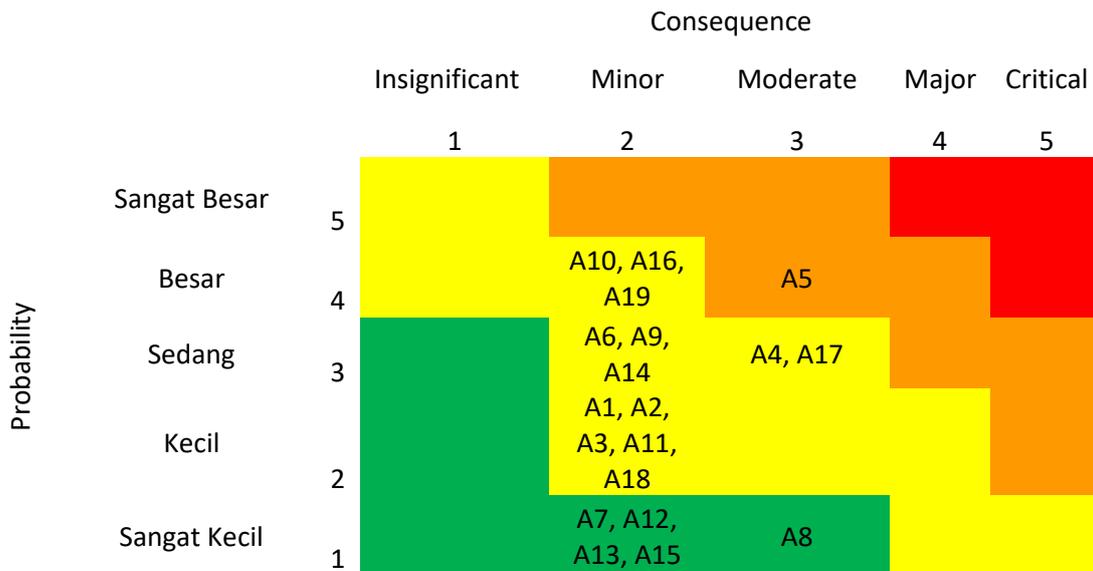
			Consequence				
			Insignificant	Minor	Moderate	Major	Critical
			1	2	3	4	5
Probability	Sangat Besar	5					
	Besar	4					
	Sedang	3	A6	A9, A10, A14, A16	A4, A17		
	Kecil	2	A19	A1, A2, A3, A5, A18			
	Sangat Kecil	1		A7, A11, A12, A13, A15, A17	A8		

Gambar 5.9 Matriks Risiko Usia Tenggelam dibawah 10 tahun

Tabel 5.11 Rekapitulasi Tingkat Risiko dibawah 10 tahun

No	Risiko	Probability	Consequence	RPN	Peta Risiko
1	kesalahan analisa kondisi kerusakan kapal	2	2	4	Menengah
2	kesalahan perencanaan kebutuhan material dan komponen	2	2	4	Menengah
3	kekurangan SDM yang memenuhi kompetensi yang dibutuhkan	2	2	4	Menengah
4	terdapat kandungan bahan kimia	3	3	9	Menengah
5	sistem bahan bakar masih terbuka	2	2	4	Menengah
6	kerusakan bagian bawah air kapal	3	1	3	Rendah
7	terjadi gempa	1	2	2	Rendah
8	terjadi tsunami	1	3	3	Rendah
9	arus kencang	3	2	6	Menengah
10	terjadi kebocoran pada tangki kapal	3	2	6	Menengah
11	kesalahan perhitungan pemasangan air bag	1	2	2	Rendah
12	kerusakan kompresor udara dalam proses pengapungan kapal	1	2	2	Rendah
13	kelalaian operator dalam proses pengapungan kapal	1	2	2	Rendah
14	perubahan struktur kapal saat proses pengapungan	3	2	6	Menengah
15	pelaksanaan pengapungan tidak sesuai SOP	1	2	2	Rendah
16	kerusakan badan kapal saat diapungkan	3	2	6	Menengah
17	kapasitas crane tidak memenuhi	1	2	2	Rendah
18	tidak dilakukan pembersihan lumpur	2	2	4	Menengah
19	kondisi kapal terdapat endapan lumpur	2	1	2	Rendah

Matriks risiko berfungsi untuk mengetahui bagian mana yang memasuki tingkat risiko rendah maupun tingkat risiko tinggi. Dari hasil penilaian masing-masing frekuensi dan konsekuensi dapat dilihat untuk risiko dengan tingkat risiko rendah berjumlah 9 risiko. Tingkat risiko rendah berasal dari kode risiko A6, A7, A8, A11, A12, A13, A15, A17 dan A19. Sedangkan untuk tingkat risiko menengah berjumlah 10 risiko. Risiko menengah berasal dari kode risiko A1, A2, A3, A4, A5, A9, A10, A14, dan A18



Gambar 5.10 Matriks Risiko Usia Tenggelam Diatas 10 tahun

Tabel 5.12 Rekapitulasi Tingkat Risiko dibawah 10 tahun

Tingkat Risiko Usia Tenggelam diatas 10 Tahun					
No	Risiko	Probability	Consequence	RPN	Peta Risiko
1	kesalahan analisa kondisi kerusakan kapal	2	2	4	Menengah
2	kesalahan perencanaan kebutuhan material dan komponen	2	2	4	Menengah
3	kekurangan SDM yang memenuhi kompetensi yang dibutuhkan	2	2	4	Menengah
4	terdapat kandungan bahan kimia	3	3	9	Menengah
5	sistem bahan bakar masih terbuka	4	3	12	Tinggi
6	kerusakan bagian bawah air kapal	3	2	6	Menengah
7	terjadi gempa	1	2	2	Rendah
8	terjadi tsunami	1	3	3	Rendah
9	arus kencang	3	2	6	Menengah
10	terjadi kebocoran pada tangki kapal	4	2	8	Menengah
11	kesalahan perhitungan pemasangan air bag	2	2	4	Menengah
12	kerusakan kompressor udara dalam proses pengapungan kapal	1	2	2	Rendah
13	kelalaian operator dalam proses pengapungan kapal	1	2	2	Rendah
14	perubahan struktur kapal saat proses pengapungan	3	2	6	Menengah
15	pelaksanaan pengapungan tidak sesuai SOP	1	2	2	Rendah
16	kerusakan badan kapal saat diapungkan	4	2	8	Menengah
17	kapasitas crane tidak memenuhi	3	3	9	Menengah
18	tidak dilakukan pembersihan lumpur	2	2	4	Menengah
19	kondisi kapal terdapat endapan lumpur	4	2	8	Menengah

Dalam matriks risiko untuk usia kapal diatas 10 tahun diketahui bahwa jumlah risiko dengan tingkat risiko rendah berjumlah 5 risiko. Sedangkan untuk risiko dengan tingkat risiko menengah berjumlah 13 risiko dan untuk risiko tinggi sebanyak 1 risiko. Tingkat risiko rendah berasal dari risiko dengan kode A7, A8, A12, A13, A16. Pada tingkat risiko menengah berasal dari kode risiko A1, A2, A3, A4, A6, A9, A10, A11, A14, A16, A17, A18 dan A19. Sedangkan untuk risiko tinggi hanya berasal dari risiko dengan kode A5.

5.6. Mitigasi

Upaya untuk mengurangi dampak yang dihasilkan dari risiko yang dihadapi merupakan bentuk dari mitigasi. Pada proses pengapungan kapal didapatkan beberapa risiko yang dihadapi seperti kapal terbalik, kapal terbakar, badan kapal patah dan kapal terjatuh. Dari beberapa risiko tersebut terdapat beberapa hal yang mendasarinya. Maka dari itu untuk mengurangi tingkat risiko tersebut dilakukan mitigasi. Mitigasi dilakukan untuk mengurangi dampak yang dihasilkan risiko. Tentu saja ketika melakukan mitigasi maka terdapat biaya-biaya yang dikeluarkan. Berikut tindakan preventif yang dilakukan pada proses pengapungan kapal tenggelam.

Tabel 5.13 Tindakan Preventif

No	Kondisi Existing	Akar Permasalahan	Tindakan Preventif
1	kurangnya jumlah penyelam	kesalahan analisa kondisi kerusakan kapal	penambahan jumlah penyelam untuk memastikan kondisi kerusakan kapal
2	kurangnya tenaga salvage master yang berpengalaman	kesalahan perencanaan kebutuhan material & komponen	salvage master harus berpengalaman
3	kurangnya penggunaan SDM yang memiliki kompetensi	kekurangan SDM yang memenuhi kompetensi yang dibutuhkan	menggunakan jasa operator sesuai SDM yang dibutuhkan
4	masih menggunakan pompa <i>electric</i>	terdapat kandungan bahan kimia	dilakukan penyedotan bahan kimia dengan pompa angin atau hydrolic
5	kurangnya pemeriksaan sistem bahan bakar	sistem bahan bakar masih terbuka	dilakukan pemeriksaan dan perbaikan sistem bahan bakar
6	kurangnya perbaikan bagian bawah air	kerusakan bagian bawah air kapal	dilakukan perbaikan bagian bawah air
7	tidak menggunakan software pendeteksi gempa sejak dini	terjadi gempa	menggunakan <i>earthquake alert</i>
8	tidak menggunakan software pendeteksi gempa sejak dini	terjadi tsunami	menggunakan <i>earthquake alert</i>
9	belum menggunakan alat prediksi arus air	arus kencang	menggunakan ADCP
10	tidak dilakukan analisa kondisi tangki	terjadi kebocoran pada tangki kapal	dilakukan analisa kondisi tangki kapal
11	belum menggunakan SDM yang berpengalaman	kesalahan perhitungan pemasangan air bag	menggunakan SDM berpengalaman
12	tidak disediakan kompresor cadangan	kerusakan kompresor udara dalam proses pengapungan kapal	menyediakan kompresor cadangan
13	meeting tidak dilakukan secara intensif	kelalaian operator dalam proses pengapungan kapal	dilakukan meeting sebelum dan sesudah memulai pekerjaan
14	tidak dilakukan rigging pada kapal	perubahan struktur kapal saat proses pengapungan	dilakukan rigging kapal pada saat peniupan udara dalam tangki kapal
15	kurangnya personel pengawas	pelaksanaan pengapungan tidak sesuai SOP	perlu adanya pengawasan pada saat proses pengapungan kapal
16	tidak dilakukan analisa kerusakan badan kapal	kerusakan badan kapal saat diapungkan	dilakukan analisa kerusakan badan kapal
17	SDM yang digunakan blm berpengalaman	kapasitas <i>crane</i> tidak memenuhi	menggunakan SDM berpengalaman
18	tidak dilakukan pembersihan lumpur	tidak dilakukan pembersihan lumpur	perlu adanya pembersihan endapan yang terdapat pada kapal
19	tidak dilakukan analisa kondisi endapan	kondisi kapal terdapat endapan lumpur	perlu analisa kondisi endapan pada kapal tenggelam

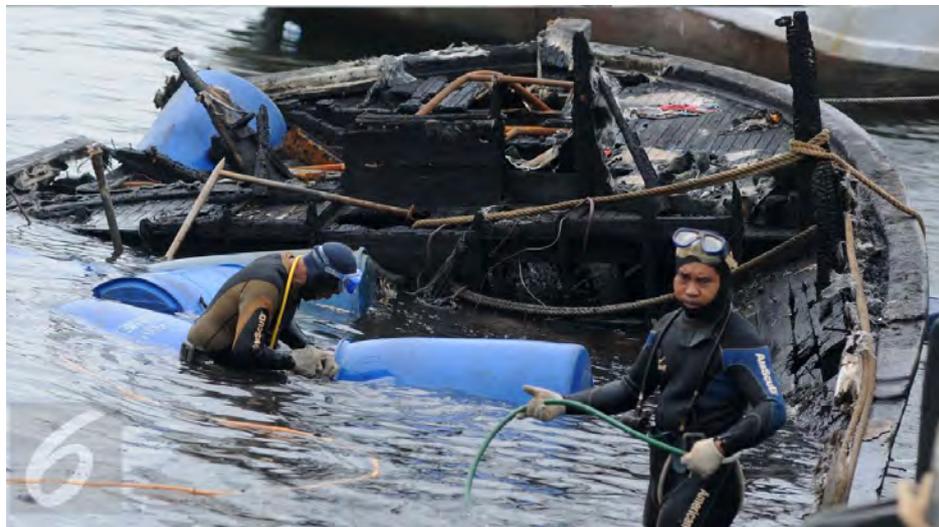
Pada Tabel 5.13 menjelaskan tindakan preventif dari masing-masing akar permasalahan yang didapat. Akar-akar permasalahan ini mendasari terjadinya risiko yang menyebabkan kegagalan pada proses pengapungan kapal. Oleh sebab itu, tindakan preventif diberikan untuk mengurangi ataupun mencegah terjadinya risiko kegagalan. Pada proses pengapungan kapal tenggelam didapatkan 19 risiko yang mendasari kegagalan tersebut. Risiko yang dihadapi bermacam-macam. Mulai dari kondisi alam, *human error*, kondisi kerusakan kapal, kerusakan peralatan, dan lain-lain. Pada risiko yang berasal dari kesalahan manusia dibagi menjadi 7 seperti kesalahan analisa kondisi kerusakan, kesalahan perencanaan kebutuhan material, tidak dilakukan pembersihan lumpur, kelalaian operator, pelaksanaan pengapungan tidak sesuai dengan SOP. Untuk risiko yang berasal dari kondisi kapal dibagi menjadi 6 yaitu sistem bahan bakar masih terbuka, kerusakan bawah air kapal, perubahan struktur kapal, kebocoran pada tangki kapal, kondisi kapal terdapat endapan.

Risiko yang berasal dari faktor alam tidak bisa dikendalikan. Risiko yang terjadi karena faktor alam adalah, arus kencang, tsunami dan terjadinya gempa. Hal tersebut tidak bisa dipredikisi kapan terjadinya karena datang secara tiba-tiba. Akan tetapi kejadian tersebut masih bisa dilakukan beberapa tindakan preventifnya. Pada risiko yang berasal dari kerusakan peralatan dibagi menjadi 2 yaitu berasal dari kerusakan kompresor dan kapasitas *crane* yang tidak mencukupi. Pada tabel diatas dapat kita lihat tindakan preventif dari masing-masing akar permasalahan. Seperti contoh, untuk risiko kelalaian operator maka tindakan preventif yang diberikan adalah dengan melakukan *meeting* tiap pagi sebelum pekerjaan dimulai dan sore hari ketika pekerjaan selesai untuk melakukan *review* dari pekerjaan yang telah dilakukan. Dan untuk risiko kebocoran pada tangki kapal maka untuk tindakan preventif yang dilakukan adalah dengan menganalisa kondisi tanki kapal sesaat sebelum diapungkan agar ketika proses pengapungan kapal tidak terjatuh ketika kekurangan daya apung.

Pada risiko terjadinya kerusakan pada kompresor pada saat pengapungan maka tindakan preventif yang diberikan adalah dengan menyediakan kompresor cadangan agar pada saat kompresor rusak maka asupan udara yang dimasukan ke kapal digantikan oleh kompresor cadangan sehingga proses pengapungan tetap berjalan dan tidak mengalami kegagalan. Tindakan preventif diberikan untuk mencegah terjadinya risiko yang tidak diinginkan sehingga menimbulkan biaya-biaya yang besar.

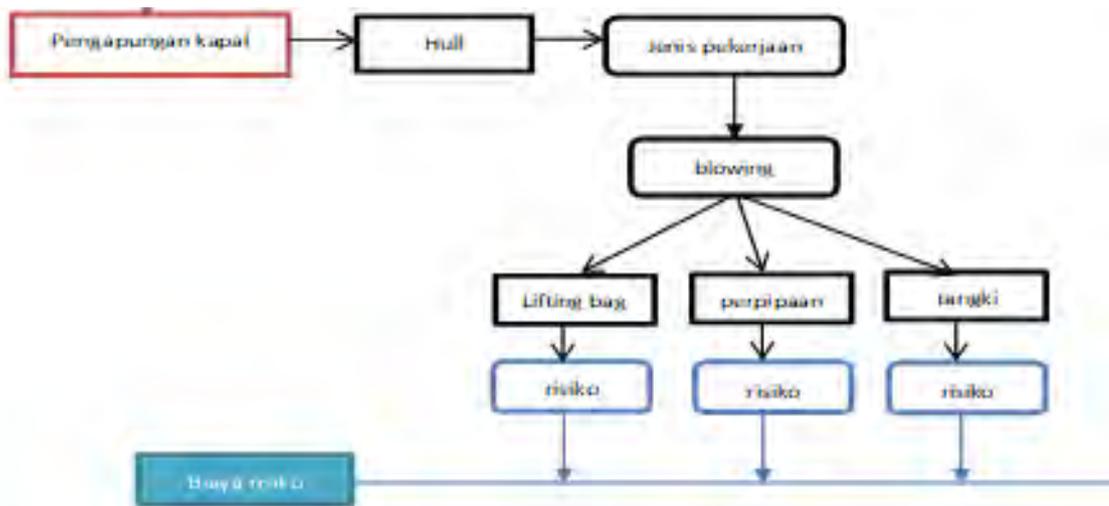
5.7. Strategi penerapan RBI

Penerapan RBI lebih untuk memberikan alternatif pekerjaan yang dilakukan untuk dapat merencanakan biaya yang dikeluarkan pada saat proses pengapungan kapal. Tujuannya adalah untuk mengantisipasi munculnya biaya tak terduga pada saat proses pekerjaan sehingga mencegah munculnya kemungkinan untuk merevisi biaya yang telah disepakatai dalam kontrak. Penerapan sebuah kerangka pekerjaan akan membuat pekerjaan ini lebih teratur dan lebih terlihat dampak yang dihasilkan. Kerangka kerja atau *framework* adalah pola pikir jalannya suatu pekerjaan. Ketika pola pikir suatu pekerjaan diketahui maka langkah untuk merencanakan antisipasi pada sebuah pekerjaan akan menjadi lebih mudah.



Gambar 5.11 Proses Pengapungan Kapal
(Sumber : liputan6.com, 2017)

Kasus penerapan yang digunakan untuk proses pengapungan kapal. Perencanaan proses pengapungan kapal teridentifikasi risiko pada tiap pengerjaannya. Risiko yang dihasilkan tidak hanya berasal dari satu sumber tapi ada sumber lain yang mendasarinya. Dalam *framework* dapat dilihat pada pekerjaan pengapungan terdapat proses meniupkan udara kedalam beberapa komponen untuk membuat kapal terangkat. Risiko tidak hanya berasal dari kompresor yang bertugas untuk meniupkan udara kedalam sarana apung, tetapi juga risiko dapat berasal dari kondisi kapal, tangki kapal, serta *human error*. Sehingga teori RBI ini menghasilkan *checklist* yang harus diisi setiap akan melakukan pekerjaan pengapungan kapal tenggelam. *Checklist* diadaptasi dari sistem yang telah diterapkan pada proses pengapungan kapal tenggelam.



Gambar 5.12 *Framework* Pekerjaan Pengapungan Kapal

Tabel 5.12 menjelaskan bagaimana proses pengapungan kapal dikerjakan. Proses pengapungan melibatkan *hull* yang akan diapungkan. Jenis pekerjaan yang dilakukan adalah *blowing* udara ke dalam masing-masing komponen. Udara yang ditiupkan akan sebar ke dalam tangka kapal, perpipaan yang telah dimodifikasi sebagai daya apung tambahan dan *lifting bag* sebagai sarana tambahan untuk mengapungkan kapal. Proses kerja seperti ini dapat direncanakan biayanya dengan menggunakan *framework* dan mengetahui risiko biaya selama proses pekerjaan dibantu dengan *checklis* pada Tabel 5.1 sebelum proses pekerjaan. Sumber risiko pada pekerjaan ini antara lain :

- Peralatan
- Kerusakan
- *Human error*

Perencanaan biaya mitigasi karena teridentifikasi risiko merupakan proses perencanaan biaya pengapungan kapal tenggelam. Penambahan biaya dimaksudkan untuk meminimalisir risiko yang akan dihadapi. Apabila mitigasi tidak dilakukan maka biaya yang dikeluarkan apabila risiko terjadi lebih besar daripada biaya mitigasi. Tentunya dalam hal ini perusahaan akan mengeluarkan biaya yang tidak tercantum dalam kontrak pekerjaan pengapungan. Berikut adalah hasil dari mitigasi proses pengapungan kapal:

Tabel 5.14 Hasil Mitigasi Proses Pekerjaan Pengapungan

Kegiatan	Risiko	Tingkat Risiko	Mitigasi
Pengapungan Kapal	kerusakan kompressor udara dalam proses pengapungan kapal	Rendah	menyediakan kompressor cadangan
	terjadi kebocoran pada tangki kapal	Rendah	analisa kondisi tangki kapal
	perubahan struktur kapal saat proses pengapungan	Menengah	rigging kapal pada saat peniupan udara dalam tangki kapal
	kelalaian operator dalam proses pengapungan kapal	Rendah	meeting sebelum dan sesudah memulai pekerjaan
	kerusakan badan kapal saat diapungkan	Menengah	analisa kerusakan badan kapal
	kapasitas crane tidak memenuhi	Menengah	menghitung kebutuhan crane dengan tepat
	tidak dilakukan pembersihan endapan	Menengah	pembersihan endapan yang terdapat pada kapal
	kondisi kapal terdapat endapan lumpur	Rendah	analisa kondisi endapan pada kapal tenggelam

Risiko dan konsekuensi akan memiliki mitigasi yang membutuhkan biaya untuk antisipasi risiko. Hasil dari mitigasi proses pekerjaan ditambahkan pada biaya kontrak pekerjaan. Dalam Tabel 5.14 kegiatan pengapungan kapal memiliki risiko yang berasal dari *human error*, kerusakan kapal dan peralatan. Untuk kerusakan kompressor dalam proses pengapungan kapal berada pada tingkat risiko yang rendah sehingga dalam prosesnya hanya perlu dilakukan pemantauan dan pengendalian yang cukup. Pada risiko dengan tingkat menengah seperti risiko perubahan struktur saat proses pengapungan kapal harus diberikan tindakan preventif karena risiko tersebut berada pada tingkat menengah. Mitigasi dilakukan karena kapal dapat berubah posisi secara tiba-tiba seperti mengapung dengan cepat ketika udara dipompakan dalam kapal yang mengakibatkan kapal terbalik sehingga membahayakan operator ataupun struktur kapal itu sendiri. Oleh karena itu bentuk mitigasi yang dilakukan adalah dengan cara *rigging* atau dilakukan pengikatan kapal agar kapal tidak berubah posisi saat diapungkan.

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

BAB 6 ANALISA DAN PEMBAHASAN

6.1. Kondisi Biaya Proses Pengapungan Kapal Saat ini

Kondisi pembiayaan proses pengapungan kapal saat ini masih menggunakan metode konvensional menggunakan pendekatan harga pasar dengan mempertimbangkan metode yang digunakan oleh perusahaan *salvage*. Pembiayaan hanya memperhitungkan biaya yang tampak (material dan jasa) sehingga apabila terjadi pembengkakan biaya diakibatkan kegagalan proses tidak bisa dilakukan revisi pada kontrak yang telah disepakati antara pemilik kapal dan perusahaan. Dimana biaya yang timbul akibat kegagalan sangat tinggi sehingga perusahaan penyelamatan mengalami kerugian. Berikut adalah contoh perencanaan biaya proses pengapungan kapal tenggelam:

Tabel 6.1 Perencanaan Biaya Personel Pengapungan Kapal Tenggelam

Item	Hari	Quantity	Satuan	Rp/hari	Jumlah Harga (Rupiah)
Personnel					
Salvage Master	75	1	Orang	5.000.000	375.000.000
Assisten Salvage Master	75	1	Orang	3.000.000	225.000.000
Naval Architect	70	2	Orang	2.500.000	350.000.000
Dive Supervisor	60	10	Orang	2.500.000	1.500.000.000
Salvage Diver	60	8	Orang	1.500.000	720.000.000
Rigger Supervisor	60	2	Orang	2.500.000	300.000.000
Salvage Rigger	60	10	Orang	1.000.000	600.000.000
Mechanic / Technician	60	4	Orang	1.000.000	240.000.000
Welder	60	4	Orang	1.000.000	240.000.000
				Total	4.550.000.000

(Sumber : PT. JASALINDO, 2014)

Biaya yang dikeluarkan untuk personel yang dibutuhkan tergantung dari hari yang dibutuhkan dari masing-masing personel. *Salvage master* dibutuhkan selama proses pekerjaan otomatis hari yang dibutuhkan lebih lama dari personel lainnya yang bekerja lebih spesifik daripada *salvage master*. Harga yang dikeluarkan untuk masing-masing personel juga beragam tergantung tanggung jawab yang diambil. Mulai dari *salvage master* yang paling besar nilainya yaitu sebesar 5 juta rupiah per hari. Hingga 1 juta per hari untuk masing-masing *salvage rigger*, *mechanic* dan *welder*. Jumlah personel yang dibutuhkan juga beragam sesuai tim yang

dibutuhkan. Mulai dari 1 orang sampai 10 orang. Total biaya yang dikeluarkan untuk personel yang dibutuhkan adalah sebesar 4,55 M.

Tabel 6.2 Biaya Kebutuhan Kapal

Item	Hari	Quantity	Satuan	Rp/hari	Jumlah Harga (Rupiah)
Kapal					
Tugboat Kerja	60	1	Unit	25.000.000	1.500.000.000
Bahan bakar Tugboat Kerja	60	5000	Liter	10.000	3.000.000.000
Tugboat Towing	15	1	Unit	25.000.000	375.000.000
Bahan bakar Tugboat towing	15	5000	Liter	10.000	750.000.000
Tongkang + Crane	40	1	Unit	20.000.000	800.000.000
				Total	6.425.000.000

(Sumber : PT. JASALINDO, 2014)

Biaya yang dikeluarkan untuk kapal yang digunakan adalah sebesar 6,4 milyar rupiah. Rincian dari total biaya tersebut sebagian besar berasal dari kapal- kapal yang disewa guna untuk melakukan proses kerja seperti kapal tongkang dan *tugboat*. Jumlah dari sewa kapal tersebut adalah sebesar 2,6 miliar lebih. Sedangkan untuk biaya yang dikeluarkan untuk bahan bakar yang digunakan pada kapal sebesar Rp. 3,75 M.

Tabel 6.3 Biaya Peralatan

Item	Hari	Quantity	Satuan	Rp/hari	Jumlah Harga (Rupiah)
Peralatan					
Air Compressor	60	2	Unit	1.500.000	180.000.000
Diving Equipment	60	1	Set	4.000.000	240.000.000
Welding & Cutting Gear	60	2	Set	1.500.000	180.000.000
Pumping System	60	2	Set	2.000.000	240.000.000
Generator	60	2	Set	1.500.000	180.000.000
				Total	1.020.000.000

(Sumber : PT. JASALINDO, 2014)

Untuk biaya peralatan jumlah yang harus dikeluarkan adalah lebih dari satu milyar. Peralatan yang digunakan adalah *air compressor*, *diving equipment*, *welding and cutting gear*, *pumping system* dan generator. Jumlah yang dibutuhkan juga bermacam yaitu satu dan dua unit. Hari yang dibutuhkan untuk semua peralatan yaitu sebesar 60 hari. Harga dari masing-masing peralatan beragam. Mulai dari Rp. 1.500.000 sampai dengan Rp. 4.000.000. dari total keseluruhan biaya mencapai 1 milyar.

Tabel 6.4 Biaya Consumable

Item	Hari	Quantity	Satuan	Rp/hari	Jumlah Harga (Rupiah)
Consumable					
Welding Consumable	1	1	Ls	20.000.000	20.000.000
Cutting Gas Consumable	1	1	Ls	20.000.000	20.000.000
PPE	1	1	Ls	30.000.000	30.000.000
Oil Spill Disperant	1	10	Drum	10.000.000	100.000.000
				Total	170.000.000

(Sumber : PT. JASALINDO, 2014)

Pada biaya *consumable* yang digunakan pada pekerjaan pengapungan jumlah biaya yang harus dikeluarkan tidak terlalu banyak seperti untuk peralatan ataupun untuk kapal. Biaya yang dikeluarkan untuk *welding consumable* dan *cutting gas consumable* sebesar Rp. 20.000.000 masing-masing. Untuk *personal protective equipment* atau PPE sebesar Rp. 30.000.000. sedangkan untuk *oil spill disperant* membutuhkan 10 drum yang masing-masing drumnya memerlukan biaya Rp. 10.000.000 menjadi total Rp.100.000.000. jadi total biaya yang harus dikeluarkan untuk *consumable* adalah sebesar Rp. 170.000.000.

Tabel 6.5Biaya *Operational*

Item	Hari	Quantity	Satuan	Rp/hari	Jumlah Harga (Rupiah)
Operational					
Akomodasi penginapan	60	1	Ls	15.000.000	900.000.000
Transportasi darat	60	1	Ls	2.000.000	120.000.000
Perijinan & Keagenan Kapal	1	1	Ls	200.000.000	200.000.000
Project Managemen	1	1	Ls	200.000.000	200.000.000
Reporting & Material	1	1	Ls	20.000.000	20.000.000
				Total	1.440.000.000

(Sumber : PT. JASALINDO, 2014)

Untuk biaya operasional jumlah biaya yang harus dikeluarkan adalah sebesar 1,4 M lebih. Rincian dari total biaya tersebut adalah Rp 900.000.000 untuk akomodasi penginapan yang berjumlah 60 hari. Untuk transportasi darat sebesar 120 juta untuk 60 hari. Perijinan dan keagenan kapal sebesar 200 juta. Project managemen sebesar 200 juta dan untuk *reporting* dan material sebesar Rp. 20.000.000.

Tabel 6.6 Biaya keseluruhan

TOTAL BIAYA	
Personel	4,550,000,000.00
kapal	6,425,000,000.00
Peralatan	1,020,000,000.00
consumable	170,000,000.00
operational	1,440,000,000.00
TOTAL	13,605,000,000.00

Jumlah keseluruhan biaya yang harus dikeluarkan pada pekerjaan pengapungan kapal tenggelam adalah sebesar Rp. 13.605.000.000. dari keseluruhan total biaya yang dikeluarkan biaya untuk kapal adalah biaya terbesar yang harus dikeluarkan yaitu sebesar 6,4 M. Untuk biaya personel menempati posisi kedua terbesar setelah kapal yaitu sebesar 4,5 M dan untuk biaya peralatan dan operasional memerlukan biaya yang tidak jauh berbeda yaitu sebesar 1 M

lebih. Biaya yang paling kecil dari total keseluruhan biaya yg harus dikeluarkan adalah biaya *consumable* yaitu sebesar 170 juta.

6.2. Implementasi RBI

Didalam *framework* pada Gambar 5.2 diketahui risiko dari masing-masing pekerjaan. Setiap pekerjaan memiliki risikonya masing-masing. Mulai dari analisa kondisi kapal hingga proses pengapungan kapal. *Framework* tersebut menjelaskan dimana posisi risiko terjadi. Faktor yang dapat membuat sebuah pekerjaan mengalami pembengkakan biaya. Faktor-faktor risiko yang dapat membuat biaya membengkak adalah :

- *Human error*
- Kerusakan
- Peralatan
- Bahan Kimia
- Kondisi Alam

Risiko-risiko tersebut adalah faktor utama penyebab terjadinya risiko sehingga biaya yg dikeluarkan membengkak. *Human error* atau faktor yang diakibatkan oleh operator akan sangat berdampak pada pekerjaan. Apabila operator melakukan pekerjaannya tidak sesuai dengan SOP yang telah disepakati maka hal itu bisa berakibat fatal. Untuk risiko yang berasal dari kerusakan bagian kapal seperti tangki bocor, perubahan struktur dan sebagainya dapat membuat kerugian yang sangat besar karena dapat membuat kegagalan proses, seperti apabila tangki bocor maka kapal tidak mau mengapung ataupun terjatuh saat proses pengapungan yang menyebabkan biaya tinggi. Bahan kimia juga menjadi faktor utama timbulnya biaya risiko karena dengan adanya bahan kimia risiko kapal terbakar menjadi tinggi. Kondisi alam menjadi faktor yang tidak dapat dihindari karena kondisi bencana alam datangnya secara tiba-tiba seperti tsunami, gempa dan lain-lain.

Setelah dilakukan implementasi RBI pada proses pekerjaan yang dilakukan pada kapal dengan usia tenggelam dibawah sepuluh tahun dan diatas sepuluh tahun maka didapatkan hasil tingkat risiko yang berbeda-beda. Hal tersebut mempengaruhi biaya yang harus dikeluarkan untuk proses mitigasi dari masing-masing variasi umur kapal tenggelam.

Tabel 6.7 Biaya Mitigasi Usia Tenggelam Kapal Dibawah 10 tahun

MITIGASI LAMA TENGGELAM DIBAWAH 10 TAHUN					
Tindakan Preventif	Item	Hari	Satuan	Harga	Jumlah Harga
penambahan jumlah penyelam untuk memastikan kondisi kerusakan kapal	<i>salvage diver</i>	7	4	1.500.000	42.000.000
salvage master harus berpengalaman	<i>salvage master</i>	14	1	5.000.000	70.000.000
menggunakan jasa operator sesuai SDM yang dibutuhkan	<i>salvage diver</i>	21	8	1.500.000	252.000.000
dilakukan penyedotan bahan kimia dengan pompa angin atau hydrolic	<i>pompa hydrolic</i>	10	1	5.000.000	50.000.000
dilakukan pemeriksaan dan perbaikan sistem bahan bakar	<i>salvage diver</i>	1	8	1.500.000	12.000.000
dilakukan perbaikan bagian bawah air	<i>welder</i>	1	4	1.000.000	4.000.000
menyediakan kompressor cadangan	kompressor	21	1	1.500.000	31.500.000
menggunakan earthquake alert	<i>software</i>	50	1	50.000	2.500.000
menggunakan earthquake alert					
dilakukan meeting sebelum dan sesudah memulai pekerjaan	Biaya Koordinasi	75	1	200.000	15.000.000
dilakukan rigging kapal pada saat peniupan udara dalam tangki kapal	<i>salvage rigger</i>	1	2	1.000.000	2.000.000
dilakukan analisa kondisi tangki kapal	<i>salvage diver</i>	1	4	1.500.000	6.000.000
perlu adanya pengawasan pada saat proses pengapungan kapal tenggelam	<i>assistance salvage master</i>	7	1	3.000.000	21.000.000
menggunakan ADCP	ADCP	30	1	1.700.000	51.000.000
menggunakan SDM berpengalaman	<i>naval architect</i>	10	1	2.500.000	25.000.000
dilakukan analisa kerusakan badan kapal	<i>salvage diver</i>	1	8	1.500.000	12.000.000
menggunakan SDM berpengalaman	<i>naval architect</i>	10	1	2.500.000	25.000.000
perlu adanya pembersihan endapan yang terdapat pada kapal	<i>pompa hydrolic</i>	10	1	5.000.000	50.000.000
perlu analisa kondisi endapan pada kapal tenggelam	<i>salvage diver</i>	1	4	1.500.000	6.000.000
				TOTAL	677.000.000

Biaya mitigasi merupakan biaya yang harus direncanakan, jika biaya mitigasi tidak direncanakan akan terjadi biaya tak terduga. berisi tentang penambahan biaya yang dihasilkan dari tindakan preventif yang diberikan pada kapal tenggelam dibawah 10 tahun. Biaya tersebut disesuaikan dengan tingkat risiko yang telah diketahui pada proses pekerjaan. Biaya mitigasi berasal dari bermacam faktor mulai dari penambahan operator, penyewaan peralatan hingga

menggunakan SDM yang Berpengalaman. Jumlah hari yang dibutuhkan dari masing-masing item beragam disesuaikan dengan proses pekerjaan dan tingkat risiko. Biaya terbesar yang harus dikeluarkan dalam proses pengapungan kapal tenggelam dengan usia tenggelam kapal dibawah 10 tahun adalah berasal dari penggunaan SDM *salvage diver* yang berjumlah 8 orang dengan jumlah hari sebanyak 21 hari. Dari total penggunaan SDM tersebut maka didapatkan jumlah biaya yang harus dikeluarkan sebesar Rp. 252.000.000. dan untuk biaya yang paling kecil dikeluarkan adalah untuk *rigging* kapal agar posisi kapal tidak terbalik saat diapungkan. Biaya yang dikeluarkan sebesar 2 juta rupiah untuk satu hari pengerjaan *rigging* dan 2 orang operator. Pada proses pekerjaan ini total biaya yang harus dikeluarkan adalah sebesar Rp. 674.500.000 yaitu sebesar 4,98 % penambahan dari harga total pekerjaan.

Tabel 6.8 Biaya Mitigasi Usia Tenggelam Kapal Diatas 10 tahun

MITIGASI LAMA TENGGELAM DIATAS 10 TAHUN					
Tindakan Preventif	Item	Hari	Satuan	Harga (Rupiah)	Jumlah harga
penambahan jumlah penyelam untuk memastikan kondisi kerusakan kapal	<i>salvage diver</i>	7	4	1.500.000	42.000.000
salvage master harus berpengalaman	<i>salvage master</i>	14	1	5.000.000	70.000.000
menggunakan jasa operator sesuai SDM yang dibutuhkan	<i>salvage diver</i>	21	8	1.500.000	252.000.000
dilakukan penyedotan bahan kimia dengan pompa angin atau hydrolic	pompa <i>hydrolic</i>	10	1	5.000.000	50.000.000
dilakukan pemeriksaan dan perbaikan sistem bahan bakar	<i>salvage diver</i>	7	8	1.500.000	84.000.000
dilakukan perbaikan bagian bawah air	<i>welder</i>	5	4	1.000.000	20.000.000
menyediakan kompressor cadangan	kompressor	21	1	1.500.000	31.500.000
menggunakan earthquake alert	<i>software</i>	50	1	50.000	2.500.000
menggunakan earthquake alert					
dilakukan meeting sebelum dan sesudah memulai pekerjaan	Biaya Koordinasi	21	1	200.000	4.200.000
dilakukan rigging kapal pada saat peniupan udara dalam tangki kapal	<i>salvage rigger</i>	1	2	1.000.000	2.000.000
dilakukan analisa kondisi tangki kapal	<i>salvage diver</i>	1	4	1.500.000	6.000.000
perlu adanya pengawasan pada saat proses pengapungan kapal tengggelam	<i>assistance salvage master</i>	7	1	3.000.000	21.000.000
menggunakan ADCP	ADCP	30	1	1.700.000	51.000.000
menggunakan SDM berpengalaman	<i>naval architect</i>	10	1	2.500.000	25.000.000
dilakukan analisa kerusakan badan kapal	<i>salvage diver</i>	1	8	1.500.000	12.000.000
menggunakan SDM berpengalaman	<i>naval architect</i>	10	1	2.500.000	25.000.000
perlu adanya pembersihan endapan yang terdapat pada kapal	pompa <i>hydrolic</i>	10	1	5.000.000	50.000.000
perlu analisa kondisi endapan pada kapal tenggelam	<i>salvage diver</i>	1	8	1.500.000	12.000.000
				TOTAL	760.200.000

Pada Tabel 6.8 diketahui biaya mitigasi pada kapal yg sudah tenggelam diatas 10 tahun. didapatkan besaran biaya dari masing-masing tindakan preventif yang telah diberikan pada pekerjaan. Besaran harga menyesuaikan tingkat risiko yang dihadapi dari masing-masing risiko. Biaya yang paling besar berasal dari penggunaan SDM yang diperlukam yaitu sebesar 252 juta. Rincian dari biaya tersebut berasal dari 8 orang *salvage diver* yg bekerja selama 21 hari dengan biaya per hari Rp. 1.500.000/orang. Untuk biaya yang paling kecil dikeluarkan adalah biaya yang berasal dari penggunaan software earthquake untuk mendeteksi dini terjadinya gempa dan tsunami. Penggunaan *software* tersebut berjumlah 50 hari dengan biaya per hari Rp. 50.000. jadi total biaya yang harus dikeluarkan adalah sebanyak Rp.2.500.000. pada mitigasi yang diberikan untuk pekerjaan kapal usia tenggelam diatas 10 tahun total biaya yang harus dikeluarkan yaitu sebesar Rp.760.200.000.

Tabel 6.9 Biaya Mitigasi

Usia Tenggelam Kapal	Biaya Mitigasi (Rupiah)	Komposisi Biaya
0-10 tahun	Rp. 677.000.000	4,98 %
> 10 tahun	Rp. 760.200.000	5,58%

Biaya mitigasi yang dihitung dibandingkan dengan biaya proses pengangkatan kapal tenggelam dari masing-masing usia tengggelamnya kapal menghasilkan 4,98% untuk kapal dengan usia tenggelam dibawah 10 tahun dan 5,58% untuk kapal dengan usia tenggelam diatas 10 tahun dari total biaya pekerjaan. Perencanaan biaya pekerjaan pengapungan dilakukan berdasarkan analisis biaya reparasi dari kapal yang menjadi objek studi.

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

BAB 7

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1. Kesimpulan

Setelah dilakukan percobaan dan penelitian maka kesimpulan dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Risiko yang dapat mengakibatkan kegagalan pada proses pengapungan kapal tenggelam adalah badan kapal patah, kapal terbalik, kapal terjatuh dan kapal meledak.
2. Rekomendasi preventif khusus untuk mengurangi dampak terjadinya kegagalan pengapungan kapal tenggelam adalah dengan penambahan jumlah personel pengapungan, pemeriksaan kondisi kapal dengan lebih mendalam, penggunaan peralatan dan aplikasi khusus, penggunaan SDM berpengalaman, penambahan alat pengapungan, peningkatan koordinasi, mempertahankan struktur kapal dan pembersihan endapan yang ada pada kapal.
3. Pendekatan metode *Risk Based Inspection* dapat diimplementasikan dengan mengidentifikasi risiko yang terdapat pada kondisi eksisting. Akar permasalahan yang didapatkan diberi tingkatan risiko dengan menggunakan matriks risiko. Risiko diberikan tindakan preventif untuk mengurangi dampak terjadinya risiko. Biaya mitigasi untuk kapal dengan lama tenggelam dibawah 10 tahun sebesar 4,98% dan untuk kapal dengan lama tenggelam diatas 10 tahun sebesar 5,58% dari total biaya proses pengapungan kapal tenggelam.

7.2. Saran

Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan analisa risiko proses pengapungan kapal tenggelam. Penelitian selanjutnya dapat dilakukan analisa risiko proses pengapungan untuk jenis kecelakaan lainnya dan dengan pendekatan yang lebih akurat.

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

DAFTAR PUSTAKA

- Alijoyo, A. (2006). *Enterprise Risk Management*. Jakarta: Raya Indonesia.
- API 581. (2008). *Risk-Based Inspection Base Resource Document*. Washington D.C: American Petroleum Institute.
- Basyaib, F. (2007). *Manajemen Risiko*. Jakarta: Grasindo.
- Djojosoedarso, S. (2003). *Prinsip-Prinsip Manajemen Risiko dan Asuransi*. Jakarta: PT. Salemba Emban Patria.
- Fadhilah, Z. A. (2010). *Perkiraan Perhitungan Nilai Penyelamatan Pada Musibah Kecelakaan Kapal (studi kasus: kecelakaan Kapal Di Indonesia)*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Foster, S. (2004). *Managing Quality : An Integrative Approach*. New York: Pearson Educational International.
- Haris, M. (2016, 12 24). *Kajian Manajemen Fault Tree Analysis*. Retrieved from Kajian Manajemen Fault Tree Analysis Web Site: <http://muh-haris.blogspot.co.id/2015/10/kajian-manajemen-fault-tree-analysis-fta.html>
- Laksyardo Wisnu Baroto. (2013). *Studi Implementasi Risk Based Inspection (RBI) Untuk Perencanaan Biaya Reparasi Kapal*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Muhlbauer, W. K. (2004). *Pipeline Risk Manageent Manual*. USA: Gulf Professional Publishing.
- Priyanti, D. (2000). *Keandalan dan Perawatan*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- PT. JASALINDO. (2014). *Data Keuangan . Rincian Biaya Pengapungan Kapal Tenggelam*. Surabaya.
- Zulfikar Affi Fadhilah. (2010). *Perkiraan Perhitungan Nilai Penyelamatan Pada Musibah Kecelakaan Kapal (Studi Kasus: Kecelakaan Kapal di Indonesia)*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

LAMPIRAN

LAMPIRAN A DATA KAPAL TENGGELAM DI PERAIRAN TANJUNG PERAK
LAMPIRAN B DATA BIAYA PENGAPUNGAN KAPAL TENGGELAM
LAMPIRAN C DATA STANDAR OPERASIONAL PROSEDUR
LAMPIRAN D SURVEI PERUSAHAAN
LAMPIRAN E KUISIONER RISIKO

LAMPIRAN A
DATA KAPAL TENGGELAM DI PERAIRAN TANJUNG
PERAK

NO	CODE	KOORDINAT	ukuran (meter)	JENIS KAPAL	KEDALAMAN	KONDISI
1	KM. TANTO NIAGA	<u>07°11'84"S</u> 112°42'81"T	tidak diketahui	CARGO	tidak diketahui	terangkat
2	KM. FUDI	Dok Semarang PT. PAL	tidak diketahui	penumpang	10 -15 m	proses angkat
3	KM. LAUTAN BERKAH	<u>06°50'462"S</u> 112°44'298"T	54,4 x 9 x 4,45	CARGO	tidak diketahui	terangkat
4	KM. ALPINE	<u>07°11'680"S</u> 112°42'891"T	118 x 20 x 8,7	CARGO	tidak diketahui	terangkat
5	KM. TANTO HARI	<u>07°11'114"S</u> 112°41'608" T	118 x 20 x 8,7	CARGO	20 - 25 m	towing
6	KM. JOURNEY	<u>07°09'04.65"S</u> 112°40'26.70"T	84,57 x 7,3 x -	CARGO	tidak diketahui	terangkat
7	KM. MERATUS BANJAR 2	<u>06°09'325"S</u> 114°02'761"T	126,4 x 19,8 x 8,4	CARGO	76 m	oil removal
8	KM. WIHAN SEJAHTERA	<u>07°11.018'S</u> 112°41.422'T	114,4 x 22 x 14,9	penumpang	15 - 20 m	terangkat
9	KM. ALKEN PANDA	perairan karang meso	73,87 x 12,6 x 9,55	CARGO	1.9 m	Kandas Peringatan 3
10	KM. ISE BARU	<u>07°11.018'S</u> 112°41.422'T	80,64 x 13,5 x 6,7	CARGO	tidak diketahui	tenggelam Peringatan 3

NO.	CODE	KOORDINAT	UKURAN (meter)	JENIS KAPAL	KEDALAMAN	KONDISI
1	—	<u>06° 52' 68" S</u> 112° 44' 27" T	Tidak diketahui	Tidak diketahui	Tidak diketahui	Terangkat
2	—	<u>07° 52' 70" S</u> 112° 44' 12" T	Tidak diketahui	Tidak diketahui	Tidak diketahui	Terangkat
3	—	<u>07° 57' 65" S</u> 112° 42' 54" T	Tidak diketahui	Tidak diketahui	Tidak diketahui	Terangkat

TENGGELAM	KETERANGAN				SALVOR
	MILIK	IZIN DPL	PENGAWASAN	PENGANGKATAN	
22 Mei 2009	PT. TANTO I L	15 Des 09	24 des 09 s.d 15-Feb-10	15-Feb-10	SMIT SINGAPORE
6-Apr-11	PT. PELNI PT. ATSUKA	10 Des 15 23-Feb-15	10 Des 15 sekarang	PROSES	YALAGADA
-	PT. MSP	28 Agt 14	30 Agt s.d 16-Sep-14	17-Sep-14	DABN
11 Des 2011	PT. SUNTRACO	-	-	-	-
31-Jan-14	PT. TANTO I L	26 Mei 14	26 Mei 14 s.d sekarang	9-Jan-16 (towing)	DIRA RESOLVE
1-Apr-14	PT. MSP	25 Juni 14	12 Jul 14 s.d 29-Jul-14	5 Agt 14	DABN
10 Mei 2015	PT. MERATUS L	08 Des 15 7-Mar-16	08 Des 15 12-Mar-15	12-Mar-15	JASALINDO
16-Nov-15	PT. TRIMITRA S	12 Mei 16	12 Mei 16 s.d 27-Sep-16	27-Sep-16	AMS
16-Nov-15	PT. ALKAN ABADI	-	-	-	-
30 Juli 2016	PT. ANUGERAH	-	-	-	-

KETERANGAN					
PENGUMUMAN	PELIMPAHAN	IZIN DJPL	PENGAWASAN	PENGANGKATAN	SALVOR
May-14	21-Oct-14	Oct-14	Okt-14 s.d. Dec-14	Dec-14	IBD
May-14	21-Oct-14	Oct-14	Okt-14 s.d. Dec-14	Dec-14	IBD
May-14	21-Oct-14	Oct-14	Okt-14 s.d. Dec-14	Dec-14	IBD

NO	CODE	KOORDINAT	ukuran (meter)	JENIS KAPAL	KEDALAMAN	KONDISI	KETERANGAN					SALVOR
							PENGUMUMAN	PELIMPAHAN	IZIN DPL	PENGAWASAN	PENGGAKATAN	
1	BOUY A	07°11'17,5"S 112°43'17,2"T	tidak diketahui	tidak diketahui	tidak diketahui	Sebagai bouy penuntun						
2	BOUY B	07°11'17,2"S 112°43'39"T	tidak diketahui	tidak diketahui	tidak diketahui	Sebagai bouy penuntun						
3	BOUY C	07°11'0,4"S 112°43'40"T	tidak diketahui	tidak diketahui	tidak diketahui	Sebagai bouy penuntun						
4	S - 6	07°12'16"S 112°43'43"T	26,5 x 6 x -	ponton	14	wreck masuk lumpur 1 m sepanjang 26 m						
5	S - 7	07°12'14,5"S 112°43'44" T	17 x 5,5 x -	Layar PLM	14	masuk lumpur						
6	47 - M	07°11'02"S 112°43'06"T	153 x 17 x 11	penumpang/ muatan	26	posisi tegak tertanam 5 m						
7	41 - M	07°11'23"S 114°43'46"T	94 x 11,5 x 9	muatan	27	kemiringan pada stbd 110°						
8	S - 37	07°11'17"S 112°43'24"T	86 x 13 x 10	muatan	21	kemiringan pada ptbd 70°						
9	46 - M	07°11'16"S 112°43'14"T	140 x 17 x 10	muatan	25	berdiri tegak palka penuh lumpur						
10	48 - M	07°11'12,41"S 112°43'25"T	92 x 13 x 7	muatan	20	berdiri tegak palka penuh lumpur						
11	50 - M	07°11'02"S 112°43'34"T	135 x 18 x 10	Tanker (Jane Maers)	20	kemiringan pada stbd 130°	10-Sep-14	18-Sep-14	22-Sep-14	23 sep s.d 15-Dec-14	19-Dec-14	DABN
12	51 - M	07°11'02"S 112°43'38"T	28 x 13 x 7	muatan	20	kemiringan pada prtbd 70°						
13	52 - M	07°11'14,3"S 112°43'42"T	89 x 11 x 7	muatan	18	kemiringan pada stbd 65°	10-Sep-14	18-Sep-14	8 Jan 15 & 9-Apr-15	8 Jan 15 & 28-May-15	28-May-15	DABN
14	53 - M	07°11'15,5"S 112°43'52"T	108 x 15 x 8	penumpang/ muatan	25	kemiringan pada prtbd 58°						
15	57 - M	07°11'53,5"S 112°44'34" T	147 x 14 x 10	muatan	14	kemiringan pada stbd 45°						
16	S - 36	07°11'03"S 112°43'03"T	54 x 10 x 6	penumpang/ muatan	20	kemiringan pada stbd 90°						
17	S - 13	07°11'11,5"S 114°43'06.1"T	5 x 3 x 0,5	tidak diketahui	24	ketinggian dari sea bed 0,5 m						
18	S - 16	07°10'56,3"S 112°42'26.1"T	38 x 7,5 x 3	keruk tambora	9	posisi tengkurap						
19	S - 19	07°10'56,9"S 112°42'41,8"T	-	dumping ground	4,1	tempat bahaya wreck terbenam lumpur						
20	S - 21	07°10'41,2"S 112°43'46,8"T	-	dumping ground	1	wreck terbenam lumpur						
21	S - 22	07°10'33,5"S 112°43'47,1"T	-	dumping ground	3,5	wreck terbenam lumpur						
22	Ex Kawitan	07°11'38"S 112°43'29"T	59,9 x 10, 4 x 6,3	muatan	14	kemiringan pada prtbd 90°			18 Mar 2010 & 5-Nov-10	19 Mar 2010 & 28-Feb-11	Terangkat	YALAGADA
23	Ex KM. numanguri	07°11'22"S 112°43'21"T	59,9 x 10, 5 x 6,15	penumpang	21	kemiringan pada stbd 45°			18 Mar 2010 & 5-Nov-10	-	-	-
24	Ex MV. Ocean Concord	07°10'15"S 112°41'46"T	81,5 x 15 x 6,7	kontainer	8	kemiringan pada prtbd 65°			-	-	-	-
25	Ex KM. Tipison	07°10'37"S 112°40'49"T	9,4 x 15,73 x 8,01	muatan	23	kemiringan pada stbd 10°			-	-	-	-

LAMPIRAN B
DATA BIAYA PENGAPUNGAN KAPAL TENGGELAM

Item	Hari	Quantity	Satuan	Harga Satuan	Jumlah Harga	Total
Personnel						4.550.000.000,00
Salvage Master	75	1	Orang	5.000.000,00	375.000.000,00	
Assisten Salvage Master	75	1	Orang	3.000.000,00	225.000.000,00	
Naval Architect	70	2	Orang	2.500.000,00	350.000.000,00	
Dive Supervisor	60	10	Orang	2.500.000,00	1.500.000.000,00	
Salvage Diver	60	8	Orang	1.500.000,00	720.000.000,00	
Rigger Supervisor	60	2	Orang	2.500.000,00	300.000.000,00	
Salvage Rigger	60	10	Orang	1.000.000,00	600.000.000,00	
Mechanic / Technician	60	4	Orang	1.000.000,00	240.000.000,00	
Welder	60	4	Orang	1.000.000,00	240.000.000,00	
Kapal						6.425.000.000,00
Tugboat Kerja	60	1	Unit	25.000.000,00	1.500.000.000,00	
Bahan bakar Tugboat Kerja	60	5000	Liter	10.000,00	3.000.000.000,00	
Tugboat Towing	15	1	Unit	25.000.000,00	375.000.000,00	
Bahan bakar Tugboat towing	15	5000	Liter	10.000,00	750.000.000,00	
Tongkang + Crane	40	1	Unit	20.000.000,00	800.000.000,00	
Peralatan						1.020.000.000,00
Air Compressor	60	2	Unit	1.500.000,00	180.000.000,00	
Diving Equipment	60	1	Set	4.000.000,00	240.000.000,00	
Welding & Cutting Gear	60	2	Set	1.500.000,00	180.000.000,00	
Pumping System	60	2	Set	2.000.000,00	240.000.000,00	
Generator	60	2	Set	1.500.000,00	180.000.000,00	
Consumable						170.000.000,00
Welding Consumable	1	1	Ls	20.000.000,00	20.000.000,00	
Cutting Gas Consumable	1	1	Ls	20.000.000,00	20.000.000,00	
PPE	1	1	Ls	30.000.000,00	30.000.000,00	
Oil Spill Disperant	1	10	Drum	10.000.000,00	100.000.000,00	
Operational						1.440.000.000,00
Akomodasi penginapan	60	1	Ls	15.000.000,00	900.000.000,00	
Transportasi darat	60	1	Ls	2.000.000,00	120.000.000,00	
Perijinan & Keagenan Kapal	1	1	Ls	200.000.000,00	200.000.000,00	
Project Managemen	1	1	Ls	200.000.000,00	200.000.000,00	
Reporting & Material	1	1	Ls	20.000.000,00	20.000.000,00	
					TOTAL COST	13.605.000.000,00

LAMPIRAN C
DATA STANDAR OPERASIONAL PROSEDUR

SALVAGE PLAN

Salvage Case : Refloating Kapal Tenggelam
Tipe Kapal : Kapal Niaga (Cargo, Bulk Carrier, Tanker, Container)
Lokasi : Karang Jamuang – Alur Pelayaran Surabaya Bagian Barat
Kedalaman Perairan : 15 – 20 m

Metode Salvage :

1. Inspeksi awal dan Analisa Kondisi Kapal
 - a. Kondisi kapal dan tingkat kerusakannya
 - b. Muatan / cargo, jumlah, berat dan lokasi nya (Cargo manifest)
 - c. Kronologi kejadian
 - d. Muatan bahan bakar
 - e. Gambar : Rencana umum, lines plan, konstruksi, tank arrangement, sounding table, dll
 - f. Pasang surut di lokasi (table pasang surut)
 - g. Kondisi perairan, jenis dasar laut (Pasir, batu, karang, lumpur)
2. Proposal
 - a. Penawaran harga
 - b. Metode salvage
 - c. Syarat dan ketentuan
 - d. Kontrak salvage
3. Persiapan
 - a. Perijinan pekerjaan salvage
 - b. Personnel : Salvage Master, Naval Architect, Diving Team, Rigger, Support Team
 - c. Peralatan : Alat penyelaman, Mesin, Crane, Lifting gear, Rigging, Mooring Gear, lifting bag
 - d. Kapal dan tongkang
 - e. Consumable
4. Pemindahan Muatan dan Bahan Bakar

Tujuannya adalah untuk mengurangi berat kapal yang akan diapungkan. Semua muatan termasuk bahan bakar harus dikeluarkan dari kapal.

Pemindahan ini memerlukan crane untuk alat angkat dan barge untuk menampung muatan. Bahan bakar ditampung ke dalam ISO tank.

5. Perbaikan Kerusakan Bagian Bawah Air

Bila ada kerusakan pada bagian bawah air seperti kebocoran, harus dilakukan pengedapan dengan pengelasan bawah air, atau dengan patching, atau dengan cementing.

6. Pemasangan daya apung tambahan.

Bila berdasarkan perhitungan naval architect, daya apung yang dihasilkan oleh semua tangki tidak bisa mengimbangi berat total kapal, maka diperlukan tambahan daya apung berupa "lifting bag" atau pembuatan tangki tambahan pada struktur kapal. Pembuatan tangki tambahan akan sangat mahal dan membutuhkan waktu untuk fabrikasi.

7. Modifikasi perpipaan untuk pengisian udara dalam tangki kapal

Air di dalam tangki kapal bisa dikeluarkan dengan cara meniupkan udara masuk ke dalam pipa. Udara yang terkumpul pada bagian atas tangki akan menekan air menuju ke bagian dasar. Untuk itu diperlukan pipa yang pada dasar tangki yang dapat membawa air keluar dari tangki.

8. Pengapungan Kapal

Proses pengapungan ini dilakukan dengan meniupkan udara ke dalam tangki kapal, lifting bag, dan tangki tambahan. Tangki yang sudah terisi udara akan menghasilkan daya apung pada kapal.

Proses pengapungan ini sangat berbahaya dan beresiko pada struktur kapal. Ada kemungkinan kapal akan langsung mengapung secara tiba-tiba ke permukaan air. Untuk itu diperlukan tali towing untuk mengamankan posisi kapal ketika mengapung. Bisa juga yang terjadi kapal akan terbalik setelah mengapung dikarenakan tidak stabil penyebaran bebannya pada kapal. Ada beberapa ruang tertentu dimana air tidak bisa keluar dengan mudah.

9. Towing Kapal menuju ke lokasi aman (clear area)

Setelah kapal berhasil diapungkan, untuk sementara kapal harus ditarik keluar dari jalur pelayaran menuju ke lokasi yang lebih aman untuk pelayaran. Apabila tidak mengganggu jalur

LAMPIRAN D
SURVEI PERUSAHAAN



**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

**FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN**

Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111
Telp: 031 594 7254, Fax: 031 596 4182, Email: kapal@its.ac.id
<http://www.na.its.ac.id>

Nomor :/IT2.VI.6.1/PP.05.02/2017
Perihal : Surat Permohonan Pengambilan Data Tugas Akhir
Lampiran : 1 lembar

Kepada Yth. : Pimpinan PT. Yalagada Surya
Jl. Perak Timur No.282, Perak Utara, Surabaya
Jawa Timur 60165

Dalam rangka penyelesaian Tugas Akhir yang merupakan salah satu persyaratan kelulusan program sarjana di Departemen Teknik Perkapalan FTK ITS, mohon agar mahasiswa di bawah ini diberi bantuan untuk mendapatkan data di perusahaan/instansi Bapak/Ibu.

Nama : Muhammad Wildan Firdaus
NRP : 4113100007
Dosen Pembimbing : 1. Dr. Ir. Heri Supomo, M.Sc.
2. -
Judul Tugas Akhir : Analisa Risiko Proses Pengapungan Kembali Pada Kapal Tenggelam Di Perairan Tanjung Perak

Data yang diperlukan adalah sebagai berikut:

1. Kuisisioner Analisa Risiko Pengapungan Kapal
2. -
3. dst.

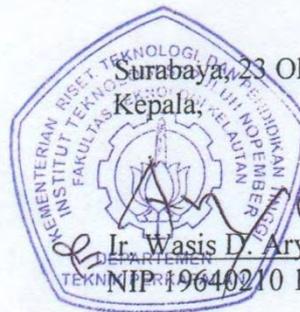
Terima kasih atas perhatian dan bantuan Bapak/Ibu.

Surabaya, 23 Oktober 2017

Kepala,


Ir. Wasis D. Aryawan, M.Sc., Ph.D.

NIP. 19640210 198903 1 001





KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
DEPARTEMEN TEKNIK PERKAPALAN

Kampus ITS Sukolilo - Surabaya 60111
Telp: 031-594 7254, 599 4251-4, Fax: 031-596 4182, PABX: 1173-1176
E-mail: kapal@its.ac.id
http://www.na.its.ac.id

Nomor : 063.3.2.2. /IT2.VI.6.1/PP.05.02/2017
Perihal : Surat Permohonan Pengambilan Data Tugas Akhir
Lampiran : 1 lembar

Kepada Yth. : Pimpinan PT. Jaya Salvage Indonesia
Komplek Pergudangan Margomulyo Jaya
Jl. Sentong Asri C6
Surabaya

Dalam rangka penyelesaian Tugas Akhir yang merupakan salah satu persyaratan kelulusan program sarjana di Departemen Teknik Perkapalan FTK ITS, mohon agar mahasiswa di bawah ini diberi bantuan untuk mendapatkan data di perusahaan/instansi Bapak/Ibu.

Nama : Muhammad Wildan Firdaus
NRP : 4113100007
Dosen Pembimbing : 1. Dr.Ir. Heri Supomo, M.Sc.
2. -

Judul Tugas Akhir : Analisa Risiko Proses Pengapungan Kembali Pada Kapal Tenggelam
Di Perairan Tanjung Perak

Data yang diperlukan adalah sebagai berikut:

1. Kuisisioner Analisa Risiko Pengangkatan Kapal
2. -

Terima kasih atas perhatian dan bantuan Bapak/Ibu.

Surabaya, 18 Oktober 2017

Kepala



Ir. Wasis Dwi Aryawan, M.Sc, Ph.D. 
NIP. 19640210 198903 1 001



SURVEY KANTOR KESYAHBANDARAN UTAMA TANJUNG PERAK



SURVEY KANTOR KESYAHBANDARAN UTAMA TANJUNG PERAK



SUVEY PT. JASALINDO



SURVEY PT. YALAGADA SURYA

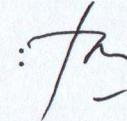


SURVEY PT. JASALINDO

LAMPIRAN E
KUISIONER PROBABILITAS DAN DAMPAK RISIKO

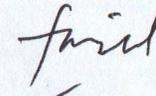
Nama : R. Faisal - O
 Usia : 33 tahun
 Jabatan : Maintenance
 Lama bekerja : 5 tahun
 Perusahaan : P.T. Jaya Salvage Indonesia

Paraf



Telah dilakukan kunjungan ke Kantor PT. Jaya Salvage Indonesia
 dengan tujuan untuk meminta keterangan mengenai Teknik Metode
 Pengapungan Kapal dan pekerjaan Bawah Air

Surabaya 01 November 2017



(R. Faisal - O)

USIA TENGGELAM DI BAWAH 10 TAHUN

*Mohon diisi menggunakan tanda checklist (v)

NO	RISIKO	PROBABILITAS/KEMUNGKINAN					CONSEQUENCES/DAMPAK				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
		≤ 1 kali dalam 5 kali pekerjaan	2 kali dalam 5 kali pekerjaan	3 kali dalam 5 kali pekerjaan	4 kali dalam 5 kali pekerjaan	5 kali dalam 5 kali pekerjaan	Tidak ada kerugian biaya	kerugian ≤ Rp. 2,5 M	kerugian > Rp. 2,5 M - Rp. 5 M	kerugian > Rp. 5 M - Rp. 10 M	kerugian > Rp. 10 M
1	kesalahan analisa kondisi kerusakan kapal		✓				✓				
2	kesalahan perencanaan kebutuhan material dan komponen	✓						✓			
3	kekurangan SDM yang memenuhi kompetensi yang dibutuhkan	✓					✓				
4	terdapat kandungan bahan kimia pada perairan		✓				✓				
5	sistem bahan bakar masih terbuka	✓						✓			

6	kerusakan bagian bawah air kapal				✓		✓			
7	terjadi gempa	✓					✓			
8	terjadi tsunami	✓					✓			
9	arus kencang			✓				✓		
10	terjadi kebocoran pada tangki kapal		✓				✓			
11	kesalahan perhitungan pemasangan air bag	✓						✓		
12	kerusakan kompresor udara dalam proses pengapungan kapal	✓						✓		
13	kelalaian operator dalam proses pengapungan kapal		✓					✓		
14	perubahan struktur kapal saat proses pengapungan				✓		✓			
15	pelaksanaan peluncuran tidak sesuai SOP	✓						✓		
16	kerusakan badan kapal saat diapungkan			✓			✓			
17	kapasitas crane tidak memenuhi	✓						✓		
18	tidak dilakukan pembersihan lumpur	✓						✓		
19	kondisi kapal terdapat endapan lumpur		✓				✓			

Nama :
 Usia : tahun
 Jabatan :
 Lama bekerja : tahun
 Perusahaan :

Paraf : *fa'*

USIA TENGGELAM DI ATAS 10 TAHUN

*Mohon diisi menggunakan tanda checklist (v)

NO	RISIKO	PROBABILITAS/KEMUNGKINAN					CONSEQUENCES/DAMPAK				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
		≤ 1 kali dalam 5 kali perkerjaan	2 kali dalam 5 kali perkerjaan	3 kali dalam 5 kali perkerjaan	4 kali dalam 5 kali perkerjaan	5 kali dalam 5 kali perkerjaan	Tidak ada kerugian biaya	kerugian ≤ Rp. 2,5 M	kerugian > Rp. 2,5 M - Rp. 5 M	kerugian > Rp. 5 M - Rp. 10 M	kerugian > Rp. 10 M
1	kesalahan analisa kondisi kerusakan kapal		✓				✓				
2	kesalahan perencanaan kebutuhan material dan komponen		✓				✓				
3	kekurangan SDM yang memenuhi kompetensi yang dibutuhkan	✓					✓				
4	terdapat kandungan bahan kimia			✓			✓				
5	sistem bahan bakar masih terbuka					✓	✓				

6	kerusakan bagian bawah air kapal				✓		✓			
7	terjadi gempa	✓					✓			
8	terjadi tsunami	✓					✓			
9	arus kencang				✓		✓			
10	terjadi kebocoran pada tangki kapal					✓	✓			
11	kesalahan perhitungan pemasangan air bag		✓					✓		
12	kerusakan kompressor udara dalam proses pengapungan kapal	✓					✓			
13	kelalaian operator dalam proses pengapungan kapal	✓						✓		
14	perubahan struktur kapal saat proses pengapungan				✓			✓		
15	pelaksanaan peluncuran tidak sesuai SOP	✓					✓			
16	kerusakan badan kapal saat diapungkan				✓			✓		
17	kapasitas crane tidak memenuhi					✓		✓		
18	tidak dilakukan pembersihan lumpur	✓					✓			
19	kondisi kapal terdapat endapan lumpur					✓	✓			

Nama : Lugman S. Hidayat, ST
 Usia : 39 tahun
 Jabatan : Verifikator SP5 Code
 Lama bekerja : 11 tahun
 Perusahaan : Kantor Keselamatan Utang Jg. Perak Surabaya.

Paraf : 

USIA TENGGELAM DI ATAS 10 TAHUN

*Mohon diisi menggunakan tanda checklist (v)

NO	RISIKO	PROBABILITAS/KEMUNGKINAN					CONSEQUENCES/DAMPAK				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
		≤ 1 kali dalam 5 kali pekerjaan	2 kali dalam 5 kali pekerjaan	3 kali dalam 5 kali pekerjaan	4 kali dalam 5 kali pekerjaan	5 kali dalam 5 kali pekerjaan	Tidak ada kerugian biaya	kerugian ≤ Rp. 2,5 M	kerugian > Rp. 2,5 M - Rp. 5 M	kerugian > Rp. 5 M - Rp. 10 M	kerugian > Rp. 10 M
1	kesalahan analisa kondisi kerusakan kapal		✓					✓			
2	kesalahan perencanaan kebutuhan material dan komponen		✓				✓				
3	kekurangan SDM yang memenuhi kompetensi yang dibutuhkan		✓					✓			
4	terdapat kandungan bahan kimia			✓						✓	
5	sistem bahan bakar masih terbuka		✓						✓		

		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
6	kerusakan bagian bawah air kapal	✓						✓			
7	terjadi gempa	✓						✓	✓		
8	terjadi tsunami	✓									✓
9	arus kencang			✓				✓			
10	terjadi kebocoran pada tangki kapal		✓					✓			
11	kesalahan perhitungan pemasangan air bag	✓							✓		
12	kerusakan kompressor udara dalam proses pengapungan kapal	✓						✓			
13	kelalaian operator dalam proses pengapungan kapal		✓						✓		
14	perubahan struktur kapal saat proses pengapungan	✓							✓		
15	pelaksanaan peluncuran tidak sesuai SOP	✓						✓	✓		
16	kerusakan badan kapal saat diapungkan	✓							✓		
17	kapasitas crane tidak memenuhi	✓							✓		
18	tidak dilakukan pembersihan lumpur	✓						✓			
19	kondisi kapal terdapat endapan lumpur		✓					✓			

		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
6	kerusakan bagian bawah air kapal	✓						✓			
7	terjadi gempa	✓							✓		
8	terjadi tsunami	✓									✓
9	arus kencang			✓				✓			
10	terjadi kebocoran pada tangki kapal		✓					✓			
11	kesalahan perhitungan pemasangan air bag	✓							✓		
12	kerusakan kompressor udara dalam proses pengapungan kapal	✓						✓			
13	kelalaian operator dalam proses pengapungan kapal	✓							✓		
14	perubahan struktur kapal saat proses pengapungan	✓							✓		
15	pelaksanaan peluncuran tidak sesuai SOP	✓							✓		
16	kerusakan badan kapal saat diapungkan	✓							✓		
17	kapasitas crane tidak memenuhi	✓							✓		
18	tidak dilakukan pembersihan lumpur	✓						✓			
19	kondisi kapal terdapat endapan lumpur	✓						✓			

6	kerusakan bagian bawah air kapal	✓						✓			
7	terjadi gempa	✓									✓
8	terjadi tsunami	✓									✓
9	arus kencang			✓					✓		
10	terjadi kebocoran pada tangki kapal		✓						✓		
11	kesalahan perhitungan pemasangan air bag	✓						✓			
12	kerusakan kompressor udara dalam proses pengapungan kapal	✓						✓			
13	kelalaian operator dalam proses pengapungan kapal	✓						✓			
14	perubahan struktur kapal saat proses pengapungan	✓							✓		
15	pelaksanaan peluncuran tidak sesuai SOP	✓						✓			
16	kerusakan badan kapal saat diapungkan	✓							✓		
17	kapasitas crane tidak memenuhi	✓							✓		
18	tidak dilakukan pembersihan lumpur	✓						✓			
19	kondisi kapal terdapat endapan lumpur	✓						✓			

Nama : Nahrawi
 Usia : 61 tahun
 Jabatan : Diver Master
 Lama bekerja : 33 tahun
 Perusahaan : PT. Yalagada Surya

Paraf : 

USIA TENGGELAM DI ATAS 10 TAHUN

*Mohon diisi menggunakan tanda checklist (v)

NO	RISIKO	PROBABILITAS/KEMUNGKINAN					CONSEQUENCES/DAMPAK				
		1 ≤ 1 kali dalam 5 kali perkerjaan	2 2 kali dalam 5 kali perkerjaan	3 3 kali dalam 5 kali perkerjaan	4 4 kali dalam 5 kali perkerjaan	5 5 kali dalam 5 kali perkerjaan	1 Tidak ada kerugian biaya	2 kerugian ≤ Rp. 2,5 M	3 kerugian > Rp. 2,5 M - Rp. 5 M	4 kerugian > Rp. 5 M - Rp. 10 M	5 kerugian > Rp. 10 M
1	kesalahan analisa kondisi kerusakan kapal		✓				✓				
2	kesalahan perencanaan kebutuhan material dan komponen		✓				✓				
3	kekurangan SDM yang memenuhi kompetensi yang dibutuhkan	✓					✓				
4	terdapat kandungan bahan kimia			✓			✓				
5	sistem bahan bakar masih terbuka					✓			✓		

6	kerusakan bagian bawah air/kapal					✓		✓		
7	terjadi gempa	✓					✓			
8	terjadi tsunami	✓					✓			
9	arus kencang		✓				✓			
10	terjadi kebocoran pada tangki kapal					✓	✓			
11	kesalahan perhitungan pemasangan air bag		✓				✓			
12	kerusakan kompressor udara dalam proses pengapungan kapal	✓					✓			
13	kelalaian operator dalam proses pengapungan kapal	✓						~		
14	perubahan struktur kapal saat proses pengapungan				✓			✓		
15	pelaksanaan peluncuran tidak sesuai SOP	✓					✓			
16	kerusakan badan kapal saat diapungkan					✓		~		
17	kapasitas crane tidak memenuhi	✓							✓	
18	tidak dilakukan pembersihan lumpur	✓					✓			
19	kondisi kapal terdapat endapan lumpur					✓	✓			

Nama : Nahrawai
 Usia : 61 tahun
 Jabatan : Diver Senior
 Lama bekerja : 33 tahun
 Perusahaan : PT. Yalagada Surya

Paraf : 

USIA TENGGELAM DI BAWAH 10 TAHUN

*Mohon diisi menggunakan tanda checklist (v)

NO	RISIKO	PROBABILITAS/KEMUNGKINAN					CONSEQUENCES/DAMPAK				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
		≤ 1 kali dalam 5 kali pekerjaan	2 kali dalam 5 kali pekerjaan	3 kali dalam 5 kali pekerjaan	4 kali dalam 5 kali pekerjaan	5 kali dalam 5 kali pekerjaan	Tidak ada kerugian biaya	kerugian ≤ Rp. 2,5 M	kerugian > Rp. 2,5 M - Rp. 5 M	kerugian > Rp. 5 M - Rp. 10 M	kerugian > Rp. 10 M
1	kesalahan analisa kondisi kerusakan kapal		✓				✓				
2	kesalahan perencanaan kebutuhan material dan komponen		✓					✓			
3	kekurangan SDM yang memenuhi kompetensi yang dibutuhkan	✓					✓				
4	terdapat kandungan bahan kimia pada perairan	✓					✓				
5	sistem bahan bakar masih terbuka				✓			✓			

6	kerusakan bagian bawah air kapal				✓		✓			
7	terjadi gempa	✓					✓			
8	terjadi tsunami	✓					✓			
9	arus kencang				✓		✓			
10	terjadi kebocoran pada tangki kapal			✓			✓			
11	kesalahan perhitungan pemasangan air bag	✓						✓		
12	kerusakan kompressor udara dalam proses pengapungan kapal	✓						✓		
13	kelalaian operator dalam proses pengapungan kapal	✓						✓		
14	perubahan struktur kapal saat proses pengapungan			✓			✓			
15	pelaksanaan peluncuran tidak sesuai SOP	✓					✓			
16	kerusakan badan kapal saat diapungkan				✓		✓			
17	kapasitas crane tidak memenuhi	✓						✓		
18	tidak dilakukan pembersihan lumpur				✓		✓			
19	kondisi kapal terdapat endapan lumpur			✓			✓			

Nama : Arif Sulistiawan
 Usia : 33 tahun
 Jabatan : Research and Development Manager
 Lama bekerja : 9 tahun
 Perusahaan : PT. Jaya Salvage Indonesia

Paraf : (Electronic)

USIA TENGGELAM DI BAWAH 10 TAHUN

*Mohon diisi menggunakan tanda check list (v)

NO	RISIKO	PROBABILITAS/KEMUNGKINAN					CONSEQUENCES/DAMPAK				
		1 ≤ 1 kali dalam 5 kali perkerjaan	2 2 kali dalam 5 kali perkerjaan	3 3 kali dalam 5 kali perkerjaan	4 4 kali dalam 5 kali perkerjaan	5 5 kali dalam 5 kali perkerjaan	1 Tidak ada kerugian biaya	2 kerugian ≤ Rp. 2,5 M	3 kerugian > Rp. 2,5 M - Rp. 5 M	4 kerugian > Rp. 5 M - Rp. 10 M	5 kerugian > Rp. 10 M
1	kesalahan analisa kondisi kerusakan kapal		v				v				
2	kesalahan perencanaan kebutuhan material dan komponen		v					v			
3	kekurangan SDM yang memenuhi kompetensi yang dibutuhkan	v					v				
4	terdapat kandungan bahan kimia pada perairan				v		v				
5	sistem bahan bakar masih tertuka				v		v				

7	terjadi gempa	√					√			
8	terjadi tsunami	√					√			
9	arus kencang				√		√			
10	terjadi kebocoran pada tangki kapal					√	√			
11	kesalahan perhitungan pemasangan air bag			√				√		
12	kerusakan kompressor udara dalam proses pengapungan kapal	√						√		
13	kelelahan operator dalam proses pengapungan kapal	√						√		
14	perubahan struktur kapal saat proses pengapungan					√	√			
15	pelaksanaan peluncuran tidak sesuai SOP	√					√			
16	kerusakan badan kapal saat diapungkan					√	√			
17	kapasitas crane tidak memenuhi		√					√		
18	tidak dilakukan pembersihan lumpur					√	√			
19	konfisi kapal terdapat endapan lumpur					√	√			

Nama : Arif Sulistiawan
 Usia : 33 tahun
 Jabatan : Research and Development Manager
 Lama bekerja : 9 tahun
 Perusahaan : PT. Jaya Salvage Indonesia

Paraf : (Electronic)

USIA TENGGELAM DI ATAS 10 TAHUN

*Mohon diisi menggunakan tanda check list (v)

NO	RISIKO	PROBABILITAS/KEMUNGKINAN					CONSEQUENCES/DAMPAK				
		1 ≤ 1 kali dalam 5 kali perkerjaan	2 2 kali dalam 5 kali perkerjaan	3 3 kali dalam 5 kali perkerjaan	4 4 kali dalam 5 kali perkerjaan	5 5 kali dalam 5 kali perkerjaan	1 Tidak ada kerugian biaya	2 kerugian ≤ Rp. 2,5 M	3 kerugian > Rp. 2,5 M - Rp. 5 M	4 kerugian > Rp. 5 M - Rp. 10 M	5 kerugian > Rp. 10 M
1	kesalahan analisa kondisi kerusakan kapal			v			v				
2	kesalahan perencanaan kebutuhan material dan komponen			v				v			
3	kekurangan SDM yang memenuhi kompetensi yang dibutuhkan	v					v				
4	terdapat kandungan bahan kimia			v			v				
5	sistem bahan bakar masih terbuka					v	v				
5	kerusakan bagian bawah air kapal					v	v				

5	kerusakan bagian bawah air kapal				√		√			
7	terjadi gempa	√					√			
8	terjadi tsunami	√					√			
9	arus kencang				√		√			
10	terjadi kebocoran pada tangki kapal				√		√			
11	kesalahan perhitungan pemasangan air bag			√				√		
12	kerusakan kompressor udara dalam proses pengapungan kapal	√						√		
13	kelalaian operator dalam proses pengapungan kapal	√						√		
14	perubahan struktur kapal saat proses pengapungan				√		√			
15	pelaksanaan peluncuran tidak sesuai SOP	√					√			
16	kerusakan badan kapal saat diapungkan				√		√			
17	kapasitas crane tidak memenuhi		√					√		
18	tidak dilakukan pembersihan lumpur				√		√			
19	kon disi kapal terdapat endapan lumpur				√		√			

BIODATA PENULIS



Muhammad Wildan Firdaus, itulah nama lengkap penulis. Dilahirkan di Bandar Lampung pada 18 Juni 1995 silam, Penulis merupakan anak pertama dalam keluarga. Penulis menempuh pendidikan formal tingkat dasar pada TK Al - Kautsar, kemudian melanjutkan ke SD Al - Kautsar, SMPN 1 Bandar Lampung dan SMAN 2 Bandar Lampung. Setelah lulus SMA, Penulis diterima di Departemen Teknik Perkapalan FTK ITS pada tahun 2013 melalui jalur SNMPTN undangan.

Di Departemen Teknik Perkapalan Penulis mengambil Bidang Studi Industri Perkapalan. Selama masa studi di ITS, selain kuliah Penulis juga pernah menjadi Kepala Divisi Pengembangan Kewirausahaan Departemen Kewirausahaan HIMATEKPAL FTK ITS 2015/2016. Penulis melakukan kerja praktek di PT. BATAMEC SHIPYARD (Batam, Kepulauan Riau) dan Biro Klasifikasi Indonesia (DKI Jakarta). Penulis selalu berusaha untuk melakukan hal terbaik untuk memenuhi kewajibannya sebagai umat manusia di dunia dan akhirat.

Penulis tercatat pernah menjadi *grader* untuk mata kuliah Teknologi Material dan Mekanik.

Email: muhammad.wildan.firdaus13@mhs.na.its.ac.id / wildanfirdaus33@yahoo.com