



TUGAS AKHIR (BM43350)

**MANAJEMEN RISIKO OPERASIONAL PADA PEKERJAAN
DOCKING REPAIR DAN *FLOATING REPAIR*
MENGUNAKAN METODE FMEA DAN AHP DI SALAH
SATU PERUSAHAAN GALANGAN KAPAL LAMONGAN**

Nabila Amalia Firdausi
NRP. 1122040026

DOSEN PEMBIMBING:
PARMAN, S.T., M.M., M.T.
MIFTAKHUL AINUN ARIF, S.T., M.T.

PROGRAM STUDI D4 MANAJEMEN BISNIS
JURUSAN TEKNIK BANGUNAN KAPAL
POLITEKNIK PERKAPALAN NEGERI SURABAYA
SURABAYA
2026



PPNS POLITEKNIK
PERKAPALAN
NEGERI SURABAYA

TUGAS AKHIR (BM43350)

**MANAJEMEN RISIKO OPERASIONAL PADA PEKERJAAN
DOCKING REPAIR DAN FLOATING REPAIR
MENGUNAKAN METODE FMEA DAN AHP DI SALAH
SATU PERUSAHAAN GALANGAN KAPAL LAMONGAN**

Nabila Amalia Firdausi
NRP. 1122040026

DOSEN PEMBIMBING:
PARMAN, S.T., M.M., M.T.
MIFTAKHUL AINUN ARIF, S.T., M.T.

**PROGRAM STUDI D4 MANAJEMEN BISNIS
JURUSAN TEKNIK BANGUNAN KAPAL
POLITEKNIK PERKAPALAN NEGERI SURABAYA
SURABAYA
2026**

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

This page is intentionally left blank

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

**MANAJEMEN RISIKO OPERASIONAL PADA PEKERJAAN DOCKING
REPAIR DAN FLOATING REPAIR MENGGUNAKAN METODE PMEA
DAN AHP DI SALAH SATU PERUSAHAAN GALANGAN KAPAL**

LAMONGAN

Disusun Oleh:

Nabila Amalia Firdausi

1122040026

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Kelulusan
Program Studi D4 Manajemen Bisnis
Jurusan Teknik Bangunan Kapal
POLITEKNIK PERKAPALAN NEGERI SURABAYA**

Disetujui oleh Tim penguji Tugas Akhir Tanggal Ujian : 13 Juli 2026

Periode Wisuda : Oktober 2026

Menyetujui,

Dosen Penguji

NIDN/NUPTK

Tanda Tangan

1. Mirza Ardiana, S.Tr.T., M.Tr.T.

(8435776677230172)

(.....)

2. Fajar Dwi Kuncoro, S.T., M.T.

(0046772673130363)

(.....)

3. Miftakhul Ainun Arif, S.T., M.T.

(0333775676130243)

(.....)

4. Ir. Medi Prihandono, M.MT.

(-)

(.....)

Dosen Pembimbing

NIDN/NUPTK

Tanda Tangan

1. Parman, S.T., M.M., M.T.

(3151770671130293)

(.....)

2. Miftakhul Ainun Arif, S.T., M.T.

(0333775676130243)

(.....)

**Menyetujui
Ketua Jurusan,**

Mengetahui

Koordinator Program Studi,

**Privambodo Nur Ardi Nugroho, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 198103242014041001**

**Danis Maulana, S.T., MBA.
NIP. 198910142019031015**

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

This page is intentionally left blank

	<u>PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT</u>	No. : F.WD I. 021 Date : 3 Nopember 2015 Rev. : 01 Page : 1 dari 1
---	--	---

Yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Nabila Amalia Firdausi

NRP. : 1122040026

Jurusan/Prodi : Teknik Bangunan Kapal / D4 - Manajemen Bisnis

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa :

Tugas Akhir yang akan saya kerjakan dengan judul :

MANAJEMEN RISIKO OPERASIONAL PADA PEKERJAAN *DOCKING REPAIR* DAN *FLOATING REPAIR* MENGGUNAKAN METODE FMEA DAN AHP DI SALAH SATU PERUSAHAAN GALANGAN KAPAL LAMONGAN

Adalah benar karya saya sendiri dan bukan plagiat dari karya orang lain.

Apabila dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam karya ilmiah tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan penuh tanggung jawab.

Surabaya, 30 Juni 2026

Yang membuat pernyataan,



(Nabila Amalia Firdausi)

NRP. 1122040026

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

This page is intentionally left blank

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, karunia, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Manajemen Risiko Operasional pada Pekerjaan *Docking Repair* dan *Floating Repair* Menggunakan Metode FMEA dan AHP di Salah Satu Perusahaan Galangan Kapal Lamongan” ini dengan baik. Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi D4 Manajemen Bisnis, Jurusan Teknik Bangunan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya. Penyusunan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan, dan dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, Bapak Ir. Nasikun Winhidayat Praharanto dan Ibu Dra. Etty Sukristijorini, yang senantiasa selalu memberikan doa, kasih sayang, dukungan moral, semangat, material tanpa henti, serta pengorbanan yang tidak pernah berhenti kepada penulis selama menempuh pendidikan.
2. Bapak Rachmad Tri Soelistijono, S.T., M.T., selaku Direktur Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
3. Bapak Priyambodo Nur Ardi Nugroho, S.T., M.T., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Bangunan Kapal Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
4. Bapak Danis Maulana, S.T., MBA., selaku Koordinator Program Studi D4 Manajemen Bisnis Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
5. Ibu Devina Puspita Sari, S.T., M.T., selaku Koordinator Tugas Akhir Program Studi D4 Manajemen Bisnis.
6. Bapak Parman, S.T., M.M., M.T., selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk membimbing serta memberikan arahan, masukan, saran, motivasi, dan pendampingan kepada penulis selama proses penyusunan Tugas Akhir ini.
7. Bapak Miftakhul Ainun Arif, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk membimbing serta memberikan arahan, masukan, saran, motivasi, dan pendampingan kepada penulis selama proses penyusunan Tugas Akhir ini.

8. Seluruh dosen dan staf pengajar Program Studi D4 Manajemen Bisnis yang telah memberikan ilmu dan wawasan selama menempuh pendidikan kuliah.
9. Bapak dan Ibu yang berada di salah satu galangan kapal Lamongan, yang telah memberikan ilmu dan bantuan nya kepada penulis dalam melaksanakan OJT, proses pengumpulan data, dan penyusunan Tugas Akhir ini.
10. Keempat kakak penulis, Etwan Nugraha Rahman, S.ST., Krisna Hidayat Rahman, S.T., Mika Kisworo, S.Pd., Gr. dan drg. Ade Ayu Dwi Riani yang senantiasa memberikan doa, bantuan, dan dukungan kepada penulis.
11. Alfina Zulia Hakim, sahabat sekaligus keluarga bagi penulis, yang telah menemani dan kebersamaan penulis sejak awal perkuliahan hingga menyelesaikan Tugas Akhir bersama.
12. Rekan-rekan seperjuangan Manajemen Bisnis Angkatan 2022 khususnya kelas A, kemudian rekan-rekan Himpunan Mahasiswa Manajemen Bisnis khususnya Badan Pengurus Inti dan Departemen Riset dan Keilmuan.
13. Rekan-rekan penulis, Dimas, Niha, Anin, Frisca, dan Rachma.
14. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan, yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
15. Diri sendiri, Nabila Amalia Firdausi yang telah berjuang dan bertahan dalam kondisi maupun keadaan apapun hingga menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, baik dari segi penyusunan, bahasa, maupun penulisannya. Oleh karena itu, penulis dengan senang hati menerima segala kritik dan saran yang membangun dari pembaca demi perbaikan di masa mendatang. Akhir kata, penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya, serta bagi pembaca dan pihak-pihak yang membutuhkan pada umumnya.

Penulis,

Nabila Amalia Firdausi

MANAJEMEN RISIKO OPERASIONAL PADA PEKERJAAN *DOCKING REPAIR* DAN *FLOATING REPAIR* MENGUNAKAN METODE FMEA DAN AHP DI SALAH SATU PERUSAHAAN GALANGAN KAPAL LAMONGAN

Nabila Amalia Firdausi

ABSTRAK

Pekerjaan *docking repair* dan *floating repair* di salah satu perusahaan galangan kapal di Lamongan memiliki risiko operasional yang dapat menghambat dan mengganggu kelancaran pekerjaan reparasi. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi potensi risiko, menganalisis penilaian dan prioritas risiko menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), serta menentukan prioritas mitigasi menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) pada kedua jenis pekerjaan tersebut. Identifikasi risiko melalui wawancara tiga *expert* menghasilkan 20 sub risiko pada *docking repair* dan 16 sub risiko pada *floating repair*. Hasil FMEA menunjukkan risiko prioritas tertinggi pada *docking repair* adalah gangguan *compressed air supply* akibat *air compressor down* (RPN 393,56), sedangkan pada *floating repair* adalah solar tumpah atau terbuang ke laut karena tidak tersedianya *oil spill kit* (RPN 340,74). Kriteria dan alternatif mitigasi divalidasi menggunakan CVI dengan hasil seluruhnya valid ($I-CVI = 1$) sebelum dibobot menggunakan AHP. Hasil AHP menunjukkan alternatif mitigasi prioritas pada *docking repair* adalah penyediaan *backup compressor* atau sewa darurat (bobot global 0,435), sedangkan pada *floating repair* adalah penyediaan *oil spill kit* wajib sebelum pengurusan solar (bobot global 0,494), dengan seluruh nilai *Consistency Ratio* di bawah 0,10. Penelitian ini diharapkan menjadi acuan perusahaan dalam menyusun strategi mitigasi risiko operasional yang lebih terarah.

Kata Kunci: Risiko Operasional, *Docking Repair*, *Floating Repair*, FMEA, AHP

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

This page is intentionally left blank

OPERATIONAL RISK MANAGEMENT OF DOCKING REPAIR AND FLOATING REPAIR WORK USING THE FMEA AND AHP METHODS AT ONE OF THE SHIPYARD COMPANIES IN LAMONGAN

Nabila Amalia Firdausi

ABSTRACT

Docking repair and floating repair work at a shipyard company in Lamongan carries operational risks that can hinder and disrupt the smoothness of repair work. This study aims to identify potential risks, analyze risk assessment and prioritization using the Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) method, and determine mitigation priorities using the Analytical Hierarchy Process (AHP) method for both types of work. Risk identification through interviews with three experts resulted in 20 sub-risks for docking repair and 16 sub-risks for floating repair. The FMEA results show that the highest priority risk in docking repair is disruption of compressed air supply due to air compressor downtime (RPN 393.56), while in floating repair, it is diesel fuel spillage or discharge into the sea due to the unavailability of an oil spill kit (RPN 340.74). The mitigation criteria and alternatives were validated using CVI, with all results being valid ($I-CVI = 1$) before being weighted using AHP. The AHP results indicate that the priority mitigation alternative for docking repair, is the provision of a backup compressor or emergency rental (global weight 0.435), while for floating repair, it is the mandatory provision of an oil spill kit prior to fuel draining (global weight 0.494), with all Consistency Ratio values below 0.10. This research is expected to serve as a reference for the company in formulating more targeted operational risk mitigation strategies.

Keywords: Operational Risk, Docking Repair, Floating Repair, FMEA, AHP

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

This page is intentionally left blank

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT	v
KATA PENGANTAR.....	vii
ABSTRAK	ix
<i>ABSTRACT</i>	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR	xix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	6
1.3 Tujuan Penelitian.....	6
1.4 Manfaat Penelitian.....	7
1.5 Batasan Masalah.....	7
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Profil Perusahaan.....	9
2.2 Alur Proses Bisnis Perusahaan	10
2.3 Risiko	12
2.4 Manajemen Risiko.....	14
2.5 Risiko Operasional	15
2.6 Pekerjaan <i>Docking Repair</i>	17
2.7 Pekerjaan <i>Floating Repair</i>	19
2.8 Uji Validitas CVI (<i>Content Validity Index</i>).....	20
2.9 Metode FMEA (<i>Failure Mode and Effect Analysis</i>)	22
2.10 Metode AHP (<i>Analytical Hierarchy Process</i>)	27
2.11 Penelitian Terdahulu	35
BAB 3 METODE PENELITIAN	41
3.1 Diagram Alir.....	41

3.2 Tahapan Penelitian.....	42
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	47
4.1 Identifikasi Risiko Operasional	47
4.2 Penilaian CVI FMEA	54
4.3 Penilaian Risiko Operasional Menggunakan FMEA.....	56
4.4 Penilaian CVI AHP	65
4.5 Mitigasi Risiko Operasional Menggunakan Metode AHP pada Pekerjaan <i>Docking Repair</i>	68
4.6 Mitigasi Risiko Operasional Menggunakan Metode AHP pada Pekerjaan <i>Floating Repair</i>	92
4.7 Peningkatan Mitigasi Risiko Operasional	118
4.8 Rekomendasi Mitigasi Risiko Operasional	120
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	127
5.1 Kesimpulan	127
5.2 Saran	128
DAFTAR PUSTAKA	131
LAMPIRAN	135
Lampiran 1. Data Insiden Kegiatan Reparasi Kapal.....	135
Lampiran 2. Rekapitulasi Laporan Kecelakaan Reparasi	136
Lampiran 3. Laporan Statistik Insiden.....	138
Lampiran 4. Pengalaman Pekerjaan Reparasi Kapal	140
Lampiran 5. Prosedur Reparasi Kapal	143
Lampiran 6. Lembar Wawancara Identifikasi Risiko Operasional pada Pekerjaan <i>Docking Repair</i>	146
Lampiran 7. Lembar Wawancara Identifikasi Risiko Operasional pada Pekerjaan <i>Floating Repair</i>	149
Lampiran 8. Lembar Validasi Kuesioner CVI untuk Penilaian FMEA pada Pekerjaan <i>Docking Repair</i> dan <i>Floating Repair</i>	151
Lampiran 9. Hasil Rekap Kuesioner CVI untuk Penilaian FMEA pada Pekerjaan <i>Docking Repair</i>	169
Lampiran 10. Hasil Rekap Kuesioner CVI untuk Penilaian FMEA pada Pekerjaan <i>Floating Repair</i>	171

Lampiran 11. Lembar Kuesioner Pengolahan Data FMEA pada Pekerjaan <i>Docking Repair</i> dan <i>Floating Repair</i>	172
Lampiran 12. Hasil Rekap Penilaian Kuesioner Pengolahan Data FMEA Pekerjaan <i>Docking Repair</i>	187
Lampiran 13. Hasil Rekap Penilaian Kuesioner Pengolahan Data FMEA Pekerjaan <i>Floating Repair</i>	189
Lampiran 14. Lembar Wawancara Usulan Mitigasi Kriteria Sub Risiko Pekerjaan <i>Docking Repair</i> dan <i>Floating Repair</i>	191
Lampiran 15. Lembar Validasi Kuesioner CVI untuk Penilaian AHP pada Pekerjaan <i>Docking Repair</i> dan <i>Floating Repair</i>	194
Lampiran 16. Hasil Rekap Kuesioner CVI untuk Penilaian AHP Pekerjaan <i>Docking Repair</i>	212
Lampiran 17. Hasil Rekap Kuesioner CVI untuk Penilaian AHP Pekerjaan <i>Floating Repair</i>	213
Lampiran 18. Lembar Kuesioner Pengolahan Data AHP pada Pekerjaan <i>Docking Repair</i> dan <i>Floating Repair</i>	214
Lampiran 19. Hasil Pengolahan Data Kuesioner AHP Pekerjaan <i>Docking</i> <i>Repair</i> Menggunakan Software Expert Choice	229
Lampiran 20. Hasil Pengolahan Data Kuesioner AHP Pekerjaan <i>Floating</i> <i>Repair</i> Menggunakan Software Expert Choice	231
Lampiran 21. Dokumentasi Wawancara kepada para <i>Expert</i>	233
BIODATA PENULIS	235

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

This page is intentionally left blank

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Risiko Operasional di Salah Satu Galangan Kapal Lamongan.....	3
Tabel 2.1 Karakteristik Tingkat Keparahan (Severity)	24
Tabel 2.2 Penilaian Kemungkinan Terjadinya (<i>Occurance</i>).....	24
Tabel 2.3 Penilaian Kegagalan Deteksi (<i>Detection</i>)	25
Tabel 2.4 <i>Pairwise Comparison</i>	31
Tabel 2.5 Skala Saaty	31
Tabel 2.6 <i>Random Consistency Index</i>	34
Tabel 2.7 Penelitian Terdahulu	35
Tabel 3.1 Data Expert	43
Tabel 4.1 Identifikasi Risiko Operasional <i>Docking Repair</i> dari Ketiga <i>Expert</i>	50
Tabel 4.2 Identifikasi Risiko Operasional <i>Floating Repair</i> dari Ketiga <i>Expert</i> ...	53
Tabel 4.3 Hasil Perhitungan CVI dari 3 <i>Expert</i> pada <i>Docking Repair</i>	54
Tabel 4.4 Hasil Perhitungan CVI dari 3 <i>Expert</i> pada <i>Floating Repair</i>	55
Tabel 4.5 Hasil Penilaian RPN Risiko Operasional FMEA <i>Docking Repair</i>	57
Tabel 4.6 Hasil Penilaian RPN Risiko Operasional FMEA <i>Floating Repair</i>	60
Tabel 4.7 Hasil Pemeringkatan RPN Risiko Operasional <i>Docking Repair</i>	61
Tabel 4.8 Hasil Pemeringkatan RPN Risiko Operasional <i>Floating Repair</i>	62
Tabel 4.9 Hasil Penilaian CVI untuk AHP dari 3 <i>Expert Docking Repair</i>	65
Tabel 4.10 Hasil Penilaian CVI untuk AHP dari 3 <i>Expert Floating Repair</i>	67
Tabel 4.11 Rekap Penilaian Sub Risiko Operasional <i>Docking Repair</i>	70
Tabel 4.12 Matriks <i>Pairwise</i> Sub Risiko Operasional <i>Docking Repair</i>	71
Tabel 4.13 Normalisasi dan <i>Eigenvector</i> Sub Risiko <i>Docking Repair</i>	72
Tabel 4.14 Rasio Konsistensi Sub Risiko Operasional <i>Docking Repair</i>	72
Tabel 4.15 <i>Eigenvalue</i> Sub Risiko Operasional <i>Docking Repair</i>	73
Tabel 4.16 Rekap Penilaian <i>Air Compressor Down</i>	75
Tabel 4.17 Matriks <i>Pairwise Air Compressor Down</i>	76
Tabel 4.18 Normalisasi dan <i>Eigenvector</i> Alternatif <i>Compressor Down</i>	77
Tabel 4.19 Rasio Konsistensi <i>Air Compressor Down</i>	78
Tabel 4.20 <i>Eigenvalue Air Compressor Down</i>	78

Tabel 4.21 Rekap Penilaian Kesalahan Pemasangan SDNR.....	81
Tabel 4.22 Matriks <i>Pairwise</i> Kesalahan Pemasangan SDNR	82
Tabel 4.23 Normalisasi dan <i>Eigenvector</i> Kesalahan Pemasangan SDNR	83
Tabel 4.24 Rasio Konsistensi Kesalahan Pemasangan SDNR.....	84
Tabel 4.25 <i>Eigenvalue</i> Kesalahan Pemasangan SDNR.....	84
Tabel 4.26 Rekap Penilaian Pekerja Kurang Mengenali Jenis <i>Valve</i>	87
Tabel 4.27 Matriks <i>Pairwise</i> Pekerja Kurang Mengenali Jenis <i>Valve</i>	88
Tabel 4.28 Normalisasi dan <i>Eigenvector</i> Pekerja Kurang Mengenali Jenis <i>Valve</i>	89
Tabel 4.29 Rasio Konsistensi Pekerja Kurang Mengenali Jenis <i>Valve</i>	90
Tabel 4.30 <i>Eigenvalue</i> Pekerja Kurang Mengenali Jenis <i>Valve</i>	90
Tabel 4.31 Rekap Penilaian Sub Risiko Operasional <i>Floating Repair</i>	95
Tabel 4.32 Matriks <i>Pairwise</i> Sub Risiko Operasional <i>Floating Repair</i>	96
Tabel 4.33 Normalisasi dan <i>Eigenvector</i> Sub Risiko <i>Floating Repair</i>	97
Tabel 4.34 Rasio Konsistensi Sub Risiko Operasional <i>Floating Repair</i>	98
Tabel 4.35 <i>Eigenvalue</i> Sub Risiko Operasional <i>Floating Repair</i>	98
Tabel 4.36 Rekap Penilaian Solar Tumpah atau Terbuang ke Laut	100
Tabel 4.37 Matriks <i>Pairwise</i> Solar Tumpah atau Terbuang ke Laut	101
Tabel 4.38 Normalisasi dan <i>Eigenvector</i> Solar Tumpah atau Terbuang ke Laut	102
Tabel 4.39 Rasio Konsistensi Solar Tumpah atau Terbuang ke Laut	103
Tabel 4.40 <i>Eigenvalue</i> Solar Tumpah atau Terbuang ke Laut	104
Tabel 4.41 Rekap Penilaian Kapal Menyerap Lumpur dan dapat Kandas	106
Tabel 4.42 Matriks <i>Pairwise</i> Kapal Menyerap Lumpur dan dapat Kandas	107
Tabel 4.43 Normalisasi dan <i>Eigenvector</i> Kapal Menyerap Lumpur	109
Tabel 4.44 Rasio Konsistensi Kapal Menyerap Lumpur dan dapat Kandas	110
Tabel 4.45 <i>Eigenvalue</i> Kapal Menyerap Lumpur dan dapat Kandas.....	110
Tabel 4.46 Rekap Penilaian Area Dermaga Berbatu	112
Tabel 4.47 Matriks <i>Pairwise</i> Area Dermaga Berbatu	114
Tabel 4.48 Normalisasi dan <i>Eigenvector</i> Area Dermaga Berbatu.....	115
Tabel 4.49 Rasio Konsistensi Area Dermaga Berbatu	116
Tabel 4.50 <i>Eigenvalue</i> Area Dermaga Berbatu Mengganggu	116
Tabel 4.51 Pemeringkatan Mitigasi Risiko Operasional <i>Docking Repair</i>	118
Tabel 4.52 Pemeringkatan Mitigasi Risiko Operasional <i>Floating Repair</i>	119

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Kapal yang Reparasi di Salah Satu Galangan Kapal Lamongan	2
Gambar 2.1 Alur Proses Bisnis Pembuatan Kapal Baru/Reparasi Kapal	10
Gambar 2.2 Pekerjaan <i>Docking Repair</i> pada <i>Crew Boat</i>	17
Gambar 2.3 Pekerjaan <i>Floating Repair</i> pada <i>Crew Boat</i>	19
Gambar 2.4 <i>Risk Matrix</i>	27
Gambar 2.5 Struktur Hierarki	31
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	41
Gambar 4.1 <i>Risk Matrix</i> Pekerjaan <i>Docking Repair</i>	63
Gambar 4.2 <i>Risk Matrix</i> Pekerjaan <i>Floating Repair</i>	64
Gambar 4.3 Struktur Hierarki Pekerjaan <i>Docking Repair</i>	69
Gambar 4.4 Perhitungan Expert Choice Sub Risiko <i>Docking Repair</i>	74
Gambar 4.5 Perhitungan Expert Choice <i>Air Compressor Down</i>	79
Gambar 4.6 Perhitungan Expert Choice Kesalahan Pemasangan SDNR	86
Gambar 4.7 Perhitungan Expert Choice Pekerja Kurang Mengenali Jenis <i>Valve</i>	91
Gambar 4.8 Struktur Hierarki Pekerjaan <i>Floating Repair</i>	94
Gambar 4.9 Perhitungan Expert Choice Sub Risiko <i>Floating Repair</i>	99
Gambar 4.10 Perhitungan Expert Choice Solar Tumpah ke Laut	105
Gambar 4.11 Perhitungan Expert Choice Kapal Menyerap Lumpur	111
Gambar 4.12 Perhitungan Expert Choice Area Dermaga Berbatu	117

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

This page is intentionally left blank

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri galangan kapal merupakan sektor jasa industri yang memiliki karakter pekerjaan kompleks, dinamis, dan berisiko tinggi terhadap kelangsungan operasional. Kegiatan reparasi kapal di galangan melibatkan pekerjaan panas (*hot work*), penggunaan peralatan berat, pekerjaan mekanik dan kelistrikan, pekerjaan di ketinggian, serta pekerjaan di ruang terbatas (*confined space*). sehingga aktivitas reparasi kapal sangat rentan terhadap gangguan proses, keterlambatan, pembengkakan biaya, serta penurunan mutu bila tidak dikelola dengan pendekatan manajemen risiko yang sistematis (Health and Safety Executive, 2012).

Dalam praktik galangan kapal, kegiatan reparasi umumnya dibedakan menjadi *docking repair* dan *floating repair*, yang masing-masing memiliki karakteristik kerja dan profil risiko yang berbeda. *Docking repair* dilakukan ketika kapal berada pada fasilitas *docking* sehingga memungkinkan akses penuh terhadap struktur dan lambung kapal, namun aktivitasnya didominasi oleh pekerjaan pengelasan, pemotongan, *blasting*, serta penggunaan alat berat yang intensif. Sementara itu, *floating repair* dilakukan saat kapal masih berada dalam kondisi terapung, dengan keterbatasan akses kerja serta pengaruh langsung faktor stabilitas kapal dan lingkungan perairan. Perbedaan kondisi kerja tersebut memunculkan profil risiko operasional pada kondisi kerja darat dan terapung yang tidak dapat diperlakukan secara sama (Health and Safety Executive, 2012).

Pada salah satu perusahaan galangan kapal di Lamongan yang melaksanakan pekerjaan *docking repair* dan *floating repair*, dinamika risiko yang muncul berupa risiko operasional yang memengaruhi mutu, waktu, biaya, dan keberlangsungan proses reparasi. Dalam konteks galangan, bentuk konkret risiko operasional dapat berupa keterlambatan proyek akibat *rework* atau temuan kerusakan tambahan saat inspeksi, *downtime* karena kegagalan

alat/*rigging*, gangguan jadwal karena cuaca dan gelombang pada pekerjaan terapung, pemborosan material, penurunan kualitas hasil pekerjaan (misalnya kualitas pengelasan/pengecatan), hingga pembengkakan biaya akibat *unplanned work*. Berdasarkan praktik dan observasi internal, permasalahan yang dijumpai antara lain, pengelolaan risiko masih belum dilakukan secara sistematis, penilaian risiko yang masih bersifat kualitatif dan subjektif, serta belum ada prioritas mitigasi risiko operasional yang jelas.



Gambar 1.1 Kapal yang Reparasi di Salah Satu Galangan Kapal Lamongan (Data Perusahaan, 2018 – 2025)

Berdasarkan data jumlah kapal yang pernah melakukan reparasi di salah satu perusahaan galangan kapal Lamongan yang ditunjukkan pada Gambar 1.1, terlihat bahwa dalam periode tahun 2018–2025, adanya fluktuasi volume pekerjaan, yaitu 5 kapal pada 2018, turun menjadi 1 kapal pada 2019. Pada rentang tahun 2020–2023, tidak terdapat data pekerjaan reparasi kapal di perusahaan tersebut, yang disebabkan oleh terhentinya sebagian aktivitas reparasi akibat pandemi COVID-19 serta adanya kendala internal perusahaan pada periode yang sama, sebagaimana disajikan pada Tabel 1.1. Kekosongan ini terjadi karena beberapa faktor yang saling berkaitan, yaitu penundaan kebutuhan reparasi oleh pihak pemilik kapal selama masa pandemi, serta kapasitas dan sumber daya galangan yang pada periode tersebut lebih banyak dialokasikan untuk pekerjaan pembangunan kapal baru, meskipun jumlahnya juga terbatas yaitu sekitar 1–2 unit per tahun. Selanjutnya, tercatat kembali 1

kapal pada 2024, dan kembali meningkat menjadi 4 kapal pada 2025. Meskipun secara kuantitatif pekerjaan yang dilakukan terlihat relatif sedikit, kondisi tersebut perlu dilihat dalam konteks skala operasional perusahaan, di mana galangan ini tergolong galangan kecil dengan intensitas pekerjaan reparasi yang terbatas, yaitu hanya sekitar satu hingga lima kali pekerjaan dalam satu periode tertentu, bahkan pada waktu tertentu tidak terdapat pekerjaan reparasi sama sekali. Pola naik-turun ini berimplikasi langsung pada risiko operasional. Saat volume reparasi meningkat, risiko operasional cenderung naik. Sebaliknya, saat volume rendah, muncul risiko operasional berupa *idle capacity*. Risiko operasional tersebut sejalan ketika dilakukannya observasi, seperti pada Tabel 1.1 di bawah ini.

Tabel 1. 1 Risiko Operasional di Salah Satu Galangan Kapal Lamongan

No.	Kejadian pada Risiko Operasional di Salah Satu Perusahaan Galangan Kapal Lamongan
1.	Beberapa peralatan pernah mengalami masalah ketika pekerjaan sedang berlangsung, seperti <i>excavator</i> , kompresor, dan <i>forklift</i> .
2.	Pada tahun 2025, terdapat 2 kapal yang dijadwalkan untuk dilakukan reparasi, namun tertunda beberapa bulan dikarenakan terdapat masalah <i>internal</i> antara pihak kapal dengan pihak galangan.
3.	Terbatasnya lahan menyebabkan kapal harus dilakukan reparasi secara bergantian, sehingga sekiranya kapal tersebut terdapat kerusakan <i>minor</i> yang tidak perlu untuk naik <i>dock</i> , dapat dilakukan dengan cara <i>floating repair</i> .
4.	Ketika kapal akan dilakukan <i>sea trial</i> , sempat terhambat akibat cuaca yang tidak mendukung dalam keberlangsungan <i>sea trial</i> , sehingga aktivitas tersebut sampai ditunda dan diulangi sebanyak 2x.
5.	Diantara rentang tahun 2020 – 2023 terjadi wabah besar di seluruh dunia yang mengakibatkan sempat terhentinya pekerjaan reparasi di galangan tersebut.

Sumber: Observasi di Perusahaan, 2025

Berdasarkan Tabel 1.1, kondisi tersebut sejalan dengan konsep risiko operasional sebagai risiko kerugian akibat ketidakcukupan atau kegagalan proses internal, manusia, sistem, atau dipicu kejadian eksternal yang mengganggu kelancaran operasi. Kondisi ini mengindikasikan bahwa potensi risiko pada pekerjaan *docking repair* dan *floating repair* tetap signifikan meskipun volume pekerjaan relatif kecil, sehingga diperlukan penerapan manajemen risiko operasional yang lebih sistematis dan terarah untuk menekan kemungkinan terjadinya insiden serupa di masa mendatang.

Dalam penelitian ini, tahapan manajemen risiko operasional pada pekerjaan *docking repair* dan *floating repair* disusun dengan urutan metode FMEA terlebih dahulu kemudian AHP. Analisis diawali menggunakan

Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) untuk memetakan pekerjaan, mengidentifikasi skenario kegagalan/kejadian yang berpotensi terjadi pada setiap aktivitas, serta menilai tingkat kekritisannya melalui parameter *Severity*, *Occurrence*, dan *Detection* (S–O–D) hingga diperoleh nilai *Risk Priority Number* (RPN) dan *risk matrix*. Hasil FMEA kemudian digunakan sebagai dasar untuk menentukan titik-titik risiko paling kritis yang perlu diprioritaskan. Selanjutnya, untuk memastikan prioritisasi tidak berhenti pada urutan RPN dan *risk matrix*, penelitian ini menggunakan *Analytical Hierarchy Process* (AHP) sebagai metode *multi-criteria decision making*, untuk memberi bobot kepentingan relatif pada kriteria risiko, merangking risiko prioritas berbasis penilaian *expert*, dan memilih urutan strategi mitigasi yang paling realistis untuk diterapkan. AHP mempergunakan *pairwise comparison*, perhitungan vektor prioritas (*eigenvector*) sebagai bobot keputusan, dan pengujian konsistensi penilaian (*Consistency Ratio* dan *Consistency Index*) untuk memastikan penilaian *expert* dapat diterima, dengan rasio inkonsistensi $\leq 0,1$ dinilai *acceptable*, sedangkan nilai di atas itu perlu ditinjau ulang. Dengan mengintegrasikan FMEA dan AHP, FMEA berperan sebagai *screening* untuk menentukan risiko operasional prioritas berbasis RPN dan *risk matrix*, sedangkan AHP memperkuat pengambilan keputusan dalam memilih alternatif mitigasi yang paling layak berdasarkan multi-kriteria dan konsistensi penilaian.

Sejumlah penelitian terdahulu yang mendukung penelitian ini menunjukkan bahwa kombinasi pemetaan risiko dan penentuan prioritas dapat dilakukan secara terstruktur, serta penerapan metode FMEA dan AHP bisa digunakana dalam analisis risiko pada sektor maritim. Pertama, Ramadan dan Basuki (2023) menilai risiko pada aktivitas operasional di PT Dewa Ruci Agung dengan FMEA dan menegaskan prioritas risiko melalui RPN, dengan menemukan 3 risiko yang memiliki RPN tertinggi, yaitu proses pengecatan (RPN 36), *sandblasting* (RPN 24), dan pengelasan (RPN 20), lalu mengusulkan pengendalian yang berfokus pada kepatuhan SOP/APD dan kelayakan alat. Kedua, Saraswati, Tantrika dan Sari (2025) menggunakan AHP untuk mengidentifikasi risiko operasional dominan penyebab

keterlambatan proyek pembuatan kapal, ditegaskan bahwa AHP merupakan metode perbandingan berpasangan untuk pengambilan keputusan, dan hasilnya menetapkan 9 risiko operasional dominan seperti desain tidak tepat, manajemen kurang baik, perubahan desain oleh *client*, keterbatasan material, cuaca buruk, dan pembatasan jam kerja, sekaligus memberikan rekomendasi perbaikan. Ketiga, Indrawati, Mulyatno dan Kiryanto (2025) mengintegrasikan FMEA dan AHP pada proyek pembangunan kapal LCT 1500 DWT, dengan FMEA digunakan untuk menemukan mode kegagalan berisiko tinggi (misalnya keterlambatan permintaan material dan wanprestasi pemasok), lalu AHP digunakan untuk menetapkan prioritas langkah mitigasi sehingga keluaran penelitian tidak berhenti pada daftar risiko, tetapi berlanjut pada urutan mitigasi yang paling diprioritaskan. Dengan demikian, keterkaitan ketiga studi tersebut menguatkan bahwa FMEA berperan sebagai tahap awal untuk menyaring dan memusatkan perhatian pada risiko prioritas, sedangkan AHP digunakan pada tahap berikutnya untuk menimbang kriteria keputusan dan memilih alternatif mitigasi yang paling layak, sehingga keputusan mitigasi tidak hanya berdasarkan RPN dan *risk matrix* tetapi juga mempertimbangkan aspek manajerial dan keterbatasan sumber daya.

Meskipun ketiga studi tersebut membuktikan kekuatan FMEA untuk pemeringkatan risiko dan AHP untuk prioritas keputusan/mitigasi, masih terdapat celah penelitian untuk konteks reparasi kapal, khususnya ketika objek dibedakan menjadi *docking repair* dan *floating repair* yang memiliki kondisi kerja, kendala akses, dan dinamika lapangan berbeda. Studi Ramadan dan Basuki (2023) lebih menitikberatkan risiko K3 pada rangkaian proses kerja, sedangkan Saraswati, Tantrika dan Sari (2025) dan Indrawati, Mulyatno dan Kiryanto (2025) dominan pada konteks *shipbuilding* dan keterlambatan proyek. Penelitian Terbaru memfokuskan analisis pada risiko operasional dalam dua jenis pekerjaan reparasi (*docking repair* dan *floating repair*), dengan FMEA sebagai penilaian dan prioritisasi risiko serta AHP sebagai penentuan prioritas mitigasi sehingga rekomendasi yang dihasilkan lebih siap dieksekusi dan relevan untuk pengendalian gangguan operasi di galangan. Maka, dengan hal ini disusun penelitian dengan judul “Manajemen

Risiko Operasional pada Pekerjaan *Docking Repair* dan *Floating Repair* Menggunakan Metode FMEA dan AHP di Salah Satu Perusahaan Galangan Kapal Lamongan”

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian yang telah disampaikan dalam latar belakang, maka dapat disusun rumusan masalah yang perlu diteliti lebih lanjut untuk dianalisis guna menemukan solusi yang tepat. Berikut adalah rumusan masalah:

1. Bagaimana identifikasi risiko operasional pada pekerjaan *docking repair* dan *floating repair*?
2. Bagaimana hasil penilaian dan prioritisasi risiko operasional berdasarkan parameter penilaian dalam metode FMEA pada pekerjaan *docking repair* dan *floating repair*?
3. Bagaimana penentuan prioritas mitigasi terhadap risiko operasional prioritas menggunakan metode AHP pada pekerjaan *docking repair* dan *floating repair*?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menjawab pertanyaan yang disusun sebelumnya. Adapun tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah:

1. Untuk mengidentifikasi potensi risiko operasional pada pekerjaan *docking repair* dan *floating repair*.
2. Untuk menganalisis hasil penilaian dan prioritisasi risiko operasional berdasarkan parameter penilaian dalam metode FMEA pada pekerjaan *docking repair* dan *floating repair*.
3. Untuk menganalisis penentuan prioritas mitigasi terhadap risiko operasional prioritas menggunakan metode AHP pada pekerjaan *docking repair* dan *floating repair*.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan harapan dapat bermanfaat untuk berbagai pihak, manfaat tersebut antara lain adalah sebagai berikut:

1. Bagi Perguruan Tinggi

Penelitian ini diharapkan menambah referensi ilmiah dan studi kasus penerapan FMEA dan AHP dalam manajemen risiko operasional pada pekerjaan reparasi kapal, khususnya *docking repair* dan *floating repair*. Hasil penelitian dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembelajaran, rujukan penelitian lanjutan, serta penguatan kajian metode penilaian risiko dan pengambilan keputusan mitigasi di lingkungan akademik.

2. Bagi Perusahaan

Penelitian ini diharapkan memberikan keluaran berupa daftar identifikasi risiko operasional, prioritas risiko berdasarkan hasil FMEA, serta prioritas mitigasi menggunakan AHP. Hasil ini dapat menjadi dasar penentuan fokus pengendalian, penyempurnaan SOP/izin kerja, dan penguatan pengawasan sehingga membantu menurunkan potensi insiden, mengurangi *downtime*/keterlambatan, serta meningkatkan efektivitas pelaksanaan pekerjaan reparasi.

3. Bagi Penulis/Mahasiswa

Penelitian ini diharapkan menambah pengalaman dan kompetensi dalam menerapkan FMEA untuk penilaian risiko dan AHP untuk prioritas mitigasi pada kasus nyata di galangan kapal. Penelitian ini juga melatih kemampuan pengolahan data berbasis *expert* dan Expert Choice, penyusunan alternatif perbaikan yang terukur, serta penulisan ilmiah yang sistematis dan sesuai kaidah penelitian.

1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan-batasan yang diberikan agar pembahasan tidak terlalu meluas dan dapat mencapai hasil yang sesuai dengan tujuan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya dilakukan pada pekerjaan reparasi kapal/perbaikan kapal yang meliputi pekerjaan *docking repair* (pekerjaan reparasi ketika

kapal di atas dok) dan *floating repair* (pekerjaan reparasi ketika kapal terapung) saja di salah satu perusahaan galangan kapal Lamongan, serta tidak membahas ketika kapal dilakukan proses *docking* maupun *undocking*

2. Subjek penelitian terbatas pada salah satu perusahaan galangan kapal di Lamongan
3. Data pengalaman pekerjaan reparasi yang tertulis hanya pada tahun 2018 – 2019 dan 2024 – 2025.
4. Data yang digunakan terbatas pada observasi lapangan, dokumen perusahaan yang tersedia (SOP dan *repair list*), serta wawancara/kuesioner kepada *expert*.
5. Validasi kuesioner menggunakan CVI, terbatas hanya pada perhitungan menggunakan I-CVI.
6. Penilaian risiko menggunakan FMEA dengan parameter *Severity* (S), *Occurrence* (O), *Detection* (D), *output* RPN, dan *output risk matrix* untuk menentukan risiko prioritas.
7. Mitigasi ditentukan menggunakan AHP untuk memprioritaskan alternatif pengendalian berdasarkan kriteria yang ditetapkan dan penilaian *expert* (dengan uji konsistensi).
8. Penelitian ini tidak membandingkan tingkat risiko antara pekerjaan *docking repair* dan *floating repair*, melainkan menganalisis risiko operasional masing-masing pekerjaan tersebut.
9. Jenis kapal ini terbatas pada kapal *crew boat* yang sedang atau pernah reparasi di galangan kapal tersebut.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2 Profil Perusahaan

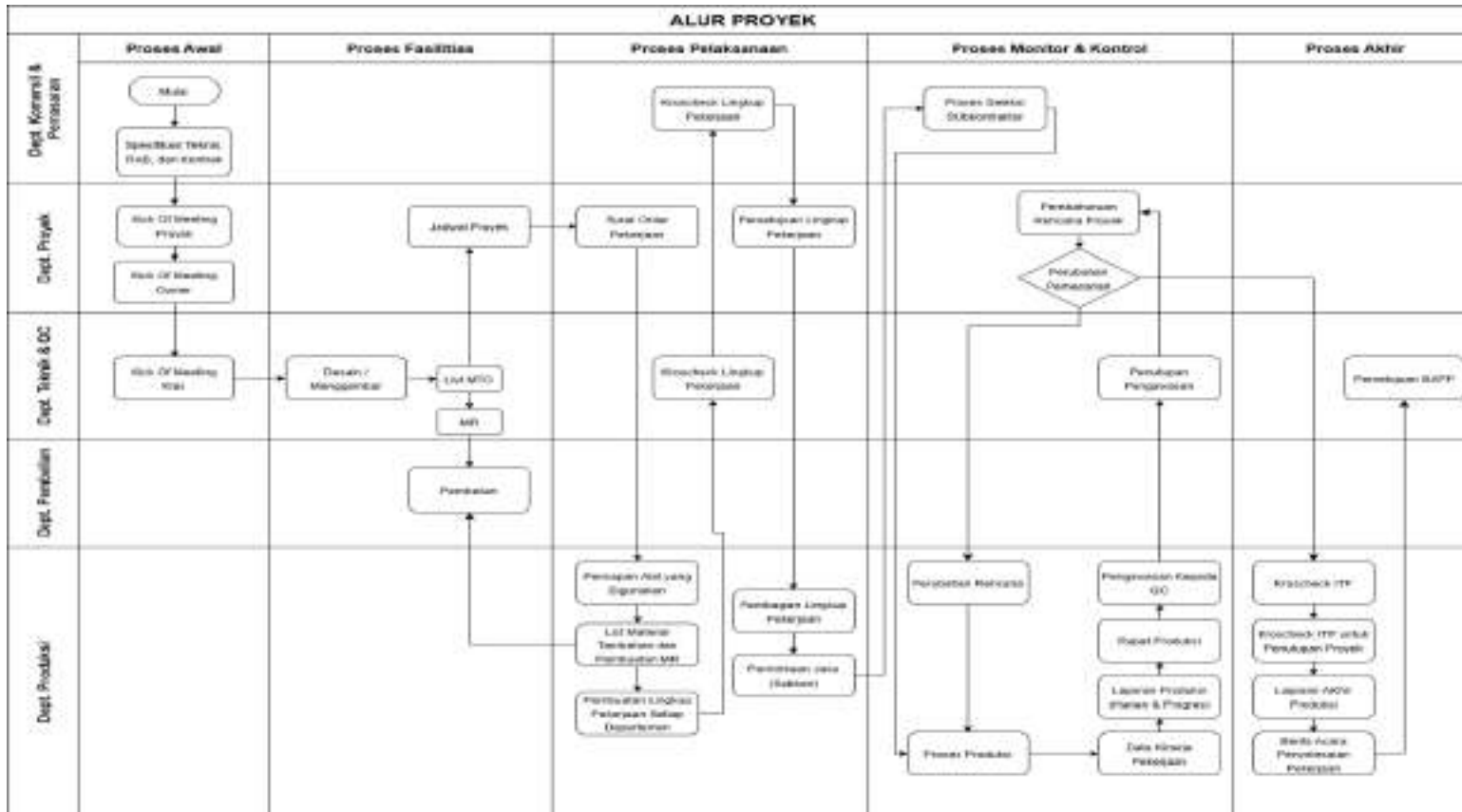
Pada salah satu perusahaan galangan kapal yang berdiri pada tahun 1990 dan berlokasi di Gresik serta Lamongan, Jawa Timur, Indonesia merupakan perusahaan pionir di Indonesia yang memproduksi berbagai jenis kapal berbahan aluminium yang didukung dengan teknologi dari Australia. Dengan menerapkan sistem dan teknologi yang paling mutakhir, kini tidak hanya membangun kapal aluminium tetapi juga membangun berbagai jenis kapal berbahan baja, *fiber*, dan HDPE, serta terus berinovasi dalam menciptakan kapal-kapal dengan desain terbaru demi kemajuan bangsa Indonesia dibidang industri kelautan.

Perusahaan ini juga dikenal sebagai pionir dan satu-satunya spesialis aluminium yang ada di Indonesia. Sehingga pengalaman dalam memproduksi kapal-kapal berbahan aluminium tidak perlu diragukan lagi. Untuk menjaga mutu, setiap tahap pengerjaan kapal didukung dengan adanya inspeksi yang ketat yang melibatkan *surveyor* dan pemilik kapal melalui ITP *System (Inspection Test Plan)*. Serta laporan yang jelas yang didukung oleh Tim *Quality Control* handal yang sudah memiliki pengalaman dan pelatihan setingkat *Welding Inspector* dimana hal ini merupakan bagian yang terpenting di dalam menghasilkan kapal yang berkualitas.

Pembuatan kapal merupakan bagian utama dan memberikan beberapa pelayanan berupa *Custom Design, Aftersales Service, Spare Part Ready*, dan *Maintenance Fast Response*. Selain itu juga melayani berbagai jenis pekerjaan perbaikan dan pembersihan kapal, mulai dari berbagai jenis kapal *boat* hingga kapal-kapal yang berukuran besar lainnya.

3 Alur Proses Bisnis Perusahaan

Pada penelitian ini, alur bisnis perusahaan diuraikan melalui proses dalam pembuatan kapal baru/reparasi kapal, yang dimana langkah/tahapan proses ini sama dengan ketika melakukan reparasi kapal, seperti pada Gambar 2.1



Gambar 2. 1 Alur Proses Bisnis Pembuatan Kapal Baru/Reparasi Kapal (Data Perusahaan, 2017)

Alur proses bisnis pada Gambar 2.1 tersebut menggambarkan alur proyek pembangunan kapal baru ataupun reparasi kapal. Departemen Engineering memulai dengan menyerahkan dan mendistribusikan dokumen proyek yang diperlukan, meliputi *shop drawing*, *cutting sheet*, *Material Take-Off* (MTO), serta *Material Request* (MR) utama. Setelah itu, Manajer Produksi mengoordinasikan pelaksanaan pekerjaan kepada seluruh supervisor produksi. Para supervisor kemudian mengatur pembagian pekerjaan kepada teknisi melalui *briefing* pagi atau rapat koordinasi singkat. Bersama teknisi terkait, Supervisor Construction memeriksa kesiapan dan ketersediaan material serta peralatan, baik yang berada di gudang maupun di *workshop*. Selanjutnya, setiap Supervisor Produksi, dengan mengacu pada SOP atau instruksi kerja yang berlaku, menyiapkan seluruh kebutuhan pelaksanaan kerja seperti tenaga kerja, dokumen pendukung, peralatan, material, *consumable*, perlengkapan keselamatan, serta meja kerja.

Tahap awal pembangunan kapal baru adalah pengerjaan *hull* yang dilaksanakan oleh pelaksana internal maupun eksternal bersama supervisor terkait sesuai instruksi kerja *hull*. Setelah pekerjaan selesai, hasilnya diperiksa untuk memastikan kesesuaian dengan gambar kerja dan spesifikasi teknis, dan apabila diperlukan dilakukan *finishing* agar hasil akhir memenuhi ketentuan. Pada tahap yang berjalan beriringan, pekerjaan *outfitting*, *piping*, dan *machinery* juga dilaksanakan oleh pelaksana internal/eksternal dengan pendampingan supervisor masing-masing sesuai instruksi kerja yang berlaku. Untuk setiap proses tersebut, *output* pekerjaan diverifikasi kesesuaiannya terhadap *drawing* dan spesifikasi teknis, kemudian dilakukan *finishing* apabila masih diperlukan untuk mencapai standar yang ditetapkan. Setelah proses *hull*, *outfitting*, *piping*, dan *machinery* dinyatakan selesai, bagian QC melakukan inspeksi maupun pengujian sesuai standar, SOP, atau instruksi kerja QC yang berlaku.

Setelah pekerjaan utama tersebut, rangkaian pekerjaan lanjutan meliputi interior, pemasangan *Life Saving Appliances* (LSA) dan *Fire*

Fighting Equipment (FFE), serta pekerjaan *electrical* dan *electronic*. Seluruh pekerjaan ini dilaksanakan oleh pelaksana internal/eksternal bersama supervisor terkait berdasarkan instruksi kerja masing-masing, lalu hasilnya diperiksa kesesuaiannya dengan *drawing* dan spesifikasi teknis, serta disempurnakan melalui *finishing* apabila diperlukan. Di sisi lain, proses *painting/coating* dapat dilakukan secara paralel dengan pekerjaan *hull* atau dilaksanakan pada tahap penyelesaian akhir kapal hingga menjelang *launching*. Hasil pengecatan atau pelapisan kemudian diperiksa kesesuaiannya dengan spesifikasi teknis oleh *paint maker*, pelaksana internal/eksternal, dan supervisor terkait.

Ketika bangunan kapal baru dinyatakan selesai, proses *launching* dilaksanakan dan dikoordinasikan bersama bagian Yard sesuai SOP *launching* kapal. Setelah *launching*, dilakukan *commissioning* oleh supervisor terkait berdasarkan SOP atau instruksi kerja yang relevan dengan pengawasan atau kehadiran QHSSE, pihak Klasifikasi, dan Owner Surveyor. Hasil *commissioning* selanjutnya didokumentasikan dalam *Commissioning Test Report* yang disusun oleh Departemen QC. Tahap berikutnya adalah pelaksanaan *sea trial* dan *inclining test* oleh supervisor terkait yang disaksikan oleh HSSE, Owner Surveyor, dan Klasifikasi sesuai SOP atau instruksi kerja *sea trial*, hasilnya kemudian dituangkan dalam *Sea Trial Report* oleh Departemen QC. Secara khusus, *inclining test* juga dilaksanakan oleh Departemen Engineering berdasarkan SOP atau instruksi kerja terkait dengan dukungan Supervisor Produksi. Pada akhirnya, seluruh laporan pelaksanaan proses pekerjaan disusun oleh masing-masing sub departemen dan disampaikan kepada supervisor terkait sebagai bagian dari penutupan dokumentasi pekerjaan.

4 Risiko

Risiko pada dasarnya berkaitan dengan kemungkinan munculnya kondisi yang tidak diharapkan, yang dapat menimbulkan kerugian atau umumnya dipahami sebagai sesuatu yang memiliki konsekuensi negatif bagi individu

maupun organisasi (Hanafi, 2016). Risiko sering dipahami sebagai bahaya/akibat/konsekuensi dari proses yang sedang berlangsung atau kejadian yang mungkin terjadi di masa mendatang, terutama ketika kondisi ketidakpastian membuat hasil aktual dapat menyimpang dari yang direncanakan (Sinaga dan Jayanti, 2022). Risiko bukan hanya peristiwa buruk, tetapi juga ukuran seberapa jauh hasil realisasi bisa berbeda dari target, dan penyimpangan itu bisa dipengaruhi oleh perencanaan, lingkungan, maupun faktor lain yang tidak sepenuhnya dapat dikendalikan (Sinaga dan Jayanti, 2022).

Pemahaman tentang risiko menjadi lebih kuat ketika dikaitkan dengan konsep ketidakpastian. Ketidakpastian menjelaskan bahwa hasil masa depan tidak dapat dipastikan, sehingga organisasi menghadapi peluang terjadinya kerugian yang dapat menghambat pencapaian tujuan. Dengan demikian, risiko dapat dipandang sebagai konsekuensi dari ketidakpastian yang melekat pada pengambilan keputusan (Hanafi, 2016). Di level praktik organisasi, pemahaman risiko semakin penting karena dinamika eksternal, seperti globalisasi, liberalisasi, dan teknologi mendorong fluktuasi yang lebih tinggi dan memperbesar ketidakpastian. Kondisi tersebut membuat risiko hadir di mana-mana dan cenderung meningkat seiring perubahan lingkungan, sehingga organisasi memerlukan cara pandang yang lebih sistematis dalam mengenali dan merespons risiko (Hanafi, 2016).

Untuk memudahkan analisis, risiko dapat dikategorikan berdasarkan risiko murni dan risiko spekulatif. Risiko murni adalah risiko yang hanya memiliki kemungkinan kerugian tanpa peluang keuntungan (misalnya kebakaran atau kecelakaan), sedangkan risiko spekulatif adalah risiko yang mengandung kemungkinan rugi sekaligus peluang keuntungan (Hanafi, 2016). Risiko murni diposisikan sebagai ketidakpastian yang apabila terjadi menghasilkan kerugian dan jika tidak terjadi tidak memberikan keuntungan, sedangkan risiko spekulatif dapat berujung rugi, untung, atau impas. Perbedaan ini membantu organisasi menentukan jenis penanganan yang sesuai, termasuk penggunaan asuransi yang umumnya lebih terkait dengan risiko murni (Hanafi, 2016). Di samping itu, risiko dapat dibedakan menjadi statis dan

dinamis. Risiko statis cenderung muncul dari kondisi yang relatif stabil (misalnya risiko akibat fenomena alam tertentu) dan karakteristiknya tidak banyak berubah, sedangkan risiko dinamis muncul akibat perubahan sosial, teknologi, dan perilaku masyarakat yang dapat melahirkan jenis risiko baru. Risiko juga dapat dilihat dari perspektif objektif dan subjektif. Risiko objektif adalah risiko yang dapat diobservasi dengan parameter terukur, sedangkan risiko subjektif dipengaruhi persepsi dan karakter individu/organisasi sehingga tingkat tinggi-rendahnya risiko dapat dipandang berbeda meski data objektifnya sama (Hanafi, 2016).

5 Manajemen Risiko

Manajemen risiko berkembang sebagai kebutuhan organisasi untuk menghadapi risiko yang semakin kompleks. Secara umum, manajemen risiko dipahami sebagai sistem pengelolaan risiko yang dihadapi organisasi secara komprehensif untuk mendukung peningkatan nilai organisasi, dengan menekankan bahwa pengelolaan risiko tidak bersifat insidental, melainkan harus dijalankan sebagai aktivitas manajerial yang terstruktur (Sinaga dan Jayanti, 2022). Secara konseptual, manajemen risiko dapat dipandang sebagai seperangkat kebijakan dan prosedur yang dimiliki organisasi untuk mengelola, memonitor, serta mengendalikan eksposur terhadap risiko. Penekanan pada kebijakan dan prosedur menunjukkan bahwa manajemen risiko menuntut standardisasi, kejelasan peran, serta mekanisme pengendalian yang konsisten di dalam organisasi (Hanafi, 2016).

Dalam kerangka manajemen risiko organisasi, elemen yang sering muncul mencakup penetapan misi/tujuan pengelolaan risiko, penilaian risiko dan ketidakpastian (mengidentifikasi dan mengukur), pengendalian risiko, pendanaan risiko, serta administrasi program. Rangkaian elemen ini membantu organisasi bergerak dari sekadar menyadari risiko menjadi mengelola risiko melalui sistem yang dapat dijalankan (Hanafi, 2016). Manajemen risiko merupakan pendekatan terstruktur/metodologis untuk mengelola ketidakpastian yang berkaitan dengan ancaman. Strategi yang dapat diambil antara lain memindahkan risiko kepada pihak lain, menghindari

risiko, mengurangi efek negatif risiko, serta menanggung (sebagian/seluruh) konsekuensi risiko tertentu sesuai kemampuan organisasi (Dewi, 2019).

Batas manajemen risiko sering dijelaskan sebagai aktivitas eksekutif/manajerial yang fokus pada pengelolaan risiko (khususnya risiko murni) melalui dua gagasan kunci: (1) menemukan dan menganalisis kerugian/risiko secara sistematis (identifikasi), serta (2) memilih metode penanganan risiko yang paling tepat dengan mempertimbangkan kaitannya dengan keuntungan/tujuan organisasi (Sinaga dan Jayanti, 2022). Manajemen risiko juga berhubungan dengan konsep mitigasi risiko, yaitu bagian integral dari manajemen risiko yang bertujuan meminimalkan dampak negatif ancaman terhadap tujuan. Strategi mitigasi dijelaskan sebagai pendekatan sistematis dan holistik yang mencakup penghindaran risiko, pengurangan risiko, transfer risiko, dan penerimaan risiko, disertai *monitoring* dan evaluasi berkelanjutan agar tetap relevan terhadap perubahan lingkungan (Tambunan, 2024).

Penjelasan strategi pengurangan risiko menekankan bahwa mengurangi bukan berarti menghilangkan risiko, melainkan menurunkan probabilitas dan/atau dampak hingga mencapai tingkat yang dapat diterima. Contohnya perbaikan prosedur kerja untuk mengurangi kesalahan manusia dan kegagalan proses (Gai dkk., 2025). Strategi transfer risiko sering dijelaskan sebagai pengalihan konsekuensi risiko kepada pihak ketiga melalui asuransi, kontrak, atau kerja sama. Secara logis, transfer tidak menghapus risiko, tetapi memindahkan beban finansial dan tanggung jawab tertentu agar organisasi lebih stabil dan dapat memfokuskan sumber daya pada aktivitas inti (Tambunan, 2024).

6 Risiko Operasional

Risiko operasional merupakan risiko yang berasal dari aktivitas internal organisasi dan berkaitan langsung dengan pelaksanaan proses kerja sehari-hari. Risiko operasional didefinisikan sebagai risiko akibat ketidakcukupan atau tidak berfungsinya proses internal, kesalahan manusia, kegagalan sistem, dan/atau kejadian eksternal yang memengaruhi operasional perusahaan.

Definisi tersebut menegaskan bahwa risiko operasional tidak hanya masalah teknis, melainkan juga dapat berakar pada faktor manusia dan lingkungan eksternal. Karena itu, organisasi perlu menganggap risiko operasional sebagai risiko lintas area, mulai dari SDM, kepatuhan pada prosedur, keandalan sistem, hingga kesiapan menghadapi gangguan eksternal agar kinerja operasional tetap stabil (Sinaga dan Jayanti, 2022).

Sumber risiko operasional dapat dipetakan menjadi sumber daya manusia, proses internal, sistem dan infrastruktur, serta kejadian eksternal. Pemetaan ini membantu organisasi menentukan titik kendali, misalnya memperkuat kompetensi dan disiplin kerja untuk risiko SDM, memperbaiki SOP untuk risiko proses, meningkatkan reliabilitas teknologi untuk risiko sistem, dan menyiapkan rencana kontinjensi untuk risiko eksternal. Dalam konteks pengukuran, pentingnya memerhatikan frekuensi/probabilitas terjadinya risiko dan tingkat keseriusan dampaknya (*impact*). Dengan menempatkan risiko pada tingkatan tertentu, organisasi dapat menyusun prioritas penanganan, misalnya memfokuskan kontrol pada risiko berfrekuensi tinggi atau berdampak besar, sehingga sumber daya mitigasi lebih efektif (Sinaga dan Jayanti, 2022).

Pemahaman risiko operasional juga dapat diperkaya melalui konsep sumber risiko utama dan klasifikasi sumber risiko. Identifikasi risiko memerlukan istilah dasar seperti sumber risiko–bahaya, faktor *peril*, dan sumber daya yang terpapar, serta mengingatkan bahwa sumber risiko dapat berasal dari lingkungan fisik, sosial, politik, operasional, ekonomi, hukum, dan kognitif (Kristiana dkk., 2022). Dengan menempatkan risiko operasional ke dalam kerangka manajemen risiko yang terstruktur, organisasi dapat menerapkan strategi respons seperti penghindaran, pengurangan, transfer, atau penerimaan risiko secara selektif. Dalam praktik operasional, strategi ini kemudian diterjemahkan menjadi penguatan prosedur, kontrol internal, pelatihan SDM, pemeliharaan sistem/infrastruktur, serta mekanisme *monitoring* yang memastikan risiko operasional tetap berada dalam toleransi organisasi (Dewi, 2019; Tambunan, 2024).

7 Pekerjaan *Docking Repair*



Gambar 2.2 Pekerjaan *Docking Repair* pada *Crew Boat* (Dokumentasi Penulis, 2025)

Berdasarkan Gambar 2.2, *Docking* dapat didefinisikan sebagai proses memindahkan kapal dari air/laut ke atas galangan (*dockyard*) dengan bantuan fasilitas pendukung, sehingga pekerjaan perawatan, perbaikan, atau inspeksi, terutama pada bagian yang sulit ditangani ketika kapal tetap di air, dapat dilakukan secara lebih aman dan terkontrol (Waskito, 2022). Dalam konteks pemeliharaan, perbaikan (*repair*) atau reparasi dipahami sebagai salah satu bentuk aktivitas perawatan yang tujuannya menjaga, mempertahankan, atau memperbaiki serta meningkatkan kondisi peralatan/sistem sehingga dapat berfungsi kembali setelah terjadi kerusakan (Putra dan Cahyono, 2023).

Secara praktik di galangan, *docking repair* dipahami sebagai rangkaian kegiatan perawatan dan perbaikan yang dilakukan melalui proses *docking* untuk memastikan kondisi teknis kapal tetap optimal, termasuk pemilihan jenis fasilitas *docking* (misalnya *graving dock*, *floating dock*, *slipway*, *synchrolift*) sesuai kebutuhan kapal. Ruang lingkup pekerjaan *docking repair* pada *crew boat* dijelaskan sebagai aktivitas berikut (urutan dapat disesuaikan kondisi galangan):

1. *Docking* dan *securing*, yaitu penempatan kapal di *dock* dan pengamanan (*blocking*/penopang) agar aman untuk inspeksi dan pekerjaan, dan merupakan bagian dari rangkaian pekerjaan *docking* yang secara

manajerial juga berkaitan dengan pengendalian proses produksi galangan.

2. Pembersihan lambung dan bawah garis air, yaitu menghilangkan *fouling*, cat lama, dan karat sebagai prasyarat pemeriksaan dan perbaikan. Dalam praktik galangan, metode *sandblasting* sering dibahas sebagai bagian perawatan/penyiapan permukaan (Suryaningsih dan NG, 2024).
3. Inspeksi struktur dan *fitting* bawah air, yaitu setelah pembersihan, dilakukan pemeriksaan kondisi struktur/permukaan untuk menentukan area yang perlu perbaikan (misalnya deformasi, retak, kebocoran, atau degradasi sambungan), lalu disusun pekerjaan perbaikan berdasarkan temuan inspeksi. Rangka ini sejalan dengan prinsip perawatan terencana yang menekankan pekerjaan berbasis kondisi (*condition-based*) dan rencana kerja (Widiatmaka, 2018).
4. Perbaikan struktur/komponen dan proteksi korosi, yaitu mencakup reparasi pada area yang rusak dan pemulihan sistem proteksi korosi (*coating*) untuk memperpanjang umur layan, khususnya relevan pada kapal cepat/aluminium yang rentan pada mekanisme korosi tertentu di lingkungan laut (Fajri, Misni dan Triwahyu, 2025).
5. Uji fungsi dan persiapan keluar dok (*undocking readiness*), yaitu memastikan pekerjaan selesai, kebocoran/ketidaknormalan terkendali, dan kapal siap kembali beroperasi. Tahapan ini menekankan kontrol pelaksanaan dan verifikasi hasil pekerjaan (Widiatmaka, 2018).

8 Pekerjaan *Floating Repair*



Gambar 2.3 Pekerjaan *Floating Repair* pada *Crew Boat* (Dokumentasi Penulis, 2025)

Berdasarkan Gambar 2.3, *Floating* dalam konteks reparasi kapal umumnya merujuk pada penggunaan dok apung (*floating dock*), yaitu konstruksi/bangunan terapung yang berfungsi sebagai tempat untuk membangun atau memperbaiki kapal, karena sifatnya terapung, dok apung memerlukan pengaturan stabilitas dan keseimbangan yang baik untuk menjamin keselamatan selama proses pengedokan (Hidayat dan Darmana, 2022). *Repair* (perbaikan) dijelaskan sebagai aktivitas untuk mengembalikan kondisi mesin/fasilitas yang mengalami gangguan agar dapat beroperasi kembali seperti sebelum terjadi gangguan, dengan karakter perbaikan yang umumnya bersifat kecil atau setempat sehingga biasanya tidak terlalu mengganggu kontinuitas proses.

Perbaikan saat kapal terapung umumnya berada dalam spektrum *repair* tanpa pengedokan, mulai dari *running repair* (perbaikan ketika kapal bongkar-muat/lego jangkar) hingga *floating repair* (kapal dikerjakan dalam keadaan terapung di perairan tertentu) dan bahkan *sailing repair* (tenaga perbaikan ikut kapal saat beroperasi). Klasifikasi jenis layanan perbaikan seperti ini sering dipakai dalam konteks manajemen operasi dok/galangan (Suwasono, Baroroh dan Azhar, 2024).

Untuk pekerjaan sistem propulsi, contohnya adalah perbaikan daun *propeller* tanpa *docking*. Ketika *propeller* rusak dan akses *docking* sulit (*slot* padat), perbaikan dapat dipertimbangkan dilakukan secara *floating repair* dengan pengaturan kondisi kapal (misalnya *trim/ballast*) agar area kerja dapat dijangkau, sehingga kapal tidak selalu harus menunggu *dock space* untuk pemulihan fungsi awal (Manik, 2009). Untuk pekerjaan permesinan dan peralatan, perawatan/perbaikan bersifat rutin dan dapat dilakukan saat kapal *standby* maupun sedang beroperasi, dengan tujuan menjaga performa dan mencegah atau mengurangi kerusakan. Menjadi dasar akademik untuk menjelaskan mengapa banyak pekerjaan *afloat* berfokus pada permesinan, sistem bantu, dan komponen yang tetap dapat diakses tanpa *docking*.

9 Uji Validitas CVI (*Content Validity Index*)

Content Validity Index atau CVI merupakan teknik untuk menguji validitas isi instrumen penelitian, khususnya kuesioner atau angket. Validitas isi penting karena instrumen harus benar-benar sesuai dengan konsep yang hendak diukur. Validitas menggambarkan sejauh mana alat ukur benar-benar mengukur apa yang hendak diukur. Dengan demikian, CVI digunakan agar setiap *item* dalam instrumen tidak hanya tampak baik secara bahasa, tetapi juga relevan dengan indikator dan tujuan penelitian (Hendryadi, 2017).

CVI dilakukan dengan melibatkan para ahli atau validator yang memahami bidang penelitian. Para ahli menilai apakah setiap pertanyaan atau pernyataan dalam kuesioner sudah relevan dengan masalah penelitian. Validitas isi merupakan teknik validasi instrumen dengan menilai relevansi pertanyaan atau pernyataan dalam kuesioner dan hasilnya membantu memastikan kuesioner sesuai dengan masalah, tujuan, serta manfaat penelitian (Suryadi dkk., 2023).

Secara umum, CVI terdiri atas dua jenis utama, yaitu I-CVI dan S-CVI. I-CVI digunakan untuk menilai validitas isi pada setiap butir *item*, sedangkan S-CVI digunakan untuk menilai validitas isi instrumen secara keseluruhan. CVI dibagi menjadi validitas isi item individual (i-CVI) dan validitas isi secara keseluruhan (s-CVI). Oleh karena itu, I-CVI berguna untuk melihat

kelayakan tiap pertanyaan, sedangkan S-CVI berguna untuk melihat kelayakan seluruh instrument (Puspitasari dan Febrinita, 2021).

Langkah penggunaan CVI dilakukan melalui beberapa tahap, yaitu:

1. Peneliti menyusun lembar validasi.
2. Peneliti menentukan ahli atau validator.
3. Validator menilai relevansi setiap item.
4. Peneliti meninjau kembali domain dan *item* berdasarkan masukan ahli.
5. Skor setiap item ditentukan.
6. Peneliti menghitung I-CVI. Langkah tersebut sebagai proses mulai dari menyiapkan formulir validitas isi sampai menghitung *Item Content Validity Index* (Suryadi dkk., 2023).

Perhitungan CVI dilakukan setelah para ahli/validator memberi skor relevansi terhadap setiap *item* instrumen. Skor yang digunakan adalah skala 1–4, yaitu 1 = tidak relevan, 2 = agak relevan, 3 = cukup relevan, dan 4 = sangat relevan. Nilai 1 dan 2 dianggap tidak valid, sedangkan nilai 3 dan 4 dianggap valid atau relevan. Setelah itu, I-CVI dihitung dengan membagi jumlah ahli yang memberi nilai relevan dengan jumlah seluruh ahli (Hendryadi, 2017). I-CVI adalah proporsi penilai yang memberikan skor relevan 3 atau 4 pada setiap *item*. Pada penelitian dengan 10 penilai, nilai minimal I-CVI adalah 0,900 menunjukkan validitas isi yang sangat baik. Dengan demikian, semakin tinggi nilai CVI, semakin besar kesepakatan ahli bahwa *item* dalam instrumen sudah relevan dan layak digunakan (Suryadi dkk., 2023).

Rumus dari CVI:

$$I - CVI = \frac{n_e}{N} \quad (2.1)$$

Dengan

n_e = Jumlah validator yang memberi skor relevan

N = Jumlah seluruh validator

10 Metode FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*)

FMEA atau *Failure Mode and Effect Analysis* dipahami sebagai metode analisis yang digunakan untuk mengenali kemungkinan kegagalan (*failure mode*) pada proses atau sistem, kemudian menilai konsekuensi yang ditimbulkan sehingga dapat menentukan prioritas perbaikan secara sistematis. FMEA diposisikan sebagai pendekatan praktis untuk mengidentifikasi kegagalan sekaligus mengendalikan risiko melalui struktur penilaian yang konsisten sehingga dapat membantu upaya pencegahan kegagalan sebelum terjadi dalam sistem nyata (Wiryajati dan Putra, 2025). FMEA dijelaskan sebagai metode analisis risiko yang banyak dipakai untuk meningkatkan mutu karena mampu mengkaji penyebab kegagalan dan mengarahkan tindakan pencegahan secara berbasis prioritas. Pendekatan ini juga dikaitkan dengan praktik manajemen risiko karena membantu memperjelas kegagalan yang paling kritis dan mengurangi potensi penyimpangan proses dari rencana (Ikasari dkk., 2021).

Secara konsep, FMEA menekankan bahwa kegagalan tidak hanya dipahami sebagai kerusakan teknis, tetapi sebagai peristiwa yang dapat mengganggu fungsi sistem, menurunkan performa, menciptakan kerugian, atau menimbulkan dampak keselamatan. Oleh sebab itu, FMEA tidak berhenti pada daftar risiko, tetapi mengharuskan penilai menghubungkan mode kegagalan dengan efeknya dan merancang pengendalian untuk menurunkan risiko tersebut (Wiryajati dan Putra, 2025). Dalam konteks penerapan, proses FMEA berjalan melalui langkah-langkah terstruktur mulai dari penentuan objek/proses, identifikasi mode kegagalan, analisis penyebab dan dampak, penilaian S–O–D, hingga penyusunan rencana tindakan perbaikan. Kerangka ini memperlihatkan bahwa FMEA dirancang bukan sekadar untuk menilai, tetapi untuk menghasilkan keputusan mitigasi yang dapat ditindaklanjuti (Wiryajati dan Putra, 2025).

Keterkaitan FMEA dengan manajemen risiko, yaitu bahwa FMEA merupakan teknik sistematis untuk mengidentifikasi potensi kegagalan dalam sistem dan menilai dampak serta peluang terjadinya, lalu memberi peringkat menggunakan skala (1–10) untuk keparahan, frekuensi, dan kemampuan

deteksi. Gabungan ketiganya menghasilkan angka prioritas (RPN) untuk menentukan risiko yang perlu ditangani terlebih dahulu. Dengan kata lain, FMEA menyediakan jalur kuantifikasi praktis untuk risiko teknis/operasional ketika organisasi memerlukan dasar prioritas mitigasi yang lebih rinci daripada penilaian kualitatif semata (Gai dkk., 2025).

Dalam melakukan penelitian menggunakan metode FMEA, langkah-langkah pengerjaan nya sebagai berikut: (IEC 60812, 2018).

1. Mengidentifikasi cara kegagalan/insiden dapat terjadi dan dampaknya. FMEA sebagai metode sistematis untuk mengidentifikasi mode kegagalan dan dampaknya untuk mendukung keputusan pengurangan kemungkinan/dampak kegagalan.
2. Membuat pemetaan pekerjaan menjadi sub risiko pekerjaan. Dilakukan sebelum *brainstorming failure mode* agar mudah dalam melakukan analisis.
3. Jika objeknya proses atau pekerjaan, menggunakan pendekatan proses atau aktivitas (bisa disebut sub risiko).
4. Untuk setiap pekerjaan atau proses, menetapkan apa yang seharusnya terjadi dan kriteria keberhasilan (standar kinerja).
5. Mengidentifikasi mode kegagalan (*failure modes*). *Failure mode* adalah cara proses/elemen dapat gagal.
6. Mengidentifikasi efek kegagalan (*effects*). Menentukan dampak seperti, cedera, kerusakan aset, *downtime*, keterlambatan proyek, kualitas kerja turun, dll.
7. Mengidentifikasi penyebab kegagalan (*causes*) dan mekanisme terjadinya. Untuk tiap *failure mode*, menulis penyebab.
8. Memberi skor *Severity* (S)

Severity dijelaskan sebagai ukuran seberapa serius dampak yang timbul apabila suatu kegagalan terjadi. Artinya, fokus *severity* bukan pada seberapa sering kegagalan muncul, melainkan pada besarnya konsekuensi yang dirasakan oleh sistem, kualitas, keselamatan, atau pelanggan. Dengan demikian, *severity* menjadi indikator penting untuk menilai

tingkat bahaya atau kerugian dari suatu mode kegagalan (Wiryajati dan Putra, 2025), seperti pada Tabel 2.1 berikut:

Tabel 2.1 Karakteristik Tingkat Keparahan (*Severity*)

Nilai	Ciri	Keterangan
1	<i>None</i>	Tidak ada dampak yang terjadi akibat penyebab tersebut.
2	<i>Very minor</i>	Dampak dari penyebabnya terjadi, tetapi tidak menimbulkan efek apa pun.
3	<i>Minor</i>	Dampak dari penyebabnya memang terjadi, tetapi pengaruhnya sangat kecil.
4	<i>Very low</i>	Dampak dari penyebabnya memang terjadi, tetapi pengaruhnya kecil.
5	<i>Low</i>	Dampak dari penyebabnya memang terjadi, tetapi pengaruhnya relatif kecil.
6	<i>Moderate</i>	Dampak dari penyebabnya memang terjadi, tetapi pengaruhnya moderat.
7	<i>High</i>	Dampak dari penyebabnya memang terjadi, tetapi pengaruhnya relatif besar.
8	<i>Very high</i>	Dampak dari penyebabnya memang terjadi, tetapi dampaknya sangat besar.
9	<i>Hazardous with warning</i>	Dampak dari penyebabnya memang terjadi, tetapi pengaruhnya sangat dominan.
10	<i>Hazardous without warning</i>	Dampak dari penyebabnya terjadi, dengan efek yang sangat dominan.

Sumber: Parman, Agustin dan Sophia, 2025

11. Memberi skor *Occurance* (O)

Occurrence dipahami sebagai ukuran peluang atau frekuensi terjadinya kegagalan. Dimensi *occurrence* berfungsi untuk membedakan kegagalan yang sifatnya jarang terjadi tetapi berdampak tinggi dengan kegagalan yang sering terjadi namun berdampak moderat. Dengan cara ini, organisasi dapat lebih akurat menentukan prioritas pengendalian berdasarkan karakter risiko yang berbeda (Ikasari dkk., 2021), seperti pada Tabel 2.2 berikut:

Tabel 2.2 Penilaian Kemungkinan Terjadinya (*Occurance*)

Nilai	Karakteristik	Penjelasan
1	<i>Very low</i>	Penyebabnya tidak terjadi.
2	<i>Low</i>	Penyebab tersebut jarang terjadi.
3	<i>Low</i>	Penyebabnya terjadi agak sering.
4	<i>Moderate</i>	Penyebabnya terkadang terjadi berulang kali.
5	<i>Moderate</i>	Penyebabnya cukup sering terjadi.
6	<i>Moderate</i>	Penyebabnya sering terjadi.
7	<i>High</i>	Penyebabnya terjadi cukup sering.
8	<i>High</i>	Penyebabnya terkadang terjadi sangat sering.
9	<i>High</i>	Penyebabnya terjadi sangat sering.
10	<i>Very high</i>	Penyebabnya selalu terjadi.

Sumber: Parman, Agustin dan Sophia, 2025

12. Memberi skor *Detection* (D)

Detection merujuk pada kemampuan sistem atau mekanisme kontrol dalam mendeteksi kegagalan sebelum dampaknya terjadi. Aspek *detection* penting karena kegagalan dengan *severity* tinggi belum tentu menjadi prioritas utama jika mekanisme deteksi dan kontrol sangat efektif. Sebaliknya, kegagalan dengan deteksi rendah dapat menjadi lebih kritis karena peluang lolosnya kegagalan lebih besar (Wiryajati dan Putra, 2025), seperti pada Tabel 2.3 berikut:

Tabel 2.3 Penilaian Kegagalan Deteksi (*Detection*)

Nilai	Ciri	Keterangan
1	<i>Very high</i>	Sangat jelas, sangat mudah diidentifikasi.
2	<i>High</i>	Jelas bagi indra manusia.
3	<i>High</i>	Membutuhkan inspeksi.
4	<i>Moderately high</i>	Pemeriksaan cermat dengan indra manusia.
5	<i>Moderately high</i>	Inspeksi yang sangat teliti dengan menggunakan indra manusia.
6	<i>Moderate</i>	Membutuhkan inspeksi dan alat/metode dasar.
7	<i>Low</i>	Membutuhkan inspeksi dan alat/metode yang kompleks.
8	<i>Very low</i>	Membutuhkan inspeksi dan alat/metode yang sangat mahal dan kompleks.
9	<i>Almost impossible</i>	Kemungkinan besar tidak dapat dideteksi.
10	<i>Impossible</i>	Tidak dapat dideteksi.

Sumber: Parman, Agustin dan Sophia, 2025

13. Menghitung nilai prioritas risiko (RPN), lalu *failure mode* dirangking dari tertinggi ke terendah.

RPN merupakan indikator numerik untuk menentukan prioritas risiko dalam FMEA. RPN digunakan untuk mengevaluasi tingkat risiko suatu komponen atau proses berdasarkan tiga dimensi (keparahan, kejadian, deteksi) sehingga organisasi dapat memusatkan tindakan pada risiko dengan peringkat tertinggi (Ikasari dkk., 2021). RPN bukan sekadar angka hasil perhitungan, melainkan alat pengambilan keputusan untuk menentukan urutan prioritas mitigasi. Dengan RPN, organisasi dapat menilai apakah mode kegagalan tertentu membutuhkan tindakan segera, tindakan perbaikan bertahap, atau cukup dipantau melalui kontrol yang sudah ada (Wiryajati dan Putra, 2025).

Selain berfungsi sebagai prioritisasi, RPN juga menjadi indikator keberhasilan mitigasi. Tindakan perbaikan yang tepat seharusnya

menurunkan nilai RPN setelah tindakan diterapkan, baik melalui penurunan *occurrence*, peningkatan *detection*, atau pengurangan *severity* bila dampak dapat diminimalkan (Wiryajati dan Putra, 2025). Untuk menghitung RPN sebagai berikut.

$$RPN = S \times O \times D \quad (2.2)$$

Dengan

RPN = *Risk Priority Number*

Severity (S) = Tingkat keparahan

Occurance (O) = Tingkat kemungkinan terjadi

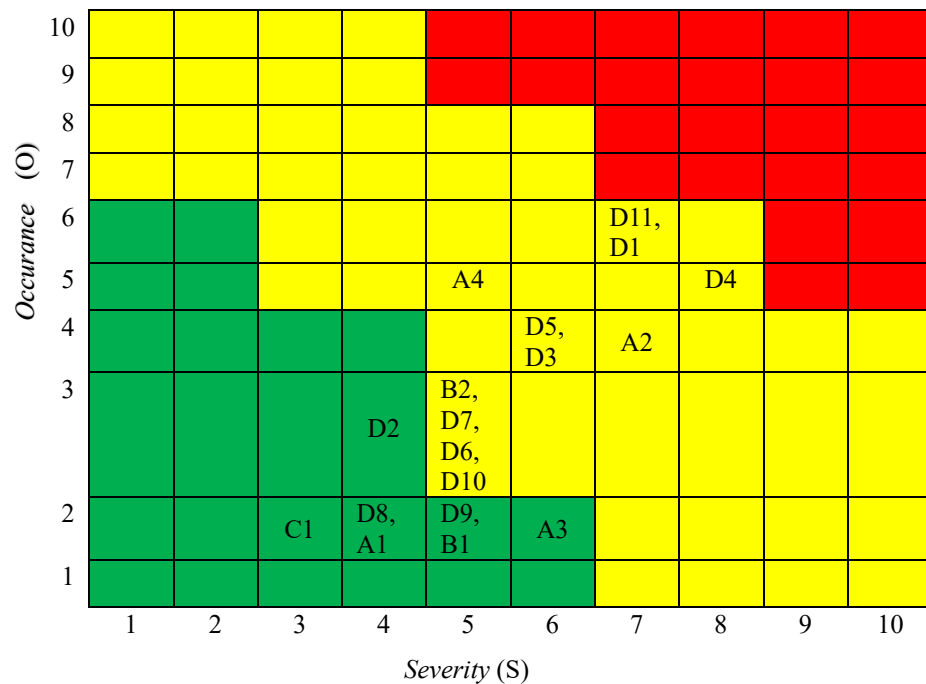
Detection (D) = Deteksi

14. Menentukan *failure mode* prioritas atau memilih *failure mode* dengan prioritas tertinggi (berdasarkan RPN/prioritas) untuk diberi alternatif mitigasi. Tujuan perankingan adalah agar tindakan korektif dapat diarahkan pada *item* berisiko tinggi.

15. Langkah terakhir adalah membuat *risk matrix*.

Matriks risiko atau *risk matrix* secara umum dipahami sebagai alat pemetaan risiko yang menggabungkan probabilitas dan dampak untuk menentukan kategori risiko. Pemetaan semacam ini dijelaskan dalam bagian pembahasan risiko yang menekankan penggabungan tingkat kemungkinan terjadinya risiko dan besarnya dampak untuk memudahkan klasifikasi dan keputusan pengendalian (Ikasari dkk., 2021). FMEA sebagai sistem penilaian risiko yang logikanya sejalan dengan matriks risiko, karena sama-sama memprioritaskan risiko berdasarkan kombinasi dimensi peluang dan dampak. Bedanya, FMEA menambah dimensi *detection* sehingga prioritas tidak hanya ditentukan oleh peluang dan dampak, tetapi juga efektivitas kontrol/kemampuan deteksi (Wiryajati dan Putra, 2025).

Secara metodologis, *risk matrix* membantu organisasi mengelompokkan risiko ke level tertentu (rendah, sedang, tinggi), sedangkan FMEA memperhalus prioritas pada level yang lebih rinci melalui RPN. Cara berpikir pemetaan ini digunakan untuk memperjelas urgensi penanganan risiko sebelum menentukan strategi mitigasi (Ikasari dkk., 2021).



Gambar 2.4 Risk Matrix (Parman, Agustin dan Sophia, 2025)

Berdasarkan Gambar 2.4, meskipun RPN telah menghasilkan nilai prioritas risiko secara numerik, *risk matrix* tetap digunakan untuk memvisualisasikan posisi setiap risiko (seperti kode A1–A4, B1–B2, C1, dan D1–D11) berdasarkan kombinasi *Severity* dan *Occurrence*-nya. Dengan demikian, sebaran risiko pada zona hijau, kuning, dan merah dapat terlihat jelas, sehingga memudahkan identifikasi risiko mana yang perlu mendapat penanganan segera berdasarkan letaknya dalam matriks, bukan hanya berdasarkan angka RPN semata.

11 Metode AHP (*Analytical Hierarchy Process*)

AHP atau *Analytical Hierarchy Process* dipahami sebagai teori pengukuran yang digunakan untuk menurunkan skala rasio (*ratio scales*) melalui perbandingan berpasangan (*paired comparisons*) pada struktur hierarki multilevel. Dalam kerangka ini, penilaian bisa bersumber dari pengukuran nyata maupun dari skala fundamental yang menangkap intensitas preferensi manusia, dan AHP memberi perhatian khusus pada penyimpangan dari konsistensi serta cara mengukurnya (Saaty dan Vargas, 2012). Dalam praktik pengambilan keputusan, AHP memecah masalah kompleks menjadi hirarki yang umumnya terdiri dari tujuan (*goal*), kriteria, dan alternatif.

Pemecahan kompleksitas dilakukan dengan cara menyusun hierarki dari permasalahan, menempatkan sasaran sistem di level teratas, kemudian elemen-elemen yang lebih operasional di level bawah agar dapat dibandingkan secara bermakna (Rahmansyah dan Lusinia, 2021).

Kreativitas penting dalam AHP justru terletak pada proses penstrukturan masalah menjadi hierarki. Prinsip praktisnya adalah memastikan bahwa elemen pada level bawah memang bisa dibandingkan dalam istilah elemen level di atasnya, karena jika tidak, perbandingan berpasangan akan menjadi tidak sah secara konseptual. Pada bagian “*How to Structure a Hierarchy*”, menekankan bahwa penyusunan hierarki adalah bagian yang sangat berpengaruh dalam keputusan (Saaty dan Vargas, 2012). AHP menggunakan perbandingan berpasangan yang bersifat resiprokal (*positive reciprocal matrix*), artinya jika suatu elemen dinilai lebih penting daripada elemen lain. Matriks perbandingan ini menjadi dasar untuk menurunkan prioritas dalam bentuk vektor eigen utama (*principal eigenvector*) sebagai representasi dominasi relatif antar elemen (Saaty dan Vargas, 2012).

Dalam AHP, penilaian manusia diikatkan pada skala fundamental yang secara luas dikenal sebagai skala 1–9. Ide dasarnya memilih elemen yang kurang dominan sebagai *unit*, lalu memperkirakan berapa kali elemen dominan lebih penting daripada *unit* tersebut menggunakan skala 1–9 (beserta kebalikan resiprokalnya). Penggunaan pembulatan integer terdekat karena *eigenvector* relatif tidak sensitif terhadap gangguan kecil pada penilaian (Saaty dan Vargas, 2012).

Metode *eigenvector* adalah prosedur derivasi yang paling tepat, sementara metode aproksimasi tertentu (misalnya normalisasi kolom lalu rata-rata baris) bisa dipakai sebagai pendekatan namun perlu kehati-hatian (Saaty dan Vargas, 2012). Konsep penting lain dalam AHP adalah konsistensi. Dalam praktik, manusia wajar tidak sepenuhnya konsisten, sehingga AHP menyediakan ukuran formal untuk menilai seberapa besar penyimpangan itu (Saaty dan Vargas, 2012). Ukuran konsistensi yang paling dikenal adalah *Consistency Index* (CI) dan *Consistency Ratio* (CR). CR dihitung dengan membandingkan CI terhadap *Random Index* (RI) (indeks konsistensi acak)

berdasarkan ukuran matriks. Bila CR tidak lebih kecil dari 0,10, maka penilai perlu meninjau ulang dan merevisi *judgment* (Saaty dan Vargas, 2012).

Dalam konteks implementasi sistem pendukung keputusan, menekankan sisi prosedural AHP. Mulai dari identifikasi masalah, penyusunan hierarki, perbandingan berpasangan, sintesis bobot, hingga pengujian konsistensi, serta aturan bahwa bila nilai konsistensi melewati ambang (umumnya 10%) maka penilaian perlu diperbaiki (Rahmansyah dan Lusinia, 2021). Dari sisi filosofi dan keluasan aplikasi, AHP sebagai metode yang dapat menjembatani *tangible* (fisik/terukur) dan *intangible* (psikologis/penilaian subjektif). AHP dapat membangun ukuran di domain fisik maupun sosial melalui struktur dan perbandingan berpasangan. Menjelaskan mengapa AHP banyak dipakai pada MCDM, perencanaan, alokasi sumber daya, hingga resolusi konflik (Saaty dan Vargas, 2012).

AHP juga mengenal dua pendekatan perbandingan: *relative measurement* dan *absolute measurement*. Perbandingan relatif dilakukan dengan membandingkan alternatif secara berpasangan, sedangkan *absolute measurement* membandingkan alternatif terhadap standar/*rating* (misalnya *excellent-poor*), kemudian menggabungkan skor berdasarkan bobot kriteria. Perbedaan ini penting untuk desain penelitian, terutama jika jumlah alternatif besar atau jika institusi menggunakan standar baku (Saaty dan Vargas, 2012). Komposisi hierarkis dilakukan melalui proses *weighting and adding down the hierarchy* (pembobotan dan penjumlahan menuruni hierarki) untuk memperoleh prioritas global. Dua mode sintesis yang sering dibahas: *distributive* dan *ideal*, yang berbeda dalam sensitivitas terhadap keberadaan/penambahan alternatif dan berkaitan dengan isu *rank preservation vs rank reversal* (Saaty dan Vargas, 2012).

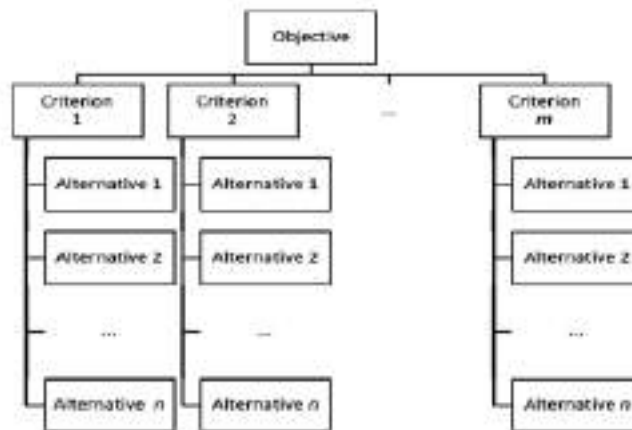
Pedoman pemilihan mode: *distributive mode* cocok bila pengambil keputusan peduli pada dominasi suatu alternatif terhadap alternatif lain dalam himpunan yang ada, sedangkan *ideal mode* cocok bila pengambil keputusan peduli pada performa alternatif relatif terhadap *benchmark* tetap (misalnya alternatif terbaik sebagai patokan). Perbedaan hasil kedua mode sering kecil, tetapi secara konseptual pemilihannya harus mengikuti tujuan keputusan

(Saaty dan Vargas, 2012). Dalam konteks keputusan kelompok (*group decision making*), dua isu bagaimana mengagregasi *judgment* individu dan bagaimana membentuk pilihan kelompok. Untuk agregasi *judgment* rasio, mengarah pada *geometric mean* (termasuk *weighted geometric mean* bila bobot penilai berbeda) sebagai agregator yang memenuhi sifat-sifat rasional tertentu pada *judgment* rasio resiprokal (Saaty dan Vargas, 2012).

AHP adalah metode yang dipraktikkan melalui perbandingan berpasangan untuk menghasilkan bobot prioritas, bisa dengan perangkat lunak seperti PriEsT, SuperDecisions, AHP Khaskia, dan Expert Choice untuk memudahkan pemodelan dan perhitungan (Sihombing dkk., 2024). Dari sisi keterbatasan, hasil AHP sangat bergantung pada persepsi ahli (subjektivitas), dan AHP bersifat matematis tanpa uji statistik inferensial sehingga tidak menghasilkan batas kepercayaan statistik terhadap model. Biasanya ditangani melalui desain pakar yang ketat, uji konsistensi, dan dokumentasi proses *judgment* (Rahmansyah dan Lusia, 2021).

Dalam melakukan penelitian menggunakan metode AHP, langkah-langkah pengerjaannya sebagai berikut:

1. Menentukan terlebih dahulu masalah/keputusan yang ingin diselesaikan, lalu menetapkan *goals* sebagai level teratas dalam model AHP. Langkah awal AHP adalah mendefinisikan *goals* atau masalah karena tujuan menjadi dasar seluruh proses AHP.
2. Membuat hirarki keputusan yang menurunkan tujuan menjadi kriteria, lalu tetapkan alternatif yang akan dipilih. Susunan level hirarki dari *goals* (level 1), kriteria (level 2), hingga alternatif (level 3), seperti pada Gambar 2.5 di bawah ini.



Gambar 2.5 Struktur Hierarki (Salgado, Salomon dan Mello, 2012)

Berdasarkan Gambar 2.5, dapat disimpulkan bahwa struktur hierarki tiap kriteria tidak selalu memiliki alternatif yang sama dengan kriteria lainnya, tiap kriteria bisa mempunyai tiap alternatif masing-masing.

3. Menyusun kuesioner perbandingan berpasangan, *pairwise* untuk kriteria terhadap *goals* dan *pairwise* untuk alternatif terhadap setiap kriteria. Desain kuesioner yang meminta pakar membandingkan elemen kiri vs kanan menggunakan skala 1–9. Memberikan pola bahwa data AHP bersumber dari *judgment* pakar/responden yang dituangkan terstruktur, sesuai pada Tabel 2.4 di bawah ini.

Tabel 2.4 *Pairwise Comparison*

Kriteria	K1	K2	K3	...
K1	1	a_{12}	a_{13}	...
K2	$1/a_{12}$	1	a_{23}	...
K3	$1/a_{13}$	$1/a_{23}$	1	...
...	...	...	...	...

Sumber: Saaty dan Vargas, 2012

4. Menggunakan skala Saaty. Penilaian untuk kuesioner tersebut menggunakan Skala Saaty seperti pada Tabel 2.5 berikut ini dengan intensitas kepentingan 1 hingga 9, yang akan digunakan dalam penentuan *pairwise comparison* diatas.

Tabel 2.5 Skala Saaty

Intensitas Kepentingan	Makna Intensitas	Penjelasan
1	Sama penting	Kedua aktivitas tersebut memberikan kontribusi yang sama terhadap tujuan tersebut
3	Sedikit/moderat lebih penting	Pengalaman dan penilaian sedikit lebih condong ke satu aktivitas dibandingkan aktivitas lainnya

Intensitas Kepentingan	Makna Intensitas	Penjelasan
5	Lebih penting (kuat)	Pengalaman dan penilaian sedikit lebih condong ke satu aktivitas dibandingkan aktivitas lainnya
7	Sangat lebih penting	Suatu aktivitas sangat diutamakan dibandingkan aktivitas lainnya, dan dominasinya dibuktikan dalam praktik
9	Mutlak/ekstrem lebih penting	Bukti yang mendukung satu aktivitas dibandingkan aktivitas lainnya adalah bukti yang sangat meyakinkan
2,4,6,8	Nilai antara (kompromi)	Diperlukan 2 pertimbangan

Sumber: Parman, Agustin dan Sophia, 2025

- Melakukan pengisian kuesioner oleh *expert*. Kuesioner diisi oleh seorang *expert* untuk menghasilkan nilai perbandingan yang kemudian dimasukkan ke matriks. Prinsipnya data AHP adalah data preferensi relatif (bukan skor absolut).
- Untuk setiap set elemen yang dibandingkan, membentuk matriks $n \times n$. Setiap elemen pada satu level hierarki dibandingkan berpasangan, dan hasilnya membentuk matriks perbandingan berpasangan.
- Jika memakai lebih dari satu *expert*, matriks gabungan dapat dihasilkan melalui rata-rata geometri dari penilaian masing-masing *expert*. Dengan mengumpulkan matriks per *expert*, melakukan agregasi (*geometric mean*) untuk setiap sel perbandingan, dan melanjutkan perhitungan dari matriks gabungan.

$$GM = (z_1 \cdot z_2 \cdot z_3 \cdot \dots \cdot z_n)^{\frac{1}{n}} \quad (2.3)$$

Dengan

GM = *Geometric Mean*/Rata-rata Geometri

z_1 = Penilaian responden 1

z_n = Penilaian responden n

n = Jumlah responden

- Melakukan normalisasi dengan membagi setiap elemen kolom dengan jumlah kolomnya, lalu menghitung bobot prioritas lokal sebagai rata-rata setiap baris. Normalisasi dilakukan dengan setiap elemen dalam kolom

dibagi dengan jumlah kolomnya, lalu bobot relatif diperoleh dari rata-rata baris.

$$\text{Matriks Normalisasi} = \frac{x}{\sum x} \quad (2.4)$$

9. Setelah melakukan normalisasi, menghitung *eigenvector* atau bobot lokal, yaitu dengan menambahkan semua hasil dari matriks normalisasi tiap baris kemudian membagi banyak nya *expert*.

$$\text{Eigenvector} = \frac{\sum \text{normalisasi tiap baris}}{n} \quad (2.5)$$

10. Kemudian menghitung rasio konsistensi lalu dilanjutkan dengan *eigenvalue*, yaitu dengan mengalikan hasil matriks *pairwise* kolom pertama dengan *eigenvector* baris pertama.
11. Setelah *eigenvalue* didapatkan, mencari lambda max (λ_{max}) dengan cara menambahkan semua hasil dari *eigenvalue* kemudian dibagi dengan jumlah *expert*.

$$\lambda_{max} = \frac{\sum \text{Eigenvalue}}{n} \quad (2.6)$$

12. Menghitung konsistensi untuk memastikan penilaian tidak bertentangan.

Menghitung CI

$$CI = \frac{(\lambda_{max} - n)}{(n-1)} \quad (2.7)$$

Dengan

CI = Consistency Index

λ_{max} = Eigenvalue terbesar

n = Jumlah

Kemudian menghitung CR

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (2.8)$$

Dengan

CR = Consistency Ratio

RI = Random Index

Tabel *Random Consistency Index* (RI) (untuk N=1 s.d. 10) adalah sebagai berikut (Saaty dan Vargas, 2012).

Tabel 2.6 *Random Consistency Index*

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0,00	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Sumber: Parman, Agustin dan Sophia, 2025

13. Menggunakan aturan keputusan: $CR < 0,1$ konsisten; $CR > 0,1$ perlu perbaikan *judgment*. Batas praktis lebih dari 10% berarti *judgment* harus diperbaiki, dan jika kurang atau sama dengan 0,1 maka hasil dinyatakan benar/layak.
14. Jika tidak lolos ($CR > 0,1$), kembali ke matriks terkait dan evaluasi pasangan penilaian yang paling bermasalah. Tujuan revisi adalah memperbaiki kualitas *judgment* tanpa memaksa konsistensi sempurna, karena AHP memang mengizinkan inkonsistensi namun mengukurnya.
15. Setelah bobot kriteria dan bobot alternatif tersedia dan konsistensi memenuhi ambang, menghitung nilai akhir alternatif dengan menjumlahkan hasil perkalian bobot kriteria dan bobot alternatif per kriteria. Nilai akhir dihitung dengan menjumlahkan hasil perkalian bobot kriteria dan bobot alternatif untuk setiap kriteria, lalu alternatif dengan nilai tertinggi adalah pilihan terbaik.
16. Penggunaan *sensitivity analysis* untuk melihat dampak perubahan bobot kriteria terhadap peringkat alternatif.
17. Dalam pelaporan, biasanya disajikan hirarki keputusan, matriks perbandingan (kriteria dan alternatif), bobot lokal dan global, nilai CI/CR dan keputusan konsistensi, peringkat alternatif dan interpretasi. Hasil dapat divisualisasikan sebagai grafik dan dipahami secara intuitif (khususnya jika memakai *software*), namun inti pelaporannya tetap bobot dan konsistensi.

12 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu bertujuan untuk membandingkan penelitian baru dengan penelitian sebelumnya, sehingga penelitian sebelumnya dapat digunakan sebagai acuan saat menyusun penelitian baru. Di bawah ini Tabel 2.5 merupakan penelitian terdahulu sebagai berikut.

Tabel 2.7 Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian	Persamaan	Perbedaan
1.	Ramadan dan Basuki (2023)	Penilaian Risiko Operasional Keselamatan dan Kesehatan Kerja pada PT. Dewa Ruci Agung Menggunakan Metode FMEA dan Matrik Risiko	<i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA) dan Matrik Risiko	Penelitian ini menemukan 5 proses yang memiliki potensi bahaya, yaitu <i>lifting</i> , <i>fitting & working at height</i> , <i>overhaul main engine</i> (ME), <i>welding</i> , dan <i>finishing</i> . Dari proses tersebut teridentifikasi 5 sumber bahaya dengan total 49 risiko pekerjaan. Berdasarkan perhitungan RPN, tiga risiko tertinggi adalah terhirup bau cat pada proses pengecatan dengan RPN 36, terhirup debu pada <i>sandblasting</i> dengan RPN 24, dan terpapar cahaya las pada pengelasan dengan RPN 20. Mitigasi yang disarankan menekankan penggunaan APD sesuai SOP, pemeriksaan kelayakan alat dan APD, penetapan batas/akses area <i>sandblasting</i> , pengaturan waktu <i>sandblasting</i> agar tidak bersamaan dengan aktivitas lain, serta memastikan pekerja terlatih pada proses berisiko.	Penelitian menggunakan FMEA untuk memetakan risiko dan menentukan prioritas berbasis tingkat kekritisian, serta berorientasi pada keluaran praktis berupa daftar risiko prioritas dan usulan mitigasi yang dapat diterapkan di lapangan.	Penelitian Terdahulu menggunakan FMEA dan matriks risiko dan fokus pada risiko K3 di proses operasional perusahaan, tanpa menganalisis reparasi/perbaikan kapal dan tanpa AHP. Penelitian Taerbaru memfokuskan objek pada dua jenis pekerjaan reparasi di galangan <i>docking repair</i> dan <i>floating repair</i> , serta menambahkan AHP untuk memperkuat pembobotan/urutan prioritas (misalnya antar risiko, kriteria, atau alternatif mitigasi) sehingga keputusan mitigasi menjadi lebih terstruktur.
2.	Pangestuti, Nastiti dan Husniaty (2022)	Analisis Risiko Operasional dengan Metode FMEA	<i>Failure Mode and Effects Analysis</i> (FMEA)	Penelitian ini menunjukkan risiko operasional dikelompokkan menjadi kegagalan proses, kegagalan internal, kegagalan eksternal, dan <i>human error</i> . Sebelum pandemi, risiko prioritas	Penelitian berfokus pada manajemen risiko operasional dan menggunakan FMEA untuk menyusun	Penelitian Terdahulu meneliti sektor manufaktur barang konsumsi dan menitikberatkan pada perbandingan risiko pra vs saat pandemi, bukan pekerjaan

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian	Persamaan	Perbedaan
				tertinggi berada pada risiko proses, terutama kelangkaan bahan baku dengan RPN 648, kerusakan mesin/peralatan produksi dengan RPN 576, dan produk cacat/tidak sesuai standar dengan RPN 512. Selama pandemi, muncul/meningkat risiko seperti bahan baku/output terkontaminasi dengan RPN 576 serta karyawan terpapar Covid-19 dengan RPN 504, yang menunjukkan adanya perubahan profil risiko akibat gangguan eksternal.	prioritas risiko berdasarkan nilai RPN. Penelitian juga bertujuan menghasilkan keluaran praktis berupa daftar risiko dominan dan arahan mitigasi.	teknis di galangan. Studi tersebut memakai FMEA saja, sedangkan Penelitian Terbaru mengombinasikan FMEA dan AHP dan berfokus pada dua pekerjaan spesifik <i>docking repair</i> dan <i>floating repair</i> di salah satu galangan kapal Lamongan, sehingga prioritas risiko dapat diperkuat melalui pembobotan kriteria dengan AHP sesuai kondisi lapangan.
3.	Saraswati, Tantrika dan Sari (2025)	Identifikasi dan Penanganan Risiko Operasional Penyebab Keterlambatan Proyek Pembuatan Kapal dengan Pendekatan <i>Analytical Hierarchy Process</i>	<i>Analytical Hierarchy Process</i> (AHP)	Penelitian ini mengidentifikasi 19 risiko operasional yang dikelompokkan menjadi risiko proses, eksternal, sistem/teknologi, dan manusia. Berdasarkan pembobotan AHP dan perhitungan faktor risiko, diperoleh 9 risiko dominan penyebab keterlambatan, yaitu: desain tidak tepat, manajemen/pengawasan kurang baik, perubahan desain oleh <i>client</i> , keterbatasan material di pasaran, desain terlambat, cuaca buruk, kurangnya penggunaan sistem informasi, perubahan jenis/spesifikasi material, serta pembatasan jam kerja. Rekomendasi yang diajukan mencakup penguatan kompetensi (pelatihan), pengaturan kontrak yang lebih rinci, evaluasi rutin, koordinasi pemasok, penggunaan <i>software</i> manajemen proyek, dan pengelolaan tenaga kerja.	Penelitian menitikberatkan pada risiko operasional di industri perkapalan/galangan dan menggunakan AHP untuk membantu pembobotan berdasarkan probabilitas dan dampak. Penelitian juga menghasilkan keluaran praktis berupa daftar risiko dominan dan rekomendasi mitigasi.	Penelitian Terdahulu fokus pada konteks keterlambatan proyek <i>shipbuilding</i> (pembuatan kapal LCT) dan memprioritaskan risiko dengan AHP dan Pareto tanpa FMEA. Sementara Penelitian Terbaru fokus pada pekerjaan <i>docking repair</i> dan <i>floating repair</i> (konteks reparasi/maintenance) serta mengombinasikan FMEA dan AHP. Artinya, penelitian ini dapat menilai risiko dari sisi mode kegagalan dan efeknya (FMEA) lalu memperkuat keputusan prioritas melalui pembobotan AHP, sebelum dirumuskan mitigasi yang spesifik pada dua jenis pekerjaan reparasi tersebut.

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian	Persamaan	Perbedaan
4.	Renaldy dkk. (2025)	Pemetaan Prioritas Risiko pada Proyek PT. ABC Menggunakan <i>Analytical Hierarchy Process</i>	<i>Analytical Hierarchy Process</i> (AHP)	Penelitian ini mengidentifikasi dari pemrosesan AHP, tiga risiko prioritas teratas adalah ketidakakuratan perencanaan anggaran (33,12%), lonjakan harga material (16,94%), dan kesalahan spesifikasi/detail material (14,42%). Nilai <i>Consistency Ratio</i> (CR) = 0,040 menunjukkan penilaian responden ahli konsisten sehingga bobot prioritas dapat diterima. Penelitian menekankan bahwa aspek finansial dan teknis-material menjadi area paling mendesak untuk ditangani. Mitigasi yang direkomendasikan diarahkan pada perbaikan sistem estimasi biaya serta penguatan tata kelola pasokan material agar alokasi sumber daya lebih tepat sasaran.	Penelitian membahas manajemen risiko operasional dan menggunakan AHP untuk menghasilkan bobot prioritas berbasis penilaian ahli, yang kemudian menjadi dasar penentuan fokus mitigasi dan alokasi sumber daya.	Penelitian Terdahulu berfokus pada proyek renovasi kontraktor dan menggunakan AHP saja untuk memprioritaskan risiko, tanpa analisis FMEA dan tanpa konteks pekerjaan galangan. Sementara Penelitian Terbaru spesifik pada <i>docking repair</i> dan <i>floating repair</i> di galangan dan mengombinasikan FMEA dan AHP, sehingga dapat mengidentifikasi mode kegagalan beserta dampaknya lalu memperkuat keputusan prioritas melalui pembobotan, kemudian melakukan mitigasi.
5.	Parman, Agustin dan Sophia (2025)	<i>Integrated FMEA-AHP Risk Assessment and Mitigation for Cargo Handling Delays</i>	<i>Failure Mode and Effects Analysis</i> (FMEA) dan <i>Analytical Hierarchy Process</i> (AHP)	Penelitian ini mengidentifikasi 18 risiko operasional yang dikelompokkan menjadi internal <i>process</i> , <i>manning</i> /SDM, infrastruktur teknis, dan faktor lingkungan. Berdasarkan FMEA, empat risiko prioritas utama/RPN tertinggi adalah sirkulasi truk yang buruk dengan RPN 216,75, kerusakan/kerja <i>grab</i> dengan RPN 194,88, gangguan cuaca dengan RPN 181,44, dan kapasitas armada angkut yang tidak memadai dengan RPN 157,76. Melalui AHP, keluaran penelitian tidak hanya berupa <i>ranking</i> risiko, tetapi juga prioritas mitigasi, yaitu: penguatan	Penelitian membahas risiko operasional pada sektor maritim dan menggunakan FMEA untuk menentukan prioritas risiko serta AHP untuk memperkuat dalam pengambilan keputusan/pembobotan prioritas, sekaligus menghasilkan mitigasi yang terurut sebagai keluaran.	Penelitian Terdahulu berfokus pada keterlambatan <i>cargo handling</i> di terminal curah kering (pelabuhan), sehingga objek risikonya dominan terkait arus kendaraan, peralatan bongkar muat (<i>grab</i>), armada angkut, koordinasi pihak eksternal, dan cuaca. Penelitian Terbaru berfokus pada pekerjaan <i>docking repair</i> dan <i>floating repair</i> di galangan. dengan konteks reparasi/ <i>maintenance</i> , sehingga profil risikonya akan

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian	Persamaan	Perbedaan
				koordinasi rutin/ <i>briefing progress</i> antar pihak terkait untuk mengurangi <i>bottleneck</i> , peningkatan ketersediaan armada melalui dukungan pihak ketiga/kontrak <i>haulage</i> , program <i>preventive maintenance</i> terjadwal untuk menekan <i>downtime</i> peralatan, dan penerapan protokol kerja yang fleksibel untuk menghadapi risiko cuaca. Konsistensi penilaian ahli dinyatakan baik/CR rendah.		lebih banyak terkait aktivitas teknis perbaikan kapal, kesiapan peralatan kerja galangan, faktor SDM pekerjaan reparasi, serta kondisi kerja keduanya.
6.	Indrawati, Mulyatno dan Kiryanto (2025)	Pemetaan Risiko dengan Metode <i>Failure Mode and Effects Analysis</i> (FMEA) dan <i>Analytical Hierarchy Process</i> (AHP) pada Proyek Pembangunan Kapal <i>Landing Craft Tank</i> (LCT) 1500 DWT di Galangan Jakarta	<i>Failure Mode and Effects Analysis</i> (FMEA) dan <i>Analytical Hierarchy Process</i> (AHP)	Penelitian ini mengidentifikasi 11 mode kegagalan pada tahap fabrikasi dan 15 mode kegagalan pada tahap perakitan. Dari FMEA, mode kegagalan dengan RPN tertinggi antara lain, wanprestasi pemasok terkait tenggat pengiriman dengan RPN 336 dan keterlambatan pengajuan permintaan material dengan RPN 280, risiko perubahan tahapan/perubahan dimensi pelat dan perubahan desain. Melalui pemetaan matriks risiko, ditetapkan 4 mode kegagalan berisiko tinggi yang diprioritaskan untuk mitigasi, yaitu keterlambatan permintaan material, wanprestasi pemasok, kesalahan penggambaran <i>mould loft</i> , dan perubahan desain yang menunda <i>mould loft</i> . <i>Output</i> AHP menghasilkan urutan mitigasi prioritas, dengan mitigasi utama, meningkatkan koordinasi pembahasan	Penelitian ini berada di sektor galangan/perkapalan, menilai risiko operasional yang berdampak pada kelancaran pekerjaan, dan mengombinasikan FMEA untuk prioritas risiko serta AHP untuk memprioritaskan mitigasi sebagai keluaran.	Penelitian Terdahulu berfokus pada proyek pembangunan kapal baru (<i>shipbuilding</i>) dan menyoroti risiko dominan pada area material <i>supply</i> serta <i>mould loft</i> /desain (lebih ke sisi pengadaan dan <i>engineering</i>) di Galangan Jakarta. Penelitian Terbaru berfokus pada pekerjaan reparasi/ <i>maintenance</i> yaitu <i>docking repair</i> dan <i>floating repair</i> di Galangan Lamongan, sehingga profil risikonya cenderung lebih kuat pada aspek operasional lapangan (kesiapan peralatan, metode kerja, SDM, kondisi area kerja keduanya).

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian	Persamaan	Perbedaan
				spesifikasi material dengan bobot 0,065228, <i>briefing</i> /koordinasi dengan <i>owner</i> dan pemasok soal jadwal kedatangan material dengan 0,047485, serta segera merevisi gambar setelah rekomendasi biro klasifikasi dengan 0,031826.		
7.	Dwisetiono dan Fairussihan (2022)	Analisis Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) pada Proses Perbaikan Kapal di PT. Dock dan Perkapalan Surabaya Menggunakan Metode HIRARC (<i>Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control</i>)	(<i>Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control</i>) HIRARC	Penelitian ini mengidentifikasi 12 variabel bahaya pada aktivitas perbaikan kapal, antara lain pembersihan ruang kapal, kerja di ketinggian, pengelasan ruang terbuka/ruang terbatas, <i>docking-undocking</i> , penggunaan <i>crane</i> , pekerjaan ruang terbatas (kandungan oksigen), pemotongan plat/gerinda, kelistrikan, pengisian tabung gas, dan pengangkatan manual. Hasil penilaian menunjukkan terdapat 3 risiko rendah, 4 risiko sedang, dan 5 risiko tinggi. Risiko tinggi yang menonjol meliputi pengelasan di ruang terbatas dan pengisian tabung gas, keduanya bernilai risiko tertinggi pada matriks, skor 16. Pengendalian yang direkomendasikan menekankan kombinasi APD, <i>administrative control</i> , serta <i>engineering control</i> sesuai kondisi aktivitas.	Penelitian berada pada konteks galangan dan perbaikan kapal, memetakan aktivitas kerja untuk mengidentifikasi bahaya/risiko, dan menghasilkan keluaran berupa prioritas risiko serta rekomendasi pengendalian/mitigasi.	Penelitian Terdahulu berfokus pada risiko K3 dan menggunakan HIRARC saja pada proses perbaikan kapal secara umum. Penelitian Taerbaru berfokus pada risiko operasional pada dua jenis pekerjaan perbaikan kapal tetapi lebih spesifik yaitu, <i>docking repair</i> dan <i>floating repair</i> , dan menggunakan FMEA dan AHP. FMEA untuk mengidentifikasi <i>failure mode</i> dan prioritas awal, lalu AHP untuk memperkuat pembobotan/urutan prioritas sekaligus menghasilkan mitigasi yang lebih terarah.

Sumber: Penulis, 2026

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

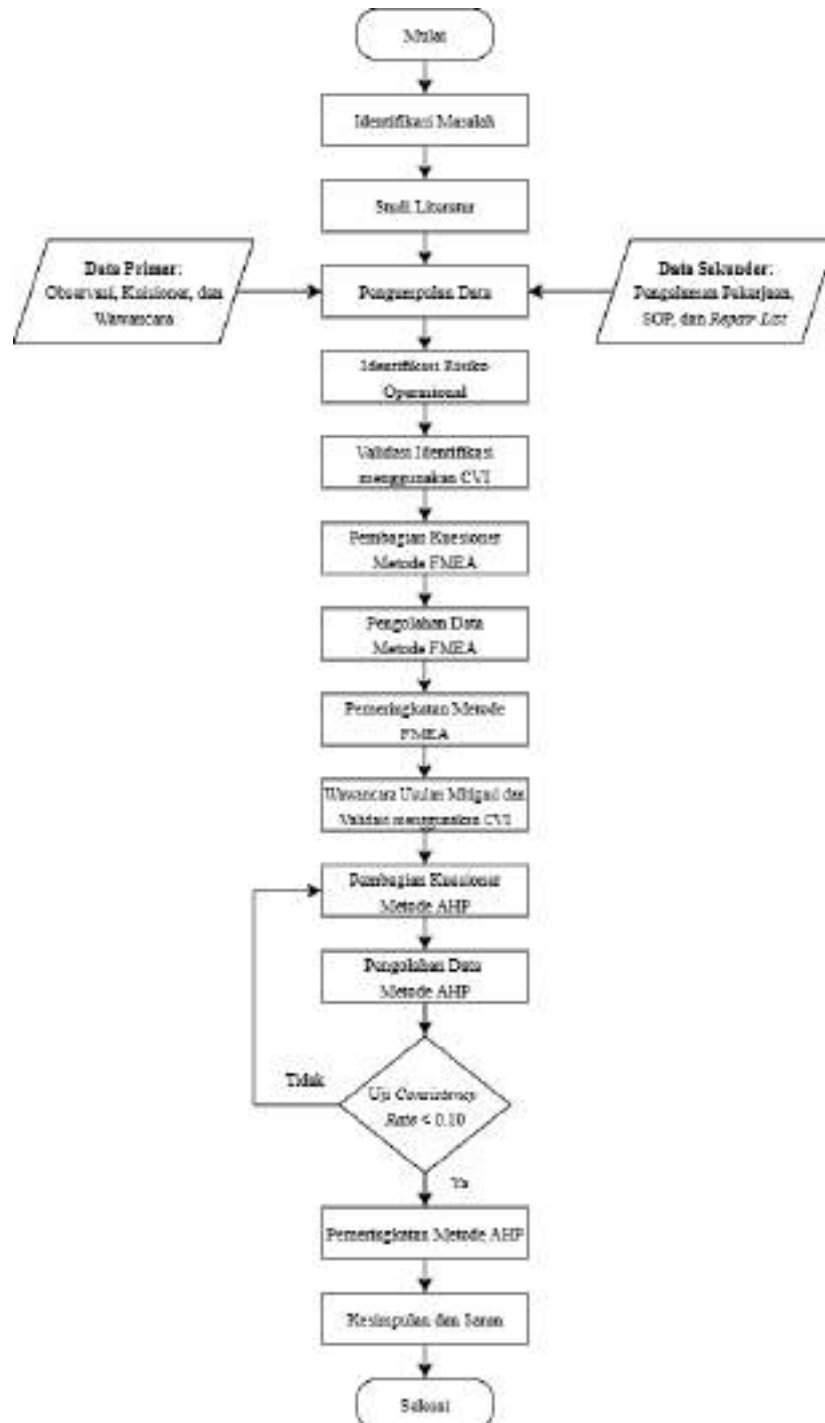
This page is intentionally left blank

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir

Berikut Gambar 3.1 menampilkan tahapan dalam penelitian ini.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Tahapan Penelitian

1. Identifikasi Masalah

Tahap awal yaitu identifikasi masalah dilakukan dengan menentukan perumusan masalah yang akan diangkat menjadi sebuah penelitian. Dalam penelitian ini, fokus utama adalah bagaimana risiko yang terjadi pada pekerjaan *docking repair* dan *floating repair* memengaruhi kelancaran operasional di salah satu perusahaan galangan kapal Lamongan, sehingga diberikan alternatif mitigasi tersebut. Dari hasil observasi tersebut, dirumuskan kerangka awal permasalahan yang menjadi dasar penyusunan Tugas Akhir ini.

2. Studi Literatur

Studi literatur yang digunakan dalam penelitian ini adalah *e-book*, jurnal ilmiah, dokumen Tugas Akhir, serta informasi lain yang berasal dari perusahaan dan sumber lain yang relevan. Pelaksanaan studi literatur pada penelitian ini dilakukan dengan cara-cara berikut.

- a. Pencarian literatur terkait manajemen risiko dan risiko operasional.
- b. Pencarian literatur terkait reparasi kapal sebagai panduan bagi penulis dalam menentukan jenis reparasi, terutama *docking repair* dan *floating repair*.
- c. Pencarian literatur sebagai bahan rujukan metode *Failure Mode Effect and Analysis* (FMEA) dan *Analytical Hierarchy Process* (AHP).

3. Pengumpulan Data

a. Data Primer

Data primer diperoleh melalui observasi, wawancara, dan pengisian kuesioner oleh para *expert* yang memiliki pemahaman dan pengalaman mendalam terkait reparasi kapal. Proses ini mencakup penilaian terhadap risiko operasional pada pekerjaan *docking repair* dan *floating repair* yang telah diidentifikasi, serta sebagai penentuan pengendalian risiko. Informasi yang terkumpul akan dijadikan landasan dalam menilai dan

menganalisis metode FMEA dan AHP. Berdasarkan Tabel 3.1 mengenai jabatan *expert*, maka kriteria dari *expert* tersebut sebagai berikut:

1. Paling berpengalaman dan menjadi penanggung jawab utama yang memahami seluruh *end-to-end* proses bisnis serta menganalisis risiko, dan melakukan mitigasi risiko pada pekerjaan *docking repair* dan *floating repair*.
2. Menguasai aspek teknis dan standar kualitas produksi, serta terlibat langsung dalam pengawasan, jadwal pengerjaan, dan evaluasi hasil pekerjaan atau *output* pada pekerjaan *docking repair* dan *floating repair*.
3. Menangani kesiapan fasilitas dan operasional lapangan, mengatur sarana dan prasarana, serta kendala teknis pada infrastruktur untuk pekerjaan *docking repair* dan *floating repair*.

Tabel 3. 1 Data *Expert*

No	Jabatan <i>Expert</i>	Lama Bekerja	Jumlah
1	Manager Operasional	20 Tahun	1
2	SPV Product	11 Tahun	1
3	SPV Facility	8 Tahun	1

b. Data Sekunder

Data sekunder diperoleh dari data perusahaan terkait reparasi kapal. Data ini mencakup pengalaman pekerjaan terkait jumlah kapal yang pernah melakukan reparasi, kemudian SOP yang berisi alur proses bisnis perusahaan, serta *repair list*.

4. Identifikasi Risiko Operasional

Identifikasi risiko operasional dilakukan dengan cara melakukan wawancara kepada ketiga *expert*. Wawancara tersebut mengenai risiko operasional (kategori infrastruktur/peralatan, SDM, sistem/proses, eksternal, dan lingkungan) apa saja yang terjadi pada pekerjaan *docking repair* dan *floating repair*. Kemudian mengidentifikasi serta mengelompokkan risiko-risiko operasional tersebut berdasarkan masing-masing pekerjaan *docking repair* ataupun *floating repair*.

5. Validasi Identifikasi Menggunakan CVI

Setelah melakukan identifikasi dan pengelompokan risiko operasional masing-masing pekerjaan *docking repair* dan *floating repair*, langkah berikutnya adalah membuat kuesioner menggunakan CVI (*Content Validity Index*), kemudian dilakukan perhitungan menggunakan aplikasi Excel untuk mengukur apakah sejumlah item pertanyaan dari ketiga *expert* tersebut saling relevan ($I-CVI = 1$) dan valid sebelum dilakukan pembagian kuesioner pertama untuk pengolahan data FMEA.

6. Pembagian Kuesioner Metode FMEA

Setelah risiko operasional pada pekerjaan *docking repair* dan *floating repair* dinyatakan relevan, langkah selanjutnya adalah menyusun dan mendistribusikan kuesioner kepada para *expert* yang terkait bidang reparasi kapal. Kuesioner ini dirancang untuk mengumpulkan penilaian *expert* terkait *severity* (tingkat keparahan), *occurrence* (kemungkinan terjadinya), dan *detection* (kemampuan deteksi). Hasil dari kuesioner ini akan digunakan untuk menentukan bobot pada setiap indikator risiko pekerjaan *docking repair* dan *floating repair*.

7. Pengolahan Data Metode FMEA

Selanjutnya, data diolah menggunakan *Failure Mode Effect and Analysis* (FMEA) dengan mengidentifikasi tiap aktivitas pekerjaan *docking repair* dan *floating repair*, memberi skor S-O-D dan menghitung serta mencari RPN tertinggi. Sehingga *output* berupa tabel FMEA dan kriteria risiko tinggi/ekstrem untuk menetapkan aktivitas terpilih menggunakan *risk matrix*.

8. Pemeringkatan Metode FMEA

Berdasarkan *output* FMEA, yaitu RPN dan *risk matrix* yang telah dihasilkan, selanjutnya memeringkatkan risiko operasional dari yang tertinggi maupun terendah pada masing-masing pekerjaan *repair*, untuk diambil 3 prioritas risiko operasional yang akan digunakan untuk mencari alternatif mitigasinya.

9. Wawancara Usulan Mitigasi dan Validasi Menggunakan CVI

Langkah selanjutnya adalah wawancara untuk usulan mitigasi kepada ketiga *expert* terkait 3 prioritas risiko operasional yang akan dianalisis alternatif mitigasinya. Kemudian membuat kuesioner menggunakan CVI. Kemudian dilakukan perhitungan menggunakan aplikasi Excel untuk mengukur apakah sejumlah item pertanyaan dari ketiga *expert* tersebut saling relevan ($I-CVI = 1$) dan valid sebelum dilakukan pembagian kuesioner kedua untuk pengolahan data AHP.

10. Pembagian Kuisisioner Metode AHP

Setelah mengidentifikasi risiko dengan nilai tertinggi, langkah selanjutnya adalah melakukan kuesioner kedua dengan para *expert* dengan mendistribusikan kuesioner perbandingan berpasangan (*pairwise comparison*) untuk AHP. Perbandingan tersebut pada kriteria sub risiko operasional (3 prioritas masing-masing pekerjaan *repair*), serta 3 alternatif mitigasi untuk kriteria sub risiko operasional masing-masing pekerjaan *docking repair* dan *floating repair*.

11. Pengolahan Data Metode AHP

Selanjutnya, kriteria risiko yang diperoleh dari hasil kuesioner kedua dilakukan untuk menyusun matriks perbandingan berpasangan (*pairwise comparison*). Kemudian menghitung bobot prioritas (*eigenvector*) dan menghasilkan urutan prioritas risiko yang lebih kuat secara keputusan. Perhitungan dilakukan dengan cara manual dan menggunakan *software* Expert Choice. Perhitungan manual digunakan untuk menunjukkan proses dan validitas metodologis AHP secara transparan, mulai dari matriks *pairwise comparison* hingga perhitungan *eigenvector* dan *consistency ratio*, sedangkan *software* Expert Choice digunakan sebagai alat verifikasi untuk meminimalkan kesalahan perhitungan, terutama pada matriks dengan jumlah kriteria dan alternatif yang kompleks. Apabila hasil perhitungan manual dan *software* menunjukkan hasil yang konsisten, maka validitas bobot prioritas yang diperoleh menjadi lebih kuat karena telah diverifikasi melalui dua pendekatan perhitungan yang independen..

12. Uji Consistency Rate < 0.10

Menghitung CR dari matriks AHP. Jika $CR \geq 0,10$ (Tidak) revisi/ulang pengisian kuesioner metode AHP atau evaluasi penilaian *expert*, kemudian olah kembali AHP. Jika $CR < 0,10$ (Ya) hasil AHP dinyatakan konsisten dan dapat digunakan.

13. Pemeringkatan Metode AHP

Berdasarkan alternatif mitigasi pada masing-masing kriteria sub risiko operasional pekerjaan *repair* yang telah dihasilkan, selanjutnya memeringkatkan alternatif mitigasi tersebut dari yang paling prioritas ke tidak prioritas pada masing-masing pekerjaan *repair*. Guna mengoptimalkan kinerja pekerjaan pada *docking repair* dan *floating repair* di salah satu perusahaan galangan kapal Lamongan, dengan tetap mempertimbangkan kondisi yang ada.

14. Kesimpulan dan Saran

Tahap terakhir pada penelitian ini adalah merumuskan kesimpulan dan saran berdasarkan penilaian risiko dengan dilakukannya analisis dan perhitungan menggunakan metode FMEA dan AHP. Kesimpulan tersebut menyimpulkan risiko paling tinggi berdasarkan masing-masing pekerjaan *docking repair* dan *floating repair*, kemudian menyajikan prioritas reparasi paling kritis, dan menyampaikan mitigasi risiko

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Identifikasi Risiko Operasional

Identifikasi risiko operasional ini dilakukan untuk mengetahui berbagai potensi risiko yang dapat menghambat kelancaran pekerjaan *docking repair* dan *floating repair*. Risiko operasional dalam penelitian ini dikelompokkan ke dalam lima kategori, yaitu risiko infrastruktur dan peralatan, sumber daya manusia, proses/sistem, eksternal, dan lingkungan. Hasil identifikasi risiko diperoleh berdasarkan wawancara dari tiga *expert* yang memahami proses pekerjaan *docking repair* dan *floating repair* di perusahaan galangan kapal Lamongan. Setiap sub risiko yang telah diidentifikasi kemudian disusun dalam bentuk kode risiko untuk memudahkan proses analisis pada tahap berikutnya. Kode tersebut digunakan sebagai dasar dalam penyusunan kuesioner validasi menggunakan CVI dan penilaian risiko menggunakan metode FMEA.

4.1.1. Identifikasi Risiko Operasional pada *Docking Repair*

Pada pekerjaan *docking repair*, potensi risiko muncul dari hubungan antara kesiapan fasilitas galangan, ketepatan pelaksanaan pekerjaan, kompetensi pekerja, serta kondisi area *dock*. Setiap risiko kemudian diberi kode sesuai kategori dan sumber penyebabnya agar proses penilaian, pemeringkatan, dan penentuan mitigasi dapat dilakukan secara lebih sistematis. Rincian risiko operasional pada pekerjaan *docking repair* disajikan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Identifikasi Risiko Operasional *Docking Repair* dari Ketiga *Expert*

Kategori Risiko	Kode Risiko	Sub Risiko	Failure Cause	Failure Effect
Infrastruktur dan Peralatan	I1	Peralatan kerja di area <i>dock</i> kurang siap digunakan akibat kerusakan atau ketidaktersediaan.	Kurangnya perawatan berkala pada peralatan kerja dan keterbatasan jumlah peralatan cadangan.	Pekerjaan <i>docking repair</i> tertunda karena peralatan tidak dapat digunakan tepat waktu.
	I2	Pekerjaan tertunda akibat gangguan suplai listrik fasilitas galangan, seperti konsleting instalasi, <i>maintenance</i> gardu, atau perbaikan panel distribusi.	Instalasi kelistrikan yang kurang perawatan serta jadwal <i>maintenance</i> gardu tidak terkoordinasi dengan jadwal produksi.	Aktivitas pekerjaan yang bergantung pada listrik terhenti sementara sehingga menambah durasi <i>docking</i> .
	I3	<i>Compressed air supply</i> untuk pekerjaan di <i>dock</i> terganggu akibat <i>air compressor down</i> .	Kerusakan komponen <i>compressor</i> akibat usia pakai atau kurangnya <i>maintenance</i> rutin.	Pekerjaan yang membutuhkan <i>compressed air</i> terhambat atau berhenti.
	I4	Pekerjaan pengelasan untuk pekerjaan reparasi di <i>dock</i> tertunda karena kondisi mesin las <i>down</i> .	Mesin las mengalami kerusakan teknis atau kurang dilakukan pengecekan sebelum digunakan.	Progres pekerjaan pengelasan tertunda dan berpotensi mengganggu jadwal <i>undocking</i> .
Sumber Daya Manusia	S1	Pekerja lalai atau kurang teliti dalam mengikuti prosedur kerja, misalnya material tidak dibawa ke area kerja.	Kurangnya kedisiplinan pekerja dan minimnya pengawasan terhadap pelaksanaan prosedur kerja.	Pekerjaan terhambat karena harus mengambil ulang material, menyebabkan pemborosan waktu.
	S2	Penurunan produktivitas pekerja akibat kondisi kesehatan yang tidak optimal saat pekerjaan <i>docking repair</i> .	Kelelahan kerja akibat jam kerja yang panjang, atau jika ada lembur.	<i>Output</i> pekerjaan menurun dan durasi penyelesaian pekerjaan menjadi lebih lama.
	S3	Kesalahan pemasangan SDNR yang tidak sesuai arah aliran saat pekerjaan <i>valve sea chest</i> kapal.	Kurangnya pemahaman pekerja terhadap spesifikasi teknis SDNR dan minimnya pengecekan ulang sebelum pemasangan.	<i>Valve sea chest</i> tidak berfungsi sesuai desain, berisiko menyebabkan kebocoran/kegagalan sistem, dan memerlukan pekerjaan ulang.
	S4	Pekerja kurang mengenali jenis-jenis <i>valve</i> yang harus dikerjakan.	Minimnya pelatihan teknis mengenai jenis dan spesifikasi <i>valve</i> kapal.	Kesalahan pengerjaan atau pemasangan <i>valve</i> yang tidak sesuai, menyebabkan <i>rework</i> dan tambahan waktu.
	S5	Instruksi kerja tidak terkoordinasi, menyebabkan miskomunikasi dalam pekerjaan <i>docking repair</i> .	Lemahnya sistem komunikasi antar tim dan kurangnya <i>briefing</i> kerja.	Terjadi kesalahan pelaksanaan yang memperlambat penyelesaian pekerjaan.

Kategori Risiko	Kode Risiko	Sub Risiko	Failure Cause	Failure Effect
	S6	Pekerja di area <i>dock</i> jarang menggunakan APD sesuai prosedur kerja galangan.	Rendahnya kesadaran keselamatan kerja pekerja dan kurangnya pengawasan K3.	Meningkatnya risiko kecelakaan kerja yang dapat menyebabkan cedera pekerja dan terhentinya pekerjaan.
Proses/Sistem	P1	Penyelesaian pekerjaan <i>shaft, propeller</i> , mesin, kemudi, atau pengecatan tertunda sehingga mengganggu proses <i>undocking</i> .	Keterlambatan penyelesaian pekerjaan pada salah satu <i>item</i> akibat kurangnya koordinasi antar tahapan pekerjaan.	Jadwal <i>undocking</i> kapal mundur dari rencana, menimbulkan tambahan biaya sandar dan mempengaruhi jadwal kapal berikutnya.
	P2	Pekerjaan tambahan membuat estimasi ulang kebutuhan material.	Perencanaan awal kurang akurat sehingga muncul pekerjaan tambahan di luar rencana.	Proses pengadaan material harus diulang, menambah waktu tunggu dan berpotensi memperpanjang durasi <i>docking</i> .
	P3	Persiapan material untuk pekerjaan <i>docking repair</i> kurang tepat jumlah atau jenisnya.	Kesalahan perhitungan kebutuhan material saat perencanaan atau kurang detailnya spesifikasi teknis pekerjaan.	Pekerjaan tertunda karena harus menunggu material tambahan atau penggantian material yang sesuai.
Eksternal	E1	Material terlambat datang dari pihak eksternal atau memerlukan modifikasi sebelum bisa digunakan.	Keterlambatan proses pengadaan oleh <i>supplier</i> serta ketidaksesuaian spesifikasi material yang dipesan.	Pekerjaan yang membutuhkan material tersebut tertunda dan dapat menggeser jadwal keseluruhan <i>docking repair</i> .
	E2	Pekerjaan di bengkel luar tidak sesuai spesifikasi, hasil tidak dapat dipastikan.	Kurangnya kontrol kualitas terhadap bengkel luar serta kurangnya komunikasi spesifikasi teknis.	Diperlukan pekerjaan ulang atau inspeksi tambahan yang memperlambat penyelesaian pekerjaan.
	E3	Pekerjaan tertunda menunggu penyelesaian pekerjaan yang dari pihak eksternal karena antrean.	Kapasitas bengkel eksternal terbatas, sehingga terjadi antrean pekerjaan dari berbagai pelanggan.	Pekerjaan <i>docking repair</i> yang bergantung pada hasil pihak eksternal tertahan dan memperpanjang waktu penyelesaian.
Lingkungan	L1	Cuaca buruk mengganggu pekerjaan di area terbuka, seperti <i>painting, blasting</i> , atau pekerjaan luar kapal.	Kondisi cuaca ekstrem yang tidak dapat diprediksi secara pasti.	Pekerjaan di area terbuka harus dihentikan sementara, menyebabkan penundaan jadwal.
	L2	Genangan air, oli, atau minyak mengganggu pekerjaan di area terbuka.	Sistem <i>drainase</i> area <i>dock</i> kurang memadai serta kurangnya kebersihan area kerja.	Area kerja menjadi licin dan berisiko kecelakaan, serta menghambat mobilitas pekerja dan alat.

Kategori Risiko	Kode Risiko	Sub Risiko	<i>Failure Cause</i>	<i>Failure Effect</i>
	L3	Pekerjaan <i>sandblasting</i> atau pengecatan menimbulkan debu sehingga mengganggu pekerjaan lain.	Tidak adanya <i>barrier</i> antara area <i>sandblasting-painting</i> dengan area lain.	Kualitas pekerjaan di area sekitar menurun dan dapat memicu pekerjaan ulang.
	L4	Keterlambatan pengecatan karena kelembapan udara tidak sesuai.	Kondisi cuaca/kelembapan yang tidak sesuai standar aplikasi cat.	Proses pengecatan tertunda atau hasil pengecatan tidak optimal sehingga berpotensi menyebabkan <i>rework</i> .

Sumber: Wawancara, 2026

Berdasarkan hasil identifikasi risiko operasional pada *docking repair* dari ketiga *expert* pada Tabel 4.1 terdapat 20 sub risiko. Identifikasi risiko operasional pada pekerjaan *docking repair* dilakukan untuk mengetahui risiko-risiko operasional yang dapat terjadi ketika kapal berada pada area *dock* untuk menjalani proses perbaikan.

4.1.2. Identifikasi Risiko Operasional pada *Floating Repair* dari Ketiga *Expert*

Pada pekerjaan *floating repair*, risiko operasional dipengaruhi oleh kondisi kapal yang tetap terapung, keterbatasan akses kerja, kesiapan fasilitas pendukung, serta kondisi perairan di sekitar dermaga. Karakteristik tersebut menyebabkan proses reparasi memerlukan pengendalian yang berbeda dibandingkan pekerjaan *docking repair*. Setiap risiko diberi kode berdasarkan kategori dan sumber penyebabnya agar memudahkan proses penilaian serta penentuan prioritas mitigasi pada tahap selanjutnya. Rincian risiko operasional pada pekerjaan *floating repair* disajikan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Identifikasi Risiko Operasional *Floating Repair* dari Ketiga *Expert*

Kategori Risiko	Kode Risiko	Sub Risiko	Failure Cause	Failure Effect
Infrastruktur dan Peralatan	I1	Peralatan kerja di kapal terapung kurang siap digunakan atau sulit dimobilisasi.	Keterbatasan mobilisasi ke lokasi kapal.	Pekerjaan <i>floating repair</i> tertunda karena peralatan tidak tersedia di lokasi kapal.
	I2	Pekerjaan tertunda saat suplai listrik di kapal terapung atau dermaga, seperti <i>shore power</i> terganggu.	Kapasitas atau kondisi instalasi <i>shore power</i> yang kurang memadai serta minimnya perawatan kabel/sumber daya listrik dermaga.	Pekerjaan yang bergantung pada listrik di kapal terhenti sementara, memperlambat penyelesaian <i>floating repair</i> .
	I3	<i>Compressed air supply</i> untuk pekerjaan di kapal terapung terganggu akibat <i>air compressor down</i> .	Kerusakan komponen <i>compressor</i> akibat usia pakai atau kurangnya <i>maintenance</i> rutin.	Pekerjaan yang membutuhkan <i>compressed air</i> di kapal terhambat atau berhenti.
	I4	Pekerjaan pengelasan di kapal terapung tertunda karena kondisi mesin las <i>down</i> .	Mesin las mengalami kerusakan teknis atau kurang dilakukan pengecekan sebelum digunakan.	Progres pekerjaan pengelasan di kapal terapung tertunda dan memperpanjang waktu penyelesaian.
Sumber Daya Manusia	S1	Pekerja lalai atau kurang teliti dalam mengikuti prosedur kerja, misalnya material tidak dibawa ke area dermaga.	Kurangnya kedisiplinan pekerja dan minimnya pengawasan terhadap pelaksanaan prosedur kerja.	Pekerjaan terhambat karena harus mengambil ulang material ke dermaga, menyebabkan pemborosan waktu.
	S2	Penurunan produktivitas pekerja akibat kondisi kesehatan yang tidak optimal saat bekerja di kapal terapung.	Kelelahan kerja akibat kondisi kerja di atas air yang lebih berat.	<i>Output</i> pekerjaan menurun dan durasi penyelesaian <i>floating repair</i> menjadi lebih lama.
	S3	Instruksi kerja antara tim kapal dan pelaksana <i>repair</i> tidak terkoordinasi sehingga terjadi miskomunikasi.	Kurangnya sistem komunikasi antara kru kapal dan tim pelaksana <i>repair</i> serta kurangnya <i>briefing</i> kerja.	Terjadi kesalahan pelaksanaan pekerjaan yang memperlambat penyelesaian <i>floating repair</i> .
	S4	Pekerja di area kapal terapung jarang menggunakan APD sesuai risiko kerja di atas air.	Rendahnya kesadaran keselamatan kerja pekerja dan kurangnya pengawasan K3 khususnya untuk risiko kerja di atas air.	Meningkatnya risiko kecelakaan kerja yang dapat menyebabkan cedera pekerja dan terhentinya pekerjaan.
Proses/Sistem	P1	Solar tumpah atau terbuang ke laut karena tidak tersedianya <i>oil spill kit</i> .	Minimnya kesiapan sarana penanggulangan tumpahan dan kurangnya prosedur penanganan bahan bakar yang aman.	Terjadi pencemaran lingkungan laut yang dapat menimbulkan sanksi/denda serta pekerjaan dihentikan sementara untuk penanganan tumpahan.

Kategori Risiko	Kode Risiko	Sub Risiko	Failure Cause	Failure Effect
	P2	Persiapan material untuk pekerjaan <i>floating repair</i> kurang tepat jumlah atau jenisnya.	Kesalahan perhitungan kebutuhan material saat perencanaan atau kurang detailnya spesifikasi teknis pekerjaan <i>floating repair</i> .	Pekerjaan tertunda karena harus menunggu material tambahan atau penggantian material yang sesuai.
Eksternal	E1	Proses perizinan/ <i>permit</i> untuk <i>hot work</i> lebih ketat, menyebabkan keterlambatan.	Prosedur perizinan <i>hot work</i> di area terapung memerlukan persetujuan tambahan dari otoritas pelabuhan yang lebih kompleks dibanding di <i>dock</i> .	Pekerjaan <i>hot work</i> tertunda hingga izin terbit, memperlambat jadwal <i>floating repair</i> .
Lingkungan	L1	Cuaca buruk mengganggu pekerjaan di area terbuka kapal.	Kondisi cuaca ekstrem yang tidak dapat diprediksi secara pasti.	Pekerjaan di area terbuka kapal harus dihentikan sementara, menyebabkan penundaan jadwal.
	L2	Ombak besar mengganggu stabilitas kapal dan keselamatan pekerja.	Kondisi perairan yang tidak stabil serta lokasi sandar yang kurang terlindung dari gelombang.	Pekerjaan di kapal harus dihentikan demi keselamatan pekerja dan berisiko menimbulkan kecelakaan kerja.
	L3	Area dermaga berbatu mengganggu pergerakan atau proses <i>sea trial</i> .	Kondisi geografis dermaga yang berbatu dan kurangnya pengerukan area sekitar dermaga.	Pergerakan kapal saat <i>sea trial</i> atau pekerjaan lain di area kapal terapung terhambat atau berisiko benturan.
	L4	Kapal menyerap lumpur dan dapat kandas karena kedalaman dermaga tidak mencukupi untuk <i>draft</i> kapal.	Kurangnya pengerukan rutin pada area dermaga serta ketidaksesuaian antara <i>draft</i> kapal dengan kedalaman perairan.	Kapal berisiko kandas, menyebabkan kerusakan lambung/baling-baling dan pekerjaan <i>repair</i> tertunda hingga kapal dapat dipindahkan.
	L5	Angin besar mengganggu pelaksanaan <i>inclining test</i> pada kapal.	Kondisi angin kencang yang tidak sesuai standar pelaksanaan <i>inclining test</i> .	Hasil <i>inclining test</i> menjadi tidak akurat atau pengujian harus ditunda, memperlambat proses sertifikasi atau penyelesaian <i>floating repair</i> .

Sumber: Wawancara, 2026

Berdasarkan hasil identifikasi risiko operasional pada *floating repair* dari ketiga *expert* pada Tabel 4.2 terdapat 16 sub risiko. Identifikasi risiko operasional pada pekerjaan *floating repair* dilakukan untuk mengetahui potensi risiko yang dapat menghambat pekerjaan reparasi kapal ketika kapal masih berada dalam kondisi terapung atau berada di area dermaga. Hasil identifikasi ini selanjutnya di perhitungkan pada CVI untuk memvalidasi jawaban dari para *expert*, serta digunakan sebagai dasar dalam penilaian risiko menggunakan metode FMEA untuk menentukan tingkat prioritas risiko berdasarkan *severity*, *occurrence*, dan *detection*.

4.2 Penilaian CVI FMEA

4.2.1. Penilaian CVI FMEA pada *Docking Repair*

Penilaian kuesioner CVI pada pekerjaan *docking repair* dilakukan oleh tiga *expert* terhadap 20 item risiko operasional *docking repair*. Setiap *expert* memberikan nilai berdasarkan kesesuaian item dengan kondisi pekerjaan *docking repair*, sesuai dengan Persamaan 2.1 sebagai berikut.

$$I - CVI = \frac{3}{3}$$

$$I - CVI = 1$$

Tabel 4.3 Hasil Perhitungan CVI dari 3 *Expert* pada *Docking Repair*

Kode Risiko	Expert 1	Expert 2	Expert 3	Expert in Agreement	I-CVI	Kategori
I1	1	1	1	3	1	Relevant
I2	1	1	1	3	1	Relevant
I3	1	1	1	3	1	Relevant
I4	1	1	1	3	1	Relevant
S1	1	1	1	3	1	Relevant
S2	1	1	1	3	1	Relevant
S3	1	1	1	3	1	Relevant
S4	1	1	1	3	1	Relevant
S5	1	1	1	3	1	Relevant
S6	1	1	1	3	1	Relevant
P1	1	1	1	3	1	Relevant
P2	1	1	1	3	1	Relevant
P3	1	1	1	3	1	Relevant
E1	1	1	1	3	1	Relevant
E2	1	1	1	3	1	Relevant
E3	1	1	1	3	1	Relevant

Kode Risiko	Expert 1	Expert 2	Expert 3	Expert in Agreement	I-CVI	Kategori
L1	1	1	1	3	1	Relevant
L2	1	1	1	3	1	Relevant
L3	1	1	1	3	1	Relevant
L4	1	1	1	3	1	Relevant

Sumber: Data Diolah, 2026

Berdasarkan hasil penilaian pada Tabel 4.3 menunjukkan bahwa seluruh item risiko yang dinilai berada pada skor 3 dan 4, maka nilai I-CVI bernilai 1. Dengan demikian, 20 item risiko operasional pada pekerjaan *docking repair* dapat dinyatakan relevan dan diterima untuk digunakan sebagai dasar dalam tahap penilaian risiko menggunakan metode FMEA.

4.2.2. Penilaian CVI FMEA pada *Floating Repair*

Penilaian kuesioner CVI pada pekerjaan *floating repair* dilakukan oleh tiga *expert* terhadap 16 item risiko operasional *floating repair*. Setiap item dinilai berdasarkan kesesuaiannya dengan karakteristik pekerjaan *floating repair*.

Tabel 4.4 Hasil Perhitungan CVI dari 3 *Expert* pada *Floating Repair*

Kode Risiko	Expert 1	Expert 2	Expert 3	Expert in Agreement	I-CVI	Kategori
I1	1	1	1	3	1	Relevant
I2	1	1	1	3	1	Relevant
I3	1	1	1	3	1	Relevant
I4	1	1	1	3	1	Relevant
S1	1	1	1	3	1	Relevant
S2	1	1	1	3	1	Relevant
S3	1	1	1	3	1	Relevant
S4	1	1	1	3	1	Relevant
P1	1	1	1	3	1	Relevant
P2	1	1	1	3	1	Relevant
E1	1	1	1	3	1	Relevant
L1	1	1	1	3	1	Relevant
L2	1	1	1	3	1	Relevant
L3	1	1	1	3	1	Relevant
L4	1	1	1	3	1	Relevant
L5	1	1	1	3	1	Relevant

Sumber: Data Diolah, 2026

Berdasarkan hasil penilaian pada Tabel 4.4 menunjukkan bahwa seluruh item risiko yang dinilai berada pada skor 3 dan 4, maka nilai I-CVI bernilai 1. Dengan demikian, 16 item risiko operasional pada pekerjaan *floating repair* dapat dinyatakan relevan

dan diterima untuk digunakan sebagai dasar dalam tahap penilaian risiko menggunakan metode FMEA.

4.3 Penilaian Risiko Operasional Menggunakan FMEA

Penilaian risiko operasional menggunakan FMEA dengan cara menghitung nilai RPN. Contoh perhitungan RPN sebagai berikut.

$$\text{RPN I1} = 6,67 \times 6,33 \times 6,00 = 253,33$$

4.3.1. Penilaian Risiko Operasional pada Pekerjaan *Docking Repair* Menggunakan FMEA

Berdasarkan hasil penilaian FMEA pada pekerjaan *docking repair* pada Tabel 4.5, menunjukkan bahwa nilai RPN pada *docking repair* bervariasi dari 87,63 sampai 393,56. Risiko dengan nilai RPN tertinggi adalah I3 sebesar 393,56, yaitu *compressed air supply* untuk pekerjaan di *dock* terganggu akibat *air compressor down*. Hal ini menunjukkan bahwa risiko tersebut memiliki tingkat keparahan, kemungkinan kejadian, dan tingkat kesulitan deteksi yang relatif tinggi sehingga perlu menjadi perhatian utama. Selain itu, risiko S3 dan S4 juga memiliki nilai RPN tinggi. Sehingga dapat disimpulkan bahwa risiko pada pekerjaan *docking repair* tidak hanya berasal dari faktor sumber daya manusia, tetapi juga dari peralatan, lingkungan kerja, dan ketergantungan pada pekerjaan pihak luar.

Tabel 4.5 Hasil Penilaian RPN Risiko Operasional FMEA pada *Docking Repair*

No.	Kode Identifikasi	Sub Risiko	Rata-rata			RPN
			S	O	D	
1.	I1	Peralatan kerja di area <i>dock</i> kurang siap digunakan akibat kerusakan atau ketidaktersediaan.	6,33	7,00	6,67	295,56
2.	I2	Pekerjaan tertunda akibat gangguan suplai listrik fasilitas galangan, seperti konsleting instalasi, <i>maintenance</i> gardu, atau perbaikan panel distribusi.	7,00	5,33	5,00	186,67
3.	I3	<i>Compressed air supply</i> untuk pekerjaan di <i>dock</i> terganggu akibat <i>air compressor down</i> .	7,67	7,33	7,00	393,56
4.	I4	Pekerjaan pengelasan untuk pekerjaan reparasi di <i>dock</i> tertunda karena kondisi mesin las <i>down</i> .	6,33	6,00	5,67	215,33
5.	S1	Pekerja lalai atau kurang teliti dalam mengikuti prosedur kerja, misalnya material tidak dibawa ke area kerja.	4,33	4,33	4,67	87,63
6.	S2	Penurunan produktivitas pekerja akibat kondisi kesehatan yang tidak optimal saat pekerjaan <i>docking repair</i> .	7,33	5,00	5,00	183,33
7.	S3	Kesalahan pemasangan SDNR yang tidak sesuai arah aliran saat pekerjaan <i>valve sea chest</i> kapal.	7,33	7,33	6,67	358,52
8.	S4	Pekerja kurang mengenali jenis-jenis <i>valve</i> yang harus dikerjakan.	7,33	6,67	6,33	309,63
9.	S5	Instruksi kerja tidak terkoordinasi, menyebabkan miskomunikasi dalam pekerjaan <i>docking repair</i> .	7,33	5,67	5,67	235,48
10.	S6	Pekerja di area <i>dock</i> jarang menggunakan APD sesuai prosedur kerja galangan.	5,33	5,33	5,33	151,70
11.	P1	Penyelesaian pekerjaan <i>shaft</i> , <i>propeller</i> , mesin, kemudi, atau pengecatan tertunda sehingga mengganggu proses <i>undocking</i> .	6,67	6,00	6,00	240,00
12.	P2	Pekerjaan tambahan membuat estimasi ulang kebutuhan material.	6,00	6,33	6,00	228,00
13.	P3	Persiapan material untuk pekerjaan <i>docking repair</i> kurang tepat jumlah atau jenisnya.	5,33	4,33	5,00	115,56
14.	E1	Material terlambat datang dari pihak eksternal atau memerlukan modifikasi sebelum bisa digunakan.	6,00	5,00	5,00	150,00
15.	E2	Pekerjaan di bengkel luar tidak sesuai spesifikasi, hasil tidak dapat dipastikan.	6,00	5,67	6,00	204,00
16.	E3	Pekerjaan tertunda menunggu penyelesaian pekerjaan yang dari pihak eksternal karena antrean.	6,33	6,33	5,00	200,56
17.	L1	Cuaca buruk mengganggu pekerjaan di area terbuka, seperti <i>painting</i> , <i>blasting</i> , atau pekerjaan luar kapal.	7,33	6,33	4,67	216,74
18.	L2	Genangan air, oli, atau minyak mengganggu pekerjaan di area terbuka.	7,33	6,33	5,00	232,22

No.	Kode Identifikasi	Sub Risiko	Rata-rata			RPN
			S	O	D	
19.	L3	Pekerjaan <i>sandblasting</i> atau pengecatan menimbulkan debu sehingga mengganggu pekerjaan lain.	5,33	6,00	5,67	181,33
20.	L4	Keterlambatan pengecatan karena kelembapan udara tidak sesuai.	6,33	5,33	4,67	157,63

Sumber: Data Diolah, 2026

4.3.2. Penilaian Risiko Operasional pada Pekerjaan *Floating Repair* Menggunakan FMEA

Berdasarkan hasil penilaian FMEA pada pekerjaan *floating repair* pada Tabel 4.6, menunjukkan rentang dari 75,11 sampai 340,74. Risiko dengan nilai RPN tertinggi adalah P1 sebesar 340,74, yaitu solar tumpah atau terbuang ke laut karena tidak tersedianya *oil spill kit*. Nilai tersebut menunjukkan bahwa risiko lingkungan pada *floating repair* memiliki pengaruh besar terhadap kelancaran pekerjaan karena kapal masih berada dalam kondisi terapung dan sangat bergantung pada kondisi dermaga maupun perairan. Selain itu, L4 dan L3 juga memperoleh nilai RPN tinggi. Sehingga risiko utama pada *floating repair* lebih banyak berkaitan dengan kondisi lingkungan, proses kerja, serta kesiapan peralatan pendukung.

Tabel 4.6 Hasil Penilaian RPN Risiko Operasional FMEA pada *Floating Repair*

No.	Kode Identifikasi	Sub Risiko	Rata-rata			RPN
			S	O	D	
1.	I1	Peralatan kerja di kapal terapung kurang siap digunakan atau sulit dimobilisasi.	6,00	4,67	5,67	158,67
2.	I2	Pekerjaan tertunda saat suplai listrik di kapal terapung atau dermaga, seperti <i>shore power</i> terganggu.	6,67	6,00	6,33	253,33
3.	I3	<i>Compressed air supply</i> untuk pekerjaan di kapal terapung terganggu akibat <i>air compressor down</i> .	6,67	5,67	5,67	214,07
4.	I4	Pekerjaan pengelasan di kapal terapung tertunda karena kondisi mesin las <i>down</i> .	7,00	4,67	6,00	196,00
5.	S1	Pekerja lalai atau kurang teliti dalam mengikuti prosedur kerja, misalnya material tidak dibawa ke area dermaga.	4,33	4,00	4,33	75,11
6.	S2	Penurunan produktivitas pekerja akibat kondisi kesehatan yang tidak optimal saat bekerja di kapal terapung.	6,33	5,00	5,33	168,89
7.	S3	Instruksi kerja antara tim kapal dan pelaksana <i>repair</i> tidak terkoordinasi sehingga terjadi miskomunikasi.	6,00	6,00	5,00	180,00
8.	S4	Pekerja di area kapal terapung jarang menggunakan APD sesuai risiko kerja di atas air.	7,00	6,33	6,00	266,00
9.	P1	Solar tumpah atau terbuang ke laut karena tidak tersedianya <i>oil spill kit</i> .	7,67	6,67	6,67	340,74
10.	P2	Persiapan material untuk pekerjaan <i>floating repair</i> kurang tepat jumlah atau jenisnya.	4,67	4,67	5,00	108,89
11.	E1	Proses perizinan/ <i>permit</i> untuk <i>hot work</i> lebih ketat, menyebabkan keterlambatan.	6,33	5,67	5,67	203,37
12.	L1	Cuaca buruk mengganggu pekerjaan di area terbuka kapal.	6,00	5,33	4,33	138,67
13.	L2	Ombak besar mengganggu stabilitas kapal dan keselamatan pekerja.	7,00	6,00	5,67	238,00
14.	L3	Area dermaga berbatu mengganggu pergerakan atau proses <i>sea trial</i> .	7,33	6,67	6,33	309,63
15.	L4	Kapal menyerap lumpur dan dapat kandas karena kedalaman dermaga tidak mencukupi untuk <i>draft</i> kapal.	7,33	6,67	6,67	325,93
16.	L5	Angin besar mengganggu pelaksanaan <i>inclining test</i> pada kapal.	6,67	5,33	5,33	189,63

Sumber: Data Diolah, 2026

4.3.3. Pemeringkatan Risiko Operasional pada Pekerjaan *Docking Repair*

Pemeringkatan risiko dilakukan berdasarkan nilai RPN dari yang tertinggi hingga terendah. Urutan tersebut digunakan untuk menunjukkan tingkat prioritas setiap risiko operasional pada pekerjaan *docking repair*, seperti pada Tabel 4.7 di bawah ini.

Tabel 4.7 Hasil Pemeringkatan RPN Risiko Operasional *Docking Repair*

Kode Identifikasi	Rata-rata S	Rata-rata O	Rata-rata D	RPN	Peringkat
I3	7,67	7,33	7,00	393,56	1
S3	7,33	7,33	6,67	358,52	2
S4	7,33	6,67	6,33	309,63	3
I1	6,33	7,00	6,67	295,56	4
P1	6,67	6,00	6,00	240,00	5
S5	7,33	5,67	5,67	235,48	6
L2	7,33	6,33	5,00	232,22	7
P2	6,00	6,33	6,00	228,00	8
L1	7,33	6,33	4,67	216,74	9
I4	6,33	6,00	5,67	215,33	10
E2	6,00	5,67	6,00	204,00	11
E3	6,33	6,33	5,00	200,56	12
I2	7,00	5,33	5,00	186,67	13
S2	7,33	5,00	5,00	183,33	14
L3	5,33	6,00	5,67	181,33	15
L4	6,33	5,33	4,67	157,63	16
S6	5,33	5,33	5,33	151,70	17
E1	6,00	5,00	5,00	150,00	18
P3	5,33	4,33	5,00	115,56	19
S1	4,33	4,33	4,67	87,63	20

Sumber: Data Diolah, 2026

Berdasarkan hasil pemeringkatan pada Tabel 4.7, risiko dengan nilai RPN tertinggi adalah gangguan *compressed air supply* akibat *air compressor down* (I3) dengan nilai 393,56. Risiko berikutnya adalah kesalahan pemasangan SDNR yang tidak sesuai arah aliran (S3) sebesar 358,52 dan pekerja kurang mengenali jenis *valve* yang harus dikerjakan (S4) sebesar 309,63. Ketiga risiko tersebut menjadi prioritas utama karena memiliki kombinasi nilai SOD yang relatif tinggi.

Hasil pemeringkatan juga menunjukkan bahwa pekerjaan *docking repair* sangat bergantung pada kesiapan peralatan dan kompetensi teknis pekerja. Gangguan *compressor* dapat

menghentikan beberapa aktivitas pekerjaan, sedangkan kesalahan identifikasi dan pemasangan *valve* dapat menimbulkan *rework*, keterlambatan, serta gangguan pada fungsi sistem kapal. Oleh karena itu, ketiga risiko tersebut dipilih sebagai dasar penyusunan alternatif mitigasi menggunakan metode AHP.

4.3.4. Pemeringkatan Risiko Operasional pada Pekerjaan *Floating Repair*

Pemeringkatan risiko dilakukan berdasarkan nilai RPN dari yang tertinggi hingga terendah. Urutan tersebut digunakan untuk menunjukkan tingkat prioritas setiap risiko operasional pada pekerjaan *floating repair*, seperti pada Tabel 4.8 di bawah ini.

Tabel 4.8 Hasil Pemeringkatan RPN Risiko Operasional *Floating Repair*

Kode Identifikasi	Rata-rata S	Rata-rata O	Rata-rata D	RPN	Peringkat
P1	7,67	6,67	6,67	340,74	1
L4	7,33	6,67	6,67	325,93	2
L3	7,33	6,67	6,33	309,63	3
S4	7,00	6,33	6,00	266,00	4
I2	6,67	6,00	6,33	253,33	5
L2	7,00	6,00	5,67	238,00	6
I3	6,67	5,67	5,67	214,07	7
E1	6,33	5,67	5,67	203,37	8
I4	7,00	4,67	6,00	196,00	9
L5	6,67	5,33	5,33	189,63	10
S3	6,00	6,00	5,00	180,00	11
S2	6,33	5,00	5,33	168,89	12
I1	6,00	4,67	5,67	158,67	13
L1	6,00	5,33	4,33	138,67	14
P2	4,67	4,67	5,00	108,89	15
S1	4,33	4,00	4,33	75,11	16

Sumber: Data Diolah, 2026

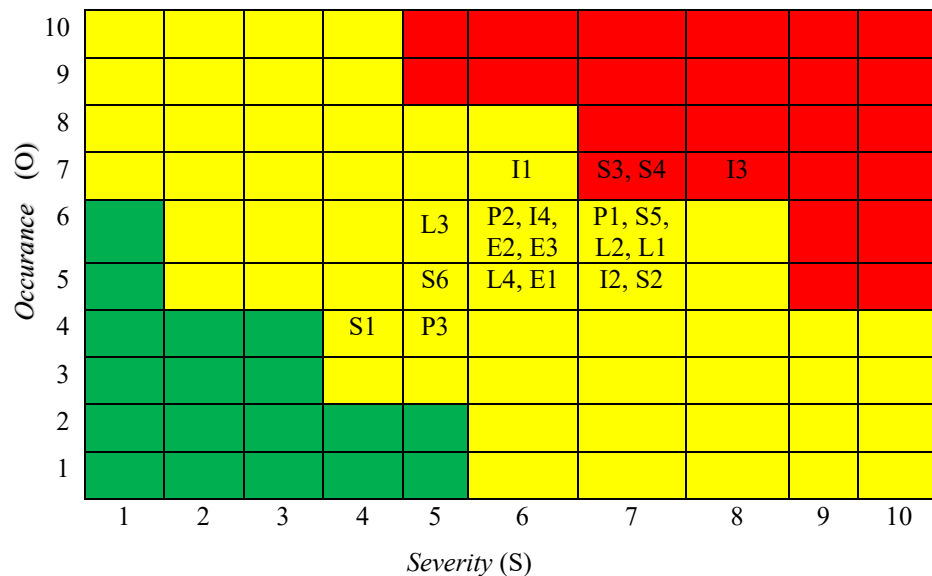
Berdasarkan Tabel 4.8, risiko dengan nilai RPN tertinggi pada pekerjaan *floating repair* adalah tumpahan solar ke laut akibat tidak tersedianya *oil spill kit* (P1) dengan nilai 340,74. Peringkat berikutnya adalah kapal menyerap lumpur atau dapat kandas karena kedalaman dermaga tidak mencukupi (L4) sebesar 325,93 dan kondisi area dermaga berbatu yang mengganggu pergerakan atau proses *sea trial* (L3) sebesar 309,63.

Ketiga risiko tersebut juga menunjukkan bahwa pekerjaan *floating repair* banyak dipengaruhi oleh kesiapan proses kerja dan

kondisi lingkungan perairan. Tumpahan solar dapat menghambat pekerjaan serta menimbulkan pencemaran, sedangkan keterbatasan kedalaman dan kondisi dasar dermaga dapat mengganggu keselamatan serta pergerakan kapal. Dengan demikian, P1, L4, dan L3 ditetapkan sebagai risiko prioritas yang perlu dianalisis lebih lanjut dalam penentuan alternatif mitigasi.

4.3.5. Risk Matrix pada Pekerjaan Docking Repair

Pemetaan risiko dilakukan dengan menggabungkan nilai *severity* dan *occurrence* untuk menunjukkan posisi serta tingkat risiko setiap sub risiko pada pekerjaan *docking repair*. Hasil pemetaan tersebut disajikan pada Gambar 4.1.



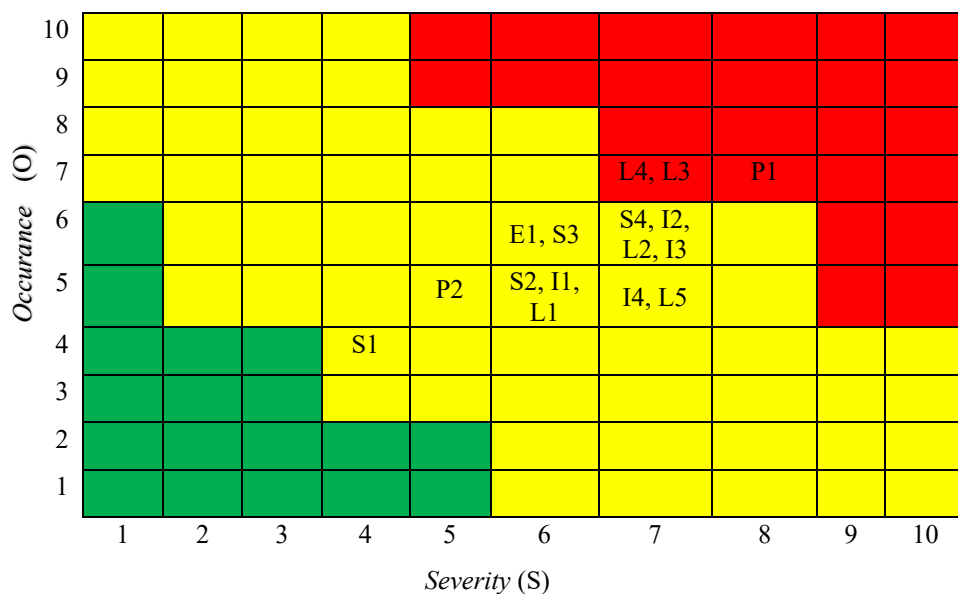
Gambar 4.1 Risk Matrix Pekerjaan Docking Repair (Data Diolah, 2026)

Berdasarkan Gambar 4.1, risiko I3, S3, dan S4 berada pada area dengan tingkat *severity* dan *occurrence* yang tinggi. Posisi tersebut menunjukkan bahwa gangguan *air compressor*, kesalahan pemasangan SDNR, dan kurangnya pemahaman pekerja terhadap jenis *valve* memiliki dampak besar serta cukup sering berpotensi terjadi. Risiko I1 juga memerlukan perhatian karena ketidaksiapan peralatan kerja dapat menghambat pelaksanaan pekerjaan di area *dock*.

Risiko lainnya tersebar pada area sedang hingga tinggi, seperti P1, S5, L2, dan L1. Risiko tersebut tetap membutuhkan pengendalian melalui pemeriksaan peralatan, peningkatan koordinasi kerja, pengawasan kondisi area, dan penyesuaian pekerjaan terhadap cuaca. *Risk matrix* ini memperkuat hasil RPN dalam menentukan risiko yang perlu ditangani terlebih dahulu, meskipun pemetaan hanya menggunakan nilai *severity* dan *occurrence*.

4.3.6. Risk Matrix pada Pekerjaan *Floating Repair*

Pemetaan risiko dilakukan dengan menggabungkan nilai *severity* dan *occurrence* untuk menunjukkan posisi serta tingkat risiko setiap sub risiko pada pekerjaan *floating repair*. Hasil pemetaan tersebut disajikan pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Risk Matrix Pekerjaan *Floating Repair* (Data Diolah, 2026)

Berdasarkan Gambar 4.2, risiko P1, L4, dan L3 berada pada area dengan nilai *severity* dan *occurrence* yang tinggi. Risiko P1 berkaitan dengan tumpahan solar ke laut, sedangkan L4 dan L3 berkaitan dengan kondisi kedalaman serta dasar perairan di sekitar dermaga. Ketiga risiko tersebut dapat menimbulkan gangguan operasional, pencemaran lingkungan, kerusakan kapal, serta keterlambatan pelaksanaan pekerjaan.

Selain ketiga risiko utama tersebut, risiko S4, I2, L2, dan I3 juga berada pada tingkat yang perlu diperhatikan. Risiko tersebut berkaitan dengan penggunaan APD, gangguan suplai listrik, ombak besar, dan gangguan *air compressor*. Oleh karena itu, pengendalian *floating repair* perlu menekankan kesiapan peralatan, kepatuhan prosedur keselamatan, penanganan tumpahan, serta pemeriksaan kondisi perairan sebelum pekerjaan dilakukan.

4.4 Penilaian CVI AHP

4.4.1. Penilaian CVI AHP pada Pekerjaan *Docking Repair*

Penilaian kuesioner CVI untuk metode AHP pada pekerjaan *docking repair* dilakukan oleh tiga *expert* terhadap 3 kriteria sub risiko yang tertinggi berdasarkan perhitungan dari metode FMEA dan masing-masing 3 alternatif mitigasi risiko operasional pekerjaan *docking repair*. Setiap *expert* memberikan nilai berdasarkan kesesuaian item dengan kondisi pekerjaan *docking repair*, sesuai dengan Persamaan 2.1 sebagai berikut

$$I - CVI = \frac{3}{3}$$

$$I - CVI = 1$$

Berikut merupakan Tabel 4.9 dari hasil penilaian CVI untuk metode AHP pada pekerjaan *docking repair*.

Tabel 4.9 Hasil Penilaian CVI untuk AHP dari 3 *Expert* pada *Docking Repair*

Kriteria / Alternatif	E1	E2	E3	EA	I - CVI	Kategori
Kriteria Sub Risiko Operasional Pekerjaan <i>Docking Repair</i>						
<i>Compressed air supply</i> untuk pekerjaan di <i>dock</i> terganggu akibat <i>air compressor down</i> (I3)	1	1	1	3	1	<i>Relevant</i>
Kesalahan pemasangan SDNR yang tidak sesuai arah aliran saat pekerjaan <i>valve sea chest</i> kapal (S3)	1	1	1	3	1	<i>Relevant</i>
Pekerja kurang mengenali jenis-jenis <i>valve</i> yang harus dikerjakan (S4)	1	1	1	3	1	<i>Relevant</i>
Alternatif Mitigasi Risiko Operasional: <i>Compressed air supply</i> untuk pekerjaan di <i>dock</i> terganggu akibat <i>air compressor down</i> (I3)						

Kriteria / Alternatif	E1	E2	E3	EA	I - CVI	Kategori
<i>Preventive maintenance</i> pada <i>air compressor</i>	1	1	1	3	1	<i>Relevant</i>
Penyediaan <i>backup compressor</i> atau sewa darurat	1	1	1	3	1	<i>Relevant</i>
<i>Pre-use inspection</i> dan <i>logsheet</i> kondisi <i>compressor</i> harian	1	1	1	3	1	<i>Relevant</i>
Alternatif Mitigasi Risiko Operasional: Kesalahan pemasangan SDNR yang tidak sesuai arah aliran saat pekerjaan <i>valve sea chest</i> kapal (S3)						
Menerapkan <i>checklist</i> spesifikasi teknis pekerjaan <i>valve</i> dan pemeriksaan arah pemasangan SDNR	1	1	1	3	1	<i>Relevant</i>
<i>Double check</i> oleh supervisor sebelum <i>valve</i> dipasang kembali	1	1	1	3	1	<i>Relevant</i>
Memberi tanda atau <i>marking</i> arah aliran dan dokumentasi foto sebelum pembongkaran	1	1	1	3	1	<i>Relevant</i>
Alternatif Mitigasi Risiko Operasional: Pekerja kurang mengenali jenis-jenis <i>valve</i> yang harus dikerjakan (S4)						
Memberi arahan dengan identifikasi jenis <i>valve</i> dan fungsi operasionalnya.	1	1	1	3	1	<i>Relevant</i>
Pembuatan referensi foto/gambar <i>valve</i> sebagai panduan kerja lapangan	1	1	1	3	1	<i>Relevant</i>
Memberi instruksi kepada teknisi berdasarkan kompetensi pekerjaan <i>valve</i>	1	1	1	3	1	<i>Relevant</i>

Sumber: Data Diolah, 2026

Berdasarkan hasil penilaian pada Tabel 4.9 menunjukkan bahwa seluruh item risiko yang dinilai berada pada skor 3 dan 4, maka nilai I-CVI bernilai 1. Dengan demikian, seluruh *item* kriteria sub risiko dan alternatif mitigasi risiko operasional pada pekerjaan *docking repair* dapat dinyatakan relevan dan diterima untuk digunakan sebagai dasar dalam tahap penilaian risiko menggunakan metode AHP.

4.4.2. Penilaian CVI AHP pada Pekerjaan *Floating Repair*

Penilaian kuesioner CVI untuk metode AHP pada pekerjaan *floating repair* juga dilakukan oleh tiga *expert* terhadap 3 kriteria sub risiko yang tertinggi berdasarkan perhitungan dari metode FMEA dan masing-masing 3 alternatif mitigasi risiko operasional

pekerjaan *floating repair*. Setiap *expert* memberikan nilai berdasarkan kesesuaian *item* dengan kondisi pekerjaan *floating repair*, sesuai dengan Persamaan 2.1 sebagai berikut

$$I - CVI = \frac{3}{3}$$

$$I - CVI = 1$$

Berikut merupakan Tabel 4.10 dari hasil penilaian CVI untuk metode AHP pada pekerjaan *floating repair*.

Tabel 4.10 Hasil Penilaian CVI untuk AHP dari 3 *Expert* pada *Floating Repair*

Kriteria / Alternatif	E1	E2	E3	EA	I-CVI	Kategori
Kriteria Sub Risiko Operasional Pekerjaan Floating Repair						
Solar tumpah atau terbuang ke laut karena tidak tersedianya <i>oil spill kit</i> (P1)	1	1	1	3	1	Relevant
Kapal menyerap lumpur dan dapat kandas karena kedalaman dermaga tidak mencukupi untuk <i>draft</i> kapal (L4)	1	1	1	3	1	Relevant
Area dermaga berbatu mengganggu pergerakan atau proses <i>sea trial</i> (L3)	1	1	1	3	1	Relevant
Alternatif Mitigasi Risiko Operasional: Solar tumpah atau terbuang ke laut karena tidak tersedianya <i>oil spill kit</i> (P1)						
Penyediaan <i>oil spill kit</i> wajib sebelum pekerjaan pengurusan solar	1	1	1	3	1	Relevant
Pengurusan solar dengan sistem <i>containment</i>	1	1	1	3	1	Relevant
Pengarahan kepada teknisi untuk <i>standby</i> terhadap pengawasan tumpahan solar	1	1	1	3	1	Relevant
Alternatif Mitigasi Risiko Operasional: Kapal menyerap lumpur dan dapat kandas karena kedalaman dermaga tidak mencukupi untuk <i>draft</i> kapal (L4)						
Pemeriksaan <i>draft</i> kapal dan kedalaman aktual dermaga sebelum pekerjaan disetujui	1	1	1	3	1	Relevant
Penjadwalan pekerjaan berdasarkan kondisi pasang surut air laut	1	1	1	3	1	Relevant
Relokasi pekerjaan ke area dermaga atau perairan yang lebih aman jika <i>draft</i> tidak mencukupi	1	1	1	3	1	Relevant
Alternatif Mitigasi Risiko Operasional: Area dermaga berbatu mengganggu pergerakan atau proses <i>sea trial</i> (L3)						
<i>Survey</i> kondisi area dermaga dan jalur <i>sea trial</i> sebelum pekerjaan dilakukan	1	1	1	3	1	Relevant
Penentuan jalur aman dan pemasangan penanda area berisiko	1	1	1	3	1	Relevant

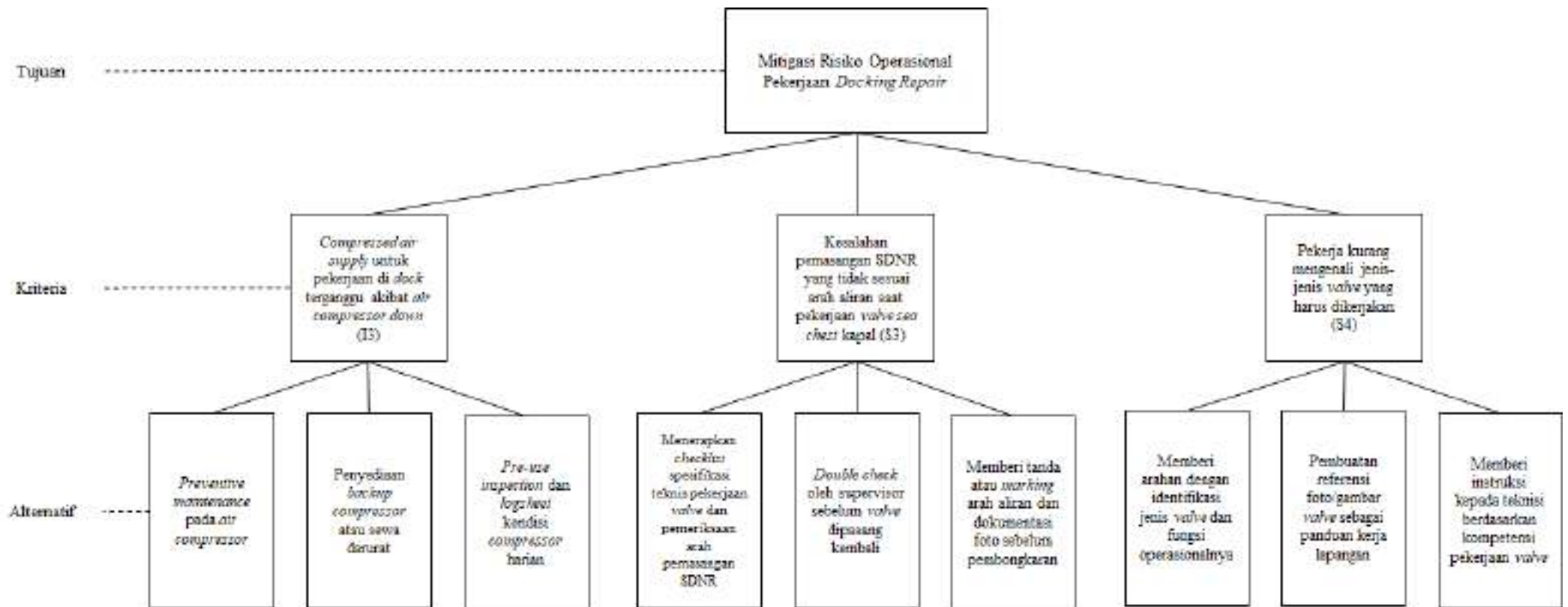
Kriteria / Alternatif	E1	E2	E3	EA	I-CVI	Kategori
Koordinasi jadwal <i>sea trial</i> dengan kondisi perairan dan pendampingan dari <i>dock master</i>	1	1	1	3	1	<i>Relevant</i>

Sumber: Data Diolah, 2026

Berdasarkan hasil penilaian pada Tabel 4.10 menunjukkan bahwa seluruh *item* risiko yang dinilai berada pada skor 3 dan 4, maka nilai I-CVI bernilai 1. Dengan demikian, seluruh *item* kriteria sub risiko dan alternatif mitigasi risiko operasional pada pekerjaan *floating repair* dapat dinyatakan relevan dan diterima untuk digunakan sebagai dasar dalam tahap penilaian risiko menggunakan metode AHP.

4.5 Mitigasi Risiko Operasional Menggunakan Metode AHP pada Pekerjaan *Docking Repair*

Berdasarkan Gambar 4.3 struktur hierarki AHP pada pekerjaan *docking repair*, tahapan ini terdapat hierarki yang terdiri dari tiga level utama yaitu tujuan, kriteria, dan alternatif. Pada level tujuan, yaitu mitigasi risiko operasional pekerjaan *docking repair*. Pada level kriteria, digunakan tiga sub risiko prioritas yang diperoleh dari hasil FMEA, yaitu *compressed air supply* untuk pekerjaan di *dock* terganggu akibat *air compressor down* (I3), kesalahan pemasangan SDNR yang tidak sesuai arah aliran saat pekerjaan *valve sea chest* kapal (S3), dan pekerja kurang mengenali jenis-jenis *valve* yang harus dikerjakan (S4). Setiap kriteria kemudian memiliki tiga alternatif mitigasi yang disusun berdasarkan kondisi operasional di lapangan.



Gambar 4.3 Struktur Hierarki Pekerjaan *Docking Repair* (Data Diolah, 2026)

4.5.1. Perbandingan Kriteria Sub Risiko Operasional pada Pekerjaan *Docking Repair*

a. Perhitungan Manual

Berikut Tabel 4.11 rekap hasil penilaian ketiga *expert*, dilakukan perbandingan berpasangan antar tiga kriteria sub risiko operasional pada pekerjaan *docking repair*, yaitu *compressed air supply* untuk pekerjaan di dock terganggu akibat *air compressor down* (I3), kesalahan pemasangan SDNR yang tidak sesuai arah aliran saat pekerjaan *valve sea chest* kapal (S3), serta pekerja kurang mengenali jenis-jenis *valve* yang harus dikerjakan (S4).

Tabel 4.11 Rekap Penilaian Sub Risiko Operasional *Docking Repair*

Kriteria	I3			S3			S4		
I3	1	1	1	5	7	5	7	9	8
S3	1/5	1/7	1/5	1	1	1	2	3	3
S4	1/7	1/9	1/8	1/2	1/3	1/3	1	1	1
<i>Expert</i>	1	2	3	1	2	3	1	2	3

Sumber: Data Diolah, 2026

Hasil penilaian pada Tabel 4.11 menunjukkan bahwa risiko I3 memiliki tingkat kepentingan yang lebih tinggi dibandingkan S3 dan S4. Sementara itu, risiko S3 juga dinilai lebih penting dibandingkan S4. Perbedaan nilai ini menunjukkan adanya prioritas yang lebih besar terhadap risiko gangguan *compressed air supply* karena dianggap memiliki dampak yang lebih signifikan terhadap kelancaran proses *docking repair*.

Berdasarkan hasil penilaian dari tiga *expert*, langkah selanjutnya adalah menyusun matriks *pairwise* gabungan menggunakan metode *geometric mean* (GM). Sebagai contoh, pada perbandingan antara risiko I3 dan S3 diperoleh nilai GM sebesar 5,59 dari hasil perhitungan pada di bawah ini sesuai pada Persamaan 2.3.

$$GEOMEAN (GM) = (5 \times 7 \times 5)^{1/3} = 5,59$$

Berikut merupakan Tabel 4.12 dari matriks *pairwise* kriteria sub risiko operasional pekerjaan *docking repair*.

Tabel 4.12 Matriks *Pairwise* Sub Risiko Operasional *Docking Repair*

Kriteria	I3	S3	S4
I3	1,00	5,59	7,96
S3	0,18	1,00	2,62
S4	0,13	0,38	1,00
Total	1,30	6,98	11,58

Sumber: Data Diolah, 2026

Berdasarkan Tabel 4.12, hasil matriks menunjukkan bahwa risiko *compressed air supply* terganggu akibat *air compressor down* (I3) memiliki nilai perbandingan tertinggi terhadap dua risiko lainnya, yaitu sebesar 5,59 terhadap S3 dan 7,96 terhadap S4. Sementara itu, risiko kesalahan pemasangan SDNR (S3) memiliki nilai 2,62 terhadap risiko pekerja kurang mengenali jenis valve (S4). Nilai-nilai tersebut menunjukkan bahwa I3 dipandang sebagai risiko paling dominan dalam kriteria sub risiko operasional pada pekerjaan *docking repair*.

Setelah matriks *pairwise* gabungan diperoleh, langkah selanjutnya adalah melakukan normalisasi. Berdasarkan hasil normalisasi, risiko *compressed air supply* untuk pekerjaan di *dock* terganggu akibat *air compressor down* (I3) memperoleh nilai normalisasi sebesar 0,77; 0,80; dan 0,69, dengan jumlah total 2,26, seperti pada perhitungan di bawah ini sesuai dengan Persamaan 2.4.

$$\text{Normalisasi} = \frac{5,59}{6,98} = 0,80$$

Setelah normalisasi dihitung, kemudian dilanjutkan menghitung *eigenvector*, sesuai dengan Persamaan 2.5.

$$\begin{aligned} \text{Eigenvector} &= 0,77 + 0,80 + 0,69 = 2,26 \\ &= \frac{2,26}{3} = 0,75 \end{aligned}$$

Nilai rata-rata dari hasil normalisasi tersebut menghasilkan *eigenvector* sebesar 0,75 untuk risiko *compressed air supply* untuk pekerjaan di *dock* terganggu akibat *air compressor down* (I3), yang menunjukkan bahwa kriteria ini memiliki prioritas tertinggi dibandingkan risiko lainnya. Sementara itu, risiko kesalahan pemasangan SDNR (S3) memperoleh *eigenvector*

sebesar 0,17, dan risiko pekerja kurang mengenali jenis-jenis *valve* (S4) sebesar 0,08.

Nilai *eigenvector* dari seluruh kriteria apabila dijumlahkan menghasilkan nilai 1,00, sehingga bobot yang diperoleh telah ternormalisasi. Semakin besar nilai *eigenvector*, semakin tinggi tingkat kepentingan suatu kriteria dalam menentukan prioritas mitigasi risiko operasional pada pekerjaan *docking repair*. Berikut merupakan Tabel 4.13 dari matriks normalisasi dan *eigenvector* kriteria sub risiko operasional pekerjaan *docking repair*.

Tabel 4.13 Normalisasi dan *Eigenvector* Sub Risiko *Docking Repair*

Kriteria	I3	S3	S4	Jumlah	<i>Eigenvector</i>
I3	0,77	0,80	0,69	2,26	0,75
S3	0,14	0,14	0,23	0,51	0,17
S4	0,10	0,05	0,09	0,24	0,08
Total	1,00	1,00	1,00	3,00	1,00

Sumber: Data Diolah, 2026

Setelah diperoleh nilai *eigenvector*, tahap selanjutnya adalah melakukan pengujian konsistensi. Berdasarkan Tabel 4.13 diatas dan hasil perhitungan di bawah ini sesuai Persamaan 2.6, nilai *eigenvalue* untuk kriteria I3 diperoleh sebesar 3,09, sedangkan total keseluruhan nilai pada tabel rasio konsistensi adalah 3,08.

$$\begin{aligned}
 \text{Eigenvalue} &= \left(\frac{(1,00 \times 0,75) + (5,59 \times 0,17) + (7,96 \times 0,08)}{0,75} \right) \\
 &= \left(\frac{(0,75 + 0,94 + 0,63)}{0,75} \right) \\
 &= \frac{2,33}{0,75} = \mathbf{3,09}
 \end{aligned}$$

Berikut merupakan Tabel 4.14 dari rasio konsistensi kriteria sub risiko operasional pekerjaan *docking repair*.

Tabel 4.14 Rasio Konsistensi Sub Risiko Operasional *Docking Repair*

Kriteria	I3	S3	S4	Jumlah
I3	0,75	0,94	0,63	2,33
S3	0,13	0,17	0,21	0,51
S4	0,09	0,06	0,08	0,24
Total				3,08

Sumber: Data Diolah, 2026

Berikut merupakan Tabel 4.15 *eigenvalue* dari kriteria sub risiko operasional pada pekerjaan *docking repair*.

Tabel 4.15 *Eigenvalue* Sub Risiko Operasional *Docking Repair*

Kriteria	Jumlah per Baris	Eigenvector	Hasil
I3	2,33	0,75	3,09
S3	0,51	0,17	3,02
S4	0,24	0,08	3,01
Total			9,13

Sumber: Data Diolah, 2026

Berdasarkan hasil pada Tabel 4.14 dan Tabel 4.15, risiko *compressed air supply* terganggu akibat *air compressor down* (I3) memiliki nilai *eigenvalue* sebesar 3,09, risiko kesalahan pemasangan SDNR (S3) sebesar 3,02, dan risiko pekerja kurang mengenali jenis-jenis *valve* (S4) sebesar 3,01, dengan total keseluruhan sebesar 9,13. Berdasarkan hasil perhitungan *eigenvalue* pada masing-masing kriteria pada Tabel 4.15, diperoleh nilai $\lambda_{\max}$.

Menghitung $\lambda_{\max}$ sesuai dengan Persamaan 2.7.

$$\lambda_{\max} = \frac{(3,09+3,02+3,01)}{3} = 3,04$$

Kemudian setelah menghitung $\lambda_{\max}$, dilanjutkan menghitung CI sesuai dengan Persamaan 2.8.

$$CI = \frac{(3,04-3)}{(3-1)} = 0,02$$

Setelah menghitung CI, dilanjutkan menghitung CR sesuai dengan Persamaan 2.9.

$$CR = \frac{0,02}{0,58} = 0,04$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai $\lambda_{\max}$ sebesar 3,04. Nilai ini kemudian digunakan untuk menghitung CI, dengan hasil sebesar 0,02. Selanjutnya, nilai RI sebesar 0,58 sesuai dengan Tabel 2.6. Hasil perhitungan menunjukkan nilai CR sebesar 0,04. Karena nilai tersebut lebih kecil dari batas toleransi yaitu 0,10, maka matriks perbandingan dinyatakan konsisten. Dengan demikian, hasil pembobotan prioritas risiko operasional pada pekerjaan *docking repair* dapat digunakan

sebagai dasar dalam penentuan alternatif mitigasi yang paling efektif.

b. Perhitungan Menggunakan Expert Choice



Gambar 4.4 Perhitungan Expert Choice Sub Risiko *Docking Repair* (Data Diolah, 2026)

Berdasarkan hasil Gambar 4.4, pengolahan data menggunakan *software* Expert Choice, diperoleh nilai prioritas untuk masing-masing kriteria sub risiko operasional pada pekerjaan *docking repair*. Hasil menunjukkan bahwa risiko *compressed air supply* untuk pekerjaan di dock terganggu akibat *air compressor down* memiliki bobot tertinggi sebesar 0,757, diikuti risiko kesalahan pemasangan SDNR yang tidak sesuai arah aliran saat pekerjaan *valve sea chest* kapal sebesar 0,166, dan risiko pekerja kurang mengenali jenis-jenis *valve* yang harus dikerjakan sebesar 0,078.

Selain itu, nilai *inconsistency* yang dihasilkan sebesar 0,04, yang berarti masih berada di bawah batas toleransi sebesar 0,10. Hal ini menunjukkan bahwa hasil penilaian yang dilakukan oleh *expert* memiliki tingkat konsistensi yang baik. Dengan demikian, hasil perhitungan menggunakan Expert Choice mendukung hasil perhitungan manual sebelumnya, sehingga dapat memperkuat validitas dalam penentuan prioritas mitigasi risiko operasional pada pekerjaan *docking repair*.

4.5.2. Perbandingan Alternatif Mitigasi Risiko Operasional *Compressed Air Supply* untuk Pekerjaan di Dock Terganggu akibat *Air Compressor Down*

a. Perhitungan Manual

Secara teknis, *compressed air supply* merupakan pasokan udara bertekanan yang dihasilkan oleh *air compressor* dan disalurkan ke area kerja di *dock* untuk mendukung peralatan

pneumatik, salah satunya proses *sandblasting* pada tahap pembersihan lambung kapal dari *fouling*, cat lama, dan karat sebagai prasyarat sebelum inspeksi dan perbaikan dilakukan. Risiko ini teridentifikasi pada pekerjaan *docking repair* pada *crew boat*, mengingat proses pembersihan lambung berbasis *sandblasting* pada jenis kapal tersebut sangat bergantung pada ketersediaan udara bertekanan yang stabil selama pekerjaan berlangsung.

Berikut Tabel 4.16 rekap hasil penilaian ketiga *expert*, dilakukan perbandingan berpasangan antar tiga alternatif mitigasi risiko operasional pada *compressed air supply* untuk pekerjaan di *dock* terganggu akibat *air compressor down*, yaitu *preventive maintenance* pada *air compressor*, penyediaan *backup compressor* atau sewa darurat, serta *pre-use inspection* dan *logsheet* kondisi *compressor* harian.

Tabel 4.16 Rekap Penilaian *Air Compressor Down*

Alternatif	<i>Preventive</i>			<i>Backup</i>			<i>Pre-use</i>		
<i>Preventive</i>	1	1	1	3	1/9	1/9	1	1	1/7
<i>Backup</i>	1/3	9	9	1	1	1	1/3	9	7
<i>Pre-use</i>	1	1	7	3	1/9	1/7	1	1	1
<i>Expert</i>	1	2	3	1	2	3	1	2	3

Sumber: Data Diolah, 2026

Berdasarkan Tabel 4.16, hasil penilaian menunjukkan bahwa alternatif penyediaan *backup compressor* atau sewa darurat memiliki tingkat kepentingan yang lebih tinggi dibandingkan alternatif *preventive maintenance* pada *air compressor* dan alternatif *pre-use inspection* dan *logsheet* kondisi *compressor* harian, namun terdapat *expert* yang memberi nilai berbeda dengan kedua *expert* lainnya, alternatif *preventive maintenance* pada *air compressor* lebih penting daripada alternatif *pre-use inspection* dan *logsheet* kondisi *compressor* harian. Sementara itu, bagi *expert 3* *pre-use inspection* dan *logsheet* kondisi *compressor* harian lebih penting daripada alternatif *preventive maintenance* pada *air compressor*.

Perbedaan nilai ini menunjukkan adanya prioritas yang lebih besar terhadap alternatif penyediaan *backup compressor* atau sewa darurat karena dianggap memiliki dampak yang lebih signifikan terhadap kelancaran pada kriteria sub risiko *compressed air supply* untuk pekerjaan di *dock* terganggu akibat *air compressor down*.

Berdasarkan hasil penilaian dari tiga *expert*, langkah selanjutnya adalah menyusun matriks *pairwise* gabungan menggunakan metode *geometric mean* (GM). Sebagai contoh, pada perbandingan antara alternatif *preventive maintenance* pada *air compressor* dan alternatif penyediaan *backup compressor* atau sewa darurat diperoleh nilai GM sebesar 0,33 dari hasil perhitungan pada di bawah ini sesuai pada Persamaan 2.3.

$$GEOMEAN (GM) = \left(3 \times \frac{1}{9} \times \frac{1}{9} \right)^{1/3} = 0,33$$

Berikut merupakan Tabel 4.17 dari matriks *pairwise* dari alternatif mitigasi risiko operasional pada *compressed air supply* untuk pekerjaan di *dock* terganggu akibat *air compressor down* pada pekerjaan *docking repair*.

Tabel 4.17 Matriks *Pairwise Air Compressor Down*

Alternatif	<i>Preventive</i>	<i>Backup</i>	<i>Pre-use</i>
<i>Preventive</i>	1,00	0,33	0,52
<i>Backup</i>	3,00	1,00	2,76
<i>Pre-use</i>	1,91	0,36	1,00
Total	5,91	1,70	4,28

Sumber: Data Diolah, 2026

Berdasarkan Tabel 4.17, hasil matriks menunjukkan bahwa alternatif penyediaan *backup compressor* atau sewa darurat memiliki nilai perbandingan tertinggi terhadap dua alternatif lainnya, yaitu sebesar 3,00 terhadap alternatif *Preventive maintenance* pada *air compressor* dan 2,76 terhadap *Pre-use inspection* dan *logsheet* kondisi *compressor* harian. Sementara itu, alternatif *Pre-use inspection* dan *logsheet* kondisi *compressor* harian memiliki nilai 1,91 terhadap alternatif

Preventive maintenance pada *air compressor*. Nilai-nilai tersebut menunjukkan bahwa alternatif penyediaan *backup compressor* atau sewa darurat dipandang sebagai alternatif paling dominan dalam kriteria sub risiko *compressed air supply* untuk pekerjaan di *dock* terganggu akibat *air compressor down*.

Setelah matriks *pairwise* gabungan diperoleh, langkah selanjutnya adalah melakukan normalisasi. Berdasarkan hasil normalisasi, alternatif mitigasi *preventive maintenance* pada *air compressor* memperoleh nilai normalisasi sebesar 0,17; 0,20; dan 0,12, dengan jumlah total 0,49, seperti pada perhitungan di bawah ini sesuai dengan Persamaan 2.4.

$$\text{Normalisasi} = \frac{0,33}{1,70} = 0,20$$

Setelah normalisasi dihitung, kemudian dilanjutkan menghitung *eigenvector*, sesuai dengan Persamaan 2.5.

$$\begin{aligned} \text{Eigenvector} &= 0,17 + 0,20 + 0,12 = 0,49 \\ &= \frac{0,49}{3} = 0,16 \end{aligned}$$

Nilai rata-rata dari hasil normalisasi tersebut menghasilkan *eigenvector* sebesar 0,16 untuk alternatif mitigasi *preventive maintenance* pada *air compressor*, yang menunjukkan bahwa alternatif ini memiliki prioritas tertinggi dibandingkan alternatif lainnya. Sementara itu, alternatif mitigasi penyediaan *backup compressor* atau sewa darurat memperoleh *eigenvector* sebesar 0,58, dan alternatif mitigasi *pre-use inspection* dan *logsheet* kondisi *compressor* harian sebesar 0,26.

Berikut merupakan Tabel 4.18 dari matriks normalisasi dan *eigenvector* dari alternatif mitigasi risiko operasional pada *compressed air supply* untuk pekerjaan di *dock* terganggu akibat *air compressor down* pada pekerjaan *docking repair*.

Tabel 4.18 Normalisasi dan *Eigenvector Air Compressor Down*

Alternatif	<i>Preventive</i>	<i>Backup</i>	<i>Pre-use</i>	Jumlah	<i>Eigen vector</i>
<i>Preventive</i>	0,17	0,20	0,12	0,49	0,16
<i>Backup</i>	0,51	0,59	0,64	1,74	0,58

Alternatif	Preventive	Backup	Pre-use	Jumlah	Eigen vector
Pre-use	0,32	0,21	0,23	0,77	0,26
Total	1,00	1,00	1,00	3,00	1,00

Sumber: Data Diolah, 2026

Setelah diperoleh nilai *eigenvector*, tahap selanjutnya adalah melakukan pengujian konsistensi. Berdasarkan Tabel 4.18 diatas dan hasil perhitungan di bawah ini sesuai Persamaan 2.6, nilai *eigenvalue* untuk alternatif mitigasi *preventive maintenance* pada *air compressor* diperoleh sebesar 3,02, sedangkan total keseluruhan nilai pada tabel rasio konsistensi adalah 3,05.

$$\begin{aligned}
 \text{Eigenvalue} &= \left(\frac{(1,00 \times 0,16) + (0,33 \times 0,58) + (0,52 \times 0,26)}{0,16} \right) \\
 &= \left(\frac{(0,16 + 0,19 + 0,13)}{0,16} \right) \\
 &= \frac{0,49}{0,16} = \mathbf{3,02}
 \end{aligned}$$

Berikut merupakan Tabel 4.19 dari rasio konsistensi alternatif mitigasi risiko operasional pada *compressed air supply* untuk pekerjaan di *dock* terganggu akibat *air compressor down* pada pekerjaan *docking repair*.

Tabel 4.19 Rasio Konsistensi *Air Compressor Down*

Alternatif	Preventive	Backup	Pre-use	Jumlah
Preventive	0,16	0,19	0,13	0,49
Backup	0,49	0,58	0,71	1,78
Pre-use	0,31	0,21	0,26	0,78
Total				3,05

Sumber: Data Diolah, 2026

Berikut merupakan Tabel 4.20 dari *eigenvalue* alternatif mitigasi risiko operasional pada *compressed air supply* untuk pekerjaan di *dock* terganggu akibat *air compressor down* pada pekerjaan *docking repair*.

Tabel 4.20 *Eigenvalue Air Compressor Down*

Alternatif	Jumlah per Baris	Eigenvector	Hasil
Preventive	0,49	0,16	3,02
Backup	1,78	0,58	3,06
Pre-use	0,78	0,26	3,03
Total			9,11

Sumber: Data Diolah, 2026

Berdasarkan hasil pada Tabel 4.19 dan Tabel 4.20, alternatif mitigasi *preventive maintenance* pada *air compressor* memiliki nilai *eigenvalue* sebesar 3,02, alternatif mitigasi penyediaan *backup compressor* atau sewa darurat sebesar 3,06, dan alternatif mitigasi *pre-use inspection* dan *logsheet* kondisi *compressor* harian sebesar 3,03, dengan total keseluruhan sebesar 9,11. Berdasarkan hasil perhitungan *eigenvalue* pada masing-masing alternatif pada Tabel 4.20, diperoleh nilai $\lambda_{\max}$. Menghitung $\lambda_{\max}$ sesuai dengan Persamaan 2.7

$$\lambda_{\max} = \frac{(3,02+3,06+3,03)}{3} = 3,04$$

Kemudian setelah menghitung $\lambda_{\max}$, dilanjutkan menghitung CI sesuai dengan Persamaan 2.8.

$$CI = \frac{(3,04-3)}{(3-1)} = 0,02$$

Setelah menghitung CI, dilanjutkan menghitung CR sesuai dengan Persamaan 2.9.

$$CR = \frac{0,02}{0,58} = 0,03$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai $\lambda_{\max}$ sebesar 3,04. Nilai ini kemudian digunakan untuk menghitung CI, dengan hasil sebesar 0,02. Selanjutnya, nilai RI sebesar 0,58, sesuai dengan Tabel 2.6. Hasil perhitungan menunjukkan nilai CR sebesar 0,03. Karena nilai tersebut lebih kecil dari batas toleransi yaitu 0,10, maka matriks perbandingan dinyatakan konsisten. Dengan demikian, hasil pembobotan prioritas alternatif mitigasi risiko operasional pada pekerjaan *docking repair* dapat digunakan sebagai dasar dalam penentuan alternatif mitigasi yang paling efektif.

b. Perhitungan Menggunakan Expert Choice



Gambar 4.5 Perhitungan Expert Choice *Air Compressor Down* (Data Diolah, 2026)

Berdasarkan hasil Gambar 4.5, pengolahan data menggunakan *software* Expert Choice, diperoleh nilai prioritas untuk masing-masing alternatif mitigasi risiko operasional pada pekerjaan *docking repair*. Hasil menunjukkan bahwa alternatif mitigasi penyediaan *backup compressor* atau sewa darurat memiliki bobot tertinggi sebesar 0,584, diikuti alternatif mitigasi *pre-use inspection* dan *logsheet* kondisi *compressor* harian sebesar 0,255, dan alternatif mitigasi *preventive maintenance* pada *air compressor* sebesar 0,161.

Selain itu, nilai *inconsistency* yang dihasilkan sebesar 0,03, yang berarti masih berada di bawah batas toleransi sebesar 0,10. Hal ini menunjukkan bahwa hasil penilaian yang dilakukan oleh *expert* memiliki tingkat konsistensi yang baik. Dengan demikian, hasil perhitungan menggunakan Expert Choice mendukung hasil perhitungan manual sebelumnya, sehingga dapat memperkuat validitas dalam penentuan prioritas mitigasi risiko operasional pada pekerjaan *docking repair*.

4.5.3. Perbandingan Alternatif Mitigasi Risiko Operasional Kesalahan Pemasangan SDNR yang Tidak Sesuai Arah Aliran saat Pekerjaan *Valve Sea Chest* Kapal

a. Perhitungan Manual

SDNR (*Screw Down Non-Return valve*) sendiri merupakan jenis katup yang dipasang pada jalur *sea chest* kapal, yang berfungsi ganda sebagai katup satu arah (*non-return* untuk mencegah aliran balik air laut) sekaligus dapat ditutup secara manual (*screw down*) untuk isolasi jalur saat perawatan atau kondisi darurat. Setiap katup ini memiliki arah aliran tertentu yang harus dipasang sesuai spesifikasi teknisnya, sehingga apabila arah pemasangannya terbalik saat pekerjaan *docking repair*, fungsi *non-return* tidak akan bekerja sebagaimana mestinya, sehingga berpotensi menimbulkan aliran balik air laut yang membahayakan sistem dan keselamatan kapal.

Berdasarkan Tabel 4.21 rekap hasil penilaian ketiga *expert*, dilakukan perbandingan berpasangan antar tiga alternatif mitigasi risiko operasional pada kesalahan pemasangan SDNR yang tidak sesuai arah aliran saat pekerjaan *valve sea chest* kapal, yaitu menerapkan *checklist* spesifikasi teknis pekerjaan *valve* dan pemeriksaan arah pemasangan SDNR, *double check* oleh supervisor sebelum *valve* dipasang kembali, serta memberi tanda atau *marking* arah aliran dan dokumentasi foto sebelum pembongkaran.

Tabel 4.21 Rekap Penilaian Kesalahan Pemasangan SDNR

Alternatif	Checklist			Double check			Marking		
Checklist	1	1	1	1/7	1/5	1/8	1/9	1/7	7
Double check	7	5	8	1	1	1	3	5	7
Marking	9	7	1/7	1/3	1/5	1/7	1	1	1
Expert	1	2	3	1	2	3	1	2	3

Sumber: Data Diolah, 2026

Berdasarkan Tabel 4.21, hasil penilaian menunjukkan bahwa alternatif mitigasi *double check* oleh supervisor sebelum *valve* dipasang kembali memiliki tingkat kepentingan yang lebih tinggi dibandingkan alternatif mitigasi menerapkan *checklist* spesifikasi teknis pekerjaan *valve* dan pemeriksaan arah pemasangan SDNR serta alternatif mitigasi memberi tanda atau *marking* arah aliran dan dokumentasi foto sebelum pembongkaran. Sementara itu, alternatif mitigasi memberi tanda atau *marking* arah aliran dan dokumentasi foto sebelum pembongkaran juga dinilai lebih penting dibandingkan alternatif mitigasi menerapkan *checklist* spesifikasi teknis pekerjaan *valve* dan pemeriksaan arah pemasangan SDNR. Perbedaan nilai ini menunjukkan adanya prioritas yang lebih besar terhadap alternatif mitigasi *double check* oleh supervisor sebelum *valve* dipasang kembali karena dianggap memiliki dampak yang lebih signifikan terhadap kelancaran kriteria sub risiko kesalahan pemasangan SDNR tidak sesuai arah aliran saat pekerjaan *valve sea chest* kapal.

Berdasarkan hasil penilaian dari tiga *expert*, langkah selanjutnya adalah menyusun matriks *pairwise* gabungan menggunakan metode *geometric mean* (GM). Sebagai contoh, pada perbandingan antara alternatif mitigasi menerapkan *checklist* spesifikasi teknis pekerjaan *valve* dan pemeriksaan arah pemasangan SDNR dengan alternatif mitigasi *double check* oleh supervisor sebelum *valve* dipasang kembali diperoleh nilai GM sebesar 0,15 dari hasil perhitungan pada di bawah ini sesuai Persamaan 2.3.

$$GEOMEAN (GM) = \left(\frac{1}{7} \times \frac{1}{5} \times \frac{1}{8} \right)^{1/3} = 0,15$$

Berikut di bawah ini merupakan Tabel 4.22 dari matriks *pairwise* dari alternatif mitigasi risiko operasional pada kesalahan pemasangan SDNR yang tidak sesuai arah aliran saat pekerjaan *valve sea chest* kapal pada pekerjaan *docking repair*.

Tabel 4.22 Matriks *Pairwise* Kesalahan Pemasangan SDNR

Alternatif	Checklist	Double check	Marking
Checklist	1,00	0,15	0,48
Double check	6,54	1,00	4,72
Marking	2,08	0,21	1,00
Total	9,62	1,36	6,20

Sumber: Data Diolah, 2026

Berdasarkan Tabel 4.22, hasil matriks menunjukkan bahwa alternatif mitigasi *double check* oleh supervisor sebelum *valve* dipasang kembali memiliki nilai perbandingan tertinggi terhadap dua risiko lainnya, yaitu sebesar 6,54 terhadap alternatif mitigasi menerapkan *checklist* spesifikasi teknis pekerjaan *valve* dan pemeriksaan arah pemasangan SDNR dan 4,72 terhadap alternatif mitigasi memberi tanda atau *marking* arah aliran dan dokumentasi foto sebelum pembongkaran. Sementara itu, alternatif mitigasi memberi tanda atau *marking* arah aliran dan dokumentasi foto sebelum pembongkaran memiliki nilai 2,08 terhadap alternatif mitigasi menerapkan *checklist* spesifikasi teknis pekerjaan *valve* dan pemeriksaan arah pemasangan SDNR. Nilai-nilai tersebut menunjukkan

bahwa alternatif mitigasi *double check* oleh supervisor sebelum *valve* dipasang kembali dipandang sebagai alternatif mitigasi paling dominan dalam kriteria sub risiko kesalahan pemasangan SDNR tidak sesuai arah aliran saat pekerjaan *valve sea chest* kapal.

Setelah matriks *pairwise* gabungan diperoleh, langkah selanjutnya adalah melakukan normalisasi. Berdasarkan hasil normalisasi, alternatif mitigasi menerapkan *checklist* spesifikasi teknis pekerjaan *valve* dan pemeriksaan arah pemasangan SDNR memperoleh nilai normalisasi sebesar 0,10; 0,11; dan 0,08, dengan jumlah total 0,29, seperti pada perhitungan di bawah ini sesuai Persamaan 2.4.

$$\text{Normalisasi} = \frac{0,15}{1,36} = 0,11$$

Setelah normalisasi dihitung, kemudian dilanjutkan menghitung *eigenvector*, sesuai dengan Persamaan 2.5.

$$\begin{aligned} \text{Eigenvector} &= 0,10 + 0,11 + 0,08 = 0,29 \\ &= \frac{0,29}{3} = 0,10 \end{aligned}$$

Berikut merupakan Tabel 4.23 dari matriks normalisasi dan *eigenvector* dari alternatif mitigasi risiko operasional pada kesalahan pemasangan SDNR yang tidak sesuai arah aliran saat pekerjaan *valve sea chest* kapal pada pekerjaan *docking repair*.

Tabel 4.23 Normalisasi dan *Eigenvector* Kesalahan Pemasangan SDNR

Alternatif	Checklist	Double check	Marking	Jumlah	Eigen vector
Checklist	0,10	0,11	0,08	0,29	0,10
Double check	0,68	0,73	0,76	2,17	0,72
Marking	0,22	0,16	0,16	0,53	0,18
Total	1,00	1,00	1,00	3,00	1,00

Sumber: Data Diolah, 2026

Berdasarkan Tabel 4.23, nilai rata-rata dari hasil normalisasi tersebut menghasilkan *eigenvector* sebesar 0,72 untuk alternatif mitigasi *double check* oleh supervisor sebelum *valve* dipasang kembali, yang menunjukkan bahwa alternatif ini memiliki prioritas tertinggi dibandingkan alternatif lainnya. Sementara

itu, alternatif mitigasi menerapkan *checklist* spesifikasi teknis pekerjaan *valve* dan pemeriksaan arah pemasangan SDNR memperoleh *eigenvector* sebesar 0,18, dan alternatif mitigasi menerapkan *checklist* spesifikasi teknis pekerjaan *valve* dan pemeriksaan arah pemasangan SDNR sebesar 0,10.

Setelah diperoleh nilai *eigenvector* dari Tabel 4.23, tahap selanjutnya adalah melakukan pengujian konsistensi. Berdasarkan Tabel 4.24 dan hasil perhitungan di bawah ini sesuai Persamaan 2.6 nilai *eigenvalue* untuk alternatif mitigasi menerapkan *checklist* spesifikasi teknis pekerjaan *valve* dan pemeriksaan arah pemasangan SDNR diperoleh sebesar 3,00, sedangkan total keseluruhan nilai pada tabel rasio konsistensi adalah 3,03.

$$\begin{aligned}
 \textbf{Eigenvalue} &= \left(\frac{(1,00 \times 0,10) + (0,15 \times 0,72) + (0,48 \times 0,18)}{0,10} \right) \\
 &= \left(\frac{(0,10 + 0,11 + 0,09)}{0,10} \right) \\
 &= \frac{0,29}{0,10} = \mathbf{3,00}
 \end{aligned}$$

Berikut merupakan Tabel 4.24 dari rasio konsistensi dari alternatif mitigasi risiko operasional pada kesalahan pemasangan SDNR tidak sesuai arah aliran saat pekerjaan *valve sea chest* kapal pada pekerjaan *docking repair*.

Tabel 4.24 Rasio Konsistensi Kesalahan Pemasangan SDNR

Alternatif	Checklist	Double check	Marking	Jumlah
Checklist	0,10	0,11	0,09	0,29
Double check	0,64	0,72	0,84	2,20
Marking	0,20	0,15	0,18	0,53
Total				3,03

Sumber: Data Diolah, 2026

Berikut merupakan Tabel 4.25 dari *eigenvalue* dari alternatif mitigasi risiko operasional pada kesalahan pemasangan SDNR tidak sesuai arah aliran saat pekerjaan *valve sea chest* kapal pada pekerjaan *docking repair*.

Tabel 4.25 *Eigenvalue* Kesalahan Pemasangan SDNR

Alternatif	Jumlah per Baris	<i>Eigenvector</i>	Hasil
<i>Checklist</i>	0,29	0,10	3,00
<i>Double check</i>	2,20	0,72	3,04
<i>Marking</i>	0,53	0,18	3,01
Total			9,06

Sumber: Data Diolah, 2026

Berdasarkan hasil pada Tabel 4.24 dan Tabel 4.25 dan perhitungan diatas sebelumnya, alternatif mitigasi menerapkan *checklist* spesifikasi teknis pekerjaan *valve* dan pemeriksaan arah pemasangan SDNR memiliki nilai *eigenvalue* sebesar 3,00, alternatif mitigasi *double check* oleh supervisor sebelum *valve* dipasang kembali sebesar 3,04, dan alternatif mitigasi memberi tanda atau *marking* arah aliran dan dokumentasi foto sebelum pembongkaran sebesar 3,01, dengan total keseluruhan sebesar 9,06. Berdasarkan hasil perhitungan *eigenvalue* pada masing-masing alternatif pada Tabel 4.25, diperoleh nilai $\lambda_{\max}$.

Menghitung $\lambda_{\max}$ sesuai dengan Persamaan 2.7.

$$\lambda_{\max} = \frac{(3,00+3,04+3,01)}{3} = 3,02$$

Kemudian setelah menghitung $\lambda_{\max}$, dilanjutkan menghitung CI sesuai dengan Persamaan 2.8.

$$CI = \frac{(3,02-3)}{(3-1)} = 0,01$$

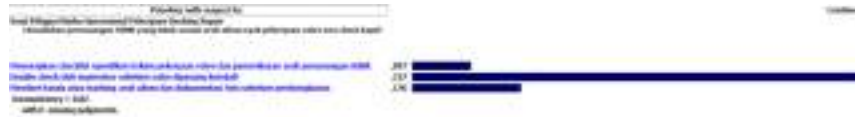
Setelah menghitung CI, dilanjutkan menghitung CR sesuai dengan Persamaan 2.9.

$$CR = \frac{0,01}{0,58} = 0,02$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai $\lambda_{\max}$ sebesar 3,02. Nilai ini kemudian digunakan untuk menghitung CI, dengan hasil sebesar 0,01. Selanjutnya, nilai RI sebesar 0,58 sesuai dengan Tabel 2.6. Hasil perhitungan menunjukkan nilai CR sebesar 0,02. Karena nilai tersebut lebih kecil dari batas toleransi yaitu 0,10, maka matriks perbandingan dinyatakan konsisten. Dengan demikian, hasil pembobotan prioritas

alternatif mitigasi risiko operasional pada pekerjaan *docking repair* dapat digunakan sebagai dasar dalam penentuan alternatif mitigasi yang paling efektif.

b. Perhitungan Menggunakan Expert Choice



Gambar 4.6 Perhitungan Expert Choice Kesalahan Pemasangan SDNR (Data Diolah, 2026)

Berdasarkan Gambar 4.6, hasil pengolahan data menggunakan *software* Expert Choice, diperoleh nilai prioritas untuk masing-masing alternatif mitigasi risiko operasional pada pekerjaan *docking repair*. Hasil menunjukkan bahwa alternatif mitigasi *double check* oleh supervisor sebelum *valve* dipasang kembali memiliki bobot tertinggi sebesar 0,727, diikuti alternatif mitigasi memberi tanda atau *marking* arah aliran dan dokumentasi foto sebelum pembongkaran sebesar 0,176, dan alternatif mitigasi menerapkan *checklist* spesifikasi teknis pekerjaan *valve* dan pemeriksaan arah pemasangan SDNR sebesar 0,097.

Selain itu, nilai *inconsistency* yang dihasilkan sebesar 0,02, yang berarti masih berada di bawah batas toleransi sebesar 0,10. Hal ini menunjukkan bahwa hasil penilaian yang dilakukan oleh *expert* memiliki tingkat konsistensi yang baik. Dengan demikian, hasil perhitungan menggunakan Expert Choice mendukung hasil perhitungan manual sebelumnya, sehingga dapat memperkuat validitas dalam penentuan prioritas mitigasi risiko operasional pada pekerjaan *docking repair*.

4.5.4. Perbandingan Alternatif Mitigasi Risiko Operasional Pekerja Kurang Mengenali Jenis-jenis *Valve* yang Harus Dikerjakan

a. Perhitungan Manual

Berdasarkan Tabel 4.26 rekap hasil penilaian ketiga *expert*, dilakukan perbandingan berpasangan antar tiga alternatif

mitigasi risiko operasional pada kriteria sub risiko pekerja kurang mengenali jenis-jenis *valve* yang harus dikerjakan, yaitu memberi arahan dengan identifikasi jenis *valve* dan fungsi operasionalnya, pembuatan referensi foto/gambar *valve* sebagai panduan kerja lapangan, serta memberi instruksi kepada teknisi berdasarkan kompetensi pekerjaan *valve*.

Tabel 4.26 Rekap Penilaian Pekerja Kurang Mengenali Jenis *Valve*

Alternatif	Arahan			Referensi			Instruksi		
Arahan	1	1	1	9	7	7	1/3	5	5
Referensi	1/9	1/7	1/7	1	1	1	1/9	1/7	1/7
Instruksi	3	1/5	1/5	9	7	7	1	1	1
Expert	1	2	3	1	2	3	1	2	3

Sumber: Data Diolah, 2026

Berdasarkan Tabel 4.26, hasil penilaian menunjukkan bahwa alternatif mitigasi memberi arahan dengan identifikasi jenis *valve* dan fungsi operasionalnya dan alternatif mitigasi memberi instruksi kepada teknisi berdasarkan kompetensi pekerjaan *valve* keduanya memiliki tingkat kepentingan yang lebih tinggi dibandingkan alternatif mitigasi pembuatan referensi foto/gambar *valve* sebagai panduan kerja lapangan. Namun, alternatif mitigasi memberi arahan dengan identifikasi jenis *valve* dan fungsi operasionalnya juga dinilai lebih penting dibandingkan alternatif mitigasi memberi instruksi kepada teknisi berdasarkan kompetensi pekerjaan *valve*. Perbedaan nilai ini menunjukkan adanya prioritas yang lebih besar terhadap alternatif mitigasi memberi arahan dengan identifikasi jenis *valve* dan fungsi operasionalnya karena dianggap memiliki dampak yang lebih signifikan terhadap kelancaran kriteria sub risiko pekerja kurang mengenali jenis-jenis *valve* yang harus dikerjakan.

Berdasarkan hasil penilaian dari tiga *expert*, langkah selanjutnya adalah menyusun matriks *pairwise* gabungan menggunakan metode *geometric mean* (GM). Sebagai contoh, pada perbandingan antara alternatif mitigasi memberi arahan

dengan identifikasi jenis *valve* dan fungsi operasionalnya dan alternatif mitigasi pembuatan referensi foto/gambar *valve* sebagai panduan kerja lapangan diperoleh nilai GM sebesar 7,61 dari hasil perhitungan pada di bawah ini sesuai Persamaan 2.3.

$$GEOMEAN (GM) = (9 \times 7 \times 7)^{1/3} = 7,61$$

Berikut merupakan Tabel 4.27 dari matriks *pairwise* dari alternatif mitigasi risiko operasional pada pekerja kurang mengenali jenis-jenis *valve* yang harus dikerjakan pada pekerjaan *docking repair*.

Tabel 4.27 Matriks *Pairwise* Pekerja Kurang Mengenali Jenis *Valve*

Alternatif	Arahan	Referensi	Instruksi
Arahan	1,00	7,61	2,03
Referensi	0,13	1,00	0,13
Instruksi	0,49	7,61	1,00
Total	1,62	16,22	3,16

Sumber: Data Diolah, 2026

Berdasarkan Tabel 4.27, hasil matriks menunjukkan bahwa alternatif mitigasi memberi arahan dengan identifikasi jenis *valve* dan fungsi operasionalnya dan alternatif mitigasi memberi instruksi kepada teknisi berdasarkan kompetensi pekerjaan *valve* keduanya memiliki nilai perbandingan tertinggi terhadap alternatif mitigasi pembuatan referensi foto/gambar *valve* sebagai panduan kerja lapangan, yaitu sama-sama sebesar 7,61. Namun, alternatif mitigasi memberi arahan dengan identifikasi jenis *valve* dan fungsi operasionalnya memiliki nilai 2,03 terhadap alternatif mitigasi memberi instruksi kepada teknisi berdasarkan kompetensi pekerjaan *valve*. Nilai-nilai tersebut menunjukkan bahwa alternatif mitigasi memberi arahan dengan identifikasi jenis *valve* dan fungsi operasionalnya dipandang sebagai alternatif paling dominan dalam kriteria sub risiko pekerja kurang mengenali jenis-jenis *valve* yang harus dikerjakan.

Setelah matriks *pairwise* gabungan diperoleh, langkah selanjutnya adalah melakukan normalisasi. Berdasarkan hasil

normalisasi, alternatif mitigasi memberi arahan dengan identifikasi jenis *valve* dan fungsi operasionalnya memperoleh nilai normalisasi sebesar 0,62; 0,47; dan 0,64, dengan jumlah total 1,73, seperti pada perhitungan di bawah ini sesuai Persamaan 2.4.

$$\text{Normalisasi} = \frac{7,61}{16,22} = 0,47$$

Setelah normalisasi dihitung, kemudian dilanjutkan menghitung *eigenvector*, sesuai dengan Persamaan 2.5.

$$\begin{aligned} \text{Eigenvector} &= 0,62 + 0,47 + 0,64 = 1,73 \\ &= \frac{1,73}{3} = 0,58 \end{aligned}$$

Berikut merupakan Tabel 4.28 dari matriks normalisasi dan *eigenvector* dari alternatif mitigasi risiko operasional pada pekerja kurang mengenali jenis-jenis *valve* yang harus dikerjakan pada pekerjaan *docking repair*.

Tabel 4.28 Normalisasi dan *Eigenvector* Pekerja Kurang Mengenali Jenis *Valve*

Alternatif	Arahan	Referensi	Instruksi	Jumlah	<i>Eigen vector</i>
Arahan	0,62	0,47	0,64	1,73	0,58
Referensi	0,08	0,06	0,04	0,18	0,06
Instruksi	0,30	0,47	0,32	1,09	0,36
Total	1,00	1,00	1,00	3,00	1,00

Sumber: Data Diolah, 2026

Nilai rata-rata dari hasil normalisasi pada Tabel 4.28 tersebut menghasilkan *eigenvector* sebesar 0,58 untuk alternatif mitigasi memberi arahan dengan identifikasi jenis *valve* dan fungsi operasionalnya, yang menunjukkan bahwa kriteria ini memiliki prioritas tertinggi dibandingkan alternatif lainnya. Sementara itu, alternatif mitigasi memberi instruksi kepada teknisi berdasarkan kompetensi pekerjaan *valve* memperoleh *eigenvector* sebesar 0,36, dan alternatif mitigasi pembuatan referensi foto/gambar *valve* sebagai panduan kerja lapangan sebesar 0,06.

Setelah diperoleh nilai *eigenvector*, tahap selanjutnya adalah melakukan pengujian konsistensi. Berdasarkan Tabel 4.29 dan hasil perhitungan di bawah ini sesuai Persamaan 2.6 nilai rasio konsistensi untuk alternatif mitigasi memberi arahan dengan identifikasi jenis *valve* dan fungsi operasionalnya diperoleh sebesar 1,78 dan *eigenvalue* diperoleh sebesar 3,09, sedangkan total keseluruhan nilai pada tabel rasio konsistensi adalah 3,08.

$$\begin{aligned}
 \text{Eigenvalue} &= \left(\frac{(1,00 \times 0,58) + (7,61 \times 0,06) + (2,03 \times 0,36)}{0,58} \right) \\
 &= \left(\frac{(0,58 + 0,47 + 0,74)}{0,58} \right) \\
 &= \frac{1,78}{0,58} = 3,09
 \end{aligned}$$

Berikut merupakan Tabel 4.29 dari rasio konsistensi dari alternatif mitigasi risiko operasional pada pekerja kurang mengenali jenis-jenis *valve* yang harus dikerjakan pada pekerjaan *docking repair*.

Tabel 4.29 Rasio Konsistensi Pekerja Kurang Mengenali Jenis *Valve*

Alternatif	Arahan	Referensi	Instruksi	Jumlah
Arahan	0,58	0,47	0,74	1,78
Referensi	0,08	0,06	0,05	0,18
Instruksi	0,28	0,47	0,36	1,11
Total				3,08

Sumber: Data Diolah, 2026

Berikut merupakan Tabel 4.30 dari *eigenvalue* alternatif mitigasi risiko operasional pada pekerja kurang mengenali jenis-jenis *valve* yang harus dikerjakan pada pekerjaan *docking repair*.

Tabel 4.30 *Eigenvalue* Pekerja Kurang Mengenali Jenis *Valve*

Alternatif	Jumlah per Baris	<i>Eigenvector</i>	Hasil
Arahan	1,78	0,58	3,09
Referensi	0,18	0,06	3,01
Instruksi	1,11	0,36	3,07
Total			9,17

Sumber: Data Diolah, 2026

Berdasarkan hasil pada Tabel 4.30 dan perhitungan diatas sebelumnya, alternatif mitigasi memberi arahan dengan identifikasi jenis *valve* dan fungsi operasionalnya memiliki nilai *eigenvalue* sebesar 3,09, alternatif mitigasi pembuatan referensi

foto/gambar *valve* sebagai panduan kerja lapangan sebesar 3,01, dan alternatif mitigasi memberi instruksi kepada teknisi berdasarkan kompetensi pekerjaan *valve* sebesar 3,07, dengan total keseluruhan sebesar 9,17. Berdasarkan hasil perhitungan *eigenvalue* pada masing-masing alternatif dari Tabel 4.30, diperoleh nilai $\lambda_{\max}$.

Menghitung $\lambda_{\max}$ sesuai dengan Persamaan 2.7

$$\lambda_{\max} = \frac{(3,09+3,01+3,07)}{3} = 3,06$$

Kemudian setelah menghitung $\lambda_{\max}$, dilanjutkan menghitung CI sesuai dengan Persamaan 2.8

$$CI = \frac{(3,06-3)}{(3-1)} = 0,03$$

Setelah menghitung CI, dilanjutkan menghitung CR sesuai dengan Persamaan 2.9.

$$CR = \frac{0,03}{0,58} = 0,05$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai $\lambda_{\max}$ sebesar 3,06. Nilai ini kemudian digunakan untuk menghitung CI, dengan hasil sebesar 0,03. Selanjutnya, nilai RI sebesar 0,58, sesuai dengan Tabel 2.6. Hasil perhitungan menunjukkan nilai CR sebesar 0,05. Karena nilai tersebut lebih kecil dari batas toleransi yaitu 0,10, maka matriks perbandingan dinyatakan konsisten. Dengan demikian, hasil pembobotan prioritas alternatif mitigasi risiko operasional pada kriteria sub risiko pekerja kurang mengenali jenis-jenis *valve* yang harus dikerjakan di pekerjaan *docking repair* dapat digunakan sebagai penentuan prioritas alternatif mitigasi yang paling efektif.

b. Perhitungan Menggunakan Expert Choice



Gambar 4.7 Perhitungan Expert Choice Pekerja Kurang Mengenali Jenis *Valve* (Data Diolah, 2026)

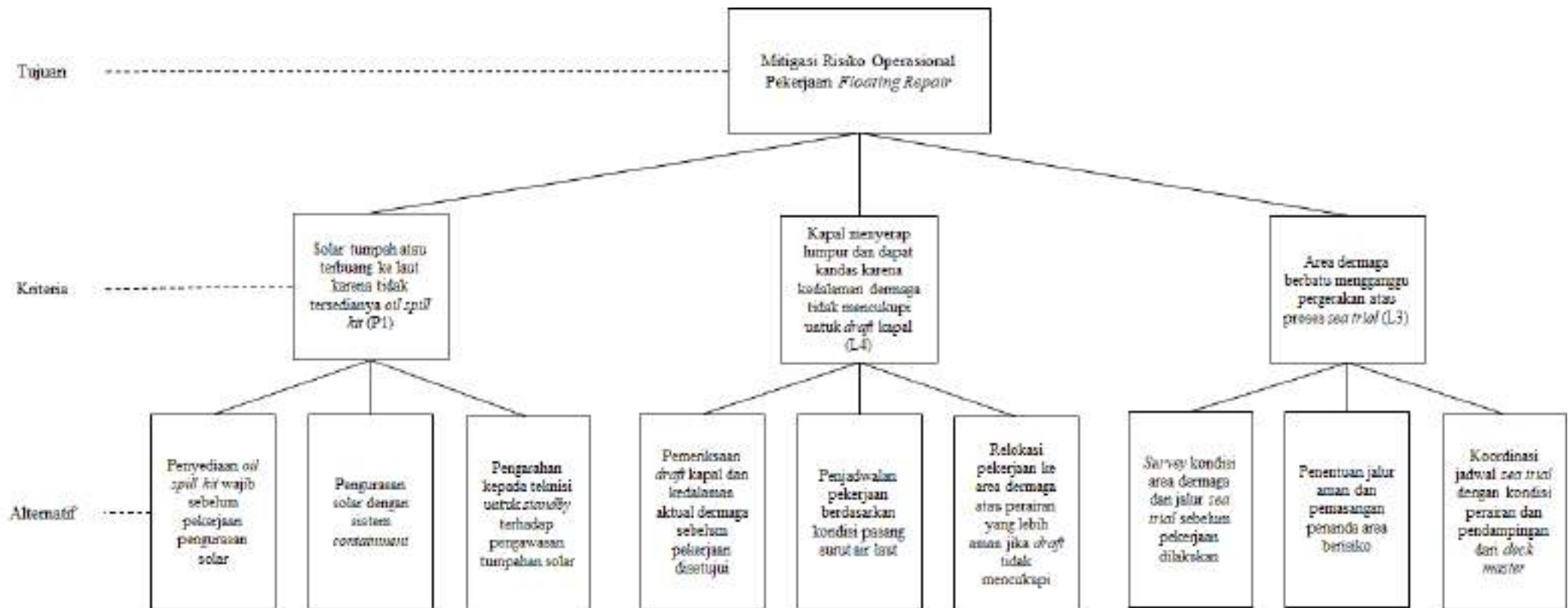
Berdasarkan hasil Gambar 4.7 pengolahan data menggunakan *software* Expert Choice, diperoleh nilai prioritas untuk masing-masing alternatif risiko operasional pada kriteria sub risiko pekerja kurang mengenali jenis-jenis *valve* yang harus dikerjakan di pekerjaan *docking repair*. Hasil menunjukkan bahwa alternatif mitigasi memberi arahan dengan identifikasi jenis *valve* dan fungsi operasionalnya memiliki bobot tertinggi sebesar 0,579, diikuti alternatif mitigasi memberi instruksi kepada teknisi berdasarkan kompetensi pekerjaan *valve* sebesar 0,361, dan alternatif mitigasi pembuatan referensi foto/gambar *valve* sebagai panduan kerja lapangan sebesar 0,060.

Selain itu, nilai *inconsistency* yang dihasilkan sebesar 0,05, yang berarti masih berada di bawah batas toleransi sebesar 0,10. Hal ini menunjukkan bahwa hasil penilaian yang dilakukan oleh *expert* memiliki tingkat konsistensi yang baik. Dengan demikian, hasil perhitungan menggunakan Expert Choice mendukung hasil perhitungan manual sebelumnya, sehingga dapat memperkuat validitas dalam penentuan prioritas mitigasi risiko operasional pada kriteria sub risiko pekerja kurang mengenali jenis-jenis *valve* yang harus dikerjakan di pekerjaan *docking repair*.

4.6 Mitigasi Risiko Operasional Menggunakan Metode AHP pada Pekerjaan *Floating Repair*

Berdasarkan Gambar 4.8 struktur hierarki AHP pada pekerjaan *floating repair*, tahapan ini terdapat hierarki yang terdiri dari tiga level utama yaitu tujuan, kriteria, dan alternatif. Pada level tujuan, yaitu mitigasi risiko operasional pekerjaan *floating repair*. Pada level kriteria, digunakan tiga sub risiko prioritas yang diperoleh dari hasil FMEA, yaitu solar tumpah atau terbuang ke laut karena tidak tersedianya *oil spill kit* (P1), kapal menyerap lumpur dan dapat kandas karena kedalaman dermaga tidak

mencukupi untuk *draft* kapal (L4), dan area dermaga berbatu mengganggu pergerakan atau proses *sea trial* (L3). Setiap kriteria kemudian memiliki tiga alternatif mitigasi yang disusun berdasarkan kondisi operasional di lapangan.



Gambar 4.8 Struktur Hierarki Pekerjaan *Floating Repair* (Data Diolah, 2026)

4.6.1. Perbandingan Kriteria Sub Risiko Operasional pada Pekerjaan *Floating Repair*

a. Perhitungan Manual

Berdasarkan Tabel 4.31 rekap hasil penilaian ketiga *expert*, dilakukan perbandingan berpasangan antar tiga kriteria sub risiko operasional pada pekerjaan *floating repair*, yaitu solar tumpah atau terbuang ke laut karena tidak tersedianya *oil spill kit* (P1), kapal menyerap lumpur dan dapat kandas karena kedalaman dermaga tidak mencukupi untuk *draft* kapal (L4), dan area dermaga berbatu mengganggu pergerakan atau proses *sea trial* (L3).

Tabel 4.31 Rekap Penilaian Sub Risiko Operasional *Floating Repair*

Kriteria	P1			L4			L3		
P1	1	1	1	5	8	7	7	8	5
L4	1/5	1/8	1/7	1	1	1	3	3	1/3
L3	1/7	1/8	1/5	1/3	1/3	3	1	1	1
<i>Expert</i>	1	2	3	1	2	3	1	2	3

Sumber: Data Diolah, 2026

Berdasarkan Tabel 4.31, hasil penilaian menunjukkan bahwa sub risiko P1 memiliki tingkat kepentingan yang lebih tinggi dibandingkan L4 dan L3. Sementara itu, sub risiko L4 dan L3 juga dinilai sama penting. Perbedaan nilai ini menunjukkan adanya prioritas yang lebih besar terhadap sub risiko P1 karena dianggap memiliki dampak yang lebih signifikan terhadap kelancaran proses *floating repair*.

Berdasarkan hasil penilaian dari tiga *expert*, langkah selanjutnya adalah menyusun matriks *pairwise* gabungan menggunakan metode *geometric mean* (GM). Sebagai contoh, pada perbandingan antara sub risiko P1 dan L4 diperoleh nilai GM sebesar 6,54 dari hasil perhitungan pada di bawah ini sesuai Persamaan 2.3.

$$GEOMEAN (GM) = (5 \times 8 \times 7)^{1/3} = 6,54$$

Berikut merupakan Tabel 4.32 dari matriks *pairwise* dari sub risiko pada pekerjaan *floating repair*.

Tabel 4.32 Matriks *Pairwise* Sub Risiko Operasional *Floating Repair*

Kriteria	P1	L4	L3
P1	1,00	6,54	6,54
L4	0,15	1,00	1,44
L3	0,15	0,69	1,00
Total	1,31	8,24	8,98

Sumber: Data Diolah, 2026

Berdasarkan Tabel 4.32, hasil matriks menunjukkan bahwa sub risiko solar tumpah atau terbang ke laut karena tidak tersedianya *oil spill kit* (P1) memiliki nilai perbandingan tertinggi terhadap dua risiko lainnya, yaitu sebesar 6,54 pada keduanya. Sementara itu, sub risiko kapal menyerap lumpur dan dapat kandas karena kedalaman dermaga tidak mencukupi untuk *draft* kapal (L4) memiliki nilai 1,44 terhadap sub risiko area dermaga berbatu mengganggu pergerakan atau proses *sea trial* (L3). Nilai-nilai tersebut menunjukkan bahwa sub risiko solar tumpah atau terbang ke laut karena tidak tersedianya *oil spill kit* (P1) dipandang sebagai sub risiko paling dominan dalam pekerjaan *floating repair*.

Setelah matriks *pairwise* gabungan diperoleh, langkah selanjutnya adalah melakukan normalisasi. Berdasarkan hasil normalisasi, sub risiko solar tumpah atau terbang ke laut karena tidak tersedianya *oil spill kit* (P1) memperoleh nilai normalisasi sebesar 0,77; 0,79; dan 0,73, dengan jumlah total 2,29 seperti pada perhitungan di bawah ini sesuai Persamaan 2.4.

$$\text{Normalisasi} = \frac{6,54}{8,24} = 0,79$$

Setelah normalisasi dihitung, kemudian dilanjutkan menghitung *eigenvector*, sesuai dengan Persamaan 2.5.

$$\begin{aligned} \text{Eigenvector} &= 0,77 + 0,79 + 0,73 = 2,29 \\ &= \frac{2,29}{3} = 0,76 \end{aligned}$$

Berikut merupakan Tabel 4.33 dari matriks normalisasi dan *eigenvector* kriteria sub risiko operasional pekerjaan *floating repair*.

Tabel 4.33 Normalisasi dan *Eigenvector* Sub Risiko *Floating Repair*

Kriteria	P1	L4	L3	Jumlah	<i>Eigenvector</i>
P1	0,77	0,79	0,73	2,29	0,76
L4	0,12	0,12	0,16	0,40	0,13
L3	0,12	0,08	0,11	0,31	0,10
Total	1,00	1,00	1,00	3,00	1,00

Sumber: Data Diolah, 2026

Nilai rata-rata dari hasil normalisasi pada Tabel 4.33 tersebut menghasilkan *eigenvector* sebesar 0,76 untuk sub risiko solar tumpah atau terbuang ke laut karena tidak tersedianya *oil spill kit* (P1), yang menunjukkan bahwa kriteria ini memiliki prioritas tertinggi dibandingkan sub risiko lainnya. Sementara itu, sub risiko kapal menyerap lumpur dan dapat kandas karena kedalaman dermaga tidak mencukupi untuk *draft* kapal (L4) memperoleh *eigenvector* sebesar 0,13, dan sub risiko area dermaga berbatu mengganggu pergerakan atau proses *sea trial* (L3) sebesar 0,10.

Setelah diperoleh nilai *eigenvector*, tahap selanjutnya adalah melakukan pengujian konsistensi. Berdasarkan Tabel 4.34 dan hasil perhitungan di bawah ini sesuai Persamaan 2.6 nilai rasio konsistensi untuk kriteria sub risiko solar tumpah atau terbuang ke laut karena tidak tersedianya *oil spill kit* (P1) diperoleh sebesar 2,31 dan *eigenvalue* diperoleh sebesar 3,03, sedangkan total keseluruhan nilai pada tabel rasio konsistensi adalah 3,03.

$$\begin{aligned}
 \textbf{Eigenvalue} &= \left(\frac{(1,00 \times 0,76) + (6,54 \times 0,13) + (6,54 \times 0,10)}{0,76} \right) \\
 &= \left(\frac{(0,76 + 0,87 + 0,68)}{0,76} \right) \\
 &= \frac{2,31}{0,76} = \mathbf{3,03}
 \end{aligned}$$

Berikut merupakan Tabel 4.34 dari rasio konsistensi kriteria sub risiko operasional pekerjaan *floating repair*.

Tabel 4.34 Rasio Konsistensi Sub Risiko Operasional *Floating Repair*

Kriteria	P1	L4	L3	Jumlah
P1	0,76	0,87	0,68	2,31
L4	0,12	0,13	0,15	0,40
L3	0,12	0,09	0,10	0,31
Total				3,03

Sumber: Data Diolah, 2026

Berikut merupakan Tabel 4.35 dari *eigenvalue* kriteria sub risiko operasional pekerjaan *floating repair*:

Tabel 4.35 *Eigenvalue* Sub Risiko Operasional *Floating Repair*

Kriteria	Jumlah per Baris	<i>Eigenvector</i>	Hasil
P1	2,31	0,76	3,03
L4	0,40	0,13	3,01
L3	0,31	0,10	3,00
Total			9,04

Sumber: Data Diolah, 2026

Berdasarkan hasil pada Tabel 4.34 dan Tabel 4.35 dan perhitungan diatas sebelumnya, sub risiko solar tumpah atau terbuang ke laut karena tidak tersedianya *oil spill kit* (P1) memiliki nilai *eigenvalue* sebesar 3,03, sub risiko kapal menyerap lumpur dan dapat kandas karena kedalaman dermaga tidak mencukupi untuk *draft* kapal (L4) sebesar 3,01, dan sub risiko area dermaga berbatu mengganggu pergerakan atau proses *sea trial* (L3) sebesar 3,00, dengan total keseluruhan sebesar 9,04. Berdasarkan hasil perhitungan *eigenvalue* pada masing-masing kriteria pada tabel 4.35, diperoleh nilai $\lambda_{\max}$.

Menghitung $\lambda_{\max}$ sesuai dengan Persamaan 2.7

$$\lambda_{\max} = \frac{(3,03+3,01+3,00)}{3} = 3,01$$

Kemudian setelah menghitung $\lambda_{\max}$, dilanjutkan menghitung CI sesuai dengan Persamaan 2.8.

$$CI = \frac{(3,01-3)}{(3-1)} = 0,01$$

Setelah menghitung CI, dilanjutkan menghitung CR sesuai dengan Persamaan 2.9.

$$CR = \frac{0,01}{0,58} = 0,01$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai $\lambda_{\max}$ sebesar 3,01. Nilai ini kemudian digunakan untuk menghitung CI,

dengan hasil sebesar 0,01. Selanjutnya, nilai RI sebesar 0,58, sesuai dengan Tabel 2.6. Hasil perhitungan menunjukkan nilai CR sebesar 0,01. Karena nilai tersebut lebih kecil dari batas toleransi yaitu 0,10, maka matriks perbandingan dinyatakan konsisten. Dengan demikian, hasil pembobotan prioritas kriteria sub risiko operasional pada pekerjaan *floating repair* dapat digunakan sebagai dasar dalam penentuan alternatif mitigasi yang paling efektif.

b. Perhitungan Menggunakan *Expert Choice*



Gambar 4.9 Perhitungan Expert Choice Sub Risiko Operasional *Floating Repair* (Data Diolah, 2026)

Berdasarkan hasil Gambar 4.9 pengolahan data menggunakan *software* Expert Choice, diperoleh nilai prioritas untuk masing-masing kriteria sub risiko operasional pada pekerjaan *floating repair*. Hasil menunjukkan bahwa sub risiko solar tumpah atau terbuang ke laut karena tidak tersedianya *oil spill kit* (P1) memiliki bobot tertinggi sebesar 0,765, diikuti sub risiko kapal menyerap lumpur dan dapat kandas karena kedalaman dermaga tidak mencukupi untuk *draft* kapal (L4) sebesar 0,132, dan sub risiko area dermaga berbatu mengganggu pergerakan atau proses *sea trial* (L3) sebesar 0,103.

Selain itu, nilai *inconsistency* yang dihasilkan sebesar 0,01, yang berarti masih berada di bawah batas toleransi sebesar 0,10. Hal ini menunjukkan bahwa hasil penilaian yang dilakukan oleh *expert* memiliki tingkat konsistensi yang baik. Dengan demikian, hasil perhitungan menggunakan Expert Choice mendukung hasil perhitungan manual sebelumnya, sehingga dapat memperkuat validitas dalam penentuan prioritas mitigasi risiko operasional pada pekerjaan *floating repair*.

4.6.2. Perbandingan Alternatif Mitigasi Risiko Operasional Solar Tumpah atau Terbuang ke Laut karena Tidak Tersedianya *Oil Spill Kit*

a. Perhitungan Manual

Berdasarkan Tabel 4.36 rekap hasil penilaian ketiga *expert*, dilakukan perbandingan berpasangan antar tiga alternatif mitigasi risiko operasional pada kriteria sub risiko solar dapat tumpah atau terbuang ke laut karena tidak tersedianya *oil spill kit* di pekerjaan *floating repair*, yaitu penyediaan *oil spill kit* wajib sebelum pekerjaan pengurusan solar, pengurusan solar dengan sistem *containment*, serta pengarahan kepada teknisi untuk *standby* terhadap pengawasan tumpahan solar.

Tabel 4.36 Rekap Penilaian Solar Tumpah atau Terbuang ke Laut

Alternatif	Oil Spill Kit			Containment			Standby		
Oil Spill Kit	1	1	1	9	9	7	1/5	9	5
Containment	1/9	1/9	1/7	1	1	1	1/9	1/7	7
Standby	5	1/9	1/5	9	7	1/7	1	1	1
Expert	1	2	3	1	2	3	1	2	3

Sumber: Data Diolah, 2026

Berdasarkan Tabel 4.36, hasil penilaian menunjukkan bahwa alternatif mitigasi penyediaan *oil spill kit* wajib sebelum pekerjaan pengurusan solar memiliki tingkat kepentingan yang lebih tinggi dibandingkan alternatif mitigasi pengurusan solar dengan sistem *containment* dan alternatif mitigasi pengarahan kepada teknisi untuk *standby* terhadap pengawasan tumpahan solar. Sementara itu, alternatif mitigasi pengarahan kepada teknisi untuk *standby* terhadap pengawasan tumpahan solar juga dinilai lebih penting dibandingkan alternatif mitigasi pengurusan solar dengan sistem *containment*. Perbedaan nilai ini menunjukkan adanya prioritas yang lebih besar terhadap alternatif mitigasi penyediaan *oil spill kit* wajib sebelum pekerjaan pengurusan solar karena dianggap memiliki dampak yang lebih signifikan terhadap kelancaran pada kriteria sub

risiko solar dapat tumpah atau terbuang ke laut karena tidak tersedianya *oil spill kit* di pekerjaan *floating repair*.

Berdasarkan hasil penilaian dari tiga *expert*, langkah selanjutnya adalah menyusun matriks *pairwise* gabungan menggunakan metode *geometric mean* (GM). Sebagai contoh, pada perbandingan antara alternatif mitigasi penyediaan *oil spill kit* wajib sebelum pekerjaan pengurusan solar dan alternatif mitigasi pengurusan solar dengan sistem *containment* diperoleh nilai GM sebesar 8,28 dari hasil perhitungan pada di bawah ini sesuai Persamaan 2.3.

$$GEOMEAN (GM) = (9 \times 9 \times 7)^{1/3} = 8,28$$

Nilai *geometric mean* sebesar 8,28 menunjukkan bahwa alternatif penyediaan *oil spill kit* wajib sebelum pengurusan solar dinilai jauh lebih penting dibandingkan pengurusan solar menggunakan sistem *containment*. Hasil ini kemudian digunakan untuk menyusun matriks perbandingan berpasangan gabungan sebagai dasar perhitungan bobot prioritas setiap alternatif mitigasi. Berikut merupakan Tabel 4.37 dari matriks *pairwise* alternatif solar tumpah atau terbuang ke laut karena tidak tersedianya *oil spill kit* pada kriteria sub risiko operasional pekerjaan *floating repair*.

Tabel 4.37 Matriks *Pairwise* Solar Tumpah atau Terbuang ke Laut

Alternatif	<i>Oil Spill Kit</i>	<i>Containment</i>	<i>Standby</i>
<i>Oil Spill Kit</i>	1,00	8,28	2,08
<i>Containment</i>	0,12	1,00	0,48
<i>Standby</i>	0,48	2,08	1,00
Total	1,60	11,36	3,56

Sumber: Data Diolah, 2026

Berdasarkan Tabel 4.37, hasil matriks menunjukkan bahwa alternatif mitigasi penyediaan *oil spill kit* wajib sebelum pekerjaan pengurusan solar memiliki nilai perbandingan tertinggi terhadap dua alternatif mitigasi lainnya, yaitu sebesar 8,28 terhadap alternatif mitigasi pengurusan solar dengan sistem *containment*. Namun, alternatif mitigasi penyediaan *oil spill kit*

wajib sebelum pekerjaan pengurusan solar memiliki nilai 2,08 terhadap dan alternatif mitigasi pengarahannya kepada teknisi untuk *standby* terhadap pengawasan tumpahan solar, yang dimana nilai ini sama dengan alternatif mitigasi pengarahannya kepada teknisi untuk *standby* terhadap pengawasan tumpahan solar terhadap alternatif mitigasi pengurusan solar dengan sistem *containment* dengan nilai 2,08. Nilai-nilai tersebut menunjukkan bahwa alternatif mitigasi penyediaan *oil spill kit* wajib sebelum pekerjaan pengurusan solar dipandang sebagai alternatif mitigasi paling dominan dalam kriteria sub risiko solar dapat tumpah atau terbuang ke laut karena tidak tersedianya *oil spill kit* di pekerjaan *floating repair*.

Setelah matriks *pairwise* gabungan diperoleh, langkah selanjutnya adalah melakukan normalisasi. Berdasarkan hasil normalisasi, alternatif mitigasi penyediaan *oil spill kit* wajib sebelum pekerjaan pengurusan solar memperoleh nilai normalisasi sebesar 0,62; 0,73; dan 0,58, dengan jumlah total 1,94, seperti pada perhitungan di bawah ini sesuai Persamaan 2.4.

$$\text{Normalisasi} = \frac{8,28}{11,36} = 0,73$$

Setelah normalisasi dihitung, kemudian dilanjutkan menghitung *eigenvector*, sesuai dengan Persamaan 2.5.

$$\begin{aligned} \text{Eigenvector} &= 0,62 + 0,73 + 0,58 = 1,94 \\ &= \frac{1,94}{3} = 0,65 \end{aligned}$$

Berikut merupakan Tabel 4.38 dari matriks normalisasi dan *eigenvector* dari alternatif solar tumpah atau terbuang ke laut karena tidak tersedianya *oil spill kit* pada kriteria sub risiko operasional pekerjaan *floating repair*.

Tabel 4.38 Normalisasi dan *Eigenvector* Solar Tumpah atau Terbuang ke Laut

Alternatif	<i>Oil Spill Kit</i>	<i>Containment</i>	<i>Standby</i>	Jumlah	<i>Eigen vector</i>
<i>Oil Spill Kit</i>	0,62	0,73	0,58	1,94	0,65

Alternatif	<i>Oil Spill Kit</i>	<i>Containment</i>	<i>Standby</i>	Jumlah	<i>Eigen vector</i>
<i>Containment</i>	0,08	0,09	0,14	0,30	0,10
<i>Standby</i>	0,30	0,18	0,28	0,76	0,25
Total	1,00	1,00	1,00	3,00	1,00

Sumber: Data Diolah, 2026

Nilai rata-rata dari hasil normalisasi pada Tabel 4.38 tersebut menghasilkan *eigenvector* sebesar 0,65 untuk alternatif mitigasi penyediaan *oil spill kit* wajib sebelum pekerjaan pengurusan solar, yang menunjukkan bahwa alternatif mitigasi ini memiliki prioritas tertinggi dibandingkan alternatif mitigasi lainnya. Sementara itu, alternatif mitigasi pengurusan solar dengan sistem *containment* memperoleh *eigenvector* sebesar 0,10, dan alternatif mitigasi pengarahan kepada teknisi untuk *standby* terhadap pengawasan tumpahan solar sebesar 0,25.

Setelah diperoleh nilai *eigenvector*, tahap selanjutnya adalah melakukan pengujian konsistensi. Berdasarkan Tabel 4.39 dan hasil perhitungan di bawah ini sesuai Persamaan 2.6 nilai rasio konsistensi untuk alternatif mitigasi penyediaan *oil spill kit* wajib sebelum pekerjaan pengurusan solar diperoleh sebesar 2,00 dan *eigenvalue* sebesar 3,10, sedangkan total keseluruhan nilai pada tabel rasio konsistensi adalah 3,07.

$$\begin{aligned}
 \text{Eigenvalue} &= \left(\frac{(1,00 \times 0,65) + (0,28 \times 0,10) + (0,08 \times 0,25)}{0,65} \right) \\
 &= \left(\frac{(0,65 + 0,028 + 0,02)}{0,65} \right) \\
 &= \frac{0,70}{0,65} = 3,10
 \end{aligned}$$

Berikut merupakan Tabel 4.39 dari rasio konsistensi dari alternatif solar tumpah atau terbuang ke laut karena tidak tersedianya *oil spill kit*.

Tabel 4.39 Rasio Konsistensi Solar Tumpah atau Terbuang ke Laut

Alternatif	<i>Oil Spill Kit</i>	<i>Containment</i>	<i>Standby</i>	Jumlah
<i>Oil Spill Kit</i>	0,65	0,82	0,53	2,00
<i>Containment</i>	0,08	0,10	0,12	0,30
<i>Standby</i>	0,31	0,21	0,25	0,77
Total				3,07

Sumber: Data Diolah, 2026

Berikut merupakan Tabel 4.40 dari *eigenvalue* alternatif solar tumpah atau terbuang ke laut karena tidak tersedianya *oil spill kit* pada kriteria sub risiko operasional pekerjaan *floating repair*:

Tabel 4.40 *Eigenvalue* Solar Tumpah atau Terbuang ke Laut

Alternatif	Jumlah per Baris	Eigenvector	Hasil
<i>Oil Spill Kit</i>	2,00	0,65	3,10
<i>Containment</i>	0,30	0,10	3,01
<i>Standby</i>	0,77	0,25	3,03
Total			9,14

Sumber: Data Diolah, 2026

Berdasarkan hasil pada Tabel 4.40 dan perhitungan diatas sebelumnya, alternatif mitigasi penyediaan *oil spill kit* wajib sebelum pekerjaan pengurusan solar memiliki nilai *eigenvalue* sebesar 3,10, alternatif mitigasi pengurusan solar dengan sistem *containment* sebesar 3,01, dan alternatif mitigasi pengarahan kepada teknisi untuk *standby* terhadap pengawasan tumpahan solar sebesar 3,03, dengan total keseluruhan sebesar 9,14. Berdasarkan hasil perhitungan *eigenvalue* pada masing-masing alternatif mitigasi pada Tabel 4.40, diperoleh nilai $\lambda_{\max}$.

Menghitung $\lambda_{\max}$ sesuai dengan Persamaan 2.7,

$$\lambda_{\max} = \frac{(3,10+3,01+3,03)}{3} = 3,05$$

Kemudian setelah menghitung $\lambda_{\max}$, dilanjutkan menghitung CI sesuai dengan Persamaan 2.8.

$$CI = \frac{(3,05-3)}{(3-1)} = 0,02$$

Setelah menghitung CI, dilanjutkan menghitung CR sesuai dengan Persamaan 2.9.

$$CR = \frac{0,02}{0,58} = 0,04$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai $\lambda_{\max}$ sebesar 3,05. Nilai ini kemudian digunakan untuk menghitung CI, dengan hasil sebesar 0,02. Selanjutnya, nilai RI sebesar 0,58 sesuai dengan Tabel 2.6. Hasil perhitungan menunjukkan nilai CR sebesar 0,04. Karena nilai tersebut lebih kecil dari batas

toleransi yaitu 0,10, maka matriks perbandingan dinyatakan konsisten. Dengan demikian, hasil pembobotan prioritas alternatif mitigasi pada kriteria sub risiko solar dapat tumpah atau terbuang ke laut karena tidak tersedianya *oil spill kit* di pekerjaan *floating repair* dapat digunakan sebagai penentuan prioritas alternatif mitigasi yang paling efektif.

b. Perhitungan Menggunakan Expert Choice



Gambar 4.10 Perhitungan Expert Choice Solar Tumpah atau Terbuang ke Laut (Data Diolah, 2026)

Berdasarkan hasil Gambar 4.10 pengolahan data menggunakan *software* Expert Choice, diperoleh nilai prioritas untuk masing-masing alternatif mitigasi pada kriteria sub risiko solar dapat tumpah atau terbuang ke laut karena tidak tersedianya *oil spill kit* di pekerjaan *floating repair*. Hasil menunjukkan bahwa alternatif mitigasi penyediaan *oil spill kit* wajib sebelum pekerjaan pengurusan solar memiliki bobot tertinggi sebesar 0,651, diikuti alternatif mitigasi pengarahan kepada teknisi untuk *standby* terhadap pengawasan tumpahan solar sebesar 0,252, dan alternatif mitigasi pengurusan solar dengan sistem *containment* sebesar 0,098.

Selain itu, nilai *inconsistency* yang dihasilkan sebesar 0,04, yang berarti masih berada di bawah batas toleransi sebesar 0,10. Hal ini menunjukkan bahwa hasil penilaian yang dilakukan oleh *expert* memiliki tingkat konsistensi yang baik. Dengan demikian, hasil perhitungan menggunakan Expert Choice mendukung hasil perhitungan manual sebelumnya, sehingga dapat memperkuat validitas dalam penentuan prioritas mitigasi pada kriteria sub risiko solar dapat tumpah atau terbuang ke laut karena tidak tersedianya *oil spill kit* di pekerjaan *floating repair*.

4.6.3. Perbandingan Alternatif Mitigasi Risiko Operasional Kapal Menyerap Lumpur dan dapat Kandas karena Kedalaman Dermaga Tidak Mencukupi untuk *Draft* Kapal

a. Perhitungan Manual

Berdasarkan Tabel 4.41 rekap hasil penilaian ketiga *expert*, dilakukan perbandingan berpasangan antar tiga alternatif mitigasi pada kriteria sub risiko kapal dapat kandas atau menyerap lumpur karena kedalaman dermaga tidak mencukupi untuk *draft* kapal di pekerjaan *floating repair*, yaitu pemeriksaan *draft* kapal dan kedalaman aktual dermaga sebelum pekerjaan disetujui, penjadwalan pekerjaan berdasarkan kondisi pasang surut air laut, serta relokasi pekerjaan ke area dermaga atau perairan yang lebih aman jika *draft* tidak mencukupi. Berikut merupakan Tabel 4.41 dari rekap hasil penilaian ketiga *expert* alternatif kapal menyerap lumpur dan dapat kandas karena kedalaman dermaga tidak mencukupi untuk *draft* kapal pada kriteria sub risiko operasional pekerjaan *floating repair*.

Tabel 4.41 Rekap Penilaian Kapal Menyerap Lumpur dan dapat Kandas

Alternatif	Pemeriksaan <i>draft</i>			Penjadwalan			Relokasi		
Pemeriksaan <i>draft</i>	1	1	1	3	3	1	9	7	9
Penjadwalan	1/3	1/3	1	1	1	1	7	5	6
Relokasi	1/9	1/7	1/9	1/7	1/5	1/6	1	1	1
Expert	1	2	3	1	2	3	1	2	3

Sumber: Data Diolah, 2026

Berdasarkan Tabel 4.41, hasil penilaian menunjukkan bahwa alternatif mitigasi pemeriksaan *draft* kapal dan kedalaman aktual dermaga sebelum pekerjaan disetujui memiliki tingkat kepentingan yang lebih tinggi dibandingkan alternatif mitigasi penjadwalan pekerjaan berdasarkan kondisi pasang surut air laut dan alternatif mitigasi relokasi pekerjaan ke area dermaga atau perairan yang lebih aman jika *draft* tidak mencukupi. Sementara itu, alternatif mitigasi penjadwalan

pekerjaan berdasarkan kondisi pasang surut air laut juga dinilai lebih penting dibandingkan alternatif mitigasi relokasi pekerjaan ke area dermaga atau perairan yang lebih aman jika *draft* tidak mencukupi. Perbedaan nilai ini menunjukkan adanya prioritas yang lebih besar terhadap alternatif mitigasi pemeriksaan *draft* kapal dan kedalaman aktual dermaga sebelum pekerjaan disetujui karena dianggap memiliki dampak yang lebih signifikan terhadap kelancaran pada kriteria sub risiko kapal dapat kandas atau menyerap lumpur karena kedalaman dermaga tidak mencukupi untuk *draft* kapal di pekerjaan *floating repair*.

Berdasarkan hasil penilaian dari tiga *expert*, langkah selanjutnya adalah menyusun matriks *pairwise* gabungan menggunakan metode *geometric mean* (GM). Sebagai contoh, pada perbandingan antara alternatif mitigasi pemeriksaan *draft* kapal dan kedalaman aktual dermaga sebelum pekerjaan disetujui dan alternatif mitigasi penjadwalan pekerjaan berdasarkan kondisi pasang surut air laut diperoleh nilai GM sebesar 2,08 dari hasil perhitungan pada di bawah ini sesuai Persamaan 2.3.

$$GEOMEAN (GM) = (3 \times 3 \times 1)^{1/3} = 2,08$$

Berikut merupakan Tabel 4.42 dari matriks *pairwise* alternatif kapal menyerap lumpur dan dapat kandas karena kedalaman dermaga tidak mencukupi untuk *draft* kapal pada kriteria sub risiko operasional pekerjaan *floating repair*.

Tabel 4.42 Matriks *Pairwise* Kapal Menyerap Lumpur dan dapat Kandas

Alternatif	Pemeriksaan <i>draft</i>	Penjadwalan	Relokasi
Pemeriksaan <i>draft</i>	1,00	2,08	8,28
Penjadwalan	0,48	1,00	5,94
Relokasi	0,12	0,17	1,00
Total	1,60	3,25	15,22

Sumber: Data Diolah, 2026

Berdasarkan Tabel 4.42, hasil matriks menunjukkan bahwa alternatif mitigasi pemeriksaan *draft* kapal dan kedalaman aktual dermaga sebelum pekerjaan disetujui memiliki nilai perbandingan tertinggi terhadap dua risiko lainnya, yaitu sebesar 2,08 terhadap alternatif mitigasi penjadwalan pekerjaan berdasarkan kondisi pasang surut air laut dan sebesar 8,28 terhadap alternatif mitigasi relokasi pekerjaan ke area dermaga atau perairan yang lebih aman jika *draft* tidak mencukupi. Sementara itu, alternatif mitigasi penjadwalan pekerjaan berdasarkan kondisi pasang surut air laut memiliki nilai lebih tinggi, yaitu 5,94 terhadap alternatif mitigasi relokasi pekerjaan ke area dermaga atau perairan yang lebih aman jika *draft* tidak mencukupi. Nilai-nilai tersebut menunjukkan bahwa alternatif mitigasi pemeriksaan *draft* kapal dan kedalaman aktual dermaga sebelum pekerjaan disetujui dipandang sebagai risiko paling dominan dalam kriteria sub risiko kapal dapat kandas atau menyerap lumpur karena kedalaman dermaga tidak mencukupi untuk *draft* kapal di pekerjaan *floating repair*.

Setelah matriks *pairwise* gabungan diperoleh, langkah selanjutnya adalah melakukan normalisasi. Berdasarkan hasil normalisasi, alternatif mitigasi pemeriksaan *draft* kapal dan kedalaman aktual dermaga sebelum pekerjaan disetujui memperoleh nilai normalisasi sebesar 0,62; 0,64; dan 0,54, dengan jumlah total 1,81, seperti pada perhitungan di bawah ini sesuai Persamaan 2.4.

$$\text{Normalisasi} = \frac{2,08}{3,25} = 0,64$$

Setelah normalisasi dihitung, kemudian dilanjutkan menghitung *eigenvector*, sesuai dengan Persamaan 2.5.

$$\begin{aligned} \text{Eigenvector} &= 0,62 + 0,64 + 0,54 = 1,81 \\ &= \frac{1,81}{3} = 0,60 \end{aligned}$$

Berikut merupakan Tabel 4.43 dari matriks normalisasi dan *eigenvector* alternatif kapal menyerap lumpur dan dapat kandas karena kedalaman dermaga tidak mencukupi untuk *draft* kapal pada kriteria sub risiko operasional pekerjaan *floating repair*.

Tabel 4.43 Normalisasi dan *Eigenvector* Kapal Menyerap Lumpur

Alternatif	Pemeriksaan <i>draft</i>	Penjadwalan	Relokasi	Jumlah	<i>Eigen vector</i>
Pemeriksaan <i>draft</i>	0,62	0,64	0,54	1,81	0,60
Penjadwalan	0,30	0,31	0,39	1,00	0,33
Relokasi	0,08	0,05	0,07	0,19	0,06
Total	1,00	1,00	1,00	3,00	1,00

Sumber: Data Diolah, 2026

Nilai rata-rata dari hasil normalisasi pada Tabel 4.43 tersebut menghasilkan *eigenvector* sebesar 0,60 untuk alternatif mitigasi pemeriksaan *draft* kapal dan kedalaman aktual dermaga sebelum pekerjaan disetujui, yang menunjukkan bahwa alternatif mitigasi ini memiliki prioritas tertinggi dibandingkan alternatif mitigasi lainnya. Sementara itu, alternatif mitigasi penjadwalan pekerjaan berdasarkan kondisi pasang surut air laut memperoleh *eigenvector* sebesar 0,33, dan alternatif mitigasi relokasi pekerjaan ke area dermaga atau perairan yang lebih aman jika *draft* tidak mencukupi sebesar 0,06.

Setelah diperoleh nilai *eigenvector*, tahap selanjutnya adalah melakukan pengujian konsistensi. Berdasarkan Tabel 4.44 dan hasil perhitungan di bawah ini sesuai Persamaan 2.6 nilai rasio konsistensi untuk alternatif mitigasi pemeriksaan *draft* kapal dan kedalaman aktual dermaga sebelum pekerjaan disetujui diperoleh sebesar 1,83 dan *eigenvalue* diperoleh sebesar 3,03, sedangkan total keseluruhan nilai pada tabel rasio konsistensi adalah 3,03.

$$\begin{aligned}
 \textbf{Eigen Value} &= \left(\frac{(1,00 \times 0,60) + (2,08 \times 0,33) + (8,28 \times 0,06)}{0,60} \right) \\
 &= \left(\frac{(0,60 + 0,69 + 0,53)}{0,60} \right) \\
 &= \frac{1,83}{0,60} = \mathbf{3,03}
 \end{aligned}$$

Berikut merupakan Tabel 4.44 dari rasio konsistensi dari alternatif kapal menyerap lumpur dan dapat kandas karena kedalaman dermaga tidak mencukupi untuk *draft* kapal pada kriteria sub risiko operasional pekerjaan *floating repair*.

Tabel 4.44 Rasio Konsistensi Kapal Menyerap Lumpur dan dapat Kandas

Alternatif	Pemeriksaan <i>draft</i>	Penjadwalan	Relokasi	Jumlah
Pemeriksaan <i>draft</i>	0,60	0,69	0,53	1,83
Penjadwalan	0,29	0,33	0,38	1,00
Relokasi	0,07	0,06	0,06	0,19
Total				3,03

Sumber: Data Diolah, 2026

Berikut merupakan Tabel 4.45 dari *eigenvalue* alternatif kapal menyerap lumpur dan dapat kandas karena kedalaman dermaga tidak mencukupi untuk *draft* kapal pada kriteria sub risiko operasional pekerjaan *floating repair*.

Tabel 4.45 *Eigenvalue* Kapal Menyerap Lumpur dan dapat Kandas

Alternatif	Jumlah per Baris	<i>Eigenvector</i>	Hasil
Pemeriksaan <i>draft</i>	1,83	0,60	3,03
Penjadwalan	1,00	0,33	3,02
Relokasi	0,19	0,06	3,00
Total			9,05

Sumber: Data Diolah, 2026

Berdasarkan hasil pada Tabel 4.44 dan Tabel 4.45, alternatif mitigasi pemeriksaan *draft* kapal dan kedalaman aktual dermaga sebelum pekerjaan disetujui memiliki nilai *eigenvalue* sebesar 3,03, alternatif mitigasi penjadwalan pekerjaan berdasarkan kondisi pasang surut air laut sebesar 3,02, dan alternatif mitigasi relokasi pekerjaan ke area dermaga atau perairan yang lebih aman jika *draft* tidak mencukupi sebesar 3,00, dengan total keseluruhan sebesar 9,05. Berdasarkan hasil perhitungan *eigenvalue* pada masing-masing kriteria pada Tabel 4.45, diperoleh nilai $\lambda_{\max}$.

Menghitung $\lambda_{\max}$ sesuai dengan Persamaan 2.7.

$$\lambda_{\max} = \frac{(3,03+3,02+3,00)}{3} = 3,02$$

Kemudian setelah menghitung $\lambda_{\max}$, dilanjutkan menghitung CI sesuai dengan Persamaan 2.8.

$$CI = \frac{(3,02-3)}{(3-1)} = 0,01$$

Setelah menghitung CI, dilanjutkan menghitung CR sesuai dengan Persamaan 2.9.

$$CR = \frac{0,01}{0,58} = 0,02$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai $\lambda_{\max}$ sebesar 3,02. Nilai ini kemudian digunakan untuk menghitung CI, dengan hasil sebesar 0,01. Selanjutnya, nilai RI sebesar 0,58, sesuai dengan tabel 2.6. Hasil perhitungan menunjukkan nilai CR sebesar 0,02. Karena nilai tersebut lebih kecil dari batas toleransi yaitu 0,10, maka matriks perbandingan dinyatakan konsisten. Dengan demikian, hasil pembobotan prioritas alternatif mitigasi pada kapal menyerap lumpur atau dapat kandas karena kedalaman dermaga tidak mencukupi untuk *draft* kapal di pekerjaan *floating repair* dapat digunakan sebagai penentuan prioritas alternatif mitigasi yang paling efektif.

b. Perhitungan Menggunakan Expert Choice



Gambar 4.11 Perhitungan Expert Choice Kapal Menyerap Lumpur dan dapat Kandas (Data Diolah, 2026)

Berdasarkan hasil Gambar 4.11 pengolahan data menggunakan *software* Expert Choice, diperoleh nilai prioritas untuk masing-masing alternatif mitigasi pada kriteria sub risiko kapal menyerap lumpur atau dapat kandas karena kedalaman dermaga tidak mencukupi untuk *draft* kapal di pekerjaan *floating repair*. Hasil menunjukkan bahwa alternatif mitigasi pemeriksaan *draft* kapal dan kedalaman aktual dermaga sebelum pekerjaan disetujui memiliki bobot tertinggi sebesar 0,604, diikuti alternatif mitigasi penjadwalan pekerjaan

berdasarkan kondisi pasang surut air laut sebesar 0,322, dan alternatif mitigasi relokasi pekerjaan ke area dermaga atau perairan yang lebih aman jika *draft* tidak mencukupi sebesar 0,064.

Selain itu, nilai *inconsistency* yang dihasilkan sebesar 0,02, yang berarti masih berada di bawah batas toleransi sebesar 0,10. Hal ini menunjukkan bahwa hasil penilaian yang dilakukan oleh *expert* memiliki tingkat konsistensi yang baik. Dengan demikian, hasil perhitungan menggunakan Expert Choice mendukung hasil perhitungan manual sebelumnya, sehingga dapat memperkuat validitas dalam penentuan prioritas mitigasi pada kriteria sub risiko kapal menyerap lumpur atau dapat kandas karena kedalaman dermaga tidak mencukupi untuk *draft* kapal di pekerjaan *floating repair*.

4.6.4. Perbandingan Alternatif Mitigasi Risiko Operasional Area Dermaga Berbatu Mengganggu Pergerakan atau Proses *Sea Trial*

a. Perhitungan Manual

Berikut Tabel 4.46 rekap hasil penilaian ketiga *expert*, dilakukan perbandingan berpasangan antar tiga alternatif mitigasi pada kriteria sub risiko area dermaga berbatu mengganggu pergerakan atau proses *sea trial* di pekerjaan *floating repair*, yaitu *survey* kondisi area dermaga dan jalur *sea trial* sebelum pekerjaan dilakukan, penentuan jalur aman dan pemasangan penanda area berisiko, dan koordinasi jadwal *sea trial* dengan kondisi perairan dan pendampingan dari *dock master*.

Tabel 4.46 Rekap Penilaian Area Dermaga Berbatu

Alternatif	Survey			Penentuan jalur			Koordinasi jadwal		
Survey	1	1	1	5	5	7	7	7	7
Penentuan jalur	1/5	1/5	1/7	1	1	1	5	7	1/7
Koordinasi jadwal	1/7	1/7	1/7	1/5	1/7	7	1	1	1

Alternatif	Survey			Penentuan jalur			Koordinasi jadwal		
Expert	1	2	3	1	2	3	1	2	3

Sumber: Data Diolah, 2026

Berdasarkan Tabel 4.46, hasil penilaian menunjukkan bahwa alternatif mitigasi *survey* kondisi area dermaga dan jalur *sea trial* sebelum pekerjaan dilakukan memiliki tingkat kepentingan yang lebih tinggi dibandingkan alternatif mitigasi penentuan jalur aman dan pemasangan penanda area berisiko dan alternatif mitigasi koordinasi jadwal *sea trial* dengan kondisi perairan dan pendampingan dari *dock master*. Sementara itu, alternatif mitigasi penentuan jalur aman dan pemasangan penanda area berisiko juga dinilai lebih penting dibandingkan alternatif mitigasi koordinasi jadwal *sea trial* dengan kondisi perairan dan pendampingan dari *dock master*. Perbedaan nilai ini menunjukkan adanya prioritas yang lebih besar terhadap alternatif mitigasi *survey* kondisi area dermaga dan jalur *sea trial* sebelum pekerjaan dilakukan karena dianggap memiliki dampak yang lebih signifikan terhadap kelancaran pada kriteria sub risiko area dermaga berbatu mengganggu pergerakan atau proses *sea trial* di pekerjaan *floating repair*.

Berdasarkan hasil penilaian dari tiga *expert*, langkah selanjutnya adalah menyusun matriks *pairwise* gabungan menggunakan metode *geometric mean* (GM). Sebagai contoh, pada perbandingan antara alternatif mitigasi *survey* kondisi area dermaga dan jalur *sea trial* sebelum pekerjaan dilakukan dan alternatif mitigasi penentuan jalur aman dan pemasangan penanda area berisiko diperoleh nilai GM sebesar 5,59 dari hasil perhitungan pada di bawah ini sesuai Persamaan 2.3.

$$GEOMEAN (GM) = (5 \times 5 \times 7)^{1/3} = 5,59$$

Berikut merupakan Tabel 4.47 dari matriks *pairwise* alternatif area dermaga berbatu mengganggu pergerakan atau

proses *sea trial* pada kriteria sub risiko operasional pekerjaan *floating repair*.

Tabel 4.47 Matriks *Pairwise* Area Dermaga Berbatu

Alternatif	Survey	Penentuan jalur	Koordinasi jadwal
Survey	1,00	5,59	7,00
Penentuan jalur	0,18	1,00	1,71
Koordinasi jadwal	0,14	0,58	1,00
Total	1,32	7,18	9,71

Sumber: Data Diolah, 2026

Berdasarkan Tabel 4.47, hasil matriks menunjukkan bahwa alternatif mitigasi *survey* kondisi area dermaga dan jalur *sea trial* sebelum pekerjaan dilakukan memiliki nilai perbandingan tertinggi terhadap dua alternatif mitigasi lainnya, yaitu sebesar 5,59 terhadap alternatif mitigasi penentuan jalur aman dan pemasangan penanda area berisiko, serta sebesar 7,00 terhadap alternatif mitigasi koordinasi jadwal *sea trial* dengan kondisi perairan dan pendampingan dari *dock master*. Sementara itu, alternatif mitigasi penentuan jalur aman dan pemasangan penanda area berisiko memiliki nilai 1,71 terhadap alternatif mitigasi koordinasi jadwal *sea trial* dengan kondisi perairan dan pendampingan dari *dock master*. Nilai-nilai tersebut menunjukkan bahwa alternatif mitigasi *survey* kondisi area dermaga dan jalur *sea trial* sebelum pekerjaan dilakukan dipandang sebagai alternatif mitigasi paling dominan dalam kriteria sub risiko area dermaga berbatu mengganggu pergerakan atau proses *sea trial* di pekerjaan *floating repair*.

Setelah matriks *pairwise* gabungan diperoleh, langkah selanjutnya adalah melakukan normalisasi. Berdasarkan hasil normalisasi, alternatif mitigasi *survey* kondisi area dermaga dan jalur *sea trial* sebelum pekerjaan dilakukan memperoleh nilai normalisasi sebesar 0,76; 0,78; dan 0,72, dengan jumlah total 2,26, seperti pada perhitungan di bawah ini sesuai Persamaan 2.4.

$$\text{Normalisasi} = \frac{5,59}{7,18} = 0,78$$

Setelah normalisasi dihitung, kemudian dilanjutkan menghitung *eigenvector*, sesuai dengan Persamaan 2.5.

$$\begin{aligned}\text{Eigenvector} &= 0,76 + 0,78 + 0,72 = 2,26 \\ &= \frac{2,26}{3} = 0,75\end{aligned}$$

Berikut merupakan Tabel 4.48 matriks normalisasi dan *eigenvector* dari alternatif mitigasi risiko operasional pada kriteria sub risiko area dermaga berbatu mengganggu pergerakan atau proses *sea trial* di pekerjaan *floating repair*:

Tabel 4.48 Normalisasi dan *Eigenvector* Area Dermaga Berbatu

Alternatif	Survey	Penentuan jalur	Koordinasi jadwal	Jumlah	<i>Eigen vector</i>
Survey	0,76	0,78	0,72	2,26	0,75
Penentuan jalur	0,14	0,14	0,18	0,45	0,15
Koordinasi jadwal	0,11	0,08	0,10	0,29	0,10
Total	1,00	1,00	1,00	3,00	1,00

Sumber: Data Diolah, 2026

Nilai rata-rata dari hasil normalisasi pada Tabel 4.48 tersebut menghasilkan *eigenvector* sebesar 0,75 untuk alternatif mitigasi *survey* kondisi area dermaga dan jalur *sea trial* sebelum pekerjaan dilakukan, yang menunjukkan bahwa alternatif mitigasi ini memiliki prioritas tertinggi dibandingkan alternatif mitigasi lainnya. Sementara itu, alternatif mitigasi penentuan jalur aman dan pemasangan penanda area berisiko memperoleh *eigenvector* sebesar 0,15, dan alternatif mitigasi koordinasi jadwal *sea trial* dengan kondisi perairan dan pendampingan dari *dock master* sebesar 0,10.

Setelah diperoleh nilai *eigenvector*, tahap selanjutnya adalah melakukan pengujian konsistensi. Berdasarkan Tabel 4.49 dan hasil perhitungan di bawah ini sesuai Persamaan 2.6 nilai rasio konsistensi untuk alternatif mitigasi *survey* kondisi area dermaga dan jalur *sea trial* sebelum pekerjaan dilakukan diperoleh sebesar 2,28 dan *eigenvalue* diperoleh sebesar 3,02,

sedangkan total keseluruhan nilai pada tabel rasio konsistensi adalah 3,02.

$$\begin{aligned}
 \text{Eigenvalue} &= \left(\frac{(1,00 \times 0,75) + (5,59 \times 0,15) + (7,00 \times 0,10)}{0,75} \right) \\
 &= \left(\frac{(0,75 + 0,84 + 0,68)}{0,75} \right) \\
 &= \frac{2,28}{0,75} = 3,02
 \end{aligned}$$

Berikut merupakan Tabel 4.49 rasio konsistensi dari alternatif mitigasi risiko operasional pada kriteria sub risiko area dermaga berbatu mengganggu pergerakan atau proses *sea trial* di pekerjaan *floating repair*:

Tabel 4.49 Rasio Konsistensi Area Dermaga Berbatu

Alternatif	Survey	Penentuan jalur	Koordinasi jadwal	Jumlah
Survey	0,75	0,84	0,68	2,28
Penentuan jalur	0,13	0,15	0,17	0,45
Koordinasi jadwal	0,11	0,09	0,10	0,29
Total				3,02

Sumber: Data Diolah, 2026

Berikut merupakan Tabel 4.50 *eigenvalue* dari alternatif mitigasi risiko operasional pada kriteria sub risiko area dermaga berbatu mengganggu pergerakan atau proses *sea trial* di pekerjaan *floating repair*:

Tabel 4.50 *Eigenvalue* Area Dermaga Berbatu

Alternatif	Jumlah per Baris	<i>Eigenvector</i>	Hasil
Survey	2,28	0,75	3,02
Penentuan jalur	0,45	0,15	3,01
Koordinasi jadwal	0,29	0,10	3,00
Total			9,03

Sumber: Data Diolah, 2026

Berdasarkan hasil pada Tabel 4.50, alternatif mitigasi *survey* kondisi area dermaga dan jalur *sea trial* sebelum pekerjaan dilakukan memiliki nilai *eigenvalue* sebesar 3,02, alternatif mitigasi penentuan jalur aman dan pemasangan penanda area berisiko sebesar 3,01, dan alternatif mitigasi koordinasi jadwal *sea trial* dengan kondisi perairan dan pendampingan dari *dock master* sebesar 3,00, dengan total keseluruhan sebesar 9,03.

Berdasarkan hasil perhitungan *eigenvalue* pada masing-masing alternatif mitigasi pada Tabel 4.50, diperoleh nilai $\lambda_{\max}$.

Menghitung $\lambda_{\max}$ sesuai dengan Persamaan 2.7.

$$\lambda_{\max} = \frac{(3,02+3,01+3,00)}{3} = 3,03$$

Kemudian setelah menghitung $\lambda_{\max}$, dilanjutkan menghitung CI sesuai dengan Persamaan 2.8.

$$CI = \frac{(3,03-3)}{(3-1)} = 0,01$$

Setelah menghitung CI, dilanjutkan menghitung CR sesuai dengan Persamaan 2.9.

$$CR = \frac{0,01}{0,58} = 0,01$$

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai $\lambda_{\max}$ sebesar 3,03. Nilai ini kemudian digunakan untuk menghitung CI, dengan hasil sebesar 0,01. Selanjutnya, nilai RI sebesar 0,58, sesuai dengan Tabel 2.6. Hasil perhitungan menunjukkan nilai CR sebesar 0,01. Karena nilai tersebut lebih kecil dari batas toleransi yaitu 0,10, maka matriks perbandingan dinyatakan konsisten. Dengan demikian, hasil pembobotan alternatif mitigasi pada kriteria sub risiko area dermaga berbatu mengganggu pergerakan atau proses *sea trial* di pekerjaan *floating repair* dapat digunakan sebagai penentuan prioritas alternatif mitigasi yang paling efektif.

b. Perhitungan Menggunakan Expert Choice



Gambar 4.12 Perhitungan Expert Choice Area Dermaga Berbatu (Data Diolah, 2026)

Berdasarkan hasil Gambar 4.12 pengolahan data menggunakan *software* Expert Choice, diperoleh nilai prioritas untuk masing-masing alternatif mitigasi pada kriteria sub risiko area dermaga berbatu mengganggu pergerakan atau proses *sea trial* di pekerjaan *floating repair*. Hasil menunjukkan bahwa

alternatif mitigasi *survey* kondisi area dermaga dan jalur *sea trial* sebelum pekerjaan dilakukan memiliki bobot tertinggi sebesar 0,754, diikuti alternatif mitigasi penentuan jalur aman dan pemasangan penanda area berisiko sebesar 0,149, dan alternatif mitigasi koordinasi jadwal *sea trial* dengan kondisi perairan dan pendampingan dari *dock master* sebesar 0,097.

Selain itu, nilai *inconsistency* yang dihasilkan sebesar 0,01, yang berarti masih berada di bawah batas toleransi sebesar 0,10. Hal ini menunjukkan bahwa hasil penilaian yang dilakukan oleh *expert* memiliki tingkat konsistensi yang baik. Dengan demikian, hasil perhitungan menggunakan Expert Choice mendukung hasil perhitungan manual sebelumnya, sehingga dapat memperkuat validitas dalam penentuan prioritas mitigasi pada kriteria sub risiko area dermaga berbatu mengganggu pergerakan atau proses *sea trial* di pekerjaan *floating repair*.

4.7 Pemeringkatan Mitigasi Risiko Operasional

4.7.1. Pemeringkatan Mitigasi Risiko Operasional pada Pekerjaan *Docking Repair*

Pemeringkatan mitigasi dilakukan dengan menggabungkan bobot lokal kriteria dan bobot lokal alternatif untuk memperoleh bobot global setiap alternatif. Hasil perhitungan tersebut digunakan untuk menentukan urutan prioritas mitigasi pada pekerjaan *docking repair*, sesuai dengan Tabel 4.51 di bawah ini.

Tabel 4.51 Pemeringkatan Mitigasi Risiko Operasional *Docking Repair*

Kriteria	Bobot Lokal	Alternatif	Bobot Lokal	Ranking Lokal	Bobot Global	Ranking Global
I3	0,75	<i>Backup</i>	0,58	1	0,435	1
		<i>Pre-use</i>	0,26	2	0,195	2
		<i>Preventive</i>	0,16	3	0,120	4
S3	0,17	<i>Double check</i>	0,72	1	0,122	3
		<i>Marking</i>	0,18	2	0,031	6
		<i>Checklist</i>	0,10	3	0,017	8
S4	0,08	Arahan	0,58	1	0,046	5
		Instruksi	0,36	2	0,029	7
		Referensi	0,06	3	0,005	9

Sumber: Data Diolah, 2026

Berdasarkan hasil pemeringkatan pada Tabel 4.51, penyediaan *backup compressor* atau sewa darurat menempati peringkat pertama dengan bobot global sebesar 0,435. Hasil ini dipengaruhi oleh tingginya bobot kriteria gangguan *compressed air supply* akibat *air compressor down*, yaitu sebesar 0,75. Peringkat berikutnya adalah *pre-use inspection* dan pengisian *logsheet* kondisi *compressor* harian dengan bobot global 0,195, kemudian *double check* oleh supervisor sebelum pemasangan kembali *valve* dengan bobot global 0,122. Pemeringkatan tersebut menunjukkan bahwa keberlangsungan *compressed air supply* menjadi kebutuhan paling mendesak karena gangguan pada *compressor* dapat menghentikan beberapa aktivitas reparasi dan menyebabkan keterlambatan pekerjaan secara langsung.

4.7.2. Pemeringkatan Mitigasi Risiko Operasional pada Pekerjaan *Floating Repair*

Pemeringkatan mitigasi dilakukan dengan menggabungkan bobot lokal kriteria dan bobot lokal alternatif untuk memperoleh bobot global setiap alternatif. Hasil perhitungan tersebut digunakan untuk menentukan urutan prioritas mitigasi pada pekerjaan *floating repair*, sesuai dengan Tabel 4.52 di bawah ini.

Tabel 4.52 Pemeringkatan Mitigasi Risiko Operasional *Floating Repair*

Kriteria	Bobot Lokal	Alternatif	Bobot Lokal	Ranking Lokal	Bobot Global	Ranking Global
P1	0,76	<i>Oil Spill Kit</i>	0,65	1	0,494	1
		<i>Standby</i>	0,25	2	0,190	2
		<i>Containment</i>	0,10	3	0,076	4
L4	0,13	Pemeriksaan <i>draft</i>	0,60	1	0,078	3
		Penjadwalan	0,33	2	0,043	6
		Relokasi	0,06	3	0,008	9
L3	0,10	<i>Survey</i>	0,75	1	0,075	5
		Penentuan jalur	0,15	2	0,015	7
		Koordinasi jadwal	0,10	3	0,010	8

Sumber: Data Diolah, 2026

Hasil pemeringkatan dari Tabel 4.52 pada pekerjaan *floating repair* menunjukkan bahwa penyediaan *oil spill kit* sebelum

pengurusan solar menjadi alternatif mitigasi utama dengan bobot global sebesar 0,494. Alternatif ini berada jauh di atas pengarahannya kepada teknisi untuk mengawasi tumpahan solar dengan bobot global 0,190 dan pemeriksaan *draft* kapal serta kedalaman aktual dermaga dengan bobot global 0,078. Dominasi tersebut terjadi karena risiko tumpahan solar akibat tidak tersedianya *oil spill kit* memiliki bobot kriteria tertinggi, yaitu sebesar 0,76. Hasil ini menunjukkan bahwa pengendalian pencemaran dan kesiapan penanganan tumpahan menjadi perhatian utama dalam pekerjaan kapal yang masih berada di perairan.

4.8 Rekomendasi Mitigasi Risiko Operasional

4.8.1. Rekomendasi Mitigasi Risiko Operasional pada Pekerjaan *Docking Repair*

1. *Compressed Air Supply* untuk Pekerjaan di *Dock* Terganggu akibat *Air Compressor Down* (I3)

a. *Preventive maintenance* pada *air compressor*

Melaksanakan pemeliharaan *air compressor* secara terjadwal berdasarkan jam operasi dan rekomendasi teknis peralatan. Pemeliharaan dapat meliputi pemeriksaan pelumas, filter, tekanan udara, sambungan, kondisi motor, dan komponen penggerak. Tindakan ini bertujuan mengurangi kemungkinan kerusakan mendadak saat pekerjaan berlangsung.

b. Penyediaan *backup compressor* atau sewa darurat

Menyiapkan *unit compressor* cadangan yang dapat segera digunakan ketika unit utama mengalami gangguan. Apabila pengadaan unit cadangan belum memungkinkan, perusahaan membuat kerja sama dengan penyedia jasa sewa agar *unit* pengganti dapat didatangkan dalam waktu singkat. Alternatif ini menjaga keberlangsungan pekerjaan yang sangat bergantung pada *compressed air supply*.

c. *Pre-use inspection* dan *logsheet* kondisi *compressor* harian

Sebelum digunakan, pekerja perlu memeriksa tekanan, suara mesin, kebocoran, temperatur, kondisi selang, dan sambungan *compressor*. Hasil pemeriksaan dicatat dalam *logsheet* harian agar perubahan kondisi alat dapat diketahui lebih cepat. Pencatatan tersebut juga memudahkan supervisor menentukan apakah alat masih layak digunakan atau perlu diperbaiki.

2. Kesalahan pemasangan SDNR yang tidak sesuai arah aliran saat pekerjaan *valve sea chest* kapal (S3)

a. Menerapkan *checklist* spesifikasi teknis pekerjaan *valve* dan pemeriksaan arah pemasangan SDNR

Menggunakan *checklist* yang memuat jenis *valve*, spesifikasi, posisi, dan arah aliran SDNR. Teknisi wajib memeriksa setiap poin sebelum pemasangan dilakukan. Penggunaan *checklist* dapat mengurangi kesalahan akibat kelalaian atau ketidaksesuaian antara komponen yang dipasang dan kebutuhan sistem.

b. *Double check* oleh supervisor sebelum *valve* dipasang kembali

Supervisor perlu melakukan pemeriksaan ulang terhadap posisi dan arah pemasangan SDNR sebelum pekerjaan dinyatakan selesai. Pemeriksaan dapat dilakukan dengan mencocokkan tanda arah aliran pada *valve* dengan diagram sistem atau kondisi instalasi sebelumnya. Langkah ini memberikan kontrol tambahan sebelum sistem kembali dioperasikan.

c. Memberi tanda atau *marking* arah aliran dan dokumentasi foto sebelum pembongkaran

Sebelum pembongkaran, teknisi perlu memberikan tanda arah aliran pada *valve* dan pipa menggunakan tanda

yang jelas serta tahan terhadap kondisi kerja. Posisi awal komponen juga perlu didokumentasikan melalui foto. Dokumentasi tersebut dapat menjadi referensi saat pemasangan kembali sehingga teknisi tidak hanya mengandalkan ingatan.

3. Pekerja kurang mengenali jenis-jenis *valve* yang harus dikerjakan (S4)

a. Memberi arahan dengan identifikasi jenis *valve* dan fungsi operasionalnya

Memberikan arahan teknis mengenai jenis, fungsi, karakteristik, dan arah pemasangan *valve* yang umum digunakan pada kapal. Dapat menggunakan contoh komponen langsung atau simulasi sederhana. Tujuannya adalah meningkatkan kompetensi pekerja dan mengurangi kesalahan pemilihan maupun pemasangan *valve*.

b. Pembuatan referensi foto/gambar *valve* sebagai panduan kerja lapangan

Menyediakan referensi yang berisi foto, nama, fungsi, ciri fisik, dan lokasi penggunaan setiap jenis *valve*. Panduan tersebut perlu dibuat sederhana dan mudah dibawa ke area kerja. Referensi tersebut membantu pekerja melakukan identifikasi awal secara cepat sebelum memulai pembongkaran atau pemasangan.

c. Memberi instruksi teknisi berdasarkan kompetensi pekerjaan *valve*

Pekerjaan *valve* sebaiknya diberikan kepada teknisi yang memiliki pengalaman dan pemahaman sesuai dengan tingkat kesulitan pekerjaan. Teknisi yang belum berpengalaman dapat dilibatkan dengan pendampingan pekerja senior atau supervisor. Kemudian dapat menjaga kualitas pekerjaan dan mengurangi potensi *rework*. Alternatif mitigasi pada ketiga kriteria *docking repair*

tersebut telah disusun berdasarkan kondisi operasional dan divalidasi oleh para *expert*.

4.8.2. Rekomendasi Mitigasi Risiko Operasional pada Pekerjaan *Floating Repair*

1. Solar tumpah atau terbang ke laut karena tidak tersedianya *oil spill kit* (P1)

a. Penyediaan *oil spill kit* wajib sebelum pengurusan solar

Menjadikan ketersediaan *oil spill kit* sebagai persyaratan wajib sebelum pekerjaan pengurusan solar dimulai. Perlengkapan dapat mencakup *absorbent pad*, *boom*, sarung tangan, wadah limbah, dan alat pembersih lainnya. Pekerjaan tidak boleh dilanjutkan apabila perlengkapan penanganan tumpahan belum tersedia di lokasi.

b. Pengurusan solar dengan sistem *containment*

Menyusun atau memperkuat SOP pengurusan solar yang mengatur penggunaan wadah penampung, selang yang layak, penutupan saluran, dan penempatan penahan tumpahan. Sistem *containment* berfungsi menahan solar agar tidak langsung masuk ke perairan apabila terjadi kebocoran. SOP juga perlu menjelaskan langkah penghentian pekerjaan dan penanganan limbah hasil pembersihan.

c. Pengarahan teknisi untuk *standby* terhadap pengawasan tumpahan solar

Sebelum pekerjaan dimulai, supervisor perlu memberikan pengarahan mengenai tugas setiap teknisi dan prosedur penanganan apabila terjadi tumpahan. Salah satu teknisi perlu ditunjuk secara khusus untuk mengawasi sambungan selang, wadah penampung, dan kondisi sekitar pekerjaan. Pengawasan khusus dapat mempercepat respons sebelum tumpahan menyebar lebih luas.

2. Kapal kandas atau menyerap lumpur karena kedalaman dermaga tidak mencukupi untuk *draft* kapal (L4)

a. Pemeriksaan *draft* kapal dan kedalaman aktual dermaga sebelum pekerjaan disetujui

Sebelum pekerjaan disetujui, perlu membandingkan *draft* kapal dengan kedalaman aktual perairan dermaga. Pemeriksaan tidak cukup hanya menggunakan data lama karena kondisi sedimentasi dapat berubah. Hasil pengukuran perlu memperhitungkan batas aman antara bagian bawah kapal dan dasar perairan.

b. Penjadwalan pekerjaan berdasarkan kondisi pasang surut air laut

Apabila kedalaman dermaga terbatas, pekerjaan dapat dijadwalkan pada saat permukaan air berada pada kondisi yang lebih aman. Informasi pasang surut perlu diperiksa sebelum kapal diposisikan dan selama pekerjaan berlangsung. Penjadwalan ini dapat mengurangi kemungkinan kapal menyentuh dasar atau terjebak lumpur.

c. Relokasi pekerjaan ke area dermaga atau perairan yang lebih aman jika *draft* tidak mencukupi

Relokasi perlu dilakukan apabila hasil pemeriksaan menunjukkan bahwa kedalaman perairan tidak memenuhi kebutuhan *draft* kapal. Pemindahan dapat diarahkan ke bagian dermaga yang lebih dalam atau area perairan lain yang telah dinilai aman. Alternatif ini menjadi Tindakan terakhir penghindaran risiko ketika kondisi lokasi tidak dapat dikendalikan melalui penjadwalan.

3. Area dermaga berbatu mengganggu pergerakan atau proses *sea trial* (L3)

a. *Survey* kondisi area dermaga dan jalur *sea trial* sebelum pekerjaan dilakukan

Melakukan *survey* sebelum kapal bergerak dari dermaga atau melaksanakan *sea trial*. *Survey* mencakup kedalaman, keberadaan batu, sedimentasi, ruang manuver, dan hambatan di jalur pelayaran. Hasil *survei* digunakan untuk menentukan kelayakan jalur dan kebutuhan tindakan pengamanan tambahan.

b. Penentuan jalur aman dan pemasangan penanda area berisiko

Berdasarkan hasil *survei*, perlu menetapkan jalur yang memiliki kedalaman dan ruang manuver memadai. Area berbatu atau dangkal perlu diberi penanda yang terlihat oleh operator kapal. Penandaan membantu mencegah kapal memasuki area berbahaya selama pergerakan dari dermaga maupun saat kembali dari *sea trial*.

c. Koordinasi jadwal *sea trial* dengan kondisi perairan dan pendampingan *dock master*

Pelaksanaan *sea trial* perlu dikoordinasikan dengan kondisi pasang surut, cuaca, arus, dan aktivitas kapal lain di sekitar dermaga. *Dock master* perlu mendampingi proses pergerakan kapal. Pendampingan ini mendukung pengambilan keputusan yang cepat apabila ditemukan hambatan atau perubahan kondisi perairan. Ketiga kriteria *floating repair* dan alternatif mitigasinya telah disusun sesuai karakter pekerjaan kapal terapung serta kondisi dermaga perusahaan.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

This page is intentionally left blank

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan pada Bab 4 mengenai analisis risiko operasional pada pekerjaan *docking repair* dan *floating repair* menggunakan metode FMEA dan AHP, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil identifikasi risiko operasional yang dilakukan oleh tiga *expert* menemukan sebanyak 20 sub risiko pada pekerjaan *docking repair* dan 16 sub risiko pada pekerjaan *floating repair*, yang tersebar pada beberapa kategori penyebab meliputi faktor sumber daya manusia, peralatan, proses kerja, eksternal, serta lingkungan. Hal ini menunjukkan bahwa risiko operasional pada kedua jenis pekerjaan reparasi kapal tersebut bersumber dari berbagai aspek dan tidak hanya berasal dari satu faktor saja.
2. Hasil penilaian dan prioritisasi risiko menggunakan metode FMEA pada pekerjaan *docking repair* memperoleh nilai RPN yang bervariasi antara 87,63 sampai 393,56, dengan tiga risiko prioritas tertinggi yaitu I3 (gangguan *compressed air supply* akibat *air compressor down*) dengan RPN 393,56, S3 (kesalahan pemasangan SDNR yang tidak sesuai arah aliran) dengan RPN 358,52, dan S4 (pekerja kurang mengenali jenis-jenis *valve*) dengan RPN 309,63. Sementara itu, pada pekerjaan *floating repair*, nilai RPN berkisar antara 75,11 sampai 340,74, dengan tiga risiko prioritas tertinggi yaitu P1 (solar tumpah atau terbang ke laut) dengan RPN 340,74, L4 (kapal menyerap lumpur dan dapat kandas akibat kedalaman dermaga tidak mencukupi) dengan RPN 325,93, dan L3 (area dermaga berbatu mengganggu pergerakan atau proses *sea trial*) dengan RPN 309,63. Hasil penentuan prioritas mitigasi menggunakan metode AHP, yang telah divalidasi terlebih dahulu melalui *Content Validity Index* (CVI) dengan nilai I-CVI sebesar 1 untuk seluruh kriteria dan alternatif mitigasi pada kedua jenis

pekerjaan, menunjukkan bahwa pada pekerjaan *docking repair* kriteria I3 memperoleh bobot prioritas tertinggi (0,75) dengan alternatif mitigasi terpilih berupa penyediaan *backup compressor* atau sewa darurat (bobot global 0,435). Pada pekerjaan *floating repair*, kriteria P1 memperoleh bobot prioritas tertinggi (0,76) dengan alternatif mitigasi terpilih berupa penyediaan *oil spill kit* wajib sebelum pekerjaan pengurusan solar (bobot global 0,494). Seluruh hasil perbandingan berpasangan pada penelitian ini memiliki nilai *Consistency Ratio* (CR) di bawah 0,10, yang berarti penilaian yang diberikan oleh ketiga *expert* konsisten dan dapat dipertanggungjawabkan, serta diperkuat dengan hasil pengolahan menggunakan *software Expert Choice* yang menunjukkan bobot dan tingkat *inconsistency* yang sejalan dengan perhitungan manual.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan di atas, beberapa saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Bagi perusahaan, disarankan untuk segera memprioritaskan implementasi alternatif mitigasi dengan bobot global tertinggi pada masing-masing jenis pekerjaan, yaitu penyediaan *backup compressor* atau sewa darurat pada pekerjaan *docking repair*, dan penyediaan *oil spill kit* wajib sebelum pekerjaan pengurusan solar pada pekerjaan *floating repair*. Selain itu, perusahaan juga perlu menjadikan hasil pemeringkatan risiko pada Tabel 4.7 dan 4.8 sebagai acuan dalam menyusun standar operasional prosedur (SOP) K3 dan program pengawasan berkala, khususnya pada risiko-risiko dengan nilai RPN tinggi lainnya seperti S4, L3, P1, dan L2.
2. Bagi penelitian selanjutnya, disarankan untuk memperluas cakupan penelitian dengan menambahkan jenis risiko lain di luar kategori operasional, misalnya risiko finansial atau risiko rantai pasok material reparasi kapal. Penelitian lanjutan juga dapat melibatkan jumlah *expert* yang lebih banyak dan bervariasi dari sisi latar belakang keahlian, agar

hasil penilaian risiko dan prioritas mitigasi yang diperoleh semakin representatif dan akurat.

3. Bagi perguruan tinggi/akademisi, hasil penelitian ini dapat dijadikan referensi tambahan dalam pengembangan studi kasus penerapan integrasi metode FMEA dan AHP pada industri jasa reparasi kapal, khususnya dalam konteks pengambilan keputusan mitigasi risiko yang melibatkan banyak kriteria dan alternatif secara simultan.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

This page is intentionally left blank

DAFTAR PUSTAKA

- Akmaludin dkk. (2023) *Analytical Hierarchy Process Pendekatan MCDM*. Sleman: Deepublish Publisher.
- Arvianto, A. dkk. (2018) “Pengembangan Indikator Kinerja Utama untuk Mengukur Keberlanjutan Penelitian pada Fakultas Teknik Universitas Diponegoro”, *Jurnal Muara Ilmu Ekonomi dan Bisnis*, 2(2), hlm. 263–274.
- Basuki, M., Kusuma, P.A.I. dan Soares, Z. (2016) “Penilaian Resiko Operasional Pelayanan Bongkar Muat Kapal di Pelabuhan Dili, Timor-Leste”, *Teknoin*, 22(8), hlm. 577–583.
- Dewi, I.A.M.S. (2019) *Manajemen Risiko*. Bali: UNHI Press.
- Dwisetiono dan Fairussihan, J.D. (2022) “Analisis Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) pada Proses Perbaikan Kapal di PT. Dock dan Perkapalan Surabaya Menggunakan Metode HIRARC (Hazard Identification, Risk Assessment, and Risk Control)”, *HEXAGON: Jurnal Teknik dan Sains*, 3(1), hlm. 10–16.
- Fajri, K., Misni, H. dan Triwahyu, M. (2025) “Pengembangan Model Matematika Laju Korosi Aluminium 5083 pada Kapal Cepat Rudal 60 Meter”, *Jurnal Sains dan Teknologi Maritim (JSTM)*, 25(2), hlm. 201–214.
- Firmansyah, F. (2025) *Analisis Risiko Kerusakan pada Rubber Tyred Gantry (RTG) Menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan Analytical Hierarchy Process (AHP) di Pelabuhan Petikemas Surabaya*. [Skripsi]. Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
- Gai, A.M. dkk. (2025) *Buku Referensi Manajemen Risiko Identifikasi, Analisis dan Mitigasi untuk Masa Depan*. Medan: PT Media Penerbit Indonesia.
- Hanafi, M.M. (2016) *Manajemen Risiko*. Yogyakarta: UPP STIM YKPN.
- Health and Safety Executive (2012) *Asbestos: The Survey Guide*. London: HSE Books.
- Hendryadi (2017) “Validitas Isi: Tahap Awal Pengembangan Kuesioner”, *Jurnal Riset Manajemen dan Bisnis (JRMB) Fakultas Ekonomi UNIAT*, 2(2), hlm. 169 – 178.
- Hidayat, T. dan Darmana, E. (2022) “Analisis Terhambatnya Proses Docking Kapal dan Terhambatnya Proses Bongkar Muat yang Disebabkan Kerusakan pada Floating Dock Crane di Galangan PT. PAL Indonesia (Persero)”, *Majalah Ilmiah Gema Maritim*, 24(1), hlm. 8–17.

- IEC 60812 (2018) *International Standard Failure Modes and Effects Analysis (FMEA and FMECA)*. Geneva: IEC (International Electrotechnical Commission).
- Ikasari, D.M. dkk. (2021) *Manajemen Risiko Agroindustri: Teori dan Aplikasinya*. Malang: UB Press.
- Indrawati, A.E.H., Mulyatno, I.P. dan Kiryanto (2025) “Pemetaan Risiko dengan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan Analytic Hierarchy Process (AHP) pada Proyek Pembangunan Kapal Landing Craft Tank (LCT) 1500 DWT di Galangan Jakarta”, *Jurnal Teknik Perkapalan*, 13(1), hlm. 1–10.
- Kipli, M. dan Khairani, A.Z. (2020) “Content Validity Index: An Application of Validating CIPP Instrument for Programme Evaluation”, *Ioer International Multidisciplinary Research Journal*, 2(4), hlm. 31–40.
- Kristiana, R. dkk. (2022) *Manajemen Risiko*. Sumedang: CV. Mega Press Nusantara.
- Lucky, A.Z. (2025) *Analisis Pengendalian Kualitas Layanan Maintenance Head Truck dengan Menggunakan Metode Six Sigma di Perusahaan Bongkar Muat Surabaya*. [Skripsi]. Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
- Manik, P. (2009) “Analisa Teknis dan Ekonomis Sistem Perbaikan Daun Propeller yang Patah pada KM. Mandiri Dua tanpa Docking”, *Jurnal Kapal*, 6(2), hlm. 100–106.
- Maywati, S. dkk. (2024) *Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja*. Padang: Get Press Indonesia.
- Misra, I., Hakim, S. dan Pramana, A. (2020) *Manajemen Risiko; Pendekatan Bisnis Ekonomi Syariah*. Yogyakarta: K-Media.
- Mokoginta, S.A.L. (2025) *Analisis dan Mitigasi Risiko Instalasi Listrik dengan Metode FMEA dan FTA pada Departemen Fasilitas Terminal di Perusahaan Penyedia Jasa Terminal dan Bongkar Muat Surabaya*. [Skripsi]. Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
- Ningsih, K.P., Judijanto, L. dan Widiyanto, S. (2024) *Manajemen Risiko*. Yogyakarta: Sulus Pustaka.
- Pangestuti, D.C., Nastiti, H. dan Husniaty, R. (2022) “Analisis Risiko Operasional dengan Metode FMEA”, *Jurnal Akuntansi, Ekonomi, dan Manajemen Bisnis*, 10(2), hlm. 177–186.
- Parman, Agustin, D.F. dan Sophia, A.V. (2025) “Integrated Risk Assessment and Mitigation Strategy Prioritization for Cargo Handling Delays in Dry Bulk

- Port Terminals: A Combined FMEA-AHP Analysis”, *AJIM (Airlangga Journal of Innovation Management)*, 6(4), hlm. 803–822.
- Prasetyawati, D. dkk. (2025) “Penilaian Risiko Keselamatan Kerja pada Proses Reparasi Kapal di Galangan PT.X dengan Metode HIRARC”, *AGREGAT*, 10(2), hlm. 1405–1410.
- Purwangka, F., Deornay, I.V. dan Wahyuningrum, P.I. (2022) “Keselamatan Kerja pada Aktivitas di Area Docking Kapal PT Perikanan Indonesia Muara Baru”, *Marine Fisheries*, 13(2), hlm. 207–218.
- Puspitasari, W.D. dan Febrinita, F. (2021) “Pengujian Validasi Isi (Content Validity) Angket Persepsi Mahasiswa terhadap Pembelajaran Daring Matakuliah Matematika Komputasi”, *Focus ACTION Of Research Mathematic*, 4(1), hlm. 77–90.
- Putra, F.A. dan Cahyono, B.D. (2023) “Preventive Maintenance pada Area Roll Kiln Di PT. Satya Raya Keramindoindah”, *Jurnal Penelitian Rumpun Ilmu Teknik (JUPRIT)*, 2(1), hlm. 200–210.
- Rahmansyah, N. dan Lusinia, S.A. (2021) *Buku Ajar Sistem Pendukung Keputusan*. Medan: Pustaka Galeri Mandiri.
- Ramadan, R.M. dan Basuki, M. (2023) “Penilaian Risiko Operasional Keselamatan dan Kesehatan Kerja pada PT Dewa Ruci Agung Menggunakan Metode FMEA dan Matrik Risiko”, dalam *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Industri Berkelanjutan III (SENASTITAN III)*, hlm. 1–8.
- Renaldy, R. dkk. (2025) “Pemetaan Prioritas Risiko pada Proyek PT. ABC Menggunakan Analytical Hierarchy Process,” *JUTIN: Jurnal Teknik Industri Terintegrasi*, 8(4), hlm. 4388–4394.
- Saaty, T.L. dan Vargas, L.G. (2012) *Models, Methods, Concepts & Applications of the Analytic Hierarchy Process*. New York: Springer.
- Salgado, E.G., Salomon, V.A.P. dan Mello, C.H.P. (2012) “Analytic Hierarchy Prioritisation of New Product Development Activities for Electronics Manufacturing”, *International Journal of Production Research*, 50(17), hlm. 4860–4866.
- Saraswati, A.B., Tantrika, C.F.M. dan Sari, R.A. (2025) “Operational Risk Identification and Mitigation In Shipbuilding Project Delays Using Analytical Hierarchy Process (AHP),” *Jurnal Rekayasa Sistem dan Manajemen*, 2(2), hlm. 190–198.
- Sarjana, S. dkk. (2022) *Manajemen Risiko*. Bandung: Media Sains Indonesia.
- Sihombing, P.R. dkk. (2024) *Analytic Hierarchy Process (AHP) dalam Berbagai Software*. Banten: Minhaj Pustaka.

- Sinaga, E.M. dan Jayanti, S.E. (2022) *Buku Ajar Manajemen Risiko*. Padang: PT. Inovasi Pratama Internasional.
- Suparni dan Nasution, F. (2025) *Panduan Praktis Penelitian dan Pengembangan di Bidang Pendidikan*. Jakarta Selatan: Yayasan Berkah Litera Jaya.
- Supriyanto, A. dkk. (2023) *Buku Ajar Sistem Pendukung Keputusan Konsep dan Contoh Aplikasi Keputusan Pemberian Bantuan Sosial*. Sleman: Deepublish Publisher.
- Suryadi, T. dkk. (2023) “Content Validity for the Research Instrument Regarding Teaching Methods of the Basic Principles of Bioethics,” *Jurnal Pendidikan Kedokteran Indonesia: The Indonesian Journal of Medical Education*, 12(2), hlm. 186–202.
- Suryaningsih, E.I. dan NG, E.A. (2024) “Proses Pelaksanaan dan Perawatan Kapal Menggunakan Metode Sandblasting pada Galangan Kapal PT Batam Marina Shipyard”, *Jurnal Sains dan Teknologi Maritim (JSTM)*, 25(2), hlm. 58–71.
- Suwasono, B., Baroroh, I. dan Azhar, A. (2024) *Analisa Biaya Industri Perkapalan (Edisi Revisi)*. Surabaya: Hang Tuah University Press.
- Taherdoost, H. (2016) “Validity and Reliability of the Research Instrument; How to Test the Validation of a Questionnaire/Survey in a Research”, *International Journal of Academic Research in Management (IJARM)*, 5(3), hlm. 28–36.
- Tambunan, M.E. (2024) *Manajemen Risiko: Dasar-Dasar, Strategi, dan Aplikasi Praktis*. Yogyakarta: K-Media.
- Utami, K.S., Sitania, F.D. dan Profita, A. (2022) “Penerapan FMEA dan AHP dalam Perumusan Strategi Mitigasi Risiko Proses Penyaluran Jaringan Gas”, *JIME (Journal of Industrial and Manufacture Engineering)*, 6(1), hlm. 23–35.
- Wardani, S.L., Garside, A.K. dan Dewi, S.K. (2022) “Penentuan Strategi Mitigasi Risiko pada Supply Chain AMDK dengan Metode House of Risk dan Analytical Hierarchy Process”, *Jurnal Teknik Industri*, 12(3), hlm. 278–283.
- Widiatmaka, F.P. (2018) *Manajemen Perawatan dan Perbaikan Kapal*. Semarang: Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang.
- Wiryajati, I.K. dan Putra, I.K.P. (2025) *FMEA untuk Panduan Praktis Identifikasi Kegagalan dan Pengendalian Risiko*. Indramayu: PT. Adab Indonesia.
- Yussof, M.S.B. (2019) “ABC of Content Validation and Content Validity Index Calculation”, *Education in Medicine Journal*, 11(2), hlm. 49–54.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Insiden Kegiatan Reparasi Kapal

DATA INSIDEN KEGIATAN REPAIR KAPAL Dept. Shipyard



No	Nama	Tanggal kejadian	Jenis kecelakaan	Penyebab kecelakaan	Cidera yang diderita	Ket
1		05/06/2024	Medical Treatment	Mata terkena percikan gerinda	Cidera pada bagian mata	
2		28/06/2024	Medical treatment	Mata terkena percikan gerinda	Cidera pada bagian mata	
3		10/07/2024	Medical Treatment	ruas jari tangan tergores plat	Cidera pada ruas jari tangan	
4		07/10/2024	Medical Treatment	Mata terkena tumpahan thinner	Cidera pada bagian mata	
5		24/07/2024	Medical treatment	Mata terkena percikan gerinda	Cidera pada bagian mata	
6		07/10/2024	First Aid	jari tangan terjepit plat	Cidera pada bagian jari teunjuk	
7		12/12/2024	First aid	jari tangan sobek terkena plat	Cidera pada bagian jari tangan	

Dibuat oleh,

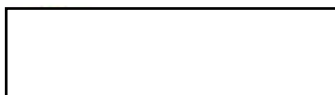
HSSE OFFICER

Lampiran 2. Rekapitulasi Laporan Kecelakaan Reparasi

REKAPITULASI LAPORAN KECELAKAAN - REPAIR- SHIPYARD



Waktu Kejadian/ Tanggal Bulan	Data Korban						Faktor Kecelakaan				Perkiraan Kerugian			Sebab Kecelakaan
	Nama	Jenis Kelamin (L/P)	Akibat				Luka Pada	Sumber Kecelakaan	Tipe Kecelakaan	Kondisi Mekanik Fisik Berbahaya	Tindakan Berbahaya	Material	Hari Kerja	
			Mati	Cacat Tetap	Sementara Tak Mampu Bekerja	Cidera Ringan								
5 Sep 2023		L	-	-	-	✓	Luka pada bagian kaki	Human Error	Terpapar	Batu gerinda tersangkut material	Pekerja kurang fokus	-	-	Pekerja sedang melakukan material di workshop kemudian batu gerinda nyangkut di material dan terlepas mengenai bagian kaki pekerja
10 Nov 2023		L	-	-	-	✓	Luka pada bagian mata	Pekerja tidak menggunakan APD	Terpapar	Gerinda tidak terdapat cover	Pekerja tidak menggunakan APD kaca mata untuk menggerinda	-	-	Pekerja pada saat menggerinda material tidak menggunakan kaca mata sehingga, sehingga lentingan gram gerinda mental dan mengenai mata pekerja
15-Oct-23		L	-	-	-	✓	Luka pada bagian jari kaki	Tertimpa material	Tertimpa	Material terlalu berat	Pekerja tidak fokus dan kurang berhati-hati	-	-	Pada saat pekerja memindahkan material pekerja kurang fokus sehingga menimpa kaki pekerja, menyebabkan luka pada bagian jari kaki
5-Jun-24		L	-	-	-	✓	Mata terkena percikan gerinda	Human Error	Terpapar	Gerinda tidak terdapat cover	-	-	-	Pekerja menggunakan APD kaca mata safety untuk menggerinda, akan tetapi percikan gerinda menyelinap masuk melalui sela-sela kacamatanya sehingga masuk ke bagian mata pekerja
28-Jun-24		L	-	-	-	✓	Mata terkena percikan gerinda	Human Error	Terpapar	Gerinda tidak terdapat cover	Pekerja tidak menggunakan APD pada saat menggerinda material sehingga lentingan gram dari batu gerinda masuk ke mata pekerja	-	-	
10-Jul-24		L	-	-	-	✓	Ruas jari tangan tergores plat	Human Error	Tergores	pinggiran plat tajam	Kurang berhati-hati	-	-	Pada saat pekerja akan memindahkan potongan plat pekerja sudah menggunakan sarung tangan akan tetapi pinggiran plat yang tajam sehingga membuat sarung tangan robek dan mengenai ruas jari tangan pekerja
7-Oct-24		L	-	-	-	✓	Cidera pada bagian mata	Human Error	Terpapar	-	wadah thinner tidak tertutup	-	-	Pada saat pekerja akan membersihkan thinner, pekerja menyenggol tempat penyimpanan thinner sehingga thinner tumpah dan mengenai wajah pekerja



REKAPITULASI LAPORAN KECELAKAAN - REPAIR- SHIPYARD



Waktu Kejadian/ Tanggal Bulan	Data Korban						Faktor Kecelakaan				Perkiraan Kerugian			Sebab Kecelakaan
	Nama	Jenis Kelamin (L/P)	Akibat				Luka Pada	Sumber Kecelakaan	Tipe Kecelakaan	Kondisi Mekanik Fisik Berbahaya	Tindakan Berbahaya	Material	Hari Kerja	
			Mati	Cacat Tetap	Sementara Tak Mampu Bekerja	Cidera Ringan								
24-Jul-25		L	-	-	-	√	Cidera pada bagian mata	Human Error	Terpapar	-	Pekerja tidak fokus	-	-	Pada saat pekerja mengerjakan material pekerja kurang fokus sehingga lendngan percikan batu gerinda mengenai mata pekerja
6-Oct-25		L	-	-	-	√	Luka pada jari telunjuk	Human Error	Terjepit	Material terlalu berat	Pekerja kurang berhati-hati	-	-	Pada saat akan memindahkan plat material pekerja kurang berhati-hati sehingga jari tangan pekerja terjepit material plat
12-Dec-25		L	-	-	-	√	Jari tangan sobek terkena plat	Human Error	Tergores	-	Kurang berhati-hati	-	-	Pada saat akan memindahkan barang jari tangan siswa magang terjepit material

Ditandatangani oleh,

HSSE Officer

Lampiran 3. Laporan Statistik Insiden

LAPORAN STATISTIK INSIDEN INCIDENT STATISTIC REPORT					
Unit		Bulan	Januari	Tahun	2022

Lamongan																																	
2020	Bulan	Manpower	Manhour	Safe Manhour (Lost time free)	Safe Manhour (LTC Free) Contribution to TRD	All Case	Recordable				Total Recordable	First Aid	Near Miss	Day Lost	Direct Cost (IDR)	Property Damage						Total Property Damage	Cost (IDR)	Environmetal Pollution				Total Environment Pollution	Cost (IDR)	Lost Time Frequency Rate	Recordable Incident Rate	All Incident Rate	Severity Rate
							Fatal	Lost Time	Restricted	Medical Treatment						Equipment	Cost (IDR)	Vehicle	Cost (IDR)	Others	Cost (IDR)			< IDR 50.000.000	IDR 50.000.000 - IDR 30.000.000	> IDR 30.000.000							
Januari	32	6.386	0	6.386	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Februari	32	7.476	7.476	13.862	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Maret	32	7.438	14.914	21.300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
April	32	7.891	22.805	28.991	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mai	32	7.513	30.118	36.504	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Juni	32	7.513	37.631	44.017	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Juli	32	7.882	44.723	51.109	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Agustus	32	7.882	51.815	58.201	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
September	32	6.882	58.897	43.699	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oktober	32	6.977	65.674	48.300	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
November	32	7.484	73.158	53.408	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desember	32	7.382	80.250	60.500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
YTD		86.636			5	0	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	11,54	0,00		

LAPORAN STATISTIK INSIDEN INCIDENT STATISTIC REPORT						
Unit			Bulan	Desember	Tahun	2023

Lamongan																																
2023	Manpower	Manhour	Safe Manhour (Lost time free)	Safe Manhour (LTC Free) Contribution to TRD	All Case	Recordable				Total Recordable	First Aid	Near Miss	Day Lost	Direct Cost (IDR)	Property Damage						Total Property Damage	Cost (IDR)	Environmental Pollution				Total Environment Pollution	Cost (IDR)	Lost Time Frequency Rate	Recordable Incident Rate	All Incident Rate	Severity Rate
Bulan						Fatal	Lost Time	Restricted	Medical Treatment						Equipment	Cost (IDR)	Vehicle	Cost (IDR)	Others	Cost (IDR)			< IDR 5.000.000	IDR 5.010.000 - IDR 30.000.000	IDR 30.010.000 +							
Januari	30	5.555	0	5.555	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Februari	30	6.666	6.666	12.222	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	2,40	0,00
Maret	30	6.546	13.212	18.768	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
April	30	6.696	19.908	25.464	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Mei	30	6.696	26.604	32.190	3	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	7,17	0,00
Juni	30	6.764	33.368	38.924	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Juli	30	7.049	40.417	45.973	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	4,54	0,00
Agustus	30	6.929	47.346	52.902	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	4,62	0,00
September	30	6.090	53.436	58.992	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	2,63	0,00
Oktober	30	6.185	59.621	65.177	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	2,59	0,00
November	30	6.300	65.921	71.477	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Desember	30	5.990	71.911	77.467	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
YTD		77.467			10	0	0	0	0	0	6	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	25,82	0,00

Lampiran 4. Pengalaman Pekerjaan Reparasi Kapal

No	Nama Paket Pekerjaan	Ringkasan Lingkup Pekerjaan	Lokasi	Pemberi Tugas / Pejabat Pembuat Komitmen		Kontrak		Tanggal Selesai Pekerjaan Berdasarkan	
				Nama	Alamat/ Telepon	No / Tanggal	Nilai	Kontrak	BA Serah Terima
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
9	Docking Surfer 2610 (aluminium)	Perbaikan dan pemeliharaan		Jl. Mirangkabau Barat No. 34 Jakarta	019/SK/MK T/III/2018 7 maret 2018	Rp. 206.893.795,-	7 Maret 2018	16 April 2018	
10	Pelaksana pekerjaan Replating Alu Plate KP. Brantas	Perbaikan dan pemeliharaan		Jl. Nilam Barat No. 20A Surabaya	08/DRA/V/2018 18 april 2018	Rp. 26.150.000,-	18 april 2018	04 juni 2018	
11	Docking KN 416 (Fiberglass)	Perbaikan dan pemeliharaan		Jl. Kalimas Baru 194 Surabaya	PL.106/01/19/SYB.TP n-18 01 agustus 2018	Rp. 1.213.826.220,-	01 agustus 2018	04 septemb er 2018	
12	Docking KN 468 (Fiberglass)	Perbaikan dan pemeliharaan		Jl. Kalimas Baru 194 Surabaya	PL.106/02/17/SYB.TP n-18 25 Oktober 2018	Rp. 1.301.363.368,-	25 Oktober 2018	03 Desemb er 2018	
13	Docking KN 438 (Baja)	Perbaikan dan pemeliharaan		Jl. Kalimas Baru 194 Surabaya	PL.106/02/15/SYB.TP n-18 25 Oktober 2018	Rp. 1.296.615.480,-	25 Oktober 2018	16 Desemb er 2018	
14	Docking TB. MIDAI (Baja)	Perbaikan dan pemeliharaan		Jl. Kramat Raya No. 29 Jakarta 10450	390045831 2 25 April 2019	Rp. 2.090.000.000	25 April 2019	20 mei 2019	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
8	Docking Kapal Fun Ship	Perbaikan dan pemeliharaan			Jl. RE. Martadinata Lot 02, Kel. Tanjung Pinang, Kec. Sekupang Kota Batam	LTRD.002/ PK/V/2025 8 Mei 2025	Rp. 588.450.000,-	09 Mei 2025	07 Juni 2025
9	Docking CB. SHIP Fortune	Perbaikan dan pemeliharaan			JL. Arfak no.22, RT/RW.02 /01 Klabala, Sorong, Papua Barat Daya 98414 - Indonesia	LTRD.003/ PK/V/2025 13 Mei 2025	Rp. 800.000.000,-	28 Mei 2025	30 Juni 2025

30	Pekerjaan Perbaikan CB. Bahari 99	Perbaikan dan pemeliharaan		Jl. Sunter Permai Raya No. 16-17 Blok D, sunter Agung, Prink, Jakarta	LTRD.008/ PK/IV/202 4 18 April 2024	Rp. 941.753.205 , ⁻	18 April 2024	21 Mei 2024
32	Perbaikan Kapal Patroli AMMAN BENETE	Perbaikan dan pemeliharaan		Jl. Bung Kamo no. 6, Mataram, Lombok NTB Indonesia	LTRD.077/ PK/XIV/202 4 17 desember 2024	Rp. 1.755.000.0 00	17 desember 2024	10 januari 2025
33	Perbaikan Kapal CB Kencana Raya	Perbaikan dan pemeliharaan		Pekirings n, Kec. Kesambi, Kota Cirebon, Jawa Barat	LTRD.001/ PK/III/202 5 10 maret 2025	Rp. 1.335.925.0 00	10 maret 2025	17 April 2025

Gresik, 22 Oktober 2025

Direktur Utama

Lampiran 5. Prosedur Reparasi Kapal

	PROSEDUR MUTU	No. Dok :
		Tgl. Terbit : 17 Oktober 2017
	PRODUKSI – 	Revisi : 0
		Halaman : 3 dari 6

1. Tujuan

Prosedur ini ditetapkan sebagai pedoman dalam pelaksanaan produksi proyek bangunan baru dalam pembuatan kapal di

2. Ruang Lingkup

Proses produksi bangunan baru ini mencakup pelaksanaan pengerjaan proyek bangunan baru mulai tahap awal sampai tahap akhir di

3. Referensi

3.1. Sistem Manajemen Mutu ISO 9001:2015 Klausul 8.

4. Penanggung Jawab

- 4.1. Direktur utama bertanggung jawab mengesahkan prosedur bangunan baru ini.
- 4.2. Direktur bertanggung jawab meninjau kelengkapan dan kesesuaian prosedur terhadap kebijakan perusahaan dan persyaratan serta standart yang ditetapkan.
- 4.3. Manager Departemen Produksi bertanggung jawab terhadap pelaksanaan proyek bangunan baru dan memastikan kesesuaian bangunan baru dengan persyaratan yang ditetapkan.
- 4.4. Supervisor produksi bertanggung jawab dan melaporkan kepada Manager Produksi :
 - 4.4.1. Pembuatan laporan rencana pelaksanaan pekerjaan bangunan baru.
 - 4.4.2. Pembuatan laporan pelaksanaan pekerjaan bangunan baru secara mingguan.
 - 4.4.3. Melakukan kontrol proses pekerjaan bangunan baru secara mingguan.
 - 4.4.4. Melakukan kontrol tenaga kerja, peralatan kerja, material dan consumable terhadap pekerjaan pembangunan kapal baru. Dan melaporkan secara mingguan.
 - 4.4.5. Melakukan koordinasi dengan Engineering & Planning, Project, QC, QHSSE dan staf produksi di bawahnya tentang proses pengerjaan bangunan baru.
 - 4.4.6. Melakukan koordinasi dengan Supervisor Lapangan, Foreman maupun pekerja baik pihak internal atau eksternal terkait dengan pekerjaab bangunan baru.
 - 4.4.7. Memberikan order kepada teknisi secara harian dan meminta / membuat laporan kerja teknisi secara harian.
- 4.5. Teknisi terkait bertanggung jawab untuk melaksanakan tugas sesuai instruksi / order kerja terkait dan melaporkan hasil pekerjaan tersebut kepada Supervisor Produksi setiap hari.

5. Definisi

Tidak ada

6. Uraian Prosedur

- 6.1. Engineering menyerahkan / mendistribusikan dokumen proyek berupa : Shop drawing, cutting sheet, Material Take-off (MTO), Material Request (MR) utama.
- 6.2. Manager produksi melakukan koordinasi pekerjaan kepada para supervisor produksi..
- 6.3. Supervisor produksi melakukan koordinasi pekerjaan untuk membagi tugas kepada para teknisi. Dapat dilakukan dengan cara briefing pagi atau rapat kecil.
- 6.4. Bersama teknisi terkait, supervisor construction memeriksa persiapan dan ketersediaan material dan alat baik yang ada di gudang maupun workshop.
- 6.5. Masing – masing supervisor produksi sesuai SOP atau Instruksi Kerja yang terkait mempersiapkan kerja yang dapat berupa : Man Power, dokumen terkait, peralatan, material, consumable, perlengkapan safety dan meja kerja.

	PROSEDUR MUTU	No. Dok :
		Tgl. Terbit : 17 Oktober 2017
		Revisi : 0
		Halaman : 4 dari 6

6.6. Proses Hull :

- 6.6.1. Pekerjaan awal dalam proyek bangunan baru adalah proses hull yang dilakukan oleh pelaksana internal / eksternal dan supervisor terkait sesuai instruksi kerja hull.
- 6.6.2. Hasil dari proses hull diperiksa mengenai kesesuaian pekerjaan berdasarkan drawing dan spesifikasi teknis oleh pihak Pelaksana Internal / eksternal dan Supervisor terkait.
- 6.6.3. Finishing dilakukan untuk kesesuaian hasil kerja.

6.7. Secara bersamaan dilakukan :

6.7.1. Proses Outfitting

- 6.7.1.1. Dilakukan oleh pelaksana internal / eksternal dan Supervisor terkait sesuai instruksi kerja outfitting.
- 6.7.1.2. Hasil dari proses outfitting diperiksa mengenai kesesuaian pekerjaan berdasarkan drawing dan spesifikasi teknis oleh pihak pelaksana internal / eksternal dan supervisor terkait.
- 6.7.1.3. Finishing dilakukan untuk kesesuaian hasil kerja.

6.7.2. Proses Piping

- 6.7.2.1. Proses piping dilakukan oleh Pelaksana Internal / Eksternal dan Supervisor terkait sesuai Instruksi Kerja proses pekerjaan piping.
- 6.7.2.2. Hasil dari proses piping diperiksa mengenai kesesuaian pekerjaan berdasarkan drawing dan spesifikasi teknis oleh pihak pelaksana internal / eksternal dan supervisor terkait.
- 6.7.2.3. Finishing dilakukan untuk kesesuaian hasil kerja.

6.7.3. Proses Machinery

- 6.7.3.1. Proses machinery dilakukan oleh pelaksana internal / eksternal dan supervisor terkait sesuai Instruksi Kerja proses Machinery.
- 6.7.3.2. Hasil dari proses machinery diperiksa mengenai kesesuaian pekerjaan berdasarkan drawing dan spesifikasi teknis oleh pihak Pelaksana internal / eksternal dan supervisor terkait.
- 6.7.3.3. Finishing dilakukan untuk kesesuaian hasil kerja.

6.8. Setelah setiap proses Hull, Outfitting, Piping dan Machinery selesai, maka QC melakukan pemeriksaan atau pengujian sesuai standar dan SOP atau instruksi kerja yang terkait dengan aktivitas QC.

6.9. Pekerjaan selanjutnya meliputi :

6.9.1. Proses Interior

- 6.9.1.1. Proses interior dilakukan oleh Pelaksana Internal / Eksternal dan Supervisor sesuai instruksi kerja proses interior.
- 6.9.1.2. Hasil dari proses interior diperiksa mengenai kesesuaian berdasarkan drawing dan spesifikasi teknis oleh pihak pelaksana internal / eksternal dan supervisor terkait.
- 6.9.1.3. Finishing dilakukan untuk kesesuaian hasil kerja.

6.9.2. Proses Life Saving Appliances (LSA) & Fire Fighting Equipment (FFE)

- 6.9.2.1. Proses LSA & FFE dilakukan oleh pelaksana internal / eksternal dan supervisor sesuai instruksi kerja proses LSA & FFE.
- 6.9.2.2. Hasil dari proses LSA & FFE diperiksa mengenai kesesuaian pekerjaan berdasarkan drawing dan spesifikasi teknis oleh pihak pelaksana internal / eksternal dan supervisor terkait.
- 6.9.2.3. Finishing dilakukan untuk kesesuaian hasil kerja.

	PROSEDUR MUTU	No. Dok :
		Tgl. Terbit : 17 Oktober 2017
		Revisi : 0
		Halaman : 5 dari 6

6.9.3. Proses Electrical dan Electronic

6.9.3.1. Proses electrical dan electronic dilakukan oleh Pelaksana internal / eksternal dan supervisor sesuai instruksi kerja proses electrical & electronic.

6.9.3.2. Hasil dari proses electrical dan electronic diperiksa mengenai kesesuaian pekerjaan berdasarkan drawing dan spesifikasi teknis oleh pihak pelaksana internal / eksternal dan supervisor terkait.

6.9.3.3. Finishing dilakukan untuk kesesuaian hasil kerja.

6.10. Proses Painting / Coating

6.10.1. Proses ini bisa dilakukan bersamaan dengan proses hull maupun saat finishing pekerjaan kapal keseluruhan sampai dengan proses launching.

6.10.2. Hasil dari proses painting / coating diperiksa mengenai kesesuaian pekerjaan berdasarkan spesifikasi teknis oleh pihak paint maker, pelaksana internal / eksternal, dan supervisor terkait.

6.11. Bangunan / kapal baru yang telah selesai dilakukan "launching" yang dikoordinasikan dengan bagian Yard sesuai SOP launching kapal.

6.12. Setelah launching selesai maka dilakukan Commisioning oleh Supervisor terkait sesuai SOP / Instruksi Kerja Launching yang disaksikan oleh QHSSE, Klasifikasi dan Owner Surveyor.

6.13. Hasil laporan Commisioning dibuat dalam form Commisioning Test Report oleh Departemen QC.

6.14. Test berikutnya adalah sea trial dan inclining test oleh Supervisor terkait yang disaksikan oleh HSSE, Owner Surveyor, dan Klasifikasi sesuai SOP / Instruksi Kerja Sea Trial. Hasil laporan commisioning dibuat dalam form Sea Trial Report oleh Departemen QC.

6.15. Inclining test dilaksanakan oleh Departemen Engineering sesuai SOP / Instruksi Kerja terkait dengan dibantu oleh Supervisor Produksi.

6.16. Semua laporan proses pekerjaan dibuat oleh masing – masing Sub Departemen untuk dilaporkan kepada Supervisor terkait.

7. Riwayat Perubahan

Nomor Revisi	Tanggal Perubahan	Isi Perubahan
-	-	-

8. Dokumen Terkait

8.1. Flow chart

Lampiran 6. Lembar Wawancara Identifikasi Risiko Operasional pada Pekerjaan *Docking Repair*

Narasumber : *Expert 1 (AS), Expert 2 (VNA), Expert 3 (DBP)*

Jabatan : Manager Operasional, SPV Product, SPV Facility

Lama bekerja: 20 Tahun, 11 Tahun, 8 Tahun

Berdasarkan wawancara terkait identifikasi risiko operasional pada pekerjaan *docking repair* yang telah dilakukan kepada ketiga *expert*, diperoleh jawaban sebagai berikut:

No.	Pertanyaan	Jawaban
1	Apa saja pekerjaan-pekerjaan yang dilakukan pada <i>docking repair</i> ?	1. Pekerjaan menyesuaikan <i>repair list</i> yang diberikan oleh pemilik kapal ke galangan ke galangan. 2. Survei kapal, posisi masih di bawah dan apa yang di <i>repair</i>. 3. Estimasi penggantian material. 4. Jika memerlukan naik <i>dock</i>, maka harus dilakukan <i>docking repair</i>. 5. Sandar kapal di dermaga/<i>jetty</i>. 6. Asistensi tali tambat sandar kapal. 7. Naik dan turun kapal. 8. Pemasangan ganjal/balok <i>docking</i>. 9. Pemasangan <i>shore power</i>. 10. Disediakan fasilitas pemadam kebakaran. 11. Disediakan fasilitas tempat sampah. 12. Pekerjaan <i>blasting</i> dan <i>polishing</i>. 13. Pekerjaan bongkar dan pasang <i>shaft propeller</i>. 14. Pekerjaan panas (<i>steel work</i>) area lambung. Sesuai Rekomendasi dari <i>Class</i> pada saat <i>Special Survey</i> (5 Tahun Sekali) • General <i>overhaul</i> <i>main engine</i>, <i>auxiliary engine</i>, dan <i>generator</i>. Sesuai Rekomendasi dari <i>Class</i> untuk <i>Intermediate Survey</i> (2,5 Tahun Sekali) • Pembersihan area lambung bawah garis air. • Pengencatan <i>anti fouling</i>. • Bongkar pasang <i>shaft/propeller</i> dan <i>rudder stock & blade</i>.
2	Gangguan operasional apa yang paling sering muncul pada	1. Perubahan kerja di area <i>dock</i> kurang siap digunakan akibat kerusakan atau ketidaktersediaan.

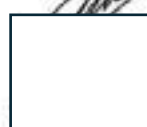
No.	Pertanyaan	Jawaban
	Infrastruktur/peralatan di perusahaan?	2. Pekerjaan tertunda akibat gangguan suplai listrik fasilitas galangan, seperti konsleting instalasi, <i>maintenance</i> gardu, atau perbaikan panel distribusi. 3. <i>Compressed air supply</i> untuk pekerjaan di dock terganggu akibat <i>air compressor down</i>. 4. Pekerjaan pengelasan untuk pekerjaan reparasi di dock tertunda karena kondisi mesin las <i>down</i>.
3	Kesalahan SDM apa yang paling sering memicu gangguan operasional di perusahaan?	1. Pekerja lalai atau kurang teliti dalam mengikuti prosedur kerja, misalnya material tidak dibawa ke area kerja. 2. Penurunan produktivitas pekerja akibat kondisi kesehatan yang tidak optimal saat pekerjaan <i>docking repair</i>. 3. Kesalahan pemasangan SDNR yang tidak sesuai arah aliran saat pekerjaan <i>valve sea chest</i> kapal. 4. Pekerja kurang mengenali jenis-jenis <i>valve</i> yang harus dikerjakan. 5. Instruksi kerja tidak terkoordinasi, menyebabkan miskomunikasi dalam pekerjaan <i>docking repair</i>. 6. Pekerja di area dock jarang menggunakan APD sesuai prosedur kerja galangan.
4	Gangguan operasional dari sistem/proses apa yang memengaruhi gangguan operasional di perusahaan?	1. Penyelesaian pekerjaan <i>shaft</i>, <i>propeller</i>, mesin, kemudi, atau pengisian tertunda sehingga mengganggu proses <i>undocking</i>. 2. Pekerjaan tambahan membuat estimasi ulang kebutuhan material. 3. Persiapan material untuk pekerjaan <i>docking repair</i> kurang tepat jumlah atau jenisnya.
5	Gangguan operasional apa yang paling sering muncul dari sisi eksternal di perusahaan?	1. Material terlambat datang dari pihak eksternal atau memerlukan modifikasi sebelum bisa digunakan. 2. Pekerjaan di bengkel luar tidak sesuai spesifikasi, hasil tidak dapat dipastikan. 3. Pekerjaan tertunda menunggu penyelesaian pekerjaan yang dari pihak eksternal karena antrean.
6	Kondisi lingkungan apa yang memengaruhi gangguan operasional di area represi perusahaan?	1. Cuaca buruk mengganggu pekerjaan di area terbuka, seperti <i>painting</i>, <i>blasting</i>, atau pekerjaan luar kapal. 2. Genangan air, oli, atau minyak mengganggu pekerjaan di area terbuka. 3. Pekerjaan <i>sandblasting</i> atau pengisian menimbulkan debu sehingga mengganggu pekerjaan lain.

No.	Pertanyaan	Jawaban
		4. Keterlambatan pengecatan karena kelembapan udara tidak sesuai.

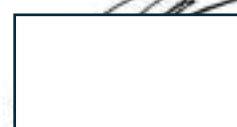
Expert 1
Manager Operasional,



Expert 2
SPV Product,



Expert 3
SPV Facility,



Lampiran 7. Lembar Wawancara Identifikasi Risiko Operasional pada Pekerjaan *Floating Repair*

Narasumber : *Expert 1 (AS), Expert 2 (VNA), Expert 3 (DBP)*

Jabatan : Manager Operasional, SPV Product, SPV Facility

Lama bekerja: 20 Tahun, 11 Tahun, 8 Tahun

Berdasarkan wawancara terkait identifikasi risiko operasional pada pekerjaan *floating repair* yang telah dilakukan kepada ketiga *expert*, diperoleh jawaban sebagai berikut:

No.	Pertanyaan	Jawaban
1	Apa saja pekerjaan-pekerjaan yang dilakukan pada <i>floating repair</i> ?	1. Pekerjaan menyesuaikan <i>repair list</i> yang diberikan oleh pemilik kapal ke galangan ke galangan. 2. Survey kapal, posisi masih di bawah dan apa yang di <i>repair</i>. 3. Estimasi penggantian material. 4. Kalau bisa dikerjakan di kapal terapung, maka cukup dilakukan <i>floating repair</i>. 5. Sandar kapal di demagajetty. 6. Asistensi tali tambat sandar kapal. 7. Pemasangan <i>shore power</i>. 8. Disediakan fasilitas pemadam kebakaran. 9. Disediakan fasilitas tempat sampah. 10. Pengecekan <i>machinery equipment</i> (<i>main engine, auxiliary engine, pump, dll</i>). 11. Pengecekan alat navigasi dan komunikasi. 12. Pekerjaan pasang anas dalam (<i>upleg system</i>).
2	Gangguan operasional apa yang paling sering muncul pada infrastruktur/peralatan di perusahaan?	1. Peralatan kerja di kapal terapung kurang siap digunakan atau sulit dimobilisasi. 2. Pekerjaan tertunda saat <i>vapour listrik</i> di kapal terapung atau demaga, seperti <i>shore power</i> terganggu. 3. <i>Compressed air supply</i> untuk pekerjaan di kapal terapung terganggu akibat <i>air compressor down</i>. 4. Pekerjaan pengolahan di kapal terapung tertunda karena kondisi mesin <i>les down</i>.
3	Kesalahan SDM apa yang paling sering memicu gangguan operasional di perusahaan?	1. Pekerja <i>lalai</i> atau kurang teliti dalam mengikuti prosedur kerja, misalnya material tidak dibawa ke area demaga. 2. Penurunan produktivitas pekerja akibat kondisi kesehatan yang tidak optimal saat bekerja di kapal terapung. 3. Instruksi kerja antara tim kapal dan pelaksana <i>repair</i> tidak terkoordinasi sehingga terjadi miskomunikasi. 4. Pekerja di area kapal terapung jarang menggunakan APD sesuai risiko kerja di atas air.

No.	Pertanyann	Jawaban
4	Gangguan operasional dari sistem/proses apa yang memengaruhi gangguan operasional di perusahaan?	1. Solar tumpah atau terbang ke laut karena tidak tersedianya <i>oil spill kit</i>. 2. Persiapan material untuk pekerjaan <i>floating repair</i> kurang tepat jumlah atau jenisnya.
5	Gangguan opsional apa yang paling sering muncul dari sisi eksternal di perusahaan?	1. Proses perizinan/<i>permit</i> untuk <i>hot work</i> lebih ketat, menyebabkan keterlambatan.
6	Kondisi lingkungan apa yang memengaruhi gangguan operasional di area operasi perusahaan?	1. Cuaca buruk mengganggu pekerjaan di aren terbuka kapal. 2. Ombak besar mengganggu stabilitas kapal dan keselamatan pekerja. 3. Area demaga berbatu mengganggu pergerakan atau proses <i>sea trial</i>. 4. Kapal menyerap lumpur dan dapat kandas karena kedalaman demaga tidak mencukupi untuk <i>draft</i> kapal. 5. Angin besar mengganggu pelaksanaan <i>insfiting test</i> pada kapal.

Expert 1
Manager Operasional,



Expert 2
SPV Product,



Expert 3
SPV Facility,



Lampiran 8. Lembar Validasi Kuesioner CVI untuk Penilaian FMEA pada Pekerjaan *Docking Repair dan Floating Repair*

a. *Expert 1: AS*



LEMBAR VALIDASI KUESIONER CONTENT VALIDITY INDEX (CVI) I

Dengan Hormat,

Kuesioner yang akan Bapak validasi disusun untuk mendukung penelitian mengenai "Manajemen Risiko Operasional pada Pekerjaan *Docking Repair dan Floating Repair* menggunakan Metode FMEA dan AHP di Salah Satu Perusahaan Galangan Kapal Lamongan". Kuesioner ini memuat sejumlah *item* pernyataan yang disusun berdasarkan hasil observasi lapangan, wawancara dengan *expert*, serta identifikasi risiko yang mengganggu operasional perusahaan pada pekerjaan *docking repair dan floating repair*.

Sebagai validator materi (*content validator*), saya memohon kesediaan Bapak untuk memberikan penilaian terhadap tingkat relevansi setiap *item* pernyataan dengan aspek yang diukur. Penilaian Bapak diharapkan didasarkan pada isi pernyataan, kejelasan bahasa, dan kesesuaian *item* dengan tujuan penelitian. *Review* Bapak juga diharapkan dilakukan secara objektif dan konstruktif guna menyempurnakan instrumen penelitian ini agar layak digunakan sebagai alat pengumpulan data. Hasil validasi ini selanjutnya akan digunakan sebagai dasar penyusunan kuesioner FMEA yang digunakan dalam analisis risiko operasional pada pekerjaan *docking repair dan floating repair*.

Keterangan istilah operasional:

- *Valve* adalah komponen untuk mengatur, membuka, atau menutup aliran cairan atau gas dalam system perpipaan.
- SDNR (*Screw Down Non-Return*) adalah jenis *valve* yang berfungsi menutup aliran secara manual seperti *valve* biasa, tetapi juga berfungsi sebagai *valve* satu arah untuk mencegah aliran balik.
- *Maintenance Gardin* adalah serangkaian kegiatan perawatan pada gardu listrik untuk menjaga distribusi listrik tetap stabil dan mencegah kerusakan fatal.
- *Main Engine* adalah mesin induk atau mesin utama yang berfungsi sebagai sumber tenaga penggerak utama kapal.
- *Air Compressor* adalah mesin yang berfungsi menyerap udara dan menekannya ke dalam tangki menjadi udara bertekanan tinggi, biasanya digunakan untuk menghidupkan mesin utama kapal.
- *Shaft* adalah poros panjang yang meneruskan tenaga putar dari mesin menuju baling-baling agar kapal bisa bergerak.

- *Propeller* adalah baling-baling kapal yang berputar untuk menghasilkan gaya dorong sehingga kapal dapat melaju di air.
- *Sandblasting* adalah proses pembersihan permukaan kapal dengan menyemprotkan pasir atau partikel tajam bertekanan tinggi untuk mengupas karat dan cat lama sebelum di cat ulang.
- *Inclining Test* adalah uji kemiringan kapal untuk menentukan titik berat dan memastikan stabilitas kapal tetap aman setelah reparasi.
- *Oil Spill Kit* adalah peralatan darurat yang digunakan untuk membersihkan tumpahan minyak agar tidak meluas.
- *Sea Trial* adalah uji coba berlayar di laut lepas untuk menguji performa mesin, system navigasi, dan kelaikan kapal secara keseluruhan setelah selesai di reparasi.
- *Drift* Kapal adalah jarak vertikal antara garis air hingga bagian terbawah lambung kapal, fungsinya untuk mengetahui seberapa dalam bagian kapal yang tenggelam di air.

Isi dari kuesioner memuat:

- Bagian A: Identitas Validator
- Bagian B: Petunjuk Pengisian
- Bagian C: Penilaian Instrumen Identifikasi Risiko *Docking Repair*
- Bagian D: Penilaian Instrumen Identifikasi Risiko *Floating Repair*
- Bagian E: Saran dan Masukan Validator

Hormat Saya,



Nabila Amalia Firdausi

A. Identitas Validator

Nama Validator :
Jabatan : *Manager Operasional*
Lama Bekerja : *20 Tahun*

B. Petunjuk Pengisian

Bapak dimohon memberikan penilaian terhadap setiap butir risiko berdasarkan tingkat relevansinya terhadap risiko operasional perusahaan pada pekerjaan *docking repair* dan *floating repair*. Menggunakan skala berikut dengan memberikan tanda centang (✓) pada pilihan yang sesuai.

Skala	Keterangan
1	Tidak Relevan
2	Kurang Relevan
3	Relevan
4	Sangat Relevan

C. Penilaian Instrumen Identifikasi Risiko *Docking Repair*

Risiko Internal						
Risiko Infrastruktur dan Peralatan						
Kode	Sub Risiko	1	2	3	4	Catatan/Saran Perbaikan
I1	Peralatan kerja di area dock kurang siap digunakan akibat kerusakan atau ketidaktersediaan.	☐	☐	☒	☐	
I2	Pekerjaan tertunda akibat gangguan suplai listrik fasilitas galangan, seperti konsleting instalasi, maintenance gardu, atau perbaikan panel distribusi.	☐	☐	☒	☐	
I3	Compressed air supply untuk pekerjaan di dock terganggu akibat air compressor down.	☐	☐	☒	☐	
I4	Pekerjaan pengelasan untuk pekerjaan reparasi di dock tertunda karena kondisi mesin las down.	☐	☐	☒	☐	
Risiko Sumber Daya Manusia						
Kode	Sub Risiko	1	2	3	4	Catatan/Saran Perbaikan
S1	Pekerja lain atau kurang teliti dalam mengikuti prosedur kerja, misalnya material tidak dibawa ke area kerja.	☐	☐	☒	☐	

Kode	Sub Risiko	1	2	3	4	Catatan/Saran Perbaikan
S2	Penurunan produktivitas pekerja akibat kondisi kesehatan yang tidak optimal saat pekerjaan <i>docking repair</i> .	☐	☐	☒	☐	
S3	Kesalahan pemasangan SDNR yang tidak sesuai arah aliran saat pekerjaan <i>valve sea chest</i> kapal.	☐	☐	☒	☐	
S4	Pekerja kurang mengenali jenis-jenis <i>valve</i> yang harus dikerjakan.	☐	☐	☒	☐	
S5	Instruksi kerja tidak terkoordinasi, menyebabkan miskomunikasi dalam pekerjaan <i>docking repair</i> .	☐	☐	☒	☐	
S6	Pekerja di area <i>dock</i> jarang menggunakan APD sesuai prosedur kerja galangan.	☐	☐	☒	☐	
Risiko Proses/Sistem						
Kode	Sub Risiko	1	2	3	4	Catatan/Saran Perbaikan
P1	Penyelesaian pekerjaan <i>shaft, propeller</i> , mesin, kemudi, atau pengisian tertunda sehingga mengganggu proses <i>undocking</i> .	☐	☐	☒	☐	
P2	Pekerjaan tambahan membuat estimasi ulang kebutuhan material.	☐	☐	☐	☒	
P3	Persiapan material untuk pekerjaan <i>docking repair</i> kurang tepat jumlah atau jenisnya.	☐	☐	☒	☐	
Risiko Eksternal						
Kode	Sub Risiko	1	2	3	4	Catatan/ Saran Perbaikan
E1	Material terlambat datang dari pihak eksternal atau memerlukan modifikasi sebelum bisa digunakan.	☐	☐	☒	☐	
E2	Pekerjaan di bengkel luar tidak sesuai spesifikasi, hasil tidak dapat dipastikan.	☐	☐	☒	☐	
E3	Pekerjaan tertunda menunggu penyelesaian pekerjaan yang dari pihak eksternal karena antrean.	☐	☐	☒	☐	
Risiko Lingkungan						
Kode	Sub Risiko	1	2	3	4	Catatan/ Saran Perbaikan
L1	Cuaca buruk mengganggu pekerjaan di area terbuka, seperti <i>painting, blasting</i> , atau pekerjaan luar kapal.	☐	☐	☒	☐	
L2	Genangan air, oli, atau minyak mengganggu pekerjaan di area terbuka.	☐	☐	☒	☐	

Kode	Sub Risiko	1	2	3	4	Catatan/Saran Perbaikan
L3	Pekerjaan <i>amblasing</i> atau pengecatan menimbulkan debu sehingga mengganggu pekerjaan lain.	☐	☐	☒	☐	
L4	Keterlambatan pengecatan karena kebocoran udara tidak sesuai.	☐	☐	☒	☐	

D. Penilaian Instrumen Identifikasi Risiko *Floating Repair*

Risiko Internal						
Risiko Infrastruktur dan Peralatan						
Kode	Sub Risiko	1	2	3	4	Catatan/Saran Perbaikan
I1	Peralatan kerja di kapal terapung kurang siap digunakan atau sulit dimobilisasi.	☐	☐	☒	☐	
I2	Pekerjaan tertunda saat suplai listrik di kapal terapung atau darat, seperti <i>shore power</i> terganggu.	☐	☐	☒	☐	
I3	<i>Compressed air supply</i> untuk pekerjaan di kapal terapung terganggu akibat <i>air compressor</i> down.	☐	☐	☒	☐	
I4	Pekerjaan pengelasan di kapal terapung tertunda karena kondisi mesin las down.	☐	☐	☒	☐	
Risiko Sumber Daya Manusia						
Kode	Sub Risiko	1	2	3	4	Catatan/Saran Perbaikan
S1	Pekerja lalai atau kurang teliti dalam mengikuti prosedur kerja, misalnya material tidak dibawa ke area darat.	☐	☐	☒	☐	
S2	Penurunan produktivitas pekerja akibat kondisi kesehatan yang tidak optimal saat bekerja di kapal terapung.	☐	☐	☒	☐	
S3	Instruksi kerja antara tim kapal dan pelaksana <i>repair</i> tidak terkoordinasi sehingga terjadi miskomunikasi.	☐	☐	☒	☐	
S4	Pekerja di area kapal terapung jarang menggunakan APD sesuai risiko kerja di atas air.	☐	☐	☒	☐	
Risiko Proses/Sistem						
Kode	Sub Risiko	1	2	3	4	Catatan/Saran Perbaikan
P1	Solar tumpah atau terbuang ke laut karena tidak tersedianya <i>oil spill kit</i> .	☐	☐	☒	☐	

Kode	Sub Risiko	1	2	3	4	Catatan/Saran Perbaikan
P2	Persiapan material untuk pekerjaan <i>floating repair</i> kurang tepat jumlah atau jenisnya.	☐	☐	☒	☐	
Risiko Eksternal						
Kode	Sub Risiko	1	2	3	4	Catatan/Saran Perbaikan
E1	Proses perizinan/permit untuk <i>hot work</i> lebih ketat, menyebabkan keterlambatan.	☐	☐	☐	☒	
Risiko Lingkungan						
Kode	Sub Risiko	1	2	3	4	Catatan/Saran Perbaikan
L1	Cuaca buruk mengganggu pekerjaan di area terbuka kapal.	☐	☐	☒	☐	
L2	Ombak besar mengganggu stabilitas kapal dan keselamatan pekerja.	☐	☐	☒	☐	
L3	Ara demaga berbata mengganggu pergerakan atau proses <i>sea trial</i> .	☐	☐	☒	☐	
L4	Kapal menyerap lumpur dan dapai kandas karena kedalaman demaga tidak mencukupi untuk <i>draft</i> kapal.	☐	☐	☒	☐	
L5	Angin besar mengganggu pelaksanaan <i>inclining test</i> pada kapal.	☐	☐	☒	☐	

E. Saran dan Masukan Validator

.....

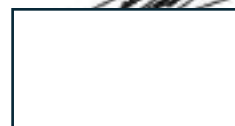
.....

.....

.....

.....

Lamongan, 27 April 2026
 Manager Operasional,



b. Expert 2: VNA



LEMBAR VALIDASI KUESIONER CONTENT VALIDITY INDEX (CVI) I

Dengan Hormat,

Kuesioner yang akan Bapak validasi disusun untuk mendukung penelitian mengenai “Manajemen Risiko Operasional pada Pekerjaan *Docking Repair* dan *Floating Repair* menggunakan Metode FMEA dan AHP di Salah Satu Perusahaan Galangan Kapal Lamongan”. Kuesioner ini memuat sejumlah *item* pernyataan yang disusun berdasarkan hasil observasi lapangan, wawancara dengan *expert*, serta identifikasi risiko yang mengganggu operasional perusahaan pada pekerjaan *docking repair* dan *floating repair*.

Sebagai validator materi (*content validator*), saya memohon kesediaan Bapak untuk memberikan penilaian terhadap tingkat relevansi setiap *item* pernyataan dengan aspek yang diukur. Penilaian Bapak diharapkan didasarkan pada isi pernyataan, kejelasan bahasa, dan kesesuaian *item* dengan tujuan penelitian. *Review* Bapak juga diharapkan dilakukan secara objektif dan konstruktif guna menyempurnakan instrumen penelitian ini agar layak digunakan sebagai alat pengumpulan data. Hasil validasi ini selanjutnya akan digunakan sebagai dasar penyusunan kuesioner FMEA yang digunakan dalam analisis risiko operasional pada pekerjaan *docking repair* dan *floating repair*.

Keterangan istilah operasional:

- *Valve* adalah komponen untuk mengatur, membuka, atau menutup aliran cairan atau gas dalam sistem perpipaan.
- *SDNR (Screw Down Non-Return)* adalah jenis *valve* yang berfungsi menutup aliran secara manual seperti *valve* biasa, tetapi juga berfungsi sebagai *valve* satu arah untuk mencegah aliran balik.
- *Maintenance Gardu* adalah serangkaian kegiatan perawatan pada gardu listrik untuk menjaga distribusi listrik tetap stabil dan mencegah kerusakan fatal.
- *Main Engine* adalah mesin induk atau mesin utama yang berfungsi sebagai sumber tenaga penggerak utama kapal.
- *Air Compressor* adalah mesin yang berfungsi menyerap udara dan menekannya ke dalam tangki menjadi udara bertekanan tinggi, biasanya digunakan untuk menghidupkan mesin utama kapal.
- *Shaft* adalah poros panjang yang meneruskan tenaga putar dari mesin menuju baling-baling agar kapal bisa bergerak.

- *Propeller* adalah baling-baling kapal yang berputar untuk menghasilkan gaya dorong sehingga kapal dapat melaju di air.
- *Sandblasting* adalah proses pembersihan permukaan kapal dengan menyemburkan pasir atau partikel tajam bertekanan tinggi untuk mengupas karat dan cat lama sebelum di cat ulang.
- *Inclining Test* adalah uji kemiringan kapal untuk menentukan titik berat dan memastikan stabilitas kapal tetap aman setelah reparasi.
- *Oil Spill Kit* adalah peralatan darurat yang digunakan untuk membersihkan tumpahan minyak agar tidak meluas.
- *Sea Trial* adalah uji coba berlayar di laut lepas untuk menguji performa mesin, system navigasi, dan kelaikan kapal secara keseluruhan setelah selesai di reparasi.
- *Draft* Kapal adalah jarak vertikal antara garis air hingga bagian terbawah lambung kapal, fungsinya untuk mengetahui seberapa dalam bagian kapal yang tenggelam di air.

Isi dari kuesioner memuat:

- Bagian A: Identitas Validator
- Bagian B: Petunjuk Pengisian
- Bagian C: Penilaian Instrumen Identifikasi Risiko *Docking Repair*
- Bagian D: Penilaian Instrumen Identifikasi Risiko *Floating Repair*
- Bagian E: Saran dan Masukan Validator

Hormat Saya,



Nabila Amalia Firdausi

A. Identitas Validator

Nama Validator :

Jabatan : SPV Product

Lama Bekerja : 11 Tahun

B. Petunjuk Pengisian

Bapak dimohon memberikan penilaian terhadap setiap butir risiko berdasarkan tingkat relevansinya terhadap risiko operasional perusahaan pada pekerjaan *docking repair* dan *floating repair*. Menggunakan skala berikut dengan memberikan tanda centang (✓) pada pilihan yang sesuai.

Skala	Keterangan
1	Tidak Relevan
2	Kurang Relevan
3	Relevan
4	Sangat Relevan

C. Penilaian Instrumen Identifikasi Risiko *Docking Repair*

Risiko Internal						
Risiko Infrastruktur dan Peralatan						
Kode	Sub Risiko	1	2	3	4	Catatan/Saran Perbaikan
11	Peralatan kerja di area dock kurang siap digunakan akibat kerusakan atau ketidaktersediaan.	☐	☐	☐	☒	
12	Pekerjaan tertunda akibat gangguan suplai listrik fasilitas galangan, seperti konsleting instalasi, <i>maintenance</i> gardu, atau perbaikan panel distribusi.	☐	☐	☐	☒	
13	<i>Compressed air supply</i> untuk pekerjaan di dock terganggu akibat <i>air compressor down</i> .	☐	☐	☐	☒	
14	Pekerjaan pengelasan untuk pekerjaan reparasi di dock tertunda karena kondisi mesin las <i>down</i> .	☐	☐	☐	☒	
Risiko Sumber Daya Manusia						
Kode	Sub Risiko	1	2	3	4	Catatan/Saran Perbaikan
S1	Pekerja lalai atau kurang teliti dalam mengikuti prosedur kerja, misalnya material tidak dibawa ke area kerja.	☐	☐	☐	☒	

Kode	Sub Risiko	1	2	3	4	Catatan/Saran Perbaikan
S2	Penurunan produktivitas pekerja akibat kondisi kesehatan yang tidak optimal saat pekerjaan <i>docking repair</i> .	☐	☐	☐	☒	
S3	Kesalahan pemasangan SDNR yang tidak sesuai arah aliran saat pekerjaan <i>walve sea chest</i> kapal.	☐	☐	☐	☒	
S4	Pekerja kurang mengetahui jenis-jenis <i>walve</i> yang harus dikerjakan.	☐	☐	☐	☒	
S5	Instruksi kerja tidak terkoordinasi, menyebabkan miskomunikasi dalam pekerjaan <i>docking repair</i> .	☐	☐	☐	☒	
S6	Pekerja di area <i>dock</i> jarang menggunakan APD sesuai prosedur kerja galangan.	☐	☐	☐	☒	
Risiko Proses/Sistem						
Kode	Sub Risiko	1	2	3	4	Catatan/Saran Perbaikan
P1	Penyelesaian pekerjaan <i>shaft, propeller</i> , mesin, kemudi, atau pengecatan tertunda sehingga mengganggu proses <i>undocking</i> .	☐	☐	☐	☒	
P2	Pekerjaan tambahan membuat estimasi ulang kebutuhan material.	☐	☐	☐	☒	
P3	Persiapan material untuk pekerjaan <i>docking repair</i> kurang tepat jumlah atau jenisnya.	☐	☐	☐	☒	
Risiko Eksternal						
Kode	Sub Risiko	1	2	3	4	Catatan/ Saran Perbaikan
E1	Material terlambat datang dari pihak eksternal atau memerlukan modifikasi sebelum bisa digunakan.	☐	☐	☐	☒	
E2	Pekerjaan di bengkel luar tidak sesuai spesifikasi, hasil tidak dapat dipastikan.	☐	☐	☐	☒	
E3	Pekerjaan tertunda menunggu penyelesaian pekerjaan yang dari pihak eksternal karena antrean.	☐	☐	☐	☒	
Risiko Lingkungan						
Kode	Sub Risiko	1	2	3	4	Catatan/ Saran Perbaikan
L1	Cuaca buruk mengganggu pekerjaan di area terbuka, seperti <i>painting, blasting</i> , atau pekerjaan luar kapal.	☐	☐	☐	☒	
L2	Genangan air, oli, atau minyak mengganggu pekerjaan di area terbuka.	☐	☐	☐	☒	

Kode	Sub Risiko	1	2	3	4	Catatan/Saran Perbaikan
L3	Pekerjaan <i>smelting</i> atau pengecutan menimbulkan debu sehingga mengganggu pekerjaan lain.	☐	☐	☐	☒	
L4	Kelembatan pengecutan karena kelembapan udara tidak sesuai.	☐	☐	☐	☒	

D. Penilaian Instrumen Identifikasi Risiko *Floating Repair*

Risiko Internal						
Risiko Infrastruktur dan Peralatan						
Kode	Sub Risiko	1	2	3	4	Catatan/Saran Perbaikan
I1	Peralatan kerja di kapal terapung kurang siap digunakan atau sulit dimobilisasi.	☐	☐	☐	☒	
I2	Pekerjaan tertunda saat suplai listrik di kapal terapung atau darat, seperti <i>shore power</i> terganggu.	☐	☐	☐	☒	
I3	<i>Compressed air supply</i> untuk pekerjaan di kapal terapung terganggu akibat <i>air compressor down</i> .	☐	☐	☐	☒	
I4	Pekerjaan pengelasan di kapal terapung tertunda karena kondisi mesin las <i>down</i> .	☐	☐	☐	☒	
Risiko Sumber Daya Manusia						
Kode	Sub Risiko	1	2	3	4	Catatan/Saran Perbaikan
S1	Pekerja lalai atau kurang teliti dalam mengikuti prosedur kerja, misalnya material tidak dibawa ke area darat.	☐	☐	☐	☒	
S2	Penurunan produktivitas pekerja akibat kondisi kesehatan yang tidak optimal saat bekerja di kapal terapung.	☐	☐	☐	☒	
S3	Instruksi kerja antara tim kapal dan pelaksana <i>repair</i> tidak terkoordinasi sehingga terjadi miskomunikasi.	☐	☐	☐	☒	
S4	Pekerja di area kapal terapung jarang menggunakan APD sesuai risiko kerja di atas air.	☐	☐	☐	☒	
Risiko Proses/Sistem						
Kode	Sub Risiko	1	2	3	4	Catatan/Saran Perbaikan
P1	Solar tumpah atau terbuang ke laut karena tidak tersedianya <i>oil spill kit</i> .	☐	☐	☐	☒	

Kode	Sub Risiko	1	2	3	4	Catatan/Saran Perbaikan
P2	Persiapan material untuk pekerjaan <i>floating repair</i> kurang tepat jumlah atau jenisnya.	☐	☐	☐	☒	
Risiko Eksternal						
Kode	Sub Risiko	1	2	3	4	Catatan/Saran Perbaikan
E1	Proses perizinan/permit untuk <i>hot work</i> lebih ketat, menyebabkan keterlambatan.	☐	☐	☐	☒	
Risiko Lingkungan						
Kode	Sub Risiko	1	2	3	4	Catatan/Saran Perbaikan
L1	Cuaca buruk mengganggu pekerjaan di area terbuka kapal.	☐	☐	☐	☒	
L2	Ombak besar mengganggu stabilitas kapal dan keselamatan pekerja.	☐	☐	☐	☒	
L3	Area dermaga berbatu mengganggu pergerakan atau proses <i>sea trial</i> .	☐	☐	☐	☒	
L4	Kapal menyerap lumpur dan dapat kandas karena kedalaman dermaga tidak mencukupi untuk <i>draft</i> kapal.	☐	☐	☐	☒	
L5	Angin besar mengganggu pelaksanaan <i>inclining test</i> pada kapal.	☐	☐	☐	☒	

E. Saran dan Masukan Validator

.....

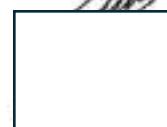
.....

.....

.....

.....

Lamongan, 27 April 2026
SPV Product,



c. *Expert 3: DBP*



LEMBAR VALIDASI KUESIONER
CONTENT VALIDITY INDEX (CVI) 1

Dengan Hormat,

Kuesioner yang akan Bapak validasi disusun untuk mendukung penelitian mengenai “Manajemen Risiko Operasional pada Pekerjaan *Docking Repair* dan *Floating Repair* menggunakan Metode FMEA dan AHP di Salah Satu Perusahaan Galangan Kapal Lamongan”. Kuesioner ini memuat sejumlah *item* pernyataan yang disusun berdasarkan hasil observasi lapangan, wawancara dengan *expert*, serta identifikasi risiko yang mengganggu operasional perusahaan pada pekerjaan *docking repair* dan *floating repair*.

Sebagai validator materi (*content validator*), saya memohon kesediaan Bapak untuk memberikan penilaian terhadap tingkat relevansi setiap *item* pernyataan dengan aspek yang diukur. Penilaian Bapak diharapkan didasarkan pada isi pernyataan, kejelasan bahasa, dan kesesuaian *item* dengan tujuan penelitian. *Review* Bapak juga diharapkan dilakukan secara objektif dan konstruktif guna menyempurnakan instrumen penelitian ini agar layak digunakan sebagai alat pengumpulan data. Hasil validasi ini selanjutnya akan digunakan sebagai dasar penyusunan kuesioner FMEA yang digunakan dalam analisis risiko operasional pada pekerjaan *docking repair* dan *floating repair*.

Keterangan istilah operasional:

- *Valve* adalah komponen untuk mengatur, membuka, atau menutup aliran cairan atau gas dalam system perpipaan.
- *SDNR (Screw Down Non-Return)* adalah jenis *valve* yang berfungsi menutup aliran secara manual seperti *valve* biasa, tetapi juga berfungsi sebagai *valve* satu arah untuk mencegah aliran balik.
- *Maintenance Gardu* adalah serangkaian kegiatan perawatan pada gardu listrik untuk menjaga distribusi listrik tetap stabil dan mencegah kerusakan fatal.
- *Main Engine* adalah mesin induk atau mesin utama yang berfungsi sebagai sumber tenaga penggerak utama kapal.
- *Air Compressor* adalah mesin yang berfungsi menyerap udara dan menekannya ke dalam tangki menjadi udara bertekanan tinggi, biasanya digunakan untuk menghidupkan mesin utama kapal.
- *Shaft* adalah poros panjang yang meneruskan tenaga putar dari mesin menuju baling-baling agar kapal bisa bergerak.

- *Propeller* adalah baling-baling kapal yang berputar untuk menghasilkan gaya dorong sehingga kapal dapat melaju di air.
- *Sandblasting* adalah proses pembersihan permukaan kapal dengan menyemprotkan pasir atau partikel tajam bertekanan tinggi untuk mengupas karat dan cat lama sebelum di cat ulang.
- *Inclining Test* adalah uji kemiringan kapal untuk menentukan titik berat dan memastikan stabilitas kapal tetap aman setelah reparasi.
- *Oil Spill Kit* adalah peralatan darurat yang digunakan untuk membersihkan tumpahan minyak agar tidak meluas.
- *Sea Trial* adalah uji coba berlayar di laut lepas untuk menguji performa mesin, system navigasi, dan kelaikan kapal secara keseluruhan setelah selesai di reparasi.
- *Draft* Kapal adalah jarak vertikal antara garis air hingga bagian terbawah lambung kapal, fungsinya untuk mengetahui seberapa dalam bagian kapal yang tenggelam di air.

Isi dari kuesioner memuat:

- Bagian A: Identitas Validator
- Bagian B: Petunjuk Pengisian
- Bagian C: Penilaian Instrumen Identifikasi Risiko *Docking Repair*
- Bagian D: Penilaian Instrumen Identifikasi Risiko *Floating Repair*
- Bagian E: Saran dan Masukan Validator

Hormat Saya,



Nabila Amalia Firdausi

A. Identitas Validator

Nama Validator :

Jabatan : SPV Facility

Lama Bekerja : 8 Tahun

B. Petunjuk Pengisian

Bapak dimohon memberikan penilaian terhadap setiap butir risiko berdasarkan tingkat relevansinya terhadap risiko operasional perusahaan pada pekerjaan *docking repair* dan *floating repair*. Menggunakan skala berikut dengan memberikan tanda centang (✓) pada pilihan yang sesuai.

Skala	Keterangan
1	Tidak Relevan
2	Kurang Relevan
3	Relevan
4	Sangat Relevan

C. Penilaian Instrumen Identifikasi Risiko *Docking Repair*

Risiko Internal					
Risiko Infrastruktur dan Peralatan					
Kode	Sub Risiko	1	2	3	4 Catatan/Saran Perbaikan
11	Peralatan kerja di area dock kurang siap digunakan akibat kerusakan atau ketidaktersediaan.	☐	☐	☒	☐
12	Pekerjaan tertunda akibat gangguan suplai listrik fasilitas galangan, seperti konsleting instalasi, <i>maintenance</i> gardu, atau perbaikan panel distribusi.	☐	☐	☒	☐
13	<i>Compressed air supply</i> untuk pekerjaan di dock terganggu akibat <i>air compressor down</i> .	☐	☐	☒	☐
14	Pekerjaan pengelasan untuk pekerjaan reparasi di dock tertunda karena kondisi mesin las <i>down</i> .	☐	☐	☒	☐
Risiko Sumber Daya Manusia					
Kode	Sub Risiko	1	2	3	4 Catatan/Saran Perbaikan
S1	Pekerja lalai atau kurang teliti dalam mengikuti prosedur kerja, misalnya material tidak dibawa ke area kerja.	☐	☐	☒	☐

Kode	Sub Risiko	1	2	3	4	Catatan/Saran Perbaikan
S2	Penurunan produktivitas pekerja akibat kondisi kesehatan yang tidak optimal saat pekerjaan <i>docking repair</i> .	☐	☐	☒	☐	
S3	Kesalahan pemasangan SDNR yang tidak sesuai arah aliran saat pekerjaan <i>valve sea chest</i> kapal.	☐	☐	☒	☐	
S4	Pekerja kurang mengenali jenis-jenis <i>valve</i> yang harus dikerjakan.	☐	☐	☒	☐	
S5	Instruksi kerja tidak terkoordinasi, menyebabkan miskomunikasi dalam pekerjaan <i>docking repair</i> .	☐	☐	☒	☐	
S6	Pekerja di area <i>dock</i> jarang menggunakan APD sesuai prosedur kerja galangan.	☐	☐	☒	☐	
Risiko Proses/Sistem						
Kode	Sub Risiko	1	2	3	4	Catatan/Saran Perbaikan
P1	Penyelesaian pekerjaan <i>shaft</i> , <i>propeller</i> , mesin, kemudi, atau pengecatan tertunda sehingga mengganggu proses <i>undocking</i> .	☐	☐	☒	☐	
P2	Pekerjaan tambahan membuat estimasi ulang kebutuhan material.	☐	☐	☒	☐	
P3	Persiapan material untuk pekerjaan <i>docking repair</i> kurang tepat jumlah atau jenisnya.	☐	☐	☐	☒	
Risiko Eksternal						
Kode	Sub Risiko	1	2	3	4	Catatan/ Saran Perbaikan
E1	Material terlambat datang dari pihak eksternal atau memerlukan modifikasi sebelum bisa digunakan.	☐	☐	☒	☐	
E2	Pekerjaan di bengkel luar tidak sesuai spesifikasi, hasil tidak dapat dipastikan.	☐	☐	☒	☐	
E3	Pekerjaan tertunda menunggu penyelesaian pekerjaan yang dari pihak eksternal karena antrian.	☐	☐	☒	☐	
Risiko Lingkungan						
Kode	Sub Risiko	1	2	3	4	Catatan/ Saran Perbaikan
L1	Cuaca buruk mengganggu pekerjaan di area terbuka, seperti <i>painting</i> , <i>blasting</i> , atau pekerjaan luar kapal.	☐	☐	☐	☒	
L2	Gemangan air, oli, atau minyak mengganggu pekerjaan di area terbuka.	☐	☐	☒	☐	

Kode	Sub Risiko	1	2	3	4	Catatan/Saran Perbaikan
L3	Pekerjaan <i>sandblasting</i> atau pengelasan menimbulkan debu sehingga mengganggu pekerjaan lain.	☐	☐	☒	☐	
L4	Keterlambatan pengelasan karena kelembapan udara tidak sesuai.	☐	☐	☒	☐	

D. Penilaian Instrumen Identifikasi Risiko *Floating Repair*

Risiko Internal						
Risiko Infrastruktur dan Peralatan						
Kode	Sub Risiko	1	2	3	4	Catatan/Saran Perbaikan
I1	Peralatan kerja di kapal terapung kurang siap digunakan atau sulit dimobilisasi.	☐	☐	☒	☐	
I2	Pekerjaan tertunda saat suplai listrik di kapal terapung atau darat, seperti <i>shore power</i> terganggu.	☐	☐	☒	☐	
I3	<i>Compressed air supply</i> untuk pekerjaan di kapal terapung terganggu akibat <i>air compressor down</i> .	☐	☐	☒	☐	
I4	Pekerjaan pengelasan di kapal terapung tertunda karena kondisi mesin las <i>down</i> .	☐	☐	☒	☐	
Risiko Sumber Daya Manusia						
Kode	Sub Risiko	1	2	3	4	Catatan/Saran Perbaikan
S1	Pekerja lain atau kruning telah dalam mengikuti prosedur kerja, misalnya material tidak dibawa ke area darat.	☐	☐	☒	☐	
S2	Penurunan produktivitas pekerja akibat kondisi kesehatan yang tidak optimal saat bekerja di kapal terapung.	☐	☐	☒	☐	
S3	Instruksi kerja antara tim kapal dan pelaksana <i>repair</i> tidak terkoordinasi sehingga terjadi miskomunikasi.	☐	☐	☒	☐	
S4	Pekerja di area kapal terapung jarang menggunakan APD sesuai risiko kerja di atas air.	☐	☐	☒	☐	
Risiko Proses/Sistem						
Kode	Sub Risiko	1	2	3	4	Catatan/Saran Perbaikan
P1	Solar tumpah atau terbang ke laut karena tidak tersedianya <i>oil spill kit</i> .	☐	☐	☒	☐	

Kode	Sub Risiko	1	2	3	4	Catatan/Saran Perbaikan
P2	Persiapan material untuk pekerjaan <i>flooring repair</i> kurang tepat jumlah atau jenisnya.	☐	☐	☒	☐	
Risiko Eksternal						
Kode	Sub Risiko	1	2	3	4	Catatan/Saran Perbaikan
E1	Proses perizinan/permisi untuk <i>hot work</i> lebih ketat, menyebabkan keterlambatan.	☐	☐	☒	☐	
Risiko Lingkungan						
Kode	Sub Risiko	1	2	3	4	Catatan/Saran Perbaikan
L1	Cuaca buruk mengganggu pekerjaan di area terbuka kapal.	☐	☐	☐	☒	
L2	Ombak besar mengganggu stabilitas kapal dan keselamatan pekerja.	☐	☐	☐	☒	
L3	Area dermaga berbatu mengganggu pergerakan atau proses <i>sea trial</i> .	☐	☐	☐	☒	
L4	Kapal menyerap lumpur dan dapat kandas karena kedalaman dermaga tidak mencukupi untuk <i>dryd</i> kapal.	☐	☐	☐	☒	
L5	Angin besar mengganggu pelaksanaan <i>inclining test</i> pada kapal.	☐	☐	☐	☒	

E. Saran dan Masukan Validator

.....

.....

.....

.....

.....

Lamongan, 27 April 2026
SPV Facility,




**Lampiran 9. Hasil Rekap Kuesioner CVI untuk Penilaian FMEA pada Pekerjaan
*Docking Repair***

Kode Risiko	Sub Risiko	Expert 1	Expert 2	Expert 3
I1	Peralatan kerja di area <i>dock</i> kurang siap digunakan akibat kerusakan atau ketidaktersediaan.	3	4	3
I2	Pekerjaan tertunda akibat gangguan suplai listrik fasilitas galangan, seperti konsleting instalasi, <i>maintenance</i> gardu, atau perbaikan panel distribusi.	3	4	3
I3	<i>Compressed air supply</i> untuk pekerjaan di <i>dock</i> terganggu akibat <i>air compressor down</i> .	3	4	3
I4	Pekerjaan pengelasan untuk pekerjaan reparasi di <i>dock</i> tertunda karena kondisi mesin las <i>down</i> .	3	4	3
S1	Pekerja lalai atau kurang teliti dalam mengikuti prosedur kerja, misalnya material tidak dibawa ke area kerja.	3	4	3
S2	Penurunan produktivitas pekerja akibat kondisi kesehatan yang tidak optimal saat pekerjaan <i>docking repair</i> .	3	4	3
S3	Kesalahan pemasangan SDNR yang tidak sesuai arah aliran saat pekerjaan <i>valve sea chest</i> kapal.	3	4	3
S4	Pekerja kurang mengenali jenis-jenis <i>valve</i> yang harus dikerjakan.	3	4	3
S5	Instruksi kerja tidak terkoordinasi, menyebabkan miskomunikasi dalam pekerjaan <i>docking repair</i> .	3	4	3
S6	Pekerja di area <i>dock</i> jarang menggunakan APD sesuai prosedur kerja galangan.	3	4	3
P1	Penyelesaian pekerjaan <i>shaft</i> , <i>propeller</i> , mesin, kemudi, atau pengecatan tertunda sehingga mengganggu proses <i>undocking</i> .	3	4	3
P2	Pekerjaan tambahan membuat estimasi ulang kebutuhan material.	4	4	3
P3	Persiapan material untuk pekerjaan <i>docking repair</i> kurang tepat jumlah atau jenisnya.	3	4	4
E1	Material terlambat datang dari pihak eksternal atau memerlukan modifikasi sebelum bisa digunakan.	3	4	3
E2	Pekerjaan di bengkel luar tidak sesuai spesifikasi, hasil tidak dapat dipastikan.	3	4	3
E3	Pekerjaan tertunda menunggu penyelesaian pekerjaan yang dari pihak eksternal karena antrean.	3	4	3
L1	Cuaca buruk mengganggu pekerjaan di area terbuka, seperti <i>painting</i> , <i>blasting</i> , atau pekerjaan luar kapal.	3	4	4

Kode Risiko	Sub Risiko	<i>Expert 1</i>	<i>Expert 2</i>	<i>Expert 3</i>
L2	Genangan air, oli, atau minyak mengganggu pekerjaan di area terbuka.	3	4	3
L3	Pekerjaan <i>sandblasting</i> atau pengecatan menimbulkan debu sehingga mengganggu pekerjaan lain.	3	4	3
L4	Keterlambatan pengecatan karena kelembapan udara tidak sesuai.	3	4	3

**Lampiran 10. Hasil Rekap Kuesioner CVI untuk Penilaian FMEA pada Pekerjaan
*Floating Repair***

Kode Risiko	Sub Risiko	Expert 1	Expert 2	Expert 3
I1	Peralatan kerja di kapal terapung kurang siap digunakan atau sulit dimobilisasi.	3	4	3
I2	Pekerjaan tertunda saat suplai listrik di kapal terapung atau dermaga, seperti <i>shore power</i> terganggu.	3	4	3
I3	<i>Compressed air supply</i> untuk pekerjaan di kapal terapung terganggu akibat <i>air compressor down</i> .	3	4	3
I4	Pekerjaan pengelasan di kapal terapung tertunda karena kondisi mesin las <i>down</i> .	3	4	3
S1	Pekerja lalai atau kurang teliti dalam mengikuti prosedur kerja, misalnya material tidak dibawa ke area dermaga.	3	4	3
S2	Penurunan produktivitas pekerja akibat kondisi kesehatan yang tidak optimal saat bekerja di kapal terapung.	3	4	3
S3	Instruksi kerja antara tim kapal dan pelaksana <i>repair</i> tidak terkoordinasi sehingga terjadi miskomunikasi.	3	4	3
S4	Pekerja di area kapal terapung jarang menggunakan APD sesuai risiko kerja di atas air.	3	4	3
P1	Solar tumpah atau terbuang ke laut karena tidak tersedianya <i>oil spill kit</i> .	3	4	3
P2	Persiapan material untuk pekerjaan <i>floating repair</i> kurang tepat jumlah atau jenisnya.	3	4	3
E1	Proses perizinan/ <i>permit</i> untuk <i>hot work</i> lebih ketat, menyebabkan keterlambatan.	4	4	3
L1	Cuaca buruk mengganggu pekerjaan di area terbuka kapal.	3	4	4
L2	Ombak besar mengganggu stabilitas kapal dan keselamatan pekerja.	3	4	4
L3	Area dermaga berbatu mengganggu pergerakan atau proses <i>sea trial</i> .	3	4	4
L4	Kapal menyerap lumpur dan dapat kandas karena kedalaman dermaga tidak mencukupi untuk <i>draft</i> kapal.	3	4	4
L5	Angin besar mengganggu pelaksanaan <i>inclining test</i> pada kapal.	3	4	4

Lampiran 11. Lembar Kuesioner Pengolahan Data FMEA pada Pekerjaan *Docking Repair* dan *Floating Repair*

a. *Expert 1: AS*



LEMBAR KUESIONER PENGOLAHAN DATA *FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS (FMEA)*

Dengan Hormat,

Kuesioner yang akan Bapak berikan penilaian merupakan lanjutan dari kuesioner penilaian CVI sebelumnya serta disusun untuk mendukung penelitian Tugas Akhir saya yang berjudul "Manajemen Risiko Operasional pada Pekerjaan *Docking Repair* dan *Floating Repair* menggunakan Metode FMEA dan AHP di Salah Satu Perusahaan Galangan Kapal Lamongan".

Kuesioner ini memuat sejumlah item pernyataan yang disusun berdasarkan hasil observasi lapangan, wawancara dengan *expert*, identifikasi risiko, serta validasi dari para *expert*, yang mengganggu operasional perusahaan pada pekerjaan *docking repair* dan *floating repair*. Kuesioner ini bertujuan untuk mengetahui penilaian risiko operasional pada *docking repair* dan *floating repair* di salah satu Perusahaan Galangan Kapal Lamongan, dengan memuat parameter penilaian FMEA, yaitu *Severity (S)*, *Occurrence (O)*, dan *Detection (D)*.

Saya memohon kesediaan Bapak untuk memberikan penilaian terhadap setiap item pertanyaan dengan aspek yang diukur. Hasil kuesioner ini selanjutnya akan diolah dan digunakan sebagai kepentingan akademik berupa Tugas Akhir pada analisis risiko operasional pada pekerjaan *docking repair* dan *floating repair*. Atas kerjasama dan ketersediaan Bapak dalam mengisi kuesioner ini, saya ucapkan banyak terimakasih.

Isi dari kuesioner memuat:

- Bagian A: Identitas *Expert*
- Bagian B: Petunjuk Pengisian
- Bagian C: Kuesioner Penilaian FMEA Pekerjaan *Docking Repair*
- Bagian D: Kuesioner Penilaian FMEA Pekerjaan *Floating Repair*

Hormat Saya,



Nabila Amalia Firdausi

A. Identitas Expert

Nama Expert :
Jabatan : *Manager Operasional*
Lama Bekerja : *20 Tahun*

B. Petunjuk Pengisian

Bapak dimohon mengisi kuesioner dengan cara memberikan nilai dengan skala 1 - 10 pada masing-masing parameter penilaian, yaitu tingkat keparahan (*Severity - S*), tingkat kemungkinan terjadinya (*Occurrence - O*), dan tingkat kegagalan deteksi (*Detection - D*) yang mempresentasikan jawaban dari masing-masing item sub risiko pada pekerjaan *docking repair* dan *floating repair*. Parameter dalam penilaian mengacu pada tabel berikut:

1. Parameter Penilaian Severity (S)/Tingkat Keparahan

Nilai	Ciri	Keterangan
1	<i>None</i>	Tidak ada dampak yang terjadi akibat penyebab tersebut.
2	<i>Very minor</i>	Dampak dari penyebabnya terjadi, tetapi tidak menimbulkan efek apa pun.
3	<i>Minor</i>	Dampak dari penyebabnya memang terjadi, tetapi pengaruhnya sangat kecil.
4	<i>Very low</i>	Dampak dari penyebabnya memang terjadi, tetapi pengaruhnya kecil.
5	<i>Low</i>	Dampak dari penyebabnya memang terjadi, tetapi pengaruhnya relatif kecil.
6	<i>Moderate</i>	Dampak dari penyebabnya memang terjadi, tetapi pengaruhnya moderat.
7	<i>High</i>	Dampak dari penyebabnya memang terjadi, tetapi pengaruhnya relatif besar.
8	<i>Very high</i>	Dampak dari penyebabnya memang terjadi, tetapi dampaknya sangat besar.
9	<i>Hazardous with warning</i>	Dampak dari penyebabnya memang terjadi, tetapi pengaruhnya sangat dominan.
10	<i>Hazardous without warning</i>	Dampak dari penyebabnya terjadi, dengan efek yang sangat dominan.

2. Parameter Penilaian Occurrence (O)/Kemungkinan Terjadinya

Nilai	Ciri	Keterangan
1	<i>Very low</i>	Penyebabnya tidak terjadi.
2	<i>Low</i>	Penyebab tersebut jarang terjadi.
3	<i>Low</i>	Penyebabnya terjadi agak sering.
4	<i>Moderate</i>	Penyebabnya terkadang terjadi berulang kali.
5	<i>Moderate</i>	Penyebabnya cukup sering terjadi.
6	<i>Moderate</i>	Penyebabnya sering terjadi.
7	<i>High</i>	Penyebabnya terjadi cukup sering.
8	<i>High</i>	Penyebabnya terkadang terjadi sangat sering.

Nilai	Ciri	Keterangan
9	<i>High</i>	Penyebabnya terjadi sangat sering.
10	<i>Very high</i>	Penyebabnya selalu terjadi.

3. Parameter Penilaian Detection (D)/Tingkat Kegagalan Deteksi

Nilai	Karakteristik	Penjelasan
1	<i>Very high</i>	Sangat jelas, sangat mudah diidentifikasi.
2	<i>High</i>	Jelas bagi indra manusia.
3	<i>High</i>	Membutuhkan inspeksi.
4	<i>Moderately high</i>	Pemeriksaan cermat dengan indra manusia.
5	<i>Moderately high</i>	Inspeksi yang sangat teliti dengan menggunakan indra manusia.
6	<i>Moderate</i>	Membutuhkan inspeksi dan alat/metode dasar.
7	<i>Low</i>	Membutuhkan inspeksi dan alat/metode yang kompleks.
8	<i>Very low</i>	Membutuhkan inspeksi dan alat/metode yang sangat mahal dan kompleks.
9	<i>Almost impossible</i>	Kemungkinan besar tidak dapat dideteksi.
10	<i>Impossible</i>	Tidak dapat dideteksi.

C. Kuesioner Penilaian FMEA Pekerjaan *Docking Repair*

Kategori Risiko	Kode Identifikasi	Sub Risiko	S	O	D
Infrastruktur dan Peralatan	I1	Penalutan kerja di area dock kurang siap digunakan akibat kerusakan atau ketidaktersediaan.	6	6	6
	I2	Pekerjaan tertunda akibat gangguan suplai listrik fasilitas galangan, seperti konsleting instalasi, <i>maintenance</i> gardu, atau perbaikan panel distribusi.	6	4	5
	I3	<i>Compressed air supply</i> untuk pekerjaan di dock terganggu akibat <i>air compressor</i> down.	7	7	7
	I4	Pekerjaan pengelasan untuk pekerjaan reparasi di dock tertunda karena kondisi mesin las <i>down</i> .	6	6	6
Sumber Daya Manusia	S1	Pekerja lalai atau kurang teliti dalam mengikuti prosedur kerja, misalnya material tidak dibawa ke area kerja.	4	3	3
	S2	Penurunan produktivitas pekerja akibat kondisi kesehatan yang tidak optimal saat pekerjaan <i>docking repair</i> .	7	5	4
	S3	Kesalahan pemasangan SDNR yang tidak sesuai arah aliran saat pekerjaan <i>valve sea chest</i> kapal.	7	7	7

Kategori Risiko	Kode Identifikasi	Sub Risiko	S	O	D
	S4	Pekerja kurang mengenali jenis-jenis valve yang harus dikerjakan.	7	6	6
	S5	Instruksi kerja tidak terkoordinasi, menyebabkan miskomunikasi dalam pekerjaan <i>docking repair</i> .	6	5	5
	S6	Pekerja di area <i>dock</i> jarang menggunakan APD sesuai prosedur kerja galangan.	5	4	6
Proses/Sistem	P1	Penyelesaian pekerjaan <i>shaft</i> , <i>propeller</i> , mesin, kemudi, atau pengocotan tertunda sehingga mengganggu proses <i>undocking</i> .	6	5	6
	P2	Pekerjaan tambahan membuat estimasi ulang kebutuhan material.	7	7	6
	P3	Persiapan material untuk pekerjaan <i>docking repair</i> kurang tepat jumlah atau jenisnya.	4	3	4
Eksternal	E1	Material terlambat datang dari pihak eksternal atau memerlukan modifikasi sebelum bisa digunakan.	6	5	4
	E2	Pekerjaan di bengkel luar tidak sesuai spesifikasi, hasil tidak dapat dipastikan.	6	4	6
	E3	Pekerjaan tertunda menunggu penyelesaian pekerjaan yang dari pihak eksternal karena antrean.	6	6	4
Lingkungan	L1	Cuaca buruk mengganggu pekerjaan di area terbuka, seperti <i>painting</i> , <i>blasting</i> , atau pekerjaan luar kapal.	7	7	5
	L2	Genangan air, oli, atau minyak mengganggu pekerjaan di area terbuka.	7	7	5
	L3	Pekerjaan <i>sawblasting</i> atau pengocotan menimbulkan debu sehingga mengganggu pekerjaan lain.	4	5	5
	L4	Keterlambatan pengocotan karena kelembapan udara tidak sesuai.	6	5	5

D. Kuesioner Penilaian FMEA Pekerjaan *Floating Repair*

Kategori Risiko	Kode Identifikasi	Sub Risiko	S	O	D
Infrastruktur dan Peralatan	I1	Peralatan kerja di kapal terapung kurang siap digunakan atau sulit dimobilisasi.	5	3	6
	I2	Pekerjaan tertunda saat suplai listrik di kapal terapung atau dermaga, seperti <i>shore power</i> terganggu.	6	5	6

Kategori Risiko	Kode Identifikasi	Sub Risiko	S	O	D
	I3	<i>Compressed air supply</i> untuk pekerjaan di kapal tempung terganggu akibat <i>air compressor down</i> .	6	5	6
	I4	Pekerjaan pengelasan di kapal tempung terunda karena kondisi mesin las <i>down</i> .	6	5	6
Sumber Daya Manusia	S1	Pekerja lalai atau kurang teliti dalam mengikuti prosedur kerja, misalnya material tidak dibawa ke area demaga.	4	3	3
	S2	Penurunan produktivitas pekerja akibat kondisi kesehatan yang tidak optimal saat bekerja di kapal tempung.	7	4	4
	S3	Instruksi kerja antara tim kapal dan pelaksana <i>repair</i> tidak terkoordinasi sehingga terjadi miskomunikasi.	5	6	5
	S4	Pekerja di area kapal tempung jarang menggunakan APD sesuai risiko kerja di atas air.	7	6	5
Proses/Sistem	P1	Solar tumpah atau terbuang ke laut karena tidak tersedianya <i>oil spill kit</i> .	7	7	6
	P2	Persiapan material untuk pekerjaan <i>floating repair</i> kurang tepat jumlah atau jenisnya.	4	3	3
Eksternal	E1	Proses perizinan/ <i>permit</i> untuk <i>hot work</i> lebih ketat, menyebabkan keterlambatan.	7	7	7
Lingkungan	L1	Cuaca buruk mengganggu pekerjaan di area terbuka kapal.	5	5	4
	L2	Ombak besar mengganggu stabilitas kapal dan keselamatan pekerja.	7	5	5
	L3	Area demaga berbatu mengganggu pergerakan atau proses <i>hot trial</i> .	7	5	6
	L4	Kapal menyerap lumpur dan dapat kandas karena kodulaman demaga tidak mencukupi untuk draft kapal.	7	5	6
	L5	Angin besar mengganggu pelaksanaan <i>inclining test</i> pada kapal.	6	5	6

Lamongan, 8 Mei 2026.
Manager Operasional,



b. *Expert 2: VNA*

LEMBAR KUESIONER PENGOLAHAN DATA
FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS (FMEA)

Dengan Hormat,

Kuesioner yang akan Bapak berikan penilaian merupakan lanjutan dari kuesioner penilaian CVI sebelumnya serta disusun untuk mendukung penelitian Tugas Akhir saya yang berjudul “Manajemen Risiko Operasional pada Pekerjaan *Docking Repair* dan *Floating Repair* menggunakan Metode FMEA dan AHP di Salah Satu Perusahaan Galangan Kapal Lamongan”.

Kuesioner ini memuat sejumlah item pernyataan yang disusun berdasarkan hasil observasi lapangan, wawancara dengan *expert*, identifikasi risiko, serta validasi dari para *expert*, yang mengganggu operasional perusahaan pada pekerjaan *docking repair* dan *floating repair*. Kuesioner ini bertujuan untuk mengetahui penilaian risiko operasional pada *docking repair* dan *floating repair* di salah satu Perusahaan Galangan Kapal Lamongan, dengan memuat parameter penilaian FMEA, yaitu *Severity (S)*, *Occurrence (O)*, dan *Detection (D)*.

Saya memohon kesediaan Bapak untuk memberikan penilaian terhadap setiap item pertanyaan dengan aspek yang diukur. Hasil kuesioner ini selanjutnya akan diolah dan digunakan sebagai kepentingan akademik berupa Tugas Akhir pada analisis risiko operasional pada pekerjaan *docking repair* dan *floating repair*. Atas kerjasama dan ketersediaan Bapak dalam mengisi kuesioner ini, saya ucapkan banyak terimakasih.

Isi dari kuesioner memuat:

- Bagian A: Identitas *Expert*
- Bagian B: Petunjuk Pengisian
- Bagian C: Kuesioner Penilaian FMEA Pekerjaan *Docking Repair*
- Bagian D: Kuesioner Penilaian FMEA Pekerjaan *Floating Repair*

Hormat Saya,



Nabila Amalia Firdausi

A. Identitas *Expert*

Nama *Expert* :
Jabatan : SPV *Produce*
Lama Bekerja : 11 Tahun

B. Petunjuk Pengisian

Bapak dimohon mengisi kuesioner dengan cara memberikan nilai dengan skala 1 - 10 pada masing-masing parameter penilaian, yaitu tingkat keparahan (*Severity - S*), tingkat kemungkinan terjadinya (*Occurrence - O*), dan tingkat kegagalan deteksi (*Detection - D*) yang mempresentasikan jawaban dari masing-masing item sub risiko pada pekerjaan *docking repair* dan *floating repair*. Parameter dalam penilaian mengacu pada tabel berikut:

1. Parameter Penilaian *Severity (S)*/Tingkat Keparahan

Nilai	Ciri	Keterangan
1	<i>None</i>	Tidak ada dampak yang terjadi akibat penyebab tersebut.
2	<i>Very minor</i>	Dampak dari penyebabnya terjadi, tetapi tidak menimbulkan efek apa pun.
3	<i>Minor</i>	Dampak dari penyebabnya memang terjadi, tetapi pengaruhnya sangat kecil.
4	<i>Very low</i>	Dampak dari penyebabnya memang terjadi, tetapi pengaruhnya kecil.
5	<i>Low</i>	Dampak dari penyebabnya memang terjadi, tetapi pengaruhnya relatif kecil.
6	<i>Moderate</i>	Dampak dari penyebabnya memang terjadi, tetapi pengaruhnya moderat.
7	<i>High</i>	Dampak dari penyebabnya memang terjadi, tetapi pengaruhnya relatif besar.
8	<i>Very high</i>	Dampak dari penyebabnya memang terjadi, tetapi dampaknya sangat besar.
9	<i>Hazardous with warning</i>	Dampak dari penyebabnya memang terjadi, tetapi pengaruhnya sangat dominan.
10	<i>Hazardous without warning</i>	Dampak dari penyebabnya terjadi, dengan efek yang sangat dominan.

2. Parameter Penilaian *Occurrence (O)*/Kemungkinan Terjadinya

Nilai	Ciri	Keterangan
1	<i>Very low</i>	Penyebabnya tidak terjadi.
2	<i>Low</i>	Penyebab tersebut jarang terjadi.
3	<i>Low</i>	Penyebabnya terjadi agak sering.
4	<i>Moderate</i>	Penyebabnya terkadang terjadi berulang kali.
5	<i>Moderate</i>	Penyebabnya cukup sering terjadi.
6	<i>Moderate</i>	Penyebabnya sering terjadi.
7	<i>High</i>	Penyebabnya terjadi cukup sering.
8	<i>High</i>	Penyebabnya terkadang terjadi sangat sering.

Nilai	Ciri	Keterangan
9	<i>High</i>	Penyebabnya terjadi sangat sering.
10	<i>Very high</i>	Penyebabnya selalu terjadi.

3. Parameter Penilaian Detection (D)/Tingkat Kegagalan Deteksi

Nilai	Karakteristik	Penjelasan
1	<i>Very low</i>	Sangat jelas, sangat mudah diidentifikasi.
2	<i>Low</i>	Jelas bagi indra manusia.
3	<i>Low</i>	Membutuhkan inspeksi.
4	<i>Moderately high</i>	Pemeriksaan cermat dengan indra manusia.
5	<i>Moderately high</i>	Inspeksi yang sangat teliti dengan menggunakan indra manusia.
6	<i>Moderate</i>	Membutuhkan inspeksi dan alat/metode dasar.
7	<i>High</i>	Membutuhkan inspeksi dan alat/metode yang kompleks.
8	<i>Very low</i>	Membutuhkan inspeksi dan alat/metode yang sangat mahal dan kompleks.
9	<i>Almost impossible</i>	Kesungulan besar tidak dapat dideteksi.
10	<i>Impossible</i>	Tidak dapat dideteksi.

C. Kuesioner Penilaian FMEA Pekerjaan *Docking Repair*

Kategori Risiko	Kode Identifikasi	Sub Risiko	S	O	D
Infrastruktur dan Peralatan	I1	Peralatan kerja di area dock kurang siap digunakan akibat kerusakan atau ketidaktersediaan.	6	7	7
	I2	Pekerjaan tertunda akibat gangguan suplai listrik fasilitas galangan, seperti konsleting instalasi, <i>maintenance</i> gardu, atau perbaikan panel distribusi.	7	6	7
	I3	<i>Compressed air supply</i> untuk pekerjaan di dock terganggu akibat <i>air compressor down</i> .	8	8	7
	I4	Pekerjaan pengelasan untuk pekerjaan separasi di dock tertunda karena kondisi mesin las <i>down</i> .	7	7	7
Sumber Daya Manusia	S1	Pekerja lalai atau kurang teliti dalam mengikuti prosedur kerja, misalnya material tidak dibawa ke area kerja.	4	4	4
	S2	Pemrusan produktivitas pekerja akibat kondisi kesehatan yang tidak optimal saat pekerjaan <i>docking repair</i> .	6	5	5
	S3	Kesalahan pemasangan SDNR yang tidak sesuai arah aliran saat pekerjaan <i>valve sea chest</i> kapal.	8	8	7

Kategori Risiko	Kode Identifikasi	Sub Risiko	S	O	D
	S4	Pekerja kurang mengenali jenis-jenis valve yang harus dikerjakan.	8	8	7
	S5	Instruksi kerja tidak terkoordinasi, menyebabkan miskomunikasi dalam pekerjaan <i>docking repair</i> .	8	7	6
	S6	Pekerja di area <i>dock</i> jarang menggunakan APD sesuai prosedur kerja galangan.	7	7	6
Proses/Sistem	P1	Penyelesaian pekerjaan <i>shaft</i> , <i>propeller</i> , mesin, kemudi, atau pengelasan tertunda sehingga mengganggu proses <i>undocking</i> .	7	6	6
	P2	Pekerjaan tambahan membuat estimasi ulang kebutuhan material.	7	7	7
	P3	Persiapan material untuk pekerjaan <i>docking repair</i> kurang tepat jumlah atau jenisnya.	5	5	5
Eksternal	E1	Material terlambat datang dari pihak eksternal atau memerlukan modifikasi sebelum bisa digunakan.	6	6	5
	E2	Pekerjaan di bengkel luar tidak sesuai spesifikasi, hasil tidak dapat dipastikan.	6	6	6
	E3	Pekerjaan tertunda menunggu penyelesaian pekerjaan yang dari pihak eksternal karena antrean.	6	6	5
Lingkungan	L1	Cuaca buruk mengganggu pekerjaan di area terbuka, seperti <i>painting</i> , <i>blasting</i> , atau pekerjaan luar kapal.	7	8	6
	L2	Gangguan air, oli, atau minyak mengganggu pekerjaan di area terbuka.	7	7	6
	L3	Pekerjaan <i>sawblasting</i> atau pengelasan menimbulkan debu sehingga mengganggu pekerjaan lain.	5	7	6
	L4	Keterlambatan pengecatan karena kelembapan udara tidak sesuai.	6	7	6

D. Kuesioner Penilaian FMEA Pekerjaan *Floating Repair*

Kategori Risiko	Kode Identifikasi	Sub Risiko	S	O	D
Infrastruktur dan Peralatan	I1	Peralatan kerja di kapal terapung kurang siap digunakan atau sulit dimobilisasi.	6	5	6
	I2	Pekerjaan tertunda saat suplai listrik di kapal terapung atau dermaga, seperti <i>shore power</i> terganggu.	7	6	7

Kategori Risiko	Kode Identifikasi	Sub Risiko	S	O	D
	I3	<i>Compressed air supply</i> untuk pekerjaan di kapal terapung terganggu akibat <i>air compressor down</i> .	7	6	7
	I4	Pekerjaan pengelasan di kapal terapung tertunda karena kondisi mesin las <i>down</i> .	7	6	7
Sumber Daya Manusia	S1	Pekerja lalai atau kurang teliti dalam mengikuti prosedur kerja, misalnya material tidak dibawa ke area demaga.	5	4	4
	S2	Pemurunan produktivitas pekerja akibat kondisi kesehatan yang tidak optimal saat bekerja di kapal terapung.	6	5	5
	S3	Instruksi kerja antara tim kapal dan pelaksana repair tidak terkoordinasi sehingga terjadi miskomunikasi.	7	7	6
	S4	Pekerja di area kapal terapung jarang menggunakan APD sesuai risiko kerja di atas air.	8	7	6
Proses/Sistem	P1	Salur tumpah atau terbuang ke laut karena tidak tersedianya <i>oil spill kit</i> .	8	8	8
	P2	Persiapan material untuk pekerjaan <i>floating repair</i> kurang tepat jumlah atau jenisnya.	4	4	4
Eksternal	E1	Proses perizinan/persetujuan untuk <i>hot work</i> lebih ketat, menyebabkan keterlambatan.	6	5	6
Lingkungan	L1	Cuaca buruk mengganggu pekerjaan di area terbuka kapal.	7	7	5
	L2	Ombak besar mengganggu stabilitas kapal dan keselamatan pekerja.	7	7	6
	L3	Area demaga berbata mengganggu pergerakan atau proses <i>sea trial</i> .	8	8	7
	L4	Kapal menyerap lumpur dan dapat kandas karena kedalaman demaga tidak mencukupi untuk <i>draft</i> kapal.	8	8	8
	L5	Angin besar mengganggu pelaksanaan <i>inclining test</i> pada kapal.	7	7	6

Lamongan, 8 Mei 2026
SPV Product,




c. *Expert 3: DBP*

LEMBAR KUESIONER PENGOLAHAN DATA
FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS (FMEA)

Dengan Hormat,

Kuesioner yang akan Bapak berikan penilaian merupakan lanjutan dari kuesioner penilaian CVI sebelumnya serta disusun untuk mendukung penelitian Tugas Akhir saya yang berjudul "**Manajemen Risiko Operasional pada Pekerjaan *Docking Repair* dan *Floating Repair* menggunakan Metode FMEA dan AHP di Salah Satu Perusahaan Galangan Kapal Lamongan**".

Kuesioner ini memuat sejumlah item pernyataan yang disusun berdasarkan hasil observasi lapangan, wawancara dengan *expert*, identifikasi risiko, serta validasi dari para *expert*, yang mengganggu operasional perusahaan pada pekerjaan *docking repair* dan *floating repair*. Kuesioner ini bertujuan untuk mengetahui penilaian risiko operasional pada *docking repair* dan *floating repair* di salah satu Perusahaan Galangan Kapal Lamongan, dengan memuat parameter penilaian FMEA, yaitu *Severity* (S), *Occurence* (O), dan *Detection* (D).

Saya memohon kesediaan Bapak untuk memberikan penilaian terhadap setiap item pertanyaan dengan aspek yang diukur. Hasil kuesioner ini selanjutnya akan diolah dan digunakan sebagai kepentingan akademik berupa Tugas Akhir pada analisis risiko operasional pada pekerjaan *docking repair* dan *floating repair*. Atas kerjasama dan ketersediaan Bapak dalam mengisi kuesioner ini, saya ucapkan banyak terimakasih.

Isi dari kuesioner memuat:

- Bagian A: Identitas *Expert*
- Bagian B: Petunjuk Pengisian
- Bagian C: Kuesioner Penilaian FMEA Pekerjaan *Docking Repair*
- Bagian D: Kuesioner Penilaian FMEA Pekerjaan *Floating Repair*

Hormat Saya,



Nabila Amalia Firdausi

A. Identitas Expert

Nama Expert :
Jabatan : SPV Facility
Lama Bekerja : 8 Tahun

B. Petunjuk Pengisian

Bapak dimohon mengisi kuesioner dengan cara memberikan nilai dengan skala 1 - 10 pada masing-masing parameter penilaian, yaitu tingkat keparahan (*Severity - S*), tingkat kemungkinan terjadinya (*Occurrence - O*), dan tingkat kegagalan deteksi (*Detection - D*) yang mempresentasikan jawaban dari masing-masing item sub risiko pada pekerjaan *docking repair* dan *floating repair*. Parameter dalam penilaian mengacu pada tabel berikut:

1. Parameter Penilaian Severity (S)/Tingkat Keparahan

Nilai	Ciri	Keterangan
1	<i>None</i>	Tidak ada dampak yang terjadi akibat penyebab tersebut.
2	<i>Very minor</i>	Dampak dari penyebabnya terjadi, tetapi tidak menimbulkan efek apa pun.
3	<i>Minor</i>	Dampak dari penyebabnya memang terjadi, tetapi pengaruhnya sangat kecil.
4	<i>Very low</i>	Dampak dari penyebabnya memang terjadi, tetapi pengaruhnya kecil.
5	<i>Low</i>	Dampak dari penyebabnya memang terjadi, tetapi pengaruhnya relatif kecil.
6	<i>Moderate</i>	Dampak dari penyebabnya memang terjadi, tetapi pengaruhnya moderat.
7	<i>High</i>	Dampak dari penyebabnya memang terjadi, tetapi pengaruhnya relatif besar.
8	<i>Very high</i>	Dampak dari penyebabnya memang terjadi, tetapi dampaknya sangat besar.
9	<i>Hazardous with warning</i>	Dampak dari penyebabnya memang terjadi, tetapi pengaruhnya sangat dominan.
10	<i>Hazardous without warning</i>	Dampak dari penyebabnya terjadi, dengan efek yang sangat dominan.

2. Parameter Penilaian Occurrence (O)/Kemungkinan Terjadinya

Nilai	Ciri	Keterangan
1	<i>Very low</i>	Penyebabnya tidak terjadi.
2	<i>Low</i>	Penyebab tersebut jarang terjadi.
3	<i>Low</i>	Penyebabnya terjadi agak sering.
4	<i>Moderate</i>	Penyebabnya terkadang terjadi berulang kali.
5	<i>Moderate</i>	Penyebabnya cukup sering terjadi.
6	<i>Moderate</i>	Penyebabnya sering terjadi.
7	<i>High</i>	Penyebabnya terjadi cukup sering.
8	<i>High</i>	Penyebabnya terkadang terjadi sangat sering.

Nilai	Ciri	Keterangan
9	<i>High</i>	Penyebabnya terjadi sangat sering.
10	<i>Very high</i>	Penyebabnya selalu terjadi.

3. Parameter Penilaian Detection (D)/Tingkat Kegagalan Deteksi

Nilai	Karakteristik	Penjelasan
1	<i>Very high</i>	Sangat jelas, sangat mudah diidentifikasi.
2	<i>High</i>	Jelas bagi indra manusia.
3	<i>High</i>	Membutuhkan inspeksi.
4	<i>Moderately high</i>	Pemeriksaan cesmat dengan indra manusia.
5	<i>Moderately high</i>	Inspeksi yang sangat teliti dengan menggunakan indra manusia.
6	<i>Moderate</i>	Membutuhkan inspeksi dan alat/metode dasar.
7	<i>Low</i>	Membutuhkan inspeksi dan alat/metode yang kompleks.
8	<i>Very low</i>	Membutuhkan inspeksi dan alat/metode yang sangat mahal dan kompleks.
9	<i>Almost impossible</i>	Kemungkinan besar tidak dapat dideteksi.
10	<i>Impossible</i>	Tidak dapat dideteksi.

C. Kuesioner Penilaian FMEA Pekerjaan *Docking Repair*

Kategori Risiko	Kode Identifikasi	Sub Risiko	S	O	D
Infrastruktur dan Peralatan	11	Peralatan kerja di area dock kurang siap digunakan akibat kerusakan atau ketidaktersediaan.	7	8	7
	12	Pekerjaan tertunda akibat gangguan suplai listrik fasilitas galangan, seperti konsleting instalasi, <i>maintenance guard</i> , atau perbaikan panel distribusi.	8	6	3
	13	<i>Compressed air supply</i> untuk pekerjaan di dock terganggu akibat <i>air compressor down</i> .	8	7	7
	14	Pekerjaan pengelasan untuk pekerjaan reparasi di dock tertunda karena kondisi mesin las <i>down</i> .	6	5	4
Sumber Daya Manusia	S1	Pekerja lalai atau kurang teliti dalam mengikuti prosedur kerja, misalnya material tidak dibawa ke area kerja.	5	6	7
	S2	Penurunan produktivitas pekerja akibat kondisi kesehatan yang tidak optimal saat pekerjaan <i>docking repair</i> .	9	5	6
	S3	Kesalahan pemasangan SDNR yang tidak sesuai arah aliran saat pekerjaan <i>valve sea chest</i> kapal.	7	7	6

Kategori Risiko	Kode Identifikasi	Sub Risiko	S	O	D
	S4	Pekerja kurang mengenali jenis-jenis valve yang harus dikerjakan.	7	6	6
	S5	Instruksi kerja tidak terkoordinasi, menyebabkan miskomunikasi dalam pekerjaan <i>docking repair</i> .	8	5	6
	S6	Pekerja di area <i>dock</i> jarang menggunakan APD sesuai prosedur kerja galangan.	4	5	4
Proses/Sistem	P1	Penyelesaian pekerjaan <i>shaft</i> , <i>propeller</i> , mesin, kemudi, atau pengelasan tertunda sehingga mengganggu proses <i>undocking</i> .	7	7	6
	P2	Pekerjaan tambahan membuat estimasi ulang kebutuhan material.	4	5	5
	P3	Persiapan material untuk pekerjaan <i>docking repair</i> kurang tepat jumlah atau jenisnya.	7	5	6
Eksternal	E1	Material terlambat datang dari pihak eksternal atau memerlukan modifikasi sebelum bisa digunakan.	6	4	6
	E2	Pekerjaan di bengkel luar tidak sesuai spesifikasi, hasil tidak dapat dipastikan.	6	7	6
	E3	Pekerjaan tertunda menunggu penyelesaian pekerjaan yang dari pihak eksternal karena antrian.	7	7	6
Lingkungan	L1	Cuaca buruk mengganggu pekerjaan di area terbuka, seperti <i>pausing</i> , <i>blasting</i> , atau pekerjaan luar kapal.	8	4	3
	L2	Gersangan air, oli, atau minyak mengganggu pekerjaan di area terbuka.	8	5	4
	L3	Pekerjaan <i>sawblasting</i> atau pengelasan menimbulkan debu sehingga mengganggu pekerjaan lain.	7	6	6
	L4	Keterlambatan pengelasan karena kelembapan udara tidak sesuai.	7	4	3

D. Kuesioner Penilaian FMEA Pekerjaan *Floating Repair*

Kategori Risiko	Kode Identifikasi	Sub Risiko	S	O	D
Infrastruktur dan Peralatan	I1	Peralatan kerja di kapal terpusat kurang siap digunakan atau sulit dimobilisasi.	7	6	5
	I2	Pekerjaan tertunda saat suplai listrik di kapal terpusat atau darurat, seperti <i>shore power</i> terganggu.	7	7	6

Kategori Risiko	Kode Identifikasi	Sub Risiko	S	O	D
	I3	Compressed air supply untuk pekerjaan di kapal terapung terganggu akibat air compressor down.	7	6	4
	I4	Pekerjaan pengelasan di kapal terapung tertunda karena kondisi mesin las down.	8	3	5
Sumber Daya Manusia	S1	Pekerja lalai atau kurang teliti dalam mengikuti prosedur kerja, misalnya material tidak dibawa ke area dermaga.	4	5	6
	S2	Penurunan produktivitas pekerja akibat kondisi kesehatan yang tidak optimal saat bekerja di kapal terapung.	6	6	7
	S3	Instruksi kerja antara tim kapal dan pelaksana repair tidak terkoordinasi sehingga terjadi miskomunikasi.	6	5	4
	S4	Pekerja di area kapal terapung jarang menggunakan APD sesuai risiko kerja di atas air.	6	6	7
Proses/Sistem	P1	Solar tumpah atau terbuang ke laut karena tidak tersedianya oil spill kit.	8	5	6
	P2	Persiapan material untuk pekerjaan floating repair kurang tepat jumlah atau jenisnya.	6	7	8
Eksternal	E1	Proses perizinan/permit untuk hot work lebih lama, menyebabkan keterlambatan.	6	5	4
Lingkungan	L1	Cuaca buruk mengganggu pekerjaan di area terbuka kapal.	6	4	4
	L2	Ombak besar mengganggu stabilitas kapal dan keselamatan pekerja.	7	6	6
	L3	Area dermaga berbata mengganggu pergerakan atau proses sen trial.	7	7	6
	L4	Kapal menyerap lumpur dan dapat kandas karena kedalaman dermaga tidak mencukupi untuk draft kapal.	7	7	6
	L5	Angin besar mengganggu pelaksanaan lashing/tie pada kapal.	7	4	4

Lamongan, 8 Mei 2024.
SPV Facility,



Lampiran 12. Hasil Rekap Penilaian Kuesioner Pengolahan Data FMEA Pekerjaan *Docking Repair*

Kode Risiko	Sub Risiko	Penilaian								
		S			O			D		
		S1	S2	S3	O1	O2	O3	D1	D2	D3
I1	Peralatan kerja di area <i>dock</i> kurang siap digunakan akibat kerusakan atau ketidaktersediaan.	6	6	7	6	7	8	6	7	7
I2	Pekerjaan tertunda akibat gangguan suplai listrik fasilitas galangan, seperti konsleting instalasi, <i>maintenance</i> gardu, atau perbaikan panel distribusi.	6	7	8	4	6	6	5	7	3
I3	<i>Compressed air supply</i> untuk pekerjaan di <i>dock</i> terganggu akibat <i>air compressor down</i> .	7	8	8	7	8	7	7	7	7
I4	Pekerjaan pengelasan untuk pekerjaan reparasi di <i>dock</i> tertunda karena kondisi mesin las <i>down</i> .	6	7	6	6	7	5	6	7	4
S1	Pekerja lalai atau kurang teliti dalam mengikuti prosedur kerja, misalnya material tidak dibawa ke area kerja.	4	4	5	3	4	6	3	4	7
S2	Penurunan produktivitas pekerja akibat kondisi kesehatan yang tidak optimal saat pekerjaan <i>docking repair</i> .	7	6	9	5	5	5	4	5	6
S3	Kesalahan pemasangan SDNR yang tidak sesuai arah aliran saat pekerjaan <i>valve sea chest</i> kapal.	7	8	7	7	8	7	7	7	6
S4	Pekerja kurang mengenali jenis-jenis <i>valve</i> yang harus dikerjakan.	7	8	7	6	8	6	6	7	6
S5	Instruksi kerja tidak terkoordinasi, menyebabkan miskomunikasi dalam pekerjaan <i>docking repair</i> .	6	8	8	5	7	5	5	6	6
S6	Pekerja di area <i>dock</i> jarang menggunakan APD sesuai prosedur kerja galangan.	5	7	4	4	7	5	6	6	4
P1	Penyelesaian pekerjaan <i>shaft</i> , <i>propeller</i> , mesin, kemudi, atau pengecatan tertunda sehingga mengganggu proses <i>undocking</i> .	6	7	7	5	6	7	6	6	6
P2	Pekerjaan tambahan membuat estimasi ulang kebutuhan material.	7	7	4	7	7	5	6	7	5

Kode Risiko	Sub Risiko	Penilaian								
		S			O			D		
		S1	S2	S3	O1	O2	O3	D1	D2	D3
P3	Persiapan material untuk pekerjaan <i>docking repair</i> kurang tepat jumlah atau jenisnya.	4	5	7	3	5	5	4	5	6
E1	Material terlambat datang dari pihak eksternal atau memerlukan modifikasi sebelum bisa digunakan.	6	6	6	5	6	4	4	5	6
E2	Pekerjaan di bengkel luar tidak sesuai spesifikasi, hasil tidak dapat dipastikan.	6	6	6	4	6	7	6	6	6
E3	Pekerjaan tertunda menunggu penyelesaian pekerjaan yang dari pihak eksternal karena antrean.	6	6	7	6	6	7	4	5	6
L1	Cuaca buruk mengganggu pekerjaan di area terbuka, seperti <i>painting</i> , <i>blasting</i> , atau pekerjaan luar kapal.	7	7	8	7	8	4	5	6	3
L2	Genangan air, oli, atau minyak mengganggu pekerjaan di area terbuka.	7	7	8	7	7	5	5	6	4
L3	Pekerjaan <i>sandblasting</i> atau pengecatan menimbulkan debu sehingga mengganggu pekerjaan lain.	4	5	7	5	7	6	5	6	6

Lampiran 13. Hasil Rekap Penilaian Kuesioner Pengolahan Data FMEA Pekerjaan *Floating Repair*

Kode Risiko	Sub Risiko	Penilaian								
		S			O			D		
		S1	S2	S3	O1	O2	O3	D1	D2	D3
I1	Peralatan kerja di kapal terapung kurang siap digunakan atau sulit dimobilisasi.	5	6	7	3	5	6	6	6	5
I2	Pekerjaan tertunda saat suplai listrik di kapal terapung atau dermaga, seperti <i>shore power</i> terganggu.	6	7	7	5	6	7	6	7	6
I3	<i>Compressed air supply</i> untuk pekerjaan di kapal terapung terganggu akibat <i>air compressor down</i> .	6	7	7	5	6	6	6	7	4
I4	Pekerjaan pengelasan di kapal terapung tertunda karena kondisi mesin las <i>down</i> .	6	7	8	5	6	3	6	7	5
S1	Pekerja lalai atau kurang teliti dalam mengikuti prosedur kerja, misalnya material tidak dibawa ke area dermaga.	4	5	4	3	4	5	3	4	6
S2	Penurunan produktivitas pekerja akibat kondisi kesehatan yang tidak optimal saat bekerja di kapal terapung.	7	6	6	4	5	6	4	5	7
S3	Instruksi kerja antara tim kapal dan pelaksana <i>repair</i> tidak terkoordinasi sehingga terjadi miskomunikasi.	5	7	6	6	7	5	5	6	4
S4	Pekerja di area kapal terapung jarang menggunakan APD sesuai risiko kerja di atas air.	7	8	6	6	7	6	5	6	7
P1	Solar tumpah atau terbuang ke laut karena tidak tersedianya <i>oil spill kit</i> .	7	8	8	7	8	5	6	8	6
P2	Persiapan material untuk pekerjaan <i>floating repair</i> kurang tepat jumlah atau jenisnya.	4	4	6	3	4	7	3	4	8
E1	Proses perizinan/ <i>permit</i> untuk <i>hot work</i> lebih ketat, menyebabkan keterlambatan.	7	6	6	7	5	5	7	6	4
L1	Cuaca buruk mengganggu pekerjaan di area terbuka kapal.	5	7	6	5	7	4	4	5	4
L2	Ombak besar mengganggu stabilitas kapal dan keselamatan pekerja.	7	7	7	5	7	6	5	6	6
L3	Area dermaga berbatu mengganggu pergerakan atau proses <i>sea trial</i> .	7	8	7	5	8	7	6	7	6

Kode Risiko	Sub Risiko	Penilaian								
		S			O			D		
		S1	S2	S3	O1	O2	O3	D1	D2	D3
L4	Kapal menyerap lumpur dan dapat kandas karena kedalaman dermaga tidak mencukupi untuk <i>draft</i> kapal.	7	8	7	5	8	7	6	8	6
L5	Angin besar mengganggu pelaksanaan <i>inclining test</i> pada kapal.	6	7	7	5	7	4	6	6	4

Lampiran 14. Lembar Wawancara Usulan Mitigasi Kriteria Sub Risiko Pekerjaan *Docking Repair dan Floating Repair*

Narasumber : *Expert 1 (AS), Expert 2 (VNA), Expert 3 (DBP)*

Jabatan : Manager Operasional, SPV Product, SPV Facility

Lama bekerja: 20 Tahun, 11 Tahun, 8 Tahun

Berdasarkan wawancara terkait usulan mitigasi untuk kriteria sub risiko operasional pada pekerjaan *docking repair* yang telah dilakukan kepada ketiga *expert*, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Usulan mitigasi pada *compressed air supply* untuk pekerjaan di *dock* terganggu akibat *air compressor down* sebagai berikut:
 - a. *Preventive maintenance* pada *air compressor*, dilakukan secara berkala untuk menjaga performa *compressor* dan mencegah terjadinya gangguan *air supply* saat pekerjaan berlangsung.
 - b. Penyediaan *backap compressor* atau sistem sewa darurat, bertujuan memastikan kebutuhan udara tetap terpenuhi apabila terjadi kerusakan pada *compressor* utama.
 - c. *Pre-use inspection* dan *logsheet* kondisi *compressor* harian, membantu mengetahui kondisi *compressor* sebelum digunakan dan mengurangi risiko gangguan operasional.
2. Usulan mitigasi pada kesalahan pemasangan SDNR yang tidak sesuai arah aliran saat pekerjaan *valve sea chest* kapal sebagai berikut:
 - a. Menerapkan *checklist* spesifikasi teknis pekerjaan *valve* dan pemeriksaan arah pemasangan SDNR, sebagai acuan agar pemasangan *valve* dilakukan sesuai standar dan prosedur yang berlaku.
 - b. *Double check* oleh supervisor sebelum *valve* dipasang kembali, dapat meminimalkan kesalahan pemasangan sebelum pekerjaan dinyatakan selesai.
 - c. Memberi tanda atau *marking* arah aliran dan dokumentasi foto sebelum pembongkaran, dapat digunakan sebagai referensi saat proses pemasangan kembali dilakukan.
3. Usulan mitigasi pada pekerja kurang mengenali jenis-jenis *valve* yang harus dikerjakan sebagai berikut:
 - a. Memberi arahan dengan identifikasi jenis *valve* dan fungsi operasionalnya, untuk membantu teknisi memahami jenis *valve* yang akan dikerjakan sebelum pekerjaan dimulai.

- b. Pembuatan referensi foto/gambar *wa/ve* sebagai panduan kerja lapangan, untuk mempermudah teknisi dalam mengenali jenis *wa/ve* di area pekerjaan.
- c. Memberi instruksi kepada teknisi berdasarkan kompetensi pekerjaan *wa/ve*, pembagian pekerjaan berdasarkan kompetensi dapat meningkatkan ketepatan dan keselamatan kerja.

Berdasarkan wawancara terkait usulan mitigasi untuk kriteria sub risiko operasional pada pekerjaan *floating repair* yang telah dilakukan kepada ketiga *expert*, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Usulan mitigasi pada solar tumpah atau terbuang ke laut karena tidak tersedianya *oil spill kit* sebagai berikut:
 - a. Penyediaan *oil spill kit* wajib sebelum pekerjaan pengurusan solar, membantu penanganan cepat apabila terjadi tumpahan selama proses pengurusan.
 - b. Pengurusan solar dengan sistem *containment*, digunakan untuk mencegah solar menyebar ke area laut dan lingkungan sekitar.
 - c. Pengarahan kepada teknisi untuk *standby* terhadap pengawasan tumpahan solar, membantu mempercepat tindakan apabila terjadi kebocoran atau tumpahan.
2. Usulan mitigasi pada kapal menyerap lumpur dan dapat kandas karena kedalaman dermaga tidak mencukupi untuk *draft* kapal sebagai berikut:
 - a. Pemeriksaan *draft* kapal dan kedalaman aktual dermaga sebelum pekerjaan disetujui, untuk memastikan kondisi kapal sesuai dengan kedalaman area kerja yang tersedia.
 - b. Penjadwalan pekerjaan berdasarkan kondisi pasang surut air laut, dapat mengurangi risiko kapal mengalami kandas selama pekerjaan berlangsung.
 - c. Relokasi pekerjaan ke area dermaga atau perairan yang lebih aman jika *draft* tidak mencukupi, menjadi alternatif terakhir untuk menjaga keamanan dan kelancaran pekerjaan.
3. Usulan mitigasi pada area dermaga berbatu mengganggu pergerakan atau proses *sea trial* sebagai berikut:
 - a. *Survey* kondisi area dermaga dan jalur *sea trial* sebelum pekerjaan dilakukan, untuk membantu menemukan potensi hambatan sebelum kegiatan *sea trial* dilaksanakan.
 - b. Penentuan jalur aman dan pemasangan penanda area berisiko, untuk membantu petugas mengetahui lokasi yang perlu mendapat perhatian khusus.

- c. Koordinasi jadwal *sea trial* dengan kondisi perairan dan pendampingan dari *dock master*, untuk memastikan kegiatan *sea trial* berjalan sesuai kondisi lapangan dan prosedur keselamatan.

Expert 1
Manager Operasional,



Expert 2
SPV Product,



Expert 3
SPV Facility,



Lampiran 15. Lembar Validasi Kuesioner CVI untuk Penilaian AHP pada Pekerjaan *Docking Repair dan Floating Repair*

a. *Expert 1: AS*

LEMBAR VALIDASI KUESIONER CONTENT VALIDITY INDEX (CVI) II

Dengan Hormat,

Kuesioner yang akan Bapak validasi disusun untuk mendukung penelitian mengenai "Manajemen Risiko Operasional pada Pekerjaan *Docking Repair dan Floating Repair* menggunakan Metode FMEA dan AHP di Salah Satu Perusahaan Galangan Kapal Lamongan". Kuesioner ini memuat sejumlah *item* pernyataan yang disusun berdasarkan hasil observasi lapangan, wawancara dengan *expert*, serta usulan atau rencana mitigasi risiko operasional pada pekerjaan *docking repair* dan *floating repair* dari para *expert*.

Sebagai validator materi (*content validator*), saya memohon kesediaan Bapak untuk memberikan penilaian terhadap tingkat relevansi setiap *item* pernyataan dengan aspek yang diukur. Penilaian Bapak diharapkan didasarkan pada isi pernyataan, kejelasan bahasa, dan kesesuaian *item* dengan tujuan penelitian. *Review* Bapak juga diharapkan dilakukan secara objektif dan konstruktif guna menyempurnakan instrumen penelitian ini agar layak digunakan sebagai alat pengumpulan data. Hasil validasi ini selanjutnya akan digunakan sebagai dasar penyusunan kuesioner AHP yang digunakan dalam analisis risiko operasional pada pekerjaan *docking repair* dan *floating repair*.

Keterangan istilah operasional:

- *Valve* adalah komponen untuk mengatur, membuka, atau menutup aliran cairan atau gas dalam sistem perpipaan.
- *SDNR (Screw Down Non-Return)* adalah jenis *valve* yang berfungsi menutup aliran secara manual seperti *valve* biasa, tetapi juga berfungsi sebagai *valve* satu arah untuk mencegah aliran balik.
- *Maintenance Gardu* adalah serangkaian kegiatan perawatan pada gardu listrik untuk menjaga distribusi listrik tetap stabil dan mencegah kerusakan fatal.
- *Main Engine* adalah mesin induk atau mesin utama yang berfungsi sebagai sumber tenaga penggerak utama kapal.
- *Air Compressor* adalah mesin yang berfungsi menyerap udara dan menekannya ke dalam tangki menjadi udara bertekanan tinggi, biasanya digunakan untuk menghidupkan mesin utama kapal.
- *Shaft* adalah poros panjang yang meneruskan tenaga putar dari mesin menuju baling-baling agar kapal bisa bergerak.

- *Propeller* adalah baling-baling kapal yang berputar untuk menghasilkan gaya dorong sehingga kapal dapat melaju di air.
- *Sandblasting* adalah proses pembersihan permukaan kapal dengan menyemburkan pasir atau partikel tajam bertekanan tinggi untuk mengupas karat dan cat lama sebelum di cat ulang.
- *Inclining Test* adalah uji kemiringan kapal untuk menentukan titik berat dan memastikan stabilitas kapal tetap aman setelah reparasi.
- *Oil Spill Kit* adalah peralatan darurat yang digunakan untuk membersihkan tumpahan minyak agar tidak meluas.
- *Sea Trial* adalah uji coba berlayar di laut lepas untuk menguji performa mesin, system navigasi, dan kelaikan kapal secara keseluruhan setelah selesai di reparasi.
- *Draft Kapal* adalah jarak vertikal antara garis air hingga bagian terbawah lambung kapal, fungsinya untuk mengetahui seberapa dalam bagian kapal yang tenggelam di air.

Isi dari kuesioner memuat:

- Bagian A: Identitas Validator
- Bagian B: Petunjuk Pengisian
- Bagian C: Penilaian Instrumen Kriteria Sub Risiko dan Alternatif Mitigasi Risiko Operasional pada Pekerjaan *Docking Repair*
- Bagian D: Penilaian Instrumen Kriteria Sub Risiko dan Alternatif Mitigasi Risiko Operasional pada Pekerjaan *Floating Repair*
- Bagian E: Saran dan Masukan Validator

Hormat Saya,



Nabila Amalia Firdausi

A. Identitas Validator

Nama Validator :

Jabatan : *Manager Operasional*

Lama Bekerja : *20 Tahun*

B. Petunjuk Pengisian

Bapak dimohon memberikan penilaian berdasarkan tingkat relevansi alternatif mitigasi risiko operasional terhadap setiap kriteria sub risiko operasional pada pekerjaan *docking repair* dan *floating repair*. Menggunakan skala berikut dengan memberikan tanda centang (✓) pada pilihan yang sesuai.

Skala	Keterangan
1	Tidak Relevan
2	Kurang Relevan
3	Relevan
4	Sangat Relevan

C. Penilaian Instrumen Kriteria Sub Risiko dan Alternatif Mitigasi Risiko Operasional pada Pekerjaan *Docking Repair*
1. Kriteria Sub Risiko Operasional pada Pekerjaan *Docking Repair*

Kode Identifikasi	Kriteria Sub Risiko	1	2	3	4	Catatan/Saran Perbaikan
D3	<i>Compressed air supply</i> untuk pekerjaan di dock terganggu akibat <i>air compressor down</i> .	☐	☐	☒	☐	
S3	Kesalahan pemasangan SDNR yang tidak sesuai arah aliran saat pekerjaan <i>valve sea chest</i> kapal.	☐	☐	☒	☐	
S4	Pekerja kurang mengenali jenis-jenis <i>valve</i> yang harus dikerjakan.	☐	☐	☒	☐	

2. Alternatif Mitigasi Risiko Operasional: *Compressed air supply* untuk pekerjaan di dock terganggu akibat *air compressor down*.

Alternatif Mitigasi Risiko	1	2	3	4	Catatan/Saran Perbaikan
<i>Preventive maintenance</i> pada <i>air compressor</i> .	☐	☐	☒	☐	
Penyediaan <i>backup compressor</i> atau sistem <i>sewa darurat</i> .	☐	☐	☐	☒	

Alternatif Mitigasi Risiko	1	2	3	4	Catatan/Saran Perbaikan
<i>Pre-use inspection</i> dan <i>logsheet</i> kondisi <i>compressor</i> harian.	☐	☐	☒	☐	

3. Alternatif Mitigasi Risiko Operasional: Kesalahan pemasangan SDNR yang tidak sesuai arah aliran saat pekerjaan *valve sea chest* kapal.

Alternatif Mitigasi Risiko	1	2	3	4	Catatan/Saran Perbaikan
Menempkan <i>checklist</i> spesifikasi teknis pekerjaan <i>valve</i> dan pemeriksaan arah pemasangan SDNR.	☐	☐	☒	☐	
<i>Double check</i> oleh supervisor sebelum <i>valve</i> dipasang kembali.	☐	☐	☒	☐	
Memberi tanda atau <i>marking</i> arah aliran dan dokumentasi foto sebelum pembongkaran.	☐	☐	☐	☒	

4. Alternatif Mitigasi Risiko Operasional: Pekerja kurang mengenali jenis-jenis *valve* yang harus dikerjakan.

Alternatif Mitigasi Risiko	1	2	3	4	Catatan/Saran Perbaikan
Memberi arahan dengan identifikasi jenis <i>valve</i> dan fungsi operasionalnya.	☐	☐	☒	☐	
Pembuatan referensi foto/gambar <i>valve</i> sebagai panduan kerja lapangan.	☐	☐	☒	☐	
Memberi instruksi kepada teknis berdasarkan kompetensi pekerjaan <i>valve</i> .	☐	☐	☒	☐	

D. Penilaian Instrumen Kriteria Sub Risiko dan Alternatif Mitigasi Risiko Operasional pada Pekerjaan *Floating Repair*

1. Kriteria Sub Risiko Operasional pada Pekerjaan *Floating Repair*

Kode Identifikasi	Kriteria Sub Risiko	1	2	3	4	Catatan/Saran Perbaikan
P1	Solar tumpah atau terbuang ke laut karena tidak tersedianya <i>oil spill kit</i> .	☐	☐	☒	☐	
L4	Kapal menyerap lumpur dan dapat kandas karena kedalaman dermaga tidak mencukupi untuk <i>draft</i> kapal.	☐	☐	☒	☐	

Kode Identifikasi	Kriteria Sub Risiko	1	2	3	4	Catatan/Saran Perbaikan
L3	Area dermaga berbatu mengganggu pergerakan atau proses <i>sea trial</i> .	☐	☐	☒	☐	

2. Alternatif Mitigasi Risiko Operasional: Solar tumpah atau terbang ke laut karena tidak tersedianya *oil spill kit*.

Alternatif Mitigasi Risiko	1	2	3	4	Catatan/Saran Perbaikan
Penyediaan <i>oil spill kit</i> wajib sebelum pekerjaan pengumpan solar.	☐	☐	☒	☐	
Pengumpan solar dengan sistem <i>containment</i> .	☐	☐	☒	☐	
Pengarahan kepada teknisi untuk <i>manully</i> terhadap pengawasan tumpahan solar.	☐	☐	☐	☒	

3. Alternatif Mitigasi Risiko Operasional: Kapal menyerap lumpur dan dapat kandas karena kedalaman dermaga tidak mencukupi untuk *draft* kapal.

Alternatif Mitigasi Risiko	1	2	3	4	Catatan/Saran Perbaikan
Pemeriksaan <i>draft</i> kapal dan kedalaman aktual dermaga sebelum pekerjaan disetujui.	☐	☐	☒	☐	
Perjadwalan pekerjaan berdasarkan kondisi pasang surut air laut.	☐	☐	☒	☐	
Relokasi pekerjaan ke area dermaga atau perairan yang lebih aman jika <i>draft</i> tidak mencukupi.	☐	☐	☒	☐	

4. Alternatif Mitigasi Risiko Operasional: Area dermaga berbatu mengganggu pergerakan atau proses *sea trial*.

Alternatif Mitigasi Risiko	1	2	3	4	Catatan/Saran Perbaikan
Survey kondisi area dermaga dan jalur <i>sea trial</i> sebelum pekerjaan dilakukan.	☐	☐	☒	☐	
Pencatatan jalur aman dan pemasangan penanda area berisiko.	☐	☐	☒	☐	
Koordinasi jadwal <i>sea trial</i> dengan kondisi perairan dan pendampingan dari dock master.	☐	☐	☒	☐	

E. Saran dan Masukan Validator

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Lamongan, 26 Mei 2016
Manager Operasional,




b. Expert 2: VNA



LEMBAR VALIDASI KUESIONER CONTENT VALIDITY INDEX (CVI) II

Dengan Hormat,

Kuesioner yang akan Bapak validasi disusun untuk mendukung penelitian mengenai **"Manajemen Risiko Operasional pada Pekerjaan *Docking Repair* dan *Floating Repair* menggunakan Metode FMEA dan AHP di Salah Satu Perusahaan Galangan Kapal Lamongan"**. Kuesioner ini memuat sejumlah *item* pernyataan yang disusun berdasarkan hasil observasi lapangan, wawancara dengan *expert*, serta usulan atau rencana mitigasi risiko operasional pada pekerjaan *docking repair* dan *floating repair* dari para *expert*.

Sebagai validator materi (*content validator*), saya memohon kesediaan Bapak untuk memberikan penilaian terhadap tingkat relevansi setiap *item* pernyataan dengan aspek yang diukur. Penilaian Bapak diharapkan didasarkan pada isi pernyataan, kejelasan bahasa, dan kesesuaian *item* dengan tujuan penelitian. *Review* Bapak juga diharapkan dilakukan secara objektif dan konstruktif guna menyempurnakan instrumen penelitian ini agar layak digunakan sebagai alat pengumpulan data. Hasil validasi ini selanjutnya akan digunakan sebagai dasar penyusunan kuesioner AHP yang digunakan dalam analisis risiko operasional pada pekerjaan *docking repair* dan *floating repair*.

Keterangan istilah operasional:

- *Valve* adalah komponen untuk mengatur, membuka, atau menutup aliran cairan atau gas dalam system perpipaan.
- *SDNR (Screw Down Non-Return)* adalah jenis *valve* yang berfungsi menutup aliran secara manual seperti *valve* biasa, tetapi juga berfungsi sebagai *valve* satu arah untuk mencegah aliran balik.
- *Maintenance Gardu* adalah serangkaian kegiatan perawatan pada gardu listrik untuk menjaga distribusi listrik tetap stabil dan mencegah kerusakan fatal.
- *Main Engine* adalah mesin induk atau mesin utama yang berfungsi sebagai sumber tenaga penggerak utama kapal.
- *Air Compressor* adalah mesin yang berfungsi menyerap udara dan menekannya ke dalam tangki menjadi udara bertekanan tinggi, biasanya digunakan untuk menghidupkan mesin utama kapal.
- *Shaft* adalah poros panjang yang meneruskan tenaga putar dari mesin menuju baling-baling agar kapal bisa bergerak.

- *Propeller* adalah baling-baling kapal yang berputar untuk menghasilkan gaya dorong sehingga kapal dapat melaju di air.
- *Sandblasting* adalah proses pembersihan permukaan kapal dengan menyemburkan pasir atau partikel tajam bertekanan tinggi untuk mengupas karat dan cat lama sebelum di cat ulang.
- *Inclining Test* adalah uji kemiringan kapal untuk menentukan titik berat dan memastikan stabilitas kapal tetap aman setelah reparasi.
- *Oil Spill Kit* adalah peralatan darurat yang digunakan untuk membersihkan tumpahan minyak agar tidak meluas.
- *Sea Trial* adalah uji coba berlayar di laut lepas untuk menguji performa mesin, sistem navigasi, dan kelaikan kapal secara keseluruhan setelah selesai di reparasi.
- *Draft Kapal* adalah jarak vertikal antara garis air hingga bagian terbawah lambung kapal, fungsinya untuk mengetahui seberapa dalam bagian kapal yang tenggelam di air.

Isi dari kuesioner memuat:

- Bagian A: Identitas Validator
- Bagian B: Petunjuk Pengisian
- Bagian C: Penilaian Instrumen Kriteria Sub Risiko dan Alternatif Mitigasi Risiko Operasional pada Pekerjaan *Docking Repair*
- Bagian D: Penilaian Instrumen Kriteria Sub Risiko dan Alternatif Mitigasi Risiko Operasional pada Pekerjaan *Floating Repair*
- Bagian E: Saran dan Masukan Validator

Hormat Saya,



Nabila Amalia Firdausi

A. Identitas Validator

Nama Validator :

Jabatan : SPV Product

Lama Bekerja : 11 Tahun

B. Petunjuk Pengisian

Bapak dimohon memberikan penilaian berdasarkan tingkat relevansi alternatif mitigasi risiko operasional terhadap setiap kriteria sub risiko operasional pada pekerjaan *docking repair* dan *floating repair*. Menggunakan skala berikut dengan memberikan tanda centang (✓) pada pilihan yang sesuai.

Skala	Keterangan
1	Tidak Relevan
2	Kurang Relevan
3	Relevan
4	Sangat Relevan

C. Penilaian Instrumen Kriteria Sub Risiko dan Alternatif Mitigasi Risiko Operasional pada Pekerjaan *Docking Repair*1. Kriteria Sub Risiko Operasional pada Pekerjaan *Docking Repair*

Kode Identifikasi	Kriteria Sub Risiko	1	2	3	4	Catatan/Saran Perbaikan
I3	Compressed air supply untuk pekerjaan di dock terganggu akibat air compressor down.	☐	☐	☐	✓	
S3	Kesalahan pemasangan SDNR yang tidak sesuai arah aliran saat pekerjaan valve sea chest kapal.	☐	☐	☐	✓	
S4	Pekerja kurang mengenali jenis-jenis valve yang harus dikorkan.	☐	☐	☐	✓	

2. Alternatif Mitigasi Risiko Operasional: *Compressed air supply* untuk pekerjaan di dock terganggu akibat air compressor down.

Alternatif Mitigasi Risiko	1	2	3	4	Catatan/Saran Perbaikan
Preventive maintenance pada air compressor.	☐	☐	☐	✓	
Penyediaan backup compressor atau sistem sewu darurat.	☐	☐	☐	✓	

Alternatif Mitigasi Risiko	1	2	3	4	Catatan/Saran Perbaikan
<i>Pre-use inspection</i> dan <i>logsheet</i> kondisi <i>compressor</i> harian.	☐	☐	☐	✓	

3. Alternatif Mitigasi Risiko Operasional: Kesalahan pemasangan SDNR yang tidak sesuai arah aliran saat pekerjaan *valve sea chest* kapal.

Alternatif Mitigasi Risiko	1	2	3	4	Catatan/Saran Perbaikan
Menerapkan <i>checklist</i> spesifikasi teknis pekerjaan <i>valve</i> dan pemeriksaan arah pemasangan SDNR.	☐	☐	☐	✓	
<i>Double check</i> oleh <i>supervisor</i> sebelum <i>valve</i> dipasang kembali.	☐	☐	☐	✓	
Memberi tanda atau <i>marking</i> arah aliran dan dokumentasi foto sebelum pembongkaran.	☐	☐	☐	✓	

4. Alternatif Mitigasi Risiko Operasional: Pekerja kurang mengenali jenis-jenis *valve* yang harus dikerjakan.

Alternatif Mitigasi Risiko	1	2	3	4	Catatan/Saran Perbaikan
Memberi arahan dengan identifikasi jenis <i>valve</i> dan fungsi operasionalnya.	☐	☐	☐	✓	
Pembuatan referensi foto/gambar <i>valve</i> sebagai panduan kerja lapangan.	☐	☐	☐	✓	
Memberi instruksi kepada teknisi berdasarkan kompetensi pekerjaan <i>valve</i> .	☐	☐	☐	✓	

D. Penilaian Instrumen Kriteria Sub Risiko dan Alternatif Mitigasi Risiko Operasional pada Pekerjaan *Floating Repair*

1. Kriteria Sub Risiko Operasional pada Pekerjaan *Floating Repair*

Kode Identifikasi	Kriteria Sub Risiko	1	2	3	4	Catatan/Saran Perbaikan
P1	Solar tumpah atau terbuang ke laut karena tidak tersedianya <i>oil spill kit</i> .	☐	☐	☐	✓	
L4	Kapal menyerap lumpur dan depot kandas karena kedalaman demaga tidak mencukupi untuk <i>dryd</i> kapal.	☐	☐	☐	✓	

Kode Identifikasi	Kriteria Sub Risiko	1	2	3	4	Catatan/Saran Perbaikan
L3	Area dermaga berbatu mengganggu pergerakan atau proses <i>sea trial</i> .	☐	☐	☐	☒	

2. Alternatif Mitigasi Risiko Operasional: Solar tumpah atau terbang ke laut karena tidak tersedianya *oil spill kit*.

Alternatif Mitigasi Risiko	1	2	3	4	Catatan/Saran Perbaikan
Penyediaan <i>oil spill kit</i> wajib sebelum pekerjaan pengurusan solar.	☐	☐	☐	☒	
Pengurusan solar dengan sistem <i>containment</i> .	☐	☐	☐	☒	
Pengarahan kepada teknisi untuk <i>standby</i> terhadap pengurusan tumpahan solar.	☐	☐	☐	☒	

3. Alternatif Mitigasi Risiko Operasional: Kapal menyerap lumpur dan dapat kandas karena kedalaman dermaga tidak mencukupi untuk *draft* kapal.

Alternatif Mitigasi Risiko	1	2	3	4	Catatan/Saran Perbaikan
Pemeriksaan <i>draft</i> kapal dan kedalaman aktul dermaga sebelum pekerjaan disetujui.	☐	☐	☐	☒	
Penjadwalan pekerjaan berdasarkan kondisi pasang surut air laut.	☐	☐	☐	☒	
Relokasi pekerjaan ke area dermaga atau perairan yang lebih aman jika <i>draft</i> tidak mencukupi.	☐	☐	☐	☒	

4. Alternatif Mitigasi Risiko Operasional: Area dermaga berbatu mengganggu pergerakan atau proses *sea trial*.

Alternatif Mitigasi Risiko	1	2	3	4	Catatan/Saran Perbaikan
Survey kondisi area dermaga dan jalur <i>sea trial</i> sebelum pekerjaan dilakukan.	☐	☐	☐	☒	
Penentuan jalur aman dan pemasangan penanda area berisiko.	☐	☐	☐	☒	
Koordinasi jadwal <i>sea trial</i> dengan kondisi perairan dan pendampingan dari <i>block master</i> .	☐	☐	☐	☒	

E. Saran dan Masukan Validator

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Lamongan, 26 Mei 2016.

SPV Product,





c. *Expert 3: DBP*

✓

LEMBAR VALIDASI KUESIONER
CONTENT VALIDITY INDEX (CVI) II

Dengan Hormat,

Kuesioner yang akan Bapak validasi disusun untuk mendukung penelitian mengenai "Manajemen Risiko Operasional pada Pekerjaan *Docking Repair* dan *Floating Repair* menggunakan Metode FMEA dan AHP di Salah Satu Perusahaan Galangan Kapal Lamoagan". Kuesioner ini memuat sejumlah *item* pernyataan yang disusun berdasarkan hasil observasi lapangan, wawancara dengan *expert*, serta usulan atau rencana mitigasi risiko operasional pada pekerjaan *docking repair* dan *floating repair* dari para *expert*.

Sebagai validator materi (*content validator*), saya memohon kesediaan Bapak untuk memberikan penilaian terhadap tingkat relevansi setiap *item* pernyataan dengan aspek yang diukur. Penilaian Bapak diharapkan didasarkan pada isi pernyataan, kejelasan bahasa, dan kesesuaian *item* dengan tujuan penelitian. *Review* Bapak juga diharapkan dilakukan secara objektif dan konstruktif guna menyempurnakan instrumen penelitian ini agar layak digunakan sebagai alat pengumpulan data. Hasil validasi ini selanjutnya akan digunakan sebagai dasar penyusunan kuesioner AHP yang digunakan dalam analisis risiko operasional pada pekerjaan *docking repair* dan *floating repair*.

Keterangan istilah operasional:

- *Valve* adalah komponen untuk mengatur, membuka, atau menutup aliran cairan atau gas dalam sistem perpipaan.
- *SDNR (Screw Down Non-Return)* adalah jenis *valve* yang berfungsi menutup aliran secara manual seperti *valve* biasa, tetapi juga berfungsi sebagai *valve* satu arah untuk mencegah aliran balik.
- *Maintenance Gardu* adalah serangkaian kegiatan perawatan pada gardu listrik untuk menjaga distribusi listrik tetap stabil dan mencegah kerusakan fatal.
- *Main Engine* adalah mesin induk atau mesin utama yang berfungsi sebagai sumber tenaga penggerak utama kapal.
- *Air Compressor* adalah mesin yang berfungsi menyerap udara dan menekannya ke dalam tangki menjadi udara bertekanan tinggi, biasanya digunakan untuk menghidupkan mesin utama kapal.
- *Shaft* adalah poros panjang yang meneruskan tenaga putar dari mesin menuju baling-baling agar kapal bisa bergerak.

- *Propeller* adalah baling-baling kapal yang berputar untuk menghasilkan gaya dorong sehingga kapal dapat melaju di air.
- *Sandblasting* adalah proses pembersihan permukaan kapal dengan menyemprotkan pasir atau partikel tajam bertekanan tinggi untuk mengupas karat dan cat lama sebelum di cat ulang.
- *Inclining Test* adalah uji kemiringan kapal untuk menentukan titik berat dan memastikan stabilitas kapal tetap aman setelah reparasi.
- *Oil Spill Kit* adalah peralatan darurat yang digunakan untuk membersihkan tumpahan minyak agar tidak meluas.
- *Sea Trial* adalah uji coba berlayar di laut lepas untuk menguji performa mesin, sistem navigasi, dan kelaikan kapal secara keseluruhan setelah selesai di reparasi.
- *Draft Kapal* adalah jarak vertikal antara garis air hingga bagian terbawah lambung kapal, fungsinya untuk mengetahui seberapa dalam bagian kapal yang tenggelam di air.

Isi dari kuesioner memuat:

- Bagian A: Identitas Validator
- Bagian B: Petunjuk Pengisian
- Bagian C: Penilaian Instrumen Kriteria Sub Risiko dan Alternatif Mitigasi Risiko Operasional pada Pekerjaan *Docking Repair*
- Bagian D: Penilaian Instrumen Kriteria Sub Risiko dan Alternatif Mitigasi Risiko Operasional pada Pekerjaan *Floating Repair*
- Bagian E: Saran dan Masukan Validator

Hormat Saya,



Nabila Amalia Firdausi

A. Identitas Validator

Nama Validator :

Jabatan : SPV Facility

Lama Bekerja : 8 Tahun

B. Petunjuk Pengisian

Bapak dimohon memberikan penilaian berdasarkan tingkat relevansi alternatif mitigasi risiko operasional terhadap setiap kriteria sub risiko operasional pada pekerjaan *docking repair* dan *floating repair*. Menggunakan skala berikut dengan memberikan tanda centang (✓) pada pilihan yang sesuai.

Skala	Keterangan
1	Tidak Relevan
2	Kurang Relevan
3	Relevan
4	Sangat Relevan

C. Penilaian Instrumen Kriteria Sub Risiko dan Alternatif Mitigasi Risiko Operasional pada Pekerjaan *Docking Repair*

1. Kriteria Sub Risiko Operasional pada Pekerjaan *Docking Repair*

Kode Identifikasi	Kriteria Sub Risiko	1	2	3	4	Catatan/Saran Perbaikan
I3	<i>Compressed air supply</i> untuk pekerjaan di dock terganggu akibat <i>air compressor down</i> .	☐	☐	☒	☐	
S3	Kesalahan pemasangan SIDNR yang tidak sesuai arah aliran saat pekerjaan <i>valve overhaul</i> kapal.	☐	☐	☒	☐	
S4	Pekerja kurang mengenali jenis-jenis <i>valve</i> yang harus dikerjakan.	☐	☐	☒	☐	

2. Alternatif Mitigasi Risiko Operasional: *Compressed air supply* untuk pekerjaan di dock terganggu akibat *air compressor down*.

Alternatif Mitigasi Risiko	1	2	3	4	Catatan/Saran Perbaikan
<i>Preventive maintenance</i> pada <i>air compressor</i> .	☐	☐	☒	☐	
Penyediaan <i>backup compressor</i> atau sistem sewa darurat.	☐	☐	☒	☐	

Alternatif Mitigasi Risiko	1	2	3	4	Catatan/Saran Perbaikan
<i>Pre-use inspection</i> dan <i>logsheet</i> kondisi <i>compressor</i> harian.	☐	☐	☒	☐	

3. Alternatif Mitigasi Risiko Operasional: Kesalahan pemasangan SDNR yang tidak sesuai arah aliran saat pekerjaan *valve sea chest* kapal.

Alternatif Mitigasi Risiko	1	2	3	4	Catatan/Saran Perbaikan
Menerapkan <i>checklist</i> spesifikasi teknis pekerjaan <i>valve</i> dan pemeriksaan arah pemasangan SDNR.	☐	☐	☒	☐	
<i>Double check</i> oleh <i>supervisor</i> sebelum <i>valve</i> dipasang kembali.	☐	☐	☒	☐	
Memberi tanda atau <i>marking</i> arah aliran dan dokumentasi foto sebelum pembongkaran.	☐	☐	☒	☐	

4. Alternatif Mitigasi Risiko Operasional: Pekerja kurang mengenali jenis-jenis *valve* yang harus dikerjakan.

Alternatif Mitigasi Risiko	1	2	3	4	Catatan/Saran Perbaikan
Memberi arahan dengan identifikasi jenis <i>valve</i> dan fungsi operasionalnya.	☐	☐	☒	☐	
Pembuatan referensi foto/gambar <i>valve</i> sebagai panduan kerja lapangan.	☐	☐	☒	☐	
Memberi instruksi kepada teknisi berdasarkan kompetensi pekerjaan <i>valve</i> .	☐	☐	☒	☐	

D. Penilaian Instrumen Kriteria Sub Risiko dan Alternatif Mitigasi Risiko Operasional pada Pekerjaan *Floating Repair*

1. Kriteria Sub Risiko Operasional pada Pekerjaan *Floating Repair*

Kode Identifikasi	Kriteria Sub Risiko	1	2	3	4	Catatan/Saran Perbaikan
P1	Solar tumpah atau terbang ke laut karena tidak tersedianya <i>oil spill kit</i> .	☐	☐	☒	☐	
L4	Kapal menyerap lumpur dan dapat kandas karena kedalaman demaga tidak mencukupi untuk <i>drag</i> kapal.	☐	☐	☒	☐	

Kode Identifikasi	Kriteria Sub Risiko	1	2	3	4	Catatan/Saran Perbaikan
L3	Area dermaga berbatu mengganggu pergerakan atau proses <i>sea trial</i> .	☐	☐	☒	☐	

2. Alternatif Mitigasi Risiko Operasional: Solar tumpah atau terbang ke laut karena tidak tersedianya *oil spill kit*.

Alternatif Mitigasi Risiko	1	2	3	4	Catatan/Saran Perbaikan
Penyediaan <i>oil spill kit</i> wajib sebelum pekerjaan pengumpan solar.	☐	☐	☒	☐	
Pengumpan solar dengan sistem <i>containment</i> .	☐	☐	☒	☐	
Pengarahan kepada teknisi untuk <i>standby</i> terhadap pengawasan tumpahan solar.	☐	☐	☒	☐	

3. Alternatif Mitigasi Risiko Operasional: Kapal menyerap lumpur dan dapat kandas karena kedalaman dermaga tidak mencukupi untuk *draft* kapal.

Alternatif Mitigasi Risiko	1	2	3	4	Catatan/Saran Perbaikan
Pemeriksaan <i>draft</i> kapal dan kedalaman aktual dermaga sebelum pekerjaan disetujui.	☐	☐	☒	☐	
Penjadwalan pekerjaan berdasarkan kondisi pasang surut air laut.	☐	☐	☒	☐	
Relokasi pekerjaan ke area dermaga atau perairan yang lebih aman jika <i>draft</i> tidak mencukupi.	☐	☐	☒	☐	

4. Alternatif Mitigasi Risiko Operasional: Area dermaga berbatu mengganggu pergerakan atau proses *sea trial*.

Alternatif Mitigasi Risiko	1	2	3	4	Catatan/Saran Perbaikan
Survey kondisi area dermaga dan jalur <i>sea trial</i> sebelum pekerjaan dilakukan.	☐	☐	☒	☐	
Penentuan jalur aman dan pemasangan penanda area berisiko.	☐	☐	☒	☐	
Koordinasi jadwal <i>sea trial</i> dengan kondisi pasang surut dan pendampingan dari <i>dock master</i> .	☐	☐	☒	☐	

E. Saran dan Masukan Validator

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Lamongan, 26 Mei 2016
SPV Facility,



Lampiran 16. Hasil Rekap Kuesioner CVI untuk Penilaian AHP Pekerjaan *Docking Repair*

Kriteria / Alternatif	Expert 1	Expert 2	Expert 3
Kriteria Sub Risiko Operasional Pekerjaan <i>Docking Repair</i>			
<i>Compressed air supply</i> untuk pekerjaan di <i>dock</i> terganggu akibat <i>air compressor down</i> (I3)	3	4	3
Kesalahan pemasangan SDNR yang tidak sesuai arah aliran saat pekerjaan <i>valve sea chest</i> kapal (S3)	3	4	3
Pekerja kurang mengenali jenis-jenis <i>valve</i> yang harus dikerjakan (S4)	3	4	3
Alternatif Mitigasi Risiko Operasional: <i>Compressed air supply</i> untuk pekerjaan di <i>dock</i> terganggu akibat <i>air compressor down</i> (I3)			
<i>Preventive maintenance</i> pada <i>air compressor</i>	3	4	3
Penyediaan <i>backup compressor</i> atau sewa darurat	4	4	3
<i>Pre-use inspection</i> dan <i>logsheet</i> kondisi <i>compressor</i> harian	3	4	3
Alternatif Mitigasi Risiko Operasional: Kesalahan pemasangan SDNR yang tidak sesuai arah aliran saat pekerjaan <i>valve sea chest</i> kapal (S3)			
Menerapkan <i>checklist</i> spesifikasi teknis pekerjaan <i>valve</i> dan pemeriksaan arah pemasangan SDNR	3	4	3
<i>Double check</i> oleh supervisor sebelum <i>valve</i> dipasang kembali	3	4	3
Memberi tanda atau <i>marking</i> arah aliran dan dokumentasi foto sebelum pembongkaran	4	4	3
Alternatif Mitigasi Risiko Operasional: Pekerja kurang mengenali jenis-jenis <i>valve</i> yang harus dikerjakan (S4)			
Memberi arahan dengan identifikasi jenis <i>valve</i> dan fungsi operasionalnya.	3	4	3
Pembuatan referensi foto/gambar <i>valve</i> sebagai panduan kerja lapangan	3	4	3
Memberi instruksi kepada teknisi berdasarkan kompetensi pekerjaan <i>valve</i>	3	4	3

Lampiran 17. Hasil Rekap Kuesioner CVI untuk Penilaian AHP Pekerjaan *Floating Repair*

Kriteria / Alternatif	Expert 1	Expert 2	Expert 3	I-CVI	Kategori
Kriteria Sub Risiko Operasional Pekerjaan Floating Repair					
Solar tumpah atau terbuang ke laut karena tidak tersedianya <i>oil spill kit</i> (P1)	3	4	3	1	<i>Relevant</i>
Kapal menyerap lumpur dan dapat kandas karena kedalaman dermaga tidak mencukupi untuk <i>draft</i> kapal (L4)	3	4	3	1	<i>Relevant</i>
Area dermaga berbatu mengganggu pergerakan atau proses <i>sea trial</i> (L3)	3	4	3	1	<i>Relevant</i>
Alternatif Mitigasi Risiko Operasional: Solar tumpah atau terbuang ke laut karena tidak tersedianya <i>oil spill kit</i> (P1)					
Penyediaan <i>oil spill kit</i> wajib sebelum pekerjaan pengurusan solar	3	4	3	1	<i>Relevant</i>
Pengurusan solar dengan sistem <i>containment</i>	3	4	3	1	<i>Relevant</i>
Pengarahan kepada teknisi untuk <i>standby</i> terhadap pengawasan tumpahan solar	4	4	3	1	<i>Relevant</i>
Alternatif Mitigasi Risiko Operasional: Kapal menyerap lumpur dan dapat kandas karena kedalaman dermaga tidak mencukupi untuk <i>draft</i> kapal (L4)					
Pemeriksaan <i>draft</i> kapal dan kedalaman aktual dermaga sebelum pekerjaan disetujui	3	4	3	1	<i>Relevant</i>
Penjadwalan pekerjaan berdasarkan kondisi pasang surut air laut	3	4	3	1	<i>Relevant</i>
Relokasi pekerjaan ke area dermaga atau perairan yang lebih aman jika <i>draft</i> tidak mencukupi	3	4	3	1	<i>Relevant</i>
Alternatif Mitigasi Risiko Operasional: Area dermaga berbatu mengganggu pergerakan atau proses <i>sea trial</i> (L3)					
<i>Survey</i> kondisi area dermaga dan jalur <i>sea trial</i> sebelum pekerjaan dilakukan	3	4	3	1	<i>Relevant</i>
Penentuan jalur aman dan pemasangan penanda area berisiko	3	4	3	1	<i>Relevant</i>
Koordinasi jadwal <i>sea trial</i> dengan kondisi perairan dan pendampingan dari <i>dock master</i>	3	4	3	1	<i>Relevant</i>

Lampiran 18. Lembar Kuesioner Pengolahan Data AHP pada Pekerjaan *Docking Repair* dan *Floating Repair*

a. *Expert 1: AS*

LEMBAR KUESIONER PENGOLAHAN DATA ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS (AHP)

Dengan Hormat,

Kuesioner yang akan Bapak berikan penilaian merupakan lanjutan dari kuesioner penilaian CVI sebelumnya serta disusun untuk mendukung penelitian Tugas Akhir saya yang berjudul "**Manajemen Risiko Operasional pada Pekerjaan *Docking Repair* dan *Floating Repair* menggunakan Metode FMEA dan AHP di Salah Satu Perusahaan Galangan Kapal Lamongan**".

Kuesioner ini memuat sejumlah item pernyataan yang disusun berdasarkan hasil observasi lapangan, wawancara dengan *expert*, usulan atau rencana mitigasi risiko operasional dari para *expert*, serta validasi dari para *expert* pada pekerjaan *docking repair* dan *floating repair*. Kuesioner ini bertujuan untuk mengetahui penilaian dengan perbandingan antar kriteria sub risiko operasional dan antar alternatif mitigasi risiko operasional pada pekerjaan *docking repair* dan *floating repair* di salah satu Perusahaan Galangan Kapal Lamongan.

Saya memohon kesediaan Bapak untuk memberikan penilaian terhadap setiap item pertanyaan dengan aspek yang diukur. Hasil kuesioner ini selanjutnya akan diolah dan digunakan sebagai kepentingan akademik berupa Tugas Akhir pada analisis risiko operasional pada pekerjaan *docking repair* dan *floating repair*. Atas kerjasama dan ketersediaan Bapak dalam mengisi kuesioner ini, saya ucapkan banyak terimakasih.

Isi dari kuesioner memuat:

- Bagian A: Identitas *Expert*
- Bagian B: Petunjuk Pengisian
- Bagian C: Perbandingan Penilaian Instrumen Kriteria Sub Risiko dan Alternatif Mitigasi Risiko Operasional pada Pekerjaan *Docking Repair*
- Bagian D: Perbandingan Penilaian Instrumen Kriteria Sub Risiko dan Alternatif Mitigasi Risiko Operasional pada Pekerjaan *Floating Repair*

Hormat Saya,



Nabila Amalia Firdausi

A. Identitas Expert

Nama Expert :

Jabatan : Manager Operasional

Lama Bekerja : 20 Tahun

B. Petunjuk Pengisian

Bapak dimohon memberikan penilaian berdasarkan intensitas kepentingan dengan rentang (1 – 9) pada alternatif mitigasi risiko operasional terhadap setiap kriteria sub risiko operasional pada pekerjaan *docking repair* dan *floating repair* untuk membandingkan indikator mana yang lebih penting daripada indikator lainnya. Menggunakan bobot skala penilaian mengacu pada tabel berikut dengan memberikan tanda centang (✓) pada pilihan yang sesuai.

Intensitas Kepentingan	Makna Intensitas	Penjelasan
1	Sama penting	Kedua aktivitas tersebut memberikan kontribusi yang sama terhadap tujuan tersebut
3	Sedikit/moderat lebih penting	Pengalaman dan penilaian sedikit lebih condong ke satu aktivitas dibandingkan aktivitas lainnya
5	Lebih penting (kuat)	Pengalaman dan penilaian sedikit lebih condong ke satu aktivitas dibandingkan aktivitas lainnya
7	Sangat lebih penting	Satu aktivitas sangat ditekankan dibandingkan aktivitas lainnya, dan dominasinya dibuktikan dalam praktik
9	Mutlak/ekstrem lebih penting	Bukti yang mendukung satu aktivitas dibandingkan aktivitas lainnya adalah bukti yang sangat meyakinkan
2,4,6,8	Nilai antara (kompromi)	Diperlukan 2 pertimbangan

Contoh Pengisian:

Kriteria Risiko	Kode Risiko	Skala Penilaian																		Kode Risiko	Kriteria Risiko
		9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
X	A1					✓													B2	Y	
X	A1			✓															C3	Z	
Y	B2							✓											C3	Z	

Artinya:

Sisi kiri lebih penting ←————→ Sisi kanan lebih penting

Kriteria X lebih penting dari kedua kriteria lainnya, yaitu kriteria Y dan Z.

C. Perbandingan Penilaian Kriteria Sub Risiko dan Alternatif Mitigasi Risiko Operasional pada Pekerjaan *Docking Repair*

1. Perbandingan Kriteria Sub Risiko Operasional pada Pekerjaan *Docking Repair*

Kriteria Sub Risiko	Kode	Skala Penilaian																		Kode	Kriteria Sub Risiko
		9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
Compressed air supply untuk pekerjaan di dock terganggu akibat air compressor down.	D3					✓													S3	Kesalahan pemasangan SDNR yang tidak sesuai arah aliran saat pekerjaan valve sea chest kapal.	
Compressed air supply untuk pekerjaan di dock terganggu akibat air compressor down.	D3			✓															S4	Pekerja kurang mengenali jenis-jenis valve yang harus dikerjakan.	
Kesalahan pemasangan SDNR yang tidak sesuai arah aliran saat pekerjaan valve sea chest kapal.	S3							✓											S4	Pekerja kurang mengenali jenis-jenis valve yang harus dikerjakan.	

2. Perbandingan Alternatif Mitigasi Risiko Operasional: *Compressed air supply* untuk pekerjaan di dock terganggu akibat *air compressor down*.

Alternatif Mitigasi Risiko	Skala Penilaian																		Alternatif Mitigasi Risiko
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Preventive maintenance pada air compressor.						✓												Penyediaan backup compressor atau sistem sewa darurat.	
Preventive maintenance pada air compressor.								✓										Pre-use inspection dan logsheet kondisi compressor harian.	
Penyediaan backup compressor atau sistem sewa darurat.											✓							Pre-use inspection dan logsheet kondisi compressor harian.	

3. Perbandingan Alternatif Mitigasi Risiko Operasional: Kesalahan pemasangan SDNR yang tidak sesuai arah aliran saat pekerjaan valve sea chest kapal.

Alternatif Mitigasi Risiko	Skala Penilaian																		Alternatif Mitigasi Risiko
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Menerapkan checklist spesifikasi teknis pekerjaan valve dan pemeriksaan arah pemasangan SDNR.															✓			Double-check oleh supervisor sebelum valve dipasang kembali.	
Menerapkan checklist spesifikasi teknis pekerjaan valve dan pemeriksaan arah pemasangan SDNR.																✓		Memberi tanda atau marking arah aliran dan dokumentasi foto sebelum pembongkaran.	
Double-check oleh supervisor sebelum valve dipasang kembali.							✓											Memberi tanda atau marking arah aliran dan dokumentasi foto sebelum pembongkaran.	

4. Perbandingan Alternatif Mitigasi Risiko Operasional: Pekerja kurang mengenali jenis-jenis *valve* yang harus dikerjakan.

Alternatif Mitigasi Risiko	Skala Penilaian																	Alternatif Mitigasi Risiko
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Memberi arahan dengan identifikasi jenis <i>valve</i> dan fungsi operasionalnya.	√																	Pembuatan referensi foto/gambar <i>valve</i> sebagai panduan kerja lapangan.
Memberi arahan dengan identifikasi jenis <i>valve</i> dan fungsi operasionalnya.										√								Memberi instruksi kepada teknisi berdasarkan kompetensi pekerjaan <i>valve</i> .
Pembuatan referensi foto/gambar <i>valve</i> sebagai panduan kerja lapangan.																	√	Memberi instruksi kepada teknisi berdasarkan kompetensi pekerjaan <i>valve</i> .

D. Perbandingan Penilaian Instrumen Kriteria Sub Risiko dan Alternatif Mitigasi Risiko Operasional pada Pekerjaan *Floating Repair*

1. Perbandingan Kriteria Sub Risiko Operasional pada Pekerjaan *Floating Repair*

Kriteria Sub Risiko	Kode	Skala Penilaian																	Kriteria Sub Risiko
		9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Solar tumpah atau terbang ke laut karena tidak tersedianya <i>oil spill kit</i> .	P1				√														Kapal menyerap tumpah dan dapat landas karena kedalaman dermaga tidak memadai untuk draft kapal.
Solar tumpah atau terbang ke laut karena tidak tersedianya <i>oil spill kit</i> .	P1		√																Area dermaga berbata mengganggu pergerakan atau proses <i>oil spill</i> .
Kapal menyerap tumpah dan dapat landas karena kedalaman dermaga tidak memadai untuk draft kapal.	L4					√													Area dermaga berbata mengganggu pergerakan atau proses <i>oil spill</i> .

2. Perbandingan Alternatif Mitigasi Risiko Operasional: Solar tumpah atau terbang ke laut karena tidak tersedianya *oil spill kit*.

Alternatif Mitigasi Risiko	Skala Penilaian																	Alternatif Mitigasi Risiko
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Persediaan <i>oil spill kit</i> wajib sebelum pekerjaan pengurusan solar.	√																	Pengurusan solar dengan sistem <i>containment</i> .
Persediaan <i>oil spill kit</i> wajib sebelum pekerjaan pengurusan solar.												√						Pengawasan kepada teknisi untuk <i>standby</i> terhadap pengawasan tumpahan solar.
Pengurusan solar dengan sistem <i>containment</i> .																	√	Pengawasan kepada teknisi untuk <i>standby</i> terhadap pengawasan tumpahan solar.

3. Perbandingan Alternatif Mitigasi Risiko Operasional: Kapal menyerap lumpur dan dapat kandas karena kedalaman dermaga tidak mencukupi untuk *draft* kapal.

Alternatif Mitigasi Risiko	Skala Penilaian																		Alternatif Mitigasi Risiko
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Pemeriksaan <i>draft</i> kapal dan kedalaman aktual dermaga sebelum pekerjaan disetujui.							✓											Penjadwalan pekerjaan berdasarkan kondisi pasang surut air laut.	
Pemeriksaan <i>draft</i> kapal dan kedalaman aktual dermaga sebelum pekerjaan disetujui.	✓																	Relokasi pekerjaan ke area dermaga atau perairan yang lebih aman jika <i>draft</i> tidak mencukupi.	
Penjadwalan pekerjaan berdasarkan kondisi pasang surut air laut.		✓																Relokasi pekerjaan ke area dermaga atau perairan yang lebih aman jika <i>draft</i> tidak mencukupi.	

4. Perbandingan Alternatif Mitigasi Risiko Operasional: Area dermaga berbatu mengganggu pergerakan atau proses *sea trial*.

Alternatif Mitigasi Risiko	Skala Penilaian																		Alternatif Mitigasi Risiko
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Survey kondisi area dermaga dan jalur <i>sea trial</i> sebelum pekerjaan dilakukan.					✓													Penentuan jalur aman dan pemasangan peranda area berisiko.	
Survey kondisi area dermaga dan jalur <i>sea trial</i> sebelum pekerjaan dilakukan.		✓																Koordinasi jadwal <i>sea trial</i> dengan kondisi perairan dan pendampingan dari <i>deck master</i> .	
Penentuan jalur aman dan pemasangan peranda area berisiko.					✓													Koordinasi jadwal <i>sea trial</i> dengan kondisi perairan dan pendampingan dari <i>deck master</i> .	

Lamongan, 10 Juni 2026

Manager Operasional,



b. Expert 2: VNA

**LEMBAR KUESIONER PENGOLAHAN DATA
ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS (AHP)**

Dengan Hormat,

Kuesioner yang akan Bapak berikan penilaian merupakan lanjutan dari kuesioner penilaian CVI sebelumnya serta disusun untuk mendukung penelitian Tugas Akhir saya yang berjudul **"Manajemen Risiko Operasional pada Pekerjaan *Docking Repair* dan *Floating Repair* menggunakan Metode FMEA dan AHP di Salah Satu Perusahaan Galangan Kapal Lamongan"**.

Kuesioner ini memuat sejumlah item pernyataan yang disusun berdasarkan hasil observasi lapangan, wawancara dengan *expert*, usulan atau rencana mitigasi risiko operasional dari para *expert*, serta validasi dari para *expert* pada pekerjaan *docking repair* dan *floating repair*. Kuesioner ini bertujuan untuk mengetahui penilaian dengan perbandingan antar kriteria sub risiko operasional dan antar alternatif mitigasi risiko operasional pada pekerjaan *docking repair* dan *floating repair* di salah satu Perusahaan Galangan Kapal Lamongan.

Saya memohon kesediaan Bapak untuk memberikan penilaian terhadap setiap item pertanyaan dengan aspek yang diukur. Hasil kuesioner ini selanjutnya akan diolah dan digunakan sebagai kepentingan akademik berupa Tugas Akhir pada analisis risiko operasional pada pekerjaan *docking repair* dan *floating repair*. Atas kerjasama dan ketersediaan Bapak dalam mengisi kuesioner ini, saya ucapkan banyak terimakasih.

Isi dari kuesioner memuat:

- Bagian A: Identitas *Expert*
- Bagian B: Penunjuk Pengisian
- Bagian C: Perbandingan Penilaian Instrumen Kriteria Sub Risiko dan Alternatif Mitigasi Risiko Operasional pada Pekerjaan *Docking Repair*
- Bagian D: Perbandingan Penilaian Instrumen Kriteria Sub Risiko dan Alternatif Mitigasi Risiko Operasional pada Pekerjaan *Floating Repair*

Hormat Saya,



Nabila Amalia Firdausi

A. Identitas Expert

Nama Expert :

Jabatan : SPV Product

Lama Bekerja : 11 Tahun

B. Petunjuk Pengisian

Bapak dimohon memberikan penilaian berdasarkan intensitas kepentingan dengan rentang (1 – 9) pada alternatif mitigasi risiko operasional terhadap setiap kriteria sub risiko operasional pada pekerjaan *docking repair* dan *floating repair* untuk membandingkan indikator mana yang lebih penting daripada indikator lainnya. Menggunakan bobot skala penilaian mengacu pada tabel berikut dengan memberikan tanda centang (✓) pada pilihan yang sesuai.

Intensitas Kepentingan	Makna Intensitas	Penjelasan
1	Sama penting	Kedua aktivitas tersebut memberikan kontribusi yang sama terhadap tujuan tersebut
3	Sedikit/moderat lebih penting	Pengalaman dan penilaian sedikit lebih condong ke satu aktivitas dibandingkan aktivitas lainnya
5	Lebih penting (kuat)	Pengalaman dan penilaian sedikit lebih condong ke satu aktivitas dibandingkan aktivitas lainnya
7	Sangat lebih penting	Satu aktivitas sangat dominan dibandingkan aktivitas lainnya, dan dominasinya dibuktikan dalam praktik
9	Mutlak/ekstrem lebih penting	Bukti yang mendukung satu aktivitas dibandingkan aktivitas lainnya adalah bukti yang sangat meyakinkan
2,4,6,8	Nilai antara (kompromi)	Diperlukan 2 pertimbangan

Contoh Pengisian:

Kriteria Risiko	Kode Risiko	Skala Penilaian																		Kode Risiko	Kriteria Risiko
		9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
X	A1					✓													B2	Y	
X	A1			✓															C3	Z	
Y	B2							✓											C3	Z	

Artinya:

Sisi kiri lebih penting ← → Sisi kanan lebih penting

Kriteria X lebih penting dari kedua kriteria lainnya, yaitu kriteria Y dan Z.

C. Perbandingan Penilaian Kriteria Sub Risiko dan Alternatif Mitigasi Risiko Operasional pada Pekerjaan *Docking Repair*

1. Perbandingan Kriteria Sub Risiko Operasional pada Pekerjaan *Docking Repair*

Kriteria Sub Risiko	Kode	Skala Penilaian																Kode	Kriteria Sub Risiko
		9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8		
Compressed air supply untuk pekerjaan di dock terganggu akibat air compressor down.	I3			✓														S3	Kesalahan pemasangan SDNR yang tidak sesuai arah aliran saat pekerjaan valve sea chest kapal.
Compressed air supply untuk pekerjaan di dock terganggu akibat air compressor down.	I3	✓																S4	Pekerja kurang mengimati jenis-jenis valve yang harus dikerjakan.
Kesalahan pemasangan SDNR yang tidak sesuai arah aliran saat pekerjaan valve sea chest kapal.	S3							✓										S4	Pekerja kurang mengimati jenis-jenis valve yang harus dikerjakan.

2. Perbandingan Alternatif Mitigasi Risiko Operasional: *Compressed air supply* untuk pekerjaan di dock terganggu akibat air compressor down.

Alternatif Mitigasi Risiko		Skala Penilaian																	Alternatif Mitigasi Risiko
		9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8		
Preventive maintenance pada air compressor.																		✓	Penyediaan backup compressor atau sistem sewa darurat.
Preventive maintenance pada air compressor.									✓										Pre-use inspection dan logbook kondisi compressor harian.
Penyediaan backup compressor atau sistem sewa darurat.	✓																		Pre-use inspection dan logbook kondisi compressor harian.

3. Perbandingan Alternatif Mitigasi Risiko Operasional: Kesalahan pemasangan SDNR yang tidak sesuai arah aliran saat pekerjaan valve sea chest kapal.

Alternatif Mitigasi Risiko		Skala Penilaian																	Alternatif Mitigasi Risiko
		9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8		
Menempkan checklist spesifikasi teknis pekerjaan valve dan pemeriksaan arah pemasangan SDNR.														✓					Double-check oleh supervisor sebelum valve dipasang kembali.
Menempkan checklist spesifikasi teknis pekerjaan valve dan pemeriksaan arah pemasangan SDNR.															✓				Memberi tanda atau marking arah aliran dan dokumentasi foto sebelum pembongkaran.
Double-check oleh supervisor sebelum valve dipasang kembali.					✓														Memberi tanda atau marking arah aliran dan dokumentasi foto sebelum pembongkaran.

4. Perbandingan Alternatif Mitigasi Risiko Operasional: Pekerja kurang mengenali jenis-jenis valve yang harus dikerjakan.

Alternatif Mitigasi Risiko	Skala Penilaian																		Alternatif Mitigasi Risiko
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Memberi arahan dengan identifikasi jenis valve dan fungsi operasionalnya.			✓															Pembuatan referensi foto/gambar valve sebagai panduan kerja lapangan.	
Memberi arahan dengan identifikasi jenis valve dan fungsi operasionalnya.					✓													Memberi instruksi kepada teknisi berdasarkan kompetensi pekerjaan valve.	
Pembuatan referensi foto/gambar valve sebagai panduan kerja lapangan.																✓		Memberi instruksi kepada teknisi berdasarkan kompetensi pekerjaan valve.	

D. Perbandingan Penilaian Instrumen Kriteria Sub Risiko dan Alternatif Mitigasi Risiko Operasional pada Pekerjaan *Floating Repair*

1. Perbandingan Kriteria Sub Risiko Operasional pada Pekerjaan *Floating Repair*

Kriteria Sub Risiko	Kode	Skala Penilaian																Kriteria Sub Risiko
		9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	
Solar tumpah atau terbuang ke laut karena tidak tersedianya <i>oil spill kit</i> .	P1	✓																L4 Kapal menyempit kurang dan dapat kandas karena kedalaman dermaga tidak memadai untuk draft kapal.
Solar tumpah atau terbuang ke laut karena tidak tersedianya <i>oil spill kit</i> .	P1	✓																L3 Area dermaga berbata menanggung pengaliran atau proses <i>oil spill</i> .
Kapal menyempit kurang dan dapat kandas karena kedalaman dermaga tidak memadai untuk draft kapal.	L4							✓										L3 Area dermaga berbata menanggung pengaliran atau proses <i>oil spill</i> .

2. Perbandingan Alternatif Mitigasi Risiko Operasional: Solar tumpah atau terbuang ke laut karena tidak tersedianya *oil spill kit*.

Alternatif Mitigasi Risiko	Skala Penilaian																		Alternatif Mitigasi Risiko
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Penyediaan oil spill kit wajib sebelum pekerjaan pengurusan solar.	✓																	Pengurusan solar dengan sistem containment.	
Penyediaan oil spill kit wajib sebelum pekerjaan pengurusan solar.	✓																	Pengawasan kepada teknisi untuk standby terhadap pengawasan tumpahan solar.	
Pengurusan solar dengan sistem containment.																✓		Pengawasan kepada teknisi untuk standby terhadap pengawasan tumpahan solar.	

3. Perbandingan Alternatif Mitigasi Risiko Operasional: Kapal menyerap lumpur dan dapat kandas karena kedalaman dermaga tidak mencukupi untuk *draft* kapal.

Alternatif Mitigasi Risiko	Skala Penilaian																		Alternatif Mitigasi Risiko
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Pemeriksaan <i>draft</i> kapal dan kedalaman aktual dermaga sebelum pekerjaan disetujui.						√												Penjadwalan pekerjaan berdasarkan kondisi pasang surut air laut.	
Pemeriksaan <i>draft</i> kapal dan kedalaman aktual dermaga sebelum pekerjaan disetujui.			√															Relokasi pekerjaan ke area dermaga atau peniran yang lebih aman jika <i>draft</i> tidak mencukupi.	
Penjadwalan pekerjaan berdasarkan kondisi pasang surut air laut.					√													Relokasi pekerjaan ke area dermaga atau peniran yang lebih aman jika <i>draft</i> tidak mencukupi.	

4. Perbandingan Alternatif Mitigasi Risiko Operasional: Area dermaga berbatu mengganggu pergerakan atau proses *sea trial*.

Alternatif Mitigasi Risiko	Skala Penilaian																		Alternatif Mitigasi Risiko
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Survei kondisi area dermaga dan jalur <i>sea trial</i> sebelum pekerjaan dilakukan.					√													Penentuan jalur aman dan pemasangan penanda area berisiko.	
Survei kondisi area dermaga dan jalur <i>sea trial</i> sebelum pekerjaan dilakukan.			√															Koordinasi jadwal <i>sea trial</i> dengan kondisi perairan dan pendampingan dari <i>deck master</i> .	
Penentuan jalur aman dan pemasangan penanda area berisiko.			√															Koordinasi jadwal <i>sea trial</i> dengan kondisi perairan dan pendampingan dari <i>deck master</i> .	

Lamongan, 19. Juli. 2024
SPV Product,



c. *Expert 3: DBP*

**LEMBAR KUESIONER PENGOLAHAN DATA
ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS (AHP)**

Dengan Hormat,

Kuesioner yang akan Bapak berikan penilaian merupakan lanjutan dari kuesioner penilaian CVI sebelumnya serta disusun untuk mendukung penelitian Tugas Akhir saya yang berjudul "**Manajemen Risiko Operasional pada Pekerjaan *Docking Repair* dan *Floating Repair* menggunakan Metode FMEA dan AHP di Salah Satu Perusahaan Galangan Kapal Lamongan**".

Kuesioner ini memuat sejumlah item pernyataan yang disusun berdasarkan hasil observasi lapangan, wawancara dengan *expert*, usulan atau rencana mitigasi risiko operasional dari para *expert*, serta validasi dari para *expert* pada pekerjaan *docking repair* dan *floating repair*. Kuesioner ini bertujuan untuk mengetahui penilaian dengan perbandingan antar kriteria sub risiko operasional dan antar alternatif mitigasi risiko operasional pada pekerjaan *docking repair* dan *floating repair* di salah satu Perusahaan Galangan Kapal Lamongan.

Saya memohon kesediaan Bapak untuk memberikan penilaian terhadap setiap item pertanyaan dengan aspek yang diukur. Hasil kuesioner ini selanjutnya akan diolah dan digunakan sebagai kepentingan akademik berupa Tugas Akhir pada analisis risiko operasional pada pekerjaan *docking repair* dan *floating repair*. Atas kerjasama dan ketersediaan Bapak dalam mengisi kuesioner ini, saya ucapkan banyak terimakasih.

Isi dari kuesioner memuat:

- Bagian A: Identitas *Expert*
- Bagian B: Petunjuk Pengisian
- Bagian C: Perbandingan Penilaian Instrumen Kriteria Sub Risiko dan Alternatif Mitigasi Risiko Operasional pada Pekerjaan *Docking Repair*
- Bagian D: Perbandingan Penilaian Instrumen Kriteria Sub Risiko dan Alternatif Mitigasi Risiko Operasional pada Pekerjaan *Floating Repair*

Hormat Saya,


Nabila Amalia Firdausi

A. Identitas Expert

Nama Expert :

Jabatan : SPV Facility

Lama Bekerja : 8 Tahun

B. Petunjuk Pengisian

Bapak dimohon memberikan penilaian berdasarkan intensitas kepentingan dengan rentang (1 – 9) pada alternatif mitigasi risiko operasional terhadap setiap kriteria sub risiko operasional pada pekerjaan *docking repair* dan *floating repair* untuk membandingkan indikator mana yang lebih penting daripada indikator lainnya. Menggunakan bobot skala penilaian mengacu pada tabel berikut dengan memberikan tanda centang (✓) pada pilihan yang sesuai.

Intensitas Kepentingan	Makna Intensitas	Penjelasan
1	Sama penting	Kedua aktivitas tersebut memberikan kontribusi yang sama terhadap tujuan tersebut.
3	Sedikit/moderat lebih penting	Pengalaman dan penilaian sedikit lebih condong ke satu aktivitas dibandingkan aktivitas lainnya.
5	Lebih penting (kuat)	Pengalaman dan penilaian sedikit lebih condong ke satu aktivitas dibandingkan aktivitas lainnya.
7	Sangat lebih penting	Satu aktivitas sangat dominan dibandingkan aktivitas lainnya, dan dominasinya dibuktikan dalam praktik.
9	Mutlak/ekstrem lebih penting	Bukti yang mendukung satu aktivitas dibandingkan aktivitas lainnya adalah bukti yang sangat meyakinkan.
2,4,6,8	Nilai antara (kompromi)	Diperlukan 2 pertimbangan.

Contoh Pengisian:

Kriteria Risiko	Kode Risiko	Skala Penilaian																		Kode Risiko	Kriteria Risiko
		9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
X	A1					✓													B2	Y	
X	A1			✓															C3	Z	
Y	B2							✓											C3	Z	

Artinya:

Sisi kiri lebih penting ← → Sisi kanan lebih penting
 Kriteria X lebih penting dari kedua kriteria lainnya, yaitu kriteria Y dan Z.

C. Perbandingan Penilaian Kriteria Sub Risiko dan Alternatif Mitigasi Risiko Operasional pada Pekerjaan *Docking Repair*

1. Perbandingan Kriteria Sub Risiko Operasional pada Pekerjaan *Docking Repair*

Kriteria Sub Risiko	Kode	Skala Penilaian																		Kode	Kriteria Sub Risiko
		9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
Compressed air supply untuk pekerjaan di dock terganggu akibat air compressor down.	13					√													S3	Kesalahan pemasangan SDNR yang tidak sesuai arah aliran saat pekerjaan valve sea chest kapal.	
Compressed air supply untuk pekerjaan di dock terganggu akibat air compressor down.	13	√																	S4	Pekerja kurang mengonfirmasi jenis-jenis valve yang harus dibongkar.	
Kesalahan pemasangan SDNR yang tidak sesuai arah aliran saat pekerjaan valve sea chest kapal.	S3							√											S4	Pekerja kurang mengonfirmasi jenis-jenis valve yang harus dibongkar.	

2. Perbandingan Alternatif Mitigasi Risiko Operasional: *Compressed air supply* untuk pekerjaan di dock terganggu akibat *air compressor down*.

Alternatif Mitigasi Risiko	Skala Penilaian																		Alternatif Mitigasi Risiko
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Preventive maintenance pada air compressor.																	√	Penyediaan backup compressor atau sistem sewa darurat.	
Preventive maintenance pada air compressor.																√		Pre-use inspection dan logsheet kondisi compressor harian.	
Penyediaan backup compressor atau sistem sewa darurat.	√																	Pre-use inspection dan logsheet kondisi compressor harian.	

3. Perbandingan Alternatif Mitigasi Risiko Operasional: Kesalahan pemasangan SDNR yang tidak sesuai arah aliran saat pekerjaan valve sea chest kapal.

Alternatif Mitigasi Risiko	Skala Penilaian																		Alternatif Mitigasi Risiko
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Menerapkan checklist spesifikasi teknis pekerjaan valve dan pemeriksaan arah pemasangan SDNR.																√		Double-check oleh supervisor sebelum valve dipasang kembali.	
Menerapkan checklist spesifikasi teknis pekerjaan valve dan pemeriksaan arah pemasangan SDNR.			√															Memberi tanda atau marking arah aliran dan dokumentasi foto sebelum pembongkaran.	
Double-check oleh supervisor sebelum valve dipasang kembali.			√															Memberi tanda atau marking arah aliran dan dokumentasi foto sebelum pembongkaran.	

4. Perbandingan Alternatif Mitigasi Risiko Operasional: Pekerja kurang mengenali jenis-jenis *valve* yang harus dikerjakan.

Alternatif Mitigasi Risiko	Skala Penilaian																		Alternatif Mitigasi Risiko
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Memberi arahan dengan identifikasi jenis <i>valve</i> dan fungsi operasionalnya.			√															Pembuatan referensi foto/gambar <i>valve</i> sebagai panduan kerja lapangan.	
Memberi arahan dengan identifikasi jenis <i>valve</i> dan fungsi operasionalnya.					√													Memberi instruksi kepada teknisi berdasarkan kompetensi pekerjaan <i>valve</i> .	
Pembuatan referensi foto/gambar <i>valve</i> sebagai panduan kerja lapangan.																√		Memberi instruksi kepada teknisi berdasarkan kompetensi pekerjaan <i>valve</i> .	

D. Perbandingan Penilaian Instrumen Kriteria Sub Risiko dan Alternatif Mitigasi Risiko Operasional pada Pekerjaan *Floating Repair*

1. Perbandingan Kriteria Sub Risiko Operasional pada Pekerjaan *Floating Repair*

Kriteria Sub Risiko	Kode	Skala Penilaian																Kode	Kriteria Sub Risiko
		9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8		
Solar tumpah atau terbang ke laut karena tidak tersedianya <i>oil spill kit</i> .	P1			√														L4	Kapal menyempit lumpur dan dapat kandas karena kedalaman dermaga tidak mencukupi untuk draft kapal.
Solar tumpah atau terbang ke laut karena tidak tersedianya <i>oil spill kit</i> .	P1					√												L3	Area dermaga berbata mengganggu pergerakan atau proses <i>sea trial</i> .
Kapal menyempit lumpur dan dapat kandas karena kedalaman dermaga tidak mencukupi untuk draft kapal.	L4										√							L3	Area dermaga berbata mengganggu pergerakan atau proses <i>sea trial</i> .

2. Perbandingan Alternatif Mitigasi Risiko Operasional: Solar tumpah atau terbang ke laut karena tidak tersedianya *oil spill kit*.

Alternatif Mitigasi Risiko	Skala Penilaian																		Alternatif Mitigasi Risiko
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Penyediaan <i>oil spill kit</i> wajib sebelum pekerjaan pengurusan solar.			√															Pengurusan solar dengan sistem <i>containment</i> .	
Penyediaan <i>oil spill kit</i> wajib sebelum pekerjaan pengurusan solar.					√													Pengarahan kepada teknisi untuk <i>standby</i> terhadap pengawasan tumpahan solar.	
Pengurusan solar dengan sistem <i>containment</i> .			√															Pengarahan kepada teknisi untuk <i>standby</i> terhadap pengawasan tumpahan solar.	

3. Perbandingan Alternatif Mitigasi Risiko Operasional: Kapal menyerap lumpur dan dapat kandas karena kedalaman dermaga tidak mencukupi untuk *draft* kapal.

Alternatif Mitigasi Risiko	Skala Penilaian																		Alternatif Mitigasi Risiko
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Pemeriksaan <i>draft</i> kapal dan kedalaman aktual dermaga sebelum pekerjaan disetujui.									✓									Perjadwalan pekerjaan berdasarkan kondisi pasang surut air laut.	
Pemeriksaan <i>draft</i> kapal dan kedalaman aktual dermaga sebelum pekerjaan disetujui.	✓																	Relokasi pekerjaan ke area dermaga atau perairan yang lebih aman jika <i>draft</i> tidak mencukupi.	
Penjadwalan pekerjaan berdasarkan kondisi pasang surut air laut.				✓														Relokasi pekerjaan ke area dermaga atau perairan yang lebih aman jika <i>draft</i> tidak mencukupi.	

4. Perbandingan Alternatif Mitigasi Risiko Operasional: Area dermaga berbatu mengganggu pergerakan atau proses *sea trial*.

Alternatif Mitigasi Risiko	Skala Penilaian																		Alternatif Mitigasi Risiko
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Survey kondisi area dermaga dan jalur <i>sea trial</i> sebelum pekerjaan dilakukan.			✓															Penentuan jalur aman dan pemasangan penanda area berisiko.	
Survey kondisi area dermaga dan jalur <i>sea trial</i> sebelum pekerjaan dilakukan.			✓															Koordinasi jadwal <i>sea trial</i> dengan kondisi perairan dan pendampingan dari <i>deck master</i> .	
Penentuan jalur aman dan pemasangan penanda area berisiko.															✓			Koordinasi jadwal <i>sea trial</i> dengan kondisi perairan dan pendampingan dari <i>deck master</i> .	

Lamongan, 10 Juni 2025

SPV Facility,

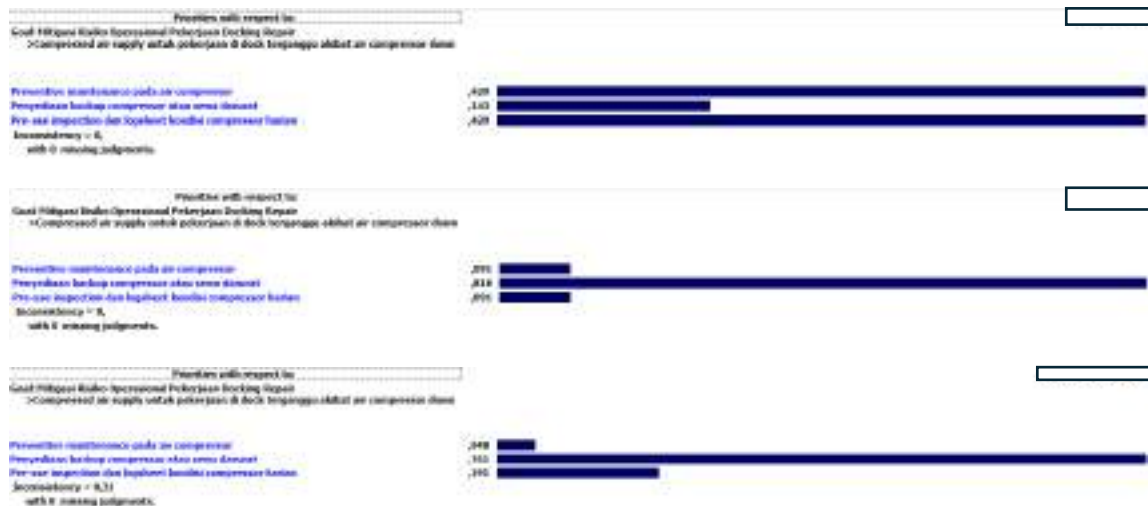


Lampiran 19. Hasil Pengolahan Data Kuesioner AHP Pekerjaan *Docking Repair* Menggunakan Software Expert Choice

a. Perhitungan Kriteria Sub Risiko Pekerjaan *Docking Repair*



b. Perhitungan Alternatif Mitigasi Risiko Operasional: *Compressed air supply* untuk pekerjaan di *dock* terganggu akibat *air compressor down*



c. Perhitungan Alternatif Mitigasi Risiko Operasional: Kesalahan pemasangan SDNR yang tidak sesuai arah aliran saat pekerjaan *valve sea chest* kapal





- d. Perhitungan Alternatif Mitigasi Risiko Operasional: Pekerja kurang mengenali jenis-jenis *valve* yang harus dikerjakan

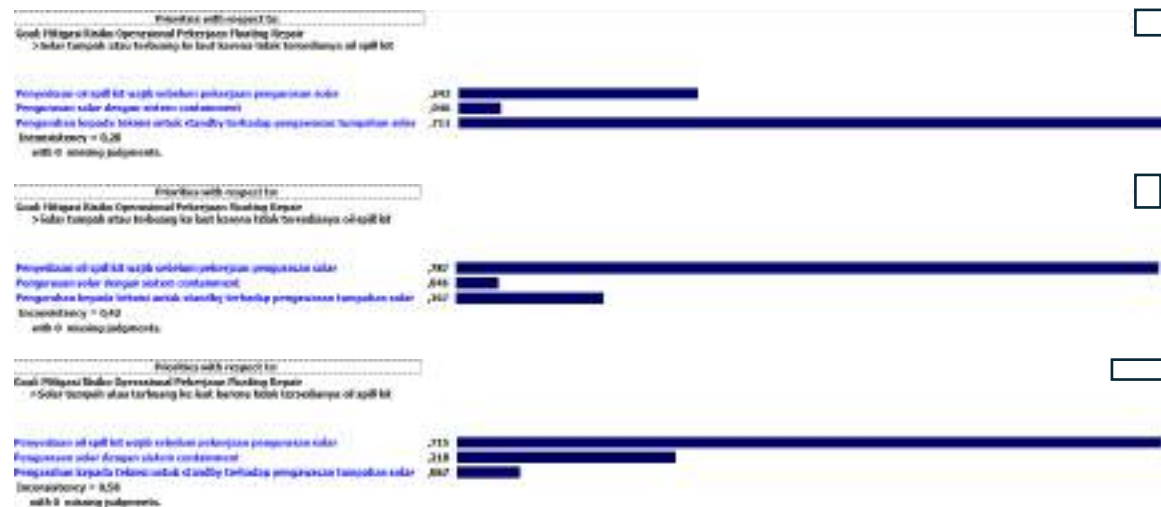


Lampiran 20. Hasil Pengolahan Data Kuesioner AHP Pekerjaan *Floating Repair* Menggunakan Software Expert Choice

a. Perhitungan Kriteria Sub Risiko Pekerjaan *Floating Repair*

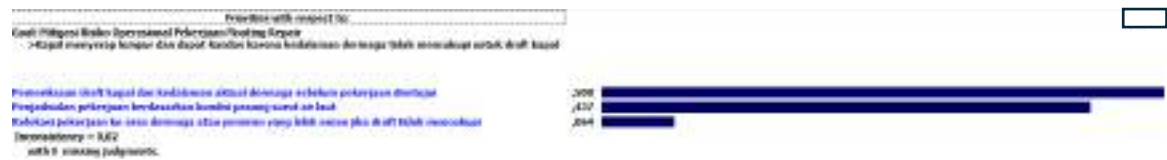


b. Perhitungan Alternatif Mitigasi Risiko Operasional: Solar tumpah atau terbuang ke laut karena tidak tersedianya *oil spill kit*



c. Perhitungan Alternatif Mitigasi Risiko Operasional: Kapal menyerap lumpur dan dapat kandas karena kedalaman dermaga tidak mencukupi untuk *draft* kapal





d. Perhitungan Alternatif Mitigasi Risiko Operasional: Area dermaga berbatu mengganggu pergerakan atau proses *sea trial*



Lampiran 21. Dokumentasi Wawancara kepada para *Expert*



BIODATA PENULIS

Nama Lengkap : Nabila Amalia Firdausi
NRP : 1122040026
Program Studi : D4 Manajemen Bisnis
Tempat, Tanggal Lahir : Sidoarjo, 03 Desember 2003
Alamat : Griya Bhayangkara Suko D-7, Suko,
Sukodono, Sidoarjo, Jawa Timur
Email : nabilaamaliaf@gmail.com
nabilaamalfir@gmail.com



Penulis telah menempuh Pendidikan Formal, yaitu:

SD Muhammadiyah 1-2 Taman	(2010 – 2016)
SMP Negeri 1 Taman	(2016 – 2019)
SMA Negeri 1 Gedangan	(2019 – 2022)
Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya	(2022 – 2026)