



ISSN 2338-0322

JURNAL TEKNIK PERKAPALAN

Jurnal Hasil Karya Ilmiah Lulusan S1 Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro

Studi Manajemen Risiko dengan Metode FTA dan FMEA akibat Keterlambatan Proyek Pembangunan Kapal Perintis KM. Sabuk Nusantara 72

Henna Dellya Zenitta Putri¹⁾, Imam Pujo Mulyatno²⁾ Parlindungan Manik^{3)*}

¹⁾Laboratorium Kapal Kecil dan Perikanan

Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

*)e-mail : hennadellya@undip.ac.id, pujomulyatno2@gmail.com, parlindungan_manik@live.undip.ac.id

Abstrak

Proyek pembangunan kapal di salah satu galangan mengalami keterlambatan. Manajemen risiko dilakukan guna mengurangi dampak yang dapat merugikan perusahaan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui faktor penyebab dan probabilitas keterlambatan, risiko yang paling dominan dan menentukan langkah mitigasi yang tepat. Metode Fault Tree Analysis digunakan untuk mengetahui probabilitas keterlambatan dari hasil risiko yang telah diidentifikasi. Metode Failure Mode and Effect Analysis digunakan untuk menentukan risiko dominan dari nilai Risk Priority Number. Hasil analisa FTA didapatkan 2 (dua) faktor utama yang menyebabkan keterlambatan yaitu Proses produksi terhambat dengan probabilitas 0,1043 dan Sistem manajemen kurang optimal dengan probabilitas 0,0228. Sehingga didapatkan probabilitas Top Event (Keterlambatan Proyek Pembangunan Kapal) sebesar 0,1248. Hasil analisa FMEA didapatkan 11 risiko kategori high risk yang menjadi penyebab dominan yaitu Permasalahan pemberian hak karyawan RPN 632, Permasalahan pembayaran pembelian barang RPN 631, Sub kontraktor kurang berkompeten RPN 605, Jumlah peralatan terbatas RPN 570, Peralatan yang tidak dirawat dengan baik 566, Pemakaian alat melebihi batas RPN 564, Sub kontraktor belum dibayar RPN 538, Kualitas material kurang baik sehingga dilakukan rebuy RPN 532, Material belum ada dipasaran RPN 513, Koreksi gambar oleh BKI RPN 510, dan Koreksi interior oleh OS RPN 507 Berdasarkan hasil observasi dan diskusi yang telah dilakukan bersama dengan dengan Kepala Divisi Perencanaan dan Teknik, Kepala Divisi Komersil, Kepala Proyek dan Kepala Bagian terkait didapatkan urutan risiko beserta langkah mitigasi yang diperlukan berupa rekomendasi perbaikan untuk risiko kategori high risk. Sebagaimana dapat dilihat pada tabel 12.

Kata Kunci : Keterlambatan Proyek, Manajemen Risiko, Fault Tree Analysis, Failure Mode and Effect Analysis.

1. PENDAHULUAN

Kegiatan proses produksi Proyek pembangunan kapal di salah satu galangan Semarang pada salah satu galangan di Semarang tidak terlepas dari adanya risiko yang menjadi faktor penyebab terjadinya keterlambatan yang dapat menimbulkan kerugian. Risiko merupakan suatu hal yang tidak dapat dihindarkan dalam suatu kegiatan operasional. Risiko operasional adalah penyebab kegagalan atau tidak sesuainya suatu sistem, proses internal, manusia atau dari kejadian eksternal[1]. Sehubungan dengan itu, diperlukan manajemen risiko untuk melihat risiko yang dihadapi dan meninjau pengaruhnya terhadap sasaran kegiatan, selanjutnya akan direncanakan penanganan berupa mitigasi risiko untuk meminimalisasi dampak buruknya sehingga

dapat mendukung terwujudnya sasaran kegiatan[2].

Penelitian dengan model FTA-FMEA terintegrasi untuk Analisis Risiko Sistem Reayasa : Studi Kasus Pencegah Ledakan Bawah Laut Analisis komprehensif dari sistem menghasilkan hasil yang secara signifikan dapat mengubah langkah-langkah korektif dan prioritas kekritisan untuk sistem kompleks pada umumnya. Sementara FMEA berfokus pada efek kausal, dengan mempertimbangkan semua kemungkinan kegagalan tetapi tidak harus saling ketergantungan komponen, FTA mempertimbangkan yang terakhir tetapi menghindari komponen menit dan efeknya pada kegagalan sistem secara keseluruhan. Integrasi kedua metode tersebut terbukti menghasilkan prioritas risiko sistem yang

lebih kuat karena tingkat keparahan kegagalan yang lebih besar mungkin tidak selalu berarti kekritisan yang lebih besar. Meskipun FMEA mengharuskan para ahli untuk bertukar pikiran tentang setiap aspek proses FMEA, Penilaian diperoleh terutama pada tingkat keparahan, kejadian dan peringkat deteksi mode kegagalan oleh para pakar sehingga akan diterapkan pada penelitian ini.[3]

Beberapa penelitian untuk mencari faktor penyebab keterlambatan proyek pembangunan kapal telah dilakukan. Berdasarkan hasil penelitian pada proyek pembangunan kapal Wisata *Trimaran Bottom Glass* Menggunakan Metode *Fault Tree Analysis* dan Matrik Risiko Pada PT.ABC didapatkan hasil identifikasi risiko di 3 jenis pekerjaan yaitu *engineering*, pengadaan material, dan produksi yang masing-masing pekerjaan didapatkan 4 *intermediate event*. Dari 4 *intermediate event* dikembangkan lagi untuk memperoleh *basic event*, dan diperoleh 16 kejadian dasar atau *basic event* yang menjadi penyebab keterlambatan proyek pembangunan kapal *Trimaran Bottom Glass*[4].

Penelitiannya lainnya mengenai manajemen risiko dilakukan pada proyek pembangunan kapal Kargo dengan metode *Bow Tie Analysis*. Metode ini adalah gabungan antara metode *fault tree analysis* (FTA) dan *event tree analysis* (ETA) dimana akan dihasilkan langkah pencegahan akar permasalahan dan pengurangan akibat permasalahan tersebut dengan bantuan *barrier*. Dari hasil analisa menggunakan FTA didapatkan hasil total peluang kejadian *top event* keterlambatan proyek konstruksi kapal kargo terjadi sebesar 0,0935 yang dipengaruhi oleh faktor utama penyebab keterlambatan yaitu Proses produksi terhambat dengan probabilitas *minimal cut set* 0,0745 dan Sistem manajemen kurang baik 0,0190. Hasil diagram ETA didapatkan kapal kargo selesai diproduksi namun mengalami keterlambatan berkisar antara 1 minggu – 1,5 tahun diakibatkan berbagai macam faktor dan dikenai denda perharinya yaitu 1 ‰ dari total nilai kontrak Rp 122.000.000.000,-. Jadi denda berkisar antara Rp 854.000.000,- hingga Rp 65.880.000.000,-.[5].

Analisa risiko dilakukan pada pembangunan *Barge Mounted Power Plant* (BMPP) didapatkan risiko pada setiap jenis kegiatan yang terdapat pada proses pembangunan menggunakan metode FMEA mendapatkan 5 prioritas kegiatan dengan nilai *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi yaitu risiko pada kegiatan Fabrikasi dan *Sub Assembly* RPN 396, Tongkang RPN 378, Proses Penambatan BMPP RPN 376.5, *Grand Assembly* RPN 357.8, dan *Hull Erection at Graving Dock*

RPN 340.7, maka perlu dilakukannya tindakan mitigasi risiko[6].

Berdasarkan hasil identifikasi dan analisis kejadian risiko yang telah dilakukan pada proyek pembangunan kapal tanker Pertamina 3500 DWT yang dikerjakan oleh PT. Dumas Tanjung Perak Shipyards ada tiga bagian yang diteliti dapat diidentifikasi adanya 16 kejadian risiko. Dari penilaian bobot risiko dengan menggunakan metode FMEA, diketahui adanya 4 kejadian risiko yang sangat berpengaruh pada keterlambatan proyek pembangunan kapal tanker, yaitu: Kesulitan Memenuhi Syarat Kontrak RPN= 501,15. Keterlambatan Material RPN = 370,73 Proses Custom Clearance Lama RPN= 310,22. Keterlambatan Gambar (Design, Keyplan, Yardplan) RPN= 305,56. Dari hasil pengolahan data dapat disusun prioritas langkah mitigasi kejadian risiko yang diperlukan.[7]

Penelitian sebelumnya telah dilakukan di galangan Semarang yang penyelesaian proyek bangunan baru kapal proyek bangunan baru kapal perintis 2000 GT tidak sesuai dengan jadwal yang telah ditetapkan dalam kontrak dengan menggunakan metode *Monte Carlo* dan *Software Primavera Risk Analyst*. Hasil menunjukkan nilai persentase keterlambatan sebesar 12,65 % dari target pembangunan yang dicapai adalah 727 hari. Maka proyek mengalami delay akibat adanya risiko selama 92 hari dan proyek diperkirakan selesai dalam 819 hari dan didapatkan 16 risiko yang berpengaruh terhadap pekerjaan dengan 4 risiko kategori sangat tinggi, 9 risiko kategori tinggi, dan 3 risiko kategori sedang.[8]

Penelitian manajemen risiko pembangunan kapal perintis type 1200 GT di PT Janata Marina Indah Semarang untuk mendapatkan persentase perkiraan keberhasilan suatu proyek terhadap *schedule* proyek dan aktivitas sensitif serta mitigasi risiko atau respon terhadap proyek bangunan baru kapal perintis 1200 GT. Kemudian hasil menunjukkan nilai persentase keterlambatan sebesar 4,54 % dengan delay atau keterlambatan selama 40 hari dari target pembangunan yang dicapai adalah 922 hari. Serta didapatkan 12 risiko yang berpengaruh dalam pengerjaan proyek pembangunan kapal baru perintis 1200 GT dengan tingkatan 1 risiko kategori ekstim, 4 risiko kategori tinggi, 4 risiko kategori sedang dan 3 risiko kategori rendah. Risiko yang paling berpengaruh pada pengerjaan proyek tersebut yaitu keterlambatan pada supply material, perbaikan atau revisi karena rekomendasi setelah pengerjaan dan kebutuhan tenaga kerja.[9]

Berdasarkan hasil analisa tingkat risiko menggunakan matrik risiko, maka sumber risiko yang memerlukan penanganan utama adalah

risiko yang muncul dengan tingkatan risiko sangat tinggi pada penelitian di galangan PT. Adiluhung Sarananegara yaitu faktor cuaca yang mengganggu pekerjaan terbuka, penundaan pekerjaan karena terlambatnya suplai material, peralatan (*crane*) yang dibutuhkan tidak sesuai, pekerjaan perbaikan karena penyesuaian permintaan dari owner dan pihak klasifikasi, keputusan dari owner yang terlambat, kesadaran SDM (Sumber Daya Manusia) untuk menyelesaikan proyek, ketergantungan pada pekerjaan konstruksi dan respon instruksi yang lambat. Risiko yang sudah diketahui peringkatnya maka perlu dilakukan proses mitigasi risiko, khususnya risiko yang masuk kategori sangat tinggi, sehingga keterlambatan penyelesaian proyek bisa dilakukan tepat waktu.[10]

Mengacu pada penelitian sebelumnya penulis ingin menggunakan metode FTA dan FMEA untuk menganalisa risiko di salah satu Galangan Semarang akibat keterlambatan Proyek Pembangunan Kapal Perintis KM Sabuk Nusantara 72. Berdasarkan latar belakang diatas, adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui risiko yang menyebabkan terjadinya keterlambatan pada proyek pembangunan kapal di galangan tersebut, mengetahui probabilitas risiko, mengetahui risiko *high risk*, serta menentukan langkah yang tepat untuk memitigasi risiko yang menjadi prioritas utama.

2. METODE

2.1. Objek Penelitian

Objek pada penelitian ini adalah Proyek pembangunan kapal baru di Galangan Semarang untuk mengetahui faktor penyebab keterlambatan pada saat proses pembangunan berjalan.

2.2. Pengumpulan Data

Pengambilan dan pengumpulan data pada penelitian ini menggunakan kuisisioner dan wawancara:

1. Kuisisioner Tahap Pertama (Verifikasi oleh Ahli)

Kuisisioner ini disajikan untuk mengidentifikasi adanya risiko kepada para ahli yang terlibat secara langsung pada proyek pembangunan kapal perintis KM. Sabuk Nusantara 72..

Setelah menyusun kuisisioner tahap awal ini kemudian disebarkan pada pakar yaitu tenaga ahli yang dapat mentransfer pengetahuan kepada yang bukan ahli[11]. Hasil verifikasi risiko dengan jawaban relevan dengan salah satu opsi tiap risiko akan dimasukkan pada formulir pengisian kuisisioner tahap kedua untuk melakukan penilaian terhadap risiko yang sudah diidentifikasi.

2. Kuisisioner Tahap Kedua (Kuisisioner Penilaian)

Hasil identifikasi risiko pada kuisisioner awal diolah menjadi risiko *basic event* FTA yang akan dilanjutkan menjadi kuisisioner tahap kedua untuk menentukan nilai probabilitas risiko tersebut dan menentukan nilai risiko sesuai dengan skala nilai pada FMEA.

3. Wawancara

Teknik pengumpulan data untuk mendapatkan keterangan lisan untuk identifikasi Identifikasi terhadap *potential effect*, *risk cause* *current control*.

2.3. Metode *Fault Tree Analysis*

Fault Tree Analysis digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab kegagalan suatu sistem bertujuan untuk mengurangi probabilitas terjadinya kegagalan. Digunakan pendekatan *top-down* dimana peristiwa utama merupakan *Top Event* dan peristiwa paling dasar dari peristiwa utama adalah *basic event*.. *Minimal Cutset* adalah kombinasi terkecil dari suatu sistem hingga terjadi kejadian puncak (*Top Event*)[12].

Minimal Cut Set pada *OR Gate* :

$$= 1 - P[X_{OR}(X_1, \dots, X_n) = 0]$$

$$= 1 - P[X_1 = 0 \wedge \dots \wedge X_n = 0]$$

$$= 1 - (1 - P[X_1 = 1]) \cdot \dots \cdot (1 - P[X_n = 1]) \quad (1)$$

Minimal Cut Set pada *AND Gate* :

$$= P[X_1 = 1 \wedge \dots \wedge X_n = 1]$$

$$= P[X_1 = 1] \cdot \dots \cdot P[X_n = 1] \quad (2)$$

Probabilitas kegagalan pada FTA dapat di hitung menggunakan *probability laws* (hukum probabilitas) dimana P [X] nilai probabilitas *basic event* *intermediet event* ke-1 sampai ke-n.

Ketentuan skala probabilitas *basic event* untuk mendapatkan *minimal cut set* mengacu pada indeks frekuensi pada tabel 1 yang menjelaskan skala kemungkinan terjadinya risiko dari tidak pernah terjadi dengan skala 1 sampai sering terjadi dengan skala 5[13].

Tabel 1 *Frequency Index*

Skala	Kategori	Kualitatif	Kuantitatif
1	Tidak pernah	Setiap 100 kali proyek produksi kapal baru.	10^{-5}
2	Jarang	Setiap 75 kali proyek produksi kapal baru.	10^{-4}
3	Kadang	Setiap 25 kali proyek produksi kapal baru.	10^{-3}
4	Sering	Setiap 5 kali proyek produksi kapal baru.	10^{-2}
5	Sangat sering	Setiap saat proyek produksi kapal baru.	0.1

2.4. Metode Failure Mode and Effect Analysis

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) digunakan untuk mengidentifikasi bagaimana komponen, sistem atau proses mengalami kegagalan mencapai tujuan dengan rancangan yang sudah ditentukan [14].

Risk Priority Number (RPN) merupakan hasil pengolahan nilai FMEA berdasarkan hasil $S \times O \times D$ dari tiap risiko.

a. Skala Severity (Tingkat Keparahan)

Setiap tingkat keparahan dampak dari suatu risiko yang terjadi diberikan sebuah nilai *severity* dari 1 (sangat rendah) sampai 5 (Sangat Tinggi)[15]. Tabel 2 menerangkan kategori dan deskripsi dari nilai skala *severity*nya.

Tabel 2 Skala Severity

Skala	Kategori	Deskripsi
1	Sangat Rendah	Tidak begitu berpengaruh terhadap keterlambatan
2	Rendah	Berpengaruh <5% terhadap keterlambatan
3	Menengah	Berpengaruh 5%-10% terhadap keterlambatan
4	Tinggi	10%-20% sangat berpengaruh terhadap keterlambatan
5	Sangat Tinggi	>20% sangat berpengaruh terhadap keterlambatan

b. Skala Occurance (Tingkat Frekuensi Terjadi)

Seberapa sering terjadinya risiko terjadi dinilai dengan skala dari 1 (tidak pernah terjadi) sampai 5 (sangat sering terjadi)[15]. Tabel 3 menjelaskan deskripsi dari setiap skala *occurance*.

Tabel 3 Skala Occurance

Skala	Frekuensi	Deskripsi
1	Tidak pernah terjadi	Minimal
2	Jarang terjadi	Minor
3	Kadang terjadi	Moderate
4	Sering terjadi	Mayor
5	Sangat sering terjadi	Ekstrem

c. Skala Detectability (Tingkat dapat Terdeteksi)

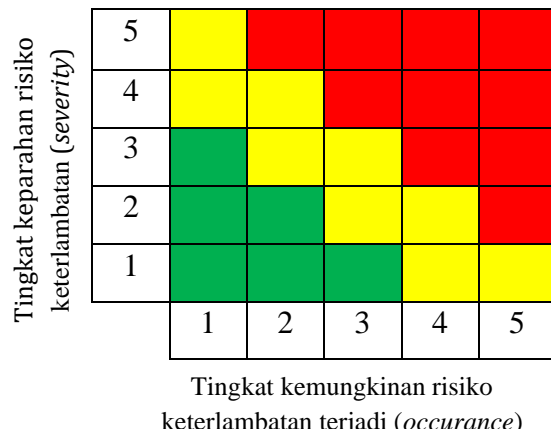
Tingkat terdeteksi nya sebuah risiko dapat dinilai menggunakan skala *detectability* pada tabel 4 dibawah ini dengan penjelasan secara deskripsi dan ditentukan berdasarkan frekuensi terjadinya dari skala 1 (metode pencegahan sangat efektif) hingga skala 5 (metode pencegahan tidak efektif)[15].

Tabel 4 Skala Detectability

Skala	Frekuensi	Deskripsi
1	0,01 per 1000 item	Metode pencegahan sangat efektif. Tidak ada peluang bagi penyebab
2	0,1- 0,5 per 1000 item	Peluang penyebab terjadi sangat rendah
3	1-5 per 1000 item	Peluang penyebab terjadi bersifat moderat.
4	10 – 20 per 1000 item	Peluang penyebab terjadi tinggi. Metode pencegahan masih kurang efektif.
5	50 - 100 per 1000 item	Peluang penyebab terjadi sangat tinggi. Metode pencegahan tidak efektif.

2.5. Pemetaan Risiko

Matriks 5x5 dengan kombinasi nilai *severity* dan *occurance* yang akan menentukan daerah prioritas risiko yang nantinya perlu dilakukan pembahasan respon risiko nya[16].



Gambar 1 Gambar Pemetaan Matriks Risiko

Kategori risiko berdasarkan tingkatannya terdiri dari risiko rendah (*low risk*) zona hijau, risiko sedang (*medium risk*) zona kuning, dan risiko tinggi (*high risk*) zona merah.

2.6. Pengolahan Data

Berikut ini adalah tahapan proses pengolahan data untuk menganalisis faktor penyebab keterlambatan proyek pembangunan kapal:

- Melakukan identifikasi risiko yang menjadi faktor terjadinya keterlambatan proyek pembangunan kapal, peneliti dibantu oleh para pakar dari perusahaan yang memiliki kemampuan lebih dibidangnya untuk menentukan *basic event* pada analisa FTA. Daftar pakar responden yang tertera pada tabel 5 terdiri dari kepala departemen, ketua bagian, wakil ketua bagian, kepala proyek, kasie dan staff.

Tabel 5 Data Pakar sebagai responden

No	Jabatan	Lama Bekerja(Tahun)
1	Kadep Perencanaan	31
2	Kabag Perencanaan	32
3	Kepala Proyek	10
4	Kepala Proyek	8
5	Kepala Proyek	27
6	Quality Control	20
7	Kabag Listrik	25
8	Kasie Listrik	24
9	Kasie Listrik	6
10	Kasie Las	26
11	Kabag Dock	24
12	Wakabag Dock	20
13	Kasie Plat (Lambung)	15
14	Kabag Mesin	25
15	Wakabag Mesin	11
16	Kasie Outfitting	25
17	Kabag Safety	22
18	Staf Keselamatan	25
19	Kabag Gudang	25
20	Kabag Logistik	33
21	Kasie Outfitting	25
22	Kabag Outfitting	10

- Menggambarkan diagram *Fault Tree Analysis*.
- Menginput nilai *probability basic event* dari hasil kuisioner yang telah diisi responden untuk mendapatkan hasil *minimal cut set*.
- Penilaian risiko dengan FMEA diawali dengan menentukan *potensial effect, risk cause, dan current control* yang ditentukan oleh ahli dari perusahaan dan menentukan nilai *severity, occurrence dan detectability* dari hasil pengisian kuisioner
- Melakukan perhitungan RPN (*Risk Priority Number*)
- Melakukan pemetaan risiko
- Menentukan mitigasi risiko pada prioritas risiko.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan penelitian ini didapatkan dari hasil pengisian kuisioner oleh para responden yang menggambarkan risiko risiko yang dapat mengakibatkan keterlambatan proses produksi kapal perintis KM. Sabuk Nusantara 72 di Galangan Semarang dengan parameter penilaian sesuai yang sudah ditetapkan. Penyebaran kuisioner dengan petunjuk pengisian yang jelas. Hasil kuisioner yang terkumpul kemudian dilakukan analisa identifikasi risiko membuat diagram pohon kesalahan FTA dan analisa hasil penilaian *severity, occurrence, dan detectability* menggunakan FMEA.

3.1. Fault Tree Analysis

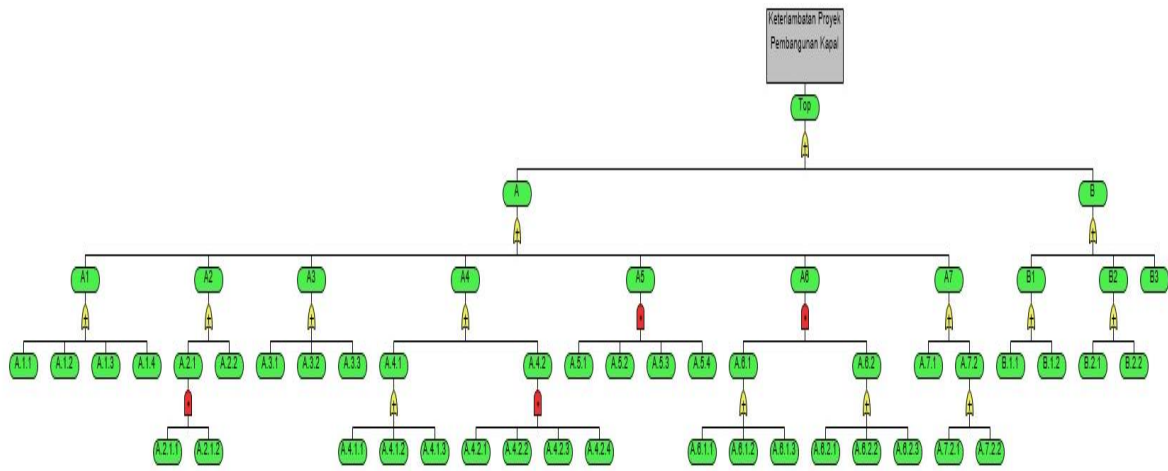
3.1.1 Diagram FTA

Analisa penyebab keterlambatan pada proyek pembangunan kapal perintis KM. Sabuk Nusantara 72 (*Top Event*) memiliki 2 (dua) *intermediet event* pada tingkat pertama yaitu proses produksi terhambat dan sistem manajemen kurang optimal.

Pada proses produksi terhambat dihubungkan oleh 7 (tujuh) *OR GATE* sebagai *intermediet* tingkat kedua dengan 7 faktor umum penyebab keterlambatan antara lain pengadaan material dan perlengkapan lama, fasilitas peralatan kurang memadai, kondisi lingkungan kerja kurang baik, keterbatasan pekerja, perubahan desain kapal, produktifitas pekerja kurang optimal, keberterimaan produk terkendala. Sedangkan pada sistem manajemen kurang optimal dihubungkan oleh 3 (tiga) *OR Gate* sebagai *intermediet* tingkat kedua dengan 3 faktor penyebab yaitu control pihak manajemen kurang baik, kurangnya koordinasi di tempat kerja.

Permasalahan keterlambatan proses produksi kapal perintis KM. Sabuk Nusantara diatas didapatkan 35 risiko *basic event/* kejadian dasar antara lain barang impor, material belum ada di pasaran, kualitas material kurang baik sehingga perlu dilakukan rebuy, Peralatan yang tidak dirawat dengan baik, pemakaian alat yang overwok, jumlah peralatan terbatas, permasalahan pembayaran pembelian barang, pemadaman listrik, cuaca buruk, fasilitas keamanan kurang layak, perekrutan karyawan dibatasi, beberapa karyawan pension regenerasi karyawan terbatas, sub kontraktor kurang terampil, sub kontraktor belum di bayar, jumlah tenaga sub kontraktor kurang, peralatan sub kontraktor tidak sesuai standar, koreksi biro klasifikasi, koreksi *Owner Surveyor*, koreksi mesin oleh *maker*, koreksi desainer, keahlian pekerja kurang baik, permasalahan sesama tenaga kerja, permasalahan pemberian hak karyawan, kecelakaan saat perjalanan ke tempat kerja, permasalahan keluarga, izin karena urusan pribadi yang mendadak, kapal diterima dengan catatan, dilakukan pengerjaan ulang, kapal dijual ke pihak lain, *action plan* tidak terlaksana dengan baik, hasil evaluasi hasil pekerjaan tidak dilakukan dengan baik, koordinasi antara galangan dan OS kurang baik, koordinasi antara pemilik kapal dan OS kurang baik, *Schedule* rencana awal banyak perubahan.

Diagram *Fault Tree Analysis* keterlambatan proyek pembangunan kapal dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 2 Diagram FTA Keterlambatan Proses Pembangunan Kapal

Keterangan mengenai kode kejadian pada diagram *Fault Tree Analysis* keterlambatan

proyek pembangunan kapal dijabarkan pada tabel 6.

Tabel 6 Keterangan Kejadian Diagram FTA

Kode Kejadian	Nama Kejadian	Kode Kejadian	Nama Kejadian
A	Proses produksi terhambat	A.5.1	Koreksi biro klasifikasi
A1	Pengadaan material dan perlengkapan lama	A.5.2	Koreksi <i>Owner Surveyor</i>
A.1.1	Barang impor	A.5.3	Koreksi mesin oleh <i>maker</i>
A.1.2	Material belum ada di pasaran	A.5.4	Koreksi desainer
A.1.3	Kualitas material kurang baik sehingga perlu dilakukan <i>rebuy</i>	A6	Produktifitas pekerja kurang optimal
A.1.4	Permasalahan pembayaran pembelian barang	A.6.1	Faktor internal
A2	Fasilitas peralatan kurang memadai	A.6.1.1	Keahlian pekerja kurang baik
A.2.1	Peralatan yang rusak	A.6.1.2	Permasalahan sesama tenaga kerja
A.2.1.1	Peralatan yang tidak dirawat dengan baik	A.6.1.3	Permasalahan pemberian hak karyawan
A.2.1.2	Pemakaian alat yang <i>overwok</i>	A.6.2	Pengaruh eksternal
A.2.2	Jumlah peralatan terbatas	A.6.2.1	Kecelakaan saat perjalanan ke tempat kerja
A.3	Kondisi lingkungan kerja kurang baik	A.6.2.2	Permasalahan keluarga
A.3.1	Pemadaman listrik	A.6.2.3	Izin karena urusan pribadi yang mendadak
A.3.2	Cuaca buruk	A.7	Keberterimaan produk terkendala
A.3.3	Fasilitas keamanan kurang layak	A.7.1	Kapal diterima dengan catatan
A4	Keterbatasan pekerja	A.7.2	Kapal tidak diterima
A.4.1	Jumlah tenaga kerja kurang	A.7.2.1	Dilakukan pengerjaan ulang
A.4.1.1	Perekrutan karyawan dibatasi	A.7.2.2	Kapal dijual ke pihak lain
A.4.1.2	Beberapa karyawan pension	B1	Kontrol pihak manajemen kurang efektif
A.4.1.3	Regenerasi karyawan terbatas	B.1.1	<i>Action Plan</i> tidak terlaksana dengan baik
A.4.2	Sub kontraktor yang bermasalah	B.1.2	Hasil evaluasi hasil pekerjaan tidak dilakukan dengan baik

Kode Kejadian	Nama Kejadian	Kode Kejadian	Nama Kejadian
A.4.2.1	Sub kontraktor kurang terampil	B2	Kurangnya koordinasi di tempat kerja
A.4.2.2	Sub kontraktor belum di bayar	B.2.1	Koordinasi antara galangan dan OS kurang baik
A.4.2.3	Jumlah tenaga sub kontraktor kurang	B.2.2	Koordinasi antara pemilik kapal dan OS kurang baik
A.4.2.4	Peralatan sub kontraktor tidak sesuai standar	B.3	<i>Schedule</i> rencana awal banyak perubahan
A5	Perubahan desain kapal		

Tabel 8 *Minimal Cut Set* Intermediet Event tingkat 2 Sistem manajemen kurang optimal

No	Nama Kejadian	Probabilitas
B1	Kontrol pihak manajemen kurang efektif	0.0104
B2	Kurangnya koordinasi di tempat kerja	0.0032
B3	<i>Schedule</i> rencana awal banyak perubahan	0.0094

3.1.2 Minimal Cut Set

Probabilitas *basic event* diperoleh dari hasil kuisioner dengan penilaian sesuai pada ketentuan tabel 1.

Hasil analisa dengan *software* menghasilkan probabilitas *minimal cutset* risiko *intermediet event* tingkat 2 pada proses produksi terhambat terdapat pada tabel 7.

Tabel 7 *Minimal Cut Set Intermediet Event* tingkat 2 Proses produksi terhambat

Kode Kejadian	Nama Kejadian	Probabilitas Minimal Cut Set
A1	Pengadaan material dan perlengkapan lama	0,0303
A2	Fasilitas peralatan kurang memadai	0,0129
A3	Kondisi lingkungan kerja kurang baik	0,0174
A4	Keterbatasan pekerja	0,0139
A5	Perubahan desain kapal	0,0000
A6	Produktifitas pekerja kurang optimal	0,0195
A7	Keberterimaan produk terkendala	0,0150

Berdasarkan tabel 7 selanjutnya dilakukan perhitungan probabilitas *minimal cutset intermediet* tingkat pertama yaitu proses produksi

terhambat (A) dengan menggunakan persamaan (1).

$$\begin{aligned}
 \text{Probabilitas minimal cutset :} \\
 &= 1 - (1 - A1)(1 - A2)(1 - A3)(1 - A4)(1 - A5)(1 - A6)(1 - A7) \\
 &= 1 - (1 - 0,0303)(1 - 0,0129)(1 - 0,0174)(1 - 0,0139)(1 - 0,0000)(1 - 0,0195)(1 - 0,0150) \\
 &= 0,1043
 \end{aligned}$$

Hasil analisa probabilitas *minimal cutset* risiko *intermediet event* tingkat 2 pada sistem manajemen kurang baik ditunjukkan pada tabel 8.

Pada tabel 8 dapat dapat ditentukan perhitungan probabilitas *minimal cut set* sistem manajemen kurang optimal (B) dengan menggunakan persamaan (1):

$$\begin{aligned}
 \text{Probabilitas minimal cutset :} \\
 &= 1 - (1 - B1)(1 - B2)(1 - B3) \\
 &= 1 - (1 - 0,0104)(1 - 0,0032)(1 - 0,0094) \\
 &= 0,0228
 \end{aligned}$$

Perhitungan nilai probabilitas pada *Top Event* didapatkan berdasarkan hasil nilai probabilitas *minimal cut set* dari “Proses Produksi Terhambat” yaitu 0,1043, dan “Sistem Manajemen Kurang Optimal” yaitu 0,0228 sehingga didapatkan nilai probabilitas *minimal cut set top event* sebesar $1 - (1 - 0,1043)(1 - 0,0228) = 0,1248$

Hasil *minimal cut set* diatas menunjukkan bahwa nilai kemungkinan terjadinya keterlambatan suatu proyek dalam batas normal. Dalam hal ini berarti, risiko keterlambatan proyek pembangunan masih dapat di atasi penanganannya. Proses Produksi yang Terhambat memiliki probabilitas lebih tinggi dari Sistem Manajemen yang kurang optimal. Hal ini disebabkan proses produksi meliputi berbagai hal mulai dari desain, pemesanan barang, tenaga kerja, fasilitas dan peralatan, lingkungan tempat bekerja dll.

3.2. Failure Mode and Effect Analysis

3.2.1 Identifikasi potential effect, risk cause, dan current control

Penentuan *potential effect*, *risk cause*, dan *current control* dilakukan berdasarkan tiap risiko

basic event yang telah teridentifikasi dengan metode *Fault Tree Analysis*. Identifikasi ini dilakukan dengan cara melakukan wawancara terhadap pihak terkait/pakar di perusahaan yang berkaitan langsung dengan proyek pembangunan kapal tersebut. Identifikasi terhadap *potential effect* dilakukan sebagai indikator untuk mengetahui tingkat keseriusan dampak yang ditimbulkan (*severity*). Identifikasi terhadap *risk cause* dilakukan sebagai indikator untuk menilai seberapa sering risiko terjadi. Kemudian identifikasi terhadap *current control* dilakukan sebagai indikator untuk mengukur kemampuan sebuah risiko dapat terdeteksi (*detectability*).

3.3. Penilaian Risiko menggunakan FMEA

Penilaian *severity* (S), *occurrence* (O), dan *detectability* (D) risiko *basic event* yang telah dilakukan oleh masing-masing responden dihitung nilai rata-rata dimana nilai *mean*, *median* dan *mode* sebagian besar memiliki nilai yang berdekatan dan bahkan sama dapat dilihat pada tabel 10. Selanjutnya dilakukan perhitungan *Risk Priority Number* (RPN) dilakukan dengan mengalikan nilai $S \times O \times D$ untuk masing-masing risiko *basic event* dari hasil penilaian seluruh responden. Perhitungan ini bertujuan untuk mengetahui peringkat risiko.

Contoh perhitungan RPN pada salah satu risiko *basic event* Permasalahan pemberian hak karyawan (A.6.1.3) dijabarkan pada tabel 9.

Tabel 9 Contoh perhitungan RPN pada risiko *basic event* Permasalahan pemberian hak karyawan (A.6.1.3)

Responden	S	O	D	RPN (S x O x D)
1	2	2	2	8
2	2	2	2	8
3	3	4	4	27
4	4	4	4	64
5	3	2	3	18
6	2	2	2	8
7	3	3	3	27
8	3	3	3	27
9	3	3	3	27
10	4	3	4	48
11	3	4	3	36
12	4	4	3	48
13	3	3	3	27
14	4	3	3	36
15	4	3	3	36
16	3	2	2	12
17	4	3	3	36
18	2	2	2	8
19	3	3	3	27
20	2	2	2	8

Responden	S	O	D	RPN (S x O x D)
21	3	4	4	48
22	3	3	3	27
Total RPN				632

Hasil perhitungan RPN pada risiko *basic event* dapat dilihat pada tabel 10.

Tabel 10 Hasil penilaian *Severity* (S), *Occurance* (O), dan *Detectability* (D) risiko *basic event*

No	Kode Kejadian	Rata-rata S	Rata-rata O	Rata-rata D	TOTAL RPN
1	A.6.1.3	3	4	3	632
2	A.1.4	3	4	3	631
3	A.4.2.1	3	4	3	605
4	A.2.2	3	4	3	570
5	A.2.1.1	3	4	3	566
6	A.2.1.2	3	4	3	564
7	A.4.2.2	3	4	3	538
8	A.1.3	3	4	3	532
9	A.1.2	3	4	3	513
10	A.5.1	3	4	3	510
11	A.5.2	3	4	3	507
12	B.1.1	3	3	3	490
13	A.4.2.3	3	3	3	489
14	A.4.2.4	3	3	3	486
15	B.3	3	3	3	485
16	A.7.2.1	3	3	3	480

Tabel 11 Hasil penilaian *Severity* (S), *Occurance* (O), dan *Detectability* (D) risiko *basic event* (Lanjutan)

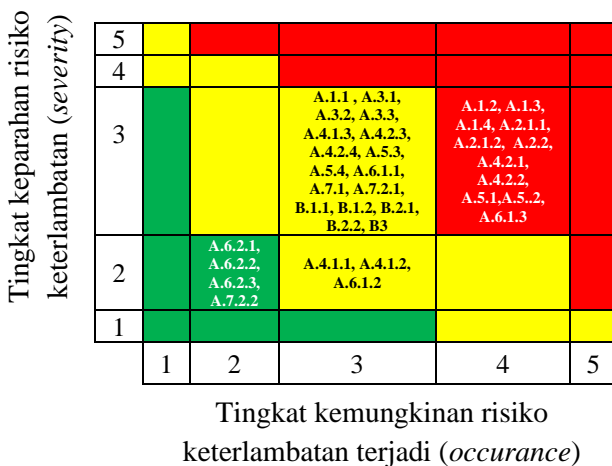
No	Kode Kejadian	Rata-rata S	Rata-rata O	Rata-rata D	TOTAL RPN
17	A.3.1	3	3	2	479
18	A.1.1	3	3	3	464
19	A.3.3	3	3	3	464
20	A.3.2	3	3	2	456
21	A.5.4	3	3	3	451
22	B.1.2	3	3	3	450
23	A.6.1.1	3	3	2	429
24	A.4.1.3	3	3	2	403
25	A.4.1.2	2	3	2	399
26	B.2.1	3	3	3	396
27	A.5.3	3	3	2	384
28	A.4.1.1	2	3	2	379
29	A.7.1	3	3	2	367

No	Kode Kejadian	Rata-rata S	Rata-rata O	Rata-rata D	TOTAL RPN
30	A.6.1.2	2	3	2	307
31	B.2.2	3	3	2	303
32	A.6.2.1	2	2	2	278
33	A.6.2.3	2	2	2	258
34	A.6.2.2	2	2	2	243
35	A.7.2.2	2	2	2	146

Berdasarkan tabel 9 risiko *basic event* dengan RPN tertinggi adalah permasalahan pemberian hak karyawan (A.6.1.3) dan RPN terendah adalah kapal dijual ke pihak lain (A.7.2.2).

3.4 Pemetaan Risiko

Hasil tingkatan kategori risiko *basic event* disajikan pada gambar 4.



Gambar 3 Hasil Pemetaan Risiko

Berdasarkan pemetaan risiko pada gambar 4 didapatkan 12 risiko kategori *high risk* (zona merah), 19 risiko kategori *medium risk* (zona kuning), 4 risiko kategori *low risk* (zona hijau).

3.5 Rekomendasi risiko kategori *high risk*

Langkah-langkah untuk memperoleh langkah mitigasi terkait dengan kejadian risiko kategori *high risk* yang merupakan tingkatan prioritas tinggi dalam penangannya, dilakukan *focus group discussion* (FGD) dengan Kepala Divisi Perencanaan dan Teknik, Kepala Divisi Komersil, Kepala Proyek dan Kepala Bagian terkait. Dalam FGD tersebut disepakati bahwa ada 5 kejadian risiko utama dari 7 risiko utama yang menduduki *intermediet event* yang mencakup 11 risiko kategori *high risk* yaitu pada Kesulitan pasokan material dan perlengkapan kapal (A1), Fasilitas galangan kurang memadai (A2), Keterbatasan pekerja (A4), Perubahan desain kapal (A5), Produktifitas pekerja kurang optimal (A6).

Berdasarkan *focus group discussion* (FGD) yang telah dilakukan, bersama Kepala Divisi Perencanaan dan Teknik, Kepala Divisi Komersil, Kepala Proyek dan Kepala Bagian terkait diperoleh rekomendasi perbaikan yang dikembangkan dari arsip dan pengalaman cara mengatasi risiko yang pernah terjadi sebelumnya di perusahaan tersebut serta dari sumber jurnal mengenai penelitian manajemen risiko terkait. Dari hasil pengolahan data dapat disusun prioritas langkah mitigasi kejadian risiko yang diperlukan, sebagaimana dapat dilihat pada gambar 4. Adapun langkah mitigasi risiko berupa rekomendasi perbaikan yang diperoleh dari hasil observasi dan diskusi dapat dilihat pada tabel 11.

Tabel 12 Hasil nilai RPN pada risiko dengan rekomendasi perbaikan berdasarkan penilaian pakar perusahaan

Kode Kejadian	Nama Kejadian	Rekomendasi Perbaikan
A.6.1.3	Permasalahan pemberian hak karyawan	Membuat kontrak mengenai aturan pemberian gaji dengan batas waktu. Pemberian insentif kepada karyawan dengan kinerja yang sangat baik. Perencanaan keuangan dengan produktifitas pekerja semaksimal mungkin.
A.1.4	Permasalahan pembayaran pembelian barang	Persiapan uang modal yang cukup, sehingga jika dana <i>owner</i> tidak turun tetap mempunyai <i>backup plan</i> . Pemilihan dan persyaratan menerima jasa sub kontraktor diperketat.
A.4.2.1	Sub kontraktor kurang berkompeten	Melakukan penilaian kinerja sub kontraktor secara kontinyu.

Kode Kejadian	Nama Kejadian	Rekomendasi Perbaikan
		Penempatan pekerja dengan efektif sesuai bidang keahliannya.
A.2.2	Jumlah peralatan terbatas	Menyiapkan daftar kebutuhan alat dan menyiapkan <i>backup plan</i> dengan menyewa peralatan agar tetap memenuhi kebutuhan
A.2.1.1	Peralatan yang tidak dirawat dengan baik	Sertifikasi alat sesuaikan dengan standar yang harus dipenuhi. Pengecekan peralatan rutin 3 bulan sekali. Respon serta penanganan yang baik jika terjadi laporan kerusakan pada alat dan fasilitas galangan yang lain.
A.2.1.2	Pemakaian alat melebihi batas	Fasilitas Sarana dan Peralatan menyesuaikan dengan kebutuhan galangan tidak kurang dan tidak lebih Melakukan rental/ sewa peralatan dari luar agar proses produksi berjalan dengan normal
A.4.2.2	Sub kontraktor belum dibayar	Pembayaran sub kontraktor dengan presentasi 90% dari total dan 10% pelunasan diakhir. Sistem pembayaran ini dilakukan untuk menghindari terjadinya mutu dan kualitas hasil pekerjaan jika masih ada koreksi masih tanggung jawab dari sub-kontraktor.
A.1.3	Kualitas material kurang baik sehingga dilakukan <i>rebuy</i>	Sebaiknya pihak QC galangan melakukan pemeriksaan kualitas material ke pihak vendor sebelum dikirim.
A.1.2	Material belum ada di pasaran	Pengadaan material lebih dipercepat sebelum di mulainya proses produksi dan selalu alokasikan perkiraan jadwal kedatangan material terhadap <i>schedule</i> yang telah direncanakan.
A.5.1	Koreksi gambar oleh BKI	Pengawasan terhadap hasil pekerjaan di perketat dan jika masih ada yang di koreksi lakukan tindakan secepat dan seefektif mungkin.
A.5.2	Koreksi interior oleh OS	Segera ambil tindakan seefektif mungkin terhadap permintaan dari <i>Owner Surveyor</i>

3.6 Pembahasan

Dari hasil prioritas langkah mitigasi diatas diketahui bahwa priortas pertama adalah Permasalahan pemberian hak karyawan yang dapat mengganggu produktifitas pekerja menurun. Hal ini sangat penting karena produktifitas pekerja sangat mempengaruhi proses pembangunan. Dalam penelitian ini diketahui bahwa keterlambatan penyelesaian pembangunan kapal tidak hanya disebabkan oleh Bagian produksi. Bagian Keuangan yang tidak berhubungan langsung dengan Bagian Produksi juga menjadi penyebab keterlambatan penyelesaian pembangunan kapal di galangan Semarang ini. Risiko tersebut terjadi karena kondisi permodalan perusahaan yang belum siap dalam perencanaan dan pembagian keuangan yang baik. Hal ini sangat relevan jika dikaitkan dengan karakteristik bisnis industri galangan kapal yaitu: padat karya, padat modal dan padat teknologi. Dukungan permodalan dari sektor perbankan sangat diperlukan untuk mendukung industri galangan kapal nasional agar lebih siap dalam menerima order pembangunan kapal. Peran asosiasi Ipperindo sangat diperlukan untuk melakukan sosialisasi kondisi bisnis dan operasi galangan kapal kepada sektor perbankan.

Selain itu terdapat kejadian risiko yang bersifat khusus yang terjadi pada galangan kapal tertentu saja. Sebagai contoh adalah kejadian risiko keterlambatan material yang disebabkan oleh lamanya proses *custom clearance*. Untuk galangan kapal yang berada di kawasan Batam proses *custom clearance* untuk impor material dan Peralatan kapal tentunya tidak menjadi kendala yang berarti. Dengan minimnya kendala dalam proses impor tersebut memungkinkan galangan kapal di Batam untuk membangun kapal dengan lebih cepat dan lebih murah dibandingkan galangan kapal nasional. Untuk mengetahui perbedaan kondisi ini, maka perlu dilakukan penelitian dengan melibatkan beberapa perusahaan galangan kapal dengan kategori tertentu, yaitu galangan kapal di Batam. Dengan diketahuinya perbedaan produktivitas terkait adanya perbedaan perlakuan bagi galangan kapal di Batam maka dapat diusulkan kepada pemerintah langkah langkah yang sesuai untuk pengembangan industri galangan kapal nasional.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil identifikasi dan analisis risiko yang telah dilakukan di salah satu Galangan Semarang akibat keterlambatan proyek pembangunan kapal KM. Sabuk Nusantara 72 diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil analisa risiko dengan metode *Fault Tree Analysis* (FTA) didapatkan 2 (dua) faktor utama yang menyebabkan keterlambatan yaitu Proses produksi terhambat dengan probabilitas *minimal cut set* 0,1043 dan Sistem anajemen yang kurang optimal dengan probabilitas *minimal cut set* 0,0228. Sehingga didapatkan probabilitas kejadian puncak (*Top event*) dimana kemungkinan terjadinya keterlambatan suatu proyek dalam batas normal sesuai aturan probabilitas FTA dimana peristiwa *top event* dengan probabilitas 1 menunjukkan peristiwa tersebut tidak lagi dapat diandalkan atau Keterlambatan proyek pembangunan probabilitas terjadinya sangat tinggi. Dalam hal ini berarti, risiko keterlambatan proyek pembangunan masih dapat di atasi penanganannya.
2. Hasil pengolahan data menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) didapatkan 11 risiko kategori *high risk* yaitu : Permasalahan pemberian hak karyawan RPN 632, Permasalahan pembayaran pembelian barang RPN 631, Sub kontraktor kurang berkompeten RPN 605, Jumlah peralatan terbatas RPN 570, Peralatan yang tidak dirawat dengan baik RPN 566, Pemakaian alat melebihi batas RPN 64, Sub kontraktor belum dibayar RPN 538, Kualitas material kurang baik sehingga dilakukan *rebuy* RPN 532, Material belum ada di pasaran RPN 513, Koreksi gambar oleh BKI RPN 510, Koreksi interior oleh OS RPN 507.
3. Berdasarkan hasil observasi dan diskusi yang telah dilakukan bersama dengan dengan Kepala Divisi Perencanaan dan Teknik, Kepala Divisi Komersil, Kepala Proyek dan Kepala Bagian terkait didapatkan urutan risiko beserta langkah mitigasi yang diperlukan berupa rekomendasi perbaikan untuk risiko kategori *high risk*. Sebagaimana dapat dilihat pada tabel 12.

4.2 Saran

Untuk penelitian selanjutnya diusulkan untuk pembuktian penurunan nilai RPN pada proyek kapal selanjutnya yang telah melaksanakan rekomendasi perbaikan pada penelitian ini apakah telah sesuai dengan perkiraan penurunan nilai RPN yang telah didapatkan dan mengembangkan hasil dari potensi risiko yang sudah didapat untuk melakukan analisa estimasi biaya, kinerja dan waktu sehingga dapat meminimalisir risiko yang mengakibatkan keterlambatan terjadi dari segi perencanaan yang baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Djohanputro, *Manajemen Risiko Korporat Terintegrasi*. Jakarta: PPM, 2006.
- [2] J. D. Andrews and T. R. Moss, *Reliability and Risk Assessment*. New York, USA: AME Press, 1993.
- [3] M. Shafiee, E. Enjema, and A. Kolios, “An integrated FTA-FMEA model for risk analysis of engineering systems: A case study of subsea blowout preventers,” *Appl. Sci.*, vol. 9, no. 6, 2019, doi: 10.3390/app9061192.
- [4] F. I. Almaeda, “Penilaian Risiko Operasional Proses Pembangunan Kapal Wisata Trimaran *Bottom Glass* Menggunakan Metode *Fault Tree Analysis* dan Matrik Risiko Pada PT.ABC,” *J. Sumberd. Bumi Berkelanjutan*, vol. 1, no. 1, pp. 127–135, 2022, doi: 10.31284/j.semitan.2022.3082.
- [5] R. Kurniawan, Silvianita, and D. M. Rosyid, “Studi Keterlambatan Proyek Pembangunan Kapal Kargo Dengan Metode *Bow Tie Analysis*,” *Inst. Teknol. Sepuluh Novemb.*, vol. 2, pp. 70–71, 2015.
- [6] A. R. Yosaka and M. Basuki, “Analisa Risiko Pembangunan *Barge Mounted Power Plant* (BMPP) 60 MW di PT. PAL Indonesia (Persero) Menggunakan Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan Matrik Risiko,” *J. Sumberd. Bumi Berkelanjutan*, vol. 1, no. 1, pp. 476–492, 2022, doi: 10.31284/j.semitan.2022.3197.
- [7] M. Prihandono, B. Syariudin, and B. Ma’ruf, “Analisis Risiko Pada Pembangunan Kapal (Studi Kasus Pada Pembangunan Kapal Tanker Pertamina 3500 DWT di PT Dumas Tanjung Perak Shipyards),” *Dep. Manaj. Teknol. Bid. Keahlian Manaj. Ind.*, 2017, [Online]. Available: https://www.researchgate.net/profile/Buana-Maruf2/publication/325319674_SHIPBUILDING_RISKS_ANALYSIS_CASE_STUDY_OF_NEW_BUILD_PERTAMINA_TANKER_3500_DWT_ON_PT_DUMAS_TANJUNG_PERAK_SHIPYARDS/links/5f6a18c5299bf1b53ee9b0f9/SHIPBUILDING-RISKS-ANALYSIS-CASE-STUDY.
- [8] R. A. Santosa, I. P. Mulyatno, and W. Amiruddin, “Evaluasi Schedule Penyebab Keterlambatan Pada *New Ship Building Project* Berdasarkan Manajemen Risiko Studi Kasus Kapal Perintis 2000 GT,” *Tek. Perkapalan*, vol. 6 no.3, 2018.
- [9] R. Rizcola, U. Budiarto, and H. Yudo, “Studi Kasus Keterlambatan Proyek Kapal Bangunan Baru Kapal Perintis Type 1200 GT Berbasis Manajemen Risiko Di PT. JMI,” *Tek. Perkapalan*, vol. 8, no. 1, pp. 31–37, 2020.
- [10] Y. Sulistyana, M. Basuki, and Soejitno, “Penilaian Risiko Operasional Pekerjaan Bangunan Kapal Baru di PT. Adiluhung Saranasegara Indonesia Menggunakan Metode Matrik Risiko,” *Semin. Nas. Kelaut. XII*, no. August, pp. 39–48, 2017.
- [11] E. Turban, J. E. Aronson, and T. P. Liang, *Decision Support Systems and Intelligent Systems 7th edition*. New Delhi: Prentice-Hall of India, 2007.
- [12] W. E. Vesely, F. F. Goldberg, N. H. Roberts, and D. F. Haasl, “*Fault Tree Handbook* (NUREG-0492),” *U.S. Nucl. Regul. Com.*, p. 209, 1981.
- [13] International Maritime Organization, “*Interim Guidelines for the Application of Formal Safety Assessment (FSA) to the IMO Rule-Making Process*.” London, 1997.
- [14] Badan Standarisasi Nasional, *Manajemen Risiko- Teknik Penilaian Risiko*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional, 2016.
- [15] V. Gaspersz, *Total Quality Management*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama, 2002.
- [16] International Organization for Standardization, *Petroleum and natural gas industries — Offshore production installations — Guidelines on tools and techniques for hazard identification and risk assessment*. 1999.