

Analisis Faktor Keterlambatan Steelwork Pada Proyek *Ship Repair* Menggunakan Metode *Root Cause Analysis* (RCA) Dan *Failure Mode And Effects Analysis* (FMEA)

Muhammad Dzikri Kusumanegara^{*1}, Hendra Butar Butar, S.Pd., M.T. 1^{*} and Ir.Hendra Saputra, S.T.,M.Eng. 2^{*}

*** Politeknik Negeri Batam**

Program Studi Teknologi Rekayasa Konstruksi Perkapalan

Jl. Ahmad Yani, Batam Centre, Batam 29461, Indonesia

¹E-mail: muhammaddzikrikusumanegara16@gmail.com

Abstrak

Keterlambatan pekerjaan *steelwork* pada proyek *ship repair* dapat memengaruhi jadwal penyelesaian proyek secara keseluruhan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor penyebab keterlambatan serta menentukan prioritas risiko pada pekerjaan *steelwork* proyek *ship repair* kapal AHTS SK Carina di PT ASL Shipyards Indonesia. Metode yang digunakan adalah Root Cause Analysis (RCA) dengan pendekatan Fishbone Diagram dan 5 Whys untuk mengidentifikasi akar penyebab keterlambatan, serta Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) untuk menilai tingkat risiko berdasarkan parameter *Severity* (S), *Occurrence* (O), dan *Detection* (D) melalui perhitungan *Risk Priority Number* (RPN). Pengumpulan data dilakukan melalui observasi lapangan selama kegiatan magang dan wawancara terhadap 17 responden yang terlibat langsung dalam pekerjaan *steelwork*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa keterlambatan berlangsung selama 22 hari tersebut dipengaruhi oleh lima faktor utama, yaitu tenaga kerja (*man*), material, peralatan (*machine*), metode kerja (*method*), dan lingkungan kerja (*environment*). Berdasarkan hasil analisis FMEA, faktor keterlambatan pengadaan material memiliki tingkat risiko tertinggi dengan nilai RPN sebesar 248, diikuti oleh keterbatasan area kerja dan kondisi cuaca dengan nilai 193, serta prosedur kerja yang belum terdokumentasi dengan jelas dengan nilai 171. Sementara itu, faktor koordinasi tenaga kerja memperoleh nilai RPN 67, sedangkan manajemen penggunaan peralatan memiliki nilai RPN terendah sebesar 34. Hasil penelitian menunjukkan bahwa keterlambatan pengadaan material merupakan faktor yang paling dominan memengaruhi keterlambatan pekerjaan *steelwork*. Oleh karena itu, upaya perbaikan yang disarankan meliputi peningkatan pengelolaan pengadaan material, penguatan koordinasi tenaga kerja, penyusunan SOP yang lebih jelas, penjadwalan penggunaan peralatan, serta penataan area kerja yang lebih efektif untuk mengurangi risiko keterlambatan pada proyek *ship repair* berikutnya.

Kata kunci: *Ship Repair, Keterlambatan Proyek, Root Cause Analysis, Failure Mode and Effects Analysis, Steelwork.*

Abstract

Delays in steelwork activities during ship repair projects can affect the overall project completion schedule. Therefore, this study aims to identify the factors causing delays and determine the priority of risks associated with steelwork activities in the ship repair project of AHTS SK Carina at PT ASL Shipyards Indonesia. The research employed Root Cause Analysis (RCA) using the Fishbone Diagram and 5 Whys approach to identify the root causes of delays, while Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) was applied to assess the level of risk based on the Severity (S), Occurrence (O), and Detection (D) parameters through the calculation of the Risk Priority Number (RPN). Data were collected through field observations during the internship program and interviews with 17 respondents directly involved in steelwork activities. The results indicate that the delays for 22 days were influenced by five main factors, namely manpower, material, machine, method, and environment. Based on the FMEA analysis, material procurement delays were identified as the highest-risk factor with an RPN value of 248, followed by limited working space and adverse weather conditions with an RPN value of 193, and unclear documented work procedures with an RPN value of 171. Meanwhile, workforce coordination obtained an RPN value of 67, while equipment management showed the lowest risk with an RPN value of 34. The findings indicate that material procurement is the most dominant factor contributing to steelwork delays. Therefore, several improvement measures are recommended, including enhancing material procurement planning, strengthening workforce coordination, developing clearer standard operating procedures (SOPs), improving equipment scheduling, and optimizing work area management to minimize the risk of delays in future ship repair projects.

Keywords : *Ship Repair, Project Delay, Root Cause Analysis, Failure Mode and Effects Analysis, Steelwork.*

1 Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Transportasi laut memiliki peranan yang sangat penting dalam menunjang kegiatan perdagangan dan distribusi barang, khususnya di negara kepulauan seperti Indonesia yang sangat bergantung pada jalur laut sebagai bagian utama konektivitas antar pulau. Kapal sebagai moda utama transportasi laut harus selalu dalam kondisi yang baik agar dapat beroperasi dengan aman dan efisien, terutama dalam menghadapi berbagai tantangan lingkungan laut seperti korosi, beban struktur, dan keausan operasional. Untuk menjaga kondisi tersebut, kapal memerlukan kegiatan pemeliharaan dan perbaikan secara berkala yang dikenal dengan istilah ship repair. Ship repair merupakan serangkaian kegiatan pemeliharaan dan perbaikan kapal yang dilakukan di galangan kapal dengan tujuan mengembalikan atau mempertahankan kondisi kapal agar tetap layak operasi sesuai standar keselamatan, klasifikasi, dan regulasi teknis yang berlaku. Kegiatan ini mencakup pemeriksaan awal (survey), evaluasi kerusakan, pelaksanaan perbaikan struktur, perawatan sistem mesin dan kelistrikan, pengecekan sistem perpipaan, serta berbagai pekerjaan teknis lainnya yang diperlukan untuk memastikan kapal kembali dalam kondisi seaworthy dan siap beroperasi secara andal di laut.

Dalam pelaksanaan proyek ship repair, keterlambatan pekerjaan, khususnya pada steelwork, sering disebabkan oleh faktor-faktor seperti perencanaan yang kurang matang, keterbatasan material, tenaga kerja yang tidak kompeten, serta koordinasi yang kurang efektif. Berdasarkan hasil observasi selama pelaksanaan magang pada proyek ship repair kapal AHTS SK Carina di PT ASL Shipyard Indonesia, pekerjaan steelwork yang ditargetkan selesai pada 31 Maret mengalami keterlambatan hingga 22 hari dan baru dapat diselesaikan pada 22 April. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa keterlambatan pada pekerjaan steelwork masih menjadi permasalahan yang perlu mendapat perhatian karena dapat memengaruhi jadwal penyelesaian proyek secara keseluruhan. Untuk menganalisis penyebab utama keterlambatan ini, digunakan dua metode sistematis, yaitu Root Cause Analysis (RCA) dan Failure Mode and Effects Analysis (FMEA). Root Cause Analysis merupakan metode yang digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab suatu masalah secara sistematis sehingga solusi yang diberikan dapat lebih tepat sasaran, yaitu menggunakan metode 5 Whys. Sementara Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) digunakan untuk mengidentifikasi penyebab kegagalan, mengevaluasi dampaknya, dan memperkirakan prioritas risiko melalui Risk Priority Number (RPN) dalam berbagai proses teknik, termasuk perbaikan kapal dan pemeliharaan sistem mesin, sehingga strategi mitigasi dapat diterapkan untuk mengurangi risiko kerusakan atau keterlambatan. Dengan mengombinasikan RCA dan FMEA, setiap faktor yang menyebabkan keterlambatan dapat dianalisis sehingga penanganan keterlambatan dapat dilakukan secara lebih efektif dan terukur.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis faktor-faktor penyebab keterlambatan dalam proyek ship repair, khususnya pada pekerjaan steelwork, dengan pendekatan RCA dan FMEA. Tujuan lainnya adalah untuk menyusun rekomendasi tindakan perbaikan yang dapat meminimalkan risiko keterlambatan di masa mendatang, serta memastikan kelancaran proyek sehingga kapal dapat kembali beroperasi dalam kondisi seaworthy dan sesuai standar keselamatan serta klasifikasi yang berlaku. Pendekatan ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang komprehensif tentang proses kerja dan risiko yang terjadi, sehingga manajemen proyek dapat mengambil keputusan yang lebih tepat dalam pengendalian jadwal, sumber daya, dan kualitas pekerjaan.

1.2 Rumusan Masalah

1. Apa saja faktor-faktor penyebab keterlambatan pada pekerjaan *Steelwork* dalam proyek *Ship Repair* ?
2. Bagaimana hubungan antara faktor penyebab yang diidentifikasi menggunakan metode *RCA (Root Cause Analysis) 5 Whys* dengan tingkat risiko yang dianalisis menggunakan metode *FMEA (Failure Modes and Effects Analysis)* ?
3. Faktor mana yang memiliki risiko keterlambatan tertinggi berdasarkan nilai RPN ?
4. Bagaimana strategi perbaikan yang efektif untuk mengendalikan keterlambatan berdasarkan hasil analisis *RCA* dan *FMEA* ?

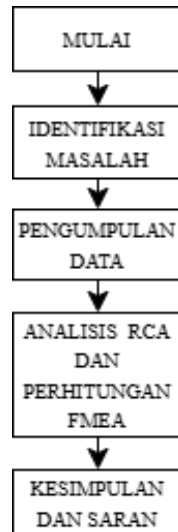
1.3 Batasan Masalah

1. Penelitian ini difokuskan pada proyek *Ship Repair*, khususnya pada pekerjaan *Steelwork* yang berpotensi mengalami keterlambatan.
2. Analisis penyebab keterlambatan dilakukan menggunakan metode *Root Cause Analysis (RCA)* dengan pendekatan *5 Whys* untuk mengidentifikasi akar penyebab masalah
3. Penelitian ini tidak membahas aspek teknis perbaikan struktur kapal secara detail, melainkan berfokus pada analisis keterlambatan dari sisi manajemen proyek dan risiko.
4. Data yang digunakan terbatas pada proyek yang diteliti, sehingga hasil analisis tidak secara langsung digeneralisasi untuk seluruh proyek *Ship Repair*.
5. Rekomendasi yang dihasilkan bersifat rekomendasi perbaikan berdasarkan hasil analisis *RCA* dan perhitungan *FMEA*, tanpa dilakukan implementasi langsung di lapangan.

2 Metodologi Penelitian

2.1 Diagram Alir Penelitian

Pada penelitian ini, untuk mengetahui penyebab keterlambatan Steelwork pada proyek Ship Repair bisa dilihat dari gambar 1 berikut ini



Gambar 1. Diagram alir penelitian

2.2 Identifikasi Dan Perumusan Masalah

Identifikasi masalah dilakukan berdasarkan hasil observasi selama pelaksanaan magang pada proyek *ship repair* kapal AHTS SK Carina di PT ASL Shipyard Indonesia. Dari hasil observasi diketahui bahwa pekerjaan *steelwork* mengalami keterlambatan sehingga diperlukan analisis untuk mengetahui faktor-faktor penyebabnya. Selanjutnya, perumusan masalah dilakukan berdasarkan hasil observasi dan data wawancara terhadap responden yang terlibat langsung dalam proyek. Data tersebut menjadi dasar dalam identifikasi faktor penyebab keterlambatan menggunakan metode *Root Cause Analysis* (RCA) serta penilaian tingkat risiko menggunakan metode *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA).

2.3 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan mempelajari berbagai buku, jurnal ilmiah, dan penelitian terdahulu yang berkaitan dengan *ship repair*, pekerjaan *steelwork*, metode *Root Cause Analysis* (RCA), dan *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA). Kajian ini digunakan sebagai dasar dalam memahami faktor-faktor penyebab keterlambatan, menentukan metode penelitian yang sesuai, serta mendukung proses analisis dan penyusunan rekomendasi perbaikan.

2.4 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui observasi lapangan dan wawancara selama pelaksanaan magang di PT ASL Shipyard Indonesia. Observasi dilakukan dengan mengamati secara langsung proses pekerjaan *steelwork* pada proyek *ship repair* kapal AHTS SK Carina, terutama saat peneliti sedang *incharge* kapal, sehingga kondisi pekerjaan dan kendala yang terjadi di lapangan dapat dipahami secara langsung.

Wawancara dilakukan terhadap responden yang terlibat langsung dalam pelaksanaan proyek menggunakan lembar penilaian yang mengacu pada parameter *Severity* (S), *Occurrence* (O), dan *Detection* (D). Nilai yang diberikan oleh responden digunakan sebagai dasar perhitungan *Risk Priority Number* (RPN) pada metode *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA).

Selanjutnya, hasil observasi dan wawancara dianalisis menggunakan metode *Root Cause Analysis* (RCA) dengan pendekatan *5 Whys*. Pendekatan *5 Whys* dilakukan dengan mengajukan pertanyaan "mengapa" secara bertahap hingga diperoleh akar penyebab dari setiap faktor yang menyebabkan keterlambatan pekerjaan *steelwork*. Akar penyebab yang telah diidentifikasi kemudian dianalisis menggunakan metode FMEA untuk menentukan tingkat risiko serta menetapkan prioritas perbaikan berdasarkan nilai RPN. Pada tahap ini, data yang didapat pada langkah sebelumnya yaitu:

1. Mengidentifikasi penyebab keterlambatan *ship repair*

- Pengambilan jumlah terkait keterlambatan dengan wawancara menggunakan tabel RCA menggunakan metode *5 whys* :

Tabel 1. Identifikasi Faktor Penyebab

NO	Jabatan	JUMLAH	Terkait keterlambatan (<i>5 Whys</i>)				
			MAN	MATERIAL	MACHINE	METHODE	ENVIRONMENT
1	Supervisor	2	✓				
2	PIC	1			✓		
3	Formen Welder	1		✓			
4	Formen Fitter	1	✓				
5	Welder	4				✓	
6	Fitter	4					✓
7	Firewatchman	1			✓		
8	Helper	3		✓			
Total (Orang)		17	3	4	2	4	4

Tabel di atas menunjukkan daftar responden yang terlibat dalam penelitian. Sebelum dilakukan penilaian, responden diwawancarai menggunakan 5 pertanyaan umum secara berulang sesuai dengan pendekatan *5 whys* mengenai kendala keterlambatan yang terjadi selama pelaksanaan proyek, seperti kinerja *manpower*, perencanaan dan koordinasi tenaga kerja, keterlambatan pengadaan material, manajemen peralatan, prosedur kerja, serta kondisi area kerja dan pengaruh cuaca yang mana pertanyaan dan jawaban tersebut yang sudah dikumpulkan akan di rangkum menjadi 1 kemudian akan dijelaskan di bagian pembahasan. Berdasarkan hasil wawancara tersebut, responden kemudian diminta memberikan penilaian menggunakan skala 1–5 terhadap setiap faktor sesuai dengan pengalaman dan kondisi yang terjadi di lapangan. Nilai tersebut selanjutnya digunakan sebagai dasar perhitungan *Severity* (S), *Occurrence* (O), dan *Detection* (D) pada metode *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA).

2. Menentukan rating terhadap severity, occurrence, detection dan RPN proses *ship repair*

Yaitu menggunakan rumus RPN : $S \times O \times D$ (Penilaian menggunakan Skala 1-5)

- Severity (S) = Tingkat Dampak Keterlambatan
- Occurance (O) = Seberapa Sering Terjadi
- Detectability (D) = Seberapa Sulit Dideteksi

2.5 Metode RCA dan FMEA

1. Root Cause Analysis (RCA)

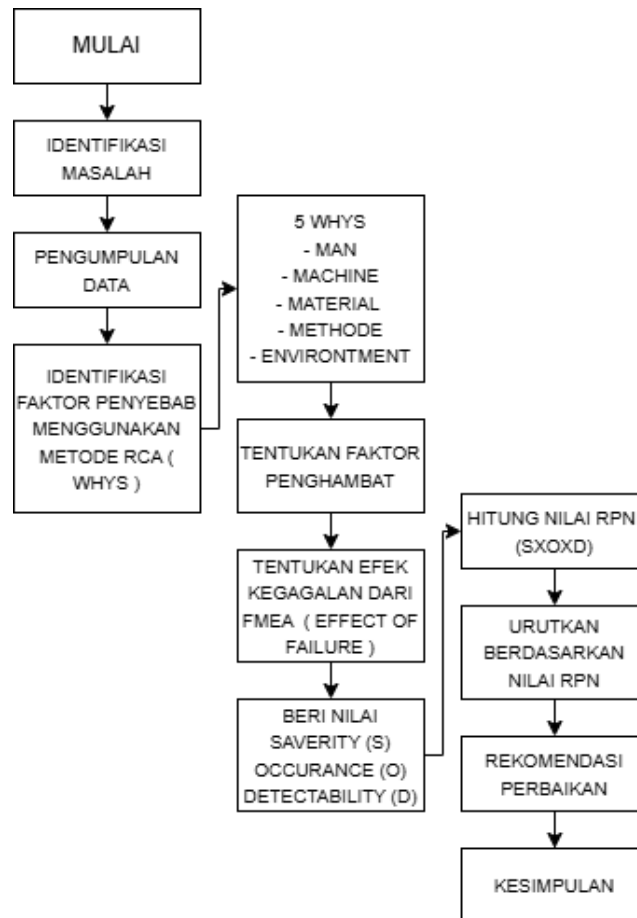
Analisis *Root Cause Analysis* (RCA) digunakan untuk menelusuri akar penyebab keterlambatan pada proyek *ship repair* AHTS SK Carina. Tujuannya adalah menemukan faktor-faktor utama yang menyebabkan pekerjaan tidak selesai sesuai jadwal sehingga solusi yang diberikan lebih tepat dan preventif. Dalam metode RCA yang digunakan yaitu dengan menggunakan metode *5 Whys* yang mana metode ini bagus untuk mengidentifikasi faktor penyebab keterlambatan. Dengan pendekatan ini, analisis RCA tidak hanya menjelaskan masalah yang muncul, tetapi juga memberikan solusi yang lebih efektif dan dapat diterapkan secara nyata di lapangan.

2. Failure Mode And Effect Analysis (FMEA)

Failure Mode And Effect Analysis atau disingkat dengan FMEA digunakan untuk menganalisis tingkat risiko penyebab keterlambatan pada proses *ship repair* yang mengalami keterlambatan pada saat proses perbaikan berjalan. Risk Priority Number atau disingkat dengan RPN merupakan hasil pengolahan nilai FMEA berdasarkan hasil $S \times O \times D$ dari tiap risiko. Dalam konteks proyek *ship repair*, FMEA dapat diterapkan untuk mengidentifikasi potensi keterlambatan pekerjaan, seperti *steelwork*, serta menilai tingkat keparahan dampak, kemungkinan terjadinya keterlambatan, dan kemampuan deteksi sebelum proyek terganggu. Dijelaskan pula bahwa metode FMEA menghubungkan pengetahuan dan pengalaman manusia seperti:

- (1) Mengidentifikasi potensi keterlambatan,
- (2) Mengevaluasi dampak dan probabilitas keterlambatan,
- (3) Membantu tim proyek mengambil tindakan perbaikan atau preventif, dan
- (4) Mengurangi atau menghilangkan kemungkinan keterlambatan.

Metode FMEA mudah digunakan untuk mengidentifikasi dan mengukur tingkat risiko kecelakaan kerja. Pengukuran tingkat risiko kecelakaan kerja dengan metode FMEA secara konvensional berdasarkan tiga parameter yaitu keparahan atau severity (S), kejadian atau occurrence (O), dan deteksi atau detection (D). Berikut merupakan diagram alir mulai dari tahap analisis RCA hingga tahapan perhitungan nilai RPN dengan menggunakan metode FMEA.



Gambar 6. Diagram Alir

2.6.1 Skala *Severity* (Tingkat Keparahannya)

Setiap tingkat keparahan dampak dari suatu risiko yang terjadi diberikan sebuah nilai severity dari 1 (sangat rendah) sampai 5 (Sangat Tinggi).

Tabel 2. Skala *Severity*

Skala	Kategori	Deskripsi
1	Sangat Rendah	Dampak sangat rendah terhadap keterlambatan
2	Rendah	Dampak rendah terhadap keterlambatan
3	Menengah	Dampak sedang terhadap keterlambatan
4	Tinggi	Dampak tinggi terhadap keterlambatan proyek
5	Sangat Tinggi	Dampak sangat tinggi terhadap keterlambatan proyek

2.6.2 Skala *Occurance* (Tingkat Frekuensi Terjadi)

Seberapa sering terjadinya risiko terjadi dinilai dengan skala dari 1 (tidak pernah terjadi) sampai 5 (sangat sering terjadi). Tabel 2 menjelaskan deskripsi dari setiap skala occurrence.

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

2.6.3 Skala Detectability (Tingkat Terdeteksi)

Tingkat terdeteksinya sebuah risiko dapat dinilai menggunakan skala detectability yang terlampir pada tabel 3 berikut dengan penjelasan singkat dan skala frekuensi terdeteksi dari skala 1 (metode pencegahan sangat efektif) hingga skala 5 (metode pencegahan tidak efektif).

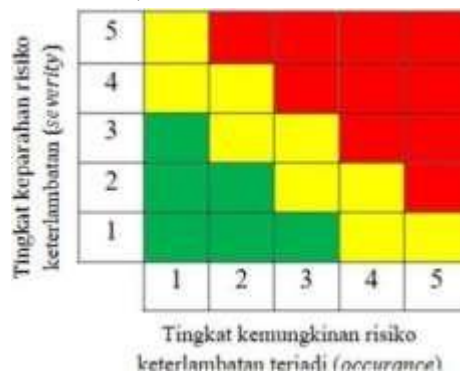
Tabel 4. Skala Detectability

Skala	Kategori	Deskripsi
1	Sangat mudah dideteksi	Penyebab keterlambatan dapat diketahui sebelum pekerjaan dimulai melalui sistem monitoring yang baik
2	Mudah dideteksi	Penyebab dapat diketahui saat pekerjaan berlangsung melalui pengawasan rutin
3	Cukup sulit dideteksi	Penyebab hanya terdeteksi setelah terjadi penyimpangan kecil dalam pekerjaan.
4	Sulit dideteksi	Penyebab baru diketahui setelah terjadi keterlambatan yang cukup signifikan.
5	Tidak dapat dideteksi	Penyebab tidak dapat diketahui sebelumnya dan muncul secara tiba-tiba

2.6.4 Pemetaan Risiko

Matriks 5x5 dengan kombinasi nilai severity dan occurrence akan menentukan daerah prioritas risiko yang perlu dilakukan pembahasan respon risiko nya.

Gambar 7. Gambar Pemetaan Matriks Risiko



Kategori risiko berdasarkan tingkatan terdiri dari risiko rendah (low risk) dengan warna hijau menandakan situasi yang relatif aman dan tidak membutuhkan tindakan khusus, sedangkan untuk risiko sedang (medium risk) pada warna kuning menampilkan situasi yang perlu diperhatikan dan dimonitor secara seksama, dan risiko tinggi (high risk) berwarna merah menunjukkan situasi yang sangat berbahaya atau berpotensi menimbulkan kerugian besar.

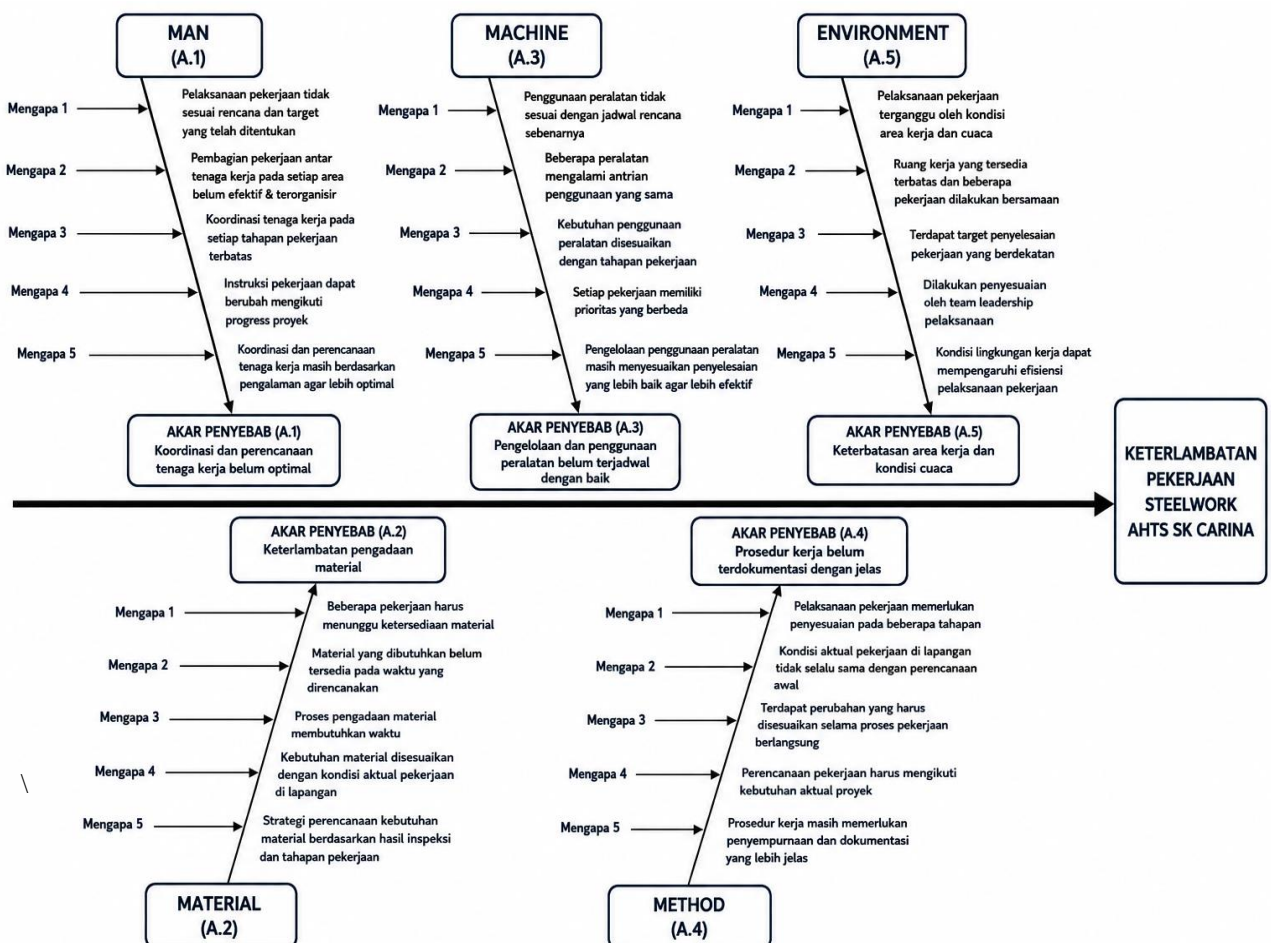
3 Hasil Pembahasan

Analisis data pada penelitian ini dilakukan dengan mengombinasikan metode Root Cause Analysis (RCA) dan Failure Mode and Effects Analysis (FMEA). Metode RCA dengan pendekatan 5 Whys digunakan untuk mengidentifikasi akar penyebab keterlambatan pekerjaan steelwork pada proyek ship repair kapal AHTS SK Carina. Selanjutnya, hasil identifikasi tersebut dianalisis menggunakan metode FMEA untuk menentukan tingkat risiko berdasarkan parameter Severity (S), Occurrence (O), dan Detection (D). Nilai Risk Priority Number (RPN) yang diperoleh digunakan sebagai dasar dalam menentukan prioritas penanganan risiko serta penyusunan rekomendasi perbaikan. Berikut merupakan hasil analisis data dan pembahasan dari penelitian yang telah dilakukan.

Tabel 5. Keterangan Kejadian

Kategori	Kode Kejadian	Nama Kejadian	Jumlah Responden
Man	A.1	Perencanaan dan koordinasi tenaga kerja belum optimal	3 Orang
Material	A.2	Keterlambatan pengadaan material	4 Orang
Machine	A.3	Manajemen peralatan belum terjadwal dengan baik	2 Orang
Methode	A.4	Prosedur kerja belum terdokumentasi secara jelas	4 Orang
Environment	A.5	Area kerja terbatas dan kondisi cuaca kurang mendukung	4 Orang

Berdasarkan hasil observasi lapangan dan wawancara yang telah di kumpulkan dengan responden yang terlibat dalam pekerjaan steelwork pada proyek ship repair kapal AHTS SK Carina, pertanyaan dan jawaban dari responden sebagian besar memberikan jawaban yang serupa, kemudian saya menyusunnya menjadi satu alur analisis 5 whys yang mewakili kondisi lapangan, kemudian saya menggunakan fishbone diagram untuk mengelompokkan faktor-faktor keterlambatan ke dalam beberapa kategori seperti manpower, material, machine, method, environment dan memasukan hasil pertanyaan 5 whys ke dalam diagram tersebut dan juga menjabarkan hasilnya di bawah agar lebih jelas, kemudian melakukan perhitungan menggunakan FMEA sesuai dengan nilai yang sudah di dapat ketika sesi wawancara berlangsung untuk menentukan nilai RPN tertinggi.



Faktor Man (A.1)

Berdasarkan hasil wawancara dan analisis menggunakan metode 5 *Whys*, diketahui bahwa keterlambatan pekerjaan *steelwork* dipengaruhi oleh koordinasi dan perencanaan tenaga kerja yang belum berjalan secara optimal. Pembagian tugas masih menyesuaikan kondisi pekerjaan di lapangan, sementara kebutuhan tenaga kerja dan prioritas pekerjaan dapat berubah mengikuti progres proyek. Kondisi tersebut menyebabkan pelaksanaan pekerjaan menjadi kurang efektif sehingga berpotensi menimbulkan keterlambatan.

Faktor Material (A.2)

Hasil analisis menunjukkan bahwa ketersediaan material menjadi salah satu faktor yang memengaruhi kelancaran pekerjaan *steelwork*. Material tidak selalu tersedia sesuai dengan jadwal pekerjaan karena proses pengadaan memerlukan waktu dan harus menyesuaikan dengan kondisi aktual di lapangan. Akibatnya, beberapa pekerjaan harus menunggu material tersedia sehingga proses pelaksanaan menjadi terhambat.

Faktor Machine (A.3)

Berdasarkan hasil wawancara, penggunaan peralatan yang belum terjadwal dengan baik juga menjadi salah satu penyebab keterlambatan. Beberapa pekerjaan menggunakan peralatan yang sama sehingga penggunaannya harus disesuaikan dengan prioritas pekerjaan yang sedang berlangsung. Kondisi ini menyebabkan pemanfaatan peralatan belum optimal dan berpengaruh terhadap kelancaran pekerjaan.

Faktor Method (A.4)

Hasil analisis menunjukkan bahwa metode pelaksanaan pekerjaan masih memerlukan penyempurnaan. Selama proses pekerjaan berlangsung, sering terjadi penyesuaian akibat adanya perbedaan antara kondisi di lapangan dan perencanaan awal. Hal tersebut menunjukkan bahwa prosedur kerja belum terdokumentasi secara jelas sehingga dapat memengaruhi kelancaran pelaksanaan pekerjaan *steelwork*.

Faktor Environment (A.5)

Faktor lingkungan kerja juga memberikan pengaruh terhadap keterlambatan pekerjaan *steelwork*. Keterbatasan area kerja, pelaksanaan beberapa aktivitas secara bersamaan, serta kondisi cuaca yang berubah-ubah menyebabkan efektivitas pekerjaan menjadi berkurang. Oleh karena itu, kondisi lingkungan kerja menjadi salah satu faktor yang perlu diperhatikan untuk mengurangi potensi keterlambatan pada proyek *ship repair*.

Tabel 6. Daftar Wawancara Sebagai Responden

NO	JABATAN	JUMLAH PEKERJA
1	Supervisor	2
2	PIC	1
3	Formen welder	1
4	Formen fitter	1
5	Welder	4
6	Fitter	4
7	Firewatchman	1
8	Helper	3
Total		17

(1) Penilaian Risiko Menggunakan FMEA

Penilaian Severity (S), Occurance (O), dan Detection (D) terhadap faktor penyebab keterlambatan dilakukan berdasarkan hasil wawancara responden. Selanjutnya perhitungan Risk Priority Number (RPN) dengan rumus:

RPN : $S \times O \times D$

Total RPN : Penjumlahan dari hasil setiap responden

Perhitungan rata-rata : Hasil penjumlahan dibagi jumlah dari responden

Kemudian hasil dari setiap kategori diurutkan dari kategori High risk – Low risk untuk dijadikan sebagai hasil akhir penelitian. Perhitungan ini bertujuan untuk mengetahui prioritas risiko dari setiap faktor keterlambatan.

Tabel 7. Perhitungan RPN pada risiko basic event koordinasi dan perencanaan tenaga kerja yang belum optimal

Responden	S	O	D	RPN SXOXD
1	4	2	2	16
2	3	3	3	27
3	4	3	2	24
Total RPN				67

Tabel 7 menunjukkan hasil perhitungan RPN berdasarkan penilaian tiga responden terhadap risiko koordinasi berkisar antara 16 hingga 27 dengan total RPN sebesar 67 dan rata-rata sebesar 22.33. Nilai tersebut menunjukkan bahwa risiko ini termasuk kategori sedang sehingga masih dapat dikendalikan melalui peningkatan koordinasi antar tenaga kerja, pembagian tugas yang jelas, dan perencanaan kerja yang lebih efektif.

Tabel 8. Perhitungan RPN pada risiko basic event keterlambatan pengadaan material

Responden	S	O	D	RPN SXOXD
1	5	4	3	60
2	4	5	3	60
3	5	4	4	80
4	4	4	3	48
Total RPN				248

Berdasarkan penilaian responden, diperoleh nilai RPN berkisar antara 48 hingga 80 dengan total RPN sebesar 248 dan rata-rata sebesar 62. Nilai tersebut menunjukkan bahwa keterlambatan pengadaan material merupakan risiko dengan kategori tingkat tinggi yang dapat menyebabkan pekerjaan steelwork tidak berjalan sesuai jadwal. Oleh karena itu diperlukan pengelolaan pengadaan material yang lebih baik serta koordinasi yang lebih efektif dengan pihak store agar keterlambatan dapat diminimalkan.

Tabel 9. Perhitungan RPN pada risiko basic event manajemen dan penggunaan peralatan belum terjadwal dengan baik

Responden	S	O	D	RPN SXOXD
1	4	2	2	16
2	3	3	2	18
Total RPN				34

Berdasarkan hasil penilaian responden, nilai RPN yang diperoleh berkisar antara 16 hingga 18 dengan total RPN sebesar 34 dan rata-rata sebesar 17. Risiko ini termasuk kategori rendah hingga sedang sehingga masih dapat dikendalikan melalui pengaturan jadwal penggunaan material dan pelaksanaan secara rutin.

Tabel 10. Perhitungan RPN pada risiko basic event prosedur kerja belum terdokumentasi dengan jelas

Responden	S	O	D	RPN SXOXD
1	4	3	4	48
2	5	3	3	45
3	4	4	3	48
4	5	3	2	30
Total RPN				171

Berdasarkan hasil penilaian empat responden, diperoleh nilai RPN berkisar antara 30 hingga 48 dengan total RPN sebesar 171 dan rata-rata sebesar 42,75. Nilai tersebut menunjukkan bahwa risiko ini termasuk kategori tinggi karena prosedur kerja yang belum terdokumentasi secara jelas dapat menyebabkan terjadinya kesalahan dalam pelaksanaan pekerjaan dan meningkatkan potensi keterlambatan. Oleh karena itu, diperlukan penyusunan standar operasional prosedur (SOP) yang lebih jelas dan mudah dipahami oleh seluruh tenaga kerja.

Tabel 11. Perhitungan RPN pada risiko basic event keterbatasan area kerja dan kondisi cuaca

Responden	S	O	D	RPN SXOXD
1	5	4	2	40
2	4	4	3	48
3	4	5	3	60
4	5	3	3	45
Total RPN				193

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai RPN berkisar antara 40 hingga 60 dengan total RPN sebesar 193 dan rata-rata sebesar 48,25. Nilai tersebut menunjukkan bahwa faktor lingkungan memiliki tingkat risiko yang cukup tinggi dan berpotensi menghambat penyelesaian pekerjaan steelwork. Keterbatasan area kerja serta kondisi cuaca yang kurang mendukung dapat menyebabkan terganggunya aktivitas pekerjaan sehingga diperlukan pengaturan area kerja yang lebih efektif serta penyesuaian jadwal pekerjaan sesuai kondisi lapangan.

Tabel 12. Hasil pemetaan risiko

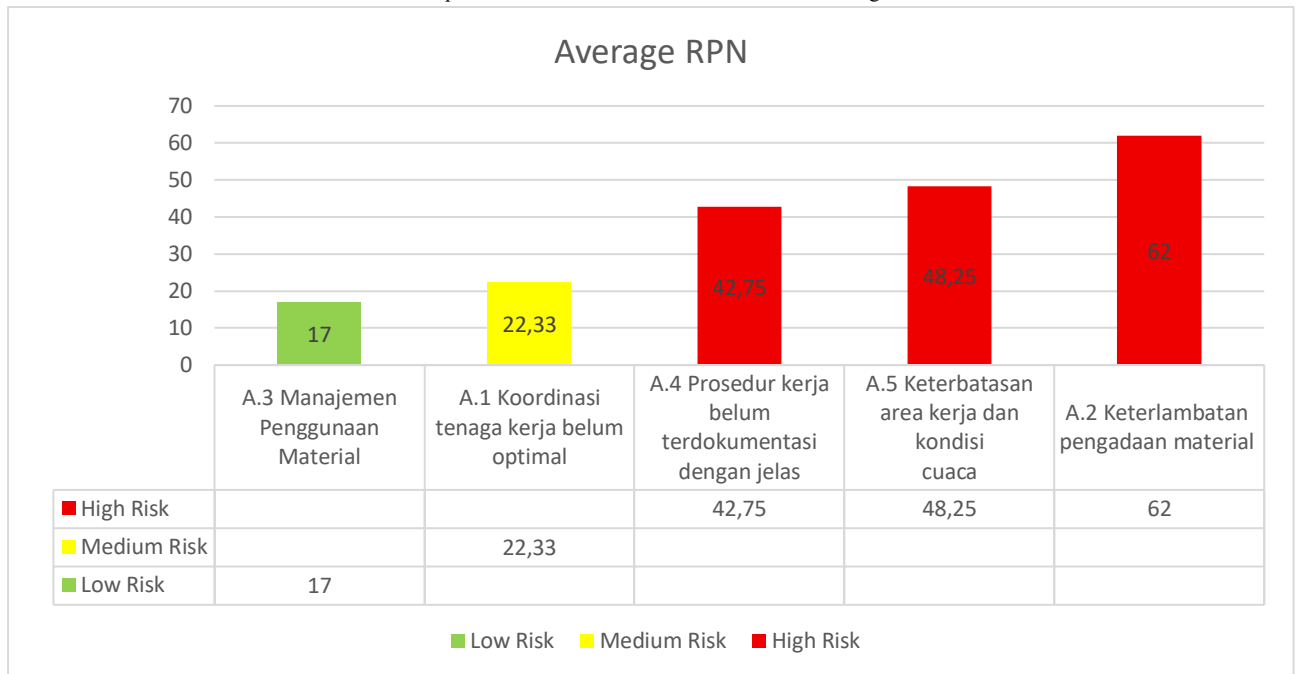
5				A.2	
4				A.4, A.5	
3		A.1			
2		A.3			
1					
	1	2	3	4	5

Tabel 13. Hasil pemetaan risiko berdasarkan nilai RPN tertinggi

Kode	Faktor Risiko	Rata-Rata RPN	Kategori
A.2	Keterlambatan pengadaan material	62,00	 High Risk
A.5	Keterbatasan area kerja dan kondisi cuaca	48,25	 High Risk
A.4	Prosedur kerja belum terdokumentasi dengan jelas	42,75	 High Risk
A.1	Koordinasi tenaga kerja belum optimal	22,33	 Medium Risk
A.3	Manajemen penggunaan peralatan	17,00	 Low Risk

Berdasarkan hasil pemetaan risiko, faktor keterlambatan pengadaan material (A.2) merupakan risiko yang paling dominan dengan nilai RPN tertinggi sebesar 248 dengan rata-rata sebesar 62. Sedangkan faktor manajemen penggunaan peralatan (A.3) memiliki tingkat risiko paling rendah dengan nilai RPN sebesar 34 dengan rata rata RPN 17.

Tabel 13. Hasil pemetaan risiko berdasarkan nilai rata-rata RPN dengan visualisasi 3D



Tabel 13. Batas aman pada hasil pemetaan risiko

Average RPN	Kategori	Warna	Prioritas
0,00 – 20,00	Low Risk	● Hijau	Monitoring
20,01 – 40,00	Medium Risk	● Kuning	Perlu Perhatian
40,01 – 62,00	High Risk	● Merah	Prioritas Utama

Keterangan: Metode Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) tidak menetapkan batas numerik universal untuk mengelompokkan nilai Risk Priority Number (RPN) ke dalam kategori *Low Risk*, *Medium Risk*, dan *High Risk*. Standar IEC 60812:2018, MIL-STD-1629A, dan AIAG & VDA FMEA Handbook (2019) menjelaskan prosedur identifikasi, analisis, dan perhitungan RPN, namun tidak memberikan rentang nilai baku untuk klasifikasi tingkat risiko. Oleh karena itu, pada penelitian ini kategori risiko ditetapkan berdasarkan distribusi nilai rata-rata RPN yang diperoleh dari hasil penelitian guna mempermudah penentuan prioritas tindakan perbaikan.

4 Kesimpulan

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis faktor-faktor penyebab keterlambatan pekerjaan steelwork pada proyek ship repair kapal AHTS SK Carina di salah satu galangan kapal di Kota Batam dengan menggunakan metode Root Cause Analysis (RCA) dan Failure Mode and Effects Analysis (FMEA). Metode RCA digunakan untuk menelusuri akar penyebab permasalahan melalui pendekatan 5 Whys, sedangkan FMEA digunakan untuk menilai tingkat risiko berdasarkan parameter Severity (S), Occurrence (O), dan Detection (D) yang menghasilkan nilai Risk Priority Number (RPN) sebagai dasar penentuan prioritas risiko. Data penelitian diperoleh melalui observasi lapangan selama kegiatan magang dan wawancara terhadap 17 responden yang terlibat langsung dalam pekerjaan steelwork. Hasil analisis menunjukkan terdapat lima faktor utama penyebab keterlambatan, yaitu koordinasi tenaga kerja yang belum optimal, keterlambatan pengadaan material, pengaturan penggunaan peralatan yang belum terjadwal dengan baik, prosedur kerja yang belum terdokumentasi secara jelas, serta keterbatasan area kerja dan kondisi cuaca yang kurang mendukung. Hasil FMEA menunjukkan bahwa faktor pengadaan material memiliki nilai risiko tertinggi dengan RPN 248, diikuti oleh keterbatasan area kerja dan cuaca dengan RPN 193 serta prosedur kerja yang belum terdokumentasi dengan RPN 171, sedangkan faktor koordinasi tenaga kerja dan penggunaan peralatan berada pada kategori risiko sedang hingga rendah. Secara keseluruhan, keterlambatan pekerjaan steelwork paling dominan dipengaruhi oleh faktor material, diikuti oleh faktor lingkungan dan metode kerja. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa penilaian responden memiliki tingkat konsistensi yang

baik, sehingga dapat mendukung keandalan hasil analisis FMEA dalam menentukan prioritas risiko. Sebagai rekomendasi, pihak galangan kapal perlu meningkatkan sistem pengadaan material agar lebih terencana dan tepat waktu, memperkuat koordinasi serta perencanaan tenaga kerja di lapangan, menyusun dan menerapkan SOP kerja yang lebih jelas dan terdokumentasi dengan baik, mengatur penggunaan peralatan melalui penjadwalan yang lebih efektif, serta melakukan penataan area kerja agar aktivitas produksi dapat berjalan lebih optimal dan keterlambatan pekerjaan steelwork dapat diminimalkan pada proyek ship repair berikutnya.

Daftar Pustaka

- [1] S. Smith, "Maintenance and Repair of Marine Vessels," *Journal of Ship Technology*, Vol. 12, No. 4, pp. 215–227, 2015.
- [2] J. Brown and L. Green, "Root Cause Analysis in Shipyard Projects," *Proceedings of the International Conference on Maritime Engineering*, Singapore, pp. 45–52, 2017.
- [3] M. White, *Ship Repair Management and Planning*, McGraw-Hill, New York, USA, 2013.
- [4] R. Johnson, "Application of Fishbone Diagram and 5 Why Analysis in Maritime Projects," in *Advances in Naval Engineering*, T. Lee and K. Wang (Eds.), Springer, Berlin, Germany, pp. 102–115, 2018.
- [5] A. Tan, "Analysis of Project Delays in Ship Repair," Master Thesis, Universitas Indonesia, Jakarta, Indonesia, 2020.
- [6] A. E. Kartam, R. Khalilbayli, dan S. Alrazooqi, "Ship Repair Management: Concepts and Practices," *Marine Technology Journal*, Vol. 61, No. 3, 2024.
- [7] R. Andersen, *Root Cause Analysis: Simplified Tools and Techniques*, 2nd Edition, CRC Press, 2020.
- [8] Intan Baroroh et al., "Risk Evaluation of Ship Repair Delays with The Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) Method," *International Journal of Marine Engineering Innovation and Research*, Vol. 8, No. 4, 2023.
- [9] Aldi Pramodya Nugroho dan Hafid Syaifullah, "Analysis of Factors Causing Delays in Fairlead Roller Repair Using KMO and RCA Methods on ABC Ships," *Teknika: Jurnal Teknik Elektronik & Mesin*, Vol. 10, No. 2, 2024.
- [10] IEC, *IEC 60812:2018 Failure Modes and Effects Analysis (FMEA and FMECA)*. Geneva, Switzerland: International Electrotechnical Commission, 2018.
- [11] AIAG & VDA, *FMEA Handbook: Failure Mode and Effects Analysis*, 1st ed. Southfield, MI, USA: Automotive Industry Action Group and Verband der Automobilindustrie, 2019.