

ANALISIS PENYEBAB KETERLAMBATAN PEKERJAAN *REPLATING* LAMBUNG PADA PROYEK KAPAL X MENGGUNAKAN METODE *FAULT TREE ANALYSIS*

¹Agil Triwardani, ²Sinta Dewi

¹Jurusan Teknik Industri
Universitas Pembangunan Nasional
"Veteran" Jawa Timur
22032010110@student.upnjatim.ac.id

²Jurusan Teknik Industri
Universitas Pembangunan Nasional
"Veteran" Jawa Timur
sinta.dewi.ti@upnjatim.ac.id

Article history:

Received 1th of December, 2024

Revised 6th of December, 2024

Accepted 12th of December, 2024

Abstract

The success of a project is marked by the achievement of the planned target. However, in its implementation, delays often occur, including in the hull replating work. In the ship repair project X at PT XYZ, this work experienced a schedule delay due to constraints on materials/equipment, labor, and management. The purpose of this study was to determine the root cause of the delay and propose improvements. The analysis was carried out using the Fault Tree Analysis (FTA) method to identify the root cause of the delay, while the improvement proposal was carried out using the Kaizen 5S method (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke). Based on the results of the analysis using the FTA method, the main factor causing the delay was the material/equipment factor with a probability value of 0.304. This factor includes three main indicators of the cause of the delay, namely the delay in the arrival of materials, the ordered materials are not appropriate, and the lack of adequate equipment. The application of the Kaizen 5S method aims to improve work efficiency through better material/equipment management and creating an organized work environment. Thus, it is hoped that the application of both methods can reduce delays and prevent similar problems in the future.

Keywords: Fault Tree Analysis, Kaizen, Project Delay.

Pendahuluan

Industri perkapalan di Indonesia memiliki peran yang penting dalam mendukung perkembangan ekonomi maritim, termasuk kegiatan perawatan dan perbaikan kapal. Salah satu kegiatan yang sering dilakukan dalam proyek perbaikan kapal yakni *replating* lambung. *Replating* adalah proses mengganti plat lama dengan plat baru, baik sebagian maupun keseluruhan [1]. *Replating* lambung dilakukan untuk mengganti pelat lambung yang mengalami kerusakan akibat adanya korosi ataupun keausan. Dalam melaksanakan pekerjaan tersebut diperlukan koordinasi yang baik agar proyek dapat selesai sesuai dengan rencana yang telah dibuat. Keberhasilan suatu proyek dapat diketahui dari target yang telah direncanakan terpenuhi. Namun, dalam pelaksanaannya keterlambatan pekerjaan sering terjadi, termasuk pada pekerjaan *replating* lambung. Keterlambatan merupakan kondisi dimana waktu pelaksanaan tidak digunakan sesuai dengan rencana, yang mengakibatkan penundaan pada satu atau lebih kegiatan berikutnya atau mengakibatkan pekerjaan tidak selesai tepat waktu sesuai jadwal yang telah ditentukan [2].

Keterlambatan dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti keterlambatan kedatangan material, tenaga kerja kurang berpengalaman, dan lain sebagainya. Keterlambatan proyek tersebut dapat menimbulkan penyebab yang merugikan, seperti terjadinya *overbudget* dan *overtime work* [3]. PT XYZ merupakan sebuah galangan kapal yang menyediakan jasa untuk perawatan dan perbaikan kapal. Dalam pelaksanaan proyek perbaikan kapal X pada pekerjaan *replating* lambung mengalami beberapa kendala yang dapat membuat proyek mengalami keterlambatan. Dari data historis proyek yang diperoleh, diketahui proyek mengalami keterlambatan dibandingkan dengan jadwal yang telah direncanakan yakni seharusnya proyek perbaikan kapal X dapat terselesaikan dalam waktu 15 hari namun aktualnya dapat terselesaikan dalam waktu 46 hari. Salah satu pekerjaan yang menyebabkan terjadinya keterlambatan proyek tersebut adalah pekerjaan *replating* lambung.

Oleh karena itu, perlu untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang menjadi penyebab terjadinya keterlambatan sehingga dapat memberikan solusi dan perbaikan untuk menyelesaikan permasalahan tersebut. Permasalahan tersebut dapat diselesaikan dengan menggunakan metode *Fault Tree Analysis* (FTA). Metode *Fault Tree Analysis* (FTA) merupakan sebuah metode yang digunakan untuk

mengidentifikasi faktor-faktor penyebab kegagalan, dimulai dari mengansumsi adanya kegagalan pada kejadian puncak (*top event*), lalu menguraikan berbagai penyebab kejadian tersebut hingga mencapai akar penyebab [4]. Setelah mengetahui akar penyebab permasalahan, kemudian dilakukan usulan perbaikan untuk mengatasi keterlambatan yang terjadi dengan menggunakan metode *Kaizen*. Metode *Kaizen* merupakan konsep perbaikan berkelanjutan (*continuous improvement*) yang menekankan fokus utamanya ada proses daripada hasil akhir [5]. Konsep *Kaizen* terdiri dari beberapa hal, salah satunya adalah Gerakan 5S [6]. 5S merupakan pendekatan sistematis untuk mengatur lingkungan kerja secara teratur, disiplin, dan sesuai dengan aturan, dengan tujuan mencapai hasil kerja yang maksimal [7]. Dengan mengintegrasikan analisis FTA ke dalam pendekatan *Kaizen*, perbaikan dapat difokuskan pada penyebab mendasar sehingga tidak hanya mengatasi keterlambatan, tetapi dapat mencegah terjadinya masalah serupa di masa mendatang.

Metode Penelitian

Lokasi penelitian dilaksanakan pada Proyek Perbaikan Kapal X di PT XYZ. Pengumpulan data dilakukan dengan terbagi menjadi dua data, yaitu menggunakan data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang diperoleh secara langsung di lapangan. Data primer yang digunakan yakni dengan melakukan wawancara dan penyebaran kuesioner. Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari data historis perusahaan dan literatur pendukung yang terkait dengan penelitian. Metode yang digunakan untuk menganalisis keterlambatan proyek menggunakan *Fault Tree Analysis* (FTA). Metode FTA merupakan sebuah metode yang digunakan untuk mengidentifikasi semua kemungkinan penyebab kegagalan suatu sistem, baik yang disebabkan oleh kegagalan komponen maupun kejadian lainnya yang terjadi secara individu maupun bersamaan [8]. Melalui metode FTA, penyebab masalah dapat diidentifikasi sebagai kejadian dasar atau kombinasi kejadian lainnya dengan menggunakan analisis *topdown*. Metode FTA berfungsi untuk menggambarkan potensi *basic event* atau kejadian dasar yang diidentifikasi dari berbagai indikasi yang mengarah pada *top event* atau kejadian puncak [9]. Langkah-langkah analisis data dengan menggunakan metode FTA adalah sebagai berikut [10].

1. Menentukan kejadian pokok dalam sistem dengan memahami tentang sistem serta jenis kerusakan yang mungkin terjadi untuk mengidentifikasi akar masalah dalam sistem.
2. Membuat model grafis *Fault Tree Analysis* (FTA) dengan menyusun urutan sebab-akibat dalam bentuk diagram pohon kesalahan menggunakan simbol logika boolean.
3. Mengidentifikasi minimal *cut set* dari analisis pohon kesalahan untuk menentukan langkah-langkah dalam mengatasi atau memperbaiki kejadian yang menyebabkan kegagalan.
4. Melakukan analisis kualitatif pohon kesalahan menggunakan aljabar boolean untuk menyederhanakan atau memecah rangkaian logika yang rumit menjadi bentuk yang lebih sederhana.

Dari wawancara dan berbagai literatur terdapat beberapa faktor yang menjadi penyebab keterlambatan yakni sebagai berikut.

1. Faktor material/peralatan (A)

Tabel 1. Indikator Faktor Material/Peralatan Penyebab Keterlambatan

No	Indikator	Kode
1	Keterlambatan kedatangan material	A1
2	Material yang dipesan tidak sesuai	A2
3	Kurangnya peralatan yang memadai	A3

2. Faktor tenaga kerja (B)

Tabel 2. Indikator Faktor Tenaga Kerja Penyebab Keterlambatan

No	Indikator	Kode
1	Rendahnya tingkat produktifitas tenaga kerja	B1
2	Tenaga kerja kurang berpengalaman	B2
3	Kurangnya jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan	B3

3. Faktor manajemen (C)

Tabel 3. Indikator Faktor Manajemen Penyebab Keterlambatan

No	Indikator	Kode
1	Kurangnya pengawasan kerja	C1
2	Kurangnya komunikasi antara tenaga kerja dengan pengawas	C2
3	Terdapat banyak pekerjaan yang harus di-repair karena cacat	C3
4	Terlambatnya pembayaran oleh owner	C4

Hasil dan Pembahasan

a. Pengolahan Data

Langkah awal dalam pengolahan data yakni melakukan uji validitas dan reliabilitas terhadap hasil kuesioner yang telah disebar.

	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	C4	TOTAL	
A1	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	1 .857 16	.530 .035 16	.536 .203 16	.297 .284 16	.313 .238 16	.473 .064 16	.186 .490 16	.379 .147 16	.038 .889 16	.518 .041 16	
A2	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	.485 .057 16	1 .775 16	.775 [*] .000 16	.800 .000 16	.324 .220 16	.700 [*] .003 16	.820 [*] .000 16	.890 [*] .001 16	.752 [*] .001 16	.258 .316 16	.836 .000 16
A3	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	.530 .035 16	.775 [*] .000 16	1 .775 [*] 16	.775 [*] .000 16	.251 .348 16	.522 [*] .004 16	.674 [*] .015 16	.594 [*] .002 16	.712 [*] .002 16	-.048 .861 16	.712 [*] .002 16
B1	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	.338 .000 16	.800 [*] .000 16	.775 [*] .000 16	1 .775 [*] 16	.584 [*] .000 16	.807 [*] .000 16	.894 [*] .000 16	.844 [*] .000 16	.953 [*] .000 16	.331 .210 16	.927 [*] .000 16
B2	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	.297 .284 16	.220 .348 16	.251 .348 16	.807 [*] .000 16	1 .775 [*] 16	.500 [*] .000 16	.522 [*] .000 16	.473 .064 16	.843 [*] .007 16	.607 .013 16	.654 [*] .006 16
B3	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	.313 .238 16	.238 .003 16	.522 .038 16	.847 [*] .000 16	.500 .045 16	1 .908 [*] 16	.861 [*] .000 16	.836 [*] .000 16	.512 [*] .043 16	.909 .000 16	.909 [*] .000 16
C1	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	.473 .064 16	.820 [*] .000 16	.674 [*] .004 16	.894 [*] .000 16	.532 .034 16	.908 [*] .000 16	1 .857 [*] 16	.935 [*] .000 16	.412 .113 16	.963 .000 16	.963 [*] .000 16
C2	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	.186 .490 16	.064 .003 16	.594 .015 16	.844 [*] .000 16	.473 .064 16	.807 [*] .000 16	.894 [*] .000 16	1 .827 [*] 16	.353 .180 16	.857 [*] .000 16	.857 [*] .000 16
C3	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	.379 .147 16	.186 .490 16	.147 .001 16	.712 [*] .002 16	.843 [*] .007 16	.836 [*] .000 16	.935 [*] .000 16	.827 [*] .000 16	1 .333 16	.392 .041 16	.939 [*] .000 16
C4	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	.038 .889 16	.258 .316 16	-.048 .861 16	.712 [*] .002 16	.331 .210 16	.607 .013 16	.862 .043 16	.392 .153 16	.362 .139 16	1 .518 16	.518 [*] .041 16
TOTAL	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	.518 .041 16	.836 .000 16	.712 [*] .002 16	.927 [*] .000 16	.654 [*] .006 16	.909 .000 16	.963 .000 16	.857 [*] .000 16	.939 .041 16	.518 [*] .041 16	1 1 16

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).
** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Gambar 1. Hasil Uji Validitas

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.922	10

Gambar 2. Hasil Uji Reliabilitas

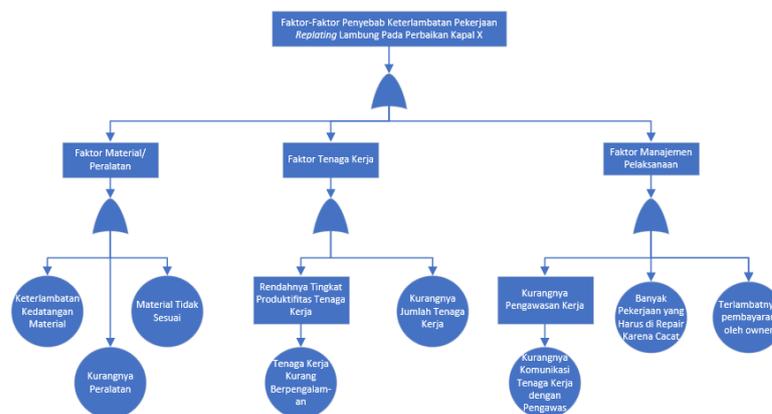
Berdasarkan hasil penyebaran kuesioner didapatkan dilakukan uji validitas dan uji reliabilitas menggunakan bantuan *software* SPSS. Setelah dilakukan pengujian data dinyatakan valid karena nilai Signifikansi (sig.) < 0,05 dan reliabel karena nilai *Cronbach's Alpha* > 0,6. Selanjutnya menghitung nilai probabilitas untuk setiap indikator berdasarkan hasil kuesioner yang telah dikumpulkan. Nilai probabilitas dihitung dengan membagi jumlah skor skala likert dengan total skor. Jumlah skor skala likert sendiri merupakan hasil penjumlahan skor pada setiap item pertanyaan dan total skor merupakan akumulasi nilai seluruh skor skala likert pada setiap item pertanyaan berdasarkan jawaban

responden [11]. Berikut ini merupakan hasil perhitungan nilai probabilitas untuk setiap item pertanyaan.

Tabel 4. Perhitungan Nilai Probabilitas

Kode	Keterangan	Skor Skala Likert	Probabilitas
A1	Keterlambatan kedatangan material	71	0,100
A2	Material yang dipesan tidak sesuai	72	0,102
A3	Kurangnya peralatan yang memadai	72	0,102
B1	Rendahnya tingkat produktifitas tenaga kerja	72	0,102
B2	Tenaga kerja kurang berpengalaman	73	0,103
B3	Kurangnya jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan	67	0,095
C1	Kurangnya pengawasan kerja	72	0,102
C2	Kurangnya komunikasi antara tenaga kerja dengan pengawas	68	0,096
C3	Terdapat banyak pekerjaan yang harus di-repair karena cacat	73	0,103
C4	Terlambatnya pembayaran oleh owner	67	0,095
Total		707	

Setelah diperoleh nilai probabilitas untuk setiap item, langkah berikutnya adalah mengidentifikasi kejadian serta membuat diagram FTA. Berikut ini merupakan hasil dari visualisasi diagram FTA untuk setiap faktor penyebab keterlambatan pekerjaan *replating* lambung pada proyek perbaikan kapal X.



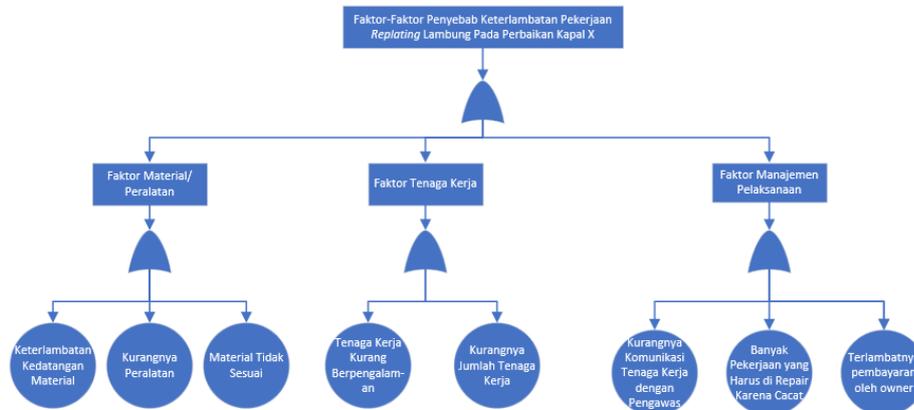
Gambar 3. Diagram Fault Tree Analyst

Setelah membuat diagram FTA, kemudian melakukan perhitungan *Cut Set*. *Cut Set* adalah kumpulan *basic event* yang jika semuanya terjadi akan memicu terjadinya *top event*. *Minimal Cut Set* merujuk pada kombinasi terkecil dari kejadian-kejadian tersebut yang dapat menyebabkan kejadian yang tidak diinginkan [12]. Sementara itu, *Method for Obtaining Cut Sets* (MOCUS) adalah salah satu metode yang digunakan untuk menentukan *Cut Set* dan *Minimal Cut Set* [13]. Berikut ini merupakan hasil perhitungan *Cut Set* yang telah dilakukan.

Tabel 5. Perhitungan Minimal Cut Set

<i>Intermediate Event</i>	Kombinasi Minimal <i>Cut Set</i> (1)	Kombinasi Minimal <i>Cut Set</i> (2)	Nilai Minimal <i>Cut Set</i>	Hasil Minimal <i>Cut Set</i>
A	$A = A1+A2+A3$	$A1+A2+A3$	$0,1+0,102+0,102$	0,304

<i>Intermediate Event</i>	Kombinasi Minimal Cut Set (1)	Kombinasi Minimal Cut Set (2)	Nilai Minimal Cut Set	Hasil Minimal Cut Set
B	B1 = B2 B = B1+B3	B2+B3	0,103+0,095	0,198
C	C1 = C2 C = C1+C3+C4	C2+C3+C4	0,096+0,103+0,095	0,294



Gambar 4. Diagram Fault Tree Analyst Setelah Minimal Cut Set

Berdasarkan perhitungan minimal *cut set* yang telah dilakukan dapat diketahui hasil minimal *cut set* dari setiap *intermediate event* FTA pekerjaan *replating* lambung perbaikan kapal X, didapatkan faktor yang paling tinggi menyebabkan keterlambatan pengerjaan *replating* yang memiliki nilai probabilitas paling besar adalah faktor material/peralatan dengan probabilitas sebesar 0,304.

Tabel 6. Rekapitulasi Probabilitas Hasil Minimal Cut Set

Kode	Penyebab Keterlambatan	Probabilitas	Peringkat
A	Faktor Material/ Peralatan	0,304	1
C	Faktor Manajemen	0,198	2
B	Faktor Tenaga Kerja	0,294	3

Dari minimal *cut set* pada tiap *intermediate event*, maka dilakukan perhitungan untuk mengetahui probabilitas *top event* (T) pekerjaan *replating* lambung sebagai berikut

$$\begin{aligned}
 T &= \text{Faktor Material/Peralatan} + \text{Faktor Tenaga Kerja} + \text{Faktor Manajemen} \\
 &= A + B + C \\
 &= 0,304 + 0,198 + 0,294 \\
 &= 0,796
 \end{aligned}$$

Berdasarkan tabel rekapitulasi probabilitas hasil minimal *cut set* telah diurutkan dari peringkat terbesar hingga terkecil. Peringkat pertama dengan probabilitas sebesar 0,304 pada faktor material/peralatan, peringkat kedua dengan probabilitas sebesar 0,198 ada faktor manajemen, dan peringkat ketiga dengan probabilitas sebesar 0,294 pada faktor tenaga kerja. Setelah dilakukan perhitungan *top event* (T) diperoleh hasil probabilitas keterlambatan pada pekerjaan *replating* lambung proyek X adalah 0,796.

b. Analisa Perbaikan

Berdasarkan akar permasalahan penyebab keterlambatan pekerjaan *replating* lambung pada perbaikan kapal X yang telah diperoleh dari FTA diketahui faktor yang paling mempengaruhi yakni faktor material/ peralatan lalu dibuat usulan perbaikannya dengan menggunakan metode *Kaizen 5S* atau *Kaizen Five Step Plan*. *Kaizen* dalam bahasa Jepang berarti perbaikan berkelanjutan (*continuous improvement*). Konsep ini mencakup upaya perbaikan yang melibatkan seluruh elemen organisasi, baik manajer maupun karyawan dengan kebutuhan biaya yang relatif kecil [14]. Konsep *Kaizen* terdiri dari beberapa hal, salah satunya adalah Gerakan 5S. Gerakan 5S ini merupakan upaya untuk mengubah sikap kerja melalui penerapan penataan, kebersihan, dan kedisiplinan di lingkungan kerja. Dengan pendekatan ini, individu dapat memahami cara yang tepat dalam menjaga dan mengelola tempat kerjanya[6]. Adapun penjelasan metode *Kaizen* dengan konsep 5S, diantaranya sebagai berikut [15].

1. Konsep *Seiri*, adalah langkah untuk memisahkan barang yang diperlukan dari yang tidak diperlukan (*ringkas*).
2. Konsep *Seiton*, adalah tindakan menyusun dan merapikan barang agar mudah diakses dan digunakan (*rapi*).
3. Konsep *Seiso*, adalah langkah menjaga kebersihan dengan rutin membersihkan dan memastikan tempat kerja tetap rapi (*resik*).
4. Konsep *Seiketsu*, berarti memelihara kondisi tempat kerja agar tetap terjaga baik setelah perbaikan dilakukan.
5. Konsep *Shitsuke*, adalah metode yang bertujuan untuk mendorong pekerja secara konsisten berpartisipasi dalam kegiatan perawatan dan perbaikan, serta membiasakan mereka untuk mematuhi aturan yang ada (*rajin*).

Berikut ini merupakan usulan perbaikan untuk faktor material/ peralatan dengan metode *Kaizen 5S*.

1. Keterlambatan kedatangan material
 - *Seiri* (Pemilahan)
Melakukan identifikasi material yang sering mengalami keterlambatan dan mencari penyebabnya, seperti adanya masalah dengan *supplier* ataupun terkait transportasi. Memilah dan menghapus *supplier* yang sering bermasalah dari daftar mitra kerja.
 - *Seiton* (Penataan)
Menggunakan sistem pengadaan material yang baik untuk memastikan ketersediaan material dapat tepat waktu serta mengatur jadwal pemesanan sesuai dengan *timeline* proyek.
 - *Seiso* (Kebersihan)
Membersihkan sistem pengadaan material dari prosedur yang terlalu rumit dan tidak efektif serta memastikan dokumen pemesanan seperti *purchase order* telah lengkap dan sesuai untuk menghindari terjadinya penundaan pemesanan.
 - *Seiketsu* (Disiplin)
Menetapkan daftar prioritas pengadaan material untuk memastikan material yang penting mendapatkan perhatian utama.
 - *Shitsuke* (Perawatan)
Melakukan penjadwalan evaluasi secara rutin dengan *supplier* untuk memantau kinerja dan membangun hubungan untuk jangka panjang dengan *supplier* pilihan agar persediaan tetap stabil.
2. Material yang dipesan tidak sesuai
 - *Seiri* (Pemilahan)
Memisahkan daftar material yang sering bermasalah dari material yang selalu memenuhi spesifikasi serta memilah daftar material yang memiliki kriteria yang khusus agar tidak

- tercampur dengan material yang umum digunakan.
 - *Seiton* (Penataan)
Membuat dokumen yang berisi detail spesifikasi material yang dibutuhkan untuk proyek.
 - *Seiso* (Kebersihan)
Membersihkan dokumen yang salah dan memastikan dokumen spesifikasi material selalu diperbarui untuk menghindari kesalahan pemesanan.
 - *Seiketsu* (Disiplin)
Menerapkan SOP untuk setiap pemesanan material yakni dapat mencakup verifikasi spesifikasi dan inspeksi pada material sebelum diterima.
 - *Shitsuke* (Perawatan)
Melakukan evaluasi secara berkala terhadap material yang diterima untuk menjaga konsistensi kualitasnya.
3. Kurangnya peralatan yang memadai
- *Seiri* (Pemilahan)
Memilah dan memisahkan peralatan yang mengalami kerusakan atau tidak memadai untuk segera diperbaiki dan diganti.
 - *Seiton* (Penataan)
Menyusun peralatan berdasarkan berdasarkan frekuensi penggunaannya dan ditempatkan didekat area kerja.
 - *Seiso* (Kebersihan)
Membersihkan peralatan secara rutin untuk memastikan fungsinya masih optimal dan memastikan area penyimpanan dari debu dan korosi yang dapat merusak peralatan.
 - *Seiketsu* (Disiplin)
Membuat jadwal pemeliharaan untuk menjaga kondisi alat tetap baik dan menerapkan checklist harian untuk memeriksa kelengkapan dan kondisi alat sebelum digunakan.
 - *Shitsuke* (Perawatan)
Melakukan evaluasi kebutuhan peralatan secara berkala dan melakukan pelatihan kepada tenaga kerja tentang penggunaan dan perawatan peralatan yang tepat.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan dan pengolahan data yang telah dilakukan diketahui terdapat tiga faktor yang menjadi penyebab keterlambatan pekerjaan *replating* perbaikan kapal X yaitu faktor material/ peralatan, faktor tenaga kerja, dan faktor manajemen. Dimana yang menjadi faktor utama atau peringkat pertama dari ketiga faktor tersebut adalah faktor material/ peralatan. Faktor ini mencakup tiga indikator utama penyebab keterlambatan yakni keterlambatan kedatangan material, material yang dipesan tidak sesuai, dan kurangnya peralatan yang memadai. Usulan perbaikan dilakukan dengan menerapkan metode *Kaizen 5S* yang terdiri dari *Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, dan Shitsuke*. Dengan menerapkan metode *Kaizen 5S* diharapkan dapat meningkatkan efisiensi proses kerja melalui pengelolaan material dan peralatan yang lebih baik dan menciptakan lingkungan kerja yang lebih terorganisir dan produktif.

Daftar Pustaka

- [1] A. Fajrin, M. Mutiarani, N. P. Ariyanto, and W. Wissesa, "Identifikasi Tebal Plat Lambung Kapal Tanker Tyche IMO 8794891 Dengan Ultrasonic Thickness Gauge," *J. Teknol. dan Ris. Terap.*, vol. 4, no. 2, pp. 69–73, 2022, doi: 10.30871/jatra.v4i2.4786.
- [2] W. I. Ervianto, *Manajemen Proyek Konstruksi*. CV Andi Offset, Yogyakarta, 2023.
- [3] M. C. Winoto, K. Guwinarto, and S. Limanto, "Faktor Penyebab dan Dampak Keterlambatan Pelaksanaan Proyek Konstruksi menurut Kontraktor terhadap Indikator Performa Proyek," *Dimens. Pratama Tek. Sipil*, vol. 12, pp. 57–63, 2023.
- [4] C. A. P. Atmaja and H. T. Tjendani, "Keterlambatan Proyek Pembangunan Jalan Lingkar Selatan Kabupaten

- Sampang dengan Metode Fault Tree Analysis,” *J. Sci. Res. Dev.*, vol. 5, no. 2, pp. 954–96, 2023.
- [5] L. E. Laurentine, L. O. Ahmad Safar Tosungku, and L. D. Fatimahhayati, “Analisis Pengendalian Kualitas Produk Sepatu Menggunakan Metode Six Sigma Dan Kaizen Pada Cv. Sepatu Sani Malang Jawa Timur,” *PROFISIENSI J. Progr. Stud. Tek. Ind.*, vol. 10, no. 1, pp. 41–48, 2022, doi: 10.33373/profis.v10i1.4290.
- [6] G. Dos Santos, A. Mawadati, J. Susetyo, and J. T. Industri, “Analisis Pengendalian Kualitas Produk Dengan Menggunakan Metode Seven Tools Dan Kaizen Untuk Mengurangi Kecacatan Produk Di Cv. Solusi Offset Yogyakarta,” *J. REKAVASI*, vol. 10, no. 2, pp. 56–66, 2022.
- [7] E. Afriyanti, M. M.-S. M. I. Teknologi, and undefined 2021, “Analisis Penerapan Prinsip 5S Bagian Proses Produksi Crude Palm Oil Pada Pt Xyz,” *Ejurnal.Poltekatipdg.Ac.Id*, vol. 18, no. 1, pp. 13–19, 2021, [Online]. Available: <http://ejurnal.poltekatipdg.ac.id/index.php/SAINTI/article/view/298>
- [8] A. Khotimah and M. Beatrix, “Analisa Faktor Keterlambatan Waktu Pelaksanaan Proyek Jalan Nasional Di Jawa Timur Menggunakan Metode Fault Tree Analysis (Fta),” pp. 11–19, 2024.
- [9] S. Haniyah and D. Ernawati, “Analisis Pengukuran Produktivitas Menggunakan Metode Objective Matrix (OMAX) Dan Fault Tree Analysis (FTA) di PT. XYZ,” *J. Manaj. Ind. dan Teknol.*, vol. 4, no. 2, pp. 1–12, 2023, doi: 10.51903/juritek.v3i2.1674.
- [10] D. Lorenza and T. Rahman, “Analisis Penyebab Keterlambatan Proses Produksi Proyek Cradle Dengan Metode Fault Tree Analysis (Fta),” *J. Logist.*, vol. 1, no. 2, pp. 36–42, 2023, [Online]. Available: <https://journal.iteba.ac.id/index.php/logistica/article/view/108>
- [11] D. M. Putra and M. I. Triana, “Analisis Faktor Penyebab Keterlambatan Pelaksanaan Proyek Konstruksi pada CV. X Menggunakan Metode FTA,” *J. Tek. Ind. Terintegrasi*, vol. 7, no. 2, pp. 969–979, 2024, doi: 10.31004/jutin.v7i2.28181.
- [12] S. N. Trisaid, “Analisis Risiko Kecelakaan Kerja Pada Kegiatan Rig Service Menggunakan Metode Hirarc Dengan Pendekatan Fta,” *J. Ilm. Tek. Ind.*, vol. 8, no. 1, pp. 25–33, 2020, doi: 10.24912/jitiuntar.v8i1.6343.
- [13] A. Suryaningrum, H. Rudianto, A. Mahmudi, and E. Prasetyo, “Analisis Faktor Penyebab Keterlambatan Menggunakan Metode Fault Tree Analysis (Studi Kasus Pembangunan Office Headquarter Surabaya),” vol. 2, no. 1, pp. 18–29, 2024, [Online]. Available: <https://doi.org/10.54732/i.v2i1.1104>
- [14] H. Ahyadi, R. Saputra, and E. N. Putri, “Analisis Penerapan Metode Kaizen 5S Terhadap Kinerja Karyawan pada laboratorium jasa Penguji kimia,” *Presisi*, vol. 25, no. 1, pp. 10–17, 2023.
- [15] N. D. N. Saputro, S. Indriani, and E. Adiantantri, “Upaya Pencegahan Kecelakaan Kerja Di Bagian Produksi Dengan 5S Dalam Konsep Kaizen Di Pt. Boma Bisma Indra (Persero),” *J. Valtech*, vol. 3, no. 2, pp. 11–18, 2020.