

ANALISIS KETERLAMBATAN PERAWATAN *SHAFT PROPELLER* DENGAN METODE FTA DAN FMEA

Adrian Diko Ananto¹, Amir Marasabessy², Sugiyanto Hartanto³

Teknik Perkapalan, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, Jakarta Selatan^{1 2}
Fakultas Teknik/Teknik Perkapalan, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, Depok³
email¹ : adrian.dikoananto@upnvj.ac.id

Abstrak

Pada penelitian ini mengangkat kasus keterlambatan perawatan poros Kapal Ro-Ro KMP Portlink III. Dalam kasus ini dimana perawatan poros bisa dilakukan dalam waktu 2-4 hari namun di lapangan terjadi sampai 10 hari. Dalam kasus ini dilihat penyebab permasalahan dan usulan perbaikan atas masalah yang terjadi di PT. XYZ ini. Pengolahan data dilakukan dengan Fault Tree Analysis (FTA) untuk menganalisa proses dan melakukan perbaikan sistem untuk melihat kemungkinan delay yang terjadi. FTA merupakan analisis menggunakan model grafis untuk menunjukkan analisis visual dari proses, kemudian metode cut set digunakan untuk mencari kombinasi peristiwa yang terjadi. Faktor kekurangan tenaga kerja dengan tingkat kegagalan sebesar 0,833. Hasil map timing terbesar adalah turning yang dilakukan selama 10 hari. Berdasarkan FTA, faktor penyebab keterlambatan yang memiliki probabilitas keterlambatan tertinggi adalah kurangnya operator di bengkel dan mekanik PT. XYZ dengan nilai probabilitas hambatan ini adalah 0,081. Usulan perbaikan dapat dilakukan pada 5S berdasarkan hasil analisa FMEA (Failure Mode And Effect Analysis) kekurangan operator dengan angka RPN yang dihasilkan dengan nilai 900.

Kata Kunci : Perawatan Poros, FTA, RPN.

Abstract

In this study, the case of delay in maintenance of the KMP Portlink III Ro-Ro Ship shaft was raised. In this case where shaft maintenance can be done within 2-4 days but in the field it can take up to 10 days. In this case, the cause of the problem and proposed improvements to the problems that occurred at PT. this XYZ. Data processing is carried out with Fault Tree Analysis (FTA) to analyze the process and make system improvements to see possible delays that occur. FTA is an analysis using a graphical model to show a visual analysis of the process, then the cut set method is used to find the combination of events that occur. Labor shortage factor with a failure rate of 0.833. The biggest map timing result is turning which is done for 10 days. Based on FTA, the factors causing delays that have the highest probability of delays are the lack of operators in the workshop and mechanics of PT. XYZ with the probability value of this obstacle is 0.081. Proposed improvements can be made to 5S based on the results of the FMEA (Failure Mode And Effect Analysis) analysis of operator shortages with the resulting RPN number with a value of 900.

Keywords: Shaft Maintenance, FTA, RPN.

PENDAHULUAN

Kapal merupakan moda transportasi laut yang menghasilkan efisiensi yang lebih baik dan lebih besar dibandingkan moda transportasi darat atau udara lainnya. Dimensi kapal yang besar dapat mengefektifkan daya dukung yang lebih besar, namun usaha yang diperlukan lebih kecil dibandingkan jika diangkut dengan alat transportasi lain. Tuntutan pelayanan transportasi laut yang berkualitas di Indonesia menuntut fasilitas kapal untuk terus melakukan

perkembangan yang mengikuti dinamika permintaan jasa transportasi laut di Indonesia.

Dalam penelitian ini penulis mengangkat kasus keterlambatan perawatan poros kapal akibat panjang poros yang lebih dari pasar yang tersedia di lapangan. Dalam hal ini kapal yang akan diambil dalam studi kasus ini adalah kapal feri Ro-Ro dengan nama KMP Portlink III. Hal-hal yang akan dilakukan dalam upaya mengantisipasi dan mengoptimalkan dalam jangka panjang dan jangka pendek dalam melakukan pekerjaan sehingga

nantinya dapat digunakan oleh pihak terkait sebagai saran untuk pekerjaan selanjutnya.

TINJAUAN PUSTAKA

Survey dan Perawatan

Survey merupakan kegiatan pengecekan kelaiklautan kapal yang diatur dalam perundang-undangan laut untuk hukum kapal itu sendiri dan pengecekan kelaiklautan kapal secara teknis yang diatur dalam rules yang di atur oleh badan klasifikasi kapal agar terjaga performa dan tingkat keselamatan pelayaran menjadi lebih tinggi. Dalam survey biasanya dikenal dengan beberapa jenis survey kapal yakni : Annual survey, Special survey, Intermediate survey, dan Emergency Survey.

Pemeliharaan adalah suatu kegiatan untuk mengembalikan fungsi suatu alat yang dilakukan pada waktu tertentu, baik yang direncanakan maupun yang dipaksakan, pada suatu alat yang fungsinya telah menurun kembali dari kemampuan spesifikasi desainnya. Pemeliharaan adalah keseluruhan kegiatan yang dilakukan pada alat (material) untuk memelihara atau mengembalikan kemampuan alat dalam memberikan pelayanan.

Poros serta perawatannya

Poros merupakan poros lurus yang berbentuk tabung yang berguna untuk meneruskan putaran dari flywheel/rod gila di mesin ke sistem penggerak yang ada di kapal. Poros sendiri memiliki beberapa bagian di kapal dimana ada poros pendorong (Thrust Shaft), poros antara (Intermediate Shaft), dan poros baling-baling (Propeller Shaft). (Santosa, 2014)

Pengertian Alignment adalah suatu tindakan meluruskan/menyejajarkan dua sumbu lurus poros (antara sumbu penggerak dan sumbu sumbu yang digerakkan) pada saat benda sedang beroperasi, tetapi pada kenyataannya. pemahaman lurus tidak dapat diperoleh 100%. Untuk itu harus diberikan toleransi kurang lebih sebanyak 100 mm. Namun di lapangan banyak diterapkan karena meminimalkan kerusakan pada mesin, dimana tekanan dan getaran yang ditimbulkan dengan memutar poros yang tidak sejajar tidak hanya akan menyebabkan kerusakan pada unit poros mesin itu sendiri, tetapi juga dapat menyebabkan kerusakan pada tabung buritan. bos. Dimana misalignment pada sistem menyebabkan getaran yang sangat berlebihan pada propeller shaft.

Terdapat cara perbaikan poros baling-baling yang aus, berkarat atau bagian-bagian yang rusak dengan pengelasan. Tetapi sampai saat ini Biro Klasifikasi Indonesia belum menginginkan pengelasan pada poros baling-baling dengan alasan-alasan yang cukup beralasan. Telah diadakan percobaan-percobaan dengan hasil baik pengelasan poros baling tepat pada daerah

bantalan, konisnya serta ulirnya dengan pengelasan otomatic, semi-otomatic maupun manual welding.

Fault Tree Analysis

Fault Tree Analysis (FTA) adalah metode analisis deduktif untuk mengidentifikasi terjadinya kerusakan pada sistem dengan menggambarkan kejadian alternatif dalam diagram blok terstruktur. Analisis deduktif dapat dilakukan pada semua sistem yang kompleks. (Papadopoulos, 2004: 86) Jika ditarik kesimpulan dari penulis, maka FTA merupakan metode analisis terjadinya kerusakan sistem dengan menggunakan model grafik visual.

Simbol gerbang digunakan untuk menunjukkan hubungan antar kejadian dalam sistem. Setiap peristiwa dalam sistem dapat secara individual atau kolektif menyebabkan peristiwa lain terjadi.

NAMA GERBANG	SIMBOL/LAMBANG DALAM RANGKAIAN		FUNGSI/KARAKTERISTIK	TABEL KEBENARAN															
(GERBANG AND)	SIMBOL IEC	SIMBOL AMERIKA																	
AND GATE (GERBANG AND)			Gerbang AND terdiri dari dua input atau lebih. Jika salah satu input = 0 maka output akan = 0 Y = A.B	<table border="1"><tr><td>A</td><td>B</td><td>Y</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table>	A	B	Y	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1
A	B	Y																	
0	0	0																	
0	1	0																	
1	0	0																	
1	1	1																	
OR GATE (GERBANG OR)			Gerbang OR terdiri dari dua input atau lebih. Jika salah satu input = 1 maka output akan = 1 Y = A + B	<table border="1"><tr><td>A</td><td>B</td><td>Y</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table>	A	B	Y	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1
A	B	Y																	
0	0	0																	
0	1	1																	
1	0	1																	
1	1	1																	
NOT GATE (GERBANG NOT)			Gerbang NOT hanya memiliki satu input. Output merupakan kebalikan dari input Y = A'	<table border="1"><tr><td>A</td><td>Y</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td></tr></table>	A	Y	0	1	1	0									
A	Y																		
0	1																		
1	0																		
NAND GATE (GERBANG NAND)			Gerbang NAND terdiri dari dua input atau lebih. Jika salah satu input = 0 maka output akan = 1 Y = A.B'	<table border="1"><tr><td>A</td><td>B</td><td>Y</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr></table>	A	B	Y	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0
A	B	Y																	
0	0	1																	
0	1	1																	
1	0	1																	
1	1	0																	
NOR GATE (GERBANG NOR)			Gerbang NOR terdiri dari dua input atau lebih. Jika salah satu input = 0 maka output akan = 0 Y = A + B'	<table border="1"><tr><td>A</td><td>B</td><td>Y</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr></table>	A	B	Y	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0
A	B	Y																	
0	0	1																	
0	1	0																	
1	0	0																	
1	1	0																	
X-OR GATE (GERBANG X-OR)			Gerbang X-OR hanya terdiri dari dua input. Jika input sama maka output akan = 0 Y = A ⊕ B	<table border="1"><tr><td>A</td><td>B</td><td>Y</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr></table>	A	B	Y	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0
A	B	Y																	
0	0	0																	
0	1	1																	
1	0	1																	
1	1	0																	
X-NOR GATE (GERBANG X-NOR)			Gerbang X-NOR hanya terdiri dari dua input. Jika input sama maka output akan = 1 Y = A ⊙ B	<table border="1"><tr><td>A</td><td>B</td><td>Y</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr></table>	A	B	Y	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1
A	B	Y																	
0	0	1																	
0	1	0																	
1	0	0																	
1	1	1																	

Gambar 1. Jenis Gerbang gate pada FTA

Simbol kejadian digunakan untuk menunjukkan sifat setiap kejadian dalam sistem. Simbol peristiwa ini akan memudahkan kita untuk mengidentifikasi peristiwa yang terjadi.

Simbol	Keterangan
	Top Event
	Logic Event OR
	Logic Event AND
	Transferred Event
	Undeveloped Event
	Basic Event

Gambar 2. Jenis Event pada FTA

Probabilitas terjadinya output fault event dari gerbang AND dan OR dapat dihitung berdasarkan dua persamaan berikut : (Dhillon, 1986)

Gerbang AND : $F = f_1 f_2 f_3 \dots (f_n)$

Gerbang OR : $F = 1 - (1 - f_1) (1 - f_2) \dots (1 - f_n)$

Keterangan

F = Probabilitas terjadinya output kejadian gagal.

f = Probabilitas terjadinya input kejadian gagal

n = Jumlah input kejadian gagal

Diagram fishbone adalah diagram yang dikembangkan oleh Kaoru Ishikawa. Diagram fishbone digunakan untuk menunjukkan penyebab potensial dari sebuah kejadian yang spesifik. Diagram ini di gunakan biasanya pada desain produk dan dalam mencari kecacatan dalam suatu pengendalian kualitas suatu produk. Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan The 5 Ms fishbone type dimana biasanya di gunakan dalam industri manufaktur dimana dalam 5 M ini menyangkut pada 5 faktor yaitu manpower, mesin, material, metode, dan media (inspeksi atau lingkungan).

MOCUS

Metode cut set merupakan metode yang dipakai dalam *Fault Tree Analysis* dimana daftar peristiwa di Analisa dan melakukan perbaikan pada peristiwa dasar agar memuncak menjadi peristiwa yang optimal dan diharapkan seperti pada awal rencana daripada proyek itu sendiri. Mocus sendiri merupakan metode yang ada dalam perhitungan *Fault Tree Analysis* untuk mendapatkan cutset dan minimum cutset untuk mendapatkan kombinasi basic event yang di dapat dari gambar *Fault Tree Analysis* dengan menganalisa hubungan and gate atau or gate. Dalam hal ini peneliti menggunakan software FTAEvent untuk melakukan penggambaran dan perhitungan mocus pada penelitiannya.

Analisa Rencana Perbaikan FMEA

FMEA atau Failure Mode And Effect Analysis merupakan prosedur struktural dalam mengidentifikasi dan mencegah semaksimal mungkin untuk setiap mode kegagalan yang terjadi. FMEA ini digunakan untuk mengidentifikasi sumber dan akar penyebab dari suatu akar masalah dari segi kualitas. Modus kegagalan ini adalah segala sesuatu yang meliputi cacat atau kesalahan desain, kondisi yang berada di luar batas spesifikasi yang dirancang, atau perubahan produk yang menyebabkan terganggunya fungsi produk yang dibuat.

Variabel FMEA (Mode Kegagalan dan Analisis Efek). Ada tiga variabel proses utama dalam FMEA (Failure Mode And Effect Analysis) yaitu Severity, Occurance, dan Detection. Ketiga proses tersebut berfungsi untuk menentukan nilai tingkat keseriusan pada Potential Failure Mode.

Metode Pendekatan Campuran

Pendekatan penelitian kualitatif merupakan pendekatan yang lebih ditekankan pada aspek pemahaman yang mendalam tentang suatu masalah daripada melihat masalah untuk generalisasi penelitian. Metode penelitian ini menggunakan teknik analisis mendalam, yaitu menelaah masalah secara kasus per kasus karena metodologi kualitatif

meyakini bahwa sifat masalah yang satu akan berbeda dengan sifat masalah yang lain.

Pendekatan penelitian kuantitatif adalah pendekatan yang didasarkan pada filosofi positivisme, digunakan untuk meneliti populasi atau sampel tertentu, pengumpulan data menggunakan alat ukur penelitian (instrumen), analisis data kuantitatif/statistik, dengan tujuan menguji dan membuktikan hipotesis yang telah dibuat/ mengatur. Secara umum metode kuantitatif terdiri dari metode survei dan metode eksperimen.

Metode penelitian survei adalah pendekatan penelitian kuantitatif yang digunakan untuk memperoleh data yang terjadi di masa lalu atau sekarang, tentang keyakinan, pendapat, karakteristik perilaku, hubungan variabel dan untuk menguji beberapa hipotesis tentang variabel sosiologis dan psikologis dari sampel yang diambil dari populasi tertentu. Teknik pengumpulan data dengan cara observasi (wawancara atau angket) dan hasil penelitian cenderung digeneralisasikan.

Uji Validitas dan Reliabilitas

Uji validitas dilakukan untuk mengetahui apakah interpretasi responden terhadap daftar pertanyaan mendefinisikan masing-masing variabel. Suatu instrumen penelitian dapat dikatakan valid jika tesnya dilakukan dengan korelasi antara skor soal dengan skor total konstruk (variabel) atau interpretasi seorang responden sama. Jika r tabel $< r$ hitung maka dapat dikatakan valid, tetapi jika r tabel $> r$ hitung maka instrumen dikatakan tidak valid. Berikut adalah rumus perhitungan menggunakan Korelasi Pearson (Product Moment):

$$r_{xy} = \frac{n\sum xy - (\sum x) - (\sum y)}{\sqrt{[n\sum x^2 - (\sum x)^2][n\sum y^2 - (\sum y)^2]}}$$

(Sumber : Ghozali, 2016)

r_{xy} = Koefisien validitas

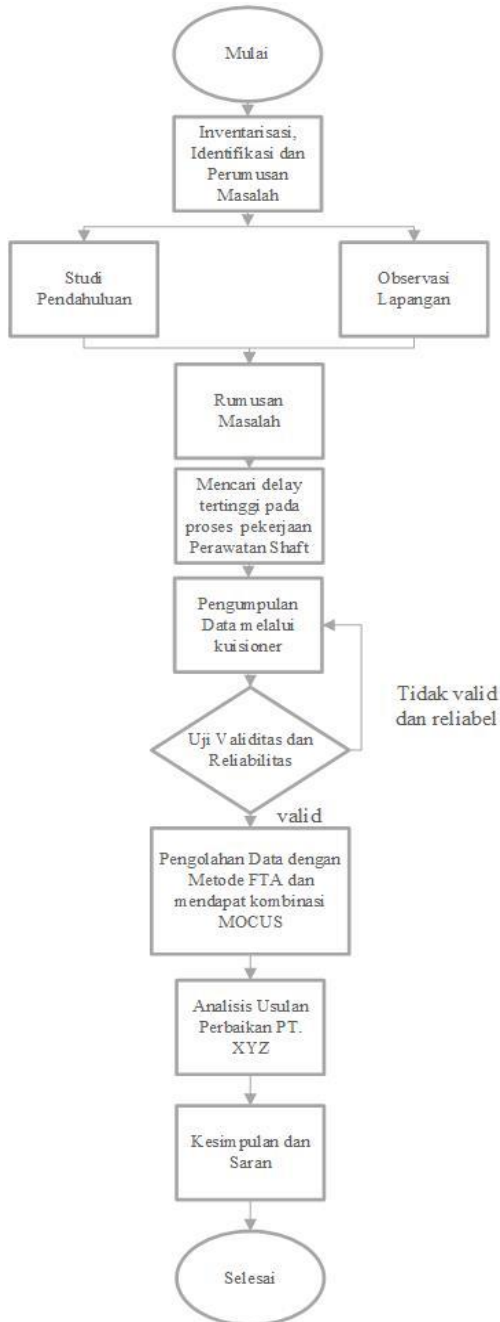
x = Nilai pembanding

y = Nilai dari instrumen yang akan dicari validitas

n = Jumlah subyek

Uji reliabilitas diperlukan untuk mengukur apakah pernyataan yang digunakan dalam angket reliabel. Menurut Ghozali (2016), reliabilitas adalah alat untuk mengukur kuesioner sebagai indikator suatu variabel atau konstruk. Kuesioner dapat dikatakan reliabel (reliable) jika jawaban seseorang terhadap setiap pertanyaan konsisten.

METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 3. Flowchart Penelitian Identifikasi Masalah

Diagram fishbone adalah diagram yang dikembangkan oleh Kaoru Ishikawa. Diagram fishbone digunakan untuk menunjukkan penyebab potensial dari sebuah kejadian yang spesifik. Diagram ini di gunakan biasanya pada desain produk dan dalam mencari kecacatan dalam suatu pengendalian kualitas suatu produk. Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan The 5 Ms fishbone type dimana biasanya di gunakan dalam industri manufaktur dimana dalam 5 M ini menyangkut pada 5 faktor yaitu manpower, mesin, material, metode, dan media (inspeksi atau lingkungan).

Dapat digunakan pada tahap perbaikan ini. (1) Apa, apa target utama peningkatan kualitas? (2) Mengapa, mengapa rencana aksi diperlukan? (3) Di mana, di mana rencana itu dilaksanakan? (4) Siapa, siapa yang akan mengerjakan kegiatan yang direncanakan? (5) Kapan, kapan tindakan ini akan dilakukan? (6) Bagaimana, bagaimana cara mengerjakan rencana tersebut?

Data yang diperlukan

- Responden karyawan di PT. XYZ pada kuesioner
- Jadwal Induk KMP Portlink III

Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan Fault Tree Analysis dimana analisis ini paling cocok digunakan untuk menganalisis proses dan melakukan perbaikan pada suatu sistem untuk melihat kemungkinan kegagalan yang terjadi pada sistem. Fault Tree Analysis (FTA) adalah metodologi analitik yang menggunakan model grafis untuk menunjukkan analisis proses secara visual. FTA memungkinkan untuk identifikasi peristiwa kegagalan berdasarkan penilaian kemungkinan kegagalan. (Dewi, 2005)

Dan setelah dilakukan analisa maka metode set digunakan untuk mencari daftar kejadian yang akan terjadi dimasa yang akan datang setelah analisa diatas dilakukan. Sehingga dengan adanya hal tersebut maka keterlambatan yang terjadi pada pekerjaan pemeliharaan poros kapal dapat dilihat dari basic incident hingga central incident guna mendapatkan kesimpulan dan usulan untuk rencana kedepan galangan yang diharapkan bersifat jangka pendek dan solusi jangka panjang agar galangan kapal kedepannya memiliki masa depan yang cerah untuk pelayaran. Indonesia.

Hasil Pengolahan Data

Berdasarkan hasil pengumpulan dan pengolahan data terkait, maka peneliti melakukan pengolahan data lebih lanjut. Hasil pengolahan data ini berupa diagram pohon yang berisi sumber permasalahan yang menjadi penyebab keterlambatan yang terjadi pada pekerjaan pemeliharaan poros KMP Portlink III. Setelah diagram, proposal jangka pendek dan jangka panjang harus diambil oleh galangan kapal untuk meminimalkan keterlambatan yang terjadi dalam pekerjaan proyek

ANALISIS DAN PEMBAHASAN DATA

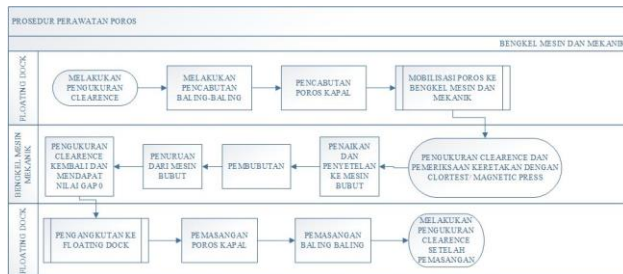
Pelaksanaan pekerjaan perawatan poros kapal KMP Portlink III di PT. XYZ

Dari master schedule KMP Portlink III di PT. XYZ. Data yang diambil adalah berdasarkan docking report di RenWas XYZ. Data schedule yang membuktikan keterlambatan serta kegagalan sistem dari perusahaan untuk perbaikan propulsi kapal KMP Portlink III ini sebagai berikut. Untuk kelengkapan

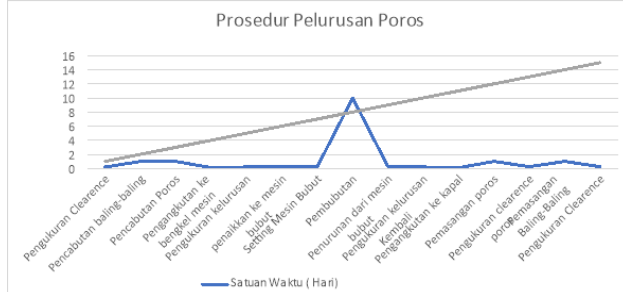
master schedule KMP Portlink III ini dapat di lihat dalam lampiran.

Tabel 1. Keterlambatan pada Master Schedule

No.	Jadwal pada master schedule perencanaan	Kenyataan realita lapangan pengerjaan	Keterlambatan (hari)	Keterangan
1	Dilakukan dalam 18 hari	Dilakukan dari 15 Maret 2021 – 24 April 2021	Keterlambatan 22 hari dari perhitungan	Tidak dilakukan pekerjaan tambahan

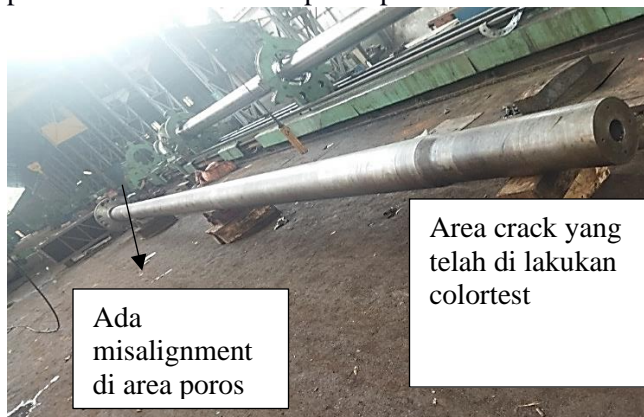


Gambar 4. Flowchart Prosedur Perawatan Poros



Gambar 5. Grafik waktu prosedur perawatan poros

Pada gambar 6 ini prosedur pengangkutan poros telah di lakukan dan poros yang bengkok tersebut akan di lakukan pengukuran clearance. Pengukuran clearance ini di lakukan guna mengetahui berapa banyak brilling yang akan di lakukan serta titik titik yang akan di lakukan brilling tersebut. Pada hal ini maka penulis sajikan data arrangement dan report intermediate shaft dan propeller shaft baik pada port side (kiri) dan Starboard side (kanan) serta pembagian section/bagian per bagian poros kapal yang akan dilakukan pembubutan dalam satu poros penuh tersebut.



Gambar 6. Bukti Kerusakan Poros dan tindakan perawatan yang akan di lakukan

Faktor pengaruh yang mengakibatkan keterlambatan pekerjaan perawatan poros kapal KMP Portlink III di PT. XYZ

Setelah pengumpulan data terjadinya delay pembubutan tersebut maka dilakukan identifikasi secara langsung melalui fishbone diagram untuk menganalisa seluruh komponen yang menjadi faktor kelambatan pembubutan tersebut. Penggunaan fishbone diagram untuk menemukan akar penyebab masalah secara user friendly.(Djamal, 2013) Suatu Tindakan dan Langkah yang memajukan akan lebih mudah kita tentukan dan laksanakan apabila akar penyebab dan masalah dari semua masalah ini di temukan. Dan untuk menemukan akar penyebab dari masalah yang terjadi maka dilakukan dengan penggunaan diagram fishbone.

Dalam diagram Fault Tree Analysis (FTA) di perlukannya penentuan Top Event atau yang biasa di sebut puncak sebuah masalah yang menyebabkan keterlambatan pekerjaan perawatan poros kapal. Maka dalam prosedur perawatan poros yang membutuhkan waktu tertinggi adalah prosedur pembubutan yang waktu sepuluh hari pada sub-bab sebelumnya. Maka di tentukan puncak masalahnya atau Top Event adalah pembubutan poros yang memakan waktu banyak untuk di optimalkan.



Gambar 7. Fishbone Diagram analisis masalah

Dari data kuisisioner diatas yang sudah dijawab oleh responden maka di haruskan pengujian validitas dan reabilitas untuk menandakan dan pernyataan bahwa kuisisioner yang terisi tersebut valid dan dapat dilakukan untuk melakukan pengolahan data. Validitas merupakan ukuran ketepatan atau kecermatan suatu instrument dalam pengukuran. Uji reliabilitas ini digunakan dalam upaya mencari tahu suatu konsistensi alat ukur. Dalam hal ini menandakan alat pengukur yang digunakan dapat diandalkan dan tetap konsisten jika melakukan pengukuran ulang pada alat tersebut.

Tabel 2. Uji Validitas Kuisiонер

Pekerjaan	Nilai Korelasi Pearson Hitung	Nilai Korelasi Pearson Tabel	Keterangan
Man1	0.394	0.361	Valid
Man2	0.753	0.361	Valid
Man3	0.614	0.361	Valid
Man4	0.625	0.361	Valid
Environment1	0.785	0.361	Valid
Environment2	0.782	0.361	Valid
Environment3	0.785	0.361	Valid
Material1	0.479	0.361	Valid
Material2	0.406	0.361	Valid
Material3	0.467	0.361	Valid
Method1	0.679	0.361	Valid
Method2	0.746	0.361	Valid
Method3	0.766	0.361	Valid
Machine1	0.800	0.361	Valid
Machine2	0.778	0.361	Valid
Machine3	0.800	0.361	Valid
Machine4	0.798	0.361	Valid

Reliability

Scale: ALL VARIABLES

Case Processing Summary

	N	%
Cases		
Valid	30	100.0
Excluded ^a	0	.0
Total	30	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.923	17

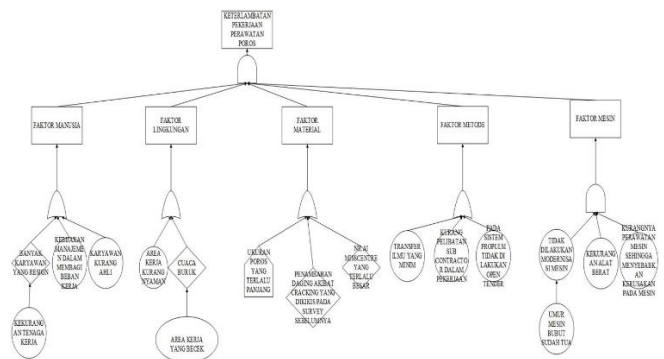
Item-Total Statistics

	Scale Mean if Item Deleted	Scale Variance if Item Deleted	Corrected Item-Total Correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
X01	42.9000	93.334	.320	.926
X02	44.4667	83.361	.697	.917
X03	43.0333	91.137	.568	.920
X04	44.2000	86.579	.549	.921
X05	43.4333	85.978	.746	.915
X06	43.4000	86.731	.745	.915
X07	43.6000	85.490	.745	.915
X08	43.1333	91.982	.412	.923
X09	43.1667	93.040	.331	.926
X10	43.2000	92.166	.398	.924
X11	43.7667	88.323	.629	.918
X12	43.8333	85.799	.698	.916
X13	43.7333	87.375	.728	.916
X14	43.2333	88.254	.773	.915
X15	43.3000	87.390	.744	.915
X16	43.2333	88.254	.773	.915
X17	43.5667	85.840	.762	.915

Gambar 8. Uji Reliabilitas Kuisiонер

Tabel 3. Probabilitas hasil frekuensi kuisiонер

No	Kode	Jenis Faktor Penyebab Penghambat Pekerjaan Perawatan Poros Kapal di PT. XYZ	Frekuensi	Probabilitas (P)
1.	Man1	Kekurangan Operator	0.833	0.081
2.	Man2	Sebagian karyawan yang mengundurkan diri	0.267	0.026
3.	Man3	Kebijakan manajemen	0.733	0.071
4.	Man4	Keahlian yang rendah	0.266	0.026
5.	Environment1	Lingkungan kerja yang kurang nyaman	0.666	0.065
6.	Environment2	Area kerja becek	0.666	0.065
7.	Environment3	Cuaca Buruk	0.566	0.055
8.	Material1	Poros kapal yang terlalu Panjang	0.766	0.075
9.	Material2	Diameter yang terkikis akibat cracking pada poros	0.8	0.078
10.	Material3	Nilai Miss Centre poros yang terlalu besar	0.8	0.078
11.	Method1	Transfer ilmu yang minim	0.4	0.038
12.	Method2	Poros yang dikerjakan pada proyek hanya terpaku pada satu perusahaan	0.3	0.029
13.	Method3	Kurang melibatkan sub-contractor	0.333	0.032
14.	Machine1	Mesin bubut yang sudah tua	0.8	0.078
15.	Machine2	Tidak dilakukan modernisasi alat	0.766	0.075
16.	Machine3	Kekurangan alat berat	0.8	0.078
17.	Machine4	Perawatan mesin bubut yang minim	0.5	0.048
	Jumlah		10.27	



Gambar 10. Fault Tree Diagram Perawatan Poros

Maka faktor penyebab masalah dari keterlambatan proyek perawatan poros ini yang di lihat dari minimal cut set yang terjadi adalah dengan kombinasi yang memiliki ketidaktersediaan yang tinggi di angka 0.1363968

Enviro1.Machine3.Man2.Material2.Method1
 Enviro1.Machine2.Man2.Material2.Method1
 Enviro1.Machine3.Man2.Material3.Method1
 Enviro1.Machine2.Man2.Material3.Method1
 Enviro2.Machine3.Man2.Material2.Method1
 Enviro2.Machine2.Man2.Material2.Method1
 Enviro2.Machine3.Man2.Material3.Method1
 Enviro2.Machine2.Man2.Material3.Method1

Usulan perbaikan pekerjaan perawatan poros KMP Portlink III di PT. XYZ

Berdasarkan diagram Fault Tree Analysis (FTA) yang telah dibuat pada sub bab sebelumnya, didapatkan hasil analisis faktor delay yang terjadi. Setelah dilakukan Fault Tree Analysis (FTA) maka dilakukan tabel *Failure Mode And Effect Analysis* (FMEA) yang berfungsi dalam memberikan bobot pada nilai Severity (S), Occurance (O), dan Defection (D). berdasarkan potensi efek kegagalan, penyebab kegagalan, nilai RPN (*Risk Priority Number*). Untuk kejelasan data dan Master Schedule terdapat pada lampiran penelitian. Angka pembobotan yang digunakan dalam analisis FMEA (*Failure Mode And Effect Analysis*) diperoleh dari hasil observasi dan wawancara serta diskusi dengan pihak terkait di PT. XYZ.

Dari data hasil analisa FMEA pada lampiran (*Failure Mode And Effect Analysis*) didapatkan nilai RPN (*Risk Priority Number*) dari yang tertinggi sampai yang terendah untuk proyek perawatan poros dengan 5 faktor kegagalan yaitu Manusia, Lingkungan, Bahan, Metode, dan Mesin:

1. Dari analisis FMEA (*Failure Mode And Effect Analysis*), faktor manusia yang memiliki nilai RPN (*Risk Priority Number*) tertinggi adalah banyak karyawan yang mengundurkan diri dari PT. XYZ dengan nilai RPN (*Risk Priority Number*) sebesar 900.
2. Dari analisis FMEA (*Failure Mode And Effect Analysis*), faktor lingkungan yang memiliki nilai RPN (*Risk Priority Number*) tertinggi adalah area kerja yang berlumpur di bengkel mekanik PT. XYZ yang dapat menyebabkan kesulitan kerja dan korsleting pada mesin yang terkena hujan. Faktor ini bernilai RPN (*Risk Priority Number*) 343.
3. Dari analisis FMEA (*Failure Mode And Effect Analysis*), faktor material yang memiliki nilai RPN (*Risk Priority Number*) tertinggi adalah poros memiliki abrasi yang tinggi akibat pemakaian di kapal yang membuat poros berbentuk oval sehingga berputar untuk mengembalikannya ke putaran penuh

menyebabkan kesulitan pada pekerjaan perawatan poros ini. Faktor ini bernilai RPN (*Risk Priority Number*) 405.

4. Dari analisis FMEA (*Failure Mode And Effect Analysis*), faktor metode yang memiliki nilai RPN (*Risk Priority Number*) tertinggi adalah transfer pengetahuan yang minimal, dalam hal ini transfer pengetahuan tidak terjadi karena tidak adanya lowongan pekerjaan oleh PT. XYZ sudah lama tidak melakukan apa-apa yang bisa menyebabkan kekuatan perusahaan turun di area perbaikan propulsi. Faktor ini bernilai RPN (*Risk Priority Number*) 200.

5. Dari analisis FMEA (*Failure Mode And Effect Analysis*), faktor mesin yang memiliki nilai RPN (*Risk Priority Number*) tertinggi adalah mesin tua tanpa adanya modernisasi alat di bengkel mesin mekanik PT. XYZ yang dapat menyebabkan pekerjaan yang harus dilakukan full manual dan efektifitas kerja mesin menjadi rendah karena usia mesin. Faktor ini bernilai RPN (*Risk Priority Number*) 648.

Tabel 4. Usulan Perbaikan

Jenis Faktor Kegagalan	Faktor Penyebab Potensial	Usulan Perbaikan
Faktor Manusia	Karyawan banyak yang mengundurkan diri	Melakukan perekrutan tenaga kerja dengan skala besar
Faktor Lingkungan	Area Kerja Becek	Memperbaiki atap dan kanopi di areal bengkel
Faktor Material	Diameter yang terkikis akibat cracking pada poros	Melakukan magnetic test lalu mengerinda crack tersebut sampai tidak terlihat
Faktor Metode	Transfer ilmu yang minim antara pekerja senior dan pekerja junior	Melakukan perekrutan tenaga kerja dengan skala besar agar adanya transfer ilmu pada pekerja baru agar kekuatan perusahaan di bidang perbaikan propulsi dapat di pertahankan
Faktor Mesin	Mesin yang sudah tua	Melakukan modernisasi alat dan mesin

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan selama pekerjaan pemeliharaan poros di PT. Kesimpulan XYZ yang dapat ditarik adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil pemetaan waktu pekerjaan pemeliharaan poros yang dilakukan pada penelitian ini maka didapatkan hasil bahwa turning merupakan pekerjaan dengan downtime paling tinggi dengan waktu yang memakan waktu hingga 10 hari diantara semua prosedur yang dilakukan pada rangkaian yang harus dilakukan pembubutan ini sebaiknya dilakukan maksimal dalam waktu 3-4 hari.
2. Berdasarkan analisa yang telah dilakukan dengan menggunakan FTA (*Fault Tree Analysis*) faktor-faktor penyebab keterlambatan pekerjaan pemeliharaan poros di PT. XYZ yang memiliki

probabilitas delay tertinggi adalah kurangnya operator di bengkel mesin dan mekanik PT. XYZ. Sehingga keterlambatan yang terjadi pada pekerjaan pemeliharaan poros tahunan di PT. XYZ disebabkan oleh kurangnya operator di lapangan dengan nilai probabilitas 0,081 untuk kendala ini dan kurangnya alat berat di bengkel dengan nilai probabilitas 0,078.

3. Berdasarkan usulan perbaikan yang dapat dilakukan untuk melakukan perbaikan pada faktor manusia, lingkungan, metode, material, mesin berdasarkan RPN (Risk Priority Number) terbesar dari hasil analisis FMEA (Failure Mode And Effect Analysis), mereka adalah sebagai berikut:

1. Diperoleh nilai RPN (Risk Priority Number) dimana kekurangan operator sebagai hasil analisis FMEA (Failure Mode And Effect Analysis) sebagai faktor utama yang harus diprioritaskan. Dimana nilai angka RPN yang dihasilkan adalah dengan nilai 900 yang merupakan tertinggi dari faktor lainnya. Dengan upaya perbaikan dengan melakukan rekrutmen besar-besaran untuk menambah jumlah karyawan dibandingkan dengan mengikutsertakan subkontraktor dari pihak ketiga.

DAFTAR PUSTAKA

Andrews, John. (1998) Method Obtain Cut Sets, Dynamic fault tree models for *Fault Tree Analysis* IEEE Transactions on Reliability, Vol. 41. No. (3). 366-37

Aris Yulianto dan Iwan Krisnadi. 2019. Strategi Perawatan Kapal Dengan Metode Sistem Pakar di PT. Pertamina (Persero). [Jurnal]. Jakarta : Universitas Mercu Buana.

Biro Klasifikasi Indonesia. 2022. Volume I: Rules for Classification and Surveys. Jakarta : Indonesia.

Biro Klasifikasi Indonesia. 2022. Volume III: Rules for Machinery Installations. Jakarta : Indonesia.

Budie Santosa. 2014. Pemeriksaan dan Perbaikan Kapal. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh November.

Dewi, L.T., dan Dewa, P.K., (2005), Implementasi *Fault Tree Analysis* Pada Sistem Pengendalian Kualitas Prosiding Seminar Nasional II, Forum Komunikasi Teknik Industri, Yogyakarta

Dhillon(1986). Perhitungan probabilitas terjadinya output fault event dari gerbang AND dan OR tersedia:

<http://www.gerbanglogika.com/faulttree>

Djamal, Nugraheni dan Rifki Azizi., (2015), IDENTIFIKASI DAN RENCANA PERBAIKAN PENYEBAB DELAY PRODUKSI MELTING PROSES DENGAN KONSEP *FAULT TREE ANALYSIS* (FTA) di PT. XYZ. Serang : Universitas Serang Raya.

Gaspersz, V. (2002). Total Quality Management. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.

Ghivaris. G. A., Soemadi. K., Desrianty. A., (2015). Usulan Perbaikan Kualitas Proses Produksi Rudder Tiller Di PT. PINDAD Bandung Menggunakan FMEA Dan FTA. Jurnal Teknik Industri Institut Teknologi Nasional (Itenas) Bandung. Reka Integra ISSN: 2338-5081. Vol.03 No.04.

Ghozali, Imam. 2016. Aplikasi Analisis Multivariete Dengan Program IBM SPSS 23 (Edisi 8). Cetakan ke VIII. Semarang : Badan Penerbit Universitas Diponegoro.

Margalando Mardha Supha. 2016. ANALISA MISALIGNMENT SHAFT PROPELLER DENGAN METODE TORSI VIBRATION ANALISIS. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh November.

Papadopoulos, (2004), fault and event tree analysis "Uncertainty handling formulation analysis". Vol. 31, No. (1), 86-107.

Peeters, J.F.W., R.J.I Basten, and T. Tinga., (2018), Improving failure analysis efficiency by combining FTA and FMEA in a recursive manner, Netherlands : Elsevier.

Rachman, Ayunisa dkk., (2016), PERBAIKAN KUALITAS PRODUK UBIN SEMEN MENGGUNAKAN METODE FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS DAN FAILURE TREE ANALYSIS DI INSTITUSI KERAMIK, Bandung : Institut Teknologi Nasional.

Stamatis, D.H., (1995) Failure Mode And Effect Analysis : FMEA from Theory to Execution, Milwaukee : ASQC Quality,

Sudjoko, 1999. Total Produktif perawatan kapal. Jakarta. (P. 2).

Sugiyono. (2012). Memahami Penelitian Kualitatif. Bandung: Alfabeta.

Supandi. 1990. Manajemen Perawatan Industri. Bandung. (P. 99).

Suyadi. (2013). PEMBENTUKAN GEOMETRI PAHAT BUBUT PADA PROSES PERAUTAN MODEL POROS PROPELLER, Surabaya : UPT Balai Pengkajian dan Penelitian Hidrodinamika, BPPT.