



## Analisis Perawatan *Cutter Section Dredger* Dengan Metode FMEA dan OEE

**Intan Hardiatama<sup>\*1</sup>, Norman Audi Erlangga Pradipta Yudah<sup>2</sup>, Robertus Sidartawan<sup>3</sup>, Hari Arbiantara Basuki<sup>4</sup>, Franciscus Xaverius Kristianta<sup>5</sup>**

<sup>1,2,3,4,5</sup>Jurusan Teknik Mesin Universitas Jember; Kampus Tegalboto, Jl. Kalimantan No. 37 Sumpersari Jember, telp/fax: 0331-484977

e-mail: <sup>\*1</sup>[intan.hardiatama@unej.ac.id](mailto:intan.hardiatama@unej.ac.id), <sup>2</sup>[normanaudi424@gmail.com](mailto:normanaudi424@gmail.com), <sup>3</sup>[sidartawan@unej.ac.id](mailto:sidartawan@unej.ac.id), <sup>4</sup>[hariarbi.teknik@unej.ac.id](mailto:hariarbi.teknik@unej.ac.id), <sup>5</sup>[kristianta.teknik@unej.ac.id](mailto:kristianta.teknik@unej.ac.id)

### Abstrak

Perkembangan teknologi dan industri saat ini diikuti dengan meningkatnya permintaan dari industri bahan tambang atau mineral, salah satunya adalah timah. Indonesia, sebagai negara penghasil timah terbesar kedua di dunia memegang peranan yang sangat penting dalam perkembangan teknologi dan industri di dunia. Di Indonesia, penambangan timah dilakukan oleh beberapa perusahaan, salah satunya adalah PT Timah (Persero) Tbk. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektifitas sistem alat keruk KIP 17 sebesar 77% dan komponen kritis yang didapat adalah shaft dan joint pada pompa. Hasil analisis menggunakan diagram Fishbone menunjukkan bahwa kualitas baut dan mur dan seal yang digunakan tidak baik. Dengan hasil penelitian tersebut, disarankan untuk menambah personel khususnya dalam kegiatan perawatan, serta meningkatkan kualitas mur, baut, dan seal agar tidak menyebabkan masuknya air yang dapat merusak komponen inti.

**Kata kunci**—Pertambangan, FMEA, Alat Keruk

### Abstract

The development of technology and industry is currently being followed by increasing demand from the industry for mining or mineral materials, one of which is tin. Indonesia as the second largest tin producing country in the world plays a very important role in the development of technology and industry in the world. In Indonesia, tin mining is carried out by several companies, one of which is PT Timah (Persero) Tbk. This study aims to determine the effectiveness of the KIP 17 dredger system is 77% and the critical components obtained are the shaft and joint on the pump. The results of the analysis using Fishbone diagrams show that the quality of bolts and nuts and seals used is not good. With the results of the study, it is recommended to increase personnel, especially in maintenance activities, and to improve the quality of nuts, bolts, and seals so as not to cause water to enter which can damage core components.

**Keywords**—Mining, FMEA, Dredger

## 1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi serta industri saat ini diikuti dengan bertambahnya permintaan dari industri untuk bahan tambang ataupun mineral, salah satunya yaitu timah. Indonesia sebagai negara penghasil timah terbesar kedua di dunia memegang peran yang sangat penting dalam perkembangan teknologi serta industri di dunia [1].

Timah dibutuhkan oleh masyarakat luas karena memiliki nilai guna yang tinggi, terutama pada bidang elektronika. Timah digunakan sebagai material penyambung logam pada proses solder khususnya di industri elektronik. Timah juga banyak digunakan sebagai campuran logam karena sifatnya yang lunak dan ringan. Industri makanan juga memiliki ketergantungan pada logam timah seperti pada campuran dalam pembungkus makanan yang berbahan dasar plastik [2]. Tingginya ketergantungan masyarakat serta semakin menipisnya cadangan logam di daratan mengharuskan perusahaan penambang untuk memperluas area penambangannya hingga ke laut dengan cara proses pengerukan.

Pemeliharaan merupakan suatu fungsi dalam suatu perusahaan/pabrik yang sama pentingnya dengan fungsi-fungsi lain seperti produksi. Penggunaan mesin/peralatan pada proses produksi akan mengalami kerusakan seiring dengan menurunnya kemampuan mesin tersebut. Usaha untuk dapat menggunakan mesin dengan baik agar kontinuitas produksi dapat terjamin serta untuk dapat memperpanjang usia penggunaannya, maka dibutuhkan kegiatan-kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang tepat dan teratur [3].

Sistem alat keruk memiliki *downtime* yang tinggi tercatat pada bulan Januari – Juli 2020 dengan *downtime* sebesar 296 jam dengan presentase 15.77% dari seluruh *downtime* dari KIP 17, dokumen perusahaan (2020). Bidang keteknikan UPLB telah menjadwalkan perawatan mingguan, bulanan dan reparasi tahunan guna menjaga performa seluruh sistem dari kapal isap, agar produksi bisa berjalan dengan maksimal dan mencapai jumlah produksi yang ditargetkan. Perawatan mingguan terkait pelumasan, pengecekan dan penggantian pada komponen telah dijadwalkan. Kasus *downtime* yang terjadi seperti *cutter head* terlepas, *trouble* pada *block bearing*, kebocoran pada rangkaian pipa dan lubang hisap yang tersumbat. Untuk mengurangi nilai dan frekuensi *downtime* tersebut perusahaan perlu menerapkan analisis FMEA guna mengidentifikasi prioritas dalam melakukan perawatan.

Penelitian tentang analisis perawatan dengan mendeteksi risiko kegagalan pada mesin atau alat dapat digunakan dengan metode FMEA. Hasil yang didapatkan berupa tiga komponen penting yang harus di prioritaskan dalam perawatannya yaitu pada *stick cylinder*, penyaring bahan bakar dan *oil pan* [4]. Penggunaan metode FMEA selain di mesin industri juga banyak digunakan untuk menganalisis perencanaan perawatan preventif pada mesin kapal. Hasil dari metode FMEA dapat mengidentifikasi prioritas dari komponen stainer menjadi paling tinggi nilai RPN (*Risk Priority Number*) dibandingkan komponen lainnya [5]. Penelitian Dinda et al [6] pada perusahaan produksi filter rokok di Surabaya menggunakan metode OEE dan FMEA, menghasilkan nilai rata-rata tingkat efektifitas mesin Dual Filters DD07 selama masa penelitian adalah sebesar 26.22%, dengan rata-rata nilai *availability* 69.88%, *performance* 45.37% dan *quality* 89.06%. Dari penggunaan FMEA diketahui bahwa penyebab kegagalan sesuai urutan prioritas adalah settingan belt tiap operator berbeda, pengaturan timer tidak sesuai dan pisau hopper tumpul.

Berdasarkan paparan di atas maka perlu adanya metode untuk perhitungan efektifitas dan metode menentukan pemilihan atau prioritas pada perawatan komponen sistem alat keruk pada Kapal Isap produksi (KIP). Tujuan pada penelitian ini yaitu untuk mengitung efektifitas menggunakan metode OEE dan mengidentifikasi komponen pada sistem alat keruk pada KIP yang memiliki nilai kritis berdasarkan perhitungan FMEA sehingga dapat dijadikan prioritas pada perawatan.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di bidang Keteknikan Unit Produksi Laut Bangka (UPLB) PT. TIMAH Persero Tbk yang berlokasi di Kuto Panji, Belinyu, Kabupaten Bangka, kepulauan Bangka-Belitung pada bulan Juli – agustus 2021. Penelitian yang dilakukan di PT. TIMAH Persero Tbk ini bersifat deskriptif (*descriptive research*) yang berusaha untuk mencoba pemecahan masalah yang ada berdasarkan data yang ada. Objek Penelitian pada penelitian ini adalah sistem alat keruk pada Kapal Isap Produksi 17 (KIP 17) berjenis kapal *Cutter Suction Dredger* milik PT. TIMAH Persero Tbk.

Prosedur penelitian merupakan langkah-langkah yang dilakukan pada saat penelitian yang terdiri dari persiapan penelitian, tahapan pengambilan data, tahapan analisa data, hipotesis, kesimpulan serta saran.

### a. Persiapan Penelitian

Persiapan penelitian dilakukan dengan cara studi literatur dan observasi ataupun studi lapangan. Studi literatur dilakukan dengan cara mencari data melalui beberapa referensi seperti jurnal, buku, maupun data resmi dari perusahaan. Sedangkan observasi dilakukan dengan cara mencari perusahaan yang bersedia untuk dilaksanakan studi lapangan sesuai dengan topik penelitiannya.

### b. Tahapan Pengambilan Data

Ada 2 jenis pengambilan data dalam penelitian ini yaitu primer dan sekunder. Data primer merupakan data yang diperoleh peneliti secara langsung melalui hasil wawancara dengan pihak perusahaan yang terkait maupun melalui observasi di lapangan. Sedangkan data sekunder merupakan data yang diperoleh peneliti dari laporan perusahaan yaitu data *maintenance* dan data produksi. Dari penelitian ini digunakan data primer dan sekunder.

### c. Tahapan Analisis Data

Tahapan analisis data yang dilakukan dengan menganalisis data *downtime* dan *breakdown* di Sistem Alat Keruk KIP 17 yang diproses dengan metode *Fault Method and Effect Analysis*, *Six Big Losses*, dan membuat *fishbone diagram*.

### d. Usulan

Setelah mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi kegagalan pada Sistem Alat Keruk KIP 17 maka dibuat laporan yang berguna untuk mengatasi faktor dari permasalahan tersebut.

### e. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian berdasarkan pada uji hipotesis yang hasilnya bisa menunjukkan diterima atau tidaknya uji hipotesis tersebut.

### f. Saran

Hasil dari penelitian ini nantinya dapat digunakan sebagai acuan perbaikan dan perawatan untuk perusahaan

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data adalah proses mencari data yang dibutuhkan dalam penelitian baik data sekunder yang dimiliki PT Timah Persero Tbk Indonesia maupun data primer berdasarkan pengamatan langsung dan wawancara dengan masinis maupun abk. Data yang dicari adalah data periode bulan juli 2020 – juni 2021. Data Available Sistem alat keruk dapat dilihat pada tabel 1. Data *Planned Downtime* dapat dilihat pada tabel 2. Data *Unplanned Downtime* dapat dilihat pada tabel 3 dan data hasil produksi dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 1 *Available Time*

No.	Bulan	Hari Kerja	Available Time (jam)
1.	Juli	31	744
2.	Agustus	31	744
3.	September	30	720
4.	Oktober	31	744
5.	November	30	720
6.	Desember	31	744
7.	Januari	31	744
8.	Februari	28	672
9.	Maret	31	744
10.	April	30	720
11.	Mei	31	744
12.	Juni	30	720

Tabel 2. *Planned Downtime*

No.	Bulan	Planned Down Time (Jam)
1	Juli	139
2	Agustus	69.5
3	September	35.5
4	Oktober	95
5	November	65
6	Desember	384
7	Januari	545
8	Februari	5.5
9	Maret	46
10	April	23
11	Mei	23
12	Juni	84

Tabel 3. *Unplanned Downtime*

No.	Bulan	Unplanned Down Time (Jam)
1	Juli	29
2	Agustus	32
3	September	66
4	Oktober	17.5
5	November	45.5
6	Desember	22.5
7	Januari	21
8	Februari	49.5
9	Maret	46
10	April	25
11	Mei	40
12	Juni	40.5

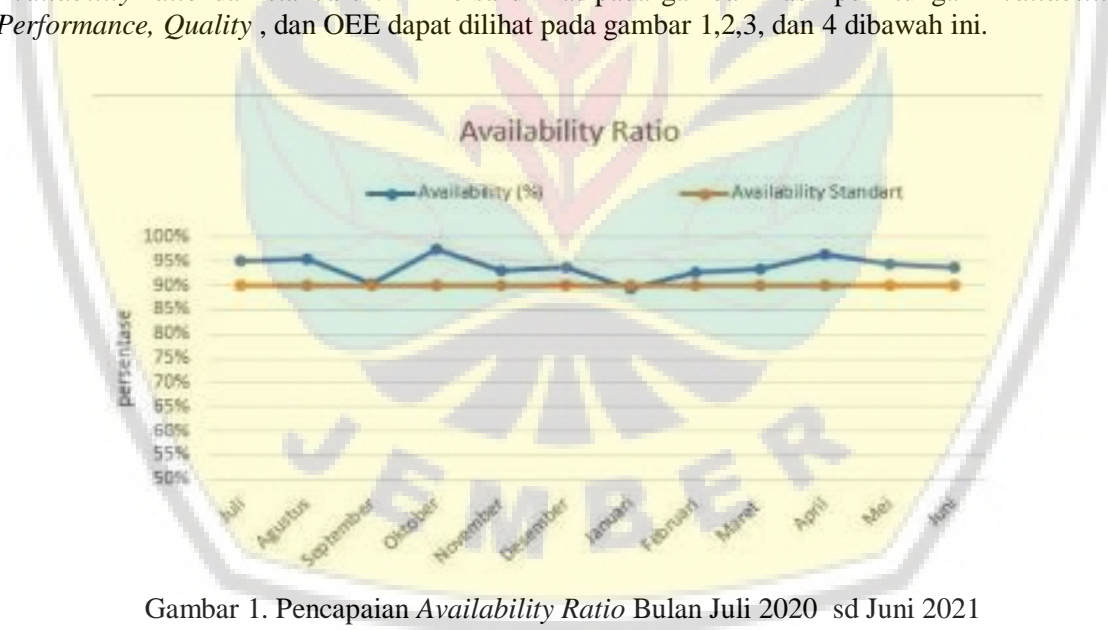
Tabel 4. Hasil Produksi

No.	Bulan	Jumlah Produksi (ton)	Rencana (ton)
1	Juli	20	20
2	Agustus	15	20
3	September	25	22
4	Oktober	30	22
5	November	22	22
6	Desember	5	22
7	Januari	7	22
8	Februari	25	22
9	Maret	20	23
10	April	14	23
11	Mei	15	25
12	Juni	25	25

3.2 Hasil Penelitian

3.2.1 Perhitungan Nilai OEE

Setelah didapatkannya data *Available*, *Downtime*, *Unplanned Downtime*, dan jumlah Produksi dari sistem alat keruk KIP 17 maka nilai efektivitas dapat dihitung. Untuk menghitung *Availability* dibutuhkan perhitungan *Availability*, *Performance*, dan *quality* terlebih dahulu. Nilai JIPM untuk *availability ratio* adalah 90% [7]. Untuk diagram perbandingan antara *Availability ratio* dan standar JIPM bisa dilihat pada gambar Hasil perhitungan *Availability*, *Performance*, *Quality*, dan OEE dapat dilihat pada gambar 1,2,3, dan 4 dibawah ini.



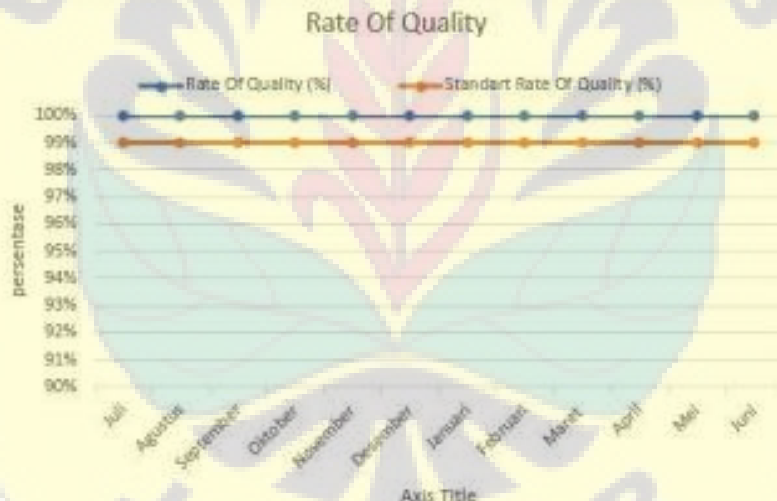
Gambar 1. Pencapaian *Availability Ratio* Bulan Juli 2020 sd Juni 2021

Dari hasil pada grafik dapat dilihat *Availability* berada diatas standar ideal, hasil ini menunjukkan kesiapan sistem alat keruk untuk digunakan produksi.



Gambar 2. *Performance Efficiency* bulan Juli 2020 sd Juni 2021

Dari hasil pada grafik dapat dilihat *performance efficiency* berada dibawah nilai ideal ,hal ini menunjukkan bahwa tingkat produksi tidak sesuai dengan jam kerja.



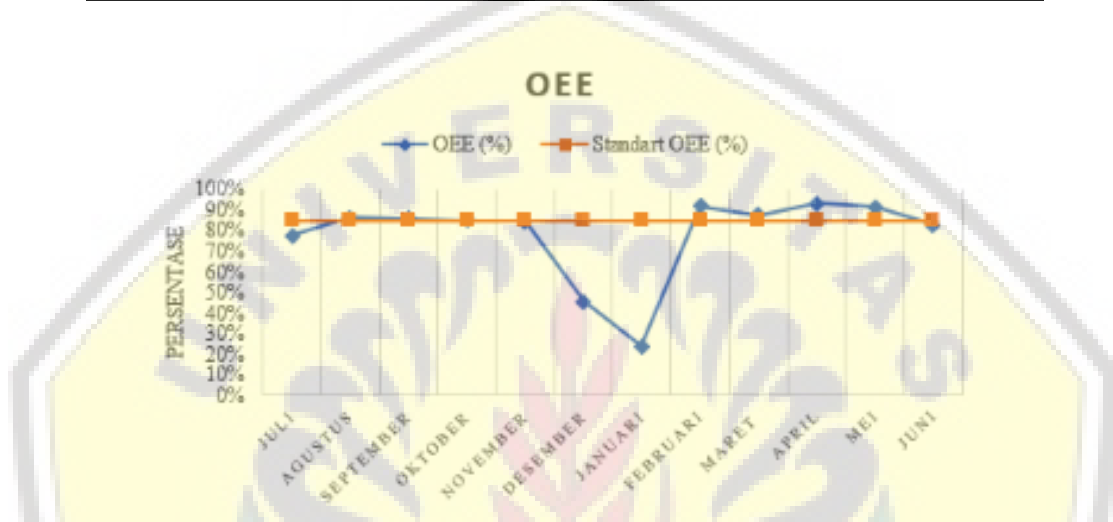
Gambar 3. *Rate Of Quality* bulan Juli 2020 sd Juni 2021

Setelah didapatkan hasil *Availability*, *Performance Efficiency* ,dan *Rate of Quality* maka dapat dilakukan perhitungan OEE. Perhitungan OEE dapat dilihat pada Tabel 5, dan hasil perbandingan nilai OE dengan standar ideal dapat dilihat pada gambar 4.

Tabel 5. OEE bulan Juli 2020 sd Juni 2021

No.	Bulan	Availability (%)	Performance Efficiency (%)	Rate Of Quality (%)	OEE (%)
1	Juli	95%	81%	100%	77%
2	Agustus	95%	91%	100%	86%
3	September	90%	95%	100%	86%

4	Oktober	97%	87%	100%	85%
5	November	93%	91%	100%	85%
6	Desember	94%	48%	100%	45%
7	Januari	89%	27%	100%	24%
8	Februari	93%	99%	100%	92%
9	Maret	93%	94%	100%	88%
10	April	96%	97%	100%	93%
11	Mei	94%	97%	100%	92%
12	Juni	94%	88%	100%	83%



Gambar 4 Perbandingan OEE dengan Standar Ideal

Efektivitas sistem alat keruk berada diantara 24% hingga 93%, masih ada beberapa bulan dibawah efektifitas standar yaitu 85%. Rendahnya efektivitas sistem alat keruk disebabkan *performance efficiency* yang rendah, sedangkan nilai *availability* dan *rate of quality* relatif tinggi .

### 3.2.2 Pengaruh *six big losses*

Untuk mengidentifikasi faktor *six big losses* yang paling mempengaruhi efektifitas mesin, maka dilakukan pengurutan persentase *total time loss* masing-masing faktor *six big losses*. Hasil persentase *total time loss* faktor *six big losses* dapat dilihat pada tabel 6 berikut.

Tabel 6 Identifikasi Six Big Losses

No.	Jenis Losses	Total Time Loss (Jam)	Presentase (%)
1	Equipment Failure	311.0	19%
2	Set Up and Adjusment	123.5	8%
3	Idling and Minor Stoppages	373	23%
4	Reduced Speed	795.73	50%
5	Procces Defect	0	0%
6	Reduced Yield	0	0%
		1603.23	100%

Dari tabel dapat dilihat bahwa faktor yang memiliki persentase terbesar dari keenam faktor tersebut adalah *Reduced Speed* sebesar 50 % artinya bahwa rendahnya nilai *performance system* alat keruk KIP 17 disebabkan oleh kurang idealnya waktu produksi yang terjadi pada sistem alat keruk sehingga mempengaruhi tingkat efektifitas sistem alat keruk. Faktor dengan



persentase terbesar selanjutnya adalah *Idling Minor Stoppages* sebesar 28 % artinya bahwa rendahnya nilai *Performance System* alat keruk KIP 17 disebabkan oleh kejadian cuaca buruk dan kegiatan relokasi, sehingga mempengaruhi tingkat efektifitas sistem alat keruk . Maka dari itu diperlukan analisis lebih lanjut menggunakan *FMEA worksheet* dan penyajian *Fisbone Diagram* (Ishikawa Diagram) untuk lebih memetakan komponen dan mode kegagalan yang menyebabkan kurang maksimalnya efektivitas akibat *Reduced Speed Losses*.

### 3.2.3 Identifikasi FMEA

FMEA menggambarkan tingkat keseringan kejadian *occurrence*, *severity*, dan *detection* yang dinyatakan dengan nilai RPN (*Risk Priority Number*). FMEA dapat mengevaluasi dan menganalisis komponen pada sistem sehingga dapat meminimalkan risiko atau efek dari suatu tingkat kegagalan sebagai metode pendukung penilaian performansi pada suatu sistem [8] .FMEA dilakukan untuk mengurangi *reduced speed* yang mengakibatkan *performance* sistem alat keruk rendah. Berdasarkan tabel tersebut dan hasil wawancara dengan kepala mesin (masinis) dan operator maka dapat dijelaskan nilai *occurrence*, *severity*, dan *detection* pada tabel 7 sebagai berikut.

Tabel 7 Identifikasi FMEA

no	Komponen	Function	Function Failure	Failure Mode	Failure Effect	S	O	D	RPN
1	Cutter	Menghancurkan lapisan tanah, justak dilasap	Tidak dapat berputar menghancurkan lapisan tanah	Pisau Cutter tumpul / patah	Cutter Tidak bisa digerakkan , kapal berhenti produk	6	6	2	72
				baut dan mur patah menyebabkan cutter terlepas dariudukan		5	5	2	50
2	Blok Bearing	Untuk mentransmisikan daya agar cutter dan pompa tanah berputar	Tidak dapat menyebarkan daya untuk memutar Cutter dan pompa	bearing rusak	Cutter dan pompa tanah tidak dapat berfungsi dengan baik	5	5	6	150
				seal kaku / retak		5	5	2	50
				Pelumasan kurang		5	5	3	75
3	Pompa Tanah	Menghisap material yang telah dihancurkan oleh cutter	tidak dapat menghisap material yang telah dihancurkan oleh cutter	As joint trouble	Pompa mast bisa digerakkan namun performansi kurang maksimal	8	6	4	192
				Shaft rusak		8	5	4	160
				seal pompa tanah kaku / getak		5	5	2	50
				baut dan mur aus / kerosi		5	5	2	50
4	Jaringan Pipa Ladder	Menyalurkan / menghantarkan material dari motor hisap menuju Sistem Penyaringan	tidak dapat menyalurkan material dari motor isap menuju sistem penyaringan	kebocoran atau keretakan sambungan pipa	material tidak dapat disalurkan maksimal menuju sistem penyaringan karena terjadi kebocoran	5	3	2	30
				seal kaku / retak		5	5	2	50
				baut dan mur aus / kerosi		5	5	2	50
5	Wire Rope	Menegakkan Ladder	ladder tidak bisa digerakkan menuju kolong kepa	wire putus / kondisi kurang baik	ladder tidak dapat diturunkan , kapal berhenti beroperasi	8	3	2	48
				walch dan teromol rusak		8	2	2	32
				baut dan mur aus / kerosi		5	5	2	50

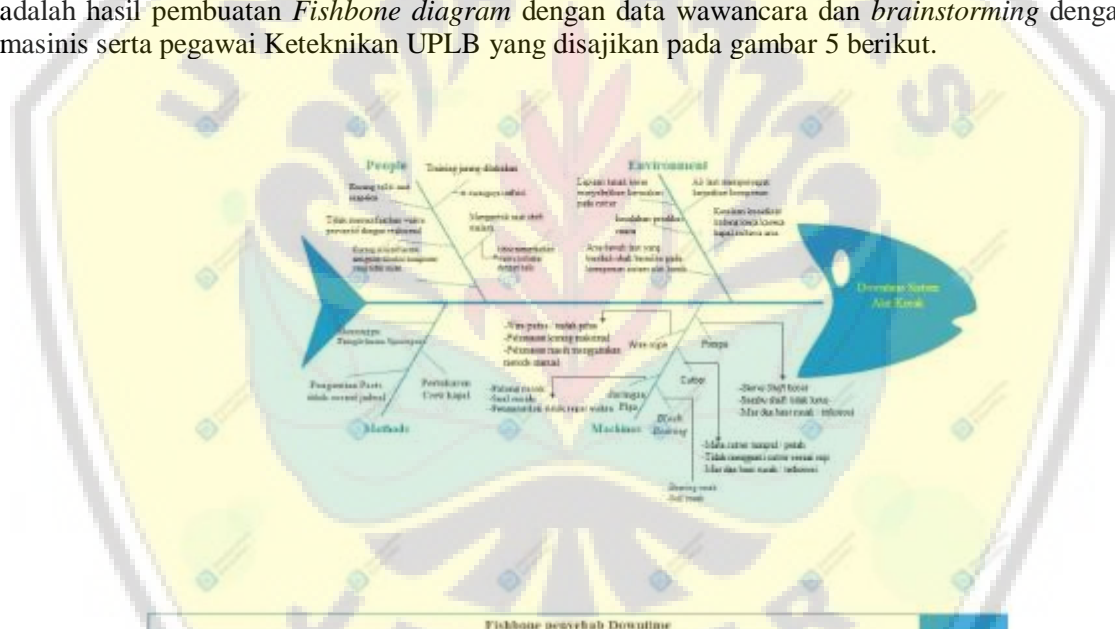
Nilai RPN sangat mempengaruhi pemilihan strategi perawatan/pemeliharaan yang tepat. Berdasarkan kategori strategi pemeliharaan yang tergantung dari Nilai RPN. Nilai RPN memiliki nilai pada rentang 1 sampai dengan 1000. Tingkat risiko semakin tinggi tergantung dari Nilai RPN yang diperoleh sehingga nilai RPN sangat berhubungan dengan pemilihan strategi perawatan[9]. Analisis terhadap FMEA dengan nilai RPN (*Risk Priority Number*) didapatkan nilai RPN terbesar yaitu 198 dan 160 untuk komponen as joint pompa tanah dan garden pompa tanah. Hal ini dikarenakan komponen berada dibawah air dan terkena arus serta air laut. Kendali yang dilakukan berupa perawatan berkala dan penggantian terhadap komponen-komponen mesin yang kritis seperti baut, mur, dan seal sehingga tidak cepat aus atau

rusak. Kategori jenis kegagalan ini termasuk ke dalam *low moderate* dan *very low* karena nilai RPN dibawah 200.

Bisa dikatakan metode pencegahan dan penanggulangan pada sistem alat keruk KIP 17 baik, karena seluruh komponen memiliki nilai RPN dibawah 200 dengan saran perbaikan korektif. Kegiatan preventif berupa reparasi mingguan dan reparasi bulanan jika dimaksimalkan dengan menggunakan acuan tabel FMEA yang telah dibuat, maka *downtime system* alat keruk dapat menurun secara berkala.

### 3.2.4 Fishbone Diagram

Fishbone diagram juga sering disebut diagram sebab akibat (*cause effect diagram*) karena menunjukkan sebab dan akibat dari suatu permasalahan[10]. Pada bagian kepala berisi akibat dari masalah tersebut, sedangkan pada bagian tulang ikan berisi berbagai penyebabnya [11]. *Fishbone diagram* disusun dengan cara wawancara dan *brainstorming* dengan crew kapal dan penanggung jawab operasi dari KIP 17. Mengacu pada cara pembuatan *Fishbone diagram*, *fishbone diagram* dibuat dengan bantuan aplikasi *Edraw Soft*. Dengan pembuatan *fishbone* diharapkan bidang keteknikan UPLB bisa menganalisis dan melakukan tindakan tepat untuk menanggulangi trouble yang mengakibatkan *downtime* dari sistem alat keruk KIP 17. Berikut adalah hasil pembuatan *Fishbone diagram* dengan data wawancara dan *brainstorming* dengan masinis serta pegawai Keteknikan UPLB yang disajikan pada gambar 5 berikut.



Gambar 5 *Fishbone Downtime* sistem alat keruk

### 3.2.5 Usulan Peningkatan

Berdasarkan hasil perhitungan RPN Analisis FMEA terdapat 2 komponen kritis yang perlu dijadikan prioritas perawatan. Setelah dilakukan analisis menggunakan *Fishbone diagram* diketahui penyebab kerusakan komponen. Oleh karena itu usulan perbaikannya adalah sebagai berikut:

1. Manusia
  - a. Meningkatkan inisiatif untuk mengecek keadaan komponen Sistem alat keruk saat *maintenance* sistem lain atau saat reparasi yang terjadwal (mingguan, bulanan).
  - b. Memberikan pelatihan secara berkala kepada masinis yang kurang mumpuni. Pelatihan ini bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan masinis yang dapat membantu saat pengambilan keputusan dalam penindakan perawatan.
  - c. Memanfaatkan waktu istirahat dan menjaga kondisi tubuh tetap fit saat bekerja.
  - d. Menjaga komunikasi yang baik antara masinis dan operator.

2. Mesin
  - a. Menggunakan seal dengan kualitas lebih baik, atau menjadwalkan penggantian *seal* pada seluruh sistem alat keruk, agar *seal* dalam kondisi baik ketika sistem beroperasi dan agar tidak terjadi kebocoran yang menyebabkan bearing ataupun komponen inti lain berkarat dan rusak.
  - b. Mengganti jenis mur dan baut dengan kualitas lebih baik, atau menggunakan sambungan paten seperti pen yang di las.
3. Metode
  - a. Kepala operasional menanamkan inisiatif pada masinis dan abk untuk aktif mengecek komponen sistem lain ketika terjadi *trouble* ataupun saat reparasi rutin (mingguan dan bulanan).
  - b. Menyediakan *checksheet* ketika kegiatan *maintenance* dilaksanakan.
  - c. *Restocking spare part* dilakukan dengan maksimal, agar ketika komponen dibutuhkan tidak menunggu pengiriman yang memakan waktu.

#### 4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari tahap perhitungan dan analisis adalah sebagai berikut :

1. Nilai rata-rata *Availability* adalah 94. Rata-rata *Performance* adalah 83%. Rata-rata *Quality* adalah 100%. Rata-rata OEE untuk sistem alat keruk KIP 17 adalah 77%. dengan nilai yang telah dihitung, maka efektivitas dari sistem alat keruk KIP 17 perlu ditingkatkan dan perlu dilakukan *improvement* agar dapat memenuhi standar *Worldclass JIPM* yaitu 85% untuk OEE.
2. Menurut tabel analisis FMEA Setiap komponen pada sistem mengalami kegagalan fungsi dan kerusakan berbeda-beda. Berikut merupakan hasil terjadinya kegagalan fungsi dan kerusakan tiap komponen. Komponen *cutter* mengalami 1 kegagalan fungsi dan 2 mode kegagalan, komponen *block bearing* mengalami 1 kegagalan fungsi dan 3 mode kegagalan, komponen pompa *dredger* mengalami 1 kegagalan fungsi dan 4 mode kegagalan, komponen jaringan pipa *ladder* mengalami 1 kegagalan fungsi dan 3 mode kegagalan, dan komponen *wire rope* mengalami 1 kegagalan fungsi dan 3 mode kegagalan. Komponen as joint dan Shaft pada pompa dredger menjadi komponen kritis dengan nilai RPN 192 dan 160. Perlu dilakukan pengecekan berkala dan dijadikan prioritas ketika melakukan reparasi mingguan atau bulanan (perawatan preventif), agar penyebab *downtime* sistem alat keruk bisa diturunkan dan meningkatkan nilai *Availability* dari sistem.
3. Usulan perbaikan yang dapat disampaikan adalah melakukan pelatihan rutin untuk meningkatkan *skill* dalam perawatan dan prediksi kemungkinan kerusakan. Meningkatkan kualitas mur, baut dan *seal* agar tidak menyebabkan kerusakan komponen lain. Menggunakan *checksheet* ketika melakukan perawatan dan meningkatkan inisiatif masinis dan abk terkait kondisi seluruh komponen dari sistem.

#### 5. SARAN

- a. Bagi perusahaan
  1. Bidang keteknikan UPLB menggunakan metode OEE untuk menghitung efektivitas sistem dan metode FMEA untuk mendapatkan komponen kritis pada sistem untuk diprioritaskan dalam perawatan.
  2. Melakukan *training maintenance* baik preventif maupun korektif kepada masinis dan abk agar meningkatkan inisiatif dan mengetahui pentingnya perawatan.
- b. Bagi peneliti selanjutnya

Sebagai tambahan informasi untuk peneliti selanjutnya khususnya analisis perawatan. Penelitian ini terbatas pada sistem alat keruk. Peneliti selanjutnya bisa mencoba dengan tool atau metode lain untuk dijadikan pengembangan. Apabila peneliti selanjutnya akan melakukan dengan topik yang sama, sebaiknya meneliti terhadap sistem lain seperti sistem pencucian, sistem mekanik, dan sistem lain. Diharapkan nantinya akan terjadi pengintegrasian dalam sistem perawatan KIP.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. A. Miedema, "Dredging processes The cutting of sand, clay and rock cutting theory," 978-94-6186-249, 2013.
- [2] A. Bonar and T. Sitepu, "Kajian Performansi Pompa Slurry pada Cutter Suction Dredger dengan Variasi Sudut Gali 35°, 40° dan 45°," *Talent. Conf. Ser. Energy Eng.*, vol. 1, no. 1, 2018, doi: 10.32734/ee.v1i1.107.
- [3] P. D. T. O'Connor and A. Kleyner, *Practical reliability engineering: Fifth edition*. 2011.
- [4] A. Darmawan, A. Rapi, and S. Ali, "Analisis Perawatan Untuk Mendeteksi Risiko Kegagalan Komponen Pada Excavator 390D," *J. Ilm. Tek. Ind.*, vol. 15, no. 2, 2017, doi: 10.23917/jiti.v15i2.2139.
- [5] K. Cicek, H. H. Turan, Y. I. Topcu, and M. N. Searslan, "Risk-based preventive maintenance planning using Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) for marine engine systems," 2010.
- [6] D. H. Triwardani, A. Rahman, and C. F. Mada Tantrika, "Analisis Overall Equipment Effectiveness (Oee) Dalam Meminimalisi Six Big Losses Pada Mesin Produksi Dual Filters Dd07 (Studi Kasus : PT. Filtrona Indonesia, Surabaya, Jawa Timur)," *J. Rekayasa dan Manaj. Sist. Ind.*, vol. 1, no. 2, 2013.
- [7] S. Nakajima, "Introduction to TPM: Total Productive Maintenance.pdf," *Product. Press. Cambridge*, 1988, doi: [http://www.plant-maintenance.com/articles/tpm\\_intro.shtml](http://www.plant-maintenance.com/articles/tpm_intro.shtml).
- [8] R. Imanuell and M. Lutfi, "Analisa Perawatan Berbasis Keandalan Pada Sistem Bahan Bakar Mesin Utama KMP. Bontoharu," *JST (Jurnal Sains Ter.)*, vol. 5, no. 1, 2019, doi: 10.32487/jst.v5i1.540.
- [9] D. I. Situngkir, "Pengaplikasian FMEA untuk Mendukung Pemilihan Strategi Pemeliharaan pada Paper Machine," *FLYWHEEL J. Tek. Mesin Untirta*, vol. 1, no. 1, 2019, doi: 10.36055/fwl.v1i1.5489.
- [10] Vincent Gaspersz, "Metode Analisis Untuk Peningkatan Kualitas," in *Metode Analisis Untuk Peningkatan Kualitas*, 2003.
- [11] S. Slameto, "The Application of Fishbone Diagram Analisis to Improve School Quality," *Din. ILMU*, vol. 16, no. 1, 2016, doi: 10.21093/di.v16i1.262.