Jurnal Keselamatan Kesehatan Kerja dan Lingkungan (JK3L)
e-ISSN: 2776-4133. Volume 05 (2) 2024
http://jk3l.fkm.unand.ac.id/index.php/jk3l/index

Penilaian Risiko Kegagalan *Overhead Crane* dengan Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *Fishbone Diagram*

Risk Assessment Failure of Overhead Crane using the Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) and Fishbone Diagram Methods

Mades Darul Khairansyah[1*], Haidar Natsir Amrullah[1], Nurul Faridah Qurratuláini[1]

1. Program Studi Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

***Corresponding Author : Mades Darul Khairansyah**
Email : mades@ppns.ac.id

ABSTRAK

Overhead crane adalah salah satu jenis pesawat angkat yang digunakan untuk mengangkat dan memindahkan suatu barang pada proses produksi. Penggunaan *gantry crane* pada perusahan beton di Mojokerto beroperasi selama 24 jam per hari yang dapat menyebabkan kegagalan komponen sehingga menghambat proses produktivitas. Pelaksanaan waktu penelitian dimulai dari bulan November 2023 hingga Juni 2024. Berdasarkan data kegagalan yang dimiliki oleh perusahaan beton diketahui bahwa sebanyak 144 kali pada *overhead crane* rentang waktu 2021 hingga 2023. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis risiko kegagalan pada *overhead crane* sehingga dapat mengurangi risiko bahaya yang diakibatkan oleh kegagalan beroperasi. Penggunaan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *Fishbone Diagram* diperlukan dalam menganalisis kegagalan komponen. Metode FMEA digunakan untuk mengidentifikasi kegagalan dari masing-masing komponen. Pada *fishbone diagram* untuk menemukan kemungkinan penyebab masalah atau faktor-faktor berdasarkan komponen dengan *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi. Hasil dari analisis FMEA didapatkan bahwa komponen pada *overhead crane* yang memiliki nilai RPN tertinggi adalah *wire rope* dengan mode kegagalan *wire rope* rantas diperoleh nilai RPN sebesar 120. Setelah itu dianalisis lebih lanjut untuk menentukan penyebab kegagalan menggunakan *fishbone diagram* dan ditemukan 8 faktor yang menjadi akar penyebab *wire rope* rantas. Faktor-faktor tersebut adalah *man, method, machine, materials, measurements, management, maintenance,* dan *environment.*

Kata Kunci : *Failure Mode and Effect Analysis, Fishbone Diagram, Overhead crane*, RPN

ABSTRACT

Overhead crane is a type of lifting equipment used to lift and move goods in the production process. In concrete companies, gantry cranes serve as primary assisting tools operating 24 hours a day can lead to component failures, thereby hindering productivity. Based on failure data from 2021 to 2023, the company experienced 144 incidents with overhead cranes. This research aims to analyze the risk of failure in overhead cranes so that it can reduce the risk of danger caused by failure to operate. Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) and Fishbone Diagram methods are employed to analyze component failures. FMEA method is used to identify the failure mode of each component. The Fishbone Diagram helps identify potential basic causes based on components with the highest Risk Priority Number (RPN). The results of the FMEA analysis showed that the component on the overhead crane that had the highest RPN value was wire rope with the wire rope chain failure mode obtaining an RPN value of 120. Further analysis using the Fishbone Diagram identified 8 factors contributing to wire rope wear, such as a man, method, machine, materials, measurements, management, maintenance, and environment.

Keywords: Failure Mode and Effect Analysis, Fishbone Diagram, Overhead crane, RPN

PENDAHULUAN

Semakin berkembangnya sektor industri manufaktur di Indonesia, proses produksi dengan kapasitas semakin besar dilakukan oleh perusahaan untuk memenuhi target pemesanan konsumen. Industri manufaktur adalah jenis industri yang memproduksi bahan baku menjadi produk jadi atau setengah jadi. Salah satu perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur adalah perusahaan produksi beton *pre-cast.* Dalam kegiatan produksi beton, dibutuhkan alat bantu untuk memindahkan dan mengangkat barang. Menurut Peraturan Menteri Tenaga Kerja Republik Indonesia No.8 Tahun 2020 (PER/8/MEN/2020), pesawat angkat adalah alat angkat yang digunakan untuk mengangkat, menurunkan, mengatur dan menahan muatan[1]. Dalam hal ini *overhead crane* adalah salah satu jenis pesawat angkat yang digunakan untuk mengangkat dan memindahkan barang dalam proses produksi beton.

Overhead crane adalah salah satu jenis *crane* yang bergerak membawa *hoist* dan berjalan di atas kepala pada landasan pacu tetap seperti jembatan melintang[2]. Prinsip kerja pesawat angkat jenis *crane* ini sebagai pengangkat atau *hoist* tetap bergerak pada jembatan gerak atau girder yang berjalan pada lintasan *overhead runaway* yang tetap[3]. Alat ini beroperasi selama 24 jam dengan penggunaan sesuai kebutuhan dan fungsinya. Hal tersebut mengakibatkan alat berat rentan terjadi kegagalan komponen dan dapat menghambat proses produksi Kondisi pengoperasian yang dilakukan secara terus-menerus dapat menyebabkan penurunan kinerja pada mesin[4].

Upaya perawatan berupa *preventive maintenance* dan *corrective maintenance* telah dilakukan oleh perusahaan beton di Mojokerto tetapi kenyataan di lapangan ditemukan 144 kegagalan pada fungsi komponen *overhead crane*. Kegagalan operasi pada *overhead crane* dapat menjadi potensi bahaya. Potensi bahaya yang tidak dapat dikendalikan dapat mengakibatkan terjadinya kecelakaan kerja[5]. Akibat yang terjadi dari kegagalan komponen yaitu dapat menybebabkan kecelakaan kerja. Salah satu contoh kasus di perusahaan beton yang terjadi yaitu hoist motor yang *overload* karena *contact point* dan platina terbakar sehingga menyebabkan pekerja tersengat listrik dan mengganggu proses produksi.

Dari permasalahan di atas perlu dilakukan analisis kegagalan pada *overhead crane* dengan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *fishbone diagram* agar tidak menghambat proses produksi dan mengurangi bahaya dari kegagalan komponen yang berisiko kecelakaan kerja[6]. Penggabungan kedua metode tersebut juga telah diterapkan di bidang manufaktur untuk menganalisis penyebab kerusakan *hot rooler table*[7]. Selain itu, penggunaan metode FMEA dan *fishbone diagram* telah diterapkan di perusahaan galangan kapal untuk mengidentifikasi kegagalan fungsi, penyebab, dan akibat kerusakan mesin sanblasting[8]. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya yaitu perbedaan lokasi dan objek penelitian. Dari hasil wawancara dengan operator, supervisor mekanik, dan HSE inpektor didapat bahwa lokasi penelitian ini terdapat beberapa faktor yang menyebabkan permasalahan terjadi, diantaranya adanya faktor dari tenaga kerja, metode, material, manajemen, dan lingkungan kerja.

Metode FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) digunakan untuk mengetahui tingkat keparahan, kejadian, dan deteksi munculnya kegagalan komponen[9]. Tujuan penggunaan FMEA adalah menentukan tindakan untuk meminimalisir dan mengurangi risiko bahaya terutama untuk prioritas tertinggi. Hasil dari metode FMEA berupa nilai risiko dalam bentuk *Risk Priority Number* (RPN)[10]. Komponen dengan nilai RPN tertinggi akan dianalisis lebih lanjut *fishbone diagram* untuk mencari penyebab dasar kegagalan komponen. *Fishbone diagram* adalah sebuah diagram analisis faktor penyebab dari kegagalan atau ketidaksesuaian hingga menganalisis ke sub paling dalam dari faktor penyebab timbulnya masalah[11]. Diagram ini akan menguraikan faktor yang menjadi penyebab dari konsekuensi masalah[12]. Tujuan dari metode ini untuk membantu peneliti dalam menguraikan penyebab kegagalan atau faktor-faktor yang mempengaruhi kegagalan komponen sehingga mempermudah dalam menentukan pengendalian yang tepat.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *fishbone diagram*. Untuk mempermudah dalam menyusun FMEA, langkah yang harus dilakukan yaitu membuat *Functional Block*

Diagram (FBD). *Functional Block Diagram* (FBD) dibuat untuk menunjukkan hubungan antar fungsi komponen penyusun sistem yang ditunjukkan secara visual dengan gambar blok dan garis panah sebagai aliran utama[13].

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan sekunder. Data primer diperoleh dari hasil observasi langsung, wawancara berupa pertanyaan berisi informasi mengenai komponen *overhead crane* dan data sekunder didapatkan dari dokumen perusahaan. Penelitian ini dilakukan dilakukan dengan bantuan *expert judgement* yang terdiri dari *inspector* HSE, supervisor mekanik, dan operator *overhead crane* untuk memeriksa penilaian risiko dan penyebab kegagalan. Penilaian *expert judgement* adalah pandangan atau pemikiran yang diberikan oleh pakar ahli dan kompeten dalam menentukan suatu keputusan sesuai bidang yang dikuasainya[14]. Pemilihan *expert judgement* dalam penelitian ini telah memenuhi kriteria berdasarkan pengalaman dan pengetahuan tentang *overhead crane.*

1. *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) merupakan salah satu metode analisa identifikasi mode kegagalan dari tiap komponen dan menentukan tingkat prioritas risiko kegagalan. FMEA menggunakan 3 kriteria untuk menentukan nilai *Risk Priority Number* (RPN) yaitu tingkat keparahan atau kerusakan (*severity*), frekuensi kegagalan yang terjadi (*occurrence*), dan tingkat deteksi (*detection*)[15]. Metode FMEA bertujuan untuk mengidentifikasi mode kegagalan, kemungkinan terjadinya dan pengaruh terhadap sistem[16]. Dari FMEA akan ditemukan *function, function failure, failure mode, dan failure effect*[17].

Rumus RPN:

$RPN = S \times O \times D$ .....(1)

Dengan

S = *Severity*

O = *Occurrence*

D = *Detection*

Dalam penentuan nilai SOD dapat melihat Tabel 1, Tabel 2, dan Tabel 3[18].

Tabel 1. Tingkat *Severity*

Nilai	***Criteria of Severity Effect***
1	Tidak ada efek
2	Tidak terdapat efek dan pekerja tidak menyadari adanya masalah
3	Tidak terdapat efek dan pekerja menyadari adanya masalah
4	Perubahan fungsi dan banyak pekerja menyadari adanya masalah
5	Mengurangi kenyamanan fungsi penggunaan
6	Kehilangan kenyamanan fungsi penggunaan
7	Pengurangan fungsi utama
8	Kehilangan fungsi utama
9	Masalah keamanan pada fitur utama dan peringatan dipicu
10	Masalah keamanan dan mesin tidak bekerja sama sekali

Tabel 2. Tingkat *Occurrence*

Nilai	***Criteria of Occurrence Effect***
1	1 kali dalam > 10000 jam operasi mesin
2	1 kali dalam 10000 jam operasi mesin
3	1 kali dalam 6000 jam operasi mesin
4	1 kali dalam 3000 jam operasi mesin
5	1 kali dalam 2000 jam operasi mesin
6	1 kali dalam 1000 jam operasi mesin
7	1 kali dalam 400 jam operasi mesin
8	1 kali dalam 100 jam operasi mesin
9	1 kali dalam 10 jam operasi mesin
10	1 kali dalam 2 jam operasi mesin

Tabel 3. Tingkat *Detection*

Nilai	***Criteria of Detection Effect***
1	Pasti terdeteksi
2	Sangat mungkin dideteksi
3	Kemungkinan dapat dideteksi
4	Besar kemungkinan akan ditemukan
5	Peluang sedang untuk ditemukan
6	Kecil kemungkinannya untuk terdeteksi
7	Sangat tidak mungkin terdeteksi
8	Probabilitas rendah dan sulit dideteksi
9	Probabilitas sangat rendah dan sangat sulit untuk dideteksi
10	Tidak mampu terdeteksi

2. *Fishbone Diagram*

Fishbone diagram merupakan suatu instumen yang digunakan untuk analisa penyebab kegagalan yang melibatkan hubungan dari beberapa faktor penyebab. Penggunaan metode ini yaitu untuk mengidentifikasi sejumlah potensi penyebab dari suatu kegagalan sehingga dapat menentukan tindakan pengendalian[19]. Faktor-faktor yang mempengaruhi suatu kegagalan komponen

:

yaitu *man power, method, machine, materials, measurements, environment, maintenance* dan *management*[20].

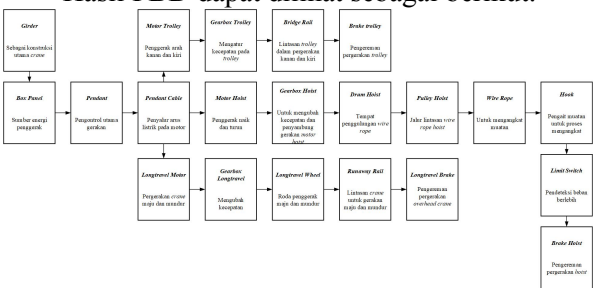
HASIL PENELITIAN

Dalam suatu penelitian, tahap yang perlu dilakukan setelah pengumpulan data yaitu pengolahan data. Pada penelitian ini diperoleh data sekunder perusahaan berupa daftar komponen dan fungsi dari masing-masing komponen *overhead crane*. Setelah diketahui fungsi komponen dari *overhead crane* maka dilakukan pembuatan *Functional Block Diagram* (FBD).

1. *Functional Block Diagram* (FBD)

Pembuatan FBD pada komponen *overhead* crane digunakan untuk memberikan informasi proses kerja dan mempermudah dalam penyusunan FMEA.

Hasil FBD dapat dilihat sebagai berikut:



Gambar 1. *Functional Block Diagram Overhead Crane*

Pada Gambar 1 merupakan hubungan fungsi komponen yang menunjukkan proses kerja *overhead crane.* Jika terjadi kegagalan pada salah satu komponen akan mengganggu kinerja mesin. Dari komponen yang terdapat di FBD akan dicantumkan ke *worksheet* FMEA.

2. *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

Penggunaan metode ini untuk mengidentifikasi mode kegagalan, efek kegagalan, dan menentukan nilai *Risk Priority Number* (RPN). Efek dari mode kegagalan memiliki nilai berupa angka yang menggambarkan tingkat keparahan (*severity*), tingkat frekuensi kegagalan (*occurrence*), dan tingkat dalam mendeteksi keberadaan mode kegagalan (*detection*). Maka dari itu, didapatkan nilai RPN pada setiap *failure mode* komponen *overhead crane* dari hasil perkalian *severity, occurrence*, dan *detection*

Tabel 4. Nilai RPN Komponen *Overhead Crane*

Komponen	*Failure Mode*	*Failure Effect*	S	O	D	RPN
Girder	Retak pada bagian konstruksi *crane*	Sambungan *girder* patah dan menimpa orang di sekitar	9	2	2	36
	Konstruksi *girder* miring	Pondasi tidak kuat dan berpotensi patah	8	3	2	48
Box panel	Kabel putus	Tidak ada aliran listrik dan menghambat pengangkat-an	9	3	2	54
	Kontaktor rusak	Sambungan kontaktor mengalami *overheating*	10	3	3	90
	Unit l*ock* pintu rusak	Tidak dapat membuka dan mengecek isi *box panel*	5	2	4	40
	Short circuit	Box Panel terbakar dan pengoperasi-an *overhead crane* terhenti	9	2	3	54
Pendant	Tombol rusak	Tombol sulit untuk dikendalikan	8	3	2	48
	Cross button error	*Motor cross drive* tidak dapat beroperasi	8	3	2	48
	Selectorsw itch patah	Tidak dapat mengganti fungsi *hoist*	6	2	2	24
	Kabel putus	Proses pengangkan dan pemindahan benda terhambat	8	2	2	32
Pendant cable	Kabel putus	Menyebab-kan terjadi konsleting	8	2	2	32
	Kabel rusak/terke lupas	Dapat mengakibatka n hubungan arus pendek/konsl eting listrik	10	3	3	90
Runaway rail	*Runaway rail* berkarat	Tidak dapat bergerak maju dan mundur	8	2	2	32
	Rel mengalami keretakan	Roda *crane* keluar dari lintasan rel	7	2	3	42
Bridge rail	*Bridge rail* aus	*Crane* tidak dapat berjalan ke kanan dan kiri	8	2	3	48
	Bagian konstruksi *rail trolley* patah	Proses pengangkan dan pemindahan benda terhambat	8	2	3	48
Longtravel motor	*Bearing* aus	Dapat menyebabkan suhu motor naik dan terjadi *overheating*	10	2	3	60
	Terbakar	Motor tidak	10	3	2	60

Komponen	*Failure Mode*	*Failure Effect*	S	O	D	RPN
		bisa bergerak sehingga tidak dapat digunakan				
	Bearing rusak	*Bearing* menjadi pecah	7	2	3	42
Longtravel wheel	Roda aus	Dapat mengakibatkan pergerakan roda tidak stabil	8	2	3	48
	Bearing rusak	*Crane* sulit bergerak dan dikendalikan saat beroperasi	9	3	4	108
	Baut lepas	Pergerakan roda tidak stabil karena menjadi kendur	8	2	3	48
Longtravel brake	Pen kampas patah	Sistem pengereman tidak dapat berfungsi	10	2	3	60
	Kampas rem aus	Proses pengereman terhambat	8	3	2	48
Gearbox longtravel	Pinion aus	Dapat mengakibatkan roda gigi patah	9	2	3	54
	As gearbox patah	*Overhead crane* tdak dapat bergerak maju dan mundur	8	3	2	48
	Gear pinion drive well lepas	Roda gigi tidak bisa bergerak dan *crane* beroperasi tidak maksimal	8	2	2	32
Hoist motor	*Motor hoist* terbakar	*Motor hoist* tidak dapat berfungsi	10	2	2	40
	Aux kontaktor hoist tidak bisa up	Fungsi *hoist up* tidak bekerja	9	3	2	54
	Kontaktor hoist tidak bisa down	Fungsi *hoist down* tidak bekerja	9	3	2	54
	Bearing rusak	Performa putaran pada motor menurun	8	3	3	72
Pulley hoist	Pulley aus	Mengakibatkan *wire rope* menumpuk pada *drum hoist*	7	2	4	56
	Pulley not working	Dapat mengakibatkan proses pengangkatan beban terhambat	8	3	2	48
Gearbox hoist	Gear aus	Dapat mengakibatkan *gear* patah	7	2	3	42
	Drum tidak dapat berputar	Mengakibatkan sulit mengontrol gerakan *crane*	8	2	2	32
	Gearbox patah	*Hoist* tidak dapat beroperasi	8	2	2	32
Disk brake	Pen kampas patah	*Motor hoist* tidak dapat berfungsi	10	2	3	60
	Kampas rem aus	Mengakibatkan proses pengereman tersendat	8	2	3	48
Drum hoist	Ring lepas	Dapat mengakibatkan *drum hoist* tidak dapat digunakan	8	2	4	64
	Gear aus	Beban yang diangkat terjatuh	9	3	2	54
	Ada *noise bearing drum hoist*	*Bearing drum hoist* patah	9	2	3	54
Wire rope	*Wire rope clamp* rusak	Dapat mengakibatkan *wire rope* terputus	9	2	3	54
	Diameter *wire rope* menyusut	Dapat menyebabkan *wire rope* terlepas	9	2	4	72
	Lock wire rope lepas	Serat putus akibat kekuatan *wire rope* berkurang sehingga risiko beban menimpa area bawah	9	3	3	81
	Rantas	Dapat menyebabkan beban yang diangkat jatuh	10	3	4	120
Hook	*Safety Latch* penyok	Dapat menyebabkan hook tidak dapat digunakan karena patah	9	2	2	36
	Hook retak	*Crane* tidak dapat bergerak maju dan mundur	9	3	2	54
Gearbox trolley	Gear aus	Dapat mengakibatkan roda gigi patah	8	3	2	48
	Pinion aus	*Trolley* berhenti saat akan dioperasikan	8	2	3	48
	Gear patah	*Bearing* pecah hingga mengalami *overheating*	8	2	2	32
Trolley motor	Bearing rusak	*Trolley* tidak dapat digunakan	9	2	2	36
	Terbakar	Sulit melakukan pengereman *trolley*	10	2	2	40
Brake trolley	Kampas rem lepas	Proses pengereman terhambat	8	2	2	32

:

Komponen	*Failure Mode*	*Failure Effect*	S	O	D	RPN
	Kampas rem aus	*Trolley* tidak dapat bergerak ke kanan dan kiri	8	2	2	32
Trolley wheel	Bearing roda pecah	*Trolley* sulit bergerak dan dikendalikan saat beroperasi	8	3	3	72
	Aus	Tidak dapat mendeteksi beban dengan benar sehingga dapat mempengaruhi proses pengangkatan	8	2	3	48
Limitswitch	Gagal mendeteksi beban berlebih	Tidak dapat mendeteksi beban dengan benar sehingga dapat mempengaruhi proses pengangkatan	9	3	3	81
	Salah deteksi	*Wire rope* dan beban akan menimpa area bawah	9	2	4	72

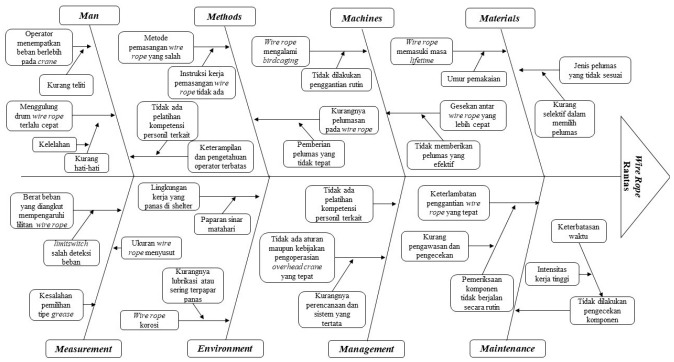
Nilai RPN yang didapat adalah tingkat prioritas pengendalian risiko sehingga hasil identifikasi menunjukkan bahwa *wire rope* rantas adalah komponen dengan nilai RPN tertinggi. Tabel 5 adalah cuplikan uraian dari hasil *worksheet* FMEA komponen *wire rope* rantas.

Tabel 5. Cuplikan Hasil FMEA Komponen *Overhead Crane* dengan Nilai RPN Tertinggi

Function	*Function Failure*	*Failure Mode*	*Failure Effect*	S	O	D	RPN
Sebagai pengang-kat muatan	Sulit mengon-trol gerakan angkat muatan	Rantas	Serat putus akibat kekuatan *wire rope* berkurang sehingga risiko beban menimpa area bawah	10	3	4	120

3. *Fishbone Diagram*

Mode kegagalan dengan nilai RPN tertinggi dari FMEA dilakukan analisa lebih lanjut untuk menentukan penyebab dasar kegagalan. Adapun hasil penentuan penyebab *fishbone diagram* sesuai dengan Gambar 2.



Gambar 2. *Fishbone Diagram Overhead Crane*

Masing-masing *basic cause* dari 8 faktor yang mempengaruhi *wire rope* rantas antara lain:

a. *Man*: Kurang teliti dan kelelahan kerja.
b. *Methods*: Instruksi kerja pemasangan *wire rope* tidak ada dan pemberian pelumasan tidak tetap.
c. *Machines*: Tidak dilakukan penggantian *wire rope birdcaging.*
d. *Materials*: Umur pemakaian dan tidak ada pengecekan jenis pelumas.
e. *Measurements*: Berat beban melebihi kapasitas.
f. *Environment*: Korosi dan paparan sinar matahari
g. *Management*: Tidak ada pelatihan kompetensi operator.
h. *Maintenance*: Kurang dalam pengawasan dan pengecekan komponen dan keterlambatan penggantian *wire rope*.

PEMBAHASAN

1. *Functional Block Diagram* (FBD)

Diketahui bahwa pembuatan *Functional Block Diagram* (FBD) *Overhead crane* didasarkan antara hubungan fungsi antar komponen utama. Dimana simbol persegi menunjukkan fungsi dari komponen dan anak panah menjelaskan aliran proses sistem. Dari komponen yang terdapat di FBD akan dicantumkan ke dalam lembar FMEA untuk diidentifikasi mode kegagalan, dampak, dan tingkat prioritas masing-masing komponen.

Pada Gambar 1. menunjukkan bahwa hubungan fungsi komponen satu dengan lainnya. Jika terjadi kegagalan pada salah satu komponen akan mengganggu kinerja *overhead crane*.

2. *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

Hasil identifikasi risiko didapatkan *output* berupa nilai RPN (*Risk Priority Number*) dari hasil perkalian nilai *severity* (S), *occurrence* (O), dan *detection* (D). Penentuan nilai SOD didapat dari keputusan supervisor mekanik, HSE inspektor, dan operator *overhead crane* dengan didukung oleh data kegagalan perusahaan. Perbedaan pendapat pada hasil penentuan nilai SOD diambil dari pendapat salah satu *expert judgement* yang lebih memahami (*expertise*) dan berpengalaman terhadap komponen alat berat tersebut.

Pada Tabel 6. diketahui bahwa cuplikan hasil FMEA pada komponen *wire rope* yang berfungsi sebagai pengangkat muatan. Kegagalan yang terjadi yaitu *wire rope* rantas yang memiliki nilai RPN sebesar 120 menyebabkan serat putus akibat kekuatan *wire rope* berkurang dan risiko beban terjatuh.

Penilaian terhadap terhadap *severity* (keparahan) pada *wire rope rantas* diberikan nilai 10 karena saat *wire rope* mengalami rantas menyebabkan kekuatan *wire rope* berkurang akibat serat putus. Dari hal tersebut menyebabkan *wire rope* putus dan beban terjatuh menimpa area bawah sekitar (masalah keamanan dan mesin tidak bekerja sama sekali). Penilaian terhadap *occurrence* (keseringan) terjadinya *wire rope* rantas diberikan nilai 3 karena kegagalan terjadi 1 kali dalam jangka penggunaan selama 6000 jam berdasarkan data kegagalan *gantry crane* perusahaan. Penilaian terhadap *detection* (pendeteksian kegagalan) yang dialami oleh *wire rope* rantas berupa proses penggulungan tidak lancar sehingga diberikan nilai 4 yang artinya kemungkinan dapat dideteksi karena dapat dilihat secara visual dan ada perubahan mal fungsi.

3. *Fishbone Diagram*

Pada Gambar 2. diketahui bahwa penyebab kegagalan *wire rope* rantas dipengaruhi oleh 8 faktor penyebab. Faktor-faktor yang terlibat antara lain, *man*, *method, machine, materials, measurements, environment*, *maintenance*, dan *management. Fishbone diagram* bertujuan sebagai representasi visual yang tepat dalam identifikasi faktor dan hubungan antar faktor.

Beberapa penyebab diantaranya yaitu *wire rope* mengalami *birdcaging* (Bagian inti atau *core* pada *wire rope* terbuka). Hal ini diakibatkan tekanan yang terlalu kuat pada *wire rope* dan beban melebihi kekuatannya. Selain itu kurang pemberian pelumas pada *wire rope* dapat menyebabkan rantas.

4. Rekomendasi

Langkah selanjutnya yaitu pemberian rekomendasi pengendalian risiko berdasarkan hierarki pengendalian. Fungsi dari pengendalian yaitu untuk meminimalisir terjadinya kegagalan komponen yang dapat mempengaruhi kinerja *overhead crane.* Berikut adalah beberapa strategi pengendalian yang dapat dilakukan:

- Eliminasi : Pengendalian ini tidak dapat dilakukan karena pengoperasian memerlukan *wire rope* sebagai pengangkat muatan.

- Subtitusi : Penggantian *wire rope* yang *birdcaging* dengan *wire rope* yang baru agar mencegah serat putus saat pengangkatan beban.

- Rekayasa Teknik :
  - Penggunaan pelindung pelapis untuk mencegah gesekan antara *wire rope* dan permukaan tajam.
  - Penggunaan *grease* untuk pelumasan agar mengurangi gesekan antara *wire* dan *strand.*

- Pengendalian Administratif :
  - Penambahan personil yang bertugas menjadi *helper* operator dan memastikan seluruh operator memiliki SIO.
  - Pembuatan instruksi kerja pemasangan *wire rope overhead crane.*
  - Pemasangan banner terkait cara penggunaan *wire rope*.
  - Pemasangan *safety tools* terkait kelayakan alat berat.
  - Membuat jadwal pengecekan rutin dengan menentukan frekuensi dan

:

kondisi kerja
- Supervisor dan HSE inspektor mengawasi pekerjaan di area pengoperasian *overhead crane*.

- Alat Pelindung Diri :
  - Safety shoes untuk melidungi kaki dari kejatuhan benda yang diangkat oleh *overhead crane.*
  - *Safety helmet* untuk melindungi kepada dari benda atau material yang diangkat oleh *overhead crane.*
  - *Safety gloves* untuk melindungi tanga dari goresan yang ditimbulkan peralatan kerja.
  - *Ear plug* untuk melindungi telinga dan meredam kebisingan pada area kerja *overhead crane* dan suara yang ditimbulkan dari pengoperasian *overhead crane.*
  - *Wearpack* untuk melindungi kulit tubuh dan kaki dari goresan yang ditimbulkan peralatan kerja

KESIMPULAN

Hasil analisis identifikasi kegagalan *overhead crane* dan pembahasan dalam penelitian yang menggunakan metode FMEA diperoleh bahwa komponen yang memiliki nilai RPN tertinggi yaitu *wire rope* rantas dengan nilai sebesar 120. Komponen dengan nilai RPN tertinggi ditentukan penyebab dasar menggunakan *fishbone diagram*. Ditemukan 8 faktor penyebab *wire rope* rantas diantara lain, *man*, *method, machine, materials, measurements, environment*, *maintenance* dan *management.*

Penelitain ini diharapkan untuk lebih meningkatkan lagi kesadarannya untuk melakukan pengecekan rutin terhadap komponen. Dapat menerapkan pengaplikasian rekomendasi pengendalian yang telah diberikan. Rekomendasi pengendalian dapat meminimalisir terjadinya kegagalan komponen yang dapat mempengaruhi kinerja *overhead crane.*

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih hal ini terutama pada perusahaan produksi beton di Mojokerto yang telah memberikan izin dan para *expert judgment* khususnya yang telah berkenan memberikan waktunya dan membantu penulis sehingga penulis memperoleh informasi yang berguna terkait analisis risiko kegagalan pada *overhead crane* menggunakan metode FMEA dan *fishbone diagram.* Selain itu, penulis juga ucapkan terima kasih kepada semua pihak yang turut membantu dan mendukung dalam penyelesaian penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Tentang Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Pesawat Angkat Dan Pesawat Angkut. 2014;1–249. https://jdih.kemnaker.go.id/asset/data_puu/Permen_8_Tahun_2020.pdf
2. Novita L, Nawawinetu ED. Risk Assessment of Overhead Crane (OHC) Double Girder Operation in the Kapal Niaga Division in PT Pal Indonesia (Persero). Journal Of Vocational Health Studies. 2018 Nov 7;2(1):1.
3. Syarifudin A, Putra JT. Analisa Risiko Kegagalan Komponen pada Excavator Komatsu 150LC dengan Metode FTA DAN FMEA DI PT. XY. J InTent. 2021;4(2):1–10.
4. Wahyuningtias N, Amrullah HN, Khairansyah MD. Analisis Risiko Gondola Temporer pada Pekerjaan Repair Silo dengan metode Failure Mode Effect Analysis (FMEA). In: *Conference on Safety Engineering and Its Application.* 2023. p. 14–20.
5. Rahman AA, Dhani MR, Santoso MY. Analisis Kegagalan Komponen Gantry Crane Menggunakan Metode FMECA di Perusahaan Manufaktur. *In: Conference on Safety Engineering and Its Application*. 2021;(2581):272–276.
6. Sufriyani Tanuwijaya M, Sukania W. Analisis Sistem Maintenance Mesin Produksi Steel pada PT. XYZ. 2021;88–94.
7. Anthony MB. Analisis Penyebab Kerusakan Hot Rooler Table dengan Menggunakan Metode Failure Mode And Effect Analysis (FMEA). J INTECH Tek Ind Univ Serang Raya. 2018;4(1):1.
8. Putri GC, Subekti A, Santoso MY. Analisis Risiko Kegagalan Mesin Wet Sandblasting Dengan Menggunakan *Metode Failure Mode and Effect Analysis* dan *Fishbone Diagram.* In:

Conference on Safety Engineering and Its Application. 2023. p. 393–398.
9. Rana S, Belokar RM. Quality improvement using FMEA: a short review. International Research Journal of Engineering and Technology. 2017;4(6):263–7.
10. Hisprastin Y, Musfiroh I. Ishikawa Diagram dan Failure Mode Effect Analysis (FMEA) sebagai Metode yang Sering Digunakan dalam Manajemen Risiko Mutu di Industri. Maj Farmasetika. 2020;6(1):1.
11. Monoarfa MI, Hariyanto Y, Rasyid A. Analisis Penyebab *Bottleneck* pada Aliran Produksi *Briquette Charcoal* dengan Menggunakan Diagram fishbone di PT. Saraswati Coconut Product. Jambura Ind Rev. 2021;1(1):15–21.
12. Cahya FA, Handayani W. Minimasi Waste Melalui Pendekatan Lean Manufacturing pada Proses Produksi di UMKM Nafa Cahya. Al-Kharaj J Ekon Keuang Bisnis Syariah. 2022;4(4):1199–208.
13. Department of the US Army. *Failure Modes, Effects And Criticality Analysis (FMECA) For Command, Control, Computer, Intelligence, Surveillance And Reconnaissance (C4ISR) Facilities*. Facilities. 2006;(September):75.
14. Benini A, Chataigner P, Noumri N, Parham N, Sweeney J, Tax L. *The Use of Expert Judgment in Humanitarian Analysis. Assess Capacit Proj.* 2017;29(August):489–497.
15. Ericson CA. Hazard Analysis Techniques For System Safety. John Wiley & Sons; 2015.
16. Ebeling CE. An introduction to reliability and maintainability engineering. Waveland Press; 2019.
17. Moubray J. *Reliability-Centered Maintenance.* Industrial Press Inc.; 1997. p. 1–415.
18. Wang YM, Chin KS, Poon GKK, Yang JB. *Risk Evaluation In Failure Mode And Effects Analysis Using Fuzzy Weighted Geometric Mean*. Expert Syst Appl [Internet]. 2009;36(2 PART 1):1195–207. Available from: http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2007.11.028.
19. Fajrin F, Suharto A, Rozi AF. Fishbone Analysis Pada Kualitas Layanan Pt. Buana Perkasa Permai Jember. J Chem Inf Model. 2019;53(9):1689–99.
20. Pušnik M, Kous K, Godec A, Šumak B. *Process Evaluation and Improvement: A Case Study of The Loan Approval Process1*. In: Proceedings of the SQAMIA 2019: 8th Workshop on Software Quality, Analysis, Monitoring, Improvement, and Applications. 2019. p. 1613–73.

: