

Identifikasi Kegagalan Komponen *Hoisting Motor* pada *Overhead Crane* Menggunakan Pendekatan Metode FMECA di Perusahaan Manufaktur Beton *Precast*

Firdaus Hanafi^{1*}, Mardi Santoso², dan Galih Anindita³

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

^{2,3}Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

*E-mail: firdaushanafi@student.ppnns.ac.id

Abstrak

Overhead crane pada perusahaan digunakan sebagai alat angkut dalam membantu jalannya produksi seperti memindahkan *moulding* (cetakan), material, bahan setengah jadi hingga produk jadi yang siap dikirim. Hasil dari wawancara didapatkan bahwa kegagalan pada *overhead crane* merupakan yang paling sering terjadi pada lingkungan perusahaan dan dapat menghambat proses produksi dan merugikan perusahaan. Salah satunya adalah komponen *hoisting motor*, *hoisting motor* merupakan komponen utama pada *overhead crane* yang berfungsi untuk penggerak motor dalam memindahkan beban berat dari satu tempat ke tempat lain dengan beberapa jenis pergerakan yaitu maju, mundur, kiri, kanan, atas, dan bawah. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah FMECA untuk menentukan komponen kritis dan *criticality ranking*. Hasil dari penelitian ini diketahui terdapat 20 komponen yang mengalami kegagalan pada *overhead crane* dengan nilai *criticality ranking* tertinggi pada kegagalan *hoisting motor* terbakar sebesar 18,375.

Kata Kunci: FMEA, FMECA, *Overhead crane*.

Abstract

Overhead cranes at the company are used as a means of transportation to assist the production process, such as moving moldings, materials, semi-finished materials to finished products that are ready to be shipped. The results of the interview found that the failure of the overhead crane is the most common in the company's environment and can hamper the production process and harm the company. One of them is the hoisting motor component, the hoisting motor is the main component in the overhead crane which functions to drive the motor in moving other loads from place to place with several types of forward, backward, left, right, up, and down movements. The method used in this study is FMECA to determine the critical component and the criticality ranking. The results of this study found that there were 20 components that failed on the Overhead crane with the highest criticality ranking value in the burnt motor hoisting failure of 18.375.

Keywords: FMEA, FMECA, *Overhead crane*,

1. PENDAHULUAN

Overhead crane adalah suatu alat pengangkat dan pemindah material yang bekerja dengan prinsip kerja tali, *crane* digunakan untuk angkat muatan secara vertikal dan gerak ke arah horizontal bergerak secara bersama dan menurunkan muatan ke tempat yang telah ditentukan dengan mekanisme pergerakan *crane* secara dua derajat kebebasan (Hanief, 2012). Dalam produksi pembuatan beton *precast*, *overhead crane* digunakan untuk memindahkan cetakan beton *precast* (*moulding*), material seperti besi, alat bantu pendukung produksi seperti bucket yang digunakan untuk pengecoran *PCI Girder*. Selama proses produksi kegagalan pada *overhead crane* dapat terjadi kapan saja tanpa dapat diprediksi, apabila salah satu komponen rusak dapat mengakibatkan *overhead crane* gagal berfungsi sehingga mengalami *downtime* yang bisa menghambat proses produksi. Dalam mencegah terjadinya kerusakan peralatan, maka diperlukan analisa kegagalan pada komponen untuk mencegah terjadinya kerugian materi maupun untuk mengurangi kecelakaan kerja di perusahaan beton *precast*. Oleh sebab itu, untuk meminimalkan terjadinya kerusakan *overhead crane* perlu dilakukan identifikasi kegagalan fungsi komponen menggunakan metode *Failure Mode Effect and Criticality Analysis* (FMECA). FMECA ini terdiri dari dua analisis yaitu analisa FMEA dan analisis Kekritisitas/*criticality analysis* (CA). *Failure Mode Effect and Analysis* (FMEA) digunakan untuk mengidentifikasi bagaimana suatu peralatan, fasilitas, atau sistem dapat gagal serta akibat yang dapat ditimbulkannya apabila kegagalan tersebut terjadi (*Department of defence Washington D.C*,

1890). Sedangkan pada *criticality analysis* dalam analisa FMECA ini dapat digunakan untuk menentukan *ranking* dari setiap potensi kegagalan untuk setiap komponen yang ada pada sistem yang didasarkan pada nilai *criticality number* dan *severity ranking*. Sehingga dapat diketahui tingkat kekritisan dari semua komponen dan dapat ditentukan prioritas penanganan dari komponen yang memiliki nilai kekritisan paling tinggi.

2. METODOLOGI

Failure Mode Effect and Criticality Analysis (FMECA) merupakan gabungan antara metode *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) dan *Criticality Analysis* (CA) digunakan untuk menganalisa suatu risiko yang dapat terjadi pada proses produksi atau sebuah sistem (Fitriyani,2018). Metode ini biasanya diimplementasikan untuk mengidentifikasi bentuk-bentuk potensi kegagalan, menentukan dampaknya terhadap produksi dan mengidentifikasi tindakan yang dapat dilakukan untuk mengurangi kegagalan (*Department of the Army*,2006). Implementasi dari metode FMECA dapat diaplikasikan dengan menggunakan 2 metode pendekatan (*Department of the Army*,2006), yaitu:

1. Metode Kuantitatif

Metode ini menggunakan perhitungan antara *failure rate*, *Failure Mode Ratio* dan *failure effect mode probabilities*. Setelah semua data didapatkan, maka dapat digunakan untuk menghitung *criticality number* untuk menentukan prioritas penanganan pada komponen.

2. Metode Kualitatif

Metode ini digunakan apabila *failure rate* dan *failure modes* tidak diketahui. Pada metode ini, *criticality analysis* akan menggunakan penilaian subjektif dalam hal penentuan *severity* dan *occurance* kegagalan. Metode ini akan menghasilkan sebuah *ranking* yang bersifat *relative* pada suatu metode kegagalan.

Langkah awal pada penelitian ini adalah membuat *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) yang terdiri dari empat tahap (Sumarta, 2017):

1. Menentukan komponen yang berpotensi terjadi kegagalan atau kerusakan yang ada pada *overhead crane*.
2. Membuat diagram blok fungsi.
3. Mengidentifikasi mode kegagalan tiap sub komponen.
4. Mengidentifikasi efek kegagalan yang mungkin akan terjadi pada setiap mode kegagalan dari masing-masing sub komponen.

Langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan *criticality analysis* dengan tahapan:

1. Penentuan *failure mode rasio* (α), adalah probabilitas yang digambarkan dalam bentuk desimal yang merupakan bagian yang akan digunakan dalam identifikasi mode atau dapat dituliskan dengan rumus:

$$\alpha = \frac{\text{Jumlah kegagalan tiap mode}}{\text{jumlah total kegagalan item}} \quad (1)$$

2. Penentuan *failure effect probability* (β), Didefinisikan sebagai *failure effect probability* yang digunakan untuk menghitung *failure effects* dari setiap *failure mode*. Nilai *failure effect probability* (β) ditentukan berdasarkan literatur dan akan ditunjukkan melalui tabel 1.

Table 1 Nilai *failure effect probability* (β)

<i>Failure Effect</i>	Nilai Beta (β)
<i>Actual Loss</i>	1
<i>Probable Loss</i>	>0.1 sampai <1
<i>Possible Loss</i>	>0 sampai 0.1
<i>No Effect</i>	0

Sumber : (*Department of defence Washington D.C*, 1890)

3. Penentuan *failure rate* (λ_p), adalah rasio antara nilai waktu failures per unit dan tipe kerusakannya. Nilai *failure rate* (λ_p) dapat ditentukan dengan menggunakan rumus:

$$\lambda_p = \frac{\text{jumlah kegagalan item}}{\text{Operating Time}} \quad (2)$$

4. Penentuan waktu operasi (t). Nilai (t) didapatkan dari waktu operasi *Overhead crane* pada perusahaan beton *precast*.

5. Melakukan perhitungan *failure mode criticality*, *Failure mode criticality number* adalah ukuran relatif dari frekuensi mode kegagalan. Nilai *failure mode criticality* (C_m) dapat ditentukan dengan menggunakan rumus:

$$C_m = \beta \times \alpha \times \lambda_p \times t \quad (3)$$

6. Melakukan perhitungan *criticality number*, pengukuran relatif konsekuensi dan frekuensi dari kegagalan item. Nilai *criticality number* (C_r) dapat ditentukan dengan menggunakan rumus:

$$C_r = \sum C_m \quad (4)$$

7. Melakukan perhitungan *criticality ranking* yang didapatkan dari perkalian antara nilai *severity* dengan nilai *criticality number*.

$$Criticality\ ranking = Cr \times S$$

(5)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*)

FMEA digunakan untuk identifikasi sebab terjadinya kegagalan pada yang terjadi pada komponen atau sistem yang diamati dalam hal ini komponen atau sistem pada *overhead crane* dan efek yang ditimbulkan apabila terjadi kegagalan. Berikut merupakan contoh hasil identifikasi komponen menggunakan metode FMEA.

Tabel 2 Contoh *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

No	Equipment	Part	Function	Detection of failure			Effect of Failure	Severity
				Failure Mode	Failure Mechanism	Detection of Failure		
13	Hoisting Motor	Terminal Bolt	Baut pengencang pada Terminal hoist	Kendor (<i>Slack</i>)	Efek getaran pada motor	Dapat dilihat secara visual	Menyebabkan ngefong pada rangkaian listrik	2
		Motor Drive	Penggerak utama naik dan turun hoist	Terbakar	Penggunaan melebihi kapasitas motor	Gulungan dinamo terbakar	Motor hoist tidak dapat difungsikan	6
		Aux. Kontaktor	Mengunci Kontaktor agar tetap bekerja	Hoist tidak bisa Up	Auxiliary Contact error	Hoist tidak dapat naik	Fungsi hoist up tidak bekerja	3
		Kontaktor	Memutus dan mengalirkan arus listrik	Hoist tidak bisa Down	Arus pada kontraktor kurang	Hoist tidak dapat down	Fungsi hoist down tidak bekerja	3
				Hoist tidak bisa up-down	Arus pada Motor hoist kurang	Hoist tidak bergerak naik ataupun turun	Motor hoist tidak dapat difungsikan	3
As Motor Hoist	Sebagai poros perputaran komponen motor hoist	As motor hoist aus	Ausnya bearing pada as motor hoist	Dapat dilihat secara visual	Pergerakan rotor menjadi terganggu	3		

Berdasarkan tabel 2 menunjukkan contoh hasil identifikasi komponen pada *hoisting motor* dimana komponen tersebut merupakan yang paling sering mengalami kegagalan dan cukup lama waktu perbaikannya. Dengan nilai *severity* tertinggi terdapat pada mode kegagalan *hoisting motor* terbakar dengan nilai 6 dan nilai *severity* terendah pada mode kegagalan *terminal bolt* kendur (*slack*) dengan nilai *severity* 2

FMECA (*Failure Mode Effect and Criticality Analysis*)

Setelah melakukan identifikasi komponen menggunakan FMEA, maka dilanjutkan dengan menentukan *ranking kekritisian* dari setiap kegagalan komponen dengan perhitungan *criticality analysis*. *Criticality Analysis* merupakan suatu cara pengukuran terhadap efek dari suatu mode kegagalan yang sangat berarti bisa terjadi pada peralatan atau sistem, pada sisi keselamatan dan keberhasilan operasi yang didasarkan pada *criticality number* dan *severity*. Berikut adalah contoh hasil perhitungan *criticality analysis* dengan yang sudah digabungkan dengan hasil identifikasi FMEA.

Tabel 3 Contoh *Failure Mode Effect and Criticality Analysis* (FMECA)

No	Equipment	Part	Failure Mode	Failure Mechanism	Severity	Failure Rate (λ)	Failure Effect Probability (β)	Failure Ratio (α)	Operating Time (t)	Failure Mode Critically Number (Cm)	Item Critically Number (ΣCm)	Criticality Ranging
13	Hoisting Motor	Terminal Bolt	kendor	Efek getaran pada motor	2	0,003636	1	0,013889	5776	0,291667	3,0625	6,125
		Motor Drive	Terbakar	Penggunaan melebihi kapasitas motor	6	0,003636	1	0,020833	5776	0,4375	3,0625	18,375
		Aux. Kontaktor	Hoist tidak bisa Up	Auxiliary Contact error	3	0,003636	1	0,055556	5776	1,166667	3,0625	9,1875
		Kontaktor	Hoist tidak bisa Down	Arus pada kontraktor kurang	3	0,003636	1	0,027778	5776	0,583333	3,0625	9,1875
			Hoist tidak bisa up-down	Arus pada Motor hoist kurang	3	0,003636	1	0,020833	5776	0,4375	3,0625	9,1875
As Motor Hoist	As motor hoist aus	Ausnya bearing pada as motor hoist	3	0,003636	1	0,006944	5776	0,145833	3,0625	9,1875		

Berdasarkan tabel 3 menunjukkan hasil nilai *criticality ranging* tertinggi pada komponen *hoisting motor* berada pada mode kegagalan *hoisting motor* terbakar dengan nilai *criticality ranging* sebesar 18,375. Komponen ini memiliki jangka waktu perbaikan yang lama sehingga nilai *severity* pada mode kegagalan ini tinggi yang menyebabkan hasil dari *criticality ranging* pada mode kegagalan ini juga menjadi tinggi.

Criticality Ranging

Criticality Ranging merupakan hasil perhitungan dengan mengalikan nilai *criticality number* dengan *severity*. Berikut adalah rangkuman hasil perhitungan *criticality number*.

Tabel 4 Rangkuman Hasil Perhitungan *Criticality Ranging*

No	Item	Failure Mode	Criticality Number	Severity	Critical Ranging
1	Hoisting Motor Motor Drive	Terbakar	3,063	6	18,375
2	Bridge drive wheel	Pecah	2,778	5	13,889
3	Hoisting Motor Aux. Kontaktor	Hoist tidak bisa Up	3,063	3	9,188
4	Hoisting Motor Kontaktor	Hoist tidak bisa Down	3,063	3	9,188
5	Hoisting Motor Kontaktor	Hoist tidak bisa up-down	3,063	3	9,188
6	Hoisting Motor As Motor Hoist	As motor hoist aus	3,063	3	9,188
7	Control pendant	Rusak	1,778	5	8,889
8	Bridge drive wheel Pinion gear	Aus	2,778	3	8,333
9	Pendant Control Selectorswitch	Pecah	1,778	4	7,111
10	Hoisting Motor Terminal Bolt	kendor	3,063	2	6,125
11	Pendant Control Emergency Push Button	Rusak	1,778	3	5,333
12	Penudukan kampas	Patah	1,000	5	5,000
13	Box panel Kontaktor	Keras	1,361	3	4,083
14	Hoisting Brake Coil brake hoist	Terbakar	1,000	4	4,000
15	Trolley Conductor Track Current Collector	Aus	0,840	4	3,361
16	Hoisting Brake Kontaktor	Brake hoist macet	1,000	3	3,000
17	Kampas brake hoist	Pecah	1,000	3	3,000
18	Box Panel Inverter	Error	1,361	2	2,722
19	Trolley Conductor Track Pendant Festoon	Macet	0,840	3	2,521
20	Brake Bridge wheel Kampas Brake	Aus	0,694	3	2,083

21	<i>Trolley Conductor Track Current Collector</i>	Kendor	0,840	2	1,681
22	<i>Bridge drive motor</i>	Terbakar	0,250	6	1,500
23	<i>Brake Bridge wheel Wiring</i>	Error	0,694	2	1,389
24	<i>Spreader Beam Air Regulator</i>	Rusak	0,340	4	1,361
25	<i>Bridge Drive Motor Bearing</i>	Pecah	0,250	5	1,250
26	<i>Bridge Drive Motor Kontaktor</i>	Macet	0,250	2	0,500
27	<i>Limitswitch</i>	Limit Up tidak berfungsi	0,111	4	0,444
28	<i>Runaway Rail</i>	Lepas	0,111	3	0,333
29	<i>Load Limiter</i>	Error	0,063	5	0,313
30	<i>Pendant Cable</i>	Putus	0,063	5	0,313
31	<i>Buffer end trolley</i>	Aus	0,063	3	0,188
32	<i>Horn</i>	Terbakar	0,063	2	0,125
33	<i>Brake Trolley Kontaktor cross brake</i>	Ngepong	0,028	3	0,083
34	<i>Hoisting Gearbox Gigi Gearbox</i>	Aus	0,028	3	0,083
35	<i>Brake Trolley Cross brake</i>	Kendor	0,028	2	0,056
36	<i>Trolley Drive Motor Motor Cross</i>	Terbakar	0,007	6	0,042
37	<i>Coupling</i>	Joint shaft aus	0,007	4	0,028
38	<i>Hook Safety Latch</i>	Cacat	0,007	3	0,021

Berdasarkan tabel 4 menunjukkan hasil nilai *criticality ranking* tertinggi pada komponen *hoisting motor* berada pada mode kegagalan *hoisting motor* terbakar dengan nilai *criticality ranking* sebesar 18,375. Komponen ini memiliki jangka waktu perbaikan yang lama sehingga nilai *severity* pada mode kegagalan ini tinggi yang menyebabkan hasil dari *criticality ranking* pada mode kegagalan ini juga menjadi tinggi.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa yang telah dilakukan oleh peneliti maka diperoleh kesimpulan:

1. Hasil analisa pada *Failure Mode Effect and Analysis* (FMEA) menunjukkan bahwa terdapat 20 komponen yang mengalami kerusakan pada sistem *overhead crane* dengan jumlah *failure mode* sebesar 144 yang dapat mengakibatkan bahaya kegagalan sistem pada *overhead crane* dan dapat berdampak pada terganggunya proses operasi di perusahaan beton *precast*.
2. Hasil dari perhitungan dari *Failure Mode Effect and Criticality Analysis* (FMECA) menunjukkan nilai *criticality ranking* tertinggi adalah pada kegagalan *hoisting motor* terbakar dengan nilai sebesar 18,375.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Department of defence Washington D.C. 1890 *Military Standard Procedures For Performing a Failure Mode, Effects And Criticality Analysis*, Department of defence Washington D.C. WASHINGTON D.C. doi: 10.1093/nq/s7-X.252.326-b.
- Department of the Army. 2006. 'Failure Modes , Effects and Criticality Analysis (Fmeca) for Command , Control , Communications , Computer , Intelligence , Surveillance , Facilities', *Technical Manual*, 698(September), pp. 1–75.
- Fitriyani, A. N. 2018. *Identifikasi Kegagalan Komponen Pada Unit Overhead crane Dengan Menggunakan Metode FMECA DAN FTA (Studi kasus: Perusahaan Pupuk)*. POLITEKNIK NEGERI SURABAYA.
- Hanief, G. R. (2012) 'RANCANG BANGUN SIMULASI KERJA HOIST DAN TROLLEY PADA RUBBER TYRED GANTRY (RTG) DENGAN SISTEM MEKANIS (PROSES PEMBUATAN)', *Teknik Industri*, (D Iii), pp. 7–26.
- Sumarta, D. M. (2017) 'Penerapan Metode Failure Mode, Effect and Criticality Analysis (Fmeca) Pada Drive Station Alat Angkut Konveyor Rel', *Infomatek*, 19(01), p. 17. doi: 10.23969/infomatek.v19i01.544.