

## Analisis Risiko Kegagalan Alat *Container Crane* Di Perusahaan Jasa Petikemas Menggunakan Metode FMEA Dan FTA

Muhammad Naufal Abhitah Putra Wibowo<sup>1</sup>, Mades Darul Khairansyah<sup>1\*</sup> dan Galih Anindita<sup>1</sup>

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

\*E-mail: [mades@ppns.ac.id](mailto:mades@ppns.ac.id)

### Abstrak

Pelabuhan Tanjung Perak merupakan Pelabuhan penyedia jasa petikemas. *Container Crane* (CC) merupakan alat yang digunakan untuk kegiatan bongkar muat. Sering kali alat tersebut mengalami kerusakan akibat dipakai secara terus menerus hingga menyebabkan suatu kegagalan komponen yang berdampak bagi perusahaan itu sendiri. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui identifikasi kegagalan menggunakan FMEA agar didapatkan nilai RPN untuk mengetahui kegagalan yang kritis menggunakan diagram pareto, kemudian menggunakan metode FTA untuk mencari penyebab dasar kegagalan pada alat, selain itu, akan diberikan rekomendasi pengendalian risiko berdasarkan hirarki pengendalian. Hasil dari analisis menggunakan FMEA dan dibantu diagram pareto, ditemukan ada 8 sub komponen kritis yaitu *generator, gearbox gantry, wire rope, twist lock, motor trolley, joystick, control panel*, dan *wire rope sling* yang mana nantinya akan menjadi *top event* untuk pembuatan FTA. Hasil dari FTA ditemukan penyebab dasar pada sub komponen *generator 7 basic event, gearbox gantry 8 basic event, wire rope 7 basic event, twistlock 6 basic event 6, motor trolley 6 basic event, joystick 9 basic event, control panel 9 basic event*, dan *wire rope sling 7 basic event*. Pemberian rekomendasi dilakukan dengan pengendalian substitusi, *engineering control*, administrasi dan alat pelindung diri.

**Kata Kunci:** *Container Crane*, FMEA, RPN, FTA

### Abstract

Tanjung Perak Port is a container service provider port. *Container Crane* (CC) is a tool used for loading and unloading activities. Often the tool is damaged due to continuous use to cause a component failure that affects the company itself. This study aims to determine the identification of failures using FMEA in order to obtain RPN values to determine critical failures using Pareto diagrams, then use the FTA method to find the basic causes of device failure, besides that, risk control recommendations will be given based on the control hierarchy. The results of the analysis using FMEA and assisted by Pareto diagrams, found that there are 8 critical sub-components namely *generator, gantry gearbox, wire rope, twistlock, motor trolley, joystick, control panel*, and *wire rope sling* which will later become the *top event* for making FTA. The results of the FTA found the basic causes of the subcomponent *generator 7 basic events, gearbox gantry 8 basic events, wire rope 7 basic events, twistlock 6 basic events 6, motor trolley 6 basic events, joystick 9 basic events, control panel 9 basic events*, and *wire rope sling 7 basic events*. Provision of recommendations is carried out by substitution control, *engineering control*, administration and personal protective equipment.

**Keywords:** *Container Crane*, FMEA, RPN, FTA

## 1. PENDAHULUAN

Pelabuhan tanjung perak merupakan pelabuhan penyedia jasa petikemas yang terbesar di Indonesia yang melayani kapal internasional maupun kapal domestik. Pelabuhan sendiri merupakan suatu tempat yang menjadi suatu hubungan antara daratan dan lautan yang menjadi suatu berlangsungnya pekerjaan bongkar dan muat kapal. Pelabuhan tanjung perak merupakan perusahaan jasa petikemas yang sangat banyak permintaan pengiriman barang, oleh sebab itu setiap pelabuhan menyediakan fasilitas alat yang modern untuk menunjang aktivitas kerja bongkar muat. Pada perkembangan zaman, fasilitas alat juga harus semakin cepat agar konsumen juga merasa puas akan kinerja bongkar muat di pelabuhan yang sangat cepat.

Dalam kegiatan bongkar muat seperti kegiatan pembongkaran peti kemas dari suatu kapal ke *head truck* menuju *Container Yard* (CY) dibutuhkan peralatan untuk menunjang suatu aktivitas kegiatan bongkar muat salah

satunya yaitu *Container Crane* (CC). Alat ini dapat membantu mengangkat dan memindahkan *container* dengan cepat sebanyak 30 sampai 45 *box* per jam-nya dan alat ini memiliki kapasitas maksimal sebesar 40 ton. *Spreader* pada *container crane* ini dapat berubah ukuran sesuai *box container* yang akan diangkat, *spreader* ini dapat membesar hingga ukuran 40 ft dan mengecil hingga ukuran 20 ft. Dalam permintaan konsumen yang sangat banyak alat yang ada di perusahaan jasa petikemas ini termasuk kurang yaitu memiliki 4 alat *container crane* yang digunakan proses bongkar muat dari kapal.

Banyaknya kegiatan bongkar muat pada perusahaan jasa terminal petikemas mengakibatkan alat beroperasi 24 jam, dengan banyaknya kegiatan mengakibatkan alat mengalami kegagalan komponen yang menyebabkan kegiatan terhenti ataupun terhambat. Dari permasalahan tersebut dibutuhkan metode untuk mengidentifikasi dan menganalisis kegagalan komponen agar pekerjaan berjalan lancar dan tidak menghambat suatu proses pekerjaan dan dapat mengurangi risiko kecelakaan, untuk mengetahui permasalahan tersebut perlu adanya metode identifikasi bahaya yang bisa mengatasi permasalahan tersebut (Rahim, 2020). Metode untuk mengidentifikasi bahaya saat ini yang sangat cocok digunakan adalah metode FMEA (Hanif et al., 2015). Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) merupakan tahap mengidentifikasi tingkat keparahan kegagalan (*severity*), tingkat kejadian terjadinya kegagalan produk (*occurrence*), dan tingkat deteksi munculnya kegagalan (*detection*), selanjutnya menghitung nilai *Risk Priority Number* (RPN) yaitu dengan cara mengalikan nilai keparahan (*severity*), nilai kejadian (*occurrence*), dan nilai deteksi (*detection*) (Ardiansyah and Wahyuni, 2018). Setelah menghitung nilai RPN maka akan didapatkan nilai RPN yang didapat dari hasil mengalikan nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection* dari setiap mode kegagalan yang didapat, selanjutnya mengurutkan nilai RPN yang terbesar sampai dengan yang terkecil untuk melakukan langkah perbaikan sesuai dengan nilai RPN yang terbesar (Muliando Putra, 2015).

## 2. METODE

*Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) merupakan metode yang digunakan untuk mencari, mengidentifikasi, kegagalan, potensial *error*, dan masalah yang diketahui dari sistem, proses, atau jasa (Puspitasari and Martanto, 2014). Identifikasi kegagalan dapat memberikan penilaian berdasarkan tingkat kejadian (*occurrence*), tingkat keparahan (*severity*), dan tingkat deteksi (*detection*) (Stamatis, 2003). Tujuan dari FMEA disini adalah suatu metode untuk mengevaluasi risiko kegagalan suatu alat *container crane*. FMEA menggunakan kriteria-kriteria kemungkinan kejadian (*occurrence*), deteksi (*detection*), dan tingkat kerusakan (*severity*) untuk menentukan *risk priority numbers* (RPN) (Khrisdamara and Andesta, 2022). Dari nilai RPN nantinya akan ditentukan aksi dari resiko yang dapat terjadi.

Rumus RPN :

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

Skor SOD untuk pengisian RPN dapat dilihat pada tabel 1, tabel 2 dan tabel 3 berikut

### - *Severity*

Nilai tingkat dampak keparahan (*severity*) merupakan penilaian pada tingkat keparahan pada suatu akibat dari potensi kegagalan pada suatu komponen yang berpengaruh pada suatu hasil kerja mesin yang diperiksa. Bila pernah melakukan penilaian maka akan lebih mudah untuk melakukan penilaian tingkat dampak (*severity*), tetapi belum pernah melakukan penilaian maka penilaian dilakukan dengan estimasi yang berdasarkan pendapat orang yang lebih ahli (*expert judgement*) berupa pengertian dan keahlian. Karena setiap kegagalan memiliki tingkat keparahan yang berbeda.

Tabel 1. Skor *Severity*

Tingkat Keparahan	Tingkat Keparahan Dampak	Peringkat
Berbahaya tanpa peringatan	Kegagalan tidak didahului oleh peringatan	10
Berbahaya dengan peringatan	Kegagalan didahului oleh peringatan	9
Sangat tinggi	Produk tidak dapat dioperasikan	8
Tinggi	Produk dapat dioperasikan dengan tingkat kinerja yang banyak berkurang	7
Sedang	Produk dapat dioperasikan tetapi sebagian item tambahan (fungsi sekunder) tidak dapat berfungsi	6
Rendah	Produk dapat dioperasikan dengan tingkat kinerja yang sedikit berkurang	5
Sangat rendah	Cacat disadari oleh pelanggan (>75%)	4
Minor	Cacat disadari oleh pelanggan (50%)	3
Sangat minor	Cacat disadari oleh pelanggan (<25%)	2
Tidak ada	Tidak memiliki pengaruh	1

Sumber : (Pamungkas et al., 2019)

- *Occurrence*

Nilai tingkat kejadian (*occurrence*) merupakan sebuah penilaian dengan tingkatan tertentu dimana adanya sebab kerusakan secara mekanis yang terjadi pada peralatan tersebut. Apabila telah menentukan pada tahap *severity*, maka tahap selanjutnya adalah menentukan rating terhadap nilai *occurrence*.

Tabel 2. Skor *Occurrence*

Probabilitas Kejadian Risiko	Deskripsi	Peringkat
Sangat tinggi	Sering terjadi	10
Tinggi	Terjadi berulang	9
		8
		7
Sedang	Jarang terjadi	6
		5
		4
Rendah	Sangat jarang terjadi	3
		2
Sangat rendah	Hampir tidak pernah terjadi	1

Sumber : (Pamungkas et al., 2019)

- *Detection*

Nilai tingkat deteksi (*detection*) merupakan penilaian tingkat detection sangat penting dalam menemukan potensi penyebab mekanis yang menimbulkan kerusakan serta tindakan perbaikannya. Pada penilaian ini kita dapat mengetahui seberapa besar kita mendeteksi kemungkinan terjadinya kegagalan atau timbulnya dampak dari suatu kegagalan. Memulai langkah ini yaitu dengan mengidentifikasi pengendalian saat ini yang dapat mendeteksi kegagalan bila tersedia. Jika tidak ada pengendalian saat ini, kemungkinan deteksi akan rendah, dan item tersebut akan menerima peringkat tertinggi.

**Tabel 3.** Skor *Detection*

Deteksi	Kemungkinan Deteksi	peringkat
Hampir tidak mungkin	Pengontrol tidak dapat mendeteksi kegagalan	10
Sangat jarang	Sangat jauh kemungkinan pengontrol akan menemukan potensi kegagalan	9
Jarang	Jarang kemungkinan pengontrol akan menemukan potensi kegagalan	8
Sangat rendah	Kemungkinan pengontrol untuk mendeteksi kegagalan sangat rendah	7
Rendah	Kemungkinan pengontrol untuk mendeteksi kegagalan rendah	6
Sedang	Kemungkinan pengontrol untuk mendeteksi kegagalan sedang	5
Agak tinggi	Kemungkinan pengontrol untuk mendeteksi kegagalan agak tinggi	4
Tinggi	Kemungkinan pengontrol untuk mendeteksi kegagalan tinggi	3
Sangat tinggi	Kemungkinan pengontrol untuk mendeteksi kegagalan sangat tinggi	2
Hamper pasti	Kegagalan dalam proses tidak dapat terjadi karena telah dicegah melalui desain solusi	1

Sumber : (Pamungkas et al., 2019)

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada FMEA ini sebelumnya dibuat FBD atau *Functional Block Diagram* untuk mengetahui alur proses kerja peralatan *Container Crane*. Dari awal pengoperasian hingga selesai. FBD CC akan membantu dalam pengerjaan FMEA. Terdapat 8 *system* komponen dan 28 komponen *sub-system* dari masing *system* komponen. Worksheet FMEA yang digunakan merupakan worksheet menurut (Degu and Moorthy, 2014) yang telah melakukan pembuatan FMEA. Pada pengerjaan FMEA akan ditemukan *function*, *function failure*, *failure mode* dan *failure effect*. Kemudian akan dihitung nilai RPN dengan melakukan perkalian *Severity* atau tingkat keparahan, *Occurrence* atau tingkat kemungkinan dan *detection* atau pendeteksi kegagalan yang dapat terjadi (Aprianto et al., 2021). Nantinya akan ditemukan komponen *sub-system* dari peralatan yang paling kritis yang didapatkan dari nilai RPN tertinggi. Pada Tabel 4 berikut merupakan hasil dari identifikasi kegagalan menggunakan FMEA pada komponen *system Engine* pada *Container Crane*:

**Tabel 4.** FMEA komponen Engine

NO	Component	Potential Failure Mode	Effect Of Failure	Severity (S)	Potential Cause of Failure	Occurrence (O)	Control Detection	Detection (D)	RPN
<i>Engine</i>									

1	<i>Accu</i>	<i>Accu drop</i>	Mesin sulit dihidupkan	5	Penggunaan daya pada CC terlalu <i>over</i> sehingga <i>accu</i> mengalami drop	4	Melakukan penggantian unit <i>accu</i> dengan daya yang sesuai	2	40
---	-------------	------------------	------------------------	---	---------------------------------------------------------------------------------	---	----------------------------------------------------------------	---	----

NO	Component	Potential Failure Mode	Effect Of Failure	S e v e r i t y ( S )	Potential Cause of Failure	Oc c u r r e n c e ( O )	Control Detection	D e t e c t i o n ( D )	RPN
2	Radiator	Korosi pada tanki radiator	Tangki radiator mengalami kebocoran yang mengakibatkan <i>overheat</i> pada mesin	3	Terdapat keusangan pada komponen radiator dan mengalami tekanan panas dari mesin	3	Melakukan pengecekan pada komponen radiator dan mengganti tangki yang baru	3	27
3	Turbo	Katup turbo tidak berjalan	Penurunan kinerja pada turbo	2	Terdapat seal yang rusak (keras) dan baut pada katup yang terlalu kencang	2	Memastikan baut tidak terlalu kencang dan seal yang masih yang layak pakai dan turbo bekerja secara optimal	3	12
4	Filter	Filter udara yang berkarat	Penurunan kinerja pada mesin karena udara terhambat	5	Terdapat filter udara yang berkarat sehingga debu menumpuk dan sirkulasi udara pada mesin tidak optimal	2	Melakukan pengecekan filter dan mengganti filter apabila filter mengalami kerusakan	3	30
5	Generator	Mengalami <i>overheat</i>	tidak mengeluarkan dan menyalurkan daya listrik secara maksimal	7	Sirkulasi udara pada ruang generator kurang baik	3	melakukan cek pada ruang srikulasi generator	4	84

sumber : hasil penelitian, 2023

Dari Tabel 4 didapatkan nilai RPN tertinggi adalah Generator dengan nilai RPN tertinggi dengan skor 84. Nilai RPN yang didapatkan kemudian diurutkan dan dibuat diagram pareto setiap komponen *system*. Didapatkan dari 8 komponen *system* memiliki nilai RPN tertinggi yaitu *Generator, gearbox gantry, wire rope, twist lock, motor trolley, wire rope sling, joystick, dan control panel*. Diharapkan dapat mengetahui dan mengurangi kerusakan peralatan yang terjadi di peralatan Diharapkan dapat mengurangi kerusakan peralatan yang terjadi di peralatan CC.

#### 4. KESIMPULAN

Dari hasil pengerjaan dan analisa menggunakan FMEA dapat disimpulkan pada peralatan *Container Crane* terdapat nilai RPN tertinggi dari masing masing komponen *system* adalah *Generator, gearbox gantry, wire rope, twist lock, motor trolley, wire rope sling, joystick, dan control panel*. Setelah di gunakan diagram pareto terdapat komponen *sub-system* yang termasuk dalam komponen kritis. Komponen ini kemudian dicari sumber permasalahan kegagalan menggunakan metode FTA agar dapat memberikan rekomendasi pada kegagalan alat yang telah terjadi dan alat dapat beroperasi dengan aman.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- Aprianto, T., Setiawan, I., Purba, H.H., 2021. Implementasi metode Failure Mode and Effect Analysis pada Industri di Asia – Kajian Literatur. *J. Manaj.*
- Aradiansyah, N., Wahyuni, H.C., 2018. Analisis Kualitas Produk Dengan Menggunakan Metode FMEA dan Fault Tree Analisis (FTA) Di Exotic UKM Intako. *PROZIMA Product. Optim. Manuf. Syst. Eng.* 2, 58–63. <https://doi.org/10.21070/prozima.v2i2.2200>
- Degu, Y.M., Moorthy, R.S., 2014. Implementation of Machinery Failure Mode and Effect Analysis in Amhara Pipe Factory P.L.C., Bahir Dar, Ethiopia. *Am. J. Eng. Res.*
- Hanif, R.Y., Rukmi, H.S., Susanty, S., 2015. Perbaikan Kualitas Produk Keraton Luxury di PT. X Dengan Menggunakan Metode FMEA dan FTA.
- Khrisdamara, B., Andesta, D., 2022. Analisis Penyebab Kerusakan Head Truck-B44 Menggunakan Metode FMEA dan FTA (Studi Kasus: PT. Bima, Site Pelabuhan Berlian). *J. Serambi Eng.* 7. <https://doi.org/10.32672/jse.v7i3.4255>
- Mulianto Putra, M.N., 2015. Analisis Penyebab Defect Kapal Motor (KM) Pagerungan Pada Bagian Hull Construction (HC) Dengan Metode FMEA Dan FTA (Studi Kasus di PT. PAL INDONESIA).
- Pamungkas, I., Irawan, H.T., Arkanullah, L., Dirhamsyah, M., 2019. Penentuan Tingkat Risiko Pada Proses Produksi Garam Tradisional di Desa IE LEUBEU Kabupaten Pidie.
- Puspitasari, N.B., Martanto, A., 2014. Penggunaan FMEA Dalam Mengidentifikasi Risiko Kegagalan Proses Produksi Sarung ATM (Alat Tenun Mesin) (Studi Kasus PT. ASAPUTEX JAYA TEGAL). *JTI UNDIP J. Tek. Ind.* 9, 93–98. <https://doi.org/10.12777/jati.9.2.93-98>
- Rahim, F.R., 2020. TINJAUAN ASPEK KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA TERHADAP BURUH DI PELABUHAN PAOTERE.
- Stamatis, D.H., 2003. Failure mode and effect analysis: FMEA from theory to execution, 2nd ed., rev.expanded. ed. ASQ Quality Press, Milwaukee, Wisc.