

PENERAPAN FMEA UNTUK MENGANALISIS MODE KEGAGALAN FUNGSIONAL PADA *REACH STACKER*: STUDI KASUS PERUSAHAAN JASA TERMINAL PETI KEMAS

**Muhammad Hisyam Fauzi¹, Anda Iviana Juniani^{1*}, Cahya Ardie Firmansyah², Ucok
 Joko Suryanto², Almamnun Hidayat²**

¹Program Studi Teknik Desain dan Manufaktur, Jurusan Teknik Permesinan Kapal,
 Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

²Perusahaan Jasa Terminal Peti Kemas

*Email: andaiviana@ppns.ac.id

Abstrak

Reach stacker adalah alat angkut dan bongkar muat barang dengan model kombinasi antara *forklift* dengan *mobile crane* yang biasa digunakan di Perusahaan Jasa Peti Kemas. *Reach stacker* terdiri dari bagian struktural, komponen mekanis, komponen elektrik, dan sistem kontrol. *Reach stacker* memiliki peranan penting dalam angkut dan bongkar muat peti kemas, sehingga sering mengalami kegagalan fungsi karena intensitas pemakaian yang tinggi. Oleh karena itu, dapat menyebabkan kegiatan angkut dan bongkar muat terhenti ataupun terhambat. Penelitian ini dilakukan untuk menemukan akar permasalahan pada *reach stacker* dengan menganalisis sistem yang mengalami pemeliharaan karena kerusakan (*breakdown maintenance*). Data yang digunakan adalah data *breakdown* dan *utilization reach stacker* nomor 73 pada tahun 2021-2023. Metode analisis yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi kegagalan adalah metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) untuk mencari nilai *Risk Priority Number* (RPN). Hasil perhitungan RPN dapat digunakan untuk mengetahui komponen mana yang lebih kritis dan harus didahulukan dalam perbaikan dan perawatan yang perlu dilakukan. Dalam mengidentifikasi fungsi setiap komponen dibutuhkan *Function Block Diagram* (FBD) untuk membantu mempermudah penyusunan FMEA. Dengan menggunakan analisis kuantitatif melalui metode FMEA, diperoleh nilai RPN tertinggi pada komponen *spreader* yaitu kegagalan mekanisme *twistlock* macet dengan nilai sebesar 360. Dari hasil analisis diharapkan dapat membantu perusahaan dalam menjaga keandalan *reach stacker* sehingga dapat menjaga produktivitas kerja.

Kata kunci: FMEA, *reach stacker*, RPN

Abstract

Reach stacker is a cargo handling and transportation equipment that combines the functions of a forklift and a mobile crane, commonly used in container handling companies. The reach stacker consists of structural components, mechanical components, electrical components, and a control system. Reach stackers play a crucial role in the loading and unloading of containers, and due to their high usage intensity, they frequently experience functional failures. As a result, loading and unloading operations can be halted or disrupted. This study was conducted to identify the root causes of issues in the reach stacker by analyzing the systems that underwent breakdown maintenance. The data used is breakdown and utilization data for reach stacker number 73 from 2021 to 2023. The analysis method used to identify failures is the Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) method to determine the Risk Priority Number (RPN). The RPN calculation results can be used to identify which components are more critical and should be prioritized in repairs and maintenance. In identifying the function of each component, a Function Block Diagram (FBD) is needed to help simplify the preparation of FMEA. Using quantitative analysis through the FMEA method, the highest RPN value was obtained in the spreader component, namely the failure of the twistlock

mechanism jamming with a value of 360. The results of the analysis are expected to help the company in maintaining the reliability of the Reach Stacker so that it can maintain work productivity.

Keywords: FMEA, reach stacker, RPN

PENDAHULUAN

Perusahaan Jasa Peti Kemas merupakan salah satu terminal pelabuhan yang bergerak di bidang logistik yaitu bongkar muat barang dari dan ke atas kapal. Dalam menjalankan kegiatan operasional tentu tidak lepas dari penggunaan mesin. Salah satu mesin yang mendukung kelancaran operasional Perusahaan Jasa Peti Kemas adalah alat angkut dan pemindahan barang, seperti *reach stacker*.

Reach stacker memiliki peranan penting dalam bongkar muat peti kemas, dimana alat bongkar muat ini juga sering mengalami kegagalan fungsi karena intensitas pemakaian yang tinggi (Aji et al., 2018). Kerusakan pada *reach stacker* dapat disebabkan oleh berbagai faktor, seperti keausan komponen, kesalahan operasional, maupun faktor lingkungan kerja. Gangguan yang terjadi pada *Reach Stacker* ini dapat menyebabkan kegiatan angkut dan bongkar muat terhenti ataupun terhambat.

Reach stacker ini telah dilakukan upaya perawatan oleh Perusahaan dengan menerapkan sistem pemeliharaan yang bersifat preventif atau terjadwal (*preventive maintenance*) dan korektif (*corrective maintenance*), tetapi berdasarkan data perusahaan dari tahun 2021-2023 ditemukan 153 kegagalan fungsi komponen *reach stacker* pada salah satu unit.

Metode yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi kegagalan fungsi *reach stacker* salah satunya adalah metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Alasan penggunaan metode ini adalah diperkirakan beberapa kegagalan terjadi karena *human error* atau kesalahan operator dan usia komponen. Metode FMEA digunakan untuk mengevaluasi tingkat *severity* (keparahan), *occurrence* (frekuensi kejadian), dan *detection* (kemampuan deteksi kegagalan) dari setiap komponen.

Dari metode FMEA dapat menghitung nilai *Risk Priority Number* (RPN). Hasil perhitungan RPN dapat digunakan untuk mengetahui komponen mana yang lebih kritis dan harus didahulukan dalam perbaikan dan perawatan yang perlu dilakukan. Misalnya, studi oleh Rahmani et al. (2023), pada *reach stacker* menunjukkan bahwa penerapan metode FMEA mampu mengidentifikasi mode kegagalan dominan dan memprioritaskan tindakan perawatan berdasarkan nilai RPN.

Penggunaan metode ini melibatkan hasil identifikasi fungsi setiap komponen dengan *Function Block Diagram* (FBD) dan kemungkinan kegagalan yang terjadi atau pernah terjadi. Dengan *Functional Block Diagram* (FBD) dalam bentuk gambar blok dapat membantu mempermudah penyusunan FMEA. Dengan mengimplementasikan metode ini, perusahaan dapat merencanakan strategi perawatan yang lebih efektif, meminimalkan *downtime*, serta meningkatkan keandalan operasional *reach stacker* di lingkungan kerja pelabuhan.

TINJAUAN PUSTAKA

(A) *Reach Stacker*

Reach stacker adalah kendaraan yang digunakan untuk menangani *container* kargo intermodal di terminal kecil ataupun pelabuhan berukuran sedang. *Reach stacker* mampu

mengangkut *container* jarak pendek dengan sangat cepat dan menumpukkan dalam berbagai baris, tergantung pada aksesnya. Alat bongkar muat ini bisa juga mengangkat atau menghamparkan *container* dari ketinggian (*tier*) penumpukan peti kemas yang tertinggi ke terendah atau sebaliknya dan memindahkan *container* dari tempat satu ke tempat lainnya. Maksimum *reach stacker* adalah enam ketinggian (*tier*) penumpukan (Fernanda, 2020).

(B) *Function Block Diagram (FBD)*

Functional Block Diagram (FBD) adalah serangkaian diagram yang menggambarkan hubungan dan aliran kerja antar fungsi komponen sehingga dapat memperjelas tahapan proses kerja dari suatu sistem atau peralatan (Marimin & Zulna, 2022). FBD dapat membantu dalam menyederhakan pemahaman suatu sistem dengan sebuah gambar blok. Untuk menentukan kegiatan perawatan, FBD dibuat dan dilakukan setelah mengetahui bagaimana cara kerja antar komponen dalam suatu sistem sesuai fungsinya (Moubray, 1997). FBD juga dapat digunakan sebagai sumber informasi dalam menentukan pembaruan perencanaan perawatan apabila sistem *maintenance* sebelumnya menjadi kurang efektif.

(C) *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) merupakan salah satu metode analisis untuk mencari, mengidentifikasi, kegagalan, potensial *error*, dan masalah yang diketahui dari sistem, proses, atau jasa (Puspitasari dan Martanto dalam Wibowo et al., 2023). Identifikasi kegagalan dapat menggambarkan penilaian berdasarkan tingkat kejadian (*occurrence*), tingkat keparahan (*severity*), dan tingkat deteksi (*detection*) (Stamatis dalam Wibowo et al., 2023). Tujuan dari FMEA yakni untuk mengevaluasi risiko kegagalan fungsi suatu alat *reach stacker*. Terdapat *form* FMEA yang digunakan dalam mengidentifikasi *failure* yang terjadi, yang disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. FMEA Worksheet

<i>System:</i>			<i>Fasilitator:</i>		<i>Date:</i>			
<i>Sub-system:</i>			<i>Auditor:</i>		<i>Year:</i>			
No	Equipment	Functional	Functional Failure	Failure Mode	Failure Effect	S	O	D RPN

Sumber: Moubray, 1997

Rumus *Risk Priority Numbers (RPN)*:

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

Di mana:

S : *severity*
O : *occurrence*
D : *detection*

METODE

Penelitian ini menggunakan objek *reach stacker* nomor 73 yang terdapat di Perusahaan Jasa Peti Kemas dengan spesifikasi sebagai berikut:

Merek : Konecranes SMV 4531 TCE5

Engine : Volvo TAD1171VE

Max. Reach horizontal : 6.35 m

Lifting height : 15.3 m

Capacity : 45-31-16 tons

Spreader functions : 20-40 ft containers



Gambar 1. Reach Stacker Nomor 73

(A) Pengumpulan Data

(1) Data Primer

Pengumpulan data primer dilakukan dengan observasi langsung untuk mengamati cara kerja *reach stacker* dan wawancara dengan *expert judgment* yang berkompeten dan memiliki pengetahuan mendalam tentang *reach stacker*.

(2) Data Sekunder

Pengumpulan data sekunder atau data pendukung seperti data *breakdown* dan *utilization reach stacker* nomor 73 pada tahun 2021-2023.

(B) Pembuatan FBD

Dalam mempermudah penyusunan FMEA, maka dapat dimulai dengan pembuatan *Functional Block Diagram* (FBD).

(C) Penyusunan FMEA Worksheet

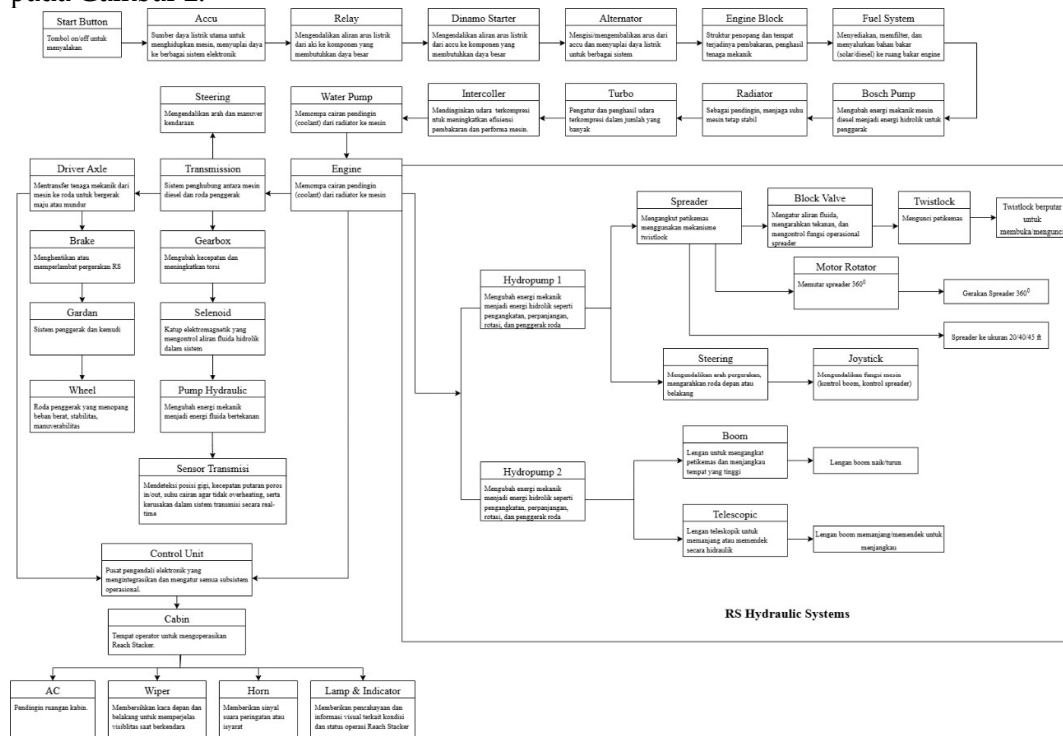
Penyusunan FMEA dapat dilanjutkan untuk menentukan prioritas kegagalan komponen berdasarkan nilai RPN yang diperoleh pada kategori *high risk*. Penelitian ini dilakukan dengan bantuan *expert judgment* yakni senior mekanik dan staf *maintenance*. Dalam menentukan *expert judgment*, dipilih individu yang memiliki pengalaman lapangan yang cukup, pemahaman menyeluruh terhadap sistem dan kegagalan

komponen, serta kemampuan memberikan penilaian objektif dan konsisten berdasarkan data dan referensi teknis. Penilaian *expert judgement* dapat membantu memperkuat dalam menentukan hasil penelitian. Pemilihan *expert judgement* dalam penelitian ini telah memenuhi kriteria berdasarkan pengalaman dan pengetahuan dalam menerangkan tentang komponen *reach stacker*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

(A) Pembuatan *Functional Block Diagram* (FBD)

Pembuatan *Functional Block Diagram* (FBD) digunakan untuk memberikan informasi mengenai proses *reach stacker*. Dimana simbol persegi menunjukkan fungsi dari komponen dan anak panah menjelaskan aliran proses sistem. FBD dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. *Functional Block Diagram* (FBD) *Reach Stacker*

Gambar 2 di atas merupakan hubungan fungsi komponen yang menunjukkan proses cara kerja *reach stacker*. Jika terjadi kegagalan pada salah satu komponen akan mengganggu kinerja *reach stacker*. Dari komponen yang terdapat di FBD tersebut akan dicantumkan ke dalam lembar FMEA sesuai dengan kegagalan fungsinya.

(B) *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA)

Metode FMEA digunakan untuk mengidentifikasi mode kegagalan, dampak, dan menentukan nilai *Risk Priority Number* (RPN). Dampak dari *failure mode* (mode kegagalan) memiliki nilai berupa angka yang menggambarkan tingkat keparahan (*severity*), tingkat terjadi kegagalan (*occurrence*), dan tingkat dalam mendeteksi keberadaan mode kegagalan (*detection*).

Nilai RPN berdasarkan kategori *high risk* dapat ditentukan oleh standar deviasi dari rata-rata jumlah nilai RPN dibagi dengan jumlah data. Jumlah nilai RPN keseluruhan yaitu 9.176 dibagi jumlah data sebanyak 62, maka nilai rata-ratanya adalah 148. Dari perhitungan tersebut, maka dapat ditentukan kategori resiko dari nilai RPN yaitu:

Rendah : $x < 74$

Sedang : $74 \leq x \leq 222$

Tinggi : > 222

Hasil FMEA *worksheet* berdasarkan nilai RPN kategori *high risk* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. FMEA *Worksheet* dengan Nilai RPN Kategori *High Risk*

System: RS73 REACH STACKER		Date: 23-24 Juni 2025					
KONECRANES SMV 4531 TCE5							
Sub-system: Komponen <i>Reach Stacker</i>				Year: 2025			
N o	Equi pmen t	Functional	Functional Failure	Failure Mode	Failure Effect	S O D	R P N
3	<i>Spreader</i>	Sebagai pengangkat peti kemas	Sistem penguncian tidak berfungsi (<i>lock/unlock</i>) bagian <i>twist-lock</i>	3 B 1	Mekanisme <i>twist-lock</i> macet atau tidak responsif saat perintah <i>lock/unlock</i>	Kontainer tidak dapat dikunci atau dilepas	8 5 9 360
5	<i>Brakes</i>	Berfungsi menghentikan atau memperlambat pergerakan <i>reach stacker</i>	Rem tidak bisa mencengkeram (tidak pakem)	5 C 1	Kampas rem aus	RS sulit berhenti	8 3 1 240
8	<i>Chassis</i>	Sebagai kerangka utama yang menopang semua komponen pada <i>reach stacker</i>	Ketidakseimbangan beban/stabilitas kendaraan	8 A 1	Baut pin pemberat (<i>counter weight</i>) patah	Unit menjadi tidak stabil saat mengangkat/meminimalkan beban	7 4 1 280

9	<i>Hydraulic System</i>	1	Sebagai sumber tenaga untuk pengangkatan sebuah mekanisme dengan memanfaatkan tekanan fluida	9 A	Tidak bisa mengatur silinder <i>spreader</i> untuk kontainer 20/40 ft	9 A 1	Kebocoran oli hidrolik dan silinder hidrolik 20-40 rusak	Tidak dapat menyesuaikan ukuran kontainer	7	4	8	22 4
				9 C	Tekanan hidrolik tidak tersalurkan	9 C 1	Selang hidrolik aus/bocor	Perforansi hidrolik berkurang	7	5	7	24 5
				9 D	Tidak mampu menahan tekanan hidrolik	9 D 1	<i>Seal</i> atau <i>O-ring</i> bocor	Tekanan hidrolik menurun	7	4	8	22 4
1 1	AC	1	Pendingin ruangan kabin	1 1 A	Udara tidak dingin	1 1 A 2	Motor <i>blower</i> rusak (kipas AC tidak berputar)	Suhu kabin panas	8	4	1 0	32 0
1 4	<i>Horn</i>	1	Memberikan sinyal suara peringatan/ isyarat	1 4 A	Klakson tidak dapat berbunyi	1 4 A 3	Unit <i>horn</i> rusak	Operasi atau tidak dapat memberikan peringatan suara	7	4	1 0	28 0
1 7	<i>Wirin g</i>	1	Menyalurkan arus listrik dan sinyal antar komponen elektrik dan elektronik	1 7 F	Tidak bisa jalan maju/mundur	1 7 F 1	Gangguan kelistrikan akibat <i>wiring</i> rusak	RS tidak dapat bergerak	9	4	8	28 8

Pada Tabel 2, menunjukkan hasil identifikasi risiko kegagalan pada *reach stacker* menggunakan FMEA didapatkan output nilai RPN kategori tinggi. Penentuan nilai S, O, dan D didapatkan dari penilaian *expert judgement*. Nilai RPN yang tertinggi menunjukkan tingkat prioritas pengendalian risiko yang diberikan pada komponen *reach stacker*. Hasil identifikasi RPN tertinggi ditunjukkan pada mode kegagalan mekanisme *twistlock* macet atau tidak reponsif saat perintah *lock* atau *unlock* pada komponen *spreader* senilai 360. Nilai RPN sebesar 360 tersebut merupakan yang tertinggi di antara seluruh komponen yang dianalisis pada FMEA *worksheet*, sehingga dikategorikan sebagai komponen paling kritis.

Komponen *spreader* berfungsi sebagai pengangkat peti kemas. Mode kegagalan mekanisme *twistlock* macet atau tidak reponsif saat perintah *lock* atau *unlock* diberikan nilai 8 terhadap *severity* (keparahan) karena *reach stacker* tidak dapat bekerja untuk mengangkat peti kemas apabila dalam kondisi tersebut, sehingga kegiatan operasional terpaksa untuk diberhentikan. Penilaian terhadap *occurrence* (keseringan) diberikan nilai 5 karena kegagalan terjadi sebanyak 25 kali dalam kurun waktu 14.602 jam operasional sesuai dengan data *breakdown* dan *utilization reach stacker* nomor 73 tahun 2021-2023. Penilaian terhadap *detection* (pendeteksi kegagalan) diberikan nilai 9 karena menunjukkan bahwa kemampuan mendeteksi kegagalan ini sebelum terjadi sangat rendah (hampir tidak terdeteksi hingga kegagalan benar-benar muncul).

KESIMPULAN

Hasil analisis identifikasi kegagalan fungsi pada *reach stacker* nomor 73 di Perusahaan Jasa Peti Kemas diperoleh bahwa komponen yang memiliki nilai RPN tertinggi adalah *spreader* dengan mode kegagalan mekanisme *twistlock* macet atau tidak reponsif saat perintah *lock* atau *unlock* dengan nilai RPN sebesar 360.

REFERENSI

- Aji, K. S., Subekti, A., & Dhani, M. R. (2017). Perencanaan Kegiatan Perawatan Pada Reach Stacker Menggunakan Metode RCM II Dan Pembuatan JSA. *Conference on Safety Engineering and Its Application*. 1(1), 319-325.
- Fernanda, B. S. (2020). Pelaksanaan *Stuffing In* Dan *Stripping In* Di Depo Prapat Kurung Oleh PT. Mitra Dharma Laksana Surabaya. *Karya Tulis*.
- Marimin, & Zulna, N. F. (2022). Analisis Interval Pemeliharaan Komponen Kritis Unit Fuel Conveyor Dengan Pendekatan Reliability Centered Maintenance (RCM). *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. 32(1), 12-20.
- Moubray, J. (1997). *Reliability-centered Maintenance* 2nd Edition. New York: Industrial Press Inc.
- Rahmani, S. S. A., Setiawan, P. A., & Santoso, M. Y. (2023). Evaluasi Kegagalan Komponen Reach Stacker Berbasis Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan Diagram Pareto. *Conference on Safety Engineering and Its Application*. 7(1), 304-309.
- Wibowo, M. N. A. P., Khairansyah, M. D., & Anindita, G. (2023). Analisis Risiko Kegagalan Alat Container Crane Di Perusahaan Jasa Petikemas Menggunakan Metode FMEA Dan FTA. *Conference on Safety Engineering and Its Application*. 7(1), 434-440.