

Evaluasi Kegagalan Komponen *Reach Stacker* Berbasis *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* dan Diagram Pareto

Salsabila Sulfilailia Ar R¹, Priyo Agus Setiawan^{2*} dan Mochamad Yusuf Santoso¹

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

²Program Studi Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

*E-mail: priyo.as@ppns.ac.id

Abstrak

Perusahaan peti kemas merupakan perusahaan jasa bongkar muat yang memiliki beberapa peralatan kerja untuk mendukung proses bongkar muat. Salah satu peralatan yang digunakan adalah *Reach Stacker* (RS). RS merupakan salah satu peralatan yang fleksibel dan tidak terbatas ruang gerakannya. Penggunaan RS ini sering kali mengalami kegagalan, sehingga dapat menghambat proses kerja. Kegagalan yang terjadi seperti subkomponen pada engine yaitu *accu* mengalami kerusakan dan *twistlock error/macet*. Dengan adanya potensi kegagalan ini peneliti menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), dan Pareto Diagram untuk membantu dalam mengevaluasi kegagalan yang terjadi pada peralatan dengan memperhatikan nilai perkalian SOD yang akan menjadi nilai *Risk Priority Number* (RPN). Untuk menentukan nilai kekritisan digunakan diagram pareto. Berdasarkan hasil dari pembuatan FMEA, didapatkan 9 komponen dan 39 subkomponen. FMEA juga mendapat hasil 39 *failure mode* dari 39 subkomponen. Dari perhitungan RPN didapatkan *twislock* memiliki RPN tertinggi dengan skor 168, kemudian dengan skor 90 subkomponen *accu* dan *brake*. Kemudian hasil RPN dicari kekritisan komponennya dari pareto didapatkan 11 subkomponen yang masuk dalam kategori kritis yang selanjutnya akan dianalisa untuk diberikan rekomendasi perawatan. Dari hasil analisis menggunakan ketiga metode ini diharapkan dapat membantu perusahaan dalam menjaga keandalan dari *Reach Stacker* (RS) sehingga dapat menjaga produktivitas kerja *Reach Stacker*.

Kata Kunci: FMEA, *Pareto Diagrams*, *Reach Stacker*

Abstract

A container service company is a stevedoring service company that has several work equipment to support the loading and unloading process. One of the equipment used is the Reach Stacker (RS). RS is one of the flexible equipment and has unlimited space. The use of the Reach Stacker often fails, which can interfere with the work process. Failures that occur such as subcomponents on the engine, namely accu damaged and twistlock error / jam. With this potential failure, researchers use the Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) method and Pareto Diagrams to assist in evaluating failures that occur in equipment by paying attention to the SOD multiplication value which will be the Risk Priority Number (RPN) value. To determine the criticality value used pareto diagram. Based on the results of making FMEA, 9 components and 39 subcomponents were obtained. FMEA also received 39 failure modes from 39 subcomponents. From the calculation of RPN, it is found that twislock has the highest RPN with a score of 168, Then with a score of 90 accu and brake subcomponents. Then the RPN results searched for the criticality of its components from pareto, 11 subcomponents were obtained which were included in the critical category which will then be analyzed to be given treatment recommendations. From the results of the analysis using these three methods, it is hoped that it can assist companies in maintaining the defense of Reach Stacker (RS) so that they can maintain Reach Stacker (RS) work productivity.

Keyword: FMEA, *Pareto Diagram*, *Reach Stacker*

1. PENDAHULUAN

Perusahaan jasa peti kemas merupakan perusahaan yang bergerak pada kegiatan penyedia jasa pelayanan peti kemas baik secara internasional maupun domestik dengan memberikan layanan selama 24 jam *nonstop*. Perusahaan ini memiliki banyak jenis peralatan dan fasilitas yang disediakan sebagai bentuk dukungan dalam

melakukan pelayanan bongkar dan muat peti kemas. Adanya fasilitas ini diharapkan kinerja dan produktifitas dari perusahaan peti kemas dapat optimal dan mampu bersaing dengan perusahaan jasa peti kemas serupa.

Salah satu peralatan yang dapat digunakan untuk memindahkan peti kemas adalah *Reach Stacker* (RS). Alat ini merupakan tipe pesawat angkat yang berfungsi dalam memindahkan, mengangkat, dan menurunkan peti kemas yang jangkauanya relative terbatas (Basir, 2018). RS memiliki kapasitas mengangkat sebesar 40-ton dan dapat mengangkat sebanyak 5 hingga 6 tumpukan kontainer. *Spreader* RS dapat otomatis membesar dan mengecil menjadi 20' dan 40' sesuai kebutuhan kontainer yang ditangani. Peralatan ini membutuhkan operator untuk mengoperasikanya.

Dalam penggunaanya, sering kali RS mengalami kendala sehingga mengalami kerusakan dan mengakibatkan kecelakaan kerja. Kendala yang terjadi mengakibatkan produktifitas dan kerugian yang cukup besar bagi perusahaan. Kendala yang sampai menimbulkan kecelakaan ini sering kali diakibatkan karena kegagalan komponen atau komponen yang rusak ketika digunakan. Oleh karena itu, diperlukan identifikasi dari kegagalan yang terjadi pada RS. Metode FMEA atau *Failure Mode and Effect Analysis* merupakan metode yang cocok untuk mengetahui mode kegagalan yang dapat terjadi di RS, serta dapat menghitung nilai *Risk Priority Number* (RPN) (McDermott et al., 2009). Hasil perhitungan RPN mendapatkan hasil nilai yang berbeda dan sama. Maka untuk mengetahui subkomponen mana yang lebih kritis dan harus didahulukan dalam perbaikanya digunkan diagram pareto. Diharapkan dengan adanya identifikasi kegagalan serta penilaian resiko ini akan menjadi pertimbangan perusahaan untuk melakukan perbaikan peralatan.

2. METODE

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

FMEA adalah metode yang digunakan untuk mengidentifikasi bentuk kegagalan yang mungkin menyebabkan kegagalan fungsi dan untuk memastikan pengaruh kegagalan berhubungan dengan setiap bentuk kegagalan Tujuan utama dari penggunaan metode FMEA adalah untuk mengevaluasi penyebab dari mode kegagalan dimana dievaluasi juga konseskuensi dari mode kegagalan (Suwignjo et al., 2022). Menurut Moubray (1997) jika penyebab kegagalan sudah ditemukan maka setiap failure mode yang terjadi dapat diberikan pencegahan atau *preventive maintenance*. Dari FMEA akan ditemukan *function*, *function failure*, *failure mode*, dan *failure effect*.

FMEA menggunakan kriteria-kriteria kemungkinan kejadian (*occurrence*), deteksi (*detection*), dan tingkat kerusakan (*severity*) untuk menentukan *risk priority numbers* (RPN) (Rinoza and Kurniawan, 2021). Dari nilai RPN yang didapatkan dapat menentukan tindakan apa yang akan dilakukan berdasarkan skor atau nilai yang didapatkan (Anthony, 2018).

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.

- *Severity*

Tabel 1. Skor *Severity*

Rating	<i>Saverity</i>	<i>Description</i>
10	Berbahaya tanpa peringatan	Kegagalan sistem yang menghasilkan efek sangat berbahaya
9	Berbahaya dengan peringatan	Kegagalan sistem yang menghasilkan efek berbahaya
8	Sangat Tinggi	Sistem tidak beroperasi
7	Tinggi	Sistem beroperasi tetapi tidak dapat dijalankan secara penuh
6	Sedang	Sistem beroperasi dan aman tetapi mengalami penurunan performa sehingga mempengaruhi output
5	Rendah	Mengalami penurunan kinerja secara bertahap
4	Sangat rendah	Efek yang kecil pada performa sistem
3	Kecil	Sedikit berpengaruh pada kinerja sistem
2	Sangat kecil	Efek yang diabaikan pada kinerja sistem
1	Tidak ada efek	Tidak ada efek

(sumber: Afriyanto, 2020)

- *Occurrence*

Tabel 2. Skor Occurrence

Rating	Occurance	Description
10	Sangat Tinggi	Lebih dari 15 kali dalam setahun
9		10-15 kali dalam setahun
8	Tinggi	7-10 kali dalam setahun
7		4-6 kali dalam setahun
6		2-3 kali dalam setahun
5	Sedang	1 kali dalam setahun
4		1 kali dalam 2-3 tahun
3	Rendah	1 kali dalam 3-5 tahun
2		1 kali dalam 5-10 tahun
1	Tidak ada efek	1 kali dalam lebih dari 10 tahun

(sumber : Afriyanto, 2020)

- *Detection*

Tabel 3. Skor Detection

Rating	Detection	Description
10	Hampir Mustahil	Pengecekan akan hampir tidak mampu mendeteksi penyebab mode kegagalan
9	Sangat sulit	Pengecekan memiliki kemungkinan sangat sulit untuk mampu mendeteksi penyebab mode kegagalan
8	Sulit	Pengecekan memiliki kemungkinan sulit untuk mampu mendeteksi mode kegagala
7	Sangat Rendah	Pengecekan memiliki kemungkinan sangat rendah untuk mampu mendeteksi penyebab mode kegagalan
6	Rendah	Pengecekan memiliki kemungkinan rendah untuk mampu mendeteksi penyebab mode kegagalan
5	Sedang	Pengecekan memiliki kemungkinan sedang untuk mampu mendeteksi penyebab mode kegagalan
4	menengah keatas	Pengecekan memiliki kemungkinan menengah ke atas untuk mampu mendeteksi penyebab mode kegagalan
3	Tinggi	Pengecekan memiliki kemungkinan tinggi untuk mampu mendeteksi penyebab mode kegagalan
2	Sangat Tinggi	Pengecekan memiliki kemungkinan sangat tinggi untuk mampu mendeteksi penyebab mode kegagalan
1	Hampir Pasti	Pengecekan akan selalu mampu mendeteksi penyebab mode kegagalan

(sumber : Afriyanto, 2020)

2. Diagram Pareto

Pareto merupakan jenis diagram batang yang memvisualisasikan bahwa sebagian kecil dari masalah cenderung terjadi lebih sering daripada masalah yang lainnya (Kharen et al., 2019). Prinsip pareto menyatakan bahwa, untuk banyak peristiwa, kira-kira 80% efek berasal dari 20% penyebabnya. Prinsip 20% dari masalah memiliki 80% dari dampak sehingga dengan melakukan sebuah perbaikan 20% dari masalah, dapat menghasilkan 80% keuntungan dalam melakukan keseluruhan masalah. 80% katagori pertama penyebab masalah yang harus dilakukan perbaikan terlebih dahulu (Septiawan and Bekti, 2016).

Untuk menentukan nilai kekeritisan digunakan urutan dari nilai RPN tertinggi yang dibuat presentase dengan rumus:

$$\% \text{ RPN} = (\text{nilai RPN} / \text{Jumlah RPN keseluruhan}) \times 100\% \quad (2)$$

kemudian setelah ditemukan nilai % RPN, nilainya dijumlahkan menjadi nilai presentase kumulatif. Akan terlihat

komponen mana yang akan mencapai nilai 20% terlebih dahulu sebagai perwakilan dari 80% yang lain. Diagram pareto ini juga nantinya akan mengidentifikasi masalah yang paling penting yang mempengaruhi usaha dalam perbaikan (Suherman and Cahyana, 2019).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

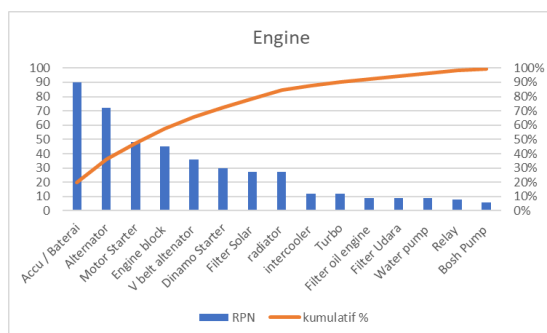
Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Pada tahap FMEA ini sebelumnya dibuat FBD atau Functional Block Diagram untuk peralatan RS dari awal pengoperasian hingga selesai. FBD RS akan membantu dalam pengerjaan. Hasil dari pembuatan FMEA pada peralatan RS didapatkan pada pengerjaan FMEA memiliki 9 komponen yaitu engine, transmission, spreader, attachment, cabin, electrical, hydraulic, driver axle dan steering. Komponen engine pada RS memiliki 15 subkomponen yaitu Accu/ batrey, alternator, motor starter, engine block, V belt alternator, Dinamo starter, filter (solar, udara, oil engine), radiator, intercooler, turbo, water pump, relay dan bosch pump dengan RPN tertinggi pada Accu dengan skor 90. Transmission memiliki 4 subkomponen dan 4 failure mode yaitu gearbox, filter transmisi, solenoid, sensor transmisi memiliki RPN tertinggi pada gerarbox dengan skor 48. Komponen spreader memiliki 3 subkomponen yaitu twistlock, motor rotator dan block valve kegagalan dengan RPN tertinggi pada twislock erorr. Komponen attachment memiliki boom dan telescopic dengan skor RPN sama yaitu 48. Pada komponen Cabin memiliki subkomponen joystick, Monitor dan AC dengan failure mode joystick erorr memiliki skor tertinggi. Komponen electrical box relay memiliki skor tertinggi dari subkomponen switch. *Brake, gardan dan wheel* merupakan komponen gerak *driver axle, brake* dengan failure mode *brake trouble* menghasilkan skor tertinggi sebesar 90. Komponen Hydraulic memiliki 4 subkomponen dengan skor RPN tertinggi sebesar 36 pada hydraulic hose, subkomponen ini mengalami kebocoran. Pada komponen steering dengan subkomponen link steering, cylinder steering dan hose hydrolic steering. Link steering mendapatkan skor RPN tertinggi yaitu 48.

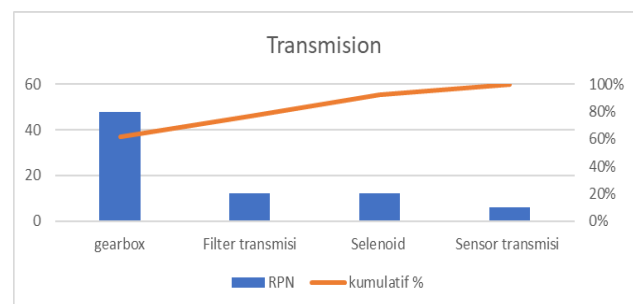
Dari penjelasan FMEA di dapatkan dari 9 komponen memiliki nilai RPN tertinggi subkomponen accu/ batrei, gearbox, twistlock, boom dan telescopic, joystick, box relay, hydraulic hose, brake dan link steering. Kemudian untuk melihat komponen kritis yang mewakili 80% dengan komponen yang mencapai 20% dengan menggunakan diagram pareto. Subkomponen dari masing masing komponen di urutkan dari RPN tertinggi kemudian dibuat tabel RPN kumulatif. Tabel 5 merupakan hasil perhitungan RPN kumulatif dan hasil komponen kritis menggunakan diagram pareto.

Diagram Pareto

Gambar 1 dan gambar 2 merupakan contoh digram pareto dari komponen engine dan transmission. Terlihat subkomponen yang mencapai 20% pertama adalah accu/batrey dan alternator, dengan nilai kumulatif 20% dan 36%. Diagram pareto komponen transmission menunjukkan subkomponen gearbox yang mencapai 20% pertama dengan kumulatif 62%. Evaluasi diagram pareto ini juga berlaku untuk 8 komponen yang lain dengan memperhatikan Tabel 4 presentase kumulatif.



Gambar 1. Diagram Pareto Engine



Gambar 2. Diagram Pareto Transmission

Tabel 4. Tabel Komponen RPN kumulatif

Engine

Komponen	RPN	%	kumulatif %
<i>Accu / Baterai</i>	90	20%	20%
<i>Alternator</i>	72	16%	36%
<i>Transmission</i>			
Komponen	RPN	%	kumulatif %
<i>Gearbox</i>	48	62%	62%
<i>Spreader</i>			
Komponen	RPN	%	kumulatif %
<i>Twistlock</i>	168	66%	66%
<i>Attachment</i>			
Komponen	RPN	%	kumulatif %
<i>Boom</i>	48	50%	50%
<i>Telescopic</i>	48	50%	100%
<i>Cabin</i>			
Komponen	RPN	%	kumulatif %
<i>Joystick</i>	16	67%	67%
<i>Electricall</i>			
Komponen	RPN	%	kumulatif %
<i>box relay</i>	18	43%	43%
<i>Hydraulic</i>			
Komponen	RPN	%	kumulatif %
<i>hydrolic hose</i>	36	31%	31%
<i>Driver Axle</i>			
Komponen	RPN	%	kumulatif %
<i>brake</i>	90	47%	47%
<i>Steering</i>			
Komponen	RPN	%	kumulatif %
<i>link steering</i>	48	46%	46%

(sumber : hasil penelitian, 2023)

Hasil evaluasi diagram pareto didapatkan 11 subkomponen dengan kegagalan termasuk kritis karena presentase kumulatifnya mencapai 20% dan subkomponen yang tidak masuk dalam tabel 2 merupakan komponen yang tidak termasuk kritis. Jadi dengan menanggulangi 11 subkomponen ini sudah mewakili komponen yang tidak termasuk kritis yang lainnya. Ditemukanya hasil 11 subkomponen kritis pada RS diharapkan perusahaan memberikan perencanaan perawatan untuk mencegah kegagalan yang lebih besar pada subkomponen tersebut.

4. KESIMPULAN

Hasil pengerjaan dan evaluasi menggunakan FMEA dapat disimpulkan pada peralatan RS, subkomponen masih banyak terjadi kegagalan dan termasuk dalam kategori kritis. Bentuk kegagalan dari analisa *failure mode* didapatkan nilai RPN tertinggi ada 10 subkomponen. Setelah di gunakan diagram pareto untuk melihat apakah ada subkomponen kritis lainnya ditemukan 11 subkomponen yang termasuk dalam komponen kritis. Subkomponen tersebut adalah *Accu/ batrey, altenator, gearbox, twislock, boom, telescopic joystick, brake, box relay, hydrolic hose*, dan *link steering*. Dari 11 subkomponen ini harus diberikan rekomendasi perawatan oleh perusahaan .

5. DAFTAR PUSTAKA

Afriyanto, S., 2020. Implementasi Metode OEE dan FMEA Untuk Meningkatkan Kinerja Mesin CNC Milling di PT. XYZ. Tugas Akhir Mhs. Tek. Ind. Univ. Esa Unggul.

- Anthony, M.B., 2018. Analisis Penyebab Kerusakan Hot Rooler Table dengan Menggunakan Metode Failure Mode And Effect Analysis (FMEA). J. INTECH Tek. Ind. Univ. Serang Raya 4, 1. <https://doi.org/10.30656/intech.v4i1.851>
- Basir, A., 2018. Analisis Waktu Perawatan Alat Berat Reach Stacker di PT. Mitra Dharma Laksana Surabaya.
- Kharen, L., Kurniasih, D., Disrinama, A.M., 2019. Analisa Kecelakaan Kerja Jari Terjepit Roll Pada Perusahaan Pemroduksi Karung. 3rd Proceeding Conf. Saf. Eng. 461–465.
- McDermott, R.E., Mikulak, R., Beauregard, M.R., 2009. The Basic of FMEA, 2nd Ed, Newyork,. Taylor and Francis Group, Newyork.
- Moubray, J., 1997. Reliability-centered maintenance. Butterworth Heinemann.
- Rinoza, M., Kurniawan, F.A., 2021. Analisis RPN (Risk Priority Number) Terhadap Keandalan Komponen Mesin Kompresor Double Screw Menggunakan Metode FMEA di Pabrik Semen PT. XYZ 17.
- Septiawan, D.B., Bekt, R., 2016. Analysis Of Project Construction Delay Using Fishbone Diagram at PT. Rekayasa Industri. J. Bus. Manag. 05.
- Suherman, A., Cahyana, B.J., 2019. Pengendalian Kualitas Dengan Metode Failure Mode Effect And Analysis 16.
- Suwignjo, P., Setiawan, T.A., Singgih, M.L., Iviana, A., Setiawan, P.A., 2022. A Study Of Risk Management Using FMEA Approach And Mean Time To Failure.