

Penentuan Komponen Kritis Pada Kelistrikan dan Pelumasan *Forklift* Menggunakan Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan Diagram Pareto

Derry Brianantha¹, Mades Darul Khairansyah^{1*}, Dika Rahayu Widiana² dan Bimbi Pramada Taradipa³

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

²Magister Teknik Keselamatan dan Resiko, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

³Perusahaan Beton Pracetak, Mojokerto 6135

*E-mail: mades@ppns.ac.id

Abstrak

Abstrak— *Forklift* adalah alat yang memungkinkan seseorang untuk mengangkat dan menempatkan barang dengan beban yang berat dan besar. Terjadinya gangguan pada *forklift* dapat menghambat proses produksi maupun bongkar muat di perusahaan beton pra cetak, sehingga banyak kerugian yang didapat perusahaan jika hal tersebut terjadi. Alat ini beroperasi untuk mengangkut material dan barang jadi secara terus menerus selama 24 jam per hari untuk 6 hari kerja dalam satu minggu. Untuk menjaga performa *forklift* tersebut dibutuhkan perawatan secara berkala. Untuk mengatasi permasalahan tersebut peneliti menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dalam menganalisis penyebab kegagalan yang sering terjadi serta efek yang ditimbulkannya. Metode ini juga digunakan untuk menentukan langkah-langkah pencegahan, mulai dari prioritas tinggi hingga prioritas rendah, dengan tujuan mengurangi tingkat kerusakan atau kemungkinan kerusakan. Dengan demikian, diharapkan dapat mengurangi kerugian dan bahaya yang mungkin terjadi. Selain itu, dilakukan analisis diagram Pareto untuk mengidentifikasi komponen-komponen penting, sehingga perusahaan dapat memprioritaskan kegiatan pemeliharaan dan meningkatkan keandalan. Analisis FMEA menunjukkan bahwa ada 10 komponen dengan 10 mode kegagalan yang dianalisis berdasarkan nilai *severity*, *occurrence*, *detection*, dan RPN (*Risk Priority Number*) dari setiap potensi kegagalan tersebut. Nilai RPN tertinggi terdapat pada komponen *filter* oli dengan nilai RPN yaitu 252, teridentifikasi dengan bentuk kegagalan *filter* oli kotor. Pada analisis diagram Pareto memprioritaskan komponen penting yaitu filter oli. Sehingga, komponen-komponen ini dapat diperhatikan oleh tim *maintenance* dan pihak terkait di perusahaan saat melaksanakan kegiatan pemeliharaan pada *forklift*.

Kata Kunci: *Forklift*, *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), Diagram Pareto

Abstract

Abstract— *Forklift* is a tool that enables an individual to lift and place heavy and large loads. Any malfunction in the forklift can hinder the production process or loading and unloading activities at a precast concrete company, leading to significant losses for the company if such issues occur. This tool operates continuously to transport materials and finished goods 24 hours a day, 6 days a week. Regular maintenance is required to maintain the performance of the forklift. To address these issues, researchers used the *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) method to analyze the common causes of failure and their effects. This method is also used to determine preventive measures, from high to low priority, with the aim of reducing the level of damage or the likelihood of failure. Consequently, it is expected to reduce potential losses and hazards. Additionally, a Pareto diagram analysis was conducted to identify critical components, allowing the company to prioritize maintenance activities and improve reliability. The FMEA analysis shows that there are 35 components with 41 failure modes analyzed based on *severity*, *occurrence*, *detection*, and RPN (*Risk Priority Number*) values of each potential failure. The highest RPN value was found in the Lift and Tilt Cylinder component, with an RPN value of 270, identified with the failure mode of leakage/breakage. The Pareto diagram analysis prioritizes three critical components: Lift and Tilt Cylinder, Brake Pads, and Oil Filter. Therefore, these components should be the focus of the maintenance team and relevant parties in the company during forklift maintenance activities.

Keywords: *Forklift*, *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), Pareto Diagram

1. PENDAHULUAN

Industri manufaktur merupakan industri yang mengolah bahan baku menjadi produk setengah jadi maupun produk jadi. Pada setiap proses produksi dan aktivitas pekerjaan memiliki risiko dari bahaya yang ada. Salah satu industri yang bergerak di bidang manufaktur adalah industri beton *precast* atau beton pra cetak. Beton pracetak (*precast*) dihasilkan dari proses produksi dimana lokasi pembuatannya berbeda dengan lokasi elemen akan digunakan.

Proses produksi dan aktivitas industri beton *precast* tentunya harus sesuai dengan target produksi dan tepat waktu agar kepuasan *customer* terpenuhi. Salah satu faktor yang harus diperhatikan dalam pemenuhan target produksi adalah kondisi dan perawatan fasilitas mesin yang ada. Dengan memaksimalkan kondisi dan perawatan mesin tentunya produksi yang tepat waktu dapat tercapai. Beberapa peralatan mesin yang digunakan pekerja untuk mengangkat dan mengangkut suatu produk maupun bahan tentunya diperlukan dalam meningkatkan proses produksi. Pesawat angkat dan angkut adalah suatu pesawat atau alat yang digunakan untuk memindahkan atau mengangkat muatan bahan secara vertikal dan atau horizontal dalam jarak yang ditentukan. Salah satu yang termasuk dalam pesawat angkat angkut adalah *forklift*

Forklift adalah alat yang memungkinkan seseorang untuk mengangkat dan menempatkan barang dengan beban yang berat dan besar (Narulita & Aji Nugroho, 2019). *Forklift* pada umumnya dilengkapi dengan garpu (*fork*) di bagian depan yang berfungsi untuk mengangkat dan memindahkan barang. Adanya *forklift* dapat membantu proses pengangkatan beban berat yang tidak bisa diangkat dengan tenaga manusia. Dalam keamanan dan kenyamanan pengoperasian *forklift* diperlukan perawatan terhadap komponen *forklift* secara rutin.

Penjadwalan perawatan yang dilakukan di perusahaan beton pracetak tidak seimbang dengan tingginya intensitas pengoperasian pada *forklift* yang beroperasi hampir 24 jam. Perawatan pada *forklift* di perusahaan manufaktur ini sudah menerapkan sistem pemeliharaan peralatan yang bersifat preventif (*preventive maintenance*). *Preventive maintenance* merupakan kegiatan perawatan dan pemeliharaan untuk mencegah timbulnya kerusakan-kerusakan yang tidak terduga dan menemukan keadaan yang dapat menyebabkan fasilitas produk mengalami kerusakan pada waktu proses produksi secara terjadwal (Pamungkas *et al.*, 2021), namun pada kenyataan dilapangan, kerusakan atau kegagalan fungsi komponen pada *forklift* memiliki nilai yang cukup tinggi. Perawatan juga dilakukan dengan *corrective maintenance*. *Corrective maintenance* adalah perawatan yang hanya dilakukan setelah adanya kerusakan yang terjadi pada mesin (Mentari & Hidayat, 2021). Tingginya intensitas pengoperasian pada *forklift* menjadi penyebab masih tingginya kegagalan (*downtime*) komponen pada *forklift*.

Berdasarkan permasalahan tersebut maka perlunya suatu metode yang tepat untuk mengatasi akar dari permasalahan dan suatu evaluasi penjadwalan perawatan bagi suatu alat khususnya *forklift*. Dalam penelitian ini berfokus pada kelistrikan dan pelumasan *forklift*. Dengan mengetahui akar permasalahan dan perencanaan perawatan kelistrikan dan pelumasan pada *forklift*, tentunya akan berdampak positif bagi perusahaan dengan lancarnya kegiatan produksi. Maka dari itu diperlukan sebuah kajian khusus yang bertujuan untuk mengidentifikasi *failure mode* dari setiap komponen kelistrikan dan pelumasan *forklift* dengan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) adalah suatu metode analisis yang digunakan untuk mengidentifikasi penyebab suatu kejadian kegagalan serta mengevaluasi akibat-akibat dan risiko potensi kegagalan yang terjadi pada suatu proses, kemudian menetapkan langkah-langkah guna mengatasi atau mencegah kegagalan tersebut terjadi sehingga proses dapat berjalan dengan baik (Suwandono, 2016). Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) sesuai dengan penelitian ini karena FMEA mengidentifikasi dan menilai risiko diturunkan dari masing-masing komponen yang diamati.

Komponen-komponen pada *forklift* dilakukan perhitungan RPN sehingga dapat diketahui komponen mana saja yang paling kritis atau memiliki nilai RPN tertinggi (Hartati Telaumbanua, 2022). Dalam pembuatan FMEA dilakukan perhitungan RPN yang memiliki tujuan untuk mengetahui komponen kritis dari suatu mesin yang selanjutnya dilakukan pengkategorian konsekuensi kegagalan yang terjadi pada tiap komponen. Penilaian FMEA ditentukan dari perhitungan frekuensi. Penilaian FMEA ditentukan dari perhitungan frekuensi terjadinya kegagalan berdasarkan data historis kegagalan perusahaan. Nilai dari hasil RPN akan menentukan seberapa kritis komponen pada mesin (Elisabeth Ginting & Yola Lista, 2019). Diagram pareto merupakan diagram yang menunjukkan kegagalan dominan untuk dapat dilakukan prioritas usulan perbaikan. Diagram pareto memiliki aturan 80/20 yang menyatakan bahwa 80% dampak yang telah teridentifikasi merupakan kontribusi dari 20% potensi penyebab. Diagram pareto ini membantu memberikan gambaran yang mengurutkan data dari kiri ke kanan menurut urutan ranking tertinggi hingga terendah sehingga dapat membantu menemukan permasalahan yang paling penting dan dapat segera terselesaikan (Suherman & Cahyana, 2019). Penelitian ini bertujuan melakukan pemilihan *failures mode* melalui FMEA serta menentukan prioritas perawatan komponen melalui diagram pareto

2. METODE

a. *Functional Block Diagram (FBD)*

Functional Block Diagram (FBD) merupakan diagram yang menggambarkan aliran kerja antar fungsi komponen yang membentuk sistem untuk memperjelas ruang lingkup sehingga analisis fungsi sistem dan kegagalan fungsi dapat dilakukan dengan mudah. FBD digunakan untuk mendeskripsikan sistem kerja dari mesin dan sebagai representasi grafis dari fungsi suatu sistem yang berupa blok-blok berisi fungsi dari setiap subsistem (Papazoglou, 1998). Menurut Department of the US Army, (2006) menyatakan bahwa FBD berfungsi untuk menunjukkan keterkaitan fungsi antar komponen penyusun sistem yang ditunjukkan secara visual digambarkan dengan blok serta garis panah sebagai aliran utama.

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

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) merupakan metode yang bertujuan untuk mengevaluasi desain sistem dengan mengidentifikasi berbagai mode kegagalan dan menganalisis risiko kegagalan terhadap keandalan sistem (Syarifudin & Putra, 2021). Menurut Moubray (1997) menyatakan bahwa teknik FMEA digunakan untuk mencegah terjadinya kerusakan dengan meminimalisir atau menghilangkan penyebab kegagalan. Metode FMEA berfokus pada analisis penyebab kerusakan dan ketika ditemukan penyebab serta mekanisme kerusakan pada *failure modes*, maka dapat diberikan saran untuk pelaksanaan *preventive maintenance* untuk menurunkan *failure rate*. Terdapat form FMEA yang digunakan dalam mengidentifikasi *failure* yang terjadi, sebagai berikut:

Tabel 1 *FMEA Worksheet*

<i>Failure Mode and Effect analysis</i>										
<i>System :</i>					<i>Date :</i>					
<i>Subsystem :</i>										
<i>No</i>	<i>Equipment</i>	<i>Functional</i>	<i>Functional Failure</i>		<i>Failure mode</i>	<i>Failure Effect</i>	<i>S</i>	<i>O</i>	<i>D</i>	<i>RPN</i>

Sumber: Moubray (1991)

Tabel 1 menurut Khridamara & Andesta, (2022) metode FMEA ini juga didapatkan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Identifikasi komponen mesin yang sedang berlangsung pada proses bongkar muat.
2. Identifikasi dan diskusi potensi kegagalan
3. Mencatat potensial efek untuk setiap *failure mode*.
4. Menentukan rating *severity, occurrence, detection*.
5. Melakukan perhitungan nilai RPN dengan perkalian nilai *severity, occurrence dan detection*
6. Menentukan prioritas *Failure Mode* untuk dilakukan tindakan.
7. Memberikan tindakan untuk meminimalisir atau mengurangi kegagalan yang berisiko tinggi.
8. Hitung RPN yang dihasilkan saat kegagalan dikurangi atau dihilangkan.

d. *Risk Priority Number (RPN)*

Risk Priority Number (RPN) digunakan dalam menentukan tingkat prioritas dari kegagalan yang dapat terjadi pada suatu sistem fungsi. Tingkat prioritas ini juga berhubungan dengan FMEA dalam memberikan keputusan dalam menentukan tingkat potensi masalah (Ramadhan, 2021). Untuk mendapatkan nilai RPN, dibutuhkan tiga tahapan penilaian yaitu *severity, occurrence dan detection*, lalu dihitung dengan rumus :

$$RPN = Severity \times Occurrence \times Detection \quad (2.1)$$

Perhitungan RPN dilakukan untuk setiap kegagalan yang mungkin terjadi pada setiap komponen, berdasar tabel skala penilaian masing-masing tahapan. Jika alat/aset terdiri dari beberapa

kelompok komponen, maka perhitungan RPN akan dijumlahkan dari setiap komponen per kelompok itu.

1. *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. Berikut tabel peringkat *severity* secara umum:

Tabel 2 Tabel Peringkat *Severity*

Tingkat Keparahannya	Tingkat Keparahannya 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)

Tabel 2 diatas menjelaskan bahwa terdapat 10 tingkatan keparahan (*Severity*). Keparahannya terbesar dampak dengan tingkat keparahannya sebagai Kegagalan tidak didahului oleh peringatan sedangkan keparahannya dengan rating terendah dengan tingkat keparahannya sebagai tidak ada memiliki pengaruh

2. *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*. Penentuan nilai *occurrence* bisa dilihat berdasarkan tabel berikut :

Tabel 3 Peringkat *Occurrence*

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

Sumber : (Pamungkas *et al.*, 2021)

Tabel 3 diatas menunjukkan bahwa terdapat 10 tingkatan kemungkinan (*occurrence*). Rating

occurrence tertinggi dideskripsikan dengan sering terjadi yang bernilai 10 sedangkan kemungkinan dengan rating terendah dideskripsikan dengan hampir tidak pernah terjadi yang bernilai 1

3. *Detection*

Nilai tingkat deteksi (*detection*) merupakan penilaian tingkat *detection* sangat penting dalam menemukan potensi penyebab mekanis yang menimbulkan kerusakan serta tindakan perbaikannya. Berikut tabel penentuan skala *detection*:

Tabel 4 Peringkat *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
Hampir pasti	Kegagalan dalam proses tidak dapat terjadi karena telah dicegah melalui desain solusi	1

Sumber : Pamungkas *et al.*, 2019

Tabel 3 diatas menunjukkan bahwa pada kategori *detection* terdapat 10 tingkatan. Rating *detection* tertinggi bernilai 10 dimana pengontrol tidak dapat mendeteksi kegagalan sedangkan *detection* rating terendah bernilai angka 1 yang berarti kegagalan dalam proses tidak dapat terjadi karena telah dicegah melalui desain solusi

d. **Diagram Pareto**

Diagram pareto merupakan diagram yang menunjukkan kegagalan dominan untuk dapat dilakukan prioritas usulan perbaikan. Diagram pareto memiliki aturan 80/20 yang menyatakan bahwa 80% dampak yang telah teridentifikasi merupakan kontribusi dari 20% potensi penyebab. Diagram pareto ini membantu memberikan gambaran yang mengurutkan data dari kiri ke kanan menurut urutan ranking tertinggi hingga terendah sehingga dapat membantu menemukan permasalahan yang paling penting dan dapat segera terselesaikan (Suherman & Cahyana, 2019).

3. **HASIL DAN PEMBAHASAN**

a. **Komponen Forklift**

Komponen utama beserta fungsinya dari *Forklift* dapat dilihat pada tabel berikut ini :

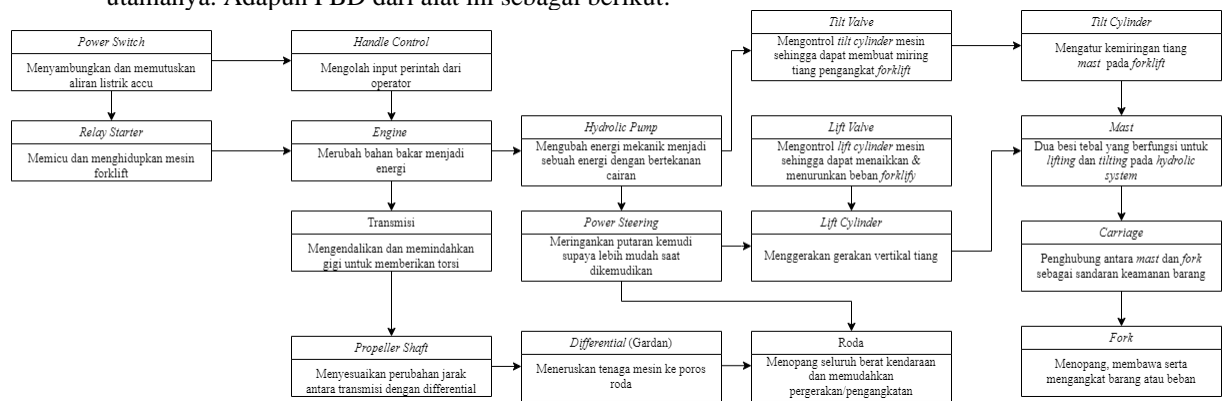
Tabel 5 Komponen Kelistrikan dan Pelumasan *Forklift*

No.	Komponen	Fungsi
1	<i>Relay Starter</i>	Menghidupkan <i>forklift</i> atau memutar mesin kendaraan untuk pertama kali
2	<i>Seal Oil Crank</i>	Menjaga kebocoran <i>hydraulic oil</i> dan menjaga kotoran atau material masuk ke sistem

No.	Komponen	Fungsi
3	Seal Gardan	Menjaga kebocoran oli yang ada dalam gardan dan menjaga kotoran atau material masuk ke sistem
4	Transmisi (Gear box)	Mengubah rasio transmisi antara engine dan roda penggerak, sehingga mengubah traksi dan kecepatan mengemudi forklift, yang digunakan untuk beradaptasi dengan berbagai kondisi kerja
5	Radiator	Komponen yang berfungsi untuk mendinginkan mesin dengan menggunakan fluida
6	Lampu	Visibilitas dan tanda dalam lingkungan cahaya rendah
7	Kabel konektor	Menghubungkan arus daya dalam sistem forklift
8	Key Switch	Menyalakan dan mematikan forklift
9	Filter Oli	Menyaring kotoran didalamnya oli mesin sebelum oli tersebut di distribusikan ke seluruh bagian dalam mesin
10	Accu	Memberikan daya untuk menghidupkan mesin

b. Functional Block Diagram (FBD)

Dari pendataan komponen-komponen forklift, dibuat *Function Block Diagram* (FBD). Tujuan dibuat FBD ini adalah untuk mengidentifikasi hubungan tiap komponen yang ada berdasarkan fungsi utamanya. Adapun FBD dari alat ini sebagai berikut:



Gambar 1 Functional Block Diagram Forklift

Sistem kerja forklift dimulai dari power switch yang menyambungkan arus listrik ke dynamo starter, yang memicu mesin dan handle control. Handle control mengatur jalannya forklift dan terhubung ke mesin, yang menjalankan transmisi dan hydraulic pump. Transmisi mengubah tenaga mesin menjadi tenaga putar untuk mengatur perpindahan torsi dan gigi. Propeller shaft memindahkan tenaga putar dari transmisi ke differential (gardan), yang menggerakkan roda forklift.

Hydraulic pump mengubah energi mekanik menjadi energi hidrolik, mengalirkan cairan bertekanan ke tiga macam cylinder: tilt, lift, dan power steering. Power steering cylinder mempermudah membelokkan roda, tilt cylinder memiringkan atau meluruskan posisi garpu, dan lift cylinder menaikkan atau menurunkan garpu. Setiap cylinder memiliki valve untuk mengatur aliran cairan. Bagian depan forklift memiliki mast sebagai penyangga lifting dan tilting, terhubung ke carriage dan fork untuk menahan beban yang diangkat.

c. Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

FBD pada sub-bab sebelumnya menggambarkan fungsi yang membentuk aliran kerja pada masing-masing komponen forklift, maka langkah selanjutnya adalah membuat FMEA. *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) yang bertujuan untuk mengidentifikasi bagaimana suatu peralatan atau sistem mengalami suatu kegagalan serta akibat yang timbulkan yang dapat membahayakan lingkungan kerja dan merusak aset perusahaan. Data yang diperoleh dari data kualitatif yakni *function*, *functional failure*, *description of failure* serta *failure effect* dari tiap komponen forklift di rangkum dalam *Failure Modes and Effect Analysis* (FMEA) akan dilanjutkan dengan penilaian resiko kegagalan fungsi komponen forklift dengan menggunakan *Risk Priority Number* (RPN). Dalam penilaian resiko ini mempertimbangkan 3 kategori penilaian yakni *severity* merupakan tingkat keparahan dari efek potensial dari kegagalan yang dialami, *occurance* merupakan tingkat yang menyatakan kemungkinan suatu kegagalan akan terjadi, *detection* merupakan tingkat yang menyatakan kemungkinan failure mode dapat dideteksi. Nilai RPN diperoleh dengan mengalikan 3 kategori tersebut. Kriteria penilaian RPN dibuat melalui penyesuaian serta persetujuan dari pihak *maintenance*. Adapun contoh pengisian FMEA *Worksheet* sebagai berikut:

Tabel 6 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

<i>FMEA Information Worksheet Forklift</i>									
<i>System</i>				<i>Fasilitator</i>		<i>Date :</i>			
<i>Sub-System</i>				<i>Auditor</i>		<i>Year :</i>			
No.	Komponen	Fungsi	Kegagalan Fungsi	Bentuk Kegagalan	Efek Kegagalan	S	O	D	RPN
1	<i>Relay Starter</i>	Menghidupkan <i>forklift</i> atau memutar mesin kendaraan untuk pertama kali	<i>Relay starter</i> tidak dapat memutar mesin	Tidak dapat memutar mesin kendaraan	<i>Relay Starter</i> tidak dapat memutar mesin kendaraan	8	3	3	72
2	<i>Seal Oil Crank</i>	Menjaga kebocoran <i>hydrolic oil</i> dan menjaga kotoran atau material masuk ke sistem	Kebocoran oli pada sistem dan bercampur dengan kotoran	Seal bocor	Kinerja hidrolik <i>forklift</i> berkurang dan mudah terjadi kerusakan	7	4	5	140
3	<i>Seal Gardan</i>	Menjaga kebocoran oil yang ada dalam gardan dan menjaga kotoran atau material masuk ke sistem	Kebocoran oli pada sistem dan bercampur dengan kotoran	Seal bocor	Kinerja mesin <i>forklift</i> berkurang dan mudah terjadi kerusakan	7	3	5	105
4	Transmisi (<i>Gear box</i>)	Mengubah rasio transmisi antara engine dan roda penggerak, sehingga mengubah traksi dan kecepatan mengemudi <i>forklift</i> , yang digunakan untuk beradaptasi dengan berbagai kondisi kerja	Tenaga dari mesin tidak tersalurkan	Gigi slip	Putaran gigi transmisi tidak berjalan baik karena gigi tidak tersambung dengan rapat	7	1	3	21
5	Radiator	Komponen yang berfungsi untuk mendinginkan mesin dengan menggunakan fluida	Pendingin tidak dapat mendinginkan mesin	Radiator bocor	Mesin terlalu panas dan mempengaruhi bentuk mesin	7	3	5	105
6	Lampu	Visibilitas dan tanda dalam lingkungan cahaya rendah	Kurangnya visibilitas pengemudi <i>forklift</i> dan orang disekitar	Lampu <i>forklift</i> tidak menyala	Jarak pandang berkurang di lingkungan cahaya rendah dan tidak ada penanda <i>forklift</i> berjalan	5	3	2	30
7	Kabel konektor	Menghubungkan arus daya dalam sistem <i>forklift</i>	Arus daya tidak tersalurkan dengan baik	Kabel konektor putus	Arus daya <i>forklift</i> tidak tersalurkan	5	3	3	45
8	<i>Key Switch</i>	Menyalakan dan mematikan <i>forklift</i>	Tidak bisa menyalakan dan mematikan <i>forklift</i>	<i>Key switch</i> rusak	Tidak bisa menyalakan dan mematikan <i>forklift</i>	3	3	3	27
9	<i>Filter Oli</i>	Menyaring kotoran didalamnya oli mesin sebelum oli tersebut di distribusikan ke seluruh bagian dalam mesin	Tidak dapat menyaring kotoran yang masuk bersama dengan oli	Filter oli kotor	Oli cepat menjadi kotor dan mesin dan hidrolik cepat rusak	7	6	6	252
10	<i>Accu</i>	Memberikan daya untuk menghidupkan mesin	Daya tidak dapat tersalurkan ke semua sistem elektronik <i>Forklift</i>	<i>Accu</i> Rusak	<i>Forklift</i> tidak dapat beroperasi	8	3	5	120

Berdasarkan penilaian RPN (*Risk Priority Number*) yang telah diberikan terhadap masing-masing bentuk kegagalan dari komponen kelistrikan dan pelumasan pada *forklift*, dapat diketahui yang memiliki prioritas risiko tertinggi dengan nilai RPN 252 yaitu oli filter kotor, kegagalan *seal oil crank* bocor mendapatkan nilai RPN 140, kemudian kegagalan pada *accu* rusak dengan nilai RPN 120, hingga nilai RPN 21 yang memiliki resiko terkecil yaitu transmisi. Untuk komponen komponen yang memiliki nilai RPN tinggi, komponen tersebut harus diprioritaskan dalam melakukan kegiatan perawatan. Karena memiliki risiko yang sangat tinggi jika komponen tersebut gagal dan dapat mengancam keselamatan pekerja dan merusak benda kerja yang mengakibatkan kerugian yang besar bagi perusahaan.

d. Diagram Pareto

Diagram pareto merupakan diagram yang menunjukkan kegagalan dominan untuk dapat dilakukan prioritas usulan perbaikan. Diagram pareto memiliki aturan 80/20 yang menyatakan bahwa 80% dampak yang telah teridentifikasi merupakan kontribusi dari 20% potensi penyebab. Dalam diagram pareto nantinya akan mengumpulkan seluruh komponen kelistrikan dan pelumasan pada *forklift* yang telah dilakukan analisis dalam metode FMEA. Setiap kegagalan akan dijumlahkan nilai RPN nya untuk mendapatkan nilai presentase kumulatif RPN. Untuk contoh perhitungan kumulatif sebagai berikut:

$$\%RPN = (\text{Nilai RPN} / \text{Jumlah RPN keseluruhan}) \times 100\%$$

$$\%RPN = (80 / 200) \times 100\% = 40\%$$

Tabel 7 dan Gambar 2 merupakan hasil dari perhitungan presentase kumulatif untuk diagram pareto komponen kelistrikan dan pelumasan pada *Forklift*.

Tabel 7 Tabel Kumulatif RPN

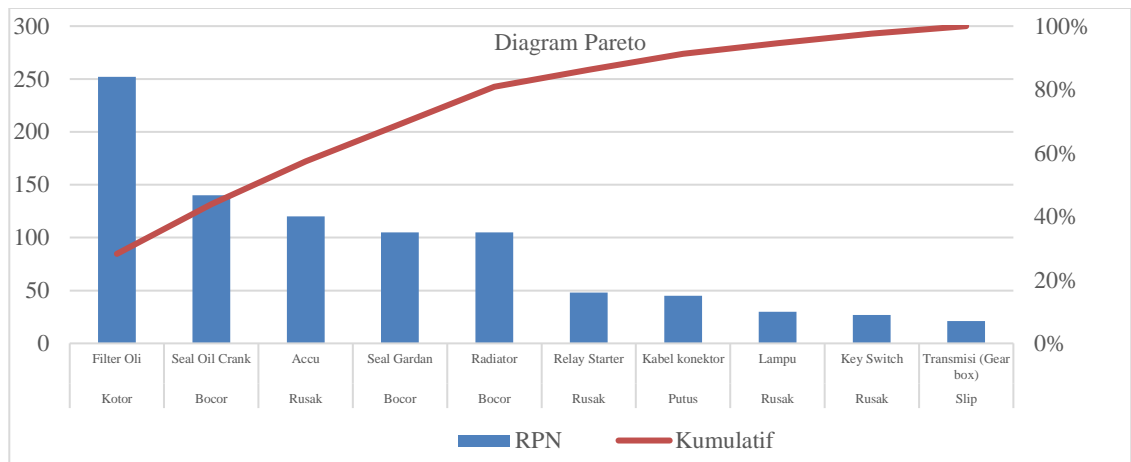
No.	Bentuk Kegagalan	KOMPONEN	RPN	%RPN	Kumulatif
1	Kotor	<i>Filter Oli</i>	252	28%	28%
2	Bocor	<i>Seal Oil Crank</i>	140	16%	44%
3	Rusak	<i>Accu</i>	120	13%	57%
4	Bocor	<i>Seal Gardan</i>	105	12%	69%
5	Bocor	Radiator	105	12%	81%
6	Rusak	<i>Relay Starter</i>	48	5%	86%
7	Putus	Kabel konektor	45	5%	91%
8	Rusak	Lampu	30	3%	95%
9	Rusak	<i>Key Switch</i>	27	3%	98%
10	Slip	Transmisi (<i>Gear box</i>)	21	2%	100%
Total			893	100%	

Tabel 7 menyajikan komponen kelistrikan dan pelumasan pada *Forklift* yang memiliki 10 komponen dengan 10 bentuk kegagalan. Nilai RPN yang ada dijumlahkan keseluruhan nilainya untuk penentuan perhitungan nilai presentase. Nilai presentase didapatkan dari pembagian antara nilai RPN setiap komponen dibagi dengan nilai total keseluruhan RPN dikalikan 100%. Nilai kumulatif didapatkan dari penjumlahan persentase nilai RPN selanjutnya.

Hasil dari tabel 7 menunjukkan bahwa komponen *filter oli* memiliki nilai RPN tertinggi dengan nilai RPN 252 dan dengan mode kegagalan *filter oli* kotor. Kemudian komponen *seal oil crank* memiliki nilai RPN dengan nilai RPN 140 dan dengan bentuk kegagalan *seal oil crank* kotor. Komponen *accu* dengan nilai RPN 120 dengan bentuk kegagalan *accu* rusak.

Pada Tabel 7 yang diberi penandaan warna kuning, mengindikasikan bahwa kegagalan yang tercatat termasuk dalam kategori yang kritis, karena presentase kumulatifnya mencapai 20%. Sementara komponen lainnya dianggap nonkritis. Hasil dari tabel ini menjadi dasar untuk pembuatan diagram pareto terkait dengan kegagalan yang bersifat kritis.

Pada gambar 2 terlihat diagram pareto yang mencerminkan kegagalan komponen kelistrikan dan pelumasan pada *forklift*. Komponen yang memiliki nilai tinggi dan diberi penandaan warna kuning pada tabel 7 termasuk ke dalam komponen kritis sesuai dengan prinsip diagram pareto.



Gambar 2 Diagram Pareto Komponen Kelistrikan dan Pelumasan Forklift

Pada gambar 2 ditunjukkan nilai RPN pada setiap kegagalan, grafik angka kumulatif urut dari kegagalan dengan RPN tertinggi hingga terendah yang ditunjukkan dengan Diagram berwarna biru menunjukkan RPN dan garis orange menunjukkan titik hasil kumulatif. Kegagalan komponen yang termasuk dalam kritis yakni dengan nilai presentase kumulatifnya termasuk dalam 20%. Sedangkan yang nilai presentase kumulatifnya tidak termasuk dalam 20% merupakan kegagalan komponen yang tidak termasuk kritis

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan Diagram Pareto didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan penilaian RPN (*Risk Priority Number*) yang telah diberikan terhadap masing-masing bentuk kegagalan dari komponen kelistrikan dan pelumasan pada *forklift*, dapat diketahui yang memiliki prioritas risiko tertinggi dengan nilai RPN 252 yaitu oli filter kotor, kegagalan *seal oil crank* bocor mendapatkan nilai RPN 140, kemudian kegagalan pada *accu* rusak dengan nilai RPN 120, hingga nilai RPN 21 yang memiliki resiko terkecil yaitu transmisi.
2. Komponen *filter* oli dengan mode kegagalan *filter* oli kotor memiliki kumulatif 28% mengindikasikan bahwa kegagalan yang tercatat termasuk dalam kategori yang kritis, karena presentase kumulatifnya mencapai 20%. Sementara komponen lainnya dianggap nonkritis. komponen kritis tersebut, perlu dianalisa lebih lanjut mengenai penyebab kegagalan masing-masing. Sehingga dapat diberikan tindakan pengendalian yang tepat.

DAFTAR PUSTAKA

- Department of The US Army. (2006). *Failure Modes , Effects and Criticality Analysis (Fmeca) for Command , Control , Communications , Computer , Intelligence , Surveillance , Facilities. Technical Manual, 698(September), 1– 75.*
<https://permanent.fdlp.gov/lps53115/lps53115/www.history.army.mil/books/DAHSUM/1972/index.htm>
- Elisabeth Ginting, & Yola Lista. (2019). Analisa Komponen Kritis untuk Mengurangi Breakdown Mesin Produksi pada PT. XYZ. *Talenta Conference Series: Energy and Engineering (EE)*, 2(3).
<https://doi.org/10.32734/ee.v2i3.704>
- Hartati Telaumbanua, R. (2022). *Identifikasi Kegagalan Pada Stasiun Klarifikasi Menggunakan Metode Failure Mode And Effect Analysis Di PT. Surya Panen Subur 2.* 20(1), 16–23.
- Khrisdamara, B., & Andesta, D. (2022). Analisis Penyebab Kerusakan Head Truck-B44 Menggunakan Metode FMEA dan FTA (Studi Kasus : PT. Bima, Site Pelabuhan Berlian). *Serambi Engineering, VII*(3).
- Mentari, R. A., & Hidayat, T. P. (2021). *Analisis Performansi Mesin pada Corrective Maintenance dan Preventive Maintenance dengan menggunakan Metode Modularity Design.*
- Moubray. (1997). *Reliability-Centred Maintenance II. Industrial Press Inc, New York.*
- Narulita, S., & Aji Nugroho, D. (2019). Hubungan Pengetahuan Keselamatan Kerja Dengan Tingkat Kepatuhan Sop Pekerja Forklift. In *Jurnal Dunia Kesmas* (Vol. 8, Issue 2).
- Pamungkas, I., Irawan, H. T., & Pandria, T. . A. (2021). Implementasi Preventive Maintenance Untuk Meningkatkan Keandalan Pada Komponen Kritis Boiler Di Pembangkit Listrik Tenaga Uap. *VOCATECH: Vocational Education and Technology Journal*, 2(2), 73–78. <https://doi.org/10.38038/vocatech.v2i2.53>
- Pamungkas, I., Tri Irawan, H., Arkanullah, L., Dirhamsyah, M., & Iqbal, M. (2019). Penentuan tingkat risiko pada proses produksi garam tradisional di desa ie leubeu kabupaten pidie. 5.
- Papazoglou, I. A. (1998). *Functional block diagrams and automated construction of event trees.*
- Suherman, A., & Cahyana, B. J. (2019). Pengendalian Kualitas Dengan Metode Failure Mode Effect And Analysis (FMEA) Dan Pendekatan Kaizen untuk Mengurangi JumlahKecacatan dan Penyebabnya. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi*, 16, 1–9.
- Suwandono, H. (2016). Analisa Kerusakan Pada Forklift Elektrik Nichiyu Fb20-75c Dengan Metode Fmea. In *JTM* (Vol. 05, Issue 1).
- Syarifudin, A., & Putra, J. T. (2021). Analisa Risiko Kegagalan Komponen Pada Excavator Komatsu 150lc Dengan Metode Fta Dan Fmea Di PT. XY. In *Jurnal InTent* (Vol. 4, Issue 2).