

**Penerapan FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) dalam Mengidentifikasi
Risiko Kegagalan *Hydraulic Powerpack* pada Mesin *Carrousel Weinig***

Rachmad Gilang Surya Senja, Deddy Supriyatna

Jurusan Pendidikan Vokasional Teknik Mesin, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan,

Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

Jl. Ciwaru Raya No. 25, Cipare, Kec. Serang, Banten 42117

e-mail :rchmdgilang15@gmail.com

Received 5 Mei 2025 | Revised 21 September 2025 | Accepted 1 Juni 2026

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menemukan dan mengevaluasi berbagai risiko kegagalan pada Hydraulic Powerpack yang digunakan pada mesin Carrousel Weinig di PT A.W. Faber-Castell Indonesia. Dengan menggunakan metode FMEA, memungkinkan untuk mengidentifikasi secara sistematis terhadap mode kegagalan, penyebabnya, serta dampaknya terhadap keseluruhan sistem. Berdasarkan hasil analisis, ditemukan sejumlah potensi kegagalan signifikan dengan nilai Risk Priority Number (RPN) tertinggi. Beberapa diantaranya meliputi kegagalan motor listrik yang di akibatkan bearing motor macet dan lifetime relay, yang masing-masing mencapai nilai RPN sebesar 72. Rekomendasi perbaikan difokuskan pada tindakan preventif seperti peningkatan frekuensi inspeksi, penggantian komponen secara berkala, dan pelatihan teknisi pemeliharaan. Melalui penerapan FMEA, perusahaan dapat meminimalkan risiko kerusakan sistem, meningkatkan efisiensi mesin, serta memperpanjang umur pakai peralatan.

Kata kunci: *Hydraulic powerpack, FMEA, mode kegagalan, RPN, pemeliharaan preventif.*

ABSTRACT

The purpose of this study is to identify and evaluate various failure risk in the Hydraulic Powerpack used in the Carrousel Weinig machine at PT. A.W. Faber-Castell Indonesia. By using the FMEA method, it is possible to systematically identify failure modes, their causes, and their impacts on the overall system. Based on the anaysis, several significant potential failures with the highest Risk Priority Number (RPN) values were found. Among them are electric motor failures caused by motor bearing seizure and relay lifetime issues, each reaching an RPN value of 72. Recommended improvements are focused on preventive actions such as increasing inspection frequency, scheduled component replacement, and maintenance technician training. Through the application of FMEA, the company can minimize the risk of system breakdowns, improve machine efficiency, and extend equipment lifespan.

Keywords: *Hydraulic Powerpack, FMEA, failure mode, RPN, preventive maintenance*

1. Pendahuluan

PT. A.W. Faber-Castell Indonesia merupakan bagian dari perusahaan alat tulis global internasional Faber-Castell yang berpusat di Jerman. Perusahaan ini termasuk salah satu produsen alat tulis paling besar sekaligus tertua di dunia, yang telah berdiri sejak tahun 1761. Dalam proses produksinya ada beberapa mesin yang di gunakan, salah satunya mesin *Carrousel Weinig*. Mesin *Carrousel* merupakan salah satu mesin utama dalam proses produksi. *Carrousel* berfungsi untuk menekan (*press*) kedua buah slat kayu menjadi satu bagian (*sandwich*) dengan tekanan tertentu lalu kayu tersebut di oven selama 1 jam dengan suhu 40°C dalam keadaan *sandwich* masih di *press*. Terdapat komponen inti dalam mesin *carrousel* diantaranya *Hydraulic Powerpack*, yang berfungsi untuk menghasilkan fluida (oli) bertekanan untuk menggerakkan silinder hidrolik *press sandwich*. *Hydraulic Powerpack* merupakan salah satu *critical part* pada mesin *carrousel* yang harus diprioritaskan perawatannya. Apabila terjadi kerusakan pada *Hydraulic Powerpack* ini maka mesin *carrousel* akan *stop/berhenti* operasi atau biasa disebut *downtime*. Kondisi *downtime* seperti ini tentu akan menimbulkan kerugian yang besar yang besar bagi perusahaan [1], baik berupa keterlambatan pemenuhan target produksi [2], penurunan produktivitas [3], hingga potensi kerugian finansial yang signifikan karena terhentinya lini produksi utama [4].

Setiap mesin selalu berpotensi untuk rusak, baik kerusakan kecil maupun kerusakan besar. Jika tidak ditangani dengan tepat, kondisi tersebut dapat menimbulkan kerugian bagi perusahaan. Maka dari itu diperlukan pemeriksaan atau proses identifikasi terhadap kerusakan yang mungkin akan terjadi pada suatu mesin. Banyak metode untuk mengidentifikasi kerusakan pada mesin, salah satunya menggunakan metode FMEA.

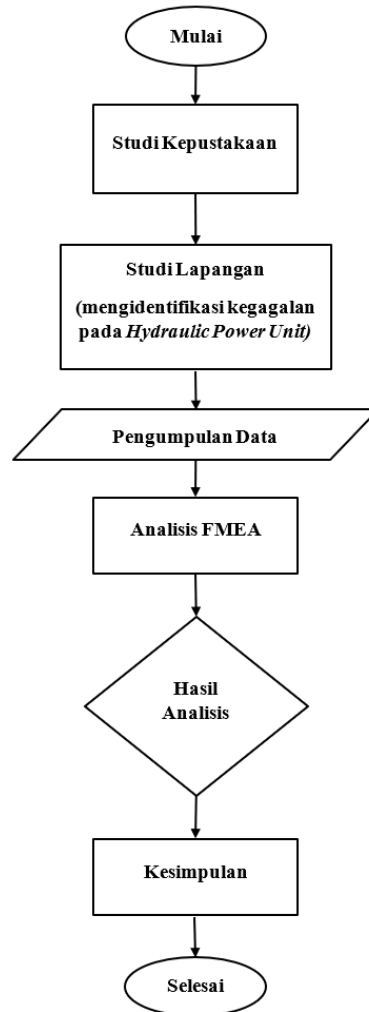
FMEA atau *Failure Mode and Effects Analysis* adalah metode analisis yang berorientasi pada tim, sistematis, kualitatif, dan analisis yang dimaksudkan untuk mengevaluasi potensi resiko teknis dari kegagalan suatu produk atau proses, menganalisis penyebab dan efek dari kegagalan tersebut, mendokumentasikan tindakan pencegahan dan deteksi, serta merekomendasikan tindakan untuk menghilangkan atau mengurangi risiko [5]. Dengan menerapkan FMEA ini dapat meningkatkan kualitas produk [6], mengurangi biaya [7], dan membantu menetapkan kepatuhan terhadap pedoman keselamatan [8]. FMEA dapat digunakan untuk meningkatkan keselamatan proses pembuatan produk serta meningkatkan kinerja keselamatan produk itu sendiri [9]. Penerapan FMEA jelas memberikan keuntungan bagi perusahaan karena dapat mengurangi kemungkinan terjadinya masalah yang tidak diharapkan selama proses produksi. Diperlukan untuk membentuk tim sebelum melakukan FMEA [10]. Tim FMEA dibentuk dari para ahli dengan latar belakang multi-disiplin (lintas fungsional) yang memiliki pemahaman mendalam terhadap proses yang sedang dianalisis [5], [9], [11], [12].

Penelitian [13] menggunakan pendekatan FMEA untuk memilih strategi pemeliharaan *paper machine* dengan hasil bahwa strategi yang tepat adalah preventif dan korektif, karena nilai RPN tertinggi hanya mencapai 252 (dibawah 300). Dalam penelitian [14], metode FMEA menunjukkan faktor utama cacat kain di PT. Timatex adalah lingkungan kerja (suhu panas, kebisingan, penerangan buruk), lalu faktor manusia, mesin, dan material. [15] juga menggunakan metode FMEA, menyimpulkan bahwa kerusakan utama mesin sterilizer di PKS adalah karet *packing door* bocor dengan nilai RPN tertinggi (85,65) dan solusinya adalah memperbaiki kualitas material, jadwal *maintenance*, SOP kerja, serta pelatihan operator.

Permasalahan utama yang dihadapi terletak pada potensi kegagalan pada *Hydraulic Powerpack* mesin *Carrousel Weinig* yang dapat menyebabkan terhentinya proses produksi dan menimbulkan kerugian bagi perusahaan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi potensi kegagalan pada *Hydraulic Powerpack*, menganalisis tingkat risiko dengan metode FMEA melalui perhitungan RPN, dan merumuskan langkah-langkah mitigasi yang dapat diambil untuk mengurangi atau mencegah terjadinya kegagalan, sehingga dapat meningkatkan keandalan, mengurangi risiko *downtime* yang merugikan secara ekonomi, serta meningkatkan efisiensi operasional perusahaan.

2. Metodologi

Penelitian ini dilakukan di PT. A.W. Faber-Castell Indonesia yang beralamat di Jl. Raya Narogong, Pangkalan 1B, Kecamatan Bantargebang, Kota Bekasi. Objek pada penelitian ini adalah *Hydraulic Powerpack* yang ada pada mesin *Carrousel Weinig*. Data yang dikumpulkan berupa data kerusakan berdasarkan data historis dan prediksi keandalan. Data dikumpulkan melalui observasi langsung dan wawancara. Kemudian data akan diolah menggunakan pendekatan FMEA. Gambar 1 memaparkan urutan penelitian dilaksanakan.



Gambar 1. *Flowchart* penelitian

Metode yang digunakan adalah FMEA. *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) merupakan suatu pendekatan untuk mengenali potensi kegagalan, dampak, maupun risiko yang mungkin muncul pada sebuah proses atau kegiatan produksi. Dengan tujuan menghilangkan/ mengurangi risiko kegagalan yang di analisis. FMEA dilakukan dengan menentukan tingkat keparahan (*Severity*), tingkat kejadian (*Occurence*), dan tingkat deteksi (*Detection*) pada produk/proses yang di analisis. Pelaksanaan FMEA dilakukan dengan menilai tingkat keparahan (*Severity*), frekuensi kejadian (*Occurence*), serta kemampuan deteksi (*Detection*) pada produksi atau proses yang dianalisis. Adapun langkah-langkah pelaksanaan FMEA disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Langkah-langkah untuk melakukan FMEA [9]

Langkah 1	Telaah proses atau produk.
Langkah 2	Kembangkan ide mengenai kemungkinan mode kegagalan yang terjadi.
Langkah 3	Identifikasi konsekuensi yang mungkin timbul dari setiap mode kegagalan.
Langkah 4	Nilai tingkat keparahan dari setiap konsekuensi.
Langkah 5	Nilai kemungkinan terjadinya setiap mode kegagalan.
Langkah 6	Nilai sejauh mana setiap mode kegagalan atau konsekuensinya dapat terdeteksi.
Langkah 7	Hitung <i>Risk Priority Number</i> (RPN) untuk setiap konsekuensi.
Langkah 8	Urutkan mode kegagalan berdasarkan prioritas untuk tindakan perbaikan.
Langkah 9	Laksanakan langkah-langkah untuk menghilangkan atau meminimalkan mode kegagalan dengan risiko tertinggi.
Langkah 10	Hitung kembali RPN setelah mode kegagalan berhasil dikurangi atau dihilangkan.

Severity

Severity adalah ukuran seberapa parah dampak suatu kegagalan apabila terjadi. Berdasarkan tabel 2, peringkat *severity* akan meningkat seiring dengan besarnya dampak yang ditimbulkan.

Tabel 2. Skala FMEA untuk *Severity*

Rank	Efek	Kriteria: Tingkat Keparahan Efek
10	Kegagalan untuk Memenuhi Persyaratan Keselamatan dan/atau Peraturan	Dapat membahayakan operator (mesin atau <i>assembly</i>) TANPA ADANYA PERINGATAN
9		Dapat membahayakan operator (mesin atau <i>assembly</i>) DENGAN ADANYA PERINGATAN
8	Major Distruption	100% produk harus dibuang, stop line produksi atau terhentinya pengiriman
7	Significan Distruption	Sejumlah produksi yang berjalan harus dibuang, deviasi dari proses primer termasuk penurunan line speed atau penambahan manpower
6	Moderate Distruption	100% hasil produksi yang berjalan harus dikerjakan ulang <i>off line</i> dan diterima
5		Sejumlah hasil produksi yang berjalan harus dikerjakan ulang <i>off line</i> dan diterima
4		100% hasil produksi yang berjalan harus dikerjakan ulang sebelum di proses
3		Sejumlah hasil produksi yang berjalan harus dikerjakan ulang sebelum di proses
2	Minor	Sedikit gangguan di proses, operasional atau pada operator
1	No Effect	Tidak ada efek yang dapat dilihat

(Sumber: McDermott et al., 2017)

Occurrence

Occurrence mengukur seberapa sering suatu mode kegagalan mungkin terjadi. Ini didasarkan pada data historis atau prediksi keandalan.

Tabel 3. Skala FMEA untuk *Occurrence*

Kriteria: Terjadinya Penyebab		Rank
<i>Failure</i> /kegagalan tidak mungkin dihindari	>1 in 1 day	10
Proses tidak terkontrol namun masih terjadi <i>failure</i>	1 in 1 day	9
	1> in 1 week	8
	1 in 1 weeks	7
Proses terkontrol namun masih terjadi <i>failure</i>	1 in 2 weeks	6
	1 in 1 month	5
	1 in 3 months	4
Proses terkontrol	1 in 6 months	3
Proses terkontrol, hampir tidak pernah terjadi <i>failure</i>	1 in 1 year	2
Kegagalan tidak terjadi karena adanya pencegahan	1 or less in>1 year	1

(Sumber: McDermott et al., 2017)

Detection

Detection merupakan indikator kemampuan kontrol dalam menemukan penyebab atau mode kegagalan sebelum terjadi. Semakin tinggi nilai deteksi, semakin rendah kemungkinan kegagalan akan terdeteksi sebelum menyebabkan efek. Semakin rendah kemampuan kontrol dalam mendeteksi, maka semakin tinggi angka pada skala ini, yang berkisar antara 1 hingga 10.

Tabel 4. Skala FMEA untuk *Detection*

Kriteria: Probabilitas Deteksi oleh Kontrol Desain	Rank	Kemungkinan terdeteksi
Tidak ada proses control. Tidak dapat di deteksi atau dianalisa.	10	Hampir tidak mungkin
Jenis kegagalan dan atau kesalahan dengan mudah di deteksi (ex : random audit).	9	Sangat tidak terjangkau
Kegagalan terdeteksi pada tempat terjadi melalui VISUAL/SUARA/PERABA PADA ATAU SETELAH PROSES.	8	Terjangkau

Kegagalan terdeteksi pada tempat terjadi melalui VISUAL/SUARA/PERABA SEBELUM PROSES.	7	Sangat rendah
Kegagalan dapat terdeteksi dengan pengecekan menggunakan ALAT UKUR ATTRIBUTE PADA PROSES (tooling atau mesin), seperti jig Go-No-Go, <i>Checking fixture</i> , dll.	6	Rendah
Kegagalan dapat terdeteksi dengan pengecekan menggunakan ALAT UKUR ATTRIBUTE SEBELUM PROSES (tooling atau mesin), seperti jig Go-No-Go, <i>Checking fixture</i> , dll.	5	Sedang
Kegagalan dapat terdeteksi dengan pengecekan menggunakan ALAT UKUR VARIABEL PADA PROSES (tooling atau mesin), seperti Caliper, Micrometer, dll.	4	Cukup tinggi
Kegagalan dapat terdeteksi dengan pengecekan menggunakan ALAT UKUR VARIABEL SEBELUM PROSES atau PRODUK, seperti Caliper, Micrometer, dll.	3	Tinggi
Kesalahan deteksi pada tempatnya dengan kontrol otomatis yang mendeteksi dan mencegah kesalahan.	2	Sangat tinggi
Pencegahan sebagai hasil dari desain baku (mesin/part). Sistem sudah <i>error - proof</i> melalui design proses / produk.	1	Hampir pasti

(Sumber: McDermott et al., 2017)

Risk Priority Number (RPN)

RPN adalah hasil perkalian dari tingkat keparahan efek (*severity*), probabilitas terjadinya penyebab yang menimbulkan kegagalan terkait efek tersebut (*occurrence*), serta kemampuan untuk mengidentifikasi kegagalan sebelum memengaruhi pelanggan (*detection*) [14].

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

3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan analisis FMEA yang telah dilakukan pada *Hydraulic Powerpack*, beberapa potensi kegagalan berhasil diidentifikasi. Setiap potensi kegagalan dianalisis melalui tiga faktor utama, yakni *severity*, *occurrence*, dan *detection*. Risiko kegagalan pada setiap komponen dapat diperingkat dengan menentukan nilai RPN, yang memungkinkan penerapan strategi mitigasi yang sesuai.

Tabel 5. Analisis potensi kegagalan

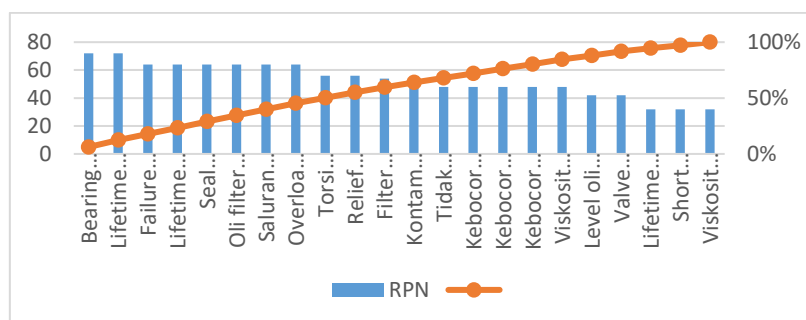
Potensi Kegagalan	Penyebab Kegagalan	<i>S</i>	<i>O</i>	<i>D</i>	RPN
Motor tidak bekerja	<i>Failure</i> pada sistem kontrol & elektrik	8	2	4	64
	<i>Lifetime</i> stator motor	8	1	4	32
	<i>Bearing</i> motor macet	8	3	3	72
	<i>Short circuit</i>	8	1	4	32
	<i>Lifetime</i> kontaktor	8	1	8	64
	<i>Lifetime</i> relay	8	1	9	72
	Kontaminasi debu atau benda asing di panel kontrol	8	2	3	48

Pompa Hidrolik rusak	<i>Seal</i> rusak	8	1	8	64
	Oli filter rusak	8	1	8	64
	Tidak ada penggantian oli	8	2	3	48
	Viskositas oli tinggi atau tidak sesuai standar (temperatur operasi rendah)	8	1	4	32
	Saluran tersumbat	8	2	4	64
	<i>Overload</i> /Beban berlebih	8	1	8	64
Silinder Hidrolik tidak kuat menekan (<i>press</i>) atau menahan <i>saaandwich</i>	Torsi motor rendah karena drop tegangan atau arus	7	2	4	56
	Kebocoran pada <i>pressure gauge</i>	6	1	8	48
	Kebocoran atau kerusakan pada <i>manifold</i>	6	1	8	48
	Kebocoran atau kerusakan pada fitting atau tube	6	1	8	48
	<i>Relief valve</i> rusak	7	1	8	56
	Filter tersumbat kotoran	6	1	9	54
	Viskositas oli rendah dibawah spesifikasi (temperatur operasi tinggi)	6	1	8	48
	Level oli di tangki rendah (volume oli tidak terkontrol)	6	1	7	42
	<i>Valve</i> silinder rusak (<i>lifetime</i>)	6	1	7	42
	Silinder Hidrolik tidak dapat lepas (<i>drop</i>) atau <i>drop</i> terlalu lama				

Tabel diatas memaparkan temuan berbagai potensi kegagalan berhasil diidentifikasi yang dapat mempengaruhi kinerja dan operasional mesin. Dari hasil tersebut, beberapa potensi kegagalan yang mendapatkan nilai RPN tertinggi antara lain adalah macetnya *bearing* motor (RPN 72), kegagalan *lifetime relay* (RPN 72), kegagalan akibat kerusakan *seal* pompa hidrolik (RPN 64), serta kerusakan akibat oli filter rusak dan *overload*/beban berlebih (masing-masing RPN 64). Faktor penyebab yang umum ditemukan meliputi keausan mekanis alami, kontaminasi dari lingkungan (seperti debu dan benda asing), ketidakpatuhan terhadap standar pemeliharaan (seperti tidak mengganti oli secara berkala), serta degradasi material akibat usia pakai. Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai RPN tertinggi ditemukan pada kegagalan seperti *bearing* motor yang macet dan *lifetime relay* yang habis, masing-masing memiliki nilai RPN sebesar 72. Meskipun nilai ini paling tinggi di antara kegagalan lainnya, namun secara keseluruhan, seluruh nilai RPN yang diperoleh masih tergolong dalam kategori risiko rendah (*low risk*). Artinya, tidak ada potensi kegagalan yang berada pada tingkat risiko tinggi atau kritis yang memerlukan tindakan darurat. Nilai *severity* pada sebagian besar kegagalan tetap tinggi (berkisar di angka 8) karena efeknya yang signifikan jika terjadi, yaitu potensi penghentian proses produksi. Namun karena frekuensi kejadiannya (*occurrence*) dan kemungkinan terdeteksinya (*detection*) cukup rendah, maka nilai RPN secara keseluruhan tetap berada dalam batas aman. Kondisi ini menunjukkan bahwa sistem *Hydraulic Powerpack* saat ini telah memiliki tingkat keandalan yang baik dan masih dalam kondisi terkontrol. Meskipun demikian, identifikasi potensi kegagalan ini sangat penting sebagai dasar pengambilan kebijakan pemeliharaan dan peningkatan sistem deteksi dini untuk mencegah eskalasi risiko di masa mendatang.

Analisis selanjutnya menunjukkan bahwa beberapa kegagalan yang memiliki nilai *severity* tinggi umumnya disebabkan oleh keausan komponen akibat usia pakai, seperti *seal* pompa, filter oli, *relay*, dan *bearing* motor. Potensi kegagalan akibat faktor elektrik, seperti *lifetime* kontaktor dan *overload* sistem kontrol, juga terdeteksi namun masih dalam ambang aman. Dalam beberapa kasus, nilai *detection* cukup tinggi karena kerusakan komponen tersebut sulit dikenali secara visual tanpa adanya bantuan alat monitoring atau sensor. Hal ini menunjukkan perlunya penguatan sistem deteksi kegagalan untuk memastikan bahwa potensi masalah dapat diketahui

sebelum berdampak pada produksi. Misalnya, kerusakan seal pompa yang menyebabkan kebocoran oli dapat dideteksi lebih dini dengan penggunaan sensor tekanan dan level oli yang lebih sensitif. Demikian pula, perubahan temperatur pada bearing motor dapat dimonitor dengan sensor suhu sebagai bagian dari program *predictive maintenance*. Meski nilai RPN rendah, perbaikan dan inspeksi berkala tetap penting dilakukan karena akumulasi dari kegagalan kecil dapat berkembang menjadi gangguan besar jika tidak ditangani. Hasil FMEA ini juga membuka wawasan bahwa tidak semua kegagalan yang memiliki efek berat langsung dikategorikan berisiko tinggi selama peluang terjadinya kecil dan deteksi awalnya memungkinkan.



Gambar 2. Diagram pareto

Menurut [16], Alfredo Pareto adalah tokoh awal yang memperkenalkan konsep diagram Pareto, sementara Joseph Juran menjadi orang yang pertama kali menerapkannya. Diagram pareto, yang merupakan gabungan antara grafik dan grafik batang, digunakan untuk menampilkan perbandingan menyeluruh dari berbagai jenis data. Dengan bantuan diagram ini, kita bisa mengidentifikasi permasalahan yang paling sering muncul sehingga dapat ditentukan mana yang harus diprioritaskan untuk diselesaikan. Pada gambar 2, diagram Pareto yang ditampilkan merupakan hasil dari analisis FMEA terhadap sistem *Hydraulic Powerpack* pada mesin *Carrousel Weinig*, dengan visualisasi nilai RPN dari berbagai potensi kegagalan. Sumbu horizontal menunjukkan jenis kegagalan yang disusun berdasarkan nilai RPN tertinggi hingga terendah, sementara sumbu vertikal kiri menunjukkan nilai RPN dan sumbu kanan menunjukkan persentase kumulatif kontribusi risiko. Dari grafik tersebut, terlihat bahwa lima potensi kegagalan teratas yakni *bearing* motor macet, *failure* pada sistem kontrol elektrik, *lifetime relay*, kontaktor rusak, dan seal rusak memiliki nilai RPN tertinggi berkisar antara 60–72, menyumbang sekitar 40–45% dari total risiko kumulatif. Meskipun demikian, seluruh nilai RPN yang ditampilkan masih berada dalam kategori *low risk*, menandakan bahwa sistem secara keseluruhan masih tergolong aman dan stabil. Nilai RPN yang lebih tinggi umumnya disebabkan oleh kombinasi tingkat keparahan dampak, frekuensi kejadian, dan kesulitan dalam pendeteksian. Dengan memanfaatkan prinsip Pareto ini, dapat memfokuskan tindakan perbaikan pada beberapa kegagalan dominan untuk mendapatkan dampak perbaikan sistem yang signifikan tanpa harus menanggulangi semua risiko sekaligus, sehingga efisiensi perawatan dan keandalan sistem dapat ditingkatkan.

Sebagai implikasi praktis, hasil FMEA ini menjadi landasan penting dalam menyusun strategi pemeliharaan yang bersifat pencegahan (*preventive maintenance*) dan prediktif (*predictive maintenance*). Dengan seluruh RPN dalam kategori *low risk*, perusahaan tetap perlu mempertahankan performa sistem saat ini melalui pemantauan dan perawatan berkala, terutama pada komponen yang memiliki nilai severity tinggi. Meskipun nilai occurrence-nya rendah, kondisi lingkungan kerja yang dinamis dan beban kerja yang fluktuatif bisa menjadi faktor yang mempercepat kerusakan jika tidak dikendalikan. Salah satu strategi yang dapat diterapkan adalah penggunaan checklist inspeksi harian berdasarkan data FMEA, serta integrasi alat monitoring berbasis sensor untuk parameter tekanan, suhu, dan getaran. Selain itu, pelatihan rutin bagi teknisi maintenance untuk mengenali gejala awal kegagalan dapat meningkatkan kemampuan deteksi dini di lapangan. Penting juga bagi manajemen untuk melakukan evaluasi berkala terhadap data FMEA, karena kondisi mesin dan lingkungan kerja dapat berubah dari waktu ke waktu. Melalui

pembaruan data secara berkala, nilai RPN dari setiap potensi kegagalan dapat dimonitor dan dijadikan indikator utama dalam pengambilan keputusan perawatan dan pengadaan suku cadang. Dengan kata lain, meskipun saat ini seluruh potensi kegagalan berada pada tingkat risiko rendah, evaluasi rutin dan peningkatan sistem pemantauan akan menjaga sistem tetap dalam kondisi optimal dan mencegah terjadinya kegagalan besar yang tidak terduga.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis FMEA terhadap sistem *Hydraulic Powerpack* pada mesin *Carrousel Weinig*, dapat disimpulkan bahwa seluruh potensi kegagalan yang teridentifikasi memiliki nilai RPN yang masih berada dalam kategori aman atau *low risk*, sehingga tidak memerlukan tindakan korektif yang mendesak. Namun, terdapat beberapa mode kegagalan tertinggi seperti *bearing* motor macet dan usia pakai *relay* dengan masing-masing nilai RPN 72, yang patut diprioritaskan dalam tindakan pemeliharaan preventif maupun prediktif. Melalui pendekatan diagram Pareto, diketahui bahwa sebagian besar dampak risiko berasal dari sebagian kecil penyebab dominan, sehingga strategi perbaikan dapat difokuskan pada elemen-elemen tersebut untuk mencapai efisiensi maksimum.

Secara keseluruhan, sistem *Hydraulic Powerpack* masih memiliki tingkat keandalan yang baik, dan upaya peningkatan dapat diarahkan pada optimalisasi monitoring, pemeliharaan terjadwal, serta penguatan deteksi dini terhadap potensi kegagalan. Sebagai rekomendasi saran, penelitian ini dapat diperluas dengan mengombinasikan metode FMEA bersama pendekatan kuantitatif lain seperti *Reliability-Centered Maintenance* (RMC) atau *Fault Tree Analysis* (FTA), sehingga cakupan analisis risiko menjadi lebih luas dan memperkuat akurasi pengambilan keputusan dalam pengelolaan sistem pemeliharaan.

5. Daftar Pustaka

- [1] G. Sihombing, 1950. “Analisis Penentuan Target Objektif Pemeliharaan Mesin Berdasarkan Kriteria Downtime,” *IMTechno J. Ind. Manag. Technol.*, vol. 4, no. 2, pp. 78–83, 2023, doi: 10.31294/imtechno.v4i2.
- [2] Enda, A. Suwarno, and S. Supriyati, 2024. “Optimalisasi Proses Packing di PT. XYZ Melalui Identifikasi dan Analisis Downtime,” *G-Tech J. Teknol. Terap.*, vol. 8, no. 4, pp. 2557–2566, doi: 10.70609/gtech.v8i4.5237.
- [3] M. M. Zulfatri, J. Alhilman, and F. T. D. Atmaji, 2020. “Pengukuran Efektivitas Mesin Dengan Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (Oee) Dan Overall Resource Effectiveness (Ore) Pada Mesin P11250 Di Pt Xzy,” *JISI J. Integr. Sist. Ind.*, vol. 7, no. 2, pp. 123–131, doi: 10.24853/jisi.7.2.123-131.
- [4] A. Y. Nazara and A. I. Pratiwi, 2025. “MENANGGULANGI LINE STOP PRODUKSI ASSEMBLING AKIBAT DELAY SUPPLY PPC WAREHOUSE DENGAN METODE SMART,” *J. Tek. SILITEK*, vol. 05, no. 01, pp. 13–32.
- [5] AIAG and VDA, 2019. *Failure Mode and Effects Analysis - FMEA Handbook*.
- [6] M. S. D. Ellianto, B. P. Santoso, and A. A. Sonief, 2015. “Usulan Penerapan Lean Six Sigma, Fmea Dan Fuzzy Untuk Meningkatkan Kualitas Produk Botol Sabun Cair,” *J. Eng. Manag. Industial Syst.*, vol. 3, no. 1, pp. 28–34, doi: 10.21776/ub.jemis.2015.003.01.5.
- [7] Y. Syahrullah and M. R. Izza, 2021. “Integrasi Fmea Dalam Penerapan Quality Control Circle (Qcc) Untuk Perbaikan Kualitas Proses Produksi Pada Mesin Tenun Rapiet,” *J. Rekayasa Sist. Ind.*, vol. 6, no. 2, pp. 78–85, doi: 10.33884/jrsi.v6i2.2503.
- [8] Nilayani and C. H. D. Kusmindari, 2024. “Analisis Efektivitas Alat Pelindung Diri (APD) di Laboratorium Kimia Menggunakan Metode Failure Mode and Effects Analysis (FMEA),” *J. Multidiscip. Inq. Sci. Technol. Educ. Res.*, vol. 1 (4).
- [9] R. E. McDermott, R. J. Mikulak, and M. R. Beauregard, 2017. *THE BASICS OF FMEA, 2nd Edition*. doi: 10.1201/b16656.
- [10] F. D. Amelia, N. Earlia, M. Bulqiah, D. Mufti, and M. Meutia, 2022. “Analisis Dampak Penggunaan Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) Dalam Mencegah Potensi Kegagalan Sistem Pelayanan di Unit Gawat Darurat (UGD) Penyakit Infeksi New

- Emerging dan Re Emerging (PiNERE) RSUDZA Banda Aceh,” *J. Med. Sci.*, vol. 3, no. 1, pp. 52–58, doi: 10.55572/jms.v3i1.60.
- [11] A. Alijoyo, B. Wijaya, and I. Jacob, 2020 “Failure Mode Effect Analysis Analisis Modus Kegagalan dan Dampak RISK EVALUATION RISK ANALYSIS: Consequences Probability Level of Risk,” in *Crms*, p. 19. [Online]. Available: www.lspmks.co.id
 - [12] D. H. Stamatis, 1996. *Failure Mode and Effect Analysis: FMEA From Theory to Execution*, vol. 38, no. 1. doi: 10.1080/00401706.1996.10484424.
 - [13] D. I. Situngkir, G. Gultom, and D. R. Tambunan, 2019. “Pengaplikasian FMEA untuk Mendukung Pemilihan Strategi Pemeliharaan pada Paper Machine,” *FLYWHEEL J. Tek. Mesin Untirta*, vol. 1, no. 1, p. 39, doi: 10.36055/fwl.v1i1.5489.
 - [14] A. Andriyani and R. Rumita, 2017. “Analisis Upaya Pengendalian Kualitas Kain Dengan Metode Failure Mode and Effect Analysis (Fmea) Pada Mesin Shuttel Proses Weaving PT Tiga Manunggal Synthetic Industries,” *Progr. Stud. Tek. Ind. Fak. Tek. Univ. Diponegoro*, vol. 6, no. 1, pp. 1–8,
 - [15] W. Amalia, D. Ramadian, and S. N. Hidayat, 2022, “Analisis Kerusakan Mesin Sterilizer Pabrik Kelapa Sawit Menggunakan Failure Modes and Effect Analysis (FMEA),” *J. Tek. Ind. J. Has. Penelit. dan Karya Ilm. dalam Bid. Tek. Ind.*, vol. 8, no. 2, p. 369, doi: 10.24014/jti.v8i2.19179.
 - [16] J. Heizer and B. Render, 2014. *Manajemen Operasi: Manajemen Keberlangsungan dan Rantai Pasokan (Edisi 11)*.