



Evaluasi Perbaikan *Ripple Mill* terhadap Efisiensi dengan Metode FMEA di PTPN IV Adolina

Daniel Natanael Manalu *, Jon Judiarto Siregar, Jufri Antoni, Jusra Tampubolon
Teknik Industri, Universitas Prima Indonesia, Jl. Sampul No.3, Sei Putih Bar., Kec. Medan
Petisah, Kota Medan, Sumatera Utara, Indonesia 20118

*Penulis Korespondensi: manalunatanael0@gmail.com

Abstract. The Ripple Mill machine is one of the vital components in a Palm Oil Mill (PKS) that functions to separate the palm kernel from its shell. This process is very important because the quality and quantity of the palm kernel produced will directly affect the economic value and production efficiency in the palm oil industry. At PTPN IV Regional II Plantation Unit and Adolina PKS, various technical problems were found that caused a decrease in machine performance, including rotor bars and square bars that experienced wear due to age and improper machine settings. In addition, other damage that often occurs is a broken van belt due to age and excessive tension, feeder motor dysfunction caused by excessive load, and motor overheating that occurs due to age and high workload. To overcome these problems, this study uses the Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) method. This method aims to identify various potential failures, assess the severity, frequency of occurrence, and detection capability, so that the Risk Priority Number (RPN) value can be calculated as a basis for repair priorities. The results showed that worn rotor bars and worn square bars had the highest RPN values, each at 280, equivalent to 40.23% of the total identified risks. This indicates that these two components are critical points requiring immediate repair and maintenance attention. Applying FMEA in this context provides tangible benefits, including helping the company formulate a more targeted maintenance strategy, reducing the risk of recurring damage, and minimizing downtime that impacts production. With more systematic maintenance, operational efficiency can be improved while extending the lifespan of the Ripple Mill machine.

Keywords: Efficiency; FMEA; Machine Maintenance; Ripple Mill; RPN.

Abstrak. Mesin Ripple Mill merupakan salah satu komponen vital pada Pabrik Kelapa Sawit (PKS) yang berfungsi untuk memisahkan inti sawit (*kernel*) dari cangkangnya. Proses ini menjadi sangat penting karena kualitas dan kuantitas inti sawit yang dihasilkan akan berpengaruh langsung terhadap nilai ekonomi dan efisiensi produksi di industri kelapa sawit. Pada PTPN IV Regional II Unit Kebun dan PKS Adolina, ditemukan berbagai masalah teknis yang menyebabkan penurunan kinerja mesin, di antaranya rotor bar dan square bar yang mengalami keausan akibat usia pemakaian serta pengaturan mesin yang tidak tepat. Selain itu, kerusakan lain yang sering muncul adalah *van belt* yang putus akibat usia pakai dan ketegangan berlebih, *feeder motor dysfunction* yang disebabkan beban berlebih, serta *motor overheating* yang terjadi akibat usia penggunaan dan tingginya beban kerja. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, penelitian ini menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*. Metode ini bertujuan untuk mengidentifikasi berbagai potensi kegagalan, menilai tingkat keparahan, frekuensi kejadian, serta kemampuan deteksi, sehingga dapat dihitung nilai *Risk Priority Number (RPN)* sebagai dasar prioritas perbaikan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rotor bar aus dan square bar aus memiliki nilai RPN tertinggi, yaitu masing-masing 280, yang setara dengan 40,23% dari total risiko yang teridentifikasi. Hal ini menandakan bahwa kedua komponen tersebut menjadi titik kritis yang harus segera mendapatkan perhatian perbaikan dan pemeliharaan. Penerapan FMEA dalam konteks ini memberikan manfaat nyata, antara lain membantu perusahaan dalam merumuskan strategi pemeliharaan yang lebih terarah, mengurangi risiko kerusakan berulang, serta meminimalkan *downtime* yang berdampak pada kelancaran produksi. Dengan perawatan yang lebih sistematis, efisiensi operasional dapat ditingkatkan sekaligus memperpanjang usia pakai mesin Ripple Mill.

Kata kunci: Efisiensi; FMEA; Pemeliharaan Mesin; Ripple Mill; RPN.

1. LATAR BELAKANG

Industri kelapa sawit merupakan salah satu sektor strategis dalam perekonomian Indonesia, yang tidak hanya berkontribusi terhadap pendapatan negara tetapi juga menyerap tenaga kerja dalam jumlah besar (Kuncoro et al., 2018). Pabrik Kelapa Sawit (PKS) Adolina, sebagai unit usaha PT Perkebunan Nusantara IV (PTPN IV), berperan penting dalam mengolah

tandan buah segar (TBS) menjadi produk utama berupa crude palm oil (CPO) dan inti sawit (kernel) dengan kapasitas produksi mencapai 30 ton TBS/jam (Rauf et al., 2022). Keandalan peralatan pengolahan, khususnya mesin Ripple Mill, menjadi salah satu faktor penentu efisiensi proses produksi.

Mesin Ripple Mill berfungsi memecahkan biji sawit (nut) untuk memisahkan kernel dari cangkangnya. Kinerja mesin ini berdampak langsung pada kuantitas dan kualitas kernel yang dihasilkan (Amalia et al., 2022). Kerusakan pada komponen vital seperti rotor bar dan square bar dapat menyebabkan tingkat pemisahan yang tidak optimal, meningkatkan kehilangan hasil (losses), serta memperpanjang waktu henti produksi (downtime) (Nurjanah et al., 2023). Berdasarkan observasi di PKS Adolina, kerusakan berulang pada Ripple Mill umumnya disebabkan oleh keausan komponen akibat usia pakai, setelan yang kurang tepat, dan beban kerja berlebih.

Dalam upaya mengatasi masalah tersebut, diperlukan metode analisis risiko yang mampu mengidentifikasi prioritas perbaikan secara sistematis. Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) merupakan metode yang banyak digunakan di industri untuk mengevaluasi potensi kegagalan, menganalisis dampaknya, dan menentukan tindakan perbaikan berdasarkan nilai Risk Priority Number (RPN) (Yaqin et al., 2020; Wahid & Tjahjaningsih, 2022). Penerapan FMEA pada peralatan pabrik kelapa sawit terbukti efektif dalam mengurangi downtime, menekan kerugian produksi, dan meningkatkan efisiensi operasional (Pasaribu et al., 2021; Wahjudi & Cahyadi, 2022).

2. KAJIAN TEORITIS

A. Evaluasi

Evaluasi merupakan proses sistematis untuk menilai kinerja, efektivitas, dan efisiensi suatu sistem atau peralatan berdasarkan kriteria yang telah ditentukan, sehingga dapat diidentifikasi kelebihan, kekurangan, dan peluang perbaikan (Imanuell & Lutfi, 2019).

B. Mesin Rippel Mill

adalah mesin pemecah biji kelapa sawit (nut) yang berfungsi memisahkan inti (kernel) dari cangkang melalui proses tumbukan menggunakan rotor dan ripple plate, sehingga inti dan cangkang dapat diproses lebih lanjut pada tahap pemisahan.

C. Metode FMEA

adalah teknik analisis risiko yang digunakan untuk mengidentifikasi potensi kegagalan, menganalisis penyebab dan dampaknya, serta menetapkan prioritas perbaikan dengan

menghitung Risk Priority Number (RPN) berdasarkan tiga parameter utama: Severity, Occurrence, dan Detection (Hendratmoko & Pranoto, 2023).

3. METODE PENELITIAN

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) adalah metode evaluasi risiko yang digunakan untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan meminimalkan potensi kegagalan dalam sistem industri (Imanuell & Lutfi, 2019). Metode ini berperan penting dalam mencegah kerusakan komponen, mengoptimalkan strategi perawatan, serta menentukan prioritas tindakan perbaikan (Arabian-Hoseynabadi et al., 2010; Hasbullah et al., 2017). Dalam penerapannya, FMEA menganalisis mode kegagalan, yaitu segala bentuk cacat atau penyimpangan dari spesifikasi yang dapat mengganggu fungsi produk atau mesin (Priharanto et al., 2017; Surya et al., 2017). Penilaian risiko dilakukan dengan menghitung Risk Priority Number (RPN), hasil perkalian tiga parameter utama: Severity (S) tingkat keparahan dampak, Occurrence (O) kemungkinan terjadinya, dan Detection (D) kemampuan mendeteksi sebelum kegagalan terjadi (Hendratmoko & Pranoto, 2023). Nilai RPN digunakan untuk menentukan komponen mesin yang paling kritis dan membutuhkan prioritas penanganan, serta mengelompokkan komponen berdasarkan tingkat konsekuensi kegagalan yang mungkin terjadi (Sukwadi et al., 2017; Liu et al., 2018).

Metode penelitian ini diawali dengan pengumpulan data melalui observasi langsung pada mesin Ripple Mill di stasiun pabrik biji, dilengkapi wawancara teknisi dan operator untuk mengidentifikasi kerusakan yang sering terjadi, serta verifikasi menggunakan data historis perawatan mesin. Hasilnya ditemukan lima jenis kerusakan utama yang mempengaruhi kinerja mesin, yaitu Rotorbar aus, Squarebar aus, V-belt putus, Electro Motor Feeder Short atau disfungsi, dan Motor Overheat. Data kerusakan tersebut kemudian dianalisis menggunakan parameter Severity (S), Occurrence (O), dan Detection (D) sesuai kriteria penilaian yang ditetapkan, guna mengukur tingkat keparahan, frekuensi terjadinya, dan kemampuan deteksi masalah, sehingga dapat ditentukan prioritas penanganan dan strategi perbaikan yang tepat.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah jenis kerusakan diidentifikasi, setiap kerusakan dinilai menggunakan parameter Severity (S), Occurrence (O), dan Detection (D) sesuai kriteria yang telah ditentukan dari hasil observasi. Hasil penilaian ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Severity, Occurrence, dan Detection.

No	Jenis Kerusakan	S	O	D
1	Rotorbar Aus	5	7	8
2	Squarebar Aus	5	7	8
3	Van Belt Putus	8	2	3
4	Elektro Motor Feeder Short Disfungsi	8	2	3
5	Motor Overheat	8	1	5

Nilai Severity (S), Occurrence (O), dan Detection (D) yang diperoleh dari hasil penilaian kemudian digunakan untuk menghitung Risk Priority Number (RPN) dengan menggunakan rumus:

$$RPN = S \times O \times D$$

Perhitungan RPN ini bertujuan untuk memberikan gambaran kuantitatif mengenai tingkat risiko dari setiap jenis kerusakan pada mesin Ripple Mill. Nilai RPN yang lebih tinggi menunjukkan bahwa suatu kerusakan memiliki tingkat keparahan yang lebih signifikan, kemungkinan terjadi lebih sering, serta lebih sulit untuk dideteksi sejak dini. Hasil perhitungan RPN untuk masing-masing kerusakan ditampilkan pada Tabel 2, sehingga dapat terlihat secara jelas perbandingan tingkat risiko antar komponen. Setelah nilai RPN dihitung, langkah berikutnya adalah menentukan persentase kontribusi tiap jenis kerusakan terhadap total risiko.

Persentase ini berfungsi untuk menunjukkan seberapa besar pengaruh masing-masing kerusakan dalam keseluruhan sistem mesin. Dengan demikian, manajemen dapat lebih mudah menetapkan prioritas perbaikan. Komponen dengan kontribusi persentase tertinggi dianggap sebagai penyebab dominan dan harus segera mendapat penanganan. Pendekatan ini memberikan keuntungan karena mampu mengubah data kualitatif berupa gejala kerusakan menjadi informasi kuantitatif yang terukur. Melalui perhitungan RPN, pihak pabrik dapat menyusun strategi pemeliharaan berbasis prioritas, memastikan bahwa perbaikan difokuskan pada sumber masalah utama yang memiliki dampak paling besar terhadap efisiensi produksi. Hal ini juga membantu dalam mengoptimalkan penggunaan sumber daya perawatan, sehingga biaya perbaikan dapat ditekan dan efektivitas operasional mesin Ripple Mill dapat ditingkatkan.

Tabel 2. Hasil Bobot Risk Priority Number (RPN).

No	Jenis Kerusakan	S	O	D	RPN (S*O*D)
1	Rotorbar Aus	5	7	8	280
2	Squarebar Aus	5	7	8	280
3	Van Belt Putus	8	2	3	48
4	Elektro Motor Feeder Short Disfungsi	8	2	3	48
5	Motor Overheat	8	1	5	40
Total RPN					696

Membuat persentase kumulatif untuk memvisualisasi prioritas perbaikan.

a. Nilai persentase total keseluruhan *Rotorbar* mengalami aus :

$$\text{RPN rata-rata Rotorbar Aus} = 280$$

$$\text{RPN total} = 696$$

Maka :

$$\begin{aligned} \text{Persentase total keseluruhan} &= \frac{\text{RPN rata-rata}}{\text{RPN total}} \times 100\% \\ &= \frac{280}{696} \times 100\% = 40,22988 \\ &= 40,22988 \text{ atau } 40,23\% \end{aligned}$$

b. Nilai persentase total keseluruhan *Squarebar* mengalami aus :

$$\text{RPN rata-rata Squarebar Aus} = 280$$

$$\text{RPN total} = 696$$

Maka :

$$\begin{aligned} \text{Persentase total keseluruhan} &= \frac{\text{RPN rata-rata}}{\text{RPN total}} \times 100\% \\ &= \frac{280}{696} \times 100\% = 40,22988 \\ &= 40,22988 \text{ atau } 40,23\% \end{aligned}$$

c. Nilai persentase total keseluruhan *Van Belt* mengalami putus :

$$\text{RPN rata-rata Van Belt Putus} = 48$$

$$\text{RPN total} = 696$$

Maka :

$$\begin{aligned} \text{Persentase total keseluruhan} &= \frac{\text{RPN rata-rata}}{\text{RPN total}} \times 100\% \\ &= \frac{48}{696} \times 100\% = 6,89655 \\ &= 6,89655 \text{ atau } 6,90\% \end{aligned}$$

d. Nilai persentase total keseluruhan *Elektro Motor Feeder Short* mengalami disfungsi :

RPN rata-rata *Motor Overhed* = 48

RPN total = 696

Maka :

$$\begin{aligned}\text{Persentase total keseluruhan} &= \frac{\text{RPN rata-rata}}{\text{RPN total}} \times 100\% \\ &= \frac{48}{696} \times 100\% = 6,89655 \\ &= 6,89655 \text{ atau } 6,90 \%\end{aligned}$$

e. Nilai persentase total keseluruhan *Motor* mengalami overhead:

RPN rata-rata *Elektro Motor* = 40

RPN total = 696

Maka :

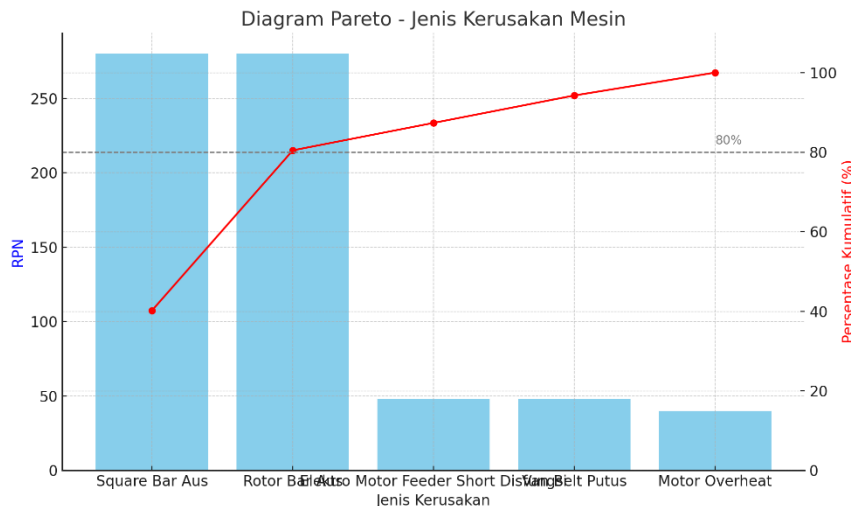
$$\begin{aligned}\text{Persentase total keseluruhan} &= \frac{\text{RPN rata-rata}}{\text{RPN total}} \times 100\% \\ &= \frac{40}{696} \times 100\% = 5,74712 \\ &= 5,74712 \text{ atau } 5,75 \%\end{aligned}$$

Hasil persentase kumulatif ditunjukkan pada Tabel 3, yang kemudian divisualisasikan dalam bentuk diagram Pareto untuk mempermudah penentuan fokus perbaikan.

Tabel 3. Hasil Bobot Tingkat Resiko (RPN) berdasarkan persentasi Kumulatif.

No	Jenis Kerusakan	S	O	D	RPN (S*O*D)	Persentase (%)	Persentase Kumulatif (%)
1	Rotorbar Aus	5	7	8	280	40,23	40,23
2	Squarebar Aus	5	7	8	280	40,23	80,46
3	Van Belt Putus	8	2	3	48	6,90	87,36
4	Elektro Motor Feeder						
	Short Disfungsi	8	2	3	48	6,90	94,26
5	Motor Overheat	8	1	5	40	5,75	100

Membuat diagram Pareto berdasarkan persentase kumulatif untuk memvisualisasikan prioritas perbaikan, seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Diagram Pareto merupakan grafik yang digunakan untuk mengidentifikasi dan memvisualisasikan masalah-masalah paling signifikan dalam suatu proses berdasarkan prinsip Pareto, yaitu sekitar 80% dari akibat disebabkan oleh 20% dari penyebab.



Gambar 1. Diagram Pareto.

Dalam penelitian ini, dibuat sebuah diagram Pareto berdasarkan persentase kumulatif kerusakan untuk memvisualisasikan prioritas perbaikan yang diperlukan pada mesin Ripple Mill, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1. Diagram Pareto dipilih karena merupakan salah satu alat analisis kualitas yang efektif dalam mengidentifikasi permasalahan utama dari sekian banyak faktor penyebab kerusakan. Prinsip Pareto sendiri menyatakan bahwa sekitar 80% dari akibat yang muncul dalam suatu sistem biasanya hanya disebabkan oleh 20% dari penyebabnya.

Dengan menggunakan pendekatan ini, dapat diketahui bahwa kerusakan Rotorbar dan Squarebar memberikan kontribusi terbesar terhadap penurunan efisiensi mesin, dengan persentase kumulatif mencapai lebih dari 80%. Hal ini memperlihatkan bahwa meskipun terdapat beberapa jenis kerusakan lain, fokus utama perbaikan sebaiknya diarahkan pada kedua komponen tersebut karena dampaknya yang paling signifikan terhadap kelancaran proses produksi. Visualisasi melalui diagram Pareto memudahkan pihak manajemen maupun teknisi untuk memahami skala prioritas penanganan, sehingga alokasi sumber daya perawatan dapat lebih tepat sasaran.

Selain itu, penggunaan diagram Pareto juga membantu perusahaan dalam merancang strategi pemeliharaan yang lebih sistematis. Dengan melihat urutan masalah dari yang paling dominan hingga yang paling kecil, perusahaan dapat menentukan tindakan pencegahan dan perbaikan secara berjenjang. Misalnya, pada tahap awal fokus diarahkan pada komponen dengan risiko tertinggi, kemudian secara bertahap memperhatikan faktor-faktor lain yang berkontribusi lebih kecil. Dengan demikian, efektivitas perawatan mesin dapat ditingkatkan, downtime produksi dapat ditekan, serta keberlangsungan operasional pabrik dapat lebih terjamin.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan analisis menggunakan metode FMEA, dapat diidentifikasi bahwa kerusakan kritis pada mesin Ripple Mill memberikan dampak signifikan terhadap efisiensi produksi di PTPN IV Pabrik Kelapa Sawit Adolina. Hasil penilaian menunjukkan bahwa komponen Rotorbar dan Squarebar memiliki nilai RPN paling tinggi, yaitu 280 dengan persentase 40,23%, sehingga menjadi penyumbang terbesar potensi kerusakan. Sementara itu, Van Belt Putus dan Elektro Motor Feeder Short berada pada tingkat risiko menengah dengan nilai RPN sebesar 48 atau 6,90%. Komponen dengan risiko paling rendah adalah Motor Overhead dengan nilai RPN 40 atau 5,75%. Sesuai dengan prinsip Pareto, kerusakan pada Rotorbar dan Squarebar menyumbang sekitar 80,46% dari keseluruhan potensi kerusakan, sehingga perlu mendapatkan perhatian utama dalam upaya perbaikan dan peningkatan efisiensi mesin. Berdasarkan hasil temuan tersebut, disarankan agar perusahaan memprioritaskan perawatan berkala pada komponen Rotorbar dan Squarebar, mengingat kontribusinya yang sangat besar terhadap risiko penurunan efisiensi produksi. Selain itu, penerapan sistem monitoring berbasis sensor sangat dianjurkan untuk mendeteksi secara dini potensi kerusakan yang sulit diamati secara manual. Langkah ini diharapkan dapat meminimalisasi terjadinya kerusakan serius, mengurangi downtime mesin, serta menjaga keberlanjutan proses produksi agar tetap optimal.

DAFTAR REFERENSI

- Amalia, W., Ramadian, D., & Hidayat, S. N. (2022). Analisis kerusakan mesin sterilizer pabrik kelapa sawit menggunakan Failure Modes and Effect Analysis (FMEA). *Jurnal Teknik Industri*, 8(2), 369–377. <https://doi.org/10.24014/jti.v8i2.19179>
- Arabian-Hoseynabadi, H., Oraee, H., & Tavner, P. J. (2010). Failure modes and effects analysis (FMEA) for wind turbines. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 32(7), 817–824. <https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2010.01.019>
- Hasbullah, N. A., Sulaiman, R., & Omar, M. (2017). Failure mode and effect analysis in manufacturing industry. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 226(1), 012050. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/226/1/012050>
- Hendratmoko, T., & Pranoto, S. (2023). Penerapan metode FMEA untuk identifikasi risiko peralatan industri. *Jurnal Teknik Mesin Indonesia*, 18(1), 45–53.
- Imanuell, G., & Lutfi, M. (2019). Analisis risiko dengan metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) pada proses produksi. *Jurnal Rekayasa Industri*, 13(2), 123–130.
- Kuncoro, D., Rahman, A., & Prasetyo, H. (2018). Pengendalian risiko proses produksi crude palm oil dengan metode FMEA dan Fault Tree Analysis (FTA). *Jurnal Teknik Industri*, 19(1), 45–56.

- Liu, H., Wang, Z., & Xu, K. (2018). Risk assessment in supply chain based on FMEA and Bayesian network. *International Journal of Production Research*, 56(4), 1453–1471. <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1401742>
- Nurjanah, D. A., et al. (2023). Analisis penentuan komponen kritis small excavator menggunakan metode FMEA dan diagram Pareto. *Journal of Safety, Health, and Environmental Engineering*, 1(1), 7–15. <https://doi.org/10.33863/jshee.v1i1.19>
- Pasaribu, M. I., Ritonga, A. A., & Irwan, A. (2021). Analisis perawatan (maintenance) mesin screw press di pabrik kelapa sawit dengan metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) di PT. XYZ. *Jitekh*, 9(2), 104–110. <https://doi.org/10.35447/jitekh.v9i2.432>
- Priharanto, A., Sari, R. P., & Santoso, H. (2017). Analisis risiko produksi dengan metode FMEA pada industri manufaktur. *Jurnal Rekayasa Sistem dan Industri*, 3(2), 55–63.
- Rauf, A., et al. (2022). Screw press machine damage analysis with FMEA in palm oil factory PT Socfindo. *Jurnal Inovasi Teknologi dan Rekayasa*, 3(2), 112–120.
- Santoso, R., et al. (n.d.). Optimalisasi perawatan mesin press dengan metode Failure Mode Effect Analysis (FMEA). *Jambura Industrial Review*, 1(1). <https://doi.org/10.37905/jirev.1.1.1-6>
- Sukwadi, R., Yang, C. C., & Tseng, M. L. (2017). Using failure mode and effect analysis to improve the quality of production process: Case study. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 34(4), 550–565. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-03-2015-0047>
- Surya, A., Nugroho, B., & Rahardjo, S. (2017). Aplikasi metode FMEA untuk perbaikan proses produksi pada industri manufaktur. *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, 5(3), 103–109.
- Wahid, A., & Tjahjaningsih, Y. S. (2022). Integrasi Failure Tracking Matrix (FTM) dan Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) untuk perbaikan sistem perawatan mesin pulverizer. *Jurnal Flywheel*, 13(1), 9–20. <https://doi.org/10.36040/flywheel.v13i1.4743>
- Wahjudi, D., & Cahyadi, A. (2022). Implementasi FMEA untuk peningkatan produktivitas di PT. X. *Jurnal Teknik Mesin*, 19(2), 45–50. <https://doi.org/10.9744/jtm.19.2.45-50>
- Yaqin, R. I., et al. (2020). Pendekatan FMEA dalam analisa risiko perawatan sistem bahan bakar mesin induk: Studi kasus di KM. Sidomulyo. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 9(3), 189–200. <https://doi.org/10.26593/jrsi.v9i3.4075.189-200>