

**PENYUSUNAN JADWAL PREVENTIF MAINTENANCE MESIN RIPPLE MILL
DENGAN PENDEKATAN FMEA (FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS)
DAN OEE (OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS) DI PT XYZ**

**DEVELOPING A PREVENTIVE MAINTENANCE SCHEDULE FOR THE RIPPLE
MILL MACHINE USING FMEA (FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS) AND
OEE (OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS) APPROACHES AT PT XYZ**

Daniel N Manalu¹, Winston R A Pakpahan², Evania R S Br Barus³, Jusra Tampubolon⁴

Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Prima Indonesia^{1,2,3}

PUI-PT ECUEKTA (Ergonomi Cerdas Untuk Kesehatan Tangguh), Universitas Prima Indonesia⁴

manalunatanael0@gmail.com¹

ABSTRACT

The Ripple Mill is one of the primary components in the palm kernel crushing process at the kernel station. failures in this machinery can lead to significant downtime and decrease production effectiveness. This study aims to determine the repair priorities for machine components and develop an optimal preventive maintenance schedule for the Ripple Mill at PT XYZ. The methodology employed includes Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) to identify potential failure modes and prioritize repairs based on the Risk Priority Number (RPN), as well as Overall Equipment Effectiveness (OEE) to measure machine performance through availability, performance, and quality aspects. The FMEA results indicate that rotor bar wear are the critical failure types, reaching the highest RPN value of 336, thus becoming the top priority for maintenance actions. The OEE calculation resulted in a value of 90.32%, which meets the international machine effectiveness standard ($\geq 85\%$). Based on the calculation of Mean Time Between Failure (MTBF), the preventive maintenance interval is recommended every 531 operating hours for the rotor bar and square bar, 797 hours for the V-belt, and 1594 hours for the motor and the feeder electric motor experiencing a short circuit. The implementation of this preventive maintenance schedule is expected to improve the reliability and operational effectiveness of the Ripple Mill machine.

Keywords: Preventive Maintenance, Ripple Mill, FMEA, OEE, MTBF

ABSTRAK

Mesin Ripple Mill merupakan salah satu peralatan utama dalam pemecahan biji kelapa sawit pada stasiun kernel. Kerusakan yang terjadi pada mesin ini dapat menyebabkan downtime dan menurunkan efektivitas produksi. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan prioritas perbaikan komponen mesin serta menyusun jadwal *preventive maintenance* yang optimal pada mesin Ripple Mill di PT XYZ. Metode yang digunakan adalah *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) untuk mengidentifikasi potensi kegagalan dan menentukan prioritas perbaikan berdasarkan nilai *Risk Priority Number* (RPN), serta *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) untuk mengukur tingkat efektivitas mesin melalui aspek *availability*, *performance*, dan *quality*. Hasil analisis FMEA menunjukkan bahwa keausan rotor bar dan keausan square bar merupakan jenis kerusakan dengan nilai RPN tertinggi sebesar 336 sehingga menjadi prioritas utama dalam tindakan pemeliharaan. Hasil perhitungan OEE menunjukkan nilai 90,32% yang telah memenuhi standar efektivitas mesin internasional ($\geq 85\%$). Berdasarkan perhitungan *Mean Time Between Failure* (MTBF), interval *preventive maintenance* direkomendasikan setiap 531 jam operasi untuk rotor bar dan square bar, 797 jam untuk *van belt*, serta 1594 jam untuk motor dan elektro motor feeder *short*. Penerapan jadwal *preventive maintenance* tersebut diharapkan dapat meningkatkan keandalan dan efektivitas kinerja mesin Ripple Mill.

Kata Kunci: Preventive Maintenance, Ripple Mill, FMEA, OEE, MTBF

PENDAHULUAN

Pada era globalisasi saat ini, pertumbuhan industri di Indonesia semakin pesat seiring dengan kemajuan teknologi, transformasi digital, dan keterbukaan perdagangan internasional. Dinamika global menuntut setiap negara untuk

memiliki sektor industri yang kuat, berdaya saing tinggi, dan adaptif terhadap perkembangan teknologi. Industri merupakan salah satu pilar utama dalam pembangunan ekonomi karena memiliki kontribusi besar terhadap peningkatan nilai tambah, penyerapan tenaga kerja, dan

penguatan struktur ekonomi nasional (Kongidah et al., 2024).

Salah satu subsektor yang memiliki peranan penting dalam industri nasional adalah industri manufaktur kelapa sawit. Industri ini menjadi tulang punggung ekonomi di berbagai wilayah Indonesia karena menghasilkan produk turunan dengan nilai tambah tinggi, baik untuk kebutuhan dalam negeri maupun ekspor. Sektor pengolahan kelapa sawit terus mengalami peningkatan produksi dan kontribusi terhadap ekspor nasional, seiring dengan meningkatnya permintaan global terhadap minyak nabati dan produk turunannya (Tsiwiyati, 2024). Dalam proses pengolahan kelapa sawit, penggunaan mesin dan peralatan produksi memiliki peran yang sangat vital, salah satunya adalah mesin Ripple Mill yang berfungsi untuk memecahkan biji dan memisahkan kernel dari cangkangnya, dimana efisiensi dan performanya sangat berpengaruh terhadap kualitas kernel (Sipayung & Puspawan, 2025).

Keandalan mesin Ripple Mill sangat menentukan efisiensi proses produksi di stasiun kernel. Apabila mesin mengalami kerusakan atau *downtime* yang tidak terencana, maka proses pengolahan dapat terhenti, mengakibatkan penurunan produktivitas serta meningkatnya biaya perbaikan dan kerugian waktu produksi (Hasan Indra, Denur, 2019). Oleh karena itu, pengelolaan dan pemeliharaan mesin menjadi aspek yang sangat penting dalam manajemen operasional industri manufaktur, khususnya pada pabrik kelapa sawit seperti PT XYZ.

Dalam praktiknya, banyak perusahaan industri yang menghadapi kendala dalam menentukan strategi pemeliharaan yang efektif dan efisien. Pemeliharaan yang bersifat reaktif (*breakdown maintenance*) sering menimbulkan kerugian besar akibat terhentinya proses produksi secara mendadak. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan pendekatan yang lebih sistematis, yaitu *preventive maintenance*,

yaitu kegiatan pemeliharaan yang dilakukan secara berkala dan terencana untuk mencegah kerusakan sebelum terjadi. Dengan menerapkan *preventive maintenance*, perusahaan dapat meminimalkan waktu henti mesin (*downtime*), memperpanjang umur peralatan, dan menekan biaya perawatan jangka panjang (Ali, 2021).

Salah satu metode analisis yang efektif dalam mendukung penyusunan strategi *preventive maintenance* pada mesin Ripple Mill adalah *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Metode digunakan untuk mengidentifikasi potensi kegagalan pada setiap komponen mesin, menganalisis penyebab dan dampaknya terhadap sistem, serta menentukan prioritas perbaikan berdasarkan nilai *Risk Priority Number* (RPN). Dengan pendekatan ini, manajemen dapat memfokuskan upaya pemeliharaan pada komponen yang memiliki risiko tertinggi terhadap kegagalan produksi, sehingga meningkatkan keandalan mesin dan mengurangi *downtime* di stasiun kernel (Hasan Indra, Denur, 2019).

Selain itu, untuk mengevaluasi efektivitas mesin dan menilai performa sistem pemeliharaan yang telah diterapkan, dapat digunakan metode *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). OEE merupakan indikator komprehensif yang mengukur tingkat efektivitas peralatan berdasarkan tiga aspek utama, yaitu *availability* (ketersediaan mesin), *performance efficiency* (kinerja mesin), *quality rate* (tingkat kualitas produk yang dihasilkan). Nilai OEE yang tinggi mencerminkan efisiensi operasional yang baik, serta minimnya kehilangan waktu produksi akibat kerusakan, penurunan kecepatan, atau cacat produk. Penerapan OEE pada mesin Ripple Mill menunjukkan bagaimana indikator ini dapat digunakan untuk memonitor kinerja mesin dan efektivitas pemeliharaan di stasiun kernel (Sipayung & Puspawan, 2025).

Integrasi metode FMEA dan OEE menjadi langkah strategis dalam menyusun jadwal *preventive maintenance* yang

optimal. Dengan menggunakan hasil analisis risiko dari FMEA dan data efektivitas mesin dari OEE, perusahaan dapat menentukan interval waktu perawatan yang paling tepat, menyesuaikan prioritas pemeliharaan terhadap potensi kegagalan terbesar, serta mengalokasikan sumber daya secara efisien. Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan produktivitas mesin, tetapi juga mendukung efisiensi biaya dan keberlanjutan operasional perusahaan (Hasan Indra, Denur, 2019).

Oleh karena itu, penelitian ini mengambil judul “Penyusunan Jadwal Preventif Maintenance Mesin Ripple Mill dengan Pendekatan FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) dan OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) Di PT XYZ”. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam peningkatan efektivitas sistem pemeliharaan mesin di industri kelapa sawit serta menjadi referensi penerapan metode analisis yang terukur dalam manajemen perawatan mesin manufaktur di PT XYZ.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian terapan dengan pendekatan deskriptif kuantitatif yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi operasional mesin Ripple Mill melalui penyusunan jadwal *preventive maintenance* yang optimal. Pendekatan deskriptif kuantitatif digunakan untuk menggambarkan kondisi aktual mesin berdasarkan data numerik serta menganalisis hubungan antara tingkat kerusakan dan efektivitas mesin (Sugiyono, 2019). Metode utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). FMEA digunakan sebagai metode analisis risiko untuk mengidentifikasi mode kegagalan, menganalisis penyebab serta dampaknya, dan menentukan prioritas perbaikan berdasarkan nilai *Risk Priority Number* (RPN) yang diperoleh dari perkalian nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection* (Sukania & Wijaya, 2023; Rakhmadina et

al., 2024). Sementara itu, metode OEE digunakan untuk mengukur tingkat efektivitas mesin secara komprehensif melalui tiga komponen utama yaitu *availability*, *performance*, dan *quality*, sehingga dapat diketahui sumber utama kerugian dalam proses produksi (Palhares et al., 2023; Saputra et al., 2025).

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui observasi langsung terhadap kondisi dan aktivitas mesin Ripple Mill, wawancara dengan teknisi, operator, dan staf pemeliharaan terkait riwayat kerusakan serta kendala operasional, serta dokumentasi data operasional mesin seperti downtime, waktu operasi, jumlah produksi, dan produk cacat. Data yang telah diperoleh kemudian dianalisis dengan menghitung nilai RPN untuk menentukan prioritas kegagalan komponen dan menghitung nilai OEE untuk mengevaluasi kinerja mesin. Hasil analisis FMEA dan OEE selanjutnya diintegrasikan untuk menyusun jadwal *preventive maintenance* berbasis risiko dan efektivitas mesin, sehingga perawatan dapat dilakukan secara lebih terencana dan efisien (Hutasoit et al., 2025; Haq et al., 2021). Penelitian ini dilaksanakan pada periode Oktober hingga Desember 2025 di Pabrik Kelapa Sawit (PKS) PT XYZ, dengan objek penelitian berupa mesin Ripple Mill yang berperan penting dalam proses pemecahan biji kelapa sawit, sehingga peningkatan keandalan mesin diharapkan dapat mendukung kelancaran proses produksi dan meminimalkan downtime.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan Data

1. Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) merupakan metode yang digunakan untuk mengidentifikasi potensi kegagalan pada suatu sistem, menganalisis dampaknya, serta menentukan tingkat risikonya berdasarkan nilai RPN. Melalui hasil pengamatan pada aktivitas di stasiun pabrik biji, ditemukan beberapa kerusakan

mesin Ripple Mill yang menyebabkan penurunan efisiensi mesin sehingga meningkatkan *downtime*. Berikut hasil identifikasi kerusakan mesin Ripple Mill yang diperoleh dari data wawancara sebagai berikut:

Tabel 1. Data Kerusakan Mesin

No	Jenis Kegagalan	Total Waktu Operasi (Jam)	Jumlah Kerusakan	Penyebab Kegagalan	Efek Kegagalan
1	Keausan Rotor Bar	1992	3	- Faktor usia pemakaian - Penyetelan kurang tepat	Cangkang dengan inti tidak terpisah sempurna
2	Keausan Square Bar	1992	3	- Faktor usia pemakaian - Penyetelan kurang tepat	Cangkang dengan inti tidak terpisah sempurna
3	Van Belt mengalami putus	1992	2	- Faktor usia pemakaian - Stelan rotor bar dan square bar terlalu rapat	Mesin tidak dapat beroperasi
4	Motor mengalami overhear	1992	1	- Faktor usia pemakaian - Beban melebihi kapasitas (<i>overload</i>)	Mesin tidak dapat beroperasi
5	Elektro motor feeder short malfungsi	1992	1	- Faktor usia pemakaian - Beban melebihi kapasitas (<i>overload</i>)	Mesin tidak dapat beroperasi

Sumber : PT XYZ (2026)

Berdasarkan hasil wawancara dengan karyawan mengenai pemberian rating terkait tingkat keparahan (*Severity*), kemungkinan terjadinya (*Occurrence*), dan kemampuan deteksi kerusakan (*Detection*) pada mesin Ripple Mill sebagai berikut:

Tabel 2. Data Rating Kerusakan

No	Jenis Kegagalan	Severity	Occurrence	Detection
1	Keausan Rotor Bar	6	7	8
2	Keausan Square Bar	6	7	8
3	Van Belt mengalami putus	8	3	2
4	Motor mengalami overhear	8	1	5
5	Elektro motor feeder short malfungsi	8	2	2

Sumber : PT XYZ (2026)

2. Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Overall Equipment Effectiveness (OEE) merupakan metode yang digunakan untuk mengukur tingkat efektivitas mesin berdasarkan ketersediaan (*availability*), kinerja (*performance*), dan kualitas

(*quality*). Oleh karena itu, dilakukan pengukuran OEE pada mesin Ripple Mill dengan mengumpulkan data waktu operasi mesin yang meliputi *total loading time*, *downtime*, *operating time*, dan *total output*. Data hasil pengukuran OEE mesin Ripple Mill disajikan pada tabel berikut.

Tabel 3. Data Operasional Mesin Ripple Mill

Bulan	Jumlah Hari Kerja	Loading Time (menit)	Downtime (menit)	Operating Time (menit)	Total Output (kg)	Ideal Cycle Time (menit/kg)	Produktifitas (kg)
Oktober 2025	29	41.760	1.430	40.330	2.419.800	0,01651	72.594
November 2025	27	38.880	2.860	36.020	2.161.200	0,01651	65.001
Desember 2025	27	38.880	2.790	36.090	2.165.400	0,01651	65.102

Sumber : PT XYZ (2026)

Pengolahan Data

Analisis Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) digunakan untuk mengidentifikasi jenis-jenis kerusakan pada mesin, mengevaluasi tingkat keparahan (*Severity*), frekuensi kejadian (*Occurrence*), serta kemampuan pendeteksian (*Detection*) terhadap setiap kerusakan. Dari ketiga parameter tersebut, dihitung nilai *Risk Priority Number* (RPN) yang menjadi dasar untuk menentukan prioritas penanganan kerusakan. Berikut ini adalah hasil pengolahan data FMEA terhadap beberapa jenis kerusakan mesin di PT XYZ:

1. Perhitungan Risk Priority Number (RPN)

Tabel 4. Hasil Bobot Tingkat Resiko (RPN)

No	Jenis Kegagalan	Severity	Occurrence	Detection	RPN (S × O × D)
1	Keausan Rotor Bar	6	7	8	336
2	Keausan Square Bar	6	7	8	336
3	Van Belt mengalami putus	8	3	2	48
4	Motor mengalami overhear	8	1	5	40
5	Elektro motor feeder short malfungsi	8	2	2	32
Total RPN					792

Sumber : Data di olah oleh peneliti (2026)

2. Perhitungan Persentase

Berikut dibawah ini perhitungan untuk menentukan persentase(%) :

Nilai persentase total keseluruhan *Keausan Rotor Bar* sebagai berikut :

RPN rata-rata = 336

RPN total = 792

Maka :

Persentase total keseluruhan =

$$\frac{RPN \text{ rata - rata}}{RPN \text{ total}} \times 100\%$$

$$\frac{336}{792} \times 100\% = 42,42\%$$

Nilai persentase total keseluruhan *Keausan Square Bar* sebagai berikut :

RPN rata-rata = 336

RPN total = 792

Maka :

Persentase total keseluruhan =

$$\frac{RPN \text{ rata - rata}}{RPN \text{ total}} \times 100\%$$

$$\frac{336}{792} \times 100\% = 42,42\%$$

Nilai persentase total keseluruhan *Van Belt Mengalami Putus* sebagai berikut :

RPN rata-rata = 48

RPN total = 792

Maka :

Persentase total keseluruhan =

$$\frac{RPN \text{ rata - rata}}{RPN \text{ total}} \times 100\%$$

$$\frac{48}{792} \times 100\% = 6,06\%$$

Nilai persentase total keseluruhan *Motor Mengalami Overheat* sebagai berikut :

RPN rata-rata = 40

RPN total = 792

Maka :

Persentase total keseluruhan =

$$\frac{RPN \text{ rata - rata}}{RPN \text{ total}} \times 100\%$$

$$\frac{40}{792} \times 100\% = 5,05\%$$

Nilai persentase total keseluruhan *Elektro Motor Feeder Short Malfungs* sebagai berikut :

RPN rata-rata = 32

RPN total = 792

Maka :

Persentase total keseluruhan =

$$\frac{RPN \text{ rata - rata}}{RPN \text{ total}} \times 100\%$$

$$\frac{32}{792} \times 100\% = 4,04\%$$

Tabel 5. Hasil Persentase Risk Priority Number

N o	Jenis Kegagalan	Severity	Occurrence	Detection	RPN (S × O × D)	Persentase (%)
1	Keausan Rotor Bar	6	7	8	336	42,42
2	Keausan Square Bar	6	7	8	336	42,42
3	Van Belt mengalami putus	8	3	2	48	6,06
4	Motor mengalami overheating	8	1	5	40	5,05
5	Elektro motor feeder short malfungsi	8	2	2	32	4,04

Sumber : Data di olah oleh peneliti (2026)

Tabel 6. Hasil Bobot Tingkat Resiko (RPN) berdasarkan persentase Kumulatif

N o	Jenis Kegagalan	Severity	Occurrence	Detection	RPN (S × O × D)	Persentase (%)	Persentase Kumulatif (%)
1	Keausan Rotor Bar	6	7	8	336	42,42	42,42
2	Keausan Square Bar	6	7	8	336	42,42	84,85
3	Van Belt mengalami putus	8	3	2	48	6,06	90,91
4	Motor mengalami overheating	8	1	5	40	5,05	95,96
5	Elektro motor feeder short malfungsi	8	2	2	32	4,04	100

Sumber : Data di olah oleh peneliti (2026)

Diagram Pareto adalah grafik yang digunakan untuk mengidentifikasi dan

memvisualisasikan masalah-masalah paling signifikan dalam suatu proses berdasarkan prinsip Pareto, yaitu 80/20, di mana sekitar 80% dari akibat disebabkan oleh 20% dari penyebab.



Gambar 1. Histogram Pareto

Sumber : Data di olah oleh peneliti (2026)

Berikut adalah diagram Pareto berdasarkan nilai RPN kerusakan mesin. Grafik ini menunjukkan bahwa:

1. Rotor bar aus dan square bar aus adalah sumber terbesar risiko kerusakan (masing-masing 42,42%) dengan persentase kumulatif sebesar 84,85%.
2. Fokus perbaikan sebaiknya dimulai dari dua jenis kerusakan tersebut untuk mencapai efisiensi maksimal, terutama dalam menekan kerugian akibat downtime mesin.
3. Sumbu kanan menunjukkan akumulasi persentase dampak kerusakan.

Analisis Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Overall Equipment Effectiveness (OEE) merupakan metode yang digunakan untuk mengukur tingkat efektivitas mesin berdasarkan ketersediaan (*availability*), kinerja (*performance*), dan kualitas (*quality*). Adapun perhitungan *availability*, *performance*, dan *quality* sebagai berikut:

Tabel 7. Perhitungan Availability

Bulan	Jumlah Hari Kerja	Loa din Time (menit)	Downtime (menit)	Operating Time (menit)	Total Output (kg)	Availability (%)
Oktober 2025	29	41.760	1.430	40.330	2.419.800	96,58

November 2025	27	38.880	2.860	36.020	2.161.200	92,65
Desember 2025	27	38.880	2.790	36.090	2.165.400	92,83
Rata-rata						94,02

Sumber : Data di olah oleh peneliti (2026)

Tabel 8 Perhitungan Performance

Bulan	Total Output (kg)	Ideal Cycle Time (menit /kg)	Ideal Processing Time (menit)	Operating Time (menit)	Performance (%)
Oktober 2025	2.419.800	0,01651	39.950	40.330	99,06
November 2025	2.161.200	0,01651	35.686	36.020	99,06
Desember 2025	2.165.400	0,01651	35.758	36.090	99,09
Rata-rata					99,08

Sumber : Data di olah oleh peneliti (2026)

Tabel 9. Perhitungan Quality

Tanggal	Total Output (kg)	Total Defect (kg)	Total Good Product (kg)	Rate of Quality (%)
Oktober 2025	2.419.800	72.594	2.347.206	97,00
November 2025	2.161.200	65.001	2.096.199	96,99
Desember 2025	2.165.400	65.102	2.100.298	96,99
Rata-rata				96,99

Sumber : Data di olah oleh peneliti (2026)

Berdasarkan hasil perhitungan *availability*, *performance*, dan *quality*, dapat diketahui bahwa kinerja mesin Ripple Mill secara umum berada pada kondisi yang cukup baik, namun masih terdapat beberapa aspek yang perlu ditingkatkan. Nilai *availability* menunjukkan rata-rata sebesar 94,02%, yang berarti mesin memiliki tingkat ketersediaan yang tinggi, meskipun masih berada di bawah standar ideal internasional ($\geq 95\%$). Hal ini mengindikasikan bahwa downtime mesin masih terjadi dan menjadi faktor yang perlu diperhatikan dalam upaya peningkatan kinerja.

Selanjutnya, nilai *performance* menunjukkan rata-rata sebesar 99,08%,

yang menandakan bahwa mesin bekerja sangat mendekati kecepatan idealnya. Tingginya nilai ini menunjukkan bahwa tidak terdapat permasalahan signifikan pada kecepatan operasional mesin, sehingga efisiensi proses produksi dari sisi performa sudah sangat optimal.

Sementara itu, nilai *quality* memiliki rata-rata sebesar 96,99%, yang menunjukkan bahwa sebagian kecil produk masih mengalami cacat. Nilai ini masih berada di bawah standar ideal ($\geq 99\%$), sehingga menunjukkan adanya penurunan kualitas hasil produksi yang kemungkinan disebabkan oleh kondisi komponen mesin yang mengalami keausan, seperti rotor bar dan square bar.

Kombinasi ketiga komponen tersebut menghasilkan nilai OEE sebesar 90,32%, yang telah memenuhi standar efektivitas mesin internasional ($\geq 85\%$). Namun demikian, nilai *availability* dan *quality* yang belum optimal menunjukkan bahwa masih terdapat peluang perbaikan, terutama melalui penerapan *preventive maintenance* yang terjadwal untuk mengurangi downtime serta meningkatkan kualitas hasil produksi.

Perhitungan Nilai OEE

Setelah seluruh nilai *Availability*, *Performance*, dan *Quality* diperoleh, selanjutnya dilakukan perhitungan *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) dengan menggunakan rumus OEE sebagai berikut:

$$\text{OEE} = \text{Availability} \times \text{Performance} \times \text{Quality}$$

Perhitungan nilai OEE untuk mesin Ripple Mill pada periode pengamatan tersebut dapat disajikan sebagai berikut:

Tabel 10. Perhitungan OEE

Tanggal	Availability (%)	Performance (%)	Quality (%)	OEE (%)
Oktober 2025	96,58	99,06	97,00	92,76
November 2025	92,65	99,06	96,99	89,03
Desember 2025	92,83	99,09	96,99	89,16
Rata-rata				90,32

Sumber : Data di olah oleh peneliti (2026)

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh nilai rata-rata OEE mesin Ripple Mill sebesar 90,32% yang telah memenuhi

standar efektivitas mesin internasional ($\geq 85\%$). Hal ini menunjukkan bahwa kinerja mesin secara keseluruhan sudah berada pada kategori efektif. Namun demikian, nilai *availability* dan *quality* yang masih berada di bawah standar ideal menunjukkan bahwa masih terdapat downtime dan produk cacat yang perlu diminimalkan. Oleh karena itu, diperlukan penerapan *preventive maintenance* yang terjadwal untuk meningkatkan keandalan mesin dan kualitas hasil produksi.

Perhitungan MTBF

Interval Preventive Maintenance (PM) ditentukan 80% dari MTBF agar perawatan dilakukan sebelum potensi kerusakan terjadi. Berdasarkan data kerusakan mesin Ripple Mill selama periode bulan Oktober – Desember 2025 maka diperoleh perhitungan MTBF sebagai berikut :

Tabel 11. Perhitungan MTBF

N o	Komponen	Total Waktu Operasi (Jam)	Jumlah Kerusakan	MTBF (Jam)	Interval PM (80% dari MTBF)
1	Rotor Bar	1992	3	664	531
2	Square Bar	1992	3	664	531
3	Van Belt	1992	2	996	797
4	Motor	1992	1	1992	1594
5	Elektro motor feeder short	1992	1	1992	1594

Sumber : Data di olah oleh peneliti (2026)

Berdasarkan hasil perhitungan MTBF, komponen rotor bar dan square bar memiliki nilai MTBF terendah sebesar 664

jam, sehingga menjadi komponen yang paling sering mengalami kerusakan dan memerlukan perhatian utama dalam perawatan. Dengan menggunakan interval *preventive maintenance* sebesar 80% dari MTBF, diperoleh jadwal perawatan setiap 531 jam untuk kedua komponen tersebut. Sementara itu, van belt memiliki interval perawatan 797 jam, serta motor dan elektro motor feeder short sebesar 1594 jam. Hal ini menunjukkan bahwa penjadwalan perawatan difokuskan pada komponen dengan tingkat kerusakan tertinggi untuk mencegah downtime dan meningkatkan keandalan mesin Ripple Mill.

Pembahasan

Hasil analisis yang telah dilakukan, nilai *Risk Priority Number* (RPN) menunjukkan bahwa keausan rotor bar dan square bar merupakan jenis kerusakan paling kritis dengan nilai RPN tertinggi sebesar 336 dan kontribusi risiko masing-masing sebesar 42,42%. Secara kumulatif, kedua komponen ini menyumbang 84,85% dari total risiko kerusakan, sehingga menjadi faktor dominan yang memengaruhi kinerja mesin Ripple Mill. Tingginya nilai RPN tersebut disebabkan oleh kombinasi frekuensi kerusakan yang cukup tinggi serta tingkat kesulitan deteksi yang relatif besar, yang umumnya dipengaruhi oleh faktor usia pemakaian dan ketidaktepatan penyetelan mesin. Dampaknya, terjadi penurunan kualitas pemecahan biji serta meningkatnya downtime akibat kebutuhan penggantian komponen. Sementara itu, kerusakan pada van belt, motor, dan elektro motor feeder short memiliki tingkat risiko yang lebih rendah, namun tetap perlu diperhatikan karena berpotensi menyebabkan penghentian operasi mesin secara total.

Untuk memperkuat analisis prioritas perbaikan, dilakukan perhitungan *Mean Time Between Failure* (MTBF) yang menunjukkan bahwa rotor bar dan square bar memiliki nilai MTBF terendah sebesar 664 jam, yang mengindikasikan frekuensi kerusakan yang lebih tinggi dibandingkan

komponen lainnya. Oleh karena itu, interval *preventive maintenance* ditetapkan sebesar 80% dari MTBF, sehingga diperoleh jadwal perawatan setiap 531 jam untuk kedua komponen tersebut. Pendekatan ini bertujuan untuk melakukan perawatan sebelum terjadinya kegagalan, sehingga dapat menekan downtime dan meningkatkan keandalan mesin secara keseluruhan.

Di sisi lain, hasil pengukuran *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) menunjukkan nilai rata-rata sebesar 90,32%, yang telah memenuhi standar efektivitas mesin internasional ($\geq 85\%$). Hal ini menunjukkan bahwa secara umum kinerja mesin Ripple Mill berada pada kategori efektif. Namun demikian, apabila ditinjau lebih lanjut, nilai *availability* sebesar 94,02% dan *quality* sebesar 96,99% masih berada di bawah standar ideal, yang mengindikasikan masih adanya downtime serta produk cacat yang terjadi selama proses produksi. Sebaliknya, nilai *performance* yang mencapai 99,08% menunjukkan bahwa mesin telah beroperasi mendekati kecepatan idealnya, sehingga permasalahan utama tidak terletak pada kecepatan operasional, melainkan pada keandalan komponen dan kualitas hasil produksi.

Berdasarkan integrasi hasil analisis FMEA dan OEE, penyusunan jadwal *preventive maintenance* difokuskan pada komponen dengan risiko tertinggi dan kontribusi terbesar terhadap penurunan kinerja mesin. Rotor bar dan square bar menjadi prioritas utama dengan tindakan perawatan berupa pembersihan, pengecekan tingkat keausan, dan penyetelan ulang secara berkala. Van belt memerlukan pemeriksaan ketegangan dan kondisi fisik untuk mencegah kerusakan mendadak, sedangkan motor dan elektro motor feeder short memerlukan perawatan berupa pembersihan dan pengendalian suhu untuk mencegah overheat. Dengan demikian, penerapan jadwal *preventive maintenance* berbasis RPN dan MTBF diharapkan mampu mengurangi downtime,

meningkatkan kualitas hasil produksi, serta menjaga efektivitas mesin Ripple Mill secara berkelanjutan.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis, kerusakan utama mesin Ripple Mill berasal dari keausan rotor bar dan square bar dengan nilai RPN tertinggi sebesar 336 dan kontribusi risiko kumulatif 84,85%, sehingga menjadi prioritas utama perbaikan karena berdampak pada peningkatan downtime dan penurunan kualitas hasil produksi. Nilai OEE sebesar 90,32% menunjukkan bahwa efektivitas mesin telah memenuhi standar internasional, namun komponen *availability* dan *quality* masih belum optimal sehingga masih terdapat peluang peningkatan kinerja mesin. Berdasarkan nilai MTBF, interval *preventive maintenance* direkomendasikan setiap 531 jam untuk rotor bar dan square bar, 797 jam untuk van belt, serta 1594 jam untuk motor dan elektro motor feeder short guna meningkatkan keandalan mesin.

Perusahaan disarankan mengintegrasikan metode FMEA dan OEE dalam sistem pemeliharaan untuk menentukan prioritas perbaikan secara berbasis data, serta melakukan evaluasi berkala terhadap nilai RPN dan OEE agar jadwal *preventive maintenance* tetap relevan dan mampu meningkatkan efektivitas mesin secara berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, M. (2021). *Upaya Meminimumkan Biaya Pemeliharaan Mesin dengan Metode Preventive dan Breakdown Maintenance pada Workshop Arita Steel Medan*. 7(2), 94–97.
- Arohman, A. W., Agus, M., & Agustin, D. (2024). *Analisis Preventive Maintenance pada Mesin Injection Molding dengan Metode Mean Time Between Failure dan Mean Time to Repair di PT . XZY*. IX(1), 7623–7630.
- Haq, I. S., Darma, A. Y., & Batubara, R. A. (2021). Penggunaan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dalam Identifikasi Kegagalan Mesin untuk Dasar Penentuan Tindakan Perawatan di Pabrik Kelapa Sawit Libo. *Jurnal Vokasi Teknologi Industri (Jvti)*, 3(1). <https://doi.org/10.36870/jvti.v3i1.2019>
- Hasan Indra, Denur, H. L. (2019). *PENERAPAN RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM) PADA MESIN RIPPLE MILL*. 6(1), 43–48.
- Hutasoit, I. F., Djanggu, N. H., Putri, F. C., Industri, J. T., & Tanjungpura, U. (2025). *Penjadwalan Preventive Maintenance Mesin Pada Departemen Pencacahan Karet Di Pt . Xyz*. 9(2), 320–330.
- Kongidah, L., Al-qarni, R. Q., Edwin, N., Aprianto, K., Studi, P., & Syariah, E. (2024). *TRANSFORMASI KEBIJAKAN INDUSTRI NASIONAL MENUJU ERA GLOBALISASI DIGITAL*. 11(4).
- Manalu, D. N., Siregar, J. J., Antoni, J., Tampubolon, J., Industri, T., Indonesia, U. P., No, J. S., Bar, S. P., Medan, K., Medan, K., & Utara, S. (2025). *Evaluasi Perbaikan Ripple Mill terhadap Efisiensi dengan Metode FMEA di PTPN IV Adolina*. 3(Ptpn Iv).
- Palhares, K., Sathler, B., Salonitis, K., & Kolios, A. (2023). *Overall equipment effectiveness as a metric for assessing operational losses in wind farms : a critical review of literature*. 6451. <https://doi.org/10.1080/14786451.2023.2189490>
- Rakhmadina, C. A., Triardianto, D., & Ibad, R. I. N. (2024). Penerapan Metode FMEA dan 5W1H dalam Analisis Kerusakan dan Perencanaan Kegiatan Perawatan pada Mesin Petik Teh Tipe Double di PT XYZ: Application of FMEA and 5W1H Methods in Failure Analysis and Maintenance Activity Planning for Double Tea Plucking Machi. *NaCIA*

- (National Conference on Innovative Agriculture), November, 202–214.
<https://doi.org/10.25047/nacia.v2i1.242>
- Saputra, A., Siti Rahayu, & Hasyrani Windyatri. (2025). Analisis Peningkatan Overall Equipment Effectiveness (OEE) Mesin Surface Mount Technology (SMT) Melalui Failure Mode And Effect Analysis (FMEA). *Jurnal Teknologi Dan Manajemen Industri Terapan*, 4(3), 537–547.
<https://doi.org/10.55826/jtmit.v4i3.788>
- Sipayung, E., & Puspawan, A. (2025). *EVALUASI EFISIENSI DAN KINERJA MESIN RIPPLE MILL KAPASITAS 8 TON / JAM DALAM PENGOLAHAN KELAPA SAWIT* Evaluation of Efficiency and Performance of Ripple mill Machine with 8 Ton / Hour Capacity In Palm Oil Processing. 9(2), 87–93.
- Sukania, I. W. S., & Wijaya, C. W. (2023). Analisis Sistem Perawatan Mesin Produksi Menggunakan Metode FMEA di PT. X. *Jurnal Energi Dan Manufaktur*, 15(2), 103.
<https://doi.org/10.24843/jem.2022.v15.i02.p06>
- Tsiwiyati, D. N. (2024). *Transformasi Industri Kelapa Sawit: Hilirisasi Berkelanjutan Menghadapi Daya Saing Global dan Ekonomi Hijau*. 6(2), 27–45.
<https://doi.org/10.36841/growth-journal.v21i2.3971>