

Analisis Keandalan Mesin Digester Menggunakan Metode *Failure Mode And Effect Analysis* Di Pabrik CPO PT Mas

Hegel Tottamor^{1*}, Harwadi¹, Indra Feriadi¹

¹ Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Sungailiat

*E-mail : hegelterzeter@gmail.com

Received 23 Desember 2025; Received in revised form 6 Januari 2026; Accepted 6 Januari 2026

Abstract

The digester machine is a critical unit in the palm oil processing industry, functioning to soften and mash palm fruit to enable optimal oil extraction. The reliability of this machine plays an important role in ensuring the continuity and efficiency of crude palm oil (CPO) production. This study aims to analyze the reliability of the digester machine at the CPO plant of PT MAS using the Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) method. Research data were obtained through direct field observation, interviews with operators and maintenance technicians, and analysis of historical machine failure data from January to December 2024. Each failure mode was evaluated based on severity, occurrence, and detection parameters to determine the Risk Priority Number (RPN), which was used to establish maintenance priorities. The results indicate that the Expeller Arm and Short Arm components have the highest RPN values, identifying them as the most critical components with the highest risk of failure. Based on these findings, maintenance recommendations and corrective actions focused on critical components are proposed to improve the reliability of the digester machine, reduce downtime, and support efficient and continuous CPO production at PT MAS.

Keywords: Digester Machine; FMEA; RPN; Palm Oil.

Abstrak

Mesin digester merupakan salah satu peralatan utama dalam proses pengolahan kelapa sawit yang berfungsi untuk melumatkan buah, sehingga minyak dapat diekstraksi secara optimal. Tingkat keandalan mesin ini sangat berpengaruh terhadap kelancaran proses produksi CPO. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis keandalan mesin digester di pabrik CPO PT MAS dengan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Data penelitian diperoleh melalui observasi lapangan, wawancara dengan operator dan teknisi, serta analisis data historis kerusakan mesin selama periode Januari-Desember 2024. Setiap mode kegagalan dianalisis berdasarkan parameter *severity*, *occurrence*, dan *detection* untuk memperoleh nilai *Risk Priority Number* (RPN) sebagai dasar penentuan prioritas perbaikan. Hasil analisis menunjukkan bahwa komponen *Expeller Arm* dan *Short Arm* memiliki nilai RPN tertinggi, sehingga dikategorikan sebagai komponen dengan tingkat risiko kegagalan paling dominan. Berdasarkan hasil tersebut, disusun rekomendasi pemeliharaan dan tindakan perbaikan yang berfokus pada komponen kritis guna meningkatkan keandalan mesin digester, menurunkan tingkat downtime, serta mendukung efisiensi proses produksi CPO di PT MAS.

Kata kunci: Mesin Digester; FMEA; RPN; Kelapa Sawit.

1. PENDAHULUAN

Industri kelapa sawit merupakan salah satu sektor strategis dalam struktur perekonomian Indonesia. Dikarenakan pabrik kelapa sawit (CPO) berperan penting sebagai pusat pengolahan utama untuk menghasilkan minyak kelapa sawit mentah.[1] Dalam proses pengolahan tersebut mesin digester memiliki peranan penting dalam melumatkan buah kelapa sawit sehingga serat dan inti buah

dapat dipisahkan secara efektif. Tingkat keandalan mesin digester memiliki pengaruh langsung terhadap stabilitas proses produksi, sehingga kegagalan pada mesin ini berpotensi menimbulkan kerugian operasional yang signifikan.[2]

Meskipun demikian, mesin digester kerap mengalami berbagai permasalahan teknis yang dapat memicu terjadinya kegagalan operasi. Faktor penyebabnya dapat berasal dari perawatan yang tidak

memadai, kualitas material komponen kurang layak, maupun kondisi pengoperasian yang tidak sesuai dengan standar teknis.[3] Oleh karena itu diperlukan suatu analisis kinerja yang mendalam, guna mengidentifikasi sumber potensi kegagalan dan merumuskan tindakan pencegahan yang tepat. Salah satu metode yang dianggap efektif dalam melakukan analisis tersebut adalah *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA).[4] Metode ini memungkinkan identifikasi sistematis terhadap berbagai mode kegagalan, penilaian tingkat risikonya, serta penetapan prioritas perbaikan berdasarkan dampak yang ditimbulkannya.[5]

Hasil penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penerapan FMEA pada mesin-mesin di pabrik kelapa sawit mampu mengidentifikasi komponen kritis yang berpotensi menyebabkan kegagalan sistem secara keseluruhan.[6] Selain itu, metode ini juga memberikan dasar yang kuat dalam penyusunan strategi pemeliharaan yang lebih efektif, sehingga dapat meningkatkan kinerja dan umur operasi mesin.[7]

Berdasarkan urgensi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi tingkat keandalan mesin digester pada pabrik CPO dengan menerapkan metode FMEA. Penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi dalam meningkatkan efisiensi proses produksi serta mendukung peningkatan produktivitas pabrik secara keseluruhan.[8] Penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi acuan dalam upaya optimalisasi keandalan mesin digester, sehingga berpengaruh positif terhadap kinerja industri kelapa sawit di Indonesia.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di PT. MAS dengan menerapkan metode observasi untuk pengumpulan data. Kemudian data yang telah diperoleh adalah data operasional, data kerusakan komponen, data uptime dan downtime mesin serta data maintenance. Proses pengumpulan data dilakukan dengan cara melakukan pengisian kuesioner dan

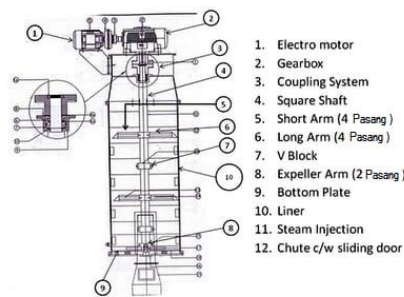
wawancara secara langsung pada pihak perusahaan.

Langkah-langkah melakukan proses analisis keandalan komponen mesin digester adalah mengidentifikasi jenis dan frekuensi kegagalan komponen mesin berdasarkan data rekam jejak kerusakan.[9] Data yang telah dikumpulkan selama proses observasi, wawancara, serta pengisian kuesioner kemudian akan dikelola menggunakan pendekatan kuantitatif dengan menerapkan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) sebagai metode analisis utama.[10]

Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) bertujuan untuk mengenali kemungkinan mode kegagalan pada setiap komponen mesin, mengevaluasi penyebab kegagalan terhadap kinerja sistem mesin, serta tindakan perawatan dan perbaikan mesin digester berdasarkan nilai *risk priority number* (RPN). Nilai RPN yang telah diperoleh kemudian dihitung menggunakan tiga parameter utama yaitu *severity* yang menunjukkan tingkat dari dampak kegagalan, *occurrence* yang memperlihatkan seberapa sering terjadinya kegagalan, dan *detection* yang menunjukkan tingkat kemudahan dan kesulitan dalam mendeteksi kegagalan. Kemudian hasil perhitungan RPN digunakan untuk menentukan prioritas penanganan mode kegagalan berdasarkan tingkat risiko yang berdampak signifikan terhadap performa mesin sehingga nilai RPN tertinggi menjadi fokus untuk melakukan perawatan pada komponen yang mengalami tingkat kegagalan yang paling tinggi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Mesin digester memiliki peran yang sangat penting dalam proses produksi CPO yaitu sebagai alat yang digunakan untuk melumatkan dan melunakkan brondolan kelapa sawit sekaligus sebagai transmisi untuk memindahkan brondolan yang telah di lumat menuju mesin *screw press*. Mesin digester berfungsi sebagai unit pengolahan awal sebelum masuk tahap pemerasan minyak. Pada proses ini digester bekerja menghancurkan daging buah kelapa sawit yang memudahkan saat ekstraksi minyak.



Gambar 1. Komponen Yang Ada Pada Mesin Digester

3.1 Data Waktu Up Time Down Time

Proses pengambilan data dilakukan dengan cara melakukan metode wawancara, pengisian kuesioner dan peninjauan secara menyeluruh terhadap jam jalan dan jam stop pada mesin digester. Pengumpulan data dilakukan mulai dari tanggal 21 Mei hingga 23

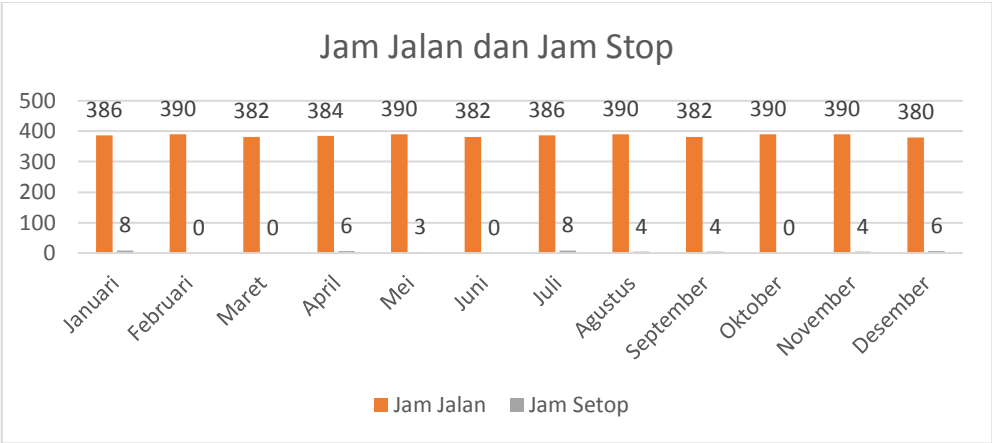
Mei 2025 pada mesin produksi yaitu mesin digester di PT. MAS. Kemudian data yang telah dikumpulkan dan telah diringkas dibuat grafik agar dapat melihat tren jam jalan dan jam berhentinya mesin digester dari beberapa bulan kedepan. Dapat dilihat pada tabel 1., grafik jam jalan dan jam stop tahun 2024.

Tabel 1. Jam Uptime dan Jam Downtime pada Tahun 2024

Bulan	Jam Jalan	Jam Stop	Jumlah Kerusakan	Jumlah Maintenance
Januari	386	8	2	8
Februari	390	0	0	0
Maret	382	0	0	0
April	384	6	1	6
Mei	390	3	1	3
Juni	382	0	0	0
Juli	386	8	2	8
Agustus	390	4	1	4
September	382	4	1	4
Oktober	390	0	0	0
November	390	4	1	4
Desember	380	6	1	6
Total	4632	43	10	43

Data yang telah diperoleh kemudian dibuat grafik agar mempermudah analisis data. Melalui grafik tersebut menampilkan total uptime serta downtime setiap bulannya. Selanjutnya dapat dilihat secara jelas

kegagalan selama satu tahun, sekaligus dapat mengidentifikasi bulan mana saja yang memiliki tingkat gangguan paling tinggi. Grafik yang dibuat berdasarkan data yang telah dikumpulkan dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Grafik Tren Uptime dan Downtime Tahun 2024

Berdasarkan grafik yang ditampilkan dapat dibuat sebuah kesimpulan bahwa di beberapa bulan mengalami peningkatan downtime yang cukup signifikan. Khususnya pada bulan Januari, April, Juli dan Desember mengalami peningkatan downtime yang relatif tinggi yaitu berkisar 6 hingga 8 jam. Pola peningkatan ini menunjukkan adanya periode tertentu di mana terdapat gangguan operasional yang lebih intens dibandingkan bulan-bulan lainnya.

3.2 Langkah Pelaksanaan FMEA

Langkah awal dalam penyusunan FMEA adalah mengumpulkan data terdahulu mesin digester guna memahami fungsi masing-masing setiap komponen, penyebab yang berpotensi mengalami kegagalan, mode kegagalan yang mungkin terjadi, kegagalan fungsional, serta dampaknya terhadap sistem kerja mesin secara keseluruhan. Data tersebut diperoleh melalui metode observasi langsung dan wawancara dengan pihak terkait sebagai narasumber.

KOMPONEN	FUNGSI	FAILURE MODE	EFEK	PENYEBAB
Expeller Arm	Melempar dan mendorong berondolan kelapa sawit yang sudah lunak menuju mesin screw press	Keausan	Tidak bisa mendorong berondolan kelapa sawit yang sudah dilumatkan menuju mesin screw press dengan optimal	Gesekan dan tekanan operasional yang tinggi
Short Arm	Melumatkan dan melunakkan buah kelapa sawit	Keausan dan patah	Tidak bisa mencacah dan melumat buah kelapa sawit secara optimal	Kelelahan material (Material Fatigue), beban operasional yang berlebih dan korosi
Long Arm	Fungsinya sama dengan Short Arm	Keausan dan patah	Tidak bisa mencacah dan melumat buah kelapa sawit secara optimal	Getaran mesin berlebih, kelelahan material (Material Fatigue) dan korosi
Liner	Sebagai wadah buah kelapa sawit saat proses pengadukan	Keausan	Overheating, struktur tangki cepat aus	Tekanan operasional yang tinggi, perawatan yang kurang rutin
Bottom Plate	Sebagai dasar tumpuan dan pelindung bagi perforated bottom plate yang memiliki lubang-lubang untuk jalur keluarnya minyak kelapa sawit yang sudah dipisahkan dari buahnya	Keausan	Kebocoran material, downtime produksi	Gesekan dan perawatan yang kurang rutin

Gambar 3. Tabel Analisis Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

3.3 Analisis RPN (Risk Priority Number)

Untuk mengidentifikasi komponen mesin yang berpotensi mengalami resiko kegagalan saat digunakan saat proses produksi pengolahan buah kelapa sawit.

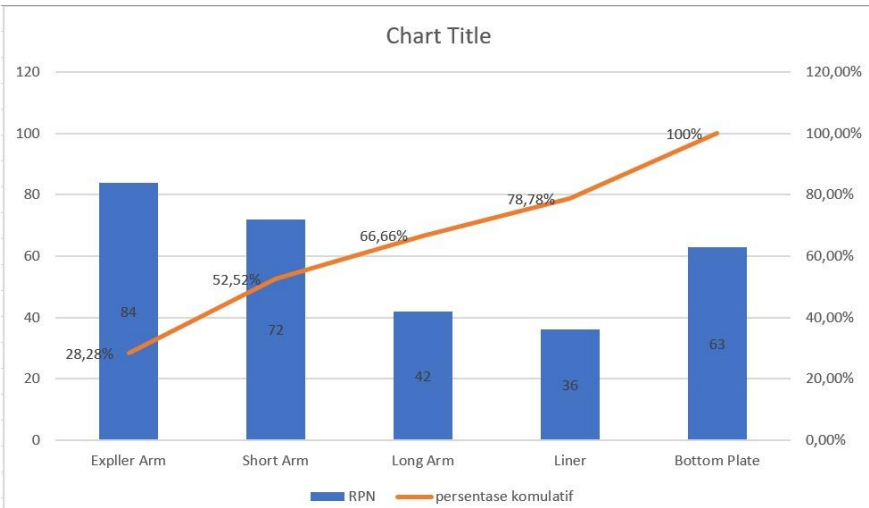
Kemudian digunakan metode perhitungan *Risk Priority Number* (RPN). Nilai RPN yang telah diperoleh kemudian dihitung menggunakan tiga parameter utama yaitu *severity*, *occurrence*, dan *detection*. Perolehan

data nilai *severity* dan nilai *detection* ditentukan dengan cara melalui metode wawancara dengan pihak perusahaan dan observasi langsung pada kondisi mesin yang ada di lapangan. Sementara itu nilai *occurence* ditentukan berdasarkan perbandingan antara total durasi

pengoperasian mesin serta jumlah kegagalan komponen saat pengoperasian mesin di lapangan. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai RPN pada masing-masing komponen mesin memiliki nilai RPN yang berbeda-beda, dengan rentang nilai antara 36 hingga 84.

Tabel 2. Analisis Perhitungan RPN (Risk Priority Number)

Komponen	Severity	Occurence	Detection	RPN	Persentase	Persentase Kumulatif
Expeller Arm	7	3	4	84	28,28	28,28
Short Arm	8	3	3	72	24,24	52,52
Long Arm	7	2	3	42	14,14	66,66
Linear	6	2	3	36	12,12	78,78
Bottom Plate	7	3	3	63	21,21	100
Total				297	100	



Gambar4. Grafik Batangan Persentase Kumulatif RPN

Dapat diberi kesimpulan bahwa komponen mesin digester yang memiliki risiko kegagalan tertinggi adalah *Short Arm* dengan nilai RPN sebesar 72 dan *Expeller Arm* dengan nilai RPN sebesar 84. Oleh sebab itu upaya perbaikan difokuskan pada elemen mesin yang memiliki tingkat resiko kegagalan paling besar. Berdasarkan hasil perhitungan RPN pada mesin digester komponen yang paling sering mengalami kegagalan adalah *Short Arm* yang memiliki fungsi melumatkan brondolan kelapa sawit dengan nilai RPN 72. Sedangkan *Expeller Arm* yang berperan mendorong berondolan yang telah dilunakan menuju mesin *Screw Press* dengan nilai RPN 84. Salah satu masalah yang sering muncul

pada kedua komponen tersebut adalah aus dan patah. Kondisi ini dapat menyebabkan penurunan kinerja mesin dan berdampak pada berkurangnya kapasitas produksi.

Tindakan perbaikan difokuskan berdasarkan hasil observasi langsung di lapangan untuk mengetahui akar penyebab kegagalan pada mesin digester dengan mengambil tiga kategori sebagai landasan utama yaitu manusia, mesin dan metode. Kegagalan yang disebabkan oleh manusia terjadi akibat menurunnya konsistensi kinerja operator sehingga pengawasan operasional mesin kurang optimal. Upaya perawatan dilakukan dengan meningkatkan monitoring operator serta memastikan parameter mesin

dalam kondisi normal, yaitu arus listrik yang digunakan 40-50 ampere dan tekanan hidrolik 30-50 bar dengan seluruh kondisi komponen dalam keadaan baik.

Mode kegagalan Mesin disebabkan oleh penggunaan komponen yang tidak sesuai standar, serta keausan akibat masa pemakaian yang terlalu lama dan benturan berkelanjutan dengan buah sawit. Langkah pencegahan dilakukan dengan memastikan ukuran komponen sesuai dengan spesifikasi pada buku panduan mesin digester melalui pengukuran sebelum melakukan pemasangan.

Kemudian mode kegagalan metode yang disebabkan oleh proses instalasi atau pemasangan komponen mesin yang tidak sesuai dengan prosedur standar. Oleh sebab diperlukan upaya perbaikan berupa pemberian pelatihan kepada karyawan secara bertahap terkait cara instalasi komponen mesin digester yang benar sesuai dengan standar prosedur perusahaan.

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), dapat disimpulkan bahwa mesin digester memiliki sejumlah komponen kritis yang berperan signifikan terhadap potensi gangguan operasional. Komponen *Expeller Arm* dan *Short Arm* teridentifikasi sebagai komponen dengan frekuensi kegagalan tertinggi, setelah itu disusul oleh *Bottom Plate*, *Long Arm*, dan *Liner*. Mode kegagalan utama yang teridentifikasi meliputi keausan material, penurunan kinerja akibat gesekan, tingginya tekanan operasional, serta kelelahan material. Faktor penyebab kegagalan didominasi oleh 3 aspek yaitu manusia, mesin, dan metode kerja, yang masing-masing berkaitan dengan pengawasan operasional, kesesuaian spesifikasi komponen, serta penerapan prosedur pemasangan komponen mesin.

Hasil perhitungan *Risk Priority Number* (RPN) menunjukkan bahwa tingkat risiko kegagalan komponen berada pada nilai 36-84. Komponen *Expeller Arm* memiliki nilai RPN tertinggi, diikuti oleh *Short Arm*. Sehingga keduanya ditetapkan sebagai prioritas utama dalam strategi mitigasi risiko. Temuan ini mengindikasikan bahwa komponen yang bekerja pada kondisi tekanan operasional yang tinggi dan sering mengalami gesekan memiliki tingkat risiko kegagalan yang lebih tinggi. Oleh karena itu, peningkatan

efektivitas pemeliharaan, pengendalian operasional, serta penerapan standar teknis yang konsisten menjadi langkah penting untuk meningkatkan keandalan mesin digester secara keseluruhan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] O. Hikmawan *et al.*, "10 TON TBS / JAM Di Unit Sterilizer Pabrik Kelapa Sawit Determination Of Performance Of Palm Oil Factory Digester," pp. 43–50.
- [2] B. Prakoso, F. Luthfiani, L. Adria, and S. Zein, "H 2301-9069," vol. 22, no. 1, pp. 34–44, 2025.
- [3] M. Nurul Ihsan, D. Wicaksono, and S. Sehon, "Uji Keausan Kampas Rem Berbahan Limbah Organik Menggunakan Metode Ogoshi," *Tek. STTKD J. Tek. Elektron. Engine*, vol. 8, no. 1, pp. 92–96, 2022, doi: 10.56521/teknika.v8i1.559.
- [4] R. Y. Prasetya, S. Suhermanto, and M. Muryanto, "Implementasi FMEA dalam Menganalisis Risiko Kegagalan Proses Produksi Berdasarkan RPN," vol. 20, no. 2, pp. 133–138, 2021.
- [5] H. N. Siregar and S. Munthe, "Analisa Perawatan Mesin Digester dengan Metode Reliability Centered Maintenance pada PTPN II Pagar Merbau," vol. 3, no. November, pp. 87–94, 2019.
- [6] M. Fmea and D. I. Pt, "ISSN 2548-6646 Online Analisa Risk Priority Number (Rpn) Terhadap Keandalan Komponen Mesin Thresher Dengan Menggunakan," vol. 9, no. 2, pp. 74–81, 2021.
- [7] "1 , 2 1,2," vol. 2, no. 12, pp. 4687–4696, 2023.
- [8] A. Khaleil, I. Pamungkas, and H. Tri, "Identification of Damage in Press Stations Using the Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Method at PT . Beurata Subur Persada," vol. 9, no. 1, pp. 204–211, 2024, doi: 10.31572/inotera.Vol9.Iss1.2024.ID329.
- [9] O. E. E. P. T. Xyz, "Dengan Metode Overall Equipment Effectiveness," vol. 9, no. 2, pp. 82–90, 2021.
- [10] Z. Aini *et al.*, "Steam requirements and mass balance in digesters and screw presses at palm oil mill," vol. 9, no. 2, pp. 109–120, 2024, doi: 10.22219/jemmme.v9i2.37043.