

ANALISIS RISIKO KEGAGALAN KOMPONEN MESIN SCREW PRESS MENGGUNAKAN METODE FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS SEBAGAI DASAR PENYUSUNAN PREVENTIVE MAINTENANCE PADA INDUSTRI KELAPA SAWIT

Maldy Allfanri Sinambela¹, Rio Julianta Ginting², Anita
Christine Sembiring³

¹Program Studi Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi,
Universitas Prima Indonesia, Kota Medan

²PUI : Transportasi dan Logistik Perkotaan

*Email: maldialfandri@gmail.com¹, riojtg@gmail.com², anitachristinesembiring@unprimdn.ac.id³

Abstrak

Mesin screw press merupakan salah satu peralatan utama dalam proses pengolahan tandan buah segar (TBS) menjadi Crude Palm Oil (CPO). Kerusakan pada komponen mesin screw press dapat menyebabkan peningkatan downtime, penurunan efisiensi produksi, serta bertambahnya biaya pemeliharaan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis risiko kegagalan komponen mesin screw press serta menentukan prioritas pemeliharaan berdasarkan metode Failure Mode and Effects Analysis (FMEA). Penelitian menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif melalui observasi lapangan, wawancara dengan teknisi dan operator, serta analisis data historis kerusakan mesin. Penilaian risiko dilakukan menggunakan parameter Severity (S), Occurrence (O), dan Detection (D) untuk memperoleh nilai Risk Priority Number (RPN) pada setiap mode kegagalan. Nilai RPN tertinggi diperoleh pada komponen worm screw sebesar 192, diikuti main shaft sebesar 189 dan press cage sebesar 147 sehingga ketiga komponen tersebut menjadi prioritas utama dalam program pemeliharaan. Ketiga komponen tersebut menjadi prioritas utama dalam penyusunan strategi preventive maintenance melalui inspeksi berkala, pengendalian tekanan operasi, pemantauan kondisi komponen, serta penggantian komponen sebelum mencapai batas umur pakainya. Penelitian ini tidak hanya menghasilkan prioritas risiko berdasarkan nilai Risk Priority Number (RPN), tetapi juga menyusun rekomendasi strategi preventive maintenance berbasis risiko yang dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan pemeliharaan pada mesin screw press di industri kelapa sawit.

Kata kunci: Failure Mode and Effects Analysis (FMEA), preventive maintenance, risiko kegagalan, Risk Priority Number (RPN), screw press.

PENDAHULUAN

Industri kelapa sawit merupakan salah satu sektor strategis yang memberikan kontribusi signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi Indonesia melalui peningkatan devisa negara, penyediaan lapangan kerja, serta pemenuhan kebutuhan bahan baku industri pangan, kosmetik, farmasi, oleokimia, dan energi terbarukan. Seiring meningkatnya permintaan pasar global terhadap produk berbasis minyak sawit, perusahaan dituntut untuk meningkatkan produktivitas, menjaga kualitas produk, serta meningkatkan efisiensi proses produksi. Oleh karena itu, keberlangsungan operasi setiap stasiun pengolahan menjadi faktor yang sangat menentukan daya saing perusahaan.

Dalam proses pengolahan tandan buah segar (TBS) menjadi *Crude Palm Oil* (CPO), stasiun pengepresan (*press station*) memiliki peranan penting karena berfungsi mengekstraksi minyak dari daging buah sawit melalui mesin *screw press*. Efektivitas proses pengepresan sangat memengaruhi rendemen minyak, kualitas CPO, serta besarnya kehilangan minyak (*oil losses*) yang masih terbawa dalam ampas pengepresan (*press cake*). Tingginya *oil losses* menunjukkan bahwa proses ekstraksi minyak belum berlangsung secara optimal sehingga berdampak terhadap menurunnya efisiensi produksi dan kerugian ekonomi perusahaan (Atta et al., 2021; Hikmawan et al., 2020; Panjaitan, 2022).

Mesin *screw press* bekerja secara kontinu pada tekanan mekanis yang tinggi sehingga berbagai komponen seperti *worm screw*, *main shaft*, *press cage*, *bearing*, dan *oil seal* mengalami beban kerja yang besar selama proses pengepresan. Tekanan pengepresan yang tidak sesuai dapat meningkatkan kehilangan minyak maupun mempercepat kerusakan komponen mesin. Oleh karena itu, pengaturan tekanan operasi dan kondisi komponen mesin menjadi faktor penting dalam menjaga efisiensi ekstraksi minyak dan keandalan proses produksi (Tarigan et al., 2020; Sitindaon et al., 2020).

Berdasarkan data historis perusahaan yang menjadi objek penelitian, kerusakan yang sering terjadi meliputi keausan atau patahnya *worm screw*, kerusakan *press cage*, patahnya *main shaft*, pecahnya *bearing*, dan kerusakan *oil seal*. Kerusakan tersebut menyebabkan meningkatnya frekuensi *downtime*, menurunkan kapasitas produksi, meningkatkan biaya pemeliharaan, serta mengganggu pencapaian target produksi. Selain itu, kerusakan komponen juga berpotensi meningkatkan kehilangan minyak sehingga kualitas dan kuantitas produksi CPO menjadi kurang optimal (Susriyati, 2021).

Pemeliharaan (*maintenance*) merupakan salah satu fungsi strategis dalam menjaga keandalan (*reliability*) dan ketersediaan (*availability*) mesin produksi. Menurut Mobley (2002), sistem pemeliharaan yang efektif tidak hanya bertujuan memperbaiki kerusakan, tetapi juga mengidentifikasi potensi kegagalan sebelum terjadi kerusakan yang lebih besar. Pendekatan tersebut berkembang menjadi *preventive maintenance*, *predictive maintenance*, hingga *Reliability-Centered Maintenance* (RCM) yang menekankan pentingnya pemeliharaan berbasis keandalan komponen (Smith & Glenn, 2004; Sinaga & Sembiring, 2025).

Dalam implementasinya, perusahaan umumnya menerapkan dua strategi pemeliharaan, yaitu *preventive maintenance* dan *corrective maintenance*. Namun, penjadwalan pemeliharaan yang hanya didasarkan pada interval waktu belum tentu mampu mengurangi risiko kegagalan karena setiap komponen memiliki karakteristik kerusakan yang berbeda. Oleh sebab itu, diperlukan pendekatan berbasis risiko (*risk-based maintenance*) yang mampu menentukan prioritas tindakan pemeliharaan berdasarkan tingkat kekritisan setiap komponen sehingga penggunaan sumber daya pemeliharaan menjadi lebih efektif dan efisien.

Salah satu metode yang banyak digunakan dalam analisis risiko kegagalan adalah *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA). Metode ini digunakan untuk mengidentifikasi mode kegagalan, menentukan penyebab dan dampaknya, serta menetapkan prioritas tindakan berdasarkan nilai *Risk Priority Number* (RPN) yang diperoleh dari parameter *Severity*, *Occurrence*, dan *Detection*. Penerapan FMEA memungkinkan perusahaan memfokuskan kegiatan pemeliharaan pada komponen yang memiliki risiko kegagalan paling tinggi sehingga potensi *downtime* dapat diminimalkan dan keandalan mesin dapat ditingkatkan (Pardede, 2023).

Selain meningkatkan keandalan mesin, strategi pemeliharaan yang tepat juga mendukung peningkatan mutu produk. Gaspersz (2012) menyatakan bahwa peningkatan kualitas harus dilakukan secara berkesinambungan melalui pengendalian proses, pengurangan variasi, dan perbaikan sistem operasi. Oleh karena itu, pemeliharaan mesin yang efektif tidak hanya berpengaruh terhadap ketersediaan mesin, tetapi juga terhadap stabilitas mutu CPO yang dihasilkan.

Berdasarkan uraian tersebut, diperlukan penelitian yang mampu mengintegrasikan analisis risiko kegagalan menggunakan metode FMEA dengan penyusunan strategi *preventive maintenance* pada mesin *screw press*. Pendekatan ini diharapkan mampu mengurangi *downtime*, meningkatkan keandalan mesin, menekan kehilangan minyak, serta mendukung peningkatan produktivitas dan mutu CPO pada industri pengolahan kelapa sawit.

BAHAN DAN METODE

Lokasi dan Objek Penelitian. Penelitian dilaksanakan pada bulan Juli sampai Agustus 2025 di Perusahaan perkebunan, Kabupaten Serdang Bedagai, Sumatera Utara. Objek penelitian adalah mesin *screw press* yang digunakan dalam proses pengolahan tandan buah segar (TBS) menjadi Crude Palm Oil (CPO). Fokus penelitian meliputi penerapan *preventive maintenance*, *corrective maintenance*, serta identifikasi risiko kerusakan pada komponen utama mesin *screw press*.

Jenis dan Sumber Data. Penelitian menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif. Data yang digunakan terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi lapangan dan wawancara dengan operator serta teknisi *maintenance*. Data sekunder diperoleh dari catatan historis kerusakan mesin, jadwal pemeliharaan, dan dokumen pendukung perusahaan.

Metode Pengumpulan Data. Pengumpulan data dilakukan melalui beberapa tahap, yaitu:

1. Observasi langsung terhadap kondisi operasional mesin *screw press*.
2. Wawancara dengan operator dan teknisi *maintenance* mengenai aktivitas pemeliharaan dan kerusakan mesin.
3. Pengumpulan data historis kerusakan komponen serta jadwal pemeliharaan mesin.
4. Dokumentasi kegiatan *preventive maintenance* dan *corrective maintenance* yang dilakukan perusahaan.

Metode Analisis Data

Analisis data dilakukan menggunakan metode *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) untuk mengidentifikasi mode kegagalan pada setiap komponen mesin *screw press*, mengevaluasi dampak kegagalan, serta menentukan prioritas tindakan pemeliharaan.

Tahapan analisis meliputi:

Mengidentifikasi komponen yang mengalami kerusakan.

Mengidentifikasi *failure mode* pada setiap komponen.

Mengidentifikasi penyebab (*failure cause*) dan dampak (*failure effect*) dari setiap mode kegagalan.

Menentukan nilai:

- Severity (S)
Menunjukkan tingkat keparahan dampak yang ditimbulkan apabila terjadi kegagalan.
- Occurrence (O)
Menunjukkan tingkat kemungkinan atau frekuensi terjadinya kegagalan.
- Detection (D)
Menunjukkan kemampuan sistem dalam mendeteksi kegagalan sebelum menyebabkan kerusakan yang lebih besar.
- Menghitung nilai Risk Priority Number (RPN) menggunakan persamaan:
[RPN = S x O x D]

Semakin besar nilai RPN, semakin tinggi tingkat risiko suatu komponen sehingga menjadi prioritas utama dalam penyusunan strategi pemeliharaan.

Penilaian Severity, Occurrence, dan Detection

Penilaian nilai Severity, Occurrence, dan Detection dilakukan berdasarkan hasil observasi lapangan, wawancara dengan teknisi *maintenance*, serta data historis kerusakan perusahaan. Penentuan skor mengacu pada pedoman penilaian Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) yang dikembangkan oleh Stamatis (2003) dan AIAG-VDA FMEA Handbook (2019).

Nilai setiap parameter diberikan pada skala 1–10, dengan kriteria sebagai berikut:

- Severity (S)
Nilai 1 menunjukkan dampak kegagalan sangat kecil, sedangkan nilai 10 menunjukkan kegagalan menyebabkan penghentian total proses produksi.
- Occurrence (O)
Nilai 1 menunjukkan kemungkinan kegagalan sangat rendah, sedangkan nilai 10 menunjukkan kegagalan sangat sering terjadi.
- Detection (D)
Nilai 1 menunjukkan kegagalan sangat mudah dideteksi sebelum terjadi, sedangkan nilai 10 menunjukkan kegagalan sangat sulit dideteksi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi Kegiatan Pemeliharaan Mesin Screw Press

Berdasarkan hasil observasi lapangan dan wawancara dengan teknisi *maintenance*, sistem pemeliharaan mesin *screw press* di perusahaan terdiri atas preventive maintenance dan corrective maintenance. Preventive maintenance dilakukan secara terjadwal untuk mempertahankan kondisi mesin agar tetap beroperasi secara optimal, sedangkan corrective maintenance dilakukan setelah terjadi kerusakan yang menyebabkan penurunan performa atau penghentian operasi mesin.

Preventive maintenance yang diterapkan perusahaan meliputi pemeriksaan level minyak pelumas pada *gearbox*, pelumasan *chain sprocket*, pembersihan bagian luar dan bagian dalam mesin, pemeriksaan kebocoran pelumas, penyetelan *v-belt*, pembersihan elektromotor, inspeksi tingkat keausan *worm screw*, penggantian minyak hidrolik beserta filternya, serta kegiatan *overhaul* secara berkala. Aktivitas tersebut bertujuan mempertahankan keandalan mesin, memperpanjang umur pakai komponen, serta mengurangi kemungkinan terjadinya kerusakan mendadak yang dapat menyebabkan *downtime*. Rincian kegiatan *preventive maintenance* disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kegiatan Preventive Maintenance Mesin Screw Press

No.	Kegiatan Preventive Maintenance	Tujuan Pemeliharaan
1	Pemeriksaan minyak pelumas <i>gearbox</i> dan <i>chain sprocket</i>	Memastikan sistem pelumasan berfungsi dengan baik serta mengurangi keausan komponen transmisi.
2	Pembersihan bagian luar mesin	Menghilangkan kotoran dan residu agar kondisi mesin tetap bersih serta memudahkan proses inspeksi.
3	Pemeriksaan kebocoran pelumas	Mendeteksi kebocoran sejak dini untuk mencegah kerusakan komponen akibat kurangnya pelumasan.
4	Pembersihan bagian dalam mesin	Menghilangkan serat (<i>fiber</i>) dan kotoran yang dapat mengganggu proses pengepresan.

5	Penyetelan <i>V-belt</i>	Menjaga ketegangan <i>V-belt</i> agar sistem transmisi tenaga bekerja secara optimal.
6	Pembersihan elektromotor	Mencegah penumpukan debu yang dapat menyebabkan peningkatan suhu dan penurunan performa motor listrik.
7	Pemeriksaan keausan <i>worm screw</i>	Mengidentifikasi tingkat keausan komponen untuk mencegah kerusakan yang lebih serius.

Selain pemeliharaan terencana, perusahaan juga melaksanakan corrective maintenance terhadap komponen yang mengalami kerusakan selama proses produksi. Berdasarkan data historis kerusakan, komponen yang paling sering mengalami gangguan adalah worm screw, press cage, main shaft, bearing AS, dan oil seal. Kerusakan pada komponen-komponen tersebut menyebabkan terganggunya proses ekstraksi minyak sehingga memerlukan tindakan perbaikan maupun penggantian komponen. Data kegiatan corrective maintenance disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Corrective Maintenance Mesin Screw Press

No.	Komponen	Jenis Kerusakan	Dampak terhadap Mesin
1	Worm Screw	Aus dan Patah	Tekanan pengepresan menurun, <i>oil losses</i> meningkat, proses produksi terganggu
2	Press Cage	Koyak	Serat keluar bersama minyak sehingga mengganggu proses klarifikasi
3	Main Shaft	Patah	Mesin berhenti beroperasi (<i>downtime</i>) dan proses produksi terhenti
4	Bearing AS	Pecah	Timbul getaran tinggi dan berpotensi merusak poros
5	Oil Seal	Pecah	Terjadi kebocoran pelumas yang meningkatkan risiko kerusakan <i>gearbox</i>

Hasil observasi menunjukkan bahwa sebagian besar kegiatan pemeliharaan masih bersifat time-based maintenance, yaitu berdasarkan interval waktu tertentu. Pendekatan tersebut belum sepenuhnya mempertimbangkan tingkat risiko kegagalan setiap komponen sehingga diperlukan pendekatan pemeliharaan berbasis risiko (*risk-based maintenance*) untuk menentukan prioritas tindakan pemeliharaan.

Analisis Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)

Analisis FMEA dilakukan untuk mengidentifikasi mode kegagalan yang berpotensi terjadi pada setiap komponen mesin *screw press*, menentukan penyebab dan dampak kegagalan, serta mengevaluasi tingkat risiko berdasarkan parameter **Severity (S)**, **Occurrence (O)**, dan **Detection (D)**.

Hasil penilaian menunjukkan bahwa **main shaft** memiliki nilai **Severity** tertinggi sebesar **9** karena kerusakan pada komponen ini dapat menyebabkan penghentian operasi mesin secara total sehingga berdampak langsung terhadap proses produksi. Nilai **Occurrence** tertinggi diperoleh oleh **press cage**, yaitu sebesar **7**, yang menunjukkan bahwa komponen tersebut memiliki frekuensi kerusakan paling tinggi selama periode pengamatan. Sementara itu, nilai **Detection** tertinggi terdapat pada **main shaft** sebesar **7**, yang mengindikasikan bahwa kerusakan pada komponen tersebut relatif sulit dideteksi sebelum terjadi kegagalan.

Secara umum, hasil penilaian FMEA menunjukkan bahwa setiap komponen memiliki karakteristik risiko yang berbeda. Perbedaan tersebut dipengaruhi oleh tingkat keparahan dampak kerusakan, frekuensi kegagalan, serta kemampuan perusahaan dalam mendeteksi kerusakan sebelum terjadi kegagalan total. Nilai lengkap parameter Severity, Occurrence, dan Detection disajikan pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Penilaian Severity, Occurrence, dan Detection

No.	Komponen	Mode Kegagalan	Efek Kegagalan	S	O	D	RPN
1	Worm Screw	Aus / Patah	Tekanan kempa menurun, <i>oil losses</i> meningkat, proses produksi berhenti	8	6	4	192
2	Main Shaft (Poros Utama)	Patah akibat <i>over torque</i>	Mesin <i>screw press</i> berhenti total sehingga menyebabkan <i>downtime</i> yang tinggi	9	3	7	189
3	Press Cage	Koyak / Pecah	Serat keluar bersama minyak sehingga mengganggu proses klarifikasi	7	7	3	147
4	Bearing AS	Pecah / Macet	Getaran tinggi dan menyebabkan kerusakan pada poros sekunder	6	4	3	72
5	Oil Seal	Pecah / Getas	Kebocoran pelumas yang meningkatkan risiko kerusakan pada <i>gearbox</i>	4	5	2	40

Analisa Perhitungan Risk Priority Number (RPN)

Nilai Risk Priority Number (RPN) menggunakan persamaan:

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

Perhitungan RPN dilakukan untuk menentukan prioritas penanganan risiko pada setiap komponen mesin *screw press*. Semakin besar nilai RPN yang diperoleh suatu komponen, semakin tinggi prioritas tindakan pemeliharaan yang harus dilakukan. Hasil perhitungan RPN dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Risk Priority Number (RPN)

Ranking	Komponen	S	O	D	RPN	Kategori Risiko	Prioritas Tindakan
1	Worm Screw	8	6	4	192	Sangat Tinggi	Prioritas I (Inspeksi dan penggantian segera)
2	Main Shaft	9	3	7	189	Sangat Tinggi	Prioritas II (Monitoring kondisi dan inspeksi intensif)
3	Press Cage	7	7	3	147	Tinggi	Prioritas III (Inspeksi berkala dan penggantian sesuai kondisi)
4	Bearing AS	6	4	3	72	Sedang	Preventive maintenance rutin
5	Oil Seal	4	5	2	40	Rendah	Pemeriksaan berkala dan penggantian saat diperlukan

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 4, komponen worm screw memperoleh nilai RPN tertinggi sebesar 192, diikuti oleh main shaft sebesar 189, press cage sebesar 147, bearing AS sebesar 72, dan oil seal sebesar 40. Tingginya nilai RPN pada worm screw menunjukkan bahwa komponen tersebut merupakan komponen paling kritis karena mengalami kombinasi tingkat keparahan yang tinggi, frekuensi kerusakan yang cukup sering, serta tingkat deteksi yang relatif rendah. Kondisi tersebut disebabkan oleh tingginya beban tekan dan gesekan selama proses ekstraksi minyak sehingga worm screw lebih cepat mengalami keausan.

Sementara itu, main shaft memiliki nilai Severity paling tinggi meskipun frekuensi kerusakannya lebih rendah dibandingkan press cage. Hal ini menunjukkan bahwa apabila kerusakan terjadi pada main shaft, dampak yang ditimbulkan jauh lebih besar karena dapat menyebabkan penghentian operasi mesin secara total.

Pembahasan Hasil Analisis Risiko

Hasil analisis menggunakan metode *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) menunjukkan bahwa setiap komponen mesin *screw press* memiliki tingkat risiko kegagalan yang berbeda-beda. Perbedaan tersebut ditunjukkan oleh nilai Risk Priority Number (RPN) yang diperoleh dari kombinasi nilai Severity (S), Occurrence (O), dan Detection (D). Semakin tinggi nilai RPN, semakin besar prioritas tindakan pemeliharaan yang harus dilakukan karena komponen tersebut berpotensi memberikan dampak yang lebih signifikan terhadap keandalan mesin dan kelancaran proses produksi.

Berdasarkan hasil analisis, worm screw merupakan komponen yang memiliki nilai RPN tertinggi sebesar 192 sehingga dikategorikan sebagai komponen dengan tingkat risiko sangat tinggi. Tingginya nilai RPN menunjukkan bahwa *worm screw* merupakan komponen yang paling kritis karena bekerja secara terus-menerus menerima gaya tekan, gaya gesek, dan torsi selama proses ekstraksi minyak. Kondisi tersebut menyebabkan komponen lebih rentan mengalami keausan maupun patah, terutama apabila sistem pelumasan kurang optimal atau tekanan hidrolik melebihi kapasitas desain mesin. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Hikmawan et al. (2020) dan Tarigan et al. (2020) yang menyatakan bahwa tekanan kerja pada stasiun *screw press* sangat memengaruhi umur pakai komponen serta meningkatkan potensi kehilangan minyak (*oil losses*).

Komponen main shaft menempati urutan kedua dengan nilai RPN sebesar 189 dan termasuk dalam kategori risiko sangat tinggi. Walaupun frekuensi kerusakannya relatif rendah (Occurrence = 3), komponen ini memiliki nilai Severity tertinggi (9) karena kerusakannya dapat menyebabkan penghentian operasi mesin secara total. Selain itu, nilai Detection sebesar 7 menunjukkan bahwa kerusakan pada poros utama relatif sulit dideteksi sebelum terjadi kegagalan. Kondisi ini mengakibatkan waktu *downtime* menjadi lebih panjang serta meningkatkan biaya perbaikan akibat proses pembongkaran dan penggantian komponen. Oleh karena itu, perusahaan perlu menerapkan inspeksi kondisi poros secara berkala melalui pengukuran getaran (*vibration monitoring*), pemeriksaan keselarasan poros (*shaft alignment*), serta pengendalian tekanan hidrolik agar tidak terjadi *over torque*. Pendekatan tersebut sesuai dengan konsep *Reliability-Centered Maintenance* (RCM) yang menekankan pentingnya tindakan pemeliharaan berdasarkan tingkat kekritisannya komponen (Smith & Glenn, 2004; Sinaga & Sembiring, 2025).

Komponen press cage memperoleh nilai RPN sebesar 147 sehingga termasuk dalam kategori risiko tinggi. Nilai tersebut dipengaruhi oleh tingginya frekuensi kerusakan (Occurrence = 7) yang menunjukkan bahwa komponen ini paling sering mengalami gangguan selama periode pengamatan. Kerusakan yang terjadi umumnya berupa retak atau koyaknya *press cage* akibat tekanan kerja yang tinggi dan gesekan secara terus-menerus selama proses pengepresan. Kerusakan tersebut dapat menyebabkan serat keluar bersama minyak sehingga mengganggu proses klarifikasi dan meningkatkan *oil losses*. Temuan ini mendukung hasil penelitian Atta et al. (2021) dan Susriyati (2021) yang menyatakan bahwa kondisi komponen pada stasiun *press* memiliki pengaruh langsung terhadap efisiensi ekstraksi minyak dan kualitas CPO yang dihasilkan. Untuk mengurangi risiko tersebut, perusahaan perlu melakukan pemantauan tekanan operasi secara berkala, inspeksi kondisi *press cage*, serta penggantian komponen sebelum mencapai batas umur pakainya.

Sementara itu, bearing AS dan oil seal memiliki nilai RPN yang relatif lebih rendah, masing-masing sebesar 72 dan 40, sehingga termasuk dalam kategori risiko sedang dan risiko rendah. Walaupun demikian, kedua komponen tersebut tetap memerlukan perhatian karena kerusakan yang tidak segera ditangani dapat berkembang menjadi kerusakan pada komponen lain yang lebih kritis. Kerusakan *bearing* umumnya dipengaruhi oleh kurangnya pelumasan, ketidaksejajaran poros (*misalignment*), serta kontaminasi pelumas, sedangkan kerusakan *oil seal* menyebabkan kebocoran pelumas yang dapat mempercepat keausan *bearing* maupun *gearbox*. Oleh karena itu, tindakan pemeliharaan berupa pemeriksaan sistem pelumasan, pengecekan keselarasan poros, pemantauan suhu operasi, dan penggantian komponen sesuai umur pakai perlu dilakukan secara konsisten.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan metode FMEA mampu mengidentifikasi komponen-komponen kritis yang menjadi prioritas dalam penyusunan strategi *preventive maintenance*. Berbeda dengan sistem pemeliharaan yang hanya didasarkan pada jadwal berkala (*time-based maintenance*), pendekatan FMEA memungkinkan perusahaan memprioritaskan sumber daya pemeliharaan berdasarkan tingkat risiko kegagalan masing-masing komponen. Dengan demikian, perusahaan dapat mengurangi frekuensi kerusakan, menekan *downtime*, meningkatkan keandalan mesin (*machine reliability*), serta mengoptimalkan biaya pemeliharaan.

Berdasarkan hasil analisis tersebut, disusun usulan tindakan perbaikan (*recommended actions*) untuk setiap komponen sesuai tingkat risiko kegagalannya. Rekomendasi tersebut meliputi inspeksi berkala, pemantauan kondisi (*condition monitoring*), pengendalian parameter operasi, peningkatan sistem pelumasan, serta penggantian komponen sebelum mencapai batas umur pakainya. Rekomendasi tindakan perbaikan berdasarkan hasil analisis FMEA disajikan pada Tabel 5 dan diharapkan dapat menjadi dasar dalam penyusunan program *preventive maintenance* yang lebih efektif dan berorientasi pada keandalan mesin.

Tabel 5. Rekomendasi Perbaikan Berdasarkan Hasil Analisis FMEA

No.	Komponen	RPN	Prioritas Risiko	Penyebab Utama Kegagalan	Rekomendasi Perbaikan
1	Worm Screw	192	Sangat Tinggi	Keausan akibat gesekan yang terus-menerus, tekanan kerja tinggi, serta masuknya benda asing ke dalam sistem pengepresan.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menetapkan jadwal inspeksi ketebalan ulir setiap 300 jam operasi. 2. Melakukan reconditioning (<i>hard facing</i> atau pelapisan ulang) sebelum mencapai batas keausan kritis. 3. Memasang magnetic trap pada jalur <i>hopper</i> untuk mencegah masuknya benda asing ke dalam sistem. 4. Mengendalikan kapasitas umpan agar tidak melebihi kapasitas desain mesin.
2	Main Shaft	189	Sangat Tinggi	Terjadi over torque dan retak (<i>crack</i>) pada poros yang sulit dideteksi sebelum terjadi kegagalan.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Melakukan pemeriksaan Non-Destructive Test (NDT) secara berkala. 2. Mengontrol tekanan hidrolik sesuai standar operasi perusahaan. 3. Memasang sistem vibration monitoring untuk mendeteksi gejala kerusakan sejak dini. 4. Menghindari operasi overload serta memberikan pelatihan kepada operator mengenai batas kapasitas mesin.
3	Press Cage	147	Tinggi	Tekanan hidrolik yang berlebihan serta beban impact dari buah sawit menyebabkan retak atau pecah pada <i>press cage</i> .	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menyesuaikan tekanan hidrolik dengan kualitas dan tingkat kematangan buah. 2. Melakukan inspeksi visual setiap shutdown mingguan. 3. Menggunakan material <i>press cage</i> dengan ketahanan aus yang lebih tinggi. 4. Mengendalikan distribusi umpan agar tekanan tidak terpusat pada satu titik.
4	Bearing AS	72	Sedang	Pelumasan yang kurang optimal, kontaminasi pelumas, dan ketidaksejajaran poros (<i>misalignment</i>).	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menetapkan jadwal pelumasan sesuai rekomendasi pabrikan. 2. Melakukan pemeriksaan alignment poros secara berkala. 3. Memasang sensor pemantau suhu (<i>temperature monitoring</i>) pada <i>bearing</i>. 4. Menjaga kebersihan area <i>bearing</i> untuk mencegah masuknya kontaminan.
5	Oil Seal	40	Rendah	Suhu operasi yang tinggi menyebabkan penurunan elastisitas material sehingga terjadi kebocoran pelumas.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Melakukan inspeksi kondisi <i>oil seal</i> secara berkala. 2. Mengganti <i>oil seal</i> sesuai umur pakai yang direkomendasikan. 3. Memastikan keselarasan poros (<i>shaft alignment</i>) untuk mengurangi keausan. 4. Menggunakan material <i>oil seal</i> yang memiliki ketahanan panas lebih tinggi sesuai spesifikasi mesin.

Sumber: Hasil analisis FMEA, 2025.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai analisis risiko kegagalan pada mesin *screw press* menggunakan metode *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) di perusahaan perkebunan kelapa sawit, dapat disimpulkan bahwa:

1. Sistem pemeliharaan yang diterapkan perusahaan telah mencakup preventive maintenance dan corrective maintenance. Namun, pelaksanaannya masih didominasi oleh pemeliharaan berbasis jadwal (*time-based maintenance*) sehingga belum sepenuhnya mempertimbangkan tingkat risiko kegagalan setiap komponen. Kondisi tersebut menyebabkan beberapa komponen masih mengalami kerusakan berulang yang berdampak pada meningkatnya *downtime* dan terganggunya kelancaran proses produksi.
2. Hasil analisis FMEA menunjukkan bahwa worm screw, main shaft, dan press cage merupakan komponen yang memiliki tingkat risiko kegagalan tertinggi dengan nilai RPN masing-masing sebesar 192, 189, dan 147. Ketiga komponen tersebut menjadi prioritas utama dalam program pemeliharaan karena memiliki potensi terbesar menyebabkan penurunan kinerja mesin, peningkatan *oil losses*, serta penghentian proses produksi apabila terjadi kegagalan.
3. Berdasarkan prioritas risiko yang diperoleh, strategi preventive maintenance yang direkomendasikan meliputi inspeksi berkala terhadap komponen kritis, pemantauan kondisi (*condition monitoring*), pengendalian tekanan hidrolis sesuai standar operasi, pelaksanaan pelumasan secara terjadwal, serta penggantian komponen sebelum mencapai batas umur pakainya. Untuk mendukung efektivitas pemeliharaan, perusahaan juga perlu meningkatkan penerapan corrective maintenance melalui penyediaan suku cadang kritis, penerapan prosedur perbaikan yang terstandarisasi, dan inspeksi berbasis kondisi sehingga waktu *downtime* dapat diminimalkan.
4. Penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan metode FMEA efektif dalam mengidentifikasi komponen kritis dan menentukan prioritas tindakan pemeliharaan berdasarkan tingkat risiko kegagalan. Pendekatan tersebut dapat digunakan sebagai dasar dalam penyusunan strategi preventive maintenance berbasis risiko (*risk-based maintenance*) sehingga mampu meningkatkan keandalan mesin *screw press*, mengurangi frekuensi kerusakan, menekan biaya pemeliharaan, dan mendukung keberlangsungan proses produksi pada industri pengolahan kelapa sawit.

DAFTAR PUSTAKA

- Jaeba, K. A., Lestari, E. T., & Adelino, M. I. (2021). *Oil losses pada fibre from press cake di PT. AMP Plantation Unit POM. Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi Bisnis*, 3(1), 234–239. <https://doi.org/10.47233/jteksis.v3i1.220>
- Carlson, C. S. (2012). *Effective FMEAs: Achieving safe, reliable, and economical products and processes using failure mode and effects analysis*. John Wiley & Sons.
- Corley, R. H. V., & Tinker, P. B. (2016). *The oil palm* (5th ed.). Wiley-Blackwell.
- Gaspersz, V. (2012). *Total quality management*. Vinchristo Publication.
- Gultom, M. B., Sihombing, E. D., Sembiring, A. C., & Tampubolon, J. (n.d.). Quality control of crude palm oil (CPO) products using the Six Sigma method (Case study of PT Perkebunan Kelapa Sawit). *Tempora: Journal of Management*.
- Hikmawan, O., (2020). Pengaruh tekanan pada stasiun screw press pabrik pengolahan kelapa sawit terhadap kehilangan minyak dalam ampas press. *Jurnal Teknik dan Teknologi*, 15(29), 36–43.
- Mobley, R. K. (2002). *An introduction to predictive maintenance* (2nd ed.). Butterworth-Heinemann.
- Panjaitan, B. D. (2022). Analisa perubahan tekanan dan lama waktu perebusan pada fraksi kematangan buah terhadap kondensat (*oil losses*) pada sterilizer. *Teknik Pertanian*, 14, 1.
- Sinaga, S. A. E., & Sembiring, A. C. (2025). Perencanaan pemeliharaan mesin pompa centrifugal dengan menggunakan metode reliability centered maintenance (RCM): Studi kasus PT Nabati Asahan. *Sprocket Journal of Mechanical Engineering*, 7(1), 7–16.
- Sitindaon, P., (2020). Scale up dan implementasi *screw press* untuk pabrik kelapa sawit. *Jurnal Teknik dan Teknologi*, 15(29).
- Smith, A. M., & Hinchcliffe, G. R. (2004). *RCM—Gateway to world class maintenance*. Elsevier.
- Stamatis, D. H. (2003). *Failure mode and effect analysis: FMEA from theory to execution* (2nd ed.). ASQ Quality Press.
- Susriyati, A. (2021). Analisis kehilangan minyak (*oil losses*) stasiun press menggunakan metode statistical process control (SPC). *Jurnal Ekobistek*, 10(2), 146–150.
- Tarigan, K., (2020). Analisa perhitungan tekanan screw press pada proses pengepresan daging buah menjadi crude palm oil di unit pressan PT PP London Sumatera Tbk PKS Begerpang Palm Oil Mill. *Jurnal Teknologi Mesin Universitas Darma Agung*, 1(1), 47–55.